

MASARYKOVA UNIVERZITA
PEDAGOGICKÁ FAKULTA

SVĚT A KRAJINA POHLEDEM Z VÝŠKY

- Materiál pro učitele -



Brno 2013

Materiál byl zpracován v rámci projektu CZ.1.07/1.3.41/02.0044 Učitel přírodovědy, nejmodernější technologie a environmentální aplikace.

Tento projekt je spolufinancován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.



Autoři textů:

PhDr. Hana SVATOŇOVÁ, Ph.D. (s. 5–41; 60–71, přílohy na CD)

RNDr. Jindřiška SVOBODOVÁ, Ph.D. (s. 42–59; 107–114, přílohy na CD)

Mgr. Irena PLUCKOVÁ, Ph.D. (s. 85–100, přílohy na CD)

RNDr. Hana SVOBODOVÁ, Ph.D. (s. 73–84, přílohy na CD)

RNDr. Aleš RUDA, Ph.D. (s. 101–106, přílohy na CD)

Mgr. Kateřina MRÁZKOVÁ (přílohy na CD)

PhDr. Marta ROMAŇÁKOVÁ, Ph.D. (příloha Pedagogicko-psychologické minimum I.)

Recenzenti:

Mgr. Jeanette MLČÚCHOVÁ

doc. PaedDr. Eduard HOFMANN, CSc.

Zdroj obrázků na úvodní straně: foto H. Svobodová, MrSID Image Server, ESA, EUMETSAT 2012

Materiály je možné kopírovat pro výukové účely.

© 2013 Masarykova univerzita

ISBN 978-80-210-6263-4

Obsah

Obsah.....	3
Úvodní slovo	5
Dálkový průzkum Země ve škole	6
Dálkový průzkum Země	9
Mapa, letecký snímek a družicový obraz stejného území.....	20
Letecké a družicové snímky a možnosti jejich využití.....	26
Úprava leteckých snímků pro vyhodnocování a interpretaci obsahu.....	31
Využití archivovaných snímků v geografii a ve výuce.....	33
Interpretace snímků DPZ.....	36
Historie a pohyb družic	42
Objekty v blízkosti Země	44
Zobrazení dráhy satelitu na mapě	52
Přístroje na palubě pro DPZ	56
Družice a družicové systémy	61
Využití snímků DPZ v praxi	70
Lidská sídla z ptačího pohledu	76
Zemědělství netradičně	104
Proměny průmyslu	112
Moderní technologie v dopravě	116
Chemické látky v atmosféře	133
Oxid dusičitý, aerosoly, smog.....	143
Methan CH ₄	152
Formaldehyd – HCHO.....	155
Mapování vegetace	161
Vyhodnocení zemědělské úrody.....	163
DPZ v lesnictví	164
Oceánografie.....	166
Užití satelitních údajů o poloze	172
Sledování pohybu Země.....	174
Země jako těleso	175
DPZ a záření	177
Pohyb satelitu	179
Na závěr	177
Přílohy na CD-ROM.....	218

Úvodní slovo

V posledních několika málo letech se pro svět **otevřel přístup k materiálům dálkového průzkumu Země – k leteckým a družicovým snímkům** zobrazujícím Zemi. Dříve přísně utajované letecké snímky z území České republiky z 50. let 20. století si můžeme prohlížet doma či ve škole stejně jako satelitní snímky z kterékoliv části světa. Brouzdání se po krajinách blízkých a vzdálených, pozorování jejich proměny v čase má své kouzlo i velké možnosti využití pro práci ve škole.

Pro usnadnění práce učitelům, kteří mají zájem zařadit do výuky dálkový průzkum Země, jsme s podporou projektu z Operačního programu vzdělávání pro konkurenceschopnost financovaného z Evropského sociálního fondu **„Učitel přírodovědy nejmodernější technologie“** připravili materiál **„Svět a krajina pohledem z výšky“**. Celý materiál má dvě základní části – text a CD.

Text „Svět a krajina pohledem z výšky“ obsahuje:

- a) základní informace o dálkovém průzkumu Země;
- b) tematické oddíly představující využití leteckých a družicových snímků či technologií DPZ v zeměpise, biologii, chemii a fyzice. U každé tematické kapitoly k výuce je odkaz i na příslušné pracovní a metodické listy uložené na CD.

CD „Svět a krajina pohledem z výšky – učitelův námětovník“ obsahuje soubor pracovních metodických listů pro jednotlivé předměty či integrovanou výuku přírodovědy, návrh školního environmentálního projektu využívajícího DPZ a složku s dalšími snímky, příp. jejich popisy.

Součástí materiálů je i příloha – **„Pedagogicko-psychologické minimum I. – Osobnost“**, která učitele stručně seznamuje se základními aspekty vývoje osobnosti. Brožura obsahuje i dva metodické listy pro práci se třídou – „Kdo jsem“ a „Mapa života“.

V rámci projektu budou dále pro učitele připraveny materiály: **„Mapujeme v krajině“** s ukázkami vlastního mapování v přírodě s tužkou a papírem či technologií GIS, s návrhy různých geografických, biologických, chemických, fyzikálních a environmentálních pokusů, aktivit a sběrů dat a jejich prostorovým zpracováním a vyhodnocením. Další technologii – GPS – využijeme jako navigaci pro hledání pokladů – environmentálních pokusů a aktivit v třetím textu **„Didaktické hry v přírodě“**

Za celý projektový tým, který tvoří učitelé katedry geografie, chemie a fyziky Pedagogické fakulty MU a partnery projektu – ZŠ Újezd u Brna a Gymnázium Křížkovského v Brně – Vám přejeme, aby text byl pro Vás užitečný, ulehčil náročnou práci učitele, přinesl i Vám osobně nové a zajímavé informace a podněty pro Vaši práci.

Hana Svatoňová, manažerka projektu a vedoucí
Katedry geografie Pedagogické fakulty MU

Dálkový průzkum Země ve škole

Technologie dálkového průzkumu Země se otevírá veřejnosti. Satelitní systémy dnes slouží k nevojenským účelům – pro navigace, záchranu lidí, předpovědi počasí, sledování změn v krajině, získávání informací o nalezištích surovin, pro environmentalistiku, geografii, ekologii, archeologii atd. Snímky jsou často poskytovány i bezúplatně prostřednictvím různých mapových serverů, webových stránek kosmických agentur apod. Evropská kosmická agentura (ESA) i NASA se věnují i vzdělávání dětí i dospělých.

Svět družicových a leteckých snímků se díky internetu otevřel v několika málo posledních letech nám všem. Satelity neustále krouží kolem Země a posílají tisíce záznamů. Část z nich si pak můžeme prohlížet a využívat. Klasické mapy se vyvíjely tisíce let, jsou i ve výuce mnoha předmětů tradičním materiálem. Snímky jsou zcela nové, své uplatnění ve škole si hledají. Veřejnost se materiálů dálkového průzkumu Země uchopila velmi rychle, tisíce lidí v České republice sleduje satelitní snímky pro předpovědi počasí, dívá se na ně jako alternativu topografických map, prohlíží si místa uskutečněných či plánovaných dovolených, kupují si lety balónem – i toto je dálkový průzkum Země.

Řada z nás učitelů neměla možnost se s dálkovým průzkumem seznámit v době studií, nemáme žádnou zkušenost v roli žáka s prací s leteckými a družicovými snímky. Je proto profesně i osobně obtížnější zařadit do výuky snímky ve srovnání např. s mapou, se kterou jsme konfrontováni od dětství. Přitom snímky poskytují některé informace, které mapa už ze své podstaty dát nemůže. Snímek není mapa, snímek zobrazuje situaci tak, jak byla zachycena přístroji na satelitech či letadel. Je tedy na nás, abychom pro určitý úkol zvolili i vhodnější podklad, pomůcku. Nutno říci, že snímky jsou poměrně atraktivní, jsou nové, a pro svou novost ve škole a spojení s družicemi jaksí víc „in“. Mapa – zjednodušený model reality – má své nezastupitelné místo, a to i při interpretaci snímků.

Družicový snímek jako záznam dat z čidel umístěných na družici se nemusí využívat jen v zeměpisu, u kterého se to jaksí z podstaty nabízí. Velmi zajímavé podněty nabízí i pro výuku chemie, biologie a fyziky. Snímek může dokumentovat stav, vývoj sledovaných dat (ozonu, znečištění chemickými látkami, teploty vody, vzduchu, chemického složení materiálů či fyzikálních vlastností atd.). Dálkový průzkum Země jako jednu z nejmodernějších technologií lze využít ve výuce více předmětů, vhodný je i pro integraci předmětů či environmentální projekty. V práci nad materiálem jsme v praxi viděli velké možnosti pro integraci výuky a spolupráci geografa, chemika, fyzika a biologa. Nad snímky přirozeně vznikne diskuse nejen o tom, jak vznikl NO_x či ozon, ale i proč je právě v určitých oblastech více kumulován a jak se na tom podílí vlastnosti přírody či činnost člověka. Interpretace snímků podporuje logické úvahy a dávání věcí do souvislostí. Výhodou je, že učivo „neplave“ volně prostoru, ale má i své konkrétní prostorové místo. Výsledkem vysvětlení chemických procesů vzniku ozonu není pak ve zjednodušení jen „ta rovnice“, ale i „ten flek“ na snímku. Pro fyzika a jeho žáky může být motivační už jen samotná problematika vynesení družice na oběžnou dráhu. Z mnoha možností jsme pro představení užitečnosti práce se snímky ve škole vybrali několik jako inspiraci.

V chemii můžeme vysvětlit procesy produkce oxidů dusíku a na družicové mapě ukázat výsledky měření přístrojů zaznamenávajících hustotu plynu v atmosféře na satelitech a představit oblasti světa se zvýšenou produkcí NO_x . Obdobně můžeme díky datům poskytnutým satelitním záznamem sledovat vývoj ozonové vrstvy, UV indexů během roku, rozložení formaldehydu a metanu v částech světa.

V biologii lze na snímcích sledovat vývoj zalednění Země, proměnu vegetačních indexů během roku, oblasti výskytu různých druhů zvířat a rostlin, pohyb zvířat, zdravotní stav lesů apod.

V zeměpise mohou žáci snímky popisovat, učit se rozpoznávat známé objekty, s mapou identifikovat objekty neznámé, všimnout si vzájemných prostorových vztahů, zdůvodňovat jevy zobrazené na družicových mapách (ozon, NO₂, formaldehyd, methan a další) z pohledu geografie – jako produkty lidské činnosti, porovnávat snímky pořízené v různých časových obdobích, sledovat vývoj krajiny a její proměny, připravit si animace snímků oblačnosti a pozorovat pohyb oblačnosti, popisovat vysychání jezer v čase a řadu dalších jevů na Zemi.

Tématy ve výuce **fyziky** může být problematika fyzikální podstaty vzniku a zhotovení snímku, elektromagnetického spektra, fyzikálních vlastností objektů a jejich zobrazování na snímku, vynesení družice na oběžnou dráhu, kosmické rychlosti.

ČTENÍ LETECKÝCH A DRUŽICOVÝCH SNÍMKŮ VE ŠKOLE

Práce s leteckými a družicovými snímky je poměrně atraktivní. Z didaktického hlediska je potřeba přihlídnout k některým obtížným částem čtení snímku: kolmost pohledu (při využití kolmých snímků) je pro čtenáře poměrně neobvyklá a náročná. Objekty vidíme opravdu jen jejich kolmým půdorysem, tj. např. u budov jen jejich střechy, zcela chybí pohled na boční stěny, ztrácí se informace o výšce budov. Šikmé snímky jsou pro interpretaci jednodušší, jsou přirozenější, obdobný pohled se nám naskytá např. při pohledu z rozhledny, z vysokého kopce apod. Na šikmém snímku lze porovnat i výšky objektů, příp. tvary reliéfu. Snímek však nemá všude stejné měřítko – objekty „blíže“ k záznamovému zařízení jsou méně zmenšeny. Šikmé snímky se proto nehodí k měření vzdáleností, ke kreslení půdorysu objektů nebo k aktualizaci map. S žáky, zejména mladšími, je vhodné pracovat nejprve se snímkem šikmým a následně přejít ke snímku kolmému, nejlépe z přibližně stejného území. Pro popis objektů na snímku – ulic, budov, řek, silnic apod. je potřeba pracovat s mapou odpovídajícího měřítka. Pokud pracujeme v oblasti, kterou žáci dobře znají – okolí školy, okolí místa bydliště apod., vystačí si obvykle s vlastními znalostmi. Popisování snímků s mapou je aktivní činností, žáci si velmi dobře začnou uvědomovat prostorové vztahy. Pokud před popisem snímku např. středu jejich města měli problémy s pojmenováním ulic či jiných objektů, pak po této aktivitě je výsledek dle zkušeností vždy významně lepší, žáci se celkově lépe orientují i v reálném terénu – práce se snímkem jim umožnila nahlédnout na známé prostředí „shora“ a uvědomit si některé vztahy, které při pohledu „zdola“ názorně vidět nelze.

Čtení družicových map a snímků zachycujících měření speciálních čidel (např. rozložení chemických látek či zobrazení fyzikálních jevů) připomíná práci s tematickou mapou – pro odečtení tematické informace (co a kolik?) vždy je potřeba mít dispozici legendu (u družicové mapy by měla být k dispozici) pro odečítání zobrazených hodnot. Pro odečtení prostorové informace (kde?) jsou zobrazeny kontinenty či hranice, často i zeměpisné souřadnice.

KDE DRUŽICOVÉ A LETECKÉ SNÍMKY HLEDAT?

Pro usnadnění práce s vyhledáváním zdrojů uvádíme přehled v praxi osvědčených zdrojů družicových obrazových záznamů a leteckých snímků. Národní geoportál Inspire je využit jako zdroj snímků pro řadu pracovních listů. Na portále najdeme i desítky dalších tematických a topografických map z území České republiky. Je uživatelsky přívětivý, obsahuje základní nástroje pro práci se snímky a mapami (přiblížení, oddálení, posuny, zapínání vrstev apod.). Na portálech Google maps a www.mapy.cz můžeme využívat podkladové satelitní snímky a zcela nově i detailní snímky šikmé. Na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu lze nahlížet na aktuální snímky z družice METEOSAT a NOAA. Nej-

čerstvější snímky jsou staré cca 30 minut – tzv. “poslední snímek”. Snímky jsou denně využívány pro předpověď počasí – viz vysílání na v televizi. Pro dostupnost snímků z celého světa udělala snad nejvíce společnost Google. Práci s programem Google Earth (je potřeba jej stáhnout, návod na CD zvládnou i mladší žáci, program má řadu jednoduchých nástrojů pro prohlížení snímků, ale i ulic, fotografií z celého světa) lze měřit vzdálenosti, nastavit výšku pohledu, odečítat souřadnice, simulovat průlety, přepínat se do Google maps stejného území. Na snímky z družice LANDSAT v nepravých barvách lze nahlížet z <http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/> – u tohoto serveru je potřeba vybrat snímek (snímky pokrývají celou souš na Zemi) a následně jej zobrazit a případně zvětšovat nastavením počtu pixelů nebo se přibližovat do zájmové oblasti na snímku.

Pro případné využití uvádíme i přehled dalších vybraných zdrojů s odkazy:

- Geoportál INSPIRE, <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>
- Mapy.cz, <http://www.mapy.cz>
- Google maps, <https://maps.google.cz>
- Český hydrometeorologický úřad – družicové snímky METEOSAT, animace snímků: http://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/sat/data_jsmsgview.html
- Český hydrometeorologický úřad – družicové snímky z družic NOAA, http://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/sat/data_jsavhrrview.html
- Google Earth (virtuální glóbus, v roce 2004 zakoupen portálem Google, program, který umožňuje prohlížet Zemi jako ze satelitu), program lze stáhnout z <http://www.google.com/intl/cs/earth/index.html>
- Mapový portál Jihomoravského kraje, <http://mapy.kr-jihomoravsky.cz>
- NASA – snímky z družice LANDSAT, <http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid>
- USGS Earth Explorer, <http://earthexplorer.usgs.gov/>
- EUMETSAT, http://www.eumetsat.int/Home/Main/Image_Gallery/index.htm?l=en
- Amapy.cz, <http://amapy.centrum.cz>
- Terra Server, <http://www.teraserver.com>



Dálkový průzkum Země

Co pod pojmem dálkový průzkum Země chápeme? Ze kterých dílčích částí se skládá dálkový průzkum Země? Co je jeho cílem – proč na ně vynakládáme velké finanční prostředky? Jaké metody v dálkovém průzkumu Země používáme? Proč vidíme barevně a jak to souvisí s dálkovým průzkumem Země? Kdy se stanu neviditelným?

DÁLKOVÝ PRŮZKUM ZEMĚ – DEFINICE:

Dálkovým průzkumem Země (DPZ) se rozumí **zkoumání, měření a zobrazování** objektů a jevů v krajině sféře **bez přímého fyzického kontaktu s nimi**. Výsledkem DPZ jsou zpravidla **letecké snímky a družicové obrazové záznamy** zpracované analogově nebo digitálně. DPZ obsahuje komplexní problematiku **od principu vzniku snímků** a obrazových záznamů z letadel a z družic po jejich interpretaci skládající se z:

1. zhotovování,
2. přenosu,
3. zpracování,
4. vyhodnocení,
5. analýzy,
6. využití.



Obr. 1 Celkový pohled na kosmické středisko Kourou Evropské kosmické agentury ve Francouzské Guyaně s raketou Ariane. Zdroj: <http://spaceimages.esa.int>.

METODY DPZ

Rozlišujeme dvě základní metody DPZ: 1. **konvenční metody**, které dříve převládaly a jejichž výsledkem jsou fotografie a 2. **nekonvenční metody** snímání zemského povrchu z přístrojů na družicích Země, kdy výsledkem je obrazový záznam na médiu. Snímání z velkých výšek si vynutilo zavedení nových technologií pro zobrazování, pro přenos získaných informací z družice na Zemi, jejich rychlé vyhodnocení a předání uživatelům. Stále více se v současné době uplatňují **digitální metody přenosu a zpracování družicových záznamů**.

PROSTOROVÉ INFORMACE

Prostorové informace o zemském povrchu poskytované **mapou a leteckým snímkem nebo obrazem z družice** mají dvě základní společné složky. Jsou to:

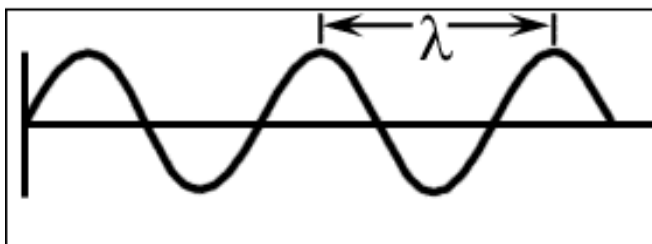
- **informace o poloze objektů**, jejich půdorysu (tvaru), velikostech a umístění vzhledem k objektům okolním,
- **informace o typických vlastnostech objektů** (informace **tematické**).



Rozsah zobrazeného území je ovlivněn parametry použitých snímačů a výškou letadla nebo družice nad snímanou oblastí.

FYZIKÁLNÍ PODSTATA DPZ

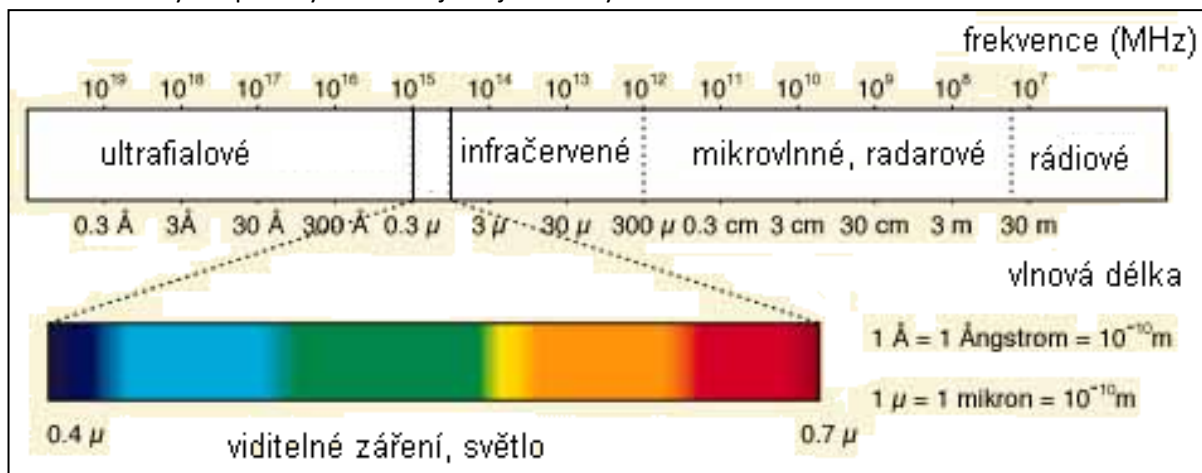
DPZ získává informace o objektech a jevech prostřednictvím **elektromagnetického záření**. Základem pro sběr dat je skutečnost, že **zkoumané předměty** určitý druh záření emitují nebo odrážejí. Základní charakteristikou elektromagnetického záření je **vlnová délka**, tj. vzdálenost dvou bodů ve stejné fázi (obr. 2).



Obr. 2: Schéma elektromagnetické vlny, λ – délka vlny. Zdroj: Sva-toňová, H., Lauer mann, L., 2010.

ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ

S elektromagnetickým zářením v přírodě se setkáváme v širokém spektru o rozsahu téměř 20 řádů. Spektrum se podle vlnové délky dělí do několika základních oblastí, které jsou dány zpravidla konvenčně odlišnými způsoby měření v jeho jednotlivých částech.



Obr. 3: Základní oblasti dělení elektromagnetického spektra. Zdroj: <http://www.esa.int/images/02-spektrum.gif>, vlastní úprava.

PROČ VIDÍME BAREVNĚ?

Lidské oko je citlivé pouze na světlo – **viditelnou část spektra**, což je úzký interval vlnových délek záření. K ostatním vlnovým délkám je lidské oko necitlivé – čili pro člověka bez speciálních pomůcek „neviditelné“. Při interpretaci snímků DPZ je důležitý tak zvaný **efekt barvy**. Barvy vyskytující se ve světelném spektru, na které je citlivé lidské oko, se nazývají **spektrální barvy**. Odpovídají jim vždy konkrétní rozsahy vlnových délek a frekvence elektromagnetického záření (obr. 3). Objekt se jeví jako žlutý, odráží-li především žlutou část spektra, tj. naše oko zachycuje vlny délky 565 až 590 nm apod.



Obr. 4: Lidské oko. Zdroj: Google Images.

S technickým pokrokem se vyvíjely i technologie, které umožnily zaznamenat i jiné skupiny vlnových délek. Dnes se využívá **záření v intervalu vlnových délek zhruba od 0,1 mikrometrů do 1 metru**.



Tab. 1: Barvy a vlnová délka. Zdroj: <http://cs.wikipedia.org>.

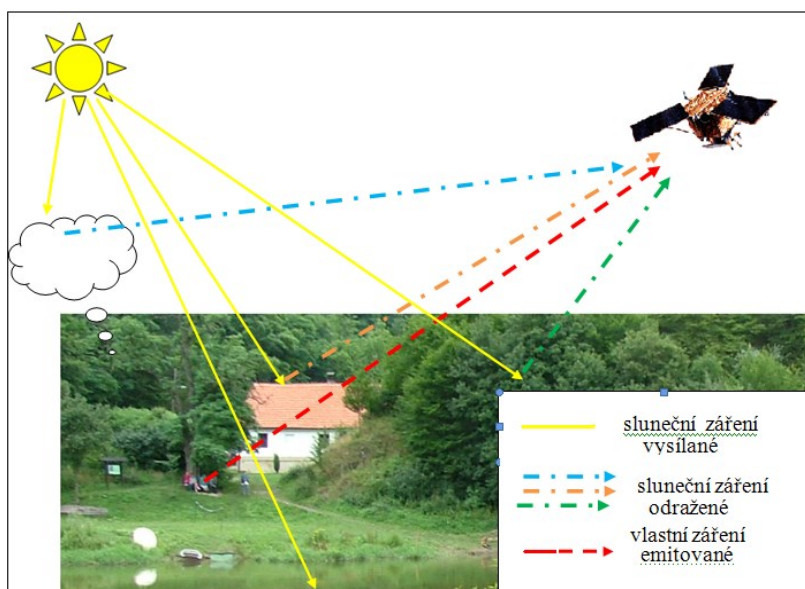
Barva	červená	oranžová	žlutá	zelená	azurová	modrá	fialová
Vlnová délka	~ 625 až 740 nm	~ 590 až 625 nm	~ 565 až 590 nm	~ 520 až 565 nm	~ 500 až 520 nm	~ 430 až 500 nm	~ 380 až 430 nm

Elektromagnetické záření dopadající na zemský povrch může být:

- **odráženo,**
- **pohlcováno.**

Pro dálkový průzkum má největší význam část elektromagnetické energie odražené povrchem. Ta může být zachycena přístroji na palubách letadel nebo družic.

Obr. 5: Zdroje elektromagnetického záření (sluneční paprsky nebo vlastní emitované, obvykle tepelné záření) a záření zaznamenávané přístroji na družici. Zdroj: Svatoňová, H., Lauer-mann. L. Dálkový průzkum Země – aktuální zdroj informací.

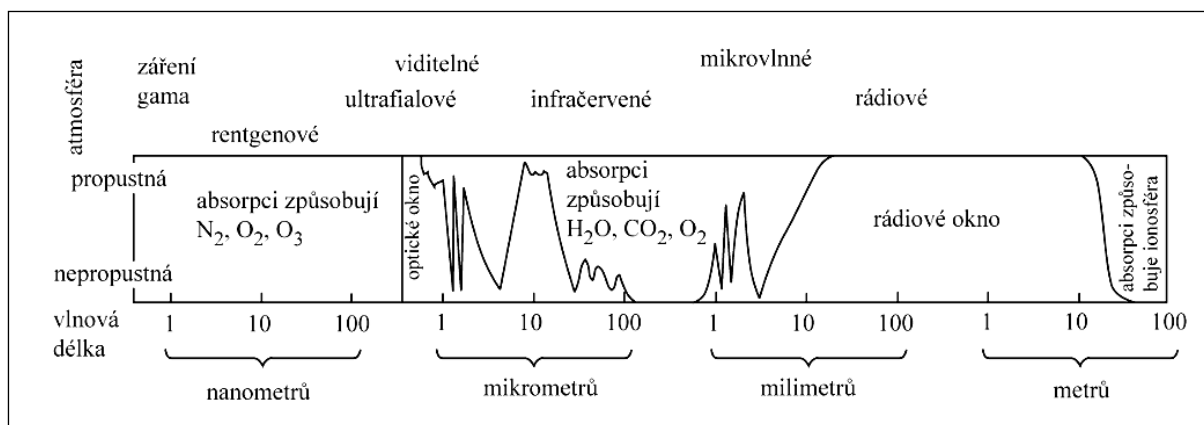


ATMOSFÉRA ZEMĚ – FILTR ZÁŘENÍ

Slunce je hlavním **zdrojem elektromagnetického záření** dopadajícího na Zemi. Po průchodu atmosférou se **odráží** od objektů na zemském povrchu nebo od spodních vrstev atmosféry. Toto záření může být zaznamenáno přístroji. Samy **objekty na zemském povrchu** jsou výrazně chladnější než Slunce. Vyzařují (emitují) vlastní infračervené **záření**. Všechna záření, přicházející z kosmu na zemský povrch, lze bez obtíží sledovat na všech vlnových délkách jen mimo zemskou atmosféru. **Ovzduší Země působí jako filtr**: propouští jen některé oblasti spektra – to jsou tzv. atmosférická okna. Záření v jiných oborech spektra nepropouští vůbec, jinde jenom zčásti.

ATMOSFÉRICKÁ OKNA ANEB „NEDOKONALOSTI FILTROVÁNÍ“

Nyní konkrétně: záření s nejkratšími vlnovými délkami (gama až ultrafialové) pohlcuje především atmosférický ozon. Po úzkém optickém oknu následuje infračervené okno, které propouští záření pouze zčásti a jen v některých oblastech vlnových délek. Značná část infračerveného a mikrovlnného záření se na povrch Země nedostane vůbec, je pohlcena v atmosféře zejména molekulami vody a kyslíku. Rádiové záření objektů s vlnovými délkami řádově milimetrovými až desetimetrovými pozorujeme v rádiovém oknu. Delší vlnové délky nepropouští zemská ionosféra.



Obr. 6: Atmosférická okna. Zdroj: <http://vadmecum.hvezdarna.cz/new/pdf/03-2-10.pdf>.

ČLENĚNÍ ELEKTROMAGNETICKÉHO ZÁŘENÍ DLE VLNOVÉ DÉLKY

V úsecích atmosférických oken bylo vymezeno **šest základních oblastí elektromagnetického záření** jako nejvhodnějších pro získávání informací o zemském povrchu či atmosféře prostřednictvím distančního měření odraženého nebo vyzářeného elektromagnetického záření.

1. ultrafialové záření (vlnová délka 50 nm až 400 nm)
2. viditelné záření (vlnová délka 400 nm až 750 nm)
3. infračervené záření (vlnová délka 750 nm až 1mm)
 - a. infračervené záření blízké (vlnová délka 750 až 1400 nm)
 - b. infračervené záření střední (vlnová délka 1400 až 3000 nm)
 - c. tepelné záření (vlnová délka 3000 nm 1 mm)
4. mikrovlnné záření (vlnová délka 1 mm až 1m)

1. K zemskému povrchu je propouštěna pouze malá část **ultrafialového záření**, většinou je tato část spektra výrazně pohlcována atmosférou. Ultrafialového záření se v DPZ nejvíce využívá **v geologii**, protože mnoho minerálů vydává charakteristické záření v těchto vlnových délkách (např. pro vyhledávání ložisek zlata), v monitorování **rozsahu znečištění** (např. ropných skvrn). Toto záření částečně prochází vodním sloupcem.

2. **Viditelné záření** lze rozdělit na dílčí intervaly – na část modrého světla (0,4–0,5 μm), zeleného světla (0,5–0,6 μm) a červeného světla (0,6–0,7 μm). (Srovnej viz spektrální barvy.) Suchou a čistou atmosférou prochází bez významného ovlivnění (atmosférické okno). Je však značně rozptýlováno a pohlcováno různými aerosoly, a proto **neprochází oblačností a mlhou**. Protože zdrojem tohoto krátkovlnného záření je Slunce, lze je zaznamenávat **pouze v denních hodinách**. Viditelné záření prochází vodním sloupcem do hloubky desítek metrů. Jeho modrá část prochází čistou vodou až do cca 30 m, červená část viditelného spektra je vodou výrazně pohlcována. To umožňuje studovat mnoho fyzikálních i biologických vlastností vodních objektů. V oblasti viditelného záření pracují konvenční metody pořizování obrazových dat i většina družicových systémů poskytuje také data ve viditelné části spektra. Nedá se dobře využít např. v geologických aplikacích. (Jednotlivé horniny, minerály ani půda odrážejí velmi podobné záření, nelze pak na snímku rozeznat povrch, který záření odrazil – viz



spektrální chování objektů.) Vlnové délky viditelného záření jsou znečištěnou či „vlhkou“ atmosférou rozptýlovány a pohlcovány, což má za následek např. ztrátu kontrastu viditelných snímků pořízených ve viditelném záření.

3a. **Blízké infračerveného záření** navazuje na viditelnou část spektra. **Je méně ovlivňováno atmosférou**, proto jsou snímky **ostřejší a kontrastnější**. Díky tomu jsou vhodné k topografickým účelům. Blízké infračervené záření se uplatňuje při studiích zaměřených na vegetaci (lesnictví, zemědělství). **Voda** toto záření pohlcuje, neodráží tedy téměř nic a na snímcích **se jeví jako černá**.

3b. Oblast **středního infračerveného záření** pro DPZ se rozkládá ve dvou atmosférických oknech, která jsou využívána hlavně pro vegetační a geologické studie. Umožňuje dobré **rozlišení druhů vegetace** a jejího **zdravotního stavu**, rozpoznávání ledu a sněhu, odlišení oblačnosti, k rozlišení druhů minerálů.

3c. Zaznamenání tepelného infračerveného záření dovoluje získat poznatky o tepelné bilanci objektů, o povrchové teplotě oceánů, tepelném znečištění řek, jezer a krajiny, o lokalizaci lesních požárů.

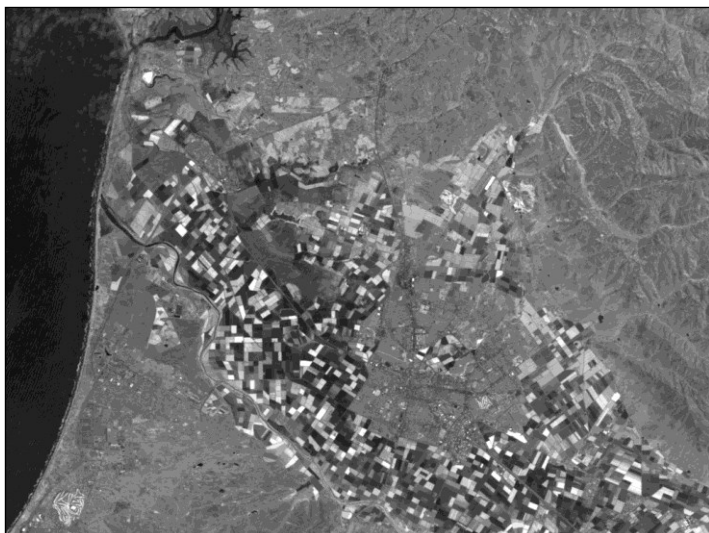
4. Mikrovlnné záření jen málo závisí na podmínkách počasí, výrazně je zeslabováno pouze v případě vydatného deště. Tohoto poznatku je využíváno v meteorologických aplikacích k zjišťování srážkových oblastí či intenzity srážek. Mikrovlnné záření je málo intenzivní, využívá se proto pomocí aktivních systémů (např. radarů), které jej vysílají a následně zaznamenávají (podle Dobrovolný, P. 1998).



Obr. 7: Snímek pořízený ve viditelné části spektra – vlnová délka (0,6–0,7 micronů, tj. očima vnímaná jako červená barva), je vhodný pro identifikaci zástavby, půd a vegetace.

Zdroj:

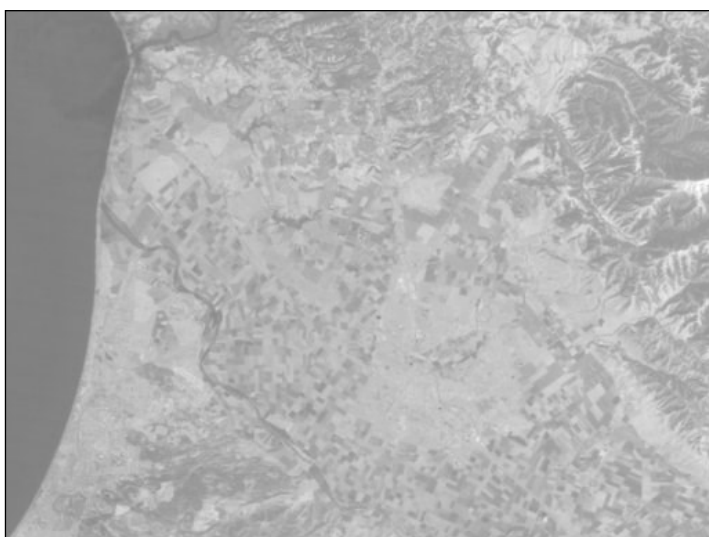
<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/tutorial/Landsat%20Tutorial-V1.html>.



Obr. 8: Snímek pořízený v blízkém infračerveném záření v intervalu (NIR, 0,7–1,2 micronů. Oko již tuto vlnovou délku nevidí.). Toto pásmo je velmi vhodné pro rozpoznávání vegetace, na obrázku lze velmi dobře odlišit různé druhy vegetace *na polích*

Zdroj:

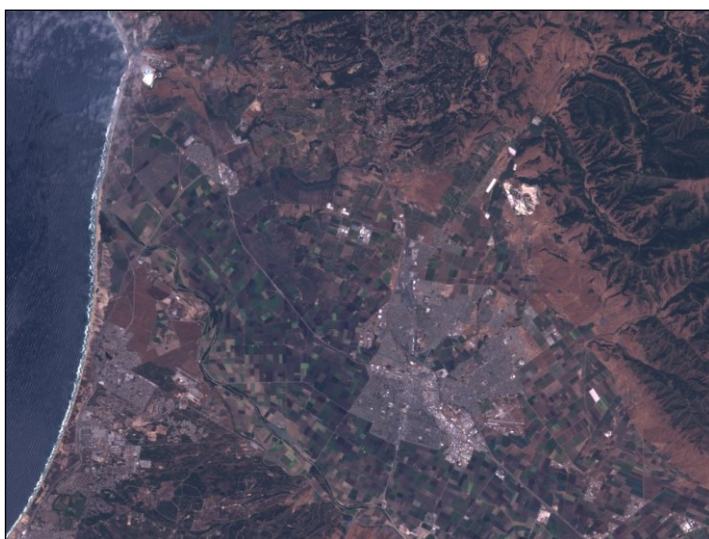
<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/tutorial/Landsat%20Tutorial-V1.html>



Obr. 9: Snímek pořízený v tepelném záření (vlnová délka 5,0–14,0 micronů, tj. vlnová délka za hranicí viditelného záření) detekuje „teplé“ objekty, je užitečné především pro sledování teplot, tedy i denních či sezónních změn teplot.

Zdroj:

<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/tutorial/Landsat%20Tutorial-V1.html>



Obr. 10: Snímek pořízený v pravých barvách (družice Landsat).

Zdroj:

<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/tutorial/Landsat%20Tutorial-V1.html>



Obr. 11: Snímek pořízený v blízkém infračerveném záření. Dobře je patrný lepší kontrast oproti snímku v pravých barvách. Zdroj:

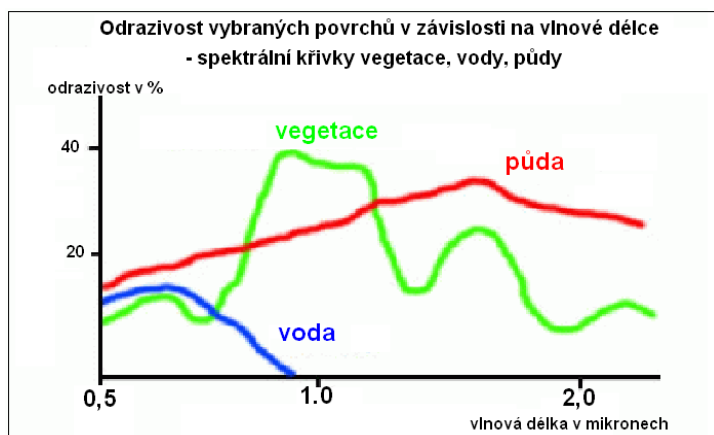
<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/tutorial/Landsat%20Tutorial-V1.html>

KDO JE VIDĚT ANEB SPEKTRÁLNÍ CHOVÁNÍ OBJEKTŮ

Intenzita odraženého či vyzařovaného (emitovaného) krátkovlnného záření závisí především na:

- na druhu látky či objektu (např. na jeho chemickém složení, apod.),
- na fyzikálním stavu objektu (teplotě obsahu vlhkosti, zhuštění povrchu, atd.),
- na stavu okolí objektu (např. na propustnosti atmosféry, apod.).

Spektrální chování objektu popisuje vztah mezi množstvím záření určité vlnové délky, který objekt (jeho povrch) odráží. Množství odraženého záření lze charakterizovat prostřednictvím spektrální odrazivosti. Pro daný objekt lze sestavit závislost mezi jeho odrazivostí a vlnovou délkou. Graficky ji lze znázornit tzv. spektrální křivkou odrazivosti. Pro dané podmínky a stejné povrchy objektů (holá půda, vegetace) má křivka typický průběh patrný z obrázku 12.



Množství odraženého záření rozhoduje o tom, zda je objekt na snímku vidět. Objekt, který odráží jen **málo záření, se jeví jako tmavý**. K identifikaci každého objektu jsou také důležité vlastnosti sousedních objektů. Odráží-li **dva sousední rozdílné objekty stejné množství záření určité vlnové délky**, budou na snímku **splývat**. Díky tomu, že odrazivost objektů se mění s vlnovou délkou záření, lze najít intervaly vlnových



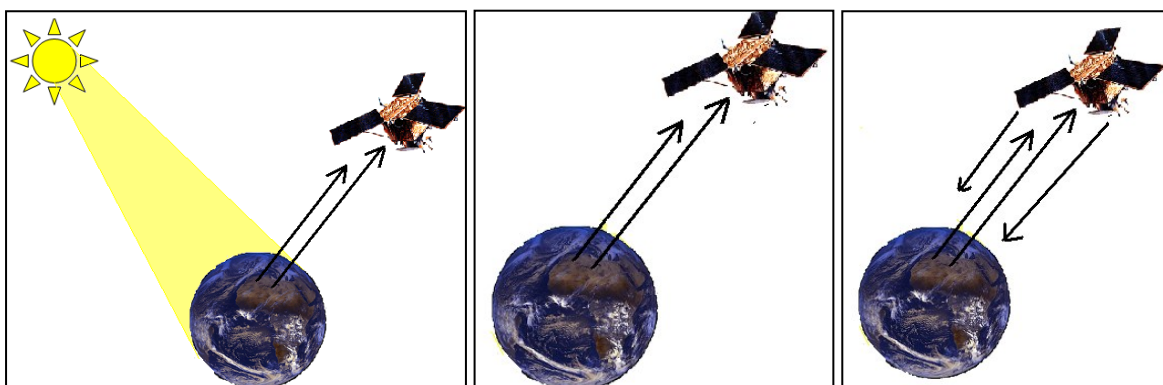
METODY DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU ZEMĚ

Metody DPZ se dělí **podle zdroje** elektromagnetického záření na pasivní (přístroj svoje záření nevysílá, je v tomto ohledu pasivní) a aktivní (přístroj je aktivní, vysílá vlastní záření):

Pasivní metody mohou být:

- přímé – využívající odražené sluneční záření (obr. 13a),
- nepřímé – využívající odražené vlastní vyzařování objektu, např. termovize (obr. 13b).

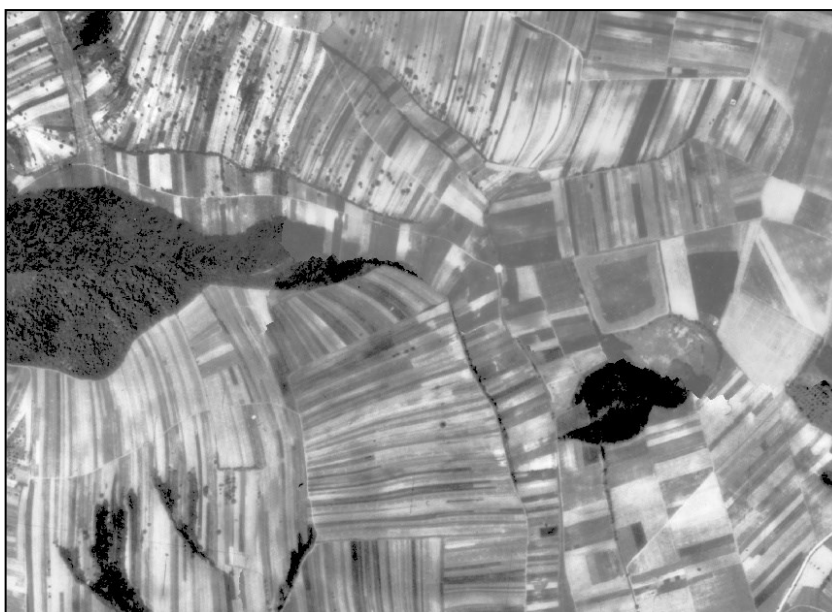
Aktivní metody pracují se zářením vysílaným ze zdroje umístěného na nosiči a jeho zpětným odrazem zachyceným na nosiči, např. radar (obr. 13c)



Obr. 13a: Pasivní přímé metody. Přístrojem na nosiči je zaznamenáváno odražené sluneční záření. Obr. 13b: Pasivní nepřímé metody – na nosiči je zaznamenáváno záření vyzařované vlastním objektem (např. jeho tepelné záření). Obr. 13c: Aktivní metody DPZ – záření je vysíláno ze zdroje na nosiči a opět jako odražené. Zdroj: Svatoňová, H., Lauer mann, L. 2010.

ČERNOBÍLÁ, BAREVNÁ ČI MULTISPEKTRÁLNÍ FOTOGRAFIE – FOTOGRAFICKÉ KONVENČNÍ METODY DPZ

Kvalita a informační hodnota leteckých a družicových snímků pořízených **klasickými fotografickými** (fotogrammetrickými) metodami závisí na technických **parametrech fotografické komory**, na tom, zda byly použity **černobílé** nebo **barevné** materiály, na jejich citlivosti a způsobech zpracování. Většina leteckých snímků určených pro topografické a geografické aplikace a kartografické využití se



vyhotovuje na **panchromatickém materiálu**, který je citlivý ke všem vlnovým délkám **viditelné části** spektra (obr. 3).

Obr. 14: Výřez z leteckého snímku oblasti jižní Moravy pořízeném v létě roku 1953, kopie na fotografickém papíru. Zdroj: Archiv leteckých snímků Dobruška.



Obraz vzniká pomocí objektivu letecké fotografické komory v okamžiku expozice najednou na celé citlivé fotografické vrstvě snímku. Letecké snímky jsou k dispozici zpravidla v analogové formě na filmu, nejčastěji jako kopie na fotografickém papíru.

ČERNOBÍLÉ FOTOGRAFIE

Panchromatické černobílé snímky exponované v třicátých až devadesátých letech 20. století ve všech viditelných částech spektra umožňují stále velmi dobré prostorové rozlišení zobrazovaných detailů. V praxi se využívaly při pořizování přesných **leteckých měřických snímků** určených pro topografické mapování. Měřickými vlastnostmi leteckých snímků, jejich zpracováním a praktickým využitím pro tvorbu map se zabývá samostatná vědní disciplína – **fotogrammetrie**.

BAREVNÉ FOTOGRAFIE

Stále častěji se prosazují **snímky barevné**. Barva výrazně zlepšuje interpretační možnosti při rozlišování objektů na snímcích (obr. 15). Zatímco na černobílých snímcích je možno vizuálně rozlišit kolem 200–300 odstínů šedých tónů, lze na správně exponovaném barevném snímku vzájemně odlišit **4000–5000 barevných odstínů** (např. jednotlivých typů porostů, znečištění vod, poškození lesů, vlhkosti půdy, složení půdy, geologických charakteristik, socioekonomických jevů, geomorfologických pochodů apod.). Nedostatkem je určitá **ztráta barevnosti a změna barevných tónů objektů při snímkování z větších výšek vlivem rozptylu a absorpce paprsků v atmosféře**.



Obr. 15: Výřez z leteckého barevného snímku z roku 2000 (zobrazuje stejné území jako obr. 14). Zdroj: Geodis Brno, s.r.o.

FOTOGRAFIE BAREVNÉ „FALEŠNĚ“

Pro získání informací o objektech a jevech, které nelze plně interpretovat na panchromatických snímcích, se používají **materiály citlivé v oblasti infračerveného záření**. Takové snímky dostaly název **false color**. U nás se používá termín **snímky spektrozónální**.

Dlouhovlnné infračervené paprsky pronikají lépe atmosférou a umožňují zhotovovat snímky i za **ztížených atmosférických podmínek** (opar, mlha, kouřmo), mají větší kontrast a jsou jasnější. Dají se na nich např. **dobře rozlišit nejen listnaté a jehličnaté porosty**, ale i jednotlivé dřeviny, zemědělské porosty, typy oblačnosti, stejně jako objekty socioekonomické sféry a důsledky jejího vlivu na znečištění ovzduší, ale i ruiny starých měst ukrytých v džungli apod.



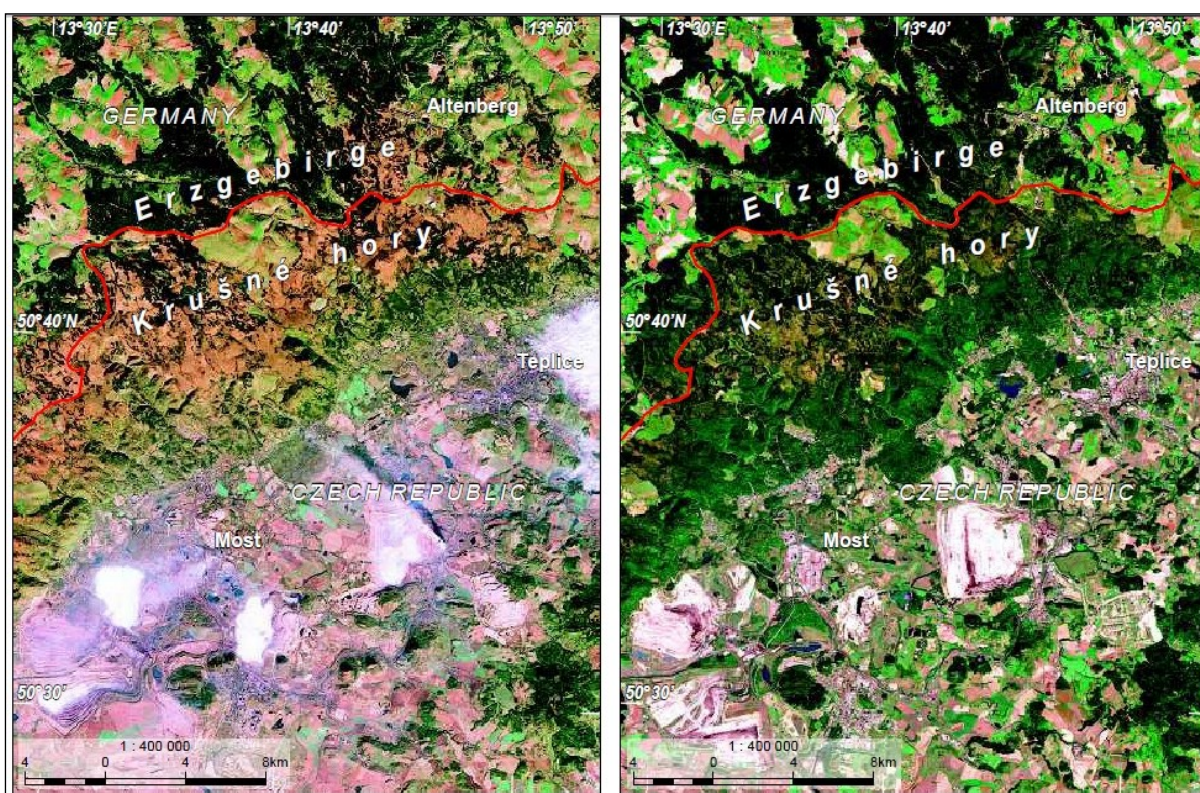
Obr. 16: Infračervený satelitní snímek lesů v okolí Salzburgu v Rakousku. Na snímku lze odlišit zeleně zbarvené jehličnaté lesy a růžově zbarvené smíšené lesy. Zdroj: ESA School Atlas, s. 200.



ŘÁDEK PO ŘÁDKU ANEB NEKONVENČNÍ METODY DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU ZEMĚ

Nekonvenční způsoby zobrazení zemského povrchu se liší od fotografických postupů **jinou technikou vytváření obrazu**. Obrazy vznikají v měřicích přístrojích na nosiči rozložením po jednotlivých řádcích tzv. **řádkováním**. K měření množství energie pocházejícího ze zdroje záření slouží **radiometry**. Snímačí rozkladová rastrová zařízení jsou **skenery**. Vznikají obrazové záznamy, na nichž je rozlišení obrazového detailu **obecně menší než u fotografie**. Jsou pořizovány v široké části spektra a poskytovány v číselné – digitální – podobě.

Většina obrazových záznamů pořízených družicemi dnes vzniká **nekonvenčně**. Výhodou zařízení **registrovat obrazové záznamy v různých pásmech spektra**. Využívají se hlavně skenery zaznamenávající obrazová data z povrchu do pixelů, jejichž velikost určuje podrobnost interpretace obsahových prvků. **Aktivní systémy, radary** se využívají v DPZ stále častěji, a to především pro meteorologické aplikace (údaje z radaru o srážkách), při zjišťování nadmořských výšek, vyhodnocování reliéfu a jeho změn, konstrukci digitálních, přesných modelů reliéfu, dále i v lesnictví, zemědělství, glaciologii atd.



Obr. 17: Satelitní snímky pořízené družicemi Landsat 5 (vlevo r. 1984) a Landsat 7 (vpravo, r. 2005) zobrazují prostor Krušných hor a podkrušnohorských pánví. Na snímcích je patrný pozitivní vývoj v krajině – holé plochy mrtvých stromů se postupně zalesňují, krajina povrchových dolů je rekultivována. Lesy v Krušných horách byly poškozeny především oxidy síry a dusíku z procesů spalování hnědého uhlí na území Československa a Německa. Oba snímky vznikly kombinací tří snímků z dílčích kanálů nasnímaných přístroji na družicích. Barevnost výsledného snímku připomíná přirozené barvy (near natural colours) Snímek z roku 2005 byl pořízen přístrojem ETM+ (multispektrální skenující radiometr) na družici Landsat 7 z výšky 705 km. Zdroj: ESA School Atlas, s. 200.

PŘÍSTROJE NA DRUŽICÍCH

Elektronická zařízení ve snímačích družic dovolují registrovat široký vlnový rozsah elektromagnetického záření. Patří sem:



- **televizní způsoby snímání**, jež se provádějí televizními kamerami pracujícími obvykle ve více pásmech spektra (tzv. multispektrální kamery).
- **radiometry a snímací rozkladná zařízení** určená k měření radiace světelného až mikrovlnného záření ve zkoumaném území.
- **termální skenery a radiometry** zachycují tepelné záření z pevnin a oceánů. Protože chceme často zjistit vlastní tepelné záření objektu/jeho teplotu, snímáme v noci, kdy objekty neodrážejí sluneční záření.
- **radiolokátory**, které samy vysílají z letadla nebo družice mikrovlnné záření a zaznamenávají jeho odraz od terénu (nebo jiných objektů). Primární **radar** je klasický aktivní radar, kdy vysílač **vysílá** mikrovlnnou energii ve formě impulzů nebo stálé vlny a v čase mimo vysílání **přijímá** odrazy od objektů (letadel, vzducholodí, mraků, země...), jež se nacházejí ve směru, kam je energie vysílána. Podle Dobrovolný, P. 1998.

Otázky a úkoly k zamyšlení:

1. Proč vidíme ve dne barevně a proč nevidíme v noci?
2. Co mají společného naše oči a senzory na družicích?
3. Jaký je princip vzniku snímku?
4. Kdy jsme viditelní pro své okolí?
5. Kdy se stáváme neviditelnými?
6. Vysvětlete, proč jsou některé objekty dobře rozpoznatelné na snímcích ve viditelné části spektra a proč jiné typy objektů mohou být lépe rozlišitelné na snímcích infračervených?
7. Vysvětlete, jak souvisí rozptylování kratších vlnových délek spektra s barvou atmosféry – tj., proč je obloha modrá?
8. S pomocí spektrální křivky odrazivosti pro vodu, půdu a vegetaci vysvětlete, proč můžeme vodu považovat za černé těleso. Jak vypadají vodní plochy na snímku pořízeném v **blízkém infračerveném záření**?
9. Ve kterých vlnových délkách má vegetace maximální odrazivost?
10. Prohlédněte si snímky z družice LANDSAT (obr. 10 a 11). Oba snímky vznikly barevnou syntézou. Snímek 1 připomíná svou barevností přirozené barvy, snímek 2 je v barvách falešných. Rozhodněte, který bude vhodnější pro vaše zkoumání zabývající se zjišťováním rozlohy vegetace a identifikující pěstované druhy na polích.



Zdroj snímku 1:

<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/tutorial/Landsat%20Tutorial-V1.html>,

Zdroj snímku 1:

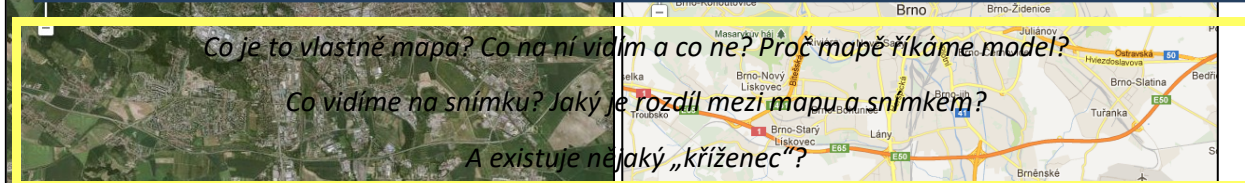
LITERATURA

DOBROVOLNÝ, P. Dálkový průzkum Země – Digitální zpracování obrazu. Brno, Vydavatelství Masarykovy univerzity, 1998. 210 s.

SVATOŇOVÁ, H., LAUERMANN, L. Dálkový průzkum Země – aktuální zdroj informací. Brno: Masarykova univerzita, 2010. 96 s.



Mapa, letecký snímek a družicový obraz stejného území



Při pohledu z letadla nebo družice mají letci a kosmonauti velmi dobrý pohled na celé území pod sebou. Je to hlavně proto, že jednotlivé terénní tvary a předměty se vzájemně nezakrývají. Vidí je ve vzájemné souvislosti, mohou proto velmi dobře určit i podrobnosti a celkový ráz krajiny. Při pohledu kolmo dolů bude terén značně připomínat mapu. Zdálo by se, že takový pořizovaný obraz může nahradit mapu, že je dokonce lepší než mapa, protože jsou na něm zachovány i podrobnosti, které na mapě zachyceny být nemohou. **Letecký nebo družicový snímek má však s mapou stejného území dost podstatných rozdílů.**

Obr. 18: Porovnání leteckého snímku a mapy Brna z prostředí Google maps. Zdroj: <http://maps.google.com>.

MAPA JAKO KARTOGRAFICKÝ OBRAZ ÚZEMÍ

Mapa je rovinný, **generalizovaný** obraz území.

Obraz mapy představuje **ortogonální (kolmý) průmět** území na hladinovou referenční plochu elipsoidu nebo koule a následné převedení této plochy do roviny prostřednictvím matematicko-kartografického zobrazení ve zvoleném měřítku.

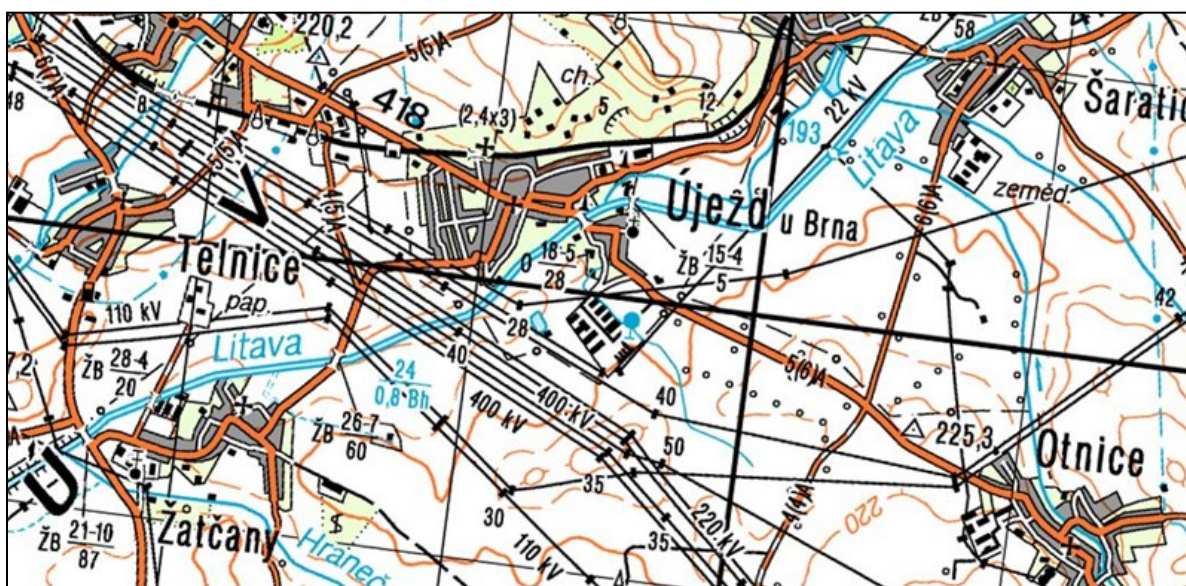
MAPA A JEJÍ OBSAH ANEB CO NA MAPĚ JE A NENÍ

V zájmu dobré čitelnosti a srozumitelnosti jsou **některé obsahové prvky znázorněny nad míru**, tj. je větší, než jsou ve skutečnosti (např. šířka silnic, vodních toků, velikosti budov). Naopak **velké množství objektů v terénu nemůže být v mapě zakresleno vůbec** vzhledem k jejich malým rozměrům



(např. jednotlivé stromy, některé polní a lesní cesty, potůčky). Generalizovaný (zevšeobecněný) **obsah mapy** je vyjádřen **smluvenými značkami** a je závislý na tom, o jaký druh mapy se jedná. Jiná je mapa topografická nebo turistická, jiné obsahové priority a způsoby znázornění mají mapy obecně-geografické nebo tematické, nástěnné nebo atlasové. V každé mapě jsou vždy uvedena **vlastní jména** geografických objektů, celá řada zkratk a dalších údajů. Hlavní obsahové prvky mapy jsou barevně odlišeny. Ve většině map je vyjádřena **výškopisná složka** terénu vrstevnicemi a výškovými kótami, které dávají dobrou představu o členitosti území. Zeměpisná síť (na podrobných mapách také rovinná souřadnicová síť) umožňuje **lokalizovat polohu jakéhokoliv objektu** na mapě.

Nevýhodou je, že změny v terénu, které nastaly po vytištění mapy, není možno průběžně opravovat, a proto **každá mapa je více méně obsahově zastaralá**.



Obr. 19: Ukázka vojenské mapy. Zdroj: <http://geoportal.gov.cz/>.



Obr. 20: Ukázka letecké fotografie z produkce ČÚZK. Zdroj: <http://geoportal.gov.cz/>.



LETECKÉ A DRUŽICOVÉ SNÍMKY ANEB CO NA NICH ROZPOZNÁME

Letecký nebo družicový snímek pořízený ze stejného území jako mapa, **není generalizován**. **Zobrazuje všechno**, co je schopen rozlišit objektiv letecké fotografické komory, nebo co je schopno registrovat snímací zařízení družice – tedy i podrobnosti, jaké není možno na mapě znázornit.



Obr. 21: Letecký snímek – detailní pohled na zástavbu ve Velké Bíteži s dobře patrnými detaily – jednotlivými domy, keři a stromy, poli s patrnými pruhy po projetí traktory atd.

Zdroj:

<http://geoportal.gov.cz>

Na rozdíl od mapy, kde je např. obdělávaná půda znázorněna pouze celkovým obrysem a bílou plochou, na snímku vidíme pestrou mozaiku jednotlivých polí, můžeme zhruba určit i druh kultury (stromy, keře).

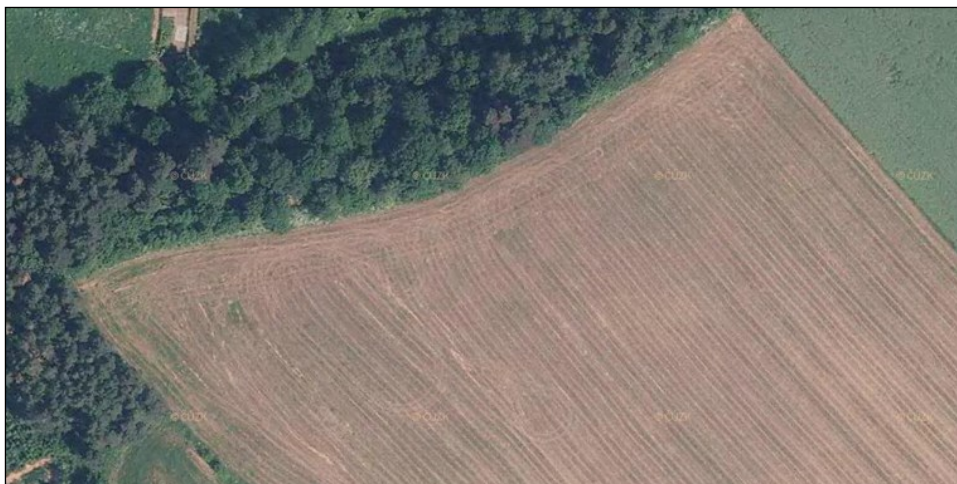


Obr. 22: Stejně území viz obr. výše na výřezu z topografické mapy

Zdroj:

<http://geoportal.gov.cz>

K rozpoznání podrobností a identifikaci objektů pomáhají jemné odstíny šedi nebo barvy. Světlý tón vykopané nebo navezené zeminy se ostře odlišuje od tmavšího tónu okolní půdy. Je zajímavé, že takovéto práce můžeme zjistit i po mnoha letech nebo i tehdy, jsou-li území porostlé kulturami.



Obr. 23: Detail leteckého snímku – na okraji pole lze rozeznat oblouky po otáčení traktoru i jednotlivé brázdy.

Zdroj:

<http://geoportal.gov.cz>

Ohromnou předností snímků DPZ je jejich **aktuálnost** a možnost opakovaně sledovat změny a dynamiku jevů v čase. Tato vlastnost má velký význam pro hodnocení změn v tvářnosti krajiny zejména tehdy, můžeme-li porovnávat snímky stejného území pořízené v různých časových obdobích. Snímky jsou nezastupitelným podkladem pro aktualizaci obsahu map.

Nevýhodou leteckého nebo družicového snímku je, že nemá v celé ploše přesné měřítko a obraz má určité zkreslení. Protože na snímku jsou zobrazeny všechny podrobnosti, **nevynikají objekty důležité**, přítomnost některých není možno někdy vůbec zjistit (na snímku DPZ těžko poznáme druh a třídu komunikace, druh mostů).

Bez mapy někdy obtížně poznáme, z kterého území snímek je, nebudeme znát názvy sídel a názvy pomístné, úplně bude chybět doplňující popis, kóty, zeměpisná síť apod.

Z jednotlivého snímku nelze dobře posoudit členitost reliéfu terénu. Dvojice leteckých snímků nám umožňuje naopak přesné vyhodnocení terénních tvarů.

SNÍMEK DPZ A MAPA MAJÍ SVÉ PŘEDNOSTI I NEDOSTATKY

Předností leteckých a družicových snímků je jejich obsažnost, informační bohatost a aktuálnost. Proto slouží jako rozhodující podklady pro hodnocení tvářnosti krajiny a jejich změn v čase stejně jako k tvorbě, obohacení obsahu a aktualizaci map.

V posledních patnácti letech převládaly při pořizování a zpracování barevných leteckých a družicových snímků **digitální metody**. Pokud nejsou pořizovány přímo digitálně, bývají digitalizovány – původní negativy nebo pozitivy jsou pomocí skenerů automaticky transformovány do rastrových digitálních souborů a dále počítačově zpracovány.

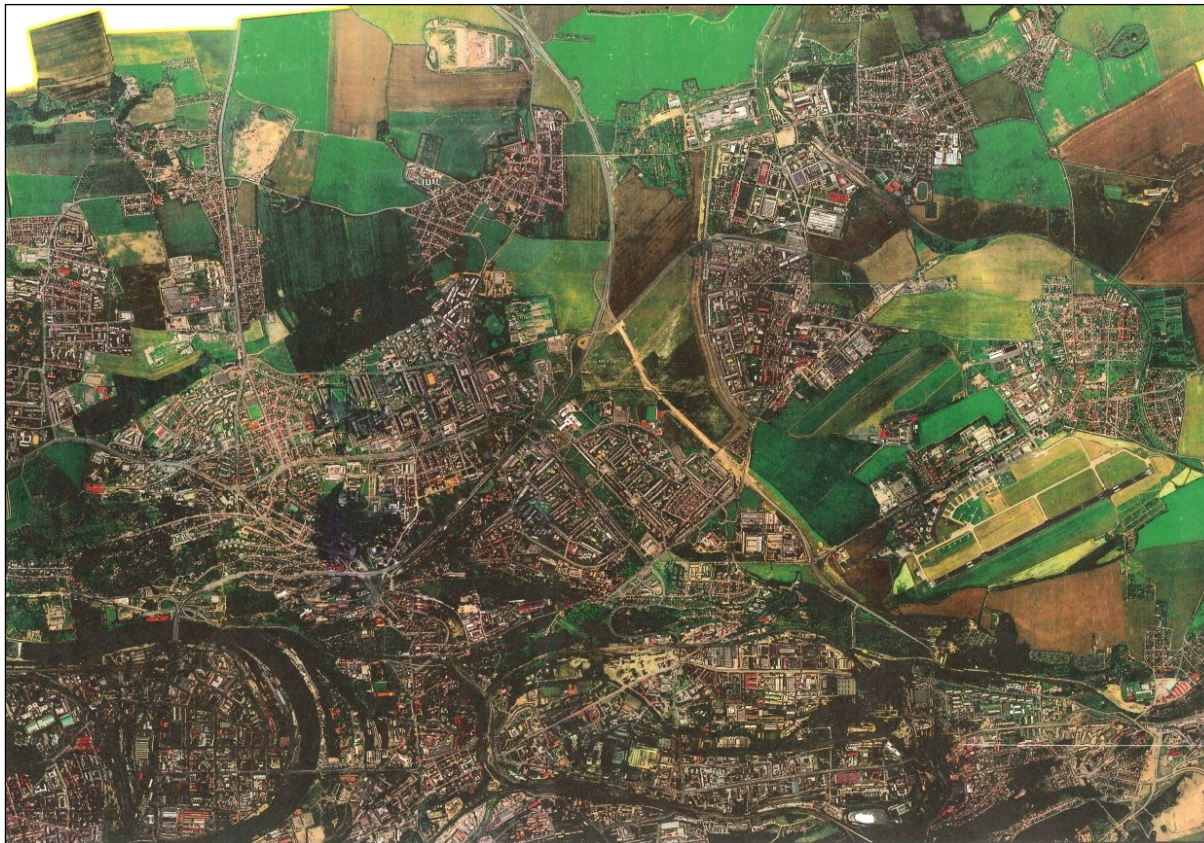
Každá rastrová buňka (pixel) polohově lokalizovaná rovinovými souřadnicemi má určitou číselnou hodnotu, které je přiřazena konkrétní intenzita tónu šedi nebo barvy v rozsahu několika set tónových odstínů. Z **digitálního záznamu se dá zpětně vizualizovat na obrazovce počítače barevný obraz území** nebo vytvořit speciálním zobrazovacím pořízením barevný analogový obraz snímku na papíře v jakémkoli zvětšení. Tím má lepší ostrost a kvalitu než klasická fotografická kopie nebo zvětšenina.

ORTOFOTOMAPA – PO MATCE MAPA PO OTCI SNÍMEK ANEB NĚCO VÝHOD OD OBOU

Digitální technologie umožňuje navíc odstranit zkreslení snímku a transformovat jeho obraz do stejného měřítka a kartografického zobrazení (projekce), jaké by měla mapa stejného území. Vznikají tak



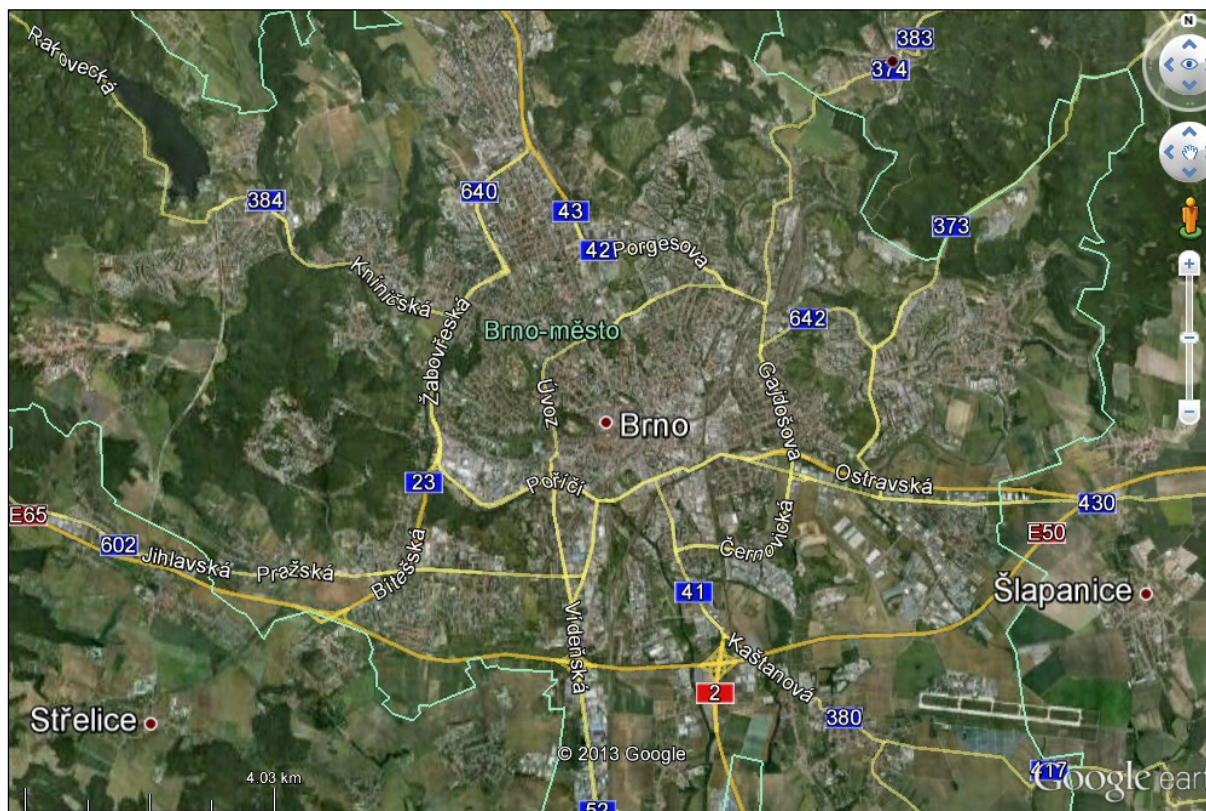
ortofota (ortofotografie) a ortogonálně upravené družicové záznamy umožňující bezprostřední srovnání výhod a nevýhod snímku a mapy a tím i snadnější interpretaci a vyhodnocení zobrazené reality.



Obr. 24: Část území Prahy na ortofotosnímku a na mapě shodného měřítka (1:25 000) usnadňuje interpretaci objektů na snímku, podává i názornou představu o rozdílu ortofotosnímku a mapy. Zdroj: Archiv katedry geografie PdF MU.



Ortogonalně transformované letecké snímky a obrazové záznamy z družic se dále doplňují a **zvýrazňují kresbou některých mapových značek** (např. komunikací, objektů), **názvoslovím** a **popisem, dokreslením mapového rámu** a zeměpisnými nebo rovinnými souřadnicemi, **legendami** apod. tak, aby získaly **vlastnosti mapy**. Vznikají tak **ortofotomapy** – kvalitativně nové, všestranně využitelnější počítačové nebo analogové modely území spojující přednosti snímku a mapy.



Obr. 25: Ukázka výřezu ortofotomapy. Zdroj: Google Earth.

Otázky k zamyšlení:

Využijte snímku a mapy části Velké Bíteše a posuďte aktuálnost snímku a mapy. Využít můžete např. postupující zástavbu rodinných domků.

Udejte příklad k větě „Protože na snímku jsou zobrazeny všechny podrobnosti, nevynikají objekty důležité“.

Které informace můžeme čerpat z mapy při práci s leteckým nebo družicovým snímkem?

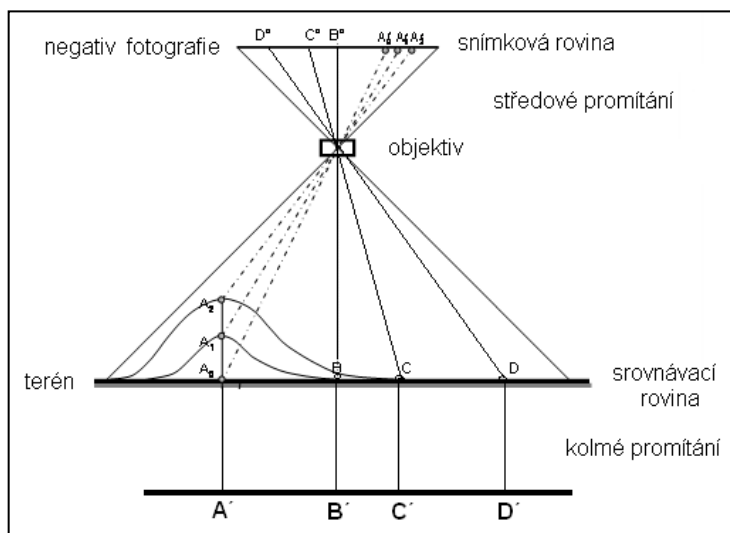


Letecké a družicové snímky a možnosti jejich využití

Šikmý pohled na vzdálené objekty je nám blízký – „dálkově“ takto zkoumáme své okolí například z rozhledny, z vrcholů hor či nejvyšších pater mrakodrapů. I snímky mohou být šikmé, připomínající tento nám bližší pohled na svět. Více využívané jsou však kolmé snímky. Co na nich vlastně vidím a co se mi zcela ztrácí? A proč mohou být objekty na snímcích zkreslené? Naznačíme si, jak jednoduše vypočítáme míru zmenšení objektů na snímku, tedy měřítko snímku.

ZKRESLENÍ SNÍMKŮ

Při skládání částečně se překrývajících leteckých snímků si můžeme všimnout, že na okrajích tyto snímky na sobě dobře „nesedí“. Shodné objekty, které vidíme na sousedních snímcích, nejsou zcela stejné, jsou zkreslené. Čím dále od středu snímku, tím je zkreslení patrnější. Obdobně se projevuje výška objektů nad terénem. Důvodem je vznik snímků v tzv. centrální projekci (objektiv fotoaparátu je středem promítání.) Zkreslení lze odstranit. Snímky se pomocí digitálních technologií upraví – ze středového promítání se snímek transformuje do ortogonálního (kolmého) promítání.

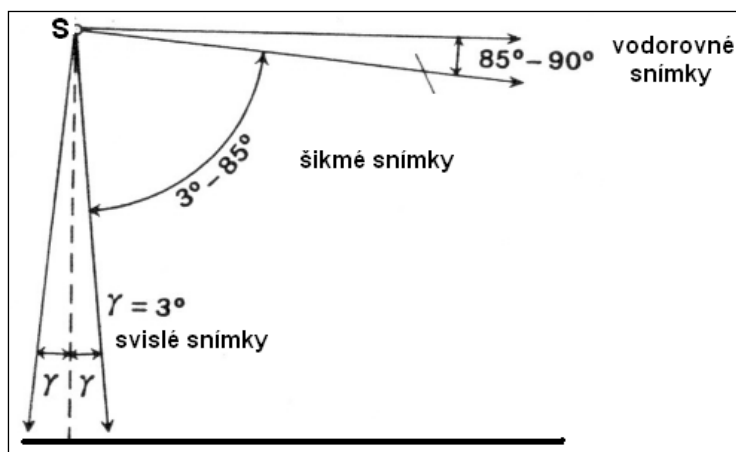


Obr. 26: Geometrické vztahy při snímkování území a vliv posunu polohy zobrazeného bodu na snímku v důsledku převýšení terénu. Předmětové body B, C, D se zobrazí na citlivé fotografické vrstvě filmu ve snímkové rovině do bodů B', C', D'. Všimněte si, že bod A se dle výšky nad terénem zobrazuje v centrálním promítání různě – do rozdílných míst. Jeho reálná výška tedy ovlivňuje jeho zobrazení, umístění na letecké fotografii. Toto u map není možné – bod je umístěn správně – nezáleží na jeho výšce. Na snímku je tak jediným nezkrasleným bodem bod B, který se v okamžiku vzniku fotografie nachází kolmo pod komorou fotoaparátu letícího letadla. U kolmého promítání vidíme, že se body zobrazují bez ohledu na svou výšku nad terénem či na vzdálenosti od středu (ten tu žádný není), tj. nezkrasleně. Snímky z kolmého promítání můžeme seskládat bez problému, budou dobře „sedět“ i na okrajích.

KOLMÝ, ŠIKMÝ ČI VODOROVNÝ SNÍMEK

Pro mapovací účely a topografické mapování se rozdělují letecké měřické snímky (obr. 27) podle velikosti sklonu osy záběru na:

- svislé (kolmé), jestliže je osa záběru přesně svislá nebo odkloněná o úhel $\pm 3^\circ$ od svislice (v některých publikacích se uvádí úhel $\pm 5^\circ$),
- šikmé, jestliže je osa záběru odkloněna o úhel 3° až 85° ,
- vodorovné při odklonu osy záběru o úhel 85° až 90° .



Obr. 27: Rozdělení leteckých snímků pro topografické vyhodnocování. Zdroj: Vojenská topografie – část letecké snímky, MNO, Praha, 1987.

VÝHODY A NEVÝHODY SVISLÝCH A ŠIKMÝCH SNÍMKŮ

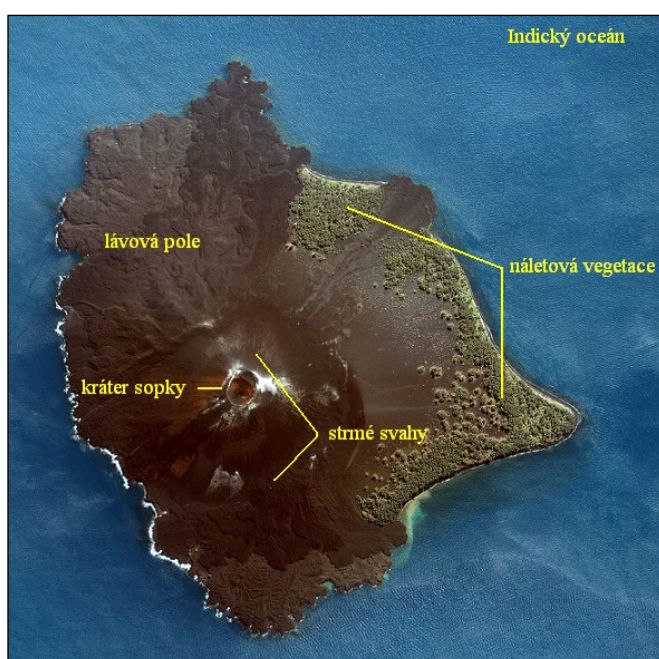
Ze srovnání svislých (kolmých) a šikmých snímků lze posoudit jejich výhody a nevýhody.

Výhody svislých snímků:

- svislý snímek **připomíná** do značné míry **plán** fotografovaného území, na němž je možno provádět měření jako na mapě. Perspektivní zkreslení snímku je zanedbatelné (měřítko je na celém snímku přibližně stejné),
- svislý snímek umožňuje **snadné srovnání s mapou** daného území, usnadňuje montáž jednotlivých snímků v souvislý obraz fotografovaného území – fotoschema.

Nevýhody svislých snímků:

- čtení a interpretace obsahu svislých snímků působí určité **potíže netradičním kolmým pohledem** na území,
- **nezvyklý obraz jednotlivých objektů** spolu s množstvím obsahově nepodstatných prvků vyžaduje určitý **cvik a zkušenosti**.



Obr. 28: Příklad svislého (kolmého snímku) podává **nezkreslený obraz půdorysu ostrova**. **Zaniká však vjem výšky a tvaru vlastní sopky**. Družicový snímek pořízený družicí Ikonos v pravých barvách, zachycuje aktivní sopku ležící na ostrově Anak Krakatau v Sundském průlivu mezi ostrovy Jáva a Sumatra v Indickém oceánu. Detailní snímek mladého vulkánu zobrazuje kruhový kráter, který je obklopen na svazích a úpatích čerstvými lávovými poli a popelem vytvářejícím na východní straně ostrova nové pobřeží. Zdroj: <http://cs.wikipedia.org>.

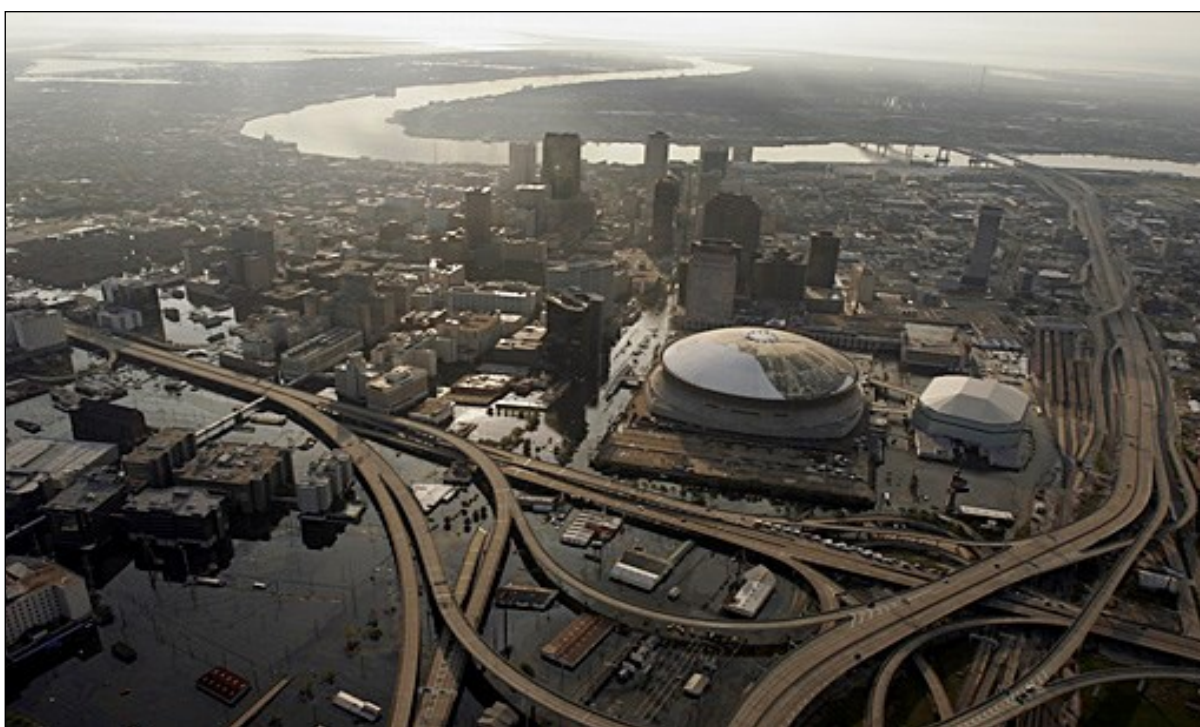


Výhody šikmých snímků:

- šikmý letecký snímek je perspektivním obrazem terénu. Proto se zobrazené objekty a terénní tvary jeví pozorovateli jako při normálním pohledu na krajinu z vyššího bodu,
- vyhodnocovatel snímku může mnohem snadněji rozpoznávat zobrazené objekty i konfiguraci terénních tvarů,
- na šikmém snímku je zobrazena mnohem větší rozloha území než na snímku svislém.

Nevýhody šikmých snímků:

- šikmý snímek má velké perspektivní zkreslení, nelze ho použít pro přesnou lokalizaci objektu ani pro mapování,
- měřítko šikmého snímku není stálé. Stejně je jenom na přímkách rovnoběžných s horizontem, mění se však při přechodu od jedné horizontály ke druhé.



Obr. 29: Příklad šikmého snímku. Pohled na zatopené město New Orleans (USA) po hurikánu Katrina v srpnu 2005. Zdroj: <http://images.google.cz/images>.

Rozdíly mezi svislým a šikmým snímkem, jejich výhody a nevýhody názorně vynikají při srovnání obou typů snímku části města Brna:



Obr. 30: Svislý (kolmý) a šikmý snímek Brna. Zdroj: Archiv katedry geografie PdF MU.

Svislý snímek byl pořízen z výšky 4 200 m komorou o ohniskové vzdálenosti $F = 150$ mm v měřítku přibližně 1:28 000 a jeho obraz byl dodatečně zvětšen do měřítka 1:10 000. Snímek zachycuje velmi věrně skutečný stav půdorysného uspořádání jednotlivých městských částí Brna. Dobře se dá rozlišit charakter zástavby historického jádra od starších čtvrtí a průmyslových závodů ve střední a jihovýchodní části snímku. Zcela jinak se na snímku jeví modernější vilové čtvrtě a severozápadní a severo-



východní části města a chatové kolonie v zahradách na jihozápadě. Impozantně působí areál výstaviště s rozložením a přesnými půdorysy výstavních pavilonů a technických objektů. Podrobný je obraz uličních sítí a hlavních komunikačních průtahů, mostů, náměstí, parkovišť (včetně aut). Dobře se dají identifikovat železniční tratě, nádraží včetně budov, nástupiště a provozních zařízení i vlakových souprav. Dobře lze lokalizovat na svislém snímku jen zřetelné dominantní stavby města (hrad Špilberk, katedrála sv. Petra a Pavla, Janáčkova opera, sportovní hala Rondo, areál Masarykovy univerzity, nemocnice, stadiony, hřiště apod.). Velmi detailně je možno na snímku rozlišit půdorysy parků a ostatní zeleně někde včetně rozlišení jednotlivých stromů, keřů a porostů lemujících komunikace a toky řeky Svatky a Svitavy.

Šikmý snímek části města Brna pořízený z výšky 2 500 m zobrazuje mnohem větší území než snímek svislý. Dává tak představu o okrajových sídlištích a charakteru území ve vzdálenějším okolí města. Nedává však přesné informace o vzájemných prostorových vztazích zobrazených městských částí a jednotlivých objektů. Jednoznačnou předností šikmého snímku je to, že dává představu o vzhledu staveb a jejich relativních výškách (hrad Špilberk, katedrála sv. Petra a Pavla, Janáčkova opera, areál Masarykovy univerzity, hala Rondo, výškové budovy sídlišť). Ze šikmého snímku si uživatel může udělat základní představu také o výškové členitosti území Brna. Dobře se dá posoudit také změna měřítka. Zatímco na spodním okraji je měřítko přibližně 1:4 900, pohybuje se na horizontále procházející středem snímku kolem 1:10 900 a směrem k hornímu okraji se dále zmenšuje k hodnotě asi 1:18 200.

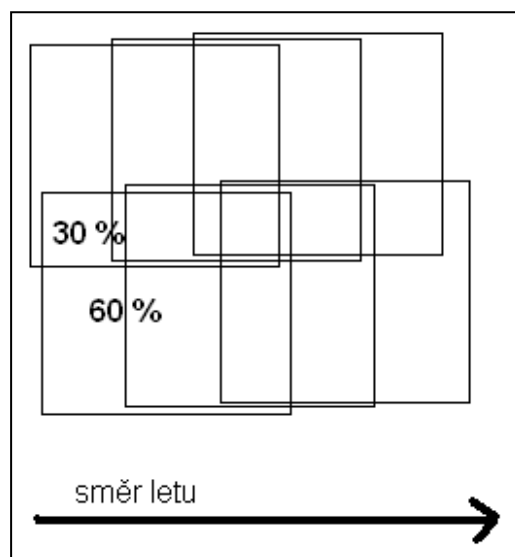
MĚŘÍTKO SVISLÉHO SNÍMKU

Geometrická podobnost mezi svislým snímek a terénem na jedné straně a mapou a terénem na druhé straně **umožňuje snadné překreslování situace** ze snímku do mapy a naopak. K výpočtu měřítka snímku využijeme mapu stejného území se známým měřítkem. Dle ní můžeme vypočítat reálnou vzdálenost dvou bodů. Poměr mezi vzdáleností těchto bodů zobrazených na snímku a skutečnou vzdáleností je měřítkem zmenšení snímku. Pozor na jednotky 😊.

SNÍMKUJEME BEZ MEZER, RADĚJI S PŘEKRYVEM

Aby bylo zaručeno, že mezi jednotlivými snímky nevzniknou mezery, pořizují se snímky s určitým překryvem. To znamená, že na dvou sousedních snímcích musí být zobrazena část stejného území. Překryt ve směru letu je **překryv podélný** obvykle 60 %. Jednotlivé letecké řady mají vzájemný **překryv příčný** 20–30 %.

Obr. 31: Při systematickém leteckém snímkování pro potřeby mapování se snímkuje dané území vždy v rovnoběžných řadách s podélným překryvem zpravidla 60 %. Aby bylo fotografované území plně plošně pokryto, volí se mezi řadami příčný překryt 20 až 30 %. Zdroj: H. Svatoňová – vlastní zpracování.





Úprava leteckých snímků pro vyhodnocování a interpretaci obsahu

Než přistoupíme k vyhodnocení leteckých snímků pokrývajících zájmové území je třeba snímky vhodně uspořádat. V první fázi se vytváří **volná sestava snímků** a následně poté **fotoschema**.

VOLNÁ SESTAVA SNÍMKŮ



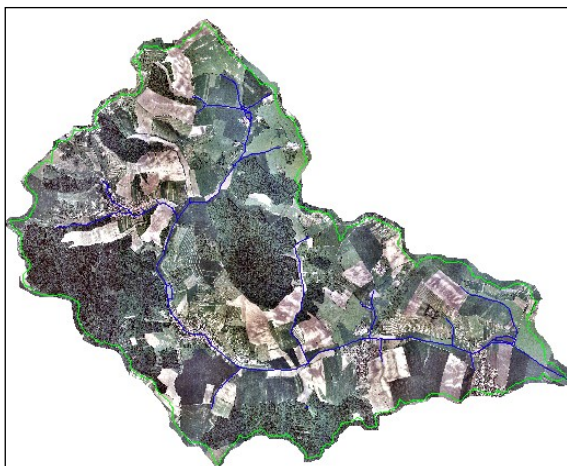
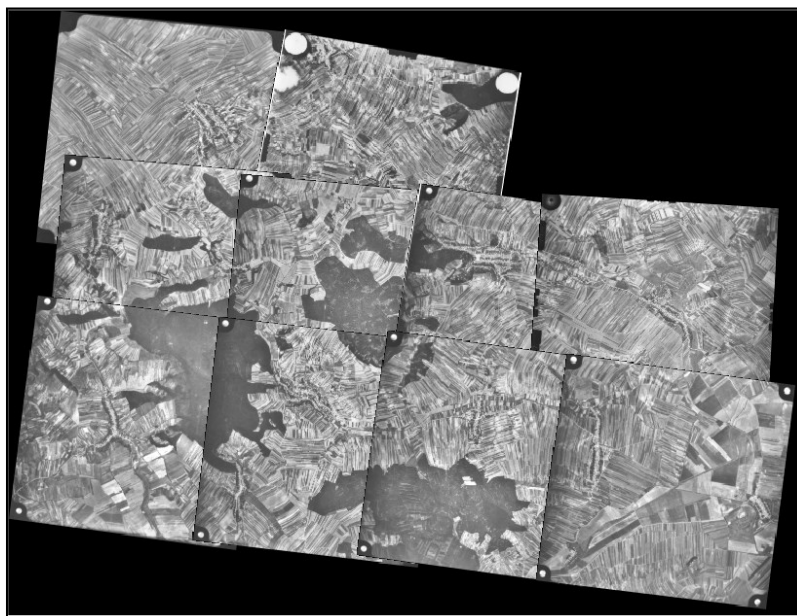
Volnou sestavou nazýváme skupinu snímků, položených jeden na druhý svými překryty. Položení snímků jeden na druhý musí být takové, aby situační čáry a obrysy přecházely pokud možno plynule z jednoho snímku na druhý. Tato volná sestava není dokumentem trvalým, po vyhodnocení se rozebírá.

Obr. 32: Práce studentů na volné sestavě snímků. Foto: H. Svatoňová.

FOTOMOZAIKA

Fotoschéma (používá se také název fotomozaika) je dokumentem trvalým (obr. 33). V současnosti se fotoschéματα vytvářejí převážně počítačově.

Postupným přiřazováním dalších snímků celého území vznikne v paměti počítače **souvislý obraz celého území – fotomozaika**. Tu lze jako celek zvětšovat, vyhodnocovat přímo na obrazovce nebo reprodukovat a vytisknout jako analogový podklad pro účely dalšího využití.



...vodí Harasky o rozloze cca 50 km²
...kých fotografií. Zdroj: H. Svatoňová

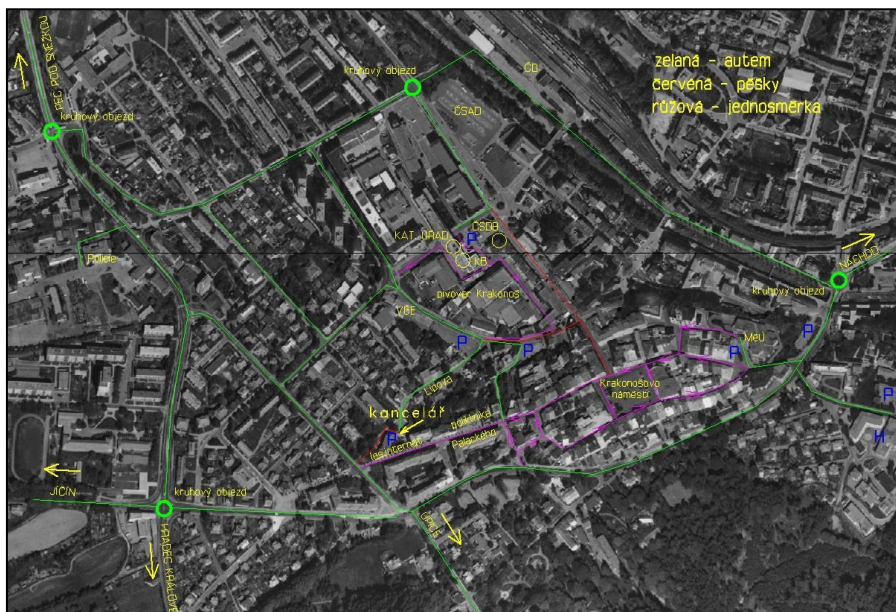
ORTOFOTOMAPY

Pro kartografickou tvorbu map s využitím leteckých snímků, stejně jako pro nejrůznější geografické aplikace, jsou vytvářeny **ortofotomapy**. Jsou to analogové (fotografické) nebo digitálně zpracované



obrazy území, ve kterých jsou výhodně spojeny přednosti leteckého snímku a mapy.

Ortofotomapa je speciální kartografický model území, jehož polohopisným **obsahovým základem jsou letecké (družicové) snímky**. Ty jsou dále doplněny grafickým **barevným zvýrazněním** důležitých objektů (silnic jednotlivých tříd, vodních ploch), vrstevnic, geografickým názvoslovím, rámem mapy, popisem zeměpisné sítě, popisem rovinné souřadnicové sítě, legendami apod. Ortofotomapy jsou již zpracovány v konkrétním matematickém zobrazení, formátu a zvoleném měřítku. Poskytují tak kvalitativně vyšší a aktuální úroveň obrazu geografické reality než běžné mapy stejného území. Zachycují celou mnohotvárnost a jedinečnost geografického prostředí a přibližují tím uživatelům představu o skutečnosti lépe než klasické mapy, kde znázornění všech geografických objektů je řešeno jenom prostřednictvím formalizovaného klíče mapových značek.



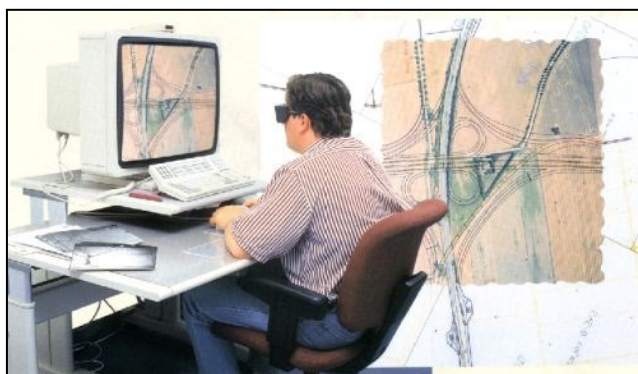
Mapy tohoto typu s obsahem družicových snímků se stále častěji objevují i ve školních atlasech a ve školních nástěnných, případně příručních mapách. Běžné je jejich uplatnění ve středních měřítkách v mapách oblastí i v plánech měst.

Obr. 35: Výřez z ortofotomapy, ortofotosnímek je doplněn popisem vybraných objektů.

Zdroj: <http://www.geodis.cz/>

SOUČASNÁ TVORBA MAP A LETECKÉ SNÍMKY

Největšího rozmachu dosáhlo použití leteckých snímků v tvorbě a údržbě map. V tvorbě podrobných map velkých měřítek, základních a topografických map měřítek 1:10 000 respektive 1:25 000 se uplatňují **letecké měřické snímky**. Pořizují se jako černobílé nebo barevné v měřítkovém rozsahu 1:2 000 až 1:30 000 z výšek větších než 600 m nad terénem.



Obr. 36: Počítačová technologie dovoluje minimalizovat zaměření v terénu a pracovat nad stovkami stereoskopických modelů najednou. Operátor vidí pomocí speciálních brýlí obraz terénu prostorově. Zdroj: <http://www.geodis.cz/>

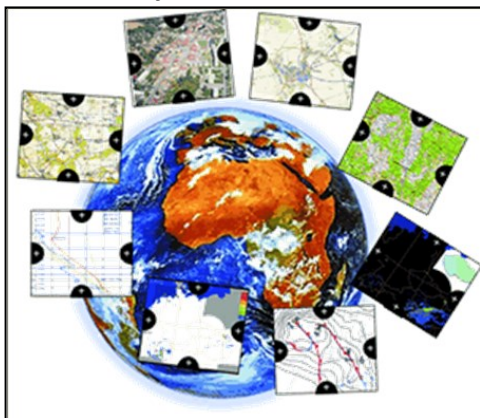
To, že prostor podélného překrytu dvou sousedních snímků jedné řady je exponován ze dvou různých míst odpovídajících poloze letadla letícího v ose řady, vytváří podmínky pro vznik **prostorového (stereoskopického) modelu terénu** ve fotogrammetrických přístrojích a jeho vnímání obsluhujícím operátorem. Pomocí přístrojů z něho graficky zobrazit v požadovaném měřítku **vrstevnice** a **polohopisné prvky** (sídla, komunikace, vodstvo, hranice porostů apod.) **budoucí mapy**.



Využití archivovaných snímků v geografii a ve výuce

ARCHIV STARÝCH SNÍMKŮ V DOBRUŠCE

Letecké snímkování má v České republice velkou tradici. Archiv leteckých snímků z našeho území, jehož správcem je Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad v Dobrušce, patří k nejstarším v Evropě. Je v něm uloženo přes milion snímků v měřítkách 1:2 000 do 1:40 000, které **dokumentují stav a změny území státu od roku 1935**. Pro potřebu údržby a aktualizace topografických map a základních map středních měřítek bylo území České republiky snímkováno od roku 1964 celoplošně celkem čtyřikrát v měřítku 1:25 000 až 1:30 000.



Obr. 37: Logo Geografické služby AČR. Zdroj: <http://www.geoservice.army.cz/htm/geosl.html>

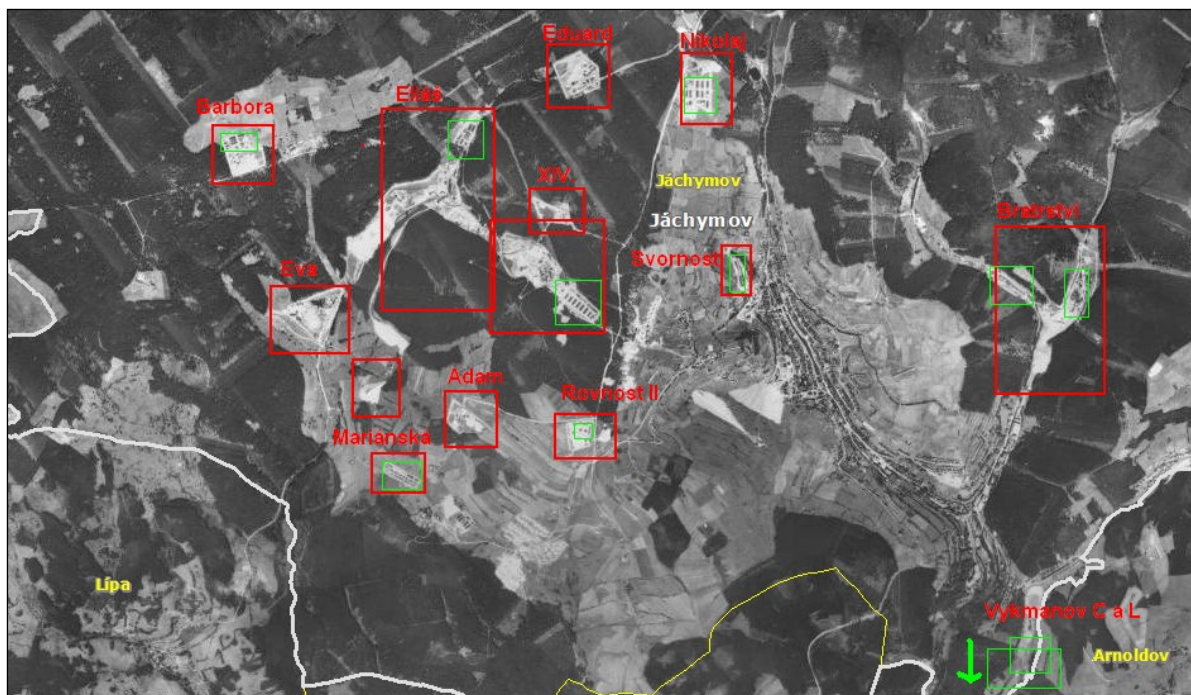
Geografická služba AČR (GeoSI AČR) je součástí ministerstva obrany České republiky, je určena ke geografickému zabezpečení ozbrojených sil České republiky a ve vymezeném rozsahu i aliance NATO a ozbrojených sil Evropské unie. Zabezpečuje geografické informace nezbytné pro jednotné řízení a velení a zajištění funkcí výcvikových, řídicích a zbraňových systémů.

<http://www.geoservice.army.cz/htm/geosl.html>

UŽITÍ STARÝCH SNÍMKŮ ČI ČASOVÝCH ŘAD

Odvozeniny těchto archivních snímků jsou dodávány za úhradu civilním organizacím (mají je možnost získat i školy), jako podklady pro geografické výzkumy, práce související s ochranou životního prostředí, geologií, urbanistikou a územní plánování, architekturu a archeologii, pro dokumentaci změn vzniklých socioekonomickými aktivitami. Velice žádané jsou tak zvané časové řady, tedy snímky z jednoho území pořízené v různých časových horizontech. Snímky se dodávají zvětšené (zmenšené) do požadovaného měřítko (např. 1:10 000, 1:5 000) nebo v maximálním formátu 100 x 100 cm.

Současné počítačové technologie zpracování archivních analogových snímků tak, aby je bylo možno využít i v náročných projektech zkoumání krajiny v prostředí geografických informačních systémů.



Obr. 38: Ukázka využití starých leteckých snímků – snímky z roku 1952 byly použity pro identifikaci těžebních prostorů a pracovních (koncentračních) táborů v okolí Jáchymova. Zdroj: <http://geoportál.gov.cz>, vlastní úprava.

BAREVNÉ SYNTÉZY DRUŽICOVÝCH SNÍMKŮ

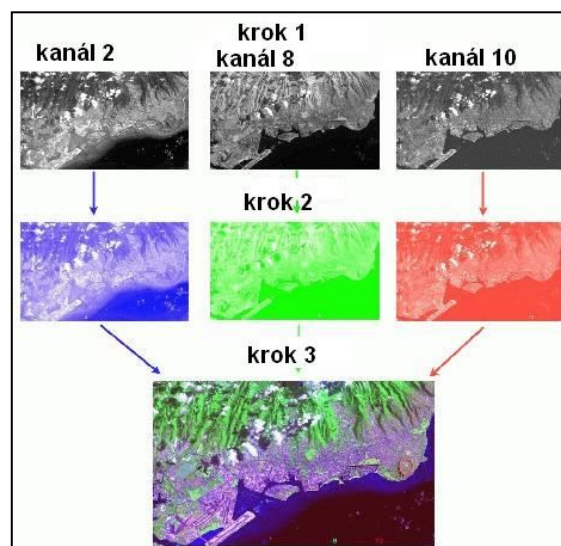
Současné přístrojové vybavení na družicích dovoluje využívat elektromagnetické vlnění výrazně **přesahující část viditelného spektra**. Přístroje pořizují snímky i v kanálech, které zaznamenávají elektromagnetické vlny **pro lidské oko neviditelné**. Snímky z jednotlivých kanálů jsou použitelné samostatně nebo je lze dále **kombinovat a skládat**. Vytvářejí se tak:

- **syntézy v pravých** (přírodních, tj. tak jak bychom obraz viděli z družice),
- **syntézy v nepravých barvách**.

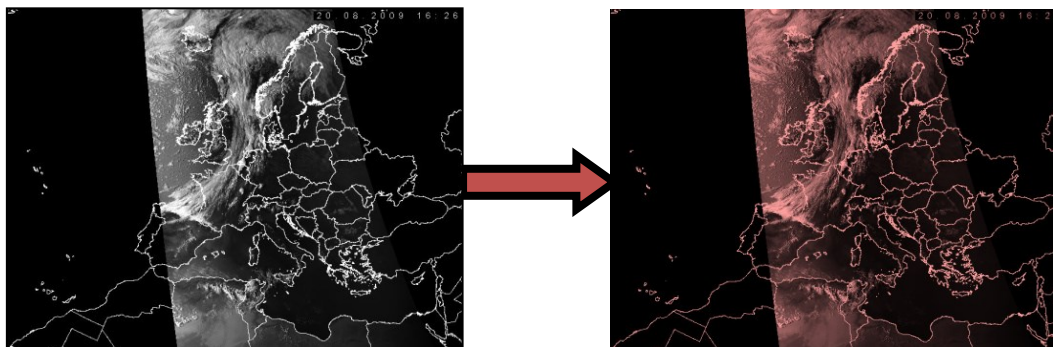
Cílem syntéz je zvýraznění studovaných jevů.

Připomeňme si, že objekty, které ve snímané části spektra mají velkou odrazivost, jsou na panchromatických snímcích světlé, naopak objekty, které jen málo odráží záření ve snímaném intervalu, jsou na snímcích tmavé (zařízení zaznamenalo jen málo či žádné záření, proto je i černá díra černou - neopouští ji zaznamatelné záření). Na příkladech bude blíže objasněn význam snímkování v kanálech (band, channel) a skládání. Pozn. Zkratka RGB znamená Red, Green, Blue, pro příklad byly využity snímky z družice METEOSAT, NOAA a LANDSAT

Obrazové záznamy – snímky území – se pořizují v **multispektrálním režimu**, tj. území je zaznamenáno ve více pásmech – intervalech – kanálech (band, channel).



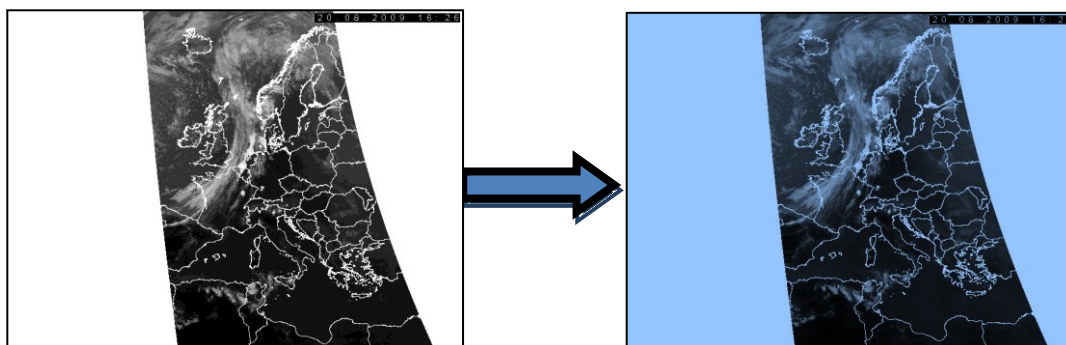
Obr. 39: Obecný postup vytváření barevné syntézy RGB pojednotlivých krocích. Zdroj: <http://www.sci.muni.cz/~dobro>.



Obr. 40: Snímky prvního kanálu z družice NOAA 16, černobílý snímek a červený. Zdroj: <http://www.chmi.cz/meteo/sat/>.



Obr. 41: Snímky druhého kanálu z družice NOAA 16, černobílý a zelený. Zdroj: <http://www.chmi.cz/meteo/sat/>.



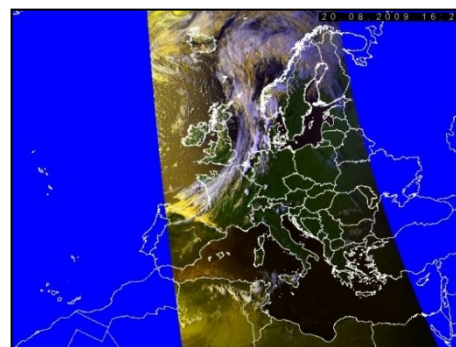
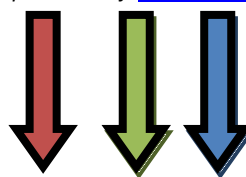
Obr. 42: Snímek čtvrtého kanálu z družice NOAA 16, černobílý a modrý paprsek. Zdroj: <http://www.chmi.cz/meteo/sat/>.

Obr. 43: Snímek z družice NOAA 16 v nepravých barvách syntézou RGB 124 (první, druhý a čtvrtý kanál v barvách červená, zelená, modrá).

Zdroj: <http://www.chmi.cz/meteo/sat/>.

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Prohlédněte si kolmé a šikmé snímky a vyjádřete se k obtížnosti identifikace objektů na nich zachycených. Který typ snímku bude dle vás jednodušší pro žáky na školách?





Interpretace snímků DPZ

Co mi pomůže při rozpoznávání objektů na snímcích? Co ze snímku mohu vyčíst? Jak funguje prostorové vidění a k čemu jsou červenomodré brýle?

Interpretaci leteckých snímků a družicových dat chápeme jako jednu z nejdůležitějších metod získávání **informací o krajině a jejích změnách v čase**. Je to **specifický proces studia geografické reality** založený na rozpoznávání, identifikaci a prostorové lokalizaci jednotlivých objektů a terénních tvarů zachycených v obsahu leteckých snímků a družicových obrazových záznamů.

ZÁSADY INTERPRETACE

Základní úlohou při interpretaci leteckých a družicových snímků je **systematické „čtení“ jejich obsahu**, které spočívá:

- ve správném **rozpoznávání** a klasifikaci jednotlivých objektů,
- v **určování jejich vlastností**, kvantitativních a kvalitativních charakteristik,
- v přesné **prostorové (polohové) lokalizaci** zjištěných objektů,
- ve zkoumání a hodnocení **vzájemných vztahů** a příčinných souvislostí mezi zobrazenými objekty a jevy,
- v **analýze těchto vazeb** a odhalování zákonitostí charakterizujících rozhodující složky a vlastnosti zobrazeného území.

Interpretovat snímek znamená **dešifrovat** jeho mnohotvárný obsah z hlediska účelu, kterému mají sloužit zjišťované poznatky.

METODY PROHLÍŽENÍ SNÍMKŮ A FOTOGRAFIÍ

Klasické fotografické snímky pořízené na palubách letadel či družic jsou zachyceny na světlo citlivou vrstvu, po vyvolání filmu ve fotokomoře lze tyto fotografie prohlížet lidským okem.

Lidské oko je však schopno rozlišit od sebe asi 6 až 7 čar na 1 mm. Rozlišovací schopnost leteckých fotografických komor a používaného citlivého materiálu stejně jako digitálních fotokomor snímáček zařízení družic je několikanásobně větší než schopnost lidského oka. Pro běžnou interpretaci snímků je vhodné použít lupy nejlépe se šestinásobným zvětšením.

STEREOSKOPICKÉ VIDĚNÍ ANEB PROČ VIDÍME PROSTOROVĚ

Při pozorování terénu oběma očima můžeme odhadovat vzdálenost k jednotlivým objektům, rozlišovat i vzájemnou polohu předmětů v prostoru pouze v případě, že se optické osy levého a pravého oka protínají v pozorovaném předmětu. Při tomto **binokulárním** pozorování z oční základny (asi 65 mm) se vytváří na sítnici levého i pravého oka samostatný obraz. Oba obrazy se vzájemně částečně odlišují, protože levým okem vidíme víc levou stranu předmětu, pravým okem pravou stranu. Samostatné rovinné obrazy na sítnicích levého i pravého oka se v našem vědomí spojí v jediný **prostorový, tj. trojrozměrný obraz** předmětu. Těto schopnosti očí spojovat dva rovinné obrazy v jeden vjem prostorový říkáme **stereoskopické vidění**.



Prostorové vidění: Pořídíme-li dva obrazy (letecké snímky) stejného prostoru z různých míst, např. dva sousední řadové snímky s podélným překryvem 60 % exponované postupně ve směru letu a předložíme levému oku levý a pravému oku pravý snímek, vytvoří se nám na sítnici obou očí podobné obrazy, jako bychom pozorovali terén přímo. Paprsky vycházející z levého a pravého oka na odpovídající body snímků se v prostoru protínají a vytvářejí nám zdánlivý prostorový model terénu. Takovým dvěma snímkům říkáme **stereoskopické dvojice**. Generují se **digitální obrazy překryvových snímků na obrazovce počítače** a prostorový vjem získává operátor pomocí speciálních brýlí. Zvláštním případem stereoskopického vidění jsou takzvané **anaglyfy**. Samostatné obrazy, které mají dát stereoskopický vjem, jsou natištěny (nakresleny) nebo promítnuty na sebe s určitým posunem ve dvou doplňujících barvách červené a modré. Pozorováním anaglyfických obrazů brýlemi pro jedno oko s modrým a pro druhé oko červeným filtrem můžeme dostat stereoskopický model – vidíme tvary plasticky.



Obr. 44: Žáci prohlížející anaglyf musí mít pro vytvoření prostorového dojmu nasazeny brýle. Zdroj: Svatoňová, H., Lauer mann, L., 2010.

POSTUPY INTERPRETACE SNÍMKŮ A OBRAZŮ DPZ

Pro správné a rychlé vyhodnocení potřebujeme vždy vedle snímku i **topografickou a případně obecně-geografickou mapu**, která nám práci usnadní.

Pro interpretaci snímků platí určité zásady, které nám práci usnadňují. Než začneme zkoumat vlastní náplň snímků, musíme identifikovat prostor snímků na mapě a dále určit:

- druh snímku (svislý nebo šikmý),
- orientaci na snímku (směr na sever),
- měřítko snímku.

JAK URČÍME SEVER

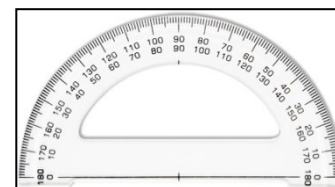
Na topografické nebo obecně geografické mapě spojíme přímkou dva body. V libovolném bodě této přímky nakreslíme

přímku směřující k zeměpisnému severu. Úhломěrem změříme úhel, který svírá spojnice bodů se směrem na sever, a tento úhel přeneseme na spojnici odpovídajících bodů na snímku.



Obr. 45: Kompas. Zdroj:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/99/Kompas_Sofia.JPG. Obr. 46: Úhломěr. Zdroj: <http://www.centropen.cz>.





JAK VYPOČÍTÁME MĚŘÍTKO SNÍMKU

Měřítko snímku $1 : m_s$ určíme ze vztahu $m_s = s : s'$, kde s je vzdálenost v terénu zjištěná podle mapy a s' je odpovídající vzdálenost na snímku.

INTERPRETAČNÍ ZNAKY

Vyhodnocování jednotlivých topografických objektů a dalších jevů z bohatého obsahu leteckých snímků a obrazových záznamů družic usnadňují **interpretační** znaky. Jsou to:

- tvar,
- rozměr (příp. poměr šířky k délce),
- tón,
- stín – vlastní a vržený,
- poloha,
- stopy lidské aktivity.

První tři interpretační znaky – tvar, rozměr, tón – jsou stálé. To znamená, že každý zobrazený objekt je těmito znaky vždy charakterizován.

Ostatní tři znaky jsou nestálé, tj. mohou vůbec chybět nebo se podle okolností měnit. Vržený stín se neobjeví např. při fotografování za oblačnosti, na nočních snímcích. Objekty mohou mít různou polohu a být umístěny ve velmi rozdílných podmínkách. Stopy lidské aktivity mohou interpretaci usnadnit, naopak na snímcích menších měřítek nejsou často zjistitelné. <http://www.geodis.cz/>

TVAR

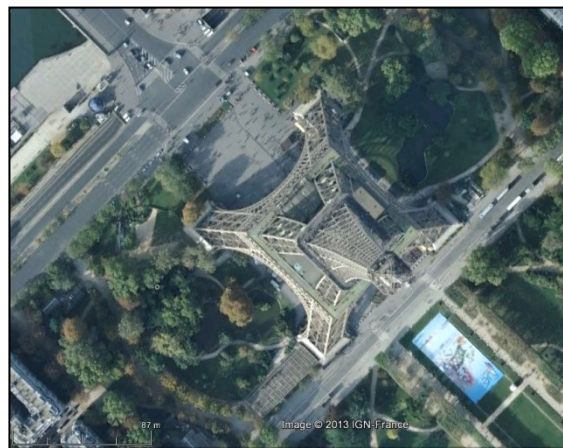
Většinu objektů na snímcích rozpoznáváme podle tvarů (obrysů) a typických detailů. Objekty jsou zobrazeny z ptáčích perspektiv pro nás nezvyklé, a proto často záleží právě na rozlišení detailů, zvláště tehdy, jestliže dva různé objekty mají podobné půdorysy. Stejně se mohou zobrazit objekty se stejným půdorysem, ale různě vysoké a rozdílného účelu.

Tvar budou zachovávat vodorovné plochy předmětu. Svislé rozměry předmětu (zdi domů, komíny, sloupy) se blízko středu snímku jeví jako body, v ostatních částech snímku jako úsečky směřující do

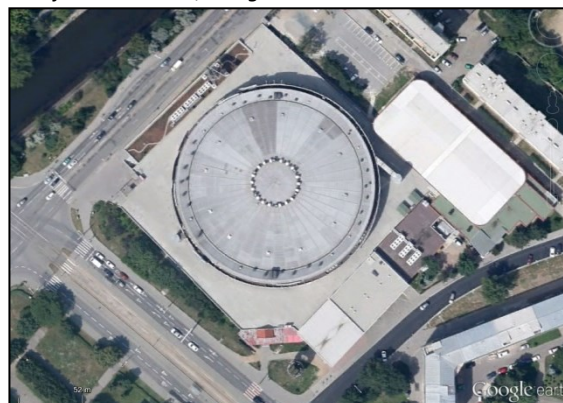
hlavního bodu. Délka této úsečky bude tím větší, čím je objekt vyšší a čím leží dál od středu snímku.

ROZMĚR

Rozměr objektu závisí přímo na měřítku snímku. Známe-li velikost objektu ve skutečnosti a změříme-li rozměry jeho obrazu na snímku, můžeme určit měřítko nebo srovnáním s jinými objekty určit jeho velikost. Naopak zase ze známého měřítka snímku



Obr. 47: Typické tvary Eiffelovky na leteckém snímku. Zdroj: IGN – France, Google Earth.



Obr. 48: O rozměrech haly Rondo v Brně na ul. Poříčí si můžeme udělat představu v porovnání s auty na silnicích. Zdroj: Google Earth.



a rozměru obrazu můžeme stanovit velikost předmětu.

Vyhodnocování provádíme s úspěchem srovnáním rozměrů určovaného objektu s jinými známými objekty. Často nám při vyhodnocování pomůže i vzájemný poměr délky ku šířce. Podle poměru délky a šířky můžeme identifikovat jednotlivé budovy, železniční tratě, dálnice, silnice, cesty apod.

Význam rozměru jako demaskujícího znaku vyniká především:

- když tvar není dostatečně jasný,
- když dva objekty podobné tvarem se rozlišují rozměrem,
- když rozměr tvoří důležitou charakteristiku objektu (stále stejná šířka silnice; rozchod kolejí).

TÓN

Tónem snímku nazýváme u černobílých snímků stupeň zčernání, u barevných snímků pak stupeň intenzity jasu a sytosti barevných tónů citlivého fotografického materiálu.

Tón má prvořadou důležitost při vyhodnocování černobílých leteckých snímků, protože podle rozdílu tónu různých objektů, můžeme tyto velmi dobře od sebe odlišit. Tmavší či světlejší tón šedi závisí:

- na intenzitě osvětlení v době expozice,
- na sklonu plochy a sklonu slunečních paprsků,
- na vzájemném postavení slunce, fotokomory v letadle nebo radiometru v družici,
- na vlastnostech povrchu předmětu. Hladký povrch odráží světelné paprsky, a proto se jeví světlejší (silnice) než drsnější povrch, který světlo rozptyluje a tříští. Drsný povrch vrhá sám stíny a tím se jeví tmavší (oranice, lesy),
- na způsobilosti objektů rozptylovat, odrážet a pohlcovat paprsky. Různá hmota má různou schopnost odrážet a pohlcovat světlo. Suchý písek je světlejší než mokrá voda, voda má velmi malý koeficient rozptylu, proto mají vody velmi tmavý tón, mokré louky a pole jsou mnohem tmavší než suché, kalné vody po zátopách se jeví nápadně světlé,
- na barvě povrchu a barevné citlivosti negativu. Všechny zobrazené plochy budou tím tmavší, čím budou obsahovat více zelené a červené barvy (lesy, oranice) a budou tím světlejší, čím budou obsahovat více modré, bílé a žluté barvy.



Obr. 49: Pracovní tábor Eliáš u Jáchymova v roce 1952. Tóny umožňují rozlišit jednotlivé baráky pro vězně, stromy a další porosty. Zdroj: <http://geoportal.gov.cz>.

Jas a barva objektů zobrazených na snímku neodpovídají původní barvě objektu ve skutečnosti a to ani v případě, použije-li se barevný film. Rozsah tónu nebo barvy je na snímku vždy menší než ve skutečnosti. Ovlivňuje to různá odrazivost povrchu objektu a z toho vyplývající rozdílná výsledná barevnost objektu na snímku.

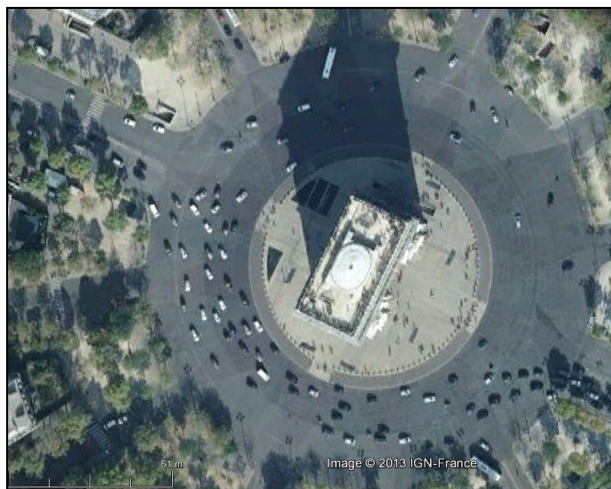
Pro interpretaci jsou proto v tomto směru specifické barevné syntézy družicových snímků, na kterých jsou objekty pro potřeby interpretace rozlišeny libovolnou barvou a tím se dají od sebe odlišit.



STÍN

Stín patří mezi interpretační znaky nestálé. Uplatňuje se především na snímcích větších měřítek. **Vlastní stín** zvýrazňuje plastičnost tělesa objektu respektive tvarů. **Vržený stín** umožňuje určit hloubku, šířku i výšku tělesa, rozeznat a rozlišit tak tvar řady objektů, jejichž půdorysy jsou velmi malé nebo tvarem a tónem zobrazení splývají se svým okolím.

Důležitou zásadou je, aby **vržené stíny** objektů a terénních tvarů zobrazených na snímku směřovaly **vždy směrem k vyhodnocovateli** nebo **zleva doprava**. Získá se tím správná plastičnost obrazu (obr. 51). Jinak dochází k falešnému vjemu. (Údolí by se jevila jako hřbety a hřbety jako údolí.)



Obr. 50: Stín vrhá Vítězný oblouk v Paříži. Zdroj: IGN – France na Google Earth.



Obr. 51: Vliv stínů na vnímání plastičnosti terénu. Svislým překlopením snímku vzniká dojem, že nejvyšší zaledněné vrcholy Cordillera Real v Andách jsou spíše sníženinami v hornatém terénu. Pro představu o překlopení byl ponechán text a směrovka. Zdroj: Svatoňová, H., Lauermann, L., 2010.

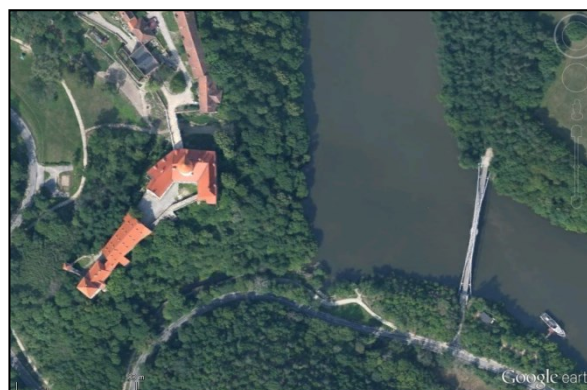
Směr světla dopadajícího na interpretovaný snímek by se měl ztotožňovat se směrem vržených stínů.

Problémové jsou při interpretaci vržené stíny oblaků, protože zakrývají místy část území a vržený stín oblaků lze snadno zaměnit za mokrou půdu.

POLOHA OBJEKTU

Neurčí-li prvé čtyři interpretační znaky dostatečně vyhodnocovaný objekt, nebo má-li vyhodnocovatel několik představ, musí se blíže posoudit poloha objektu a jeho vztahy k okolním objektům.

Poloha na snímku zobrazeného objektu vyjadřuje jeho prostorové vztahy k ostatním objektům. Interpretované objekty a terénní tvary jsou v krajině ve vzájemné příčinné souvislosti (vodní tok protéká údolím, přehrada je postavena na vodním toku, přes mosty vedou komunikace, u komunikací jsou výkopy a násypy, nádraží leží na železniční trati apod.).



Obr. 52: Vzájemná poloha hrady Veveří, Brněnské přehrady a lávky přes ni. Zdroj: Google Earth.



STOPY LIDSKÉ AKTIVITY

Stopy lidské aktivity a důsledky postupných změn viditelné na snímcích umožňují doplnit poznatky a informace získané podle předchozích interpretačních znaků. Usnadňují tak komplexnější pohled na danou oblast. Velmi vhodné jsou k tomuto účelu snímky pořízené v delších časových řadách, které odhalí výstavbu velkých objektů, zemní práce, postupující rozsah devastace krajiny těžbou a exhalacemi, znečištění vod, důsledky lesních požárů, změny obdělávání půdy.



Obr. 53: Ostrava – Kunčice, hutě ArcelorMittal Ostrava, a.s. Zdroj: Google Earth.

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Určete přibližnou denní dobu snímkování Vítězného oblouku v Paříži (snímek je orientován k severu).

Prohlédněte si letecký snímek hutí a pokuste se rozpoznat exhalace a nádraží Ostrava – Kunčice.

Identifikujte objekt na přehradní hladině na snímku hradu Veveří a jeho okolí.



Historie a pohyb družic

Automatizované družice slouží jak v blízkém vesmíru kolem Země, tak jako první zvědové v dalekých hlubinách sluneční soustavy. Družicové snímky Země se staly jedním z nejčastěji využívaných zdrojů geografické informace v řadě oblastí lidské činnosti. Máte představu o tom, co vše se za tím technicky skrývá?

TROCHA ÚVODNÍ HISTORIE

Pohled na planetu z vesmíru byl odedávna snem vědců i básníků. Myšlenka vypustit satelit na oběžnou dráhu Země se objevuje v Ocelovém městě Julese Verna (1879). V roce 1903 Konstantin Eduardovič Ciolkovskij publikoval první pojednání o raketové technice schopné vynést těleso na oběžnou dráhu. Nápad, jak komunikovat pomocí geostacionárních satelitů, do technických podrobností rozvinul v roce 1928 Slovinec Herman Potočnik (Noordung). Ve svém díle se podrobně věnoval možnostem vesmírné stanice umístěné na geostacionární dráze s lidskou posádkou. Systém, který by obsloužil celý povrch Země a umožnil telekomunikační využití, zpopularizoval fyzik a spisovatel sci-fi literatury Arthur C. Clark.

Dostat se do vesmíru byla ovšem jedna stránka úkolu, dokázat v něm spolehlivě pracovat to byla další obtížná fáze, kterou se lidstvu povedlo začít řešit teprve v minulém století.

První umělou družicí Země se stal Sputnik 1, vypuštěný z kosmodromu Bajkonur 4. října 1957. První snímek zemského povrchu z oběžné dráhy učinila družice Explorer 1 v roce 1958. V roce 1959 byla vypuštěna družice Vanguard 2, která měla za úkol měřit pokrytí oblačnosti během denní doby. Ta primitivními fotočlánky skenovala devatenáct dní zemský povrch a snažila se detekovat sluneční záření rozptýlené jak oblaky, tak povrchem a vodní hladinou oceánů. Kvůli problémům s rotací družice nebylo získáno mnoho užitečných dat.

Následující léta přinesla nástup moderních technologií, ty umožnily kromě samotného vývoje raket a satelitů vykonat dříve nemyslitelná měření a propočty. Dnes si lidé na satelitní techniku zvykli natolik, že přítomnost družic nevnímají. Plánují-li cestu, obvykle již nesahají po atlasu, ale hledají na internetu. Tam najdou potřebné mapy, letecké snímky, fotografie požadované lokality, souřadnice pro GPS i aktuální a dlouhodobé předpovědi počasí. Kdo chce pracovat přímo s reálnými daty, na internetu může vyhledat databáze měření mnoha družic, např.: <http://glcf.umd.edu/data>, <http://due.esrin.esa.int/wfa>.

ZÁKONY PRO DRUŽICE

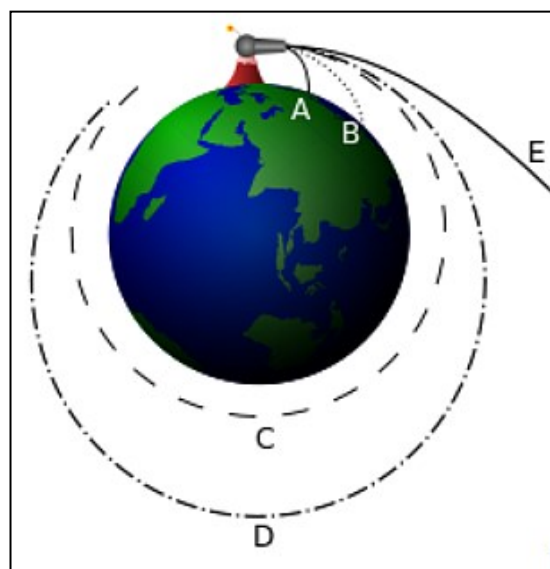
Obecně patří pohyby družic ve vesmíru mezi dobře předvídatelné jevy. Pohyb družic se řídí přírodními zákony a poruchové vlivy, jichž není mnoho, dokážeme spočítat. Základní přístup ke studiu pohybu družic představují Keplerovy zákony. Johannes Kepler (1612) své zákony sice zformuloval pro pohyb planet kolem Slunce, ale lze je použít i obecně pro pohyb družic v centrálním gravitačním poli. V trochu poupravené podobě pro družice Země je lze vyslovit takto:

1. Keplerův zákon → Družice se pohybují po elipsách okolo Země.
2. Keplerův zákon → V perigeu družice se pohybují rychleji než v apogeu.
3. Keplerův zákon → Družice na nižší orbitě má kratší oběžnou dobu než na vyšší orbitě.



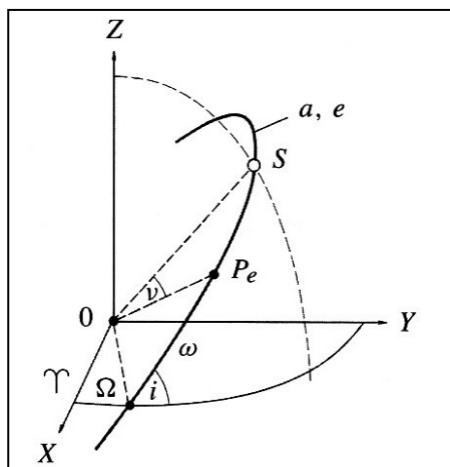
Již Isaac Newton spočetl trajektorie, po nichž se tělesa pod vlivem gravitační síly pohybují. Slavná kniha Newtonova Principia (1687) uvádějí dokonce i obrázek podobný našemu Obr. 54 a diskusi pohybu těles okolo Země. Pomocí Newtonových zákonů můžeme předpovědět, kde se těleso v libovolném budoucím čase bude nacházet a jakou bude mít rychlost. Stačí znát výslednici sil působících na těleso. Pro případ pohybu tělesa - družice pouze v gravitačním poli dokonale sférické planety bez atmosféry, bude trajektorie družice vůči hvězdám obecně neměnná keplerovská elipsa.

Ovšem k tomu, aby se těleso vůbec na oběžnou dráhu dostalo, musí dosáhnout tzv. první kosmické rychlosti. Tato rychlost je v gravitačním poli každého centrálního tělesa – planety jiná. Pro Zemi je to 7,9 km/s a pro Měsíc jen 1,68 km/s. Pokud družice této rychlosti nedosáhne, nebude kolem planety obíhat, ale bude pouze na tzv. suborbitální dráze – to znamená, že po několikaminutovém pobytu ve vesmíru zamíří zpět k povrchu.



Obr. 54: Newtonův myšlenkový experiment. Zdroj: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/Newton_Cannon.svg

Pro družice Země je nutno uvážit tu skutečnost, že gravitační pole Země není zcela centrální, neboť Země je zploštělá a její hmotnost není rozložena rovnoměrně. Při pohybu družice v takovém reálném poli dochází k „poruchám“ elipsy a stáčení roviny orbity. Vlivem pólového zploštění Země se rovina dráhy družice pomalu otáčí. Jiný rušivý vliv na pohyb družice představuje na nízkých orbitách odpor zbytkové atmosféry. Ústředním problémem příslušných partií nebeské mechaniky je pak odvození rovnic pro poruchy dráhových elementů trajektorie družice.



Družice má eliptickou trajektorii, pokud jsou ohniska blízko sebe, jeví se dráha jako kružnice. V jednom z ohnisek elipsy se nachází střed Země. Místo, kde je družice nejbližší Zemi se nazývá perigeum. Dráhovými elementy rozumíme charakteristiky aktuální trajektorie družice (poloosa elipsy, výstřednost, perigeum a parametry určující orientaci roviny dráhy družice v prostoru), pomocí nich lze spočítat skutečné „poruchové“ trajektorie.

Obr. 55: Dráhové elementy upraveno z publikace Machotka R., Fixel J.: Geodetická astronomie.



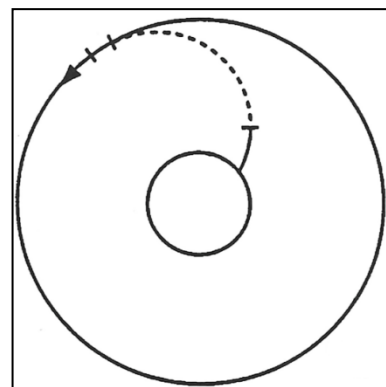
Objekty v blízkosti Země

V současné době je využívána jen nepatrná část přilehlého vesmíru, víceméně se jedná jen o orbity Země, na nichž je umístěno množství družic – umělých satelitů.

Dolní hranice výšky kosmického využití je dána aerodynamickým odporem atmosféry. Čím níže tím je hustota atmosféry vyšší a tím roste i dlouhotrvající vliv brzdění družice a tak ve výškách pod 200 km se družice udrží (bez motorického manévrování) jen pár oběhů.

Horní hranice teoreticky omezena není, protože těleso lze urychlit i na meziplanetární dráhu. Horní hranice použitelných stabilních oběžných drah Země je někde ve výši 200 000 km, neboť výše se výrazněji projevuje rušivý vliv Měsíce a dráha se stává nestabilní a samovolně se mění. Vyšší dráhy jsou také hůře energeticky dosažitelné a více vystavené vlivům kosmického záření.

K tomu, abychom družici umístili na zamýšlenou orbitu s minimálními energetickými nároky je výhodné, aby kosmická loď využila rychlost otáčení Země. Například na odpalovací rampě v Cape Canaveral raketa startující přímo na východ získá rychlost 1470 km/h. Při vypuštění rakety v jiném než východním směru, případně z místa vzdáleného od rovníku, docílíme oběžnou dráhu satelitu vyššího sklonu, nelze přitom tolik uplatnit rychlost zemské rotace, čili raketa musí poskytnout sama o sobě dostatek energie pro takový vzestup. Orbity vysokého sklonu jsou sice méně energeticky účinné, ale pro řady aplikací mají své výhody. Níže popíšeme typy a výhody jednotlivých drah.



Obr. 56: Schéma vyslání rakety – přímá dráha. Zdroj: Machotka R., Fixel J. Geodetická astronomie, VUT v Brně, 2007.

TYPY DRAH

Orbitu volíme především podle účelu satelitu (telekomunikace, navigace, meteorologie, snímkování povrchu). Družice se pro danou orbitu postaví tak, aby příslušné podmínky (teplotní výkyvy, magnetické pole, radiace, osvětlení) dostatečně dlouho vydržela a splnila svůj účel.

Orbity se často rozlišují podle výšky: nejnižší jsou tzv. **LEO orbity** (Low Earth Orbit – nízká oběžná dráha) mezi 180–2 000 km, vzhledem ke své malé vzdálenosti od povrchu Země jsou vhodné pro snímkování při velkém rozlišení. Nevýhodou je, že se satelit na nízké orbitě LEO pohybuje vysokou obvodovou rychlostí, a tak se nad konkrétním místem nachází jen krátkou dobu. Obletí Země zhruba za 90 minut. K pokrytí celého území v tutéž dobu by tudíž bylo nutné použít velkého množství satelitů. Vyšší orbity sice sníží nároky na počet satelitů pro pokrytí celého území díky tomu, že satelit má v zorném úhlu větší část povrchu Země, ovšem rozlišovací schopnost detailů je nižší a jisté činnosti jsou z vyšších výšek hůře proveditelné. Výhodou je, že družice na oběžné dráze LEO jsou stále chráněné pozemským magnetickým polem, tedy do jisté míry i před kosmickým zářením. Na této dráze obíhá také ISS.

Orbity střední – **MEO** (Medium Earth Orbit) se nacházejí ve výšce od 1 600–35 000 km. Více družic létá v pásu horní hranice tohoto rozmezí, ve výšce 20 200 km obíhají družice GPS, ruské Glonassy ve výšce 19 100 km a Galileo je ve výšce 23 222 km. Kromě navigačních družic se sem umísťují satelity, které zajišťují komunikaci v polárních oblastech.



Satelit umístěný ve výšce asi 20 000 km oběhne Zemi dvakrát denně.

Orbity vysoké – **HEO** (High Earth Orbit) jsou ve výšce nad 36 000 km (za geostacionární drahou). Satelit umístěný na HEO se pohybuje nad Zemí poměrně malou rychlostí. Orbity HEO nejsou příliš využívány pro družice, ale velmi často slouží jako odkládiště již nepotřebných družic z dráhy geostacionární.

Orbity, na které jsou záměrně naváděny družice, mají obvykle nějakou speciální vlastnost. Třeba **synchrónní orbita** je typ oběžné dráhy, jejíž perioda oběhu je synchronizovaná s periodou rotace obíhané planety a směr pohybu po této dráze je ve stejném směru jako smysl rotace planety. Doba oběhu družice a doba rotace obíhané planety jsou navzájem v celočíselných násobcích. Následkem takto zesynchronizované konstelace se obíhající satelit v pravidelných intervalech objevuje na stejném místě na obloze.



Obr. 57: NASA provozuje více než tucet orbitálních satelitů, které sledují různé aspekty Země. Zdroj: http://climate.nasa.gov/nasa_role

Geosynchronní orbity (GSO) jsou kruhové orbity kolem Země, na nichž perioda oběhu družice kolem Země (vzhledem ke hvězdám) je stejná jako rotační perioda Země. Družice se pak pro pozorovatele na určitém místě zeměkoule bude vracet na stejné místo na obloze vždy ve stejný čas. V případě, že sklon dané GSO orbity bude nenulový, pozorovatel na zemi zaznamená po mnoha obletech zdánlivý pohyb satelitu jako kývavý mezi severem a jihem. Eliptická dráha satelitu je příčinou výkyvů zdánlivé trajektorie mezi západem a východem. Kombinace obou pohybů vytvoří pomyslnou číslici osm – analema.

Geosynchronní dráha má několik specifických podskupin. Jednou z nich je tzv. geostacionární dráha. **Geostacionární dráha** (GEO) je kruhová a má sklon k rovníku 0° . Výšku satelitu nad rovníkem lze snadno spočítat z podmínek úlohy, vychází asi 35 800 km. Družice se pozorovateli jeví na obloze jakoby nehybná, toho se s výhodou užívá pro přenos televizního signálu – stačí satelitní parabolu namířit přímo na družici. Na GEO obíhá také řada družic pro meteorologická pozorování. Tyto satelity poskytují celosvětové pokrytí až na polární regiony. Jsou vhodné pro komunikaci, televizní vysílání atd. Jedná se o nejvíce žádané orbity v současnosti.

Pro vynášení družic na geostacionární orbitu se užívá (GTO) **přechodová orbita**. Pokud mají družice velkou hmotnost, nedokázala by je raketa umístit přímo na geostacionární orbitu. Umístí je na přechodovou orbitu – vysoce eliptickou dráhu, jejíž nejvyšší bod je ve výšce dráhy geostacionární. Družice pak sama svými motory jednak zakulatí oběžnou dráhu na geosynchronní a kromě toho svými zážehy sníží sklon oběžné dráhy na 0° . Tak se postupně dostane na geostacionární dráhu – ovšem právě na tyto změny je potřeba nejvíce paliva. Proto jsou výhodné starty z kosmodromů blízko rovníku. Satelity vynášené z ruských kosmodromů, které leží daleko od rovníku, musí provést celou řadu zážehů, než se z GTO dostanou na GEO.

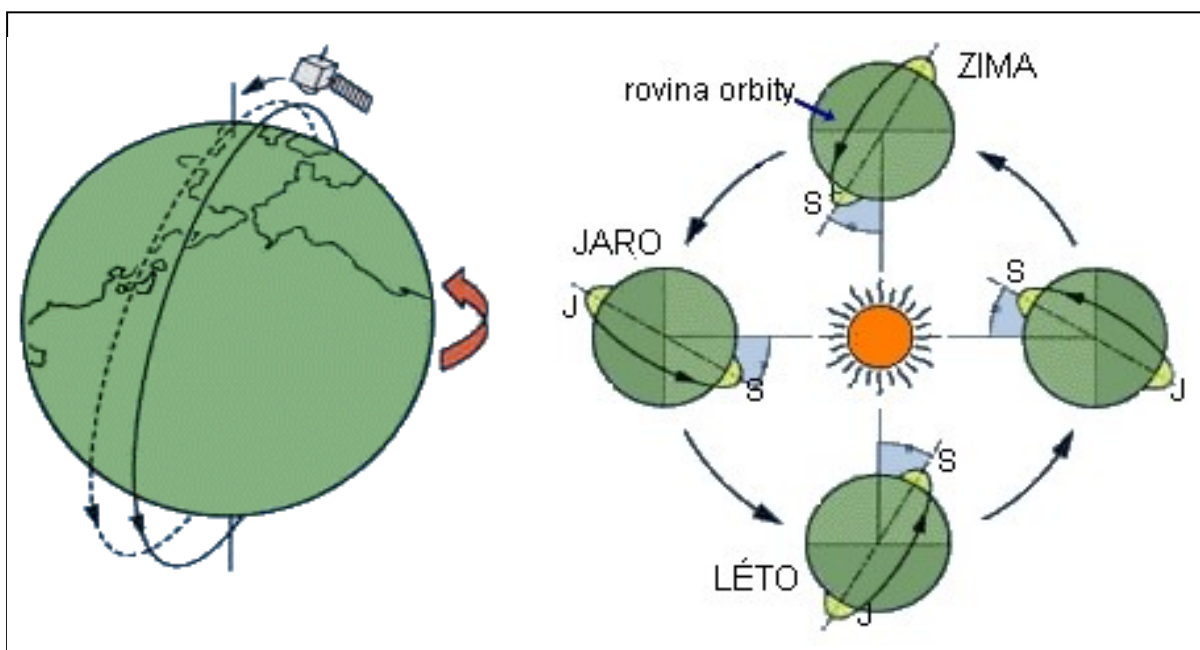


Další vlastností, podle níž můžeme oběžné dráhy členit, je jejich orientace v prostoru. Sklon roviny oběhu družice a roviny zemského rovníku je dán příslušným úhlem.

- **Dráha prográdní** – družice při ní letí od západu na východ, díky čemuž využívá zemské rotace. Sklon dráhy je v tomto případě $0^\circ - 90^\circ$.
- **Dráha polární** – tato dráha má sklon oproti rovníku 90° . Díky tomu přelétá satelit přes oba zemské póly. Rovina dráhy se nemění a díky otáčení Země pod sebou může i jediná družice zajistit denní pokrytí celé Země.
- **Dráha retrográdní** – družice vyslaná na tuto oběžnou dráhu letí proti směru otáčení Země. Sklon její dráhy je v rozmezí $90^\circ - 180^\circ$.

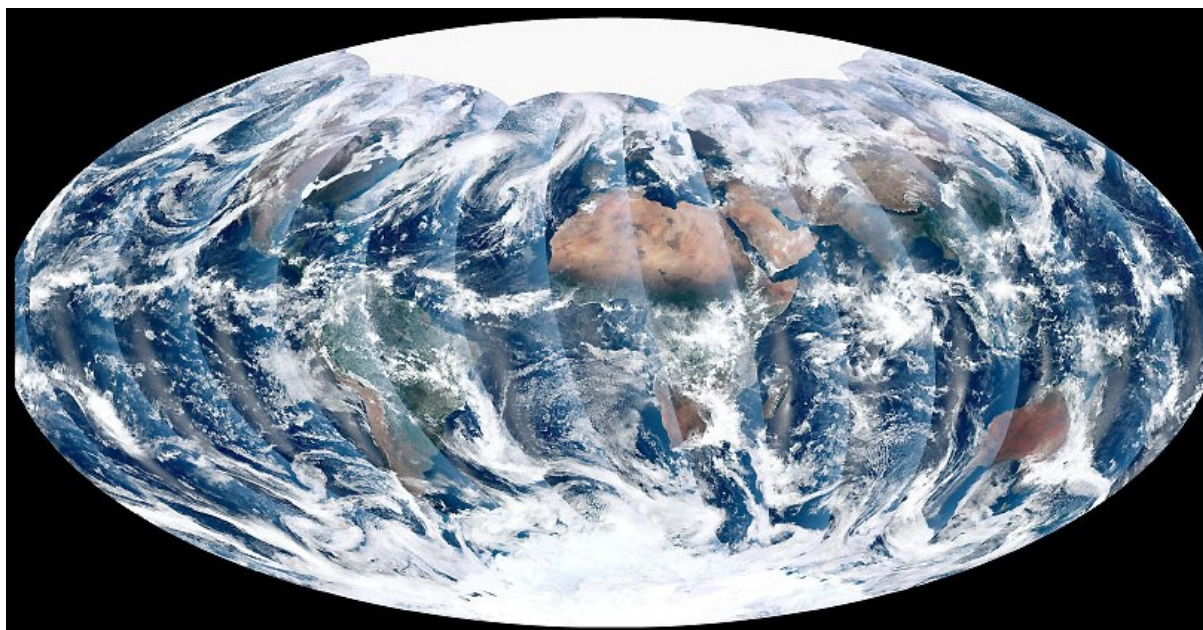
Heliosynchronní orbita (SSO Sun-Synchronous Orbit) je velmi zajímavá orbita. Tato orbita je nastavena tak, aby se účelově využívalo rušivého vlivu gravitačního potenciálu zploštělé Země. Tato „porucha“ si vynutí změnu orientace roviny orbity družice. Rovina orbity družice se stáčí (precese). Porucha bude největší pro orbity s malým sklonem a nejmenší pro polární dráhy. Tedy vhodnou volbou parametrů elipsy a jejího sklonu lze dosáhnout toho, že rovina orbity provede právě jednu plnou rotaci během jednoho oběhu Země kolem Slunce, tedy během jednoho roku. Při jednom oběhu družice vliv není velký. Při šikovním nastavení počtu oběhů a sklonu trajektorie družice dokáže toto „rušení“ zvolna otáčet rovinu orbity východním směrem s požadovanou rychlostí asi 1° za den. To odpovídá dennímu stočení spojnice Země-Slunce.

Výsledkem je, že rovina orbity satelitu svírá stále stejný úhel s dopadem slunečních paprsků; čili družice přelétá stejné oblasti povrchu planety za stejné geometrie osvětlení povrchu Sluncem. Typická heliosynchronní dráha se nachází ve výšce 600–800 km nad Zemí, má sklon 98° (je téměř polární a lehce retrográdní) a oběžná doba činí 96 minut – družice 15x denně oběhne Zemí. Operátor provádí příležitostné manévrování pro dokonalou heliosynchronizaci.



Obr. 58: Znárodnění heliosynchronní orbity. Upraveno z <http://www.eorc.jaxa.jp>.

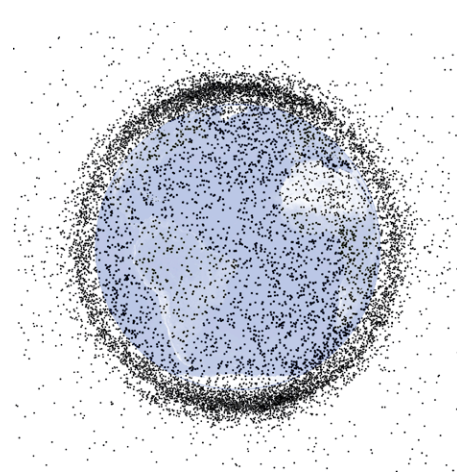
Družice umístěná na takovéto orbitě vychází a zapadá nad obzorem vždy ve stejný čas každý den. Těchto družic využívají mapovací a vojenské satelity, nebo meteorologické družice.



Obr. 59: Snímky heliosynchronní družice Suomi NPP zachycují povrch celé planety v průběhu dne 24. 11. 2011. Jednotlivé pásy jsou pořízeny za stejných světelných podmínek, jsou rozeznatelné kvůli světlejším okrajům, kde jsou data pořízena pod větším úhlem a světlo jde atmosférou po delší trase. Arktida zde chybí kvůli slabému osvětlení oblasti v tomto ročním období, kdy tu vládne polární noc. Zdroj: NASA, NPP Land Product Evaluation and Testing Element.

ZÁNİK SATELITU

Po rozpadu satelitů se vytvoří trosky. Na oběžné dráze vedle satelitů poletuje množství tzv. vesmírného odpadu. Podle zdrojů Space Security 2009 je dnes ve vesmíru katalogizováno na 19 000 objektů větších než 10 cm, z toho jen 5% jsou funkční umělé satelity vypuštěné člověkem. Odhadem další statisíce objektů větších než 1 cm není sledováno. Objektů menších než 1 cm jsou v blízkém vesmíru milióny. Odpad se pohybuje obrovskými orbitálními rychlostmi. Na nízkých orbitách se předměty pohybují rychlostí přes 7 km/s, v nejvyšších orbitách okolo 3 km/s. Troska o velikosti 10 cm má při srážce s člověkem vytvořeným satelitem kinetickou energii zhruba jako 35 tunový nákladní automobil v rychlosti 190 km/h. Odpad, který je vytvořen lidskou i přírodní činností, zůstává na oběžné dráze velmi dlouho, ve vyšších orbitách v podstatě navždy. (Space Security 2009: 25–31 <http://swfound.org/>, <http://www.imagingnotes.com/>)



Obr. 60: Umělé satelity a jejich zbytky. Zdroj: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/>

Vesmírný odpad sice v současnosti zatím nepředstavuje problém pro využívání vesmíru, přesto již došlo k několika událostem, kdy např. vesmírná stanice ISS byla nucena vykonat svůj první preventivní úhybný manévr z důvodu hrozby srážky s odpadem ve vesmíru.

JAK VYNĚST SATELIT NA ORBITU

Teoretické minimum rychlosti tělesa při vrhu, které je potřebné k tomu, aby se těleso o hmotnosti m udrželo na kruhové dráze kolem Země, určíme z toho, že dostředivá síla, která trajektorii družice za-



křivuje, musí být rovna síle gravitační mezi družicí a Zemí, po dosažení číselných hodnot pro případ Země, dostaneme 7.9 km.s^{-1} – první kosmickou rychlost.

Jediným nosným prostředkem, který je dnes schopen vynést těleso na oběžnou dráhu, je raketa s chemickými raketovými motory. Reaktivní pohon umožňuje dosažení potřebné první kosmické rychlosti a chemické raketové motory mohou fungovat i mimo atmosféru a mají dostatečný výkon pro start ze Země.

Princip raketového motoru znali již staří Číňané. Je založen na zákonu akce a reakce. Jestliže je těleso uvedeno do pohybu jiným tělesem, působí na druhé těleso stejně velká síla opačného směru a uvádí ho rovněž do pohybu. Raketové motory mohou mít různý základní princip a konstrukci, což se pak projeví ve výhodnosti jejich použití pro různé úkoly.

Základní částí raketového motoru je jedna nebo více spalovacích komor, do nichž se přivádí jak palivo, tak okysličovadlo (zkapalněný kyslík), což hoření ve výškách umožňuje. Vlastní pohonnou látkou rakety jsou rozžhavené plyny, které při hoření vznikají. Plyny jsou z rakety vypuzovány do okolního prostoru, a tak je do pohybu uváděna vlastní raketa. Unikání plynů má za následek postupné zmenšování hmotnosti celé rakety o hmotnost spáleného paliva. Jestliže na raketu bude působit stále stejná tahová síla, pak se lehčí raketa bude samozřejmě stále více zrychlovat. Tento účinek bude tím větší, čím větší část počáteční hmotnosti rakety bude připadat na palivo a okysličovadlo, jejichž nádrže v raketě zaujímají největší část prostoru. Před startem palivo činí i 90 % hmotnosti rakety.

Z chemických raketových motorů se nejčastěji používají motory na kapalné a na tuhé pohonné látky. V těchto pohonných systémech se na kinetickou energii rakety přeměňuje chemická energie, uvolňovaná při hoření palivové směsi ve spalovací komoře. Přitom prudce roste tlak v komoře a spaliny vylétají tryskou motoru vysokou rychlostí do okolí. Chemické jsou schopny krátkodobě (po dobu několika minut) vyvinout mimořádně velkou tahovou sílu desítky 10 MN.

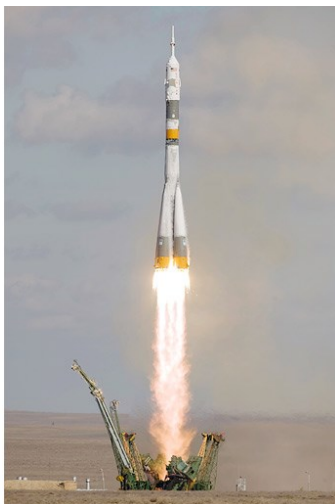
Ukázalo se jako výhodné zbavovat se během startu alespoň části "mrtvé hmotnosti" konstrukce, která už splnila svůj účel a dále je jen přítěží, například vypotřebované palivové nádrže. Vznikla konstrukce několikastupňové rakety, kdy se vždy po vyprázdnění nádrží jednoho stupně, tento stupeň oddělí a pak se zapálí motory dalšího stupně, který už dále urychluje jen zbytek rakety. Typická současná **nosná raketa** se skládá ze dvou až čtyř stupňů. Každý stupeň obsahuje raketový motor, velké a lehké nádrže na pohonné látky, spojovací a nosnou konstrukci a elektronický řídicí systém. V první fázi po startu pohání raketu nejmohutnější stupeň, který se po vyhoření paliva od ostatních stupňů rakety oddělí. Tím se zmenší hmotnost rakety a v další fázi letu pracuje motor druhého popř. třetího stupně. V závěru tzv. aktivní fáze letu se od posledního stupně oddělí užitečná zátěž v podobě umělé družice, kosmické lodi nebo sondy.

Mechanikou těles s proměnnou hmotností se podrobně zabýval K. E. Ciolkovskij. Odvodil základní rovnici raketového pohybu. Tato rovnice vyjadřuje závislost přírůstku rychlosti rakety na její počáteční hmotnosti m_s , na konečné hmotnosti m_k a na rychlosti w spalných plynů, vytékajících tryskou motoru. Často se udává tzv. specifický impuls raketového motoru, což lze chápat jako poměr tahu a sekundové spotřeby pohonných látek. Specifický impuls je důležitý údaj o kvalitě raketového pohonu, u běžných raketových motorů bývá od 1500 do 4500 Ns/kg. Startovní hmotnost rakety se skládá ze suché hmotnosti konstrukce, hmotnosti pohonných látek (až 90%) a hmotnosti užitečného zatížení. Konečná hmotnost je pak již jen hmotnost konstrukce a užitečného zatížení. Ciolkovského rovnice má tvar:



$$v_{char} = w \cdot \ln \frac{m_s}{m_k}$$

Nosná raketa navede družici (užitečné zatížení) na základní oběžnou dráhu kolem Země. Družice se pak oddělí od posledního stupně nosné rakety a začne se pohybovat samostatně (setrvačností, bez nutnosti dalšího pohonu). Pokud je třeba dráhu družice dále upravovat a měnit, používá se k tomu



Obr. 61: Odpalovací místo. Zdroj:

<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/OrbitsCatalog/page3.php>

obvykle jednorázových raketek, ale mohou se zde již uplatnit i jiné fyzikální druhy pohonu. Z fyzikálních pohonů jsou nejužívanější iontové motory, které pro urychlování částic užívají elektrické pole a tak se vytváří tah rakety. Podobně jako ostatní fyzikální pohony mají i iontové motory malý tah, který zdaleka nestačí ke startu z povrchu Země, ale mají značně vysoký specifický impuls (až 30000 Ns/kg), tak jsou vhodné k udržování stabilní polohy družic, případně k pomalým změnám dráhy.

Raketa je vybavena řídicím a komunikačním systémem pro výměnu informa-

KOSMODROMY ANEB HVĚZDNÉ PŘÍSTAVY

Kosmické lety zatím začínaly startem nosné rakety ze Země. Úspěšné vypouštění raket si vyžaduje řadu pozemních zařízení, jejichž souhrn se nazývá kosmodrom. Startovací základny, velké kosmodromy, mají několik startovacích plošin. Mnoho týdnů před startem technici připravují kosmický dopravní prostředek v mnohaposchodových montážních halách. Nakonec se k plošině s připravenou raketou pomalu přisunou obrovské startovací rampy. Na kosmodromu jsou roztroušena operační centra, z nichž specialisté dohlížejí na závěrečnou předletovou přípravu, obrovské palivové nádrže, meteorologické stanice, jejichž úlohou je určit místní povětrnostní podmínky v den startu, a sledovací stanice monitorující první část výstupu rakety do kosmu.

Výběr startovacího místa raket ovlivňuje několik faktorů. Obrovské havárie v prvních 40 letech kosmické éry potvrdily, jak důležité je umisťovat startovací základny co nejdále od obývaných oblastí. Vybrané lokality však musí být přístupné těžké technice a mechanismům potřebným pro start. V USA i v Evropě byl tento problém vyřešen stavbou kosmodromů na přístupných pobřežních místech a vypouštěním raket nad hladinou oceánů. Neméně důležitá je také geografická poloha základny. Upřednostňuje se například vypouštění raket směrem na východ, protože tímto směrem napomáhá rotace Země. Nejlepší je také umístit základnu těsně u rovníku, kde je rotace Země (obvodová rychlost) největší.



Kosmodrom	Území	Majitel	První start
Alcantara	Brazílie	Brazílie	1999
Bajkonur	Kazachstán	Rusko	4. listopad 1957
Jin Chuan	Čína	Čína	26. červenec 1975
Kagošima	Japonsko	Japonsko	11. únor 1970
Kapustin Jar	Rusko	Rusko	16. březen 1962
Kennedy	Florida	USA	9. listopad 1967
Kourou	Franc. Guyana	Francie	10. březen 1970
Pleseck	Rusko	Rusko	17. březen 1966
San Marco	Itálie	Itálie	26. duben 1967
Šríharikota	Bengálský záliv	Indie	18. červenec 1980
Tanegašima	Japonsko	Japonsko	11. únor 1975
Vandenberg	Kalifornie	USA	28. únor 1959
Si Čchang	Sečuan	Čína	29. leden 1984
Zenit Sea Platform	na moři	obchodní konsorcium	27. březen 1999

DRUŽICE A SONDY

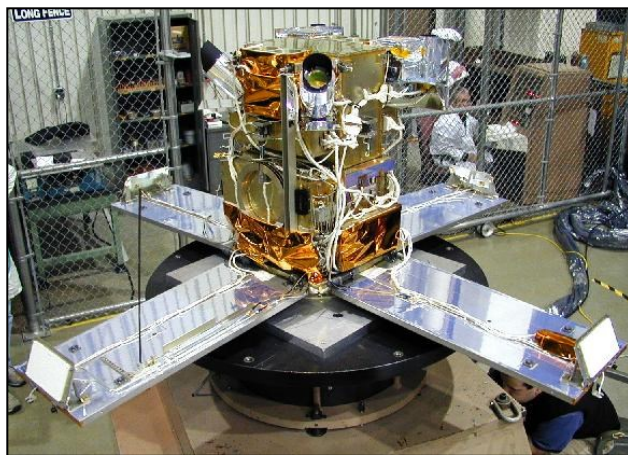
Satelity mají různé tvary i velikostí podle svého účelu. Jsou vybaveny anténami a napájecím zdrojem. Družice se skládá ze dvou částí. Jednak je to základní konstrukce a jednak je to náklad. Základní část zajišťuje všechny nezbytné služby pro provoz: stabilitu družice, její manévrování, zásobování energií (sluneční baterie plus akumulátory schopné dodávat elektřinu v době pobytu družice v zemském stínu) a dále kontrolu palubní teploty (na Sluncem osvětlené straně družice je teplota plus 150 stupňů Celsia, na straně ve stínu minus 150 stupňů). Tepelná regulace se může skládat z části aktivní (což jsou zahřívací a chladící prvky) a pasivní (radiátory, ochranné vrstvy...). Takto vytvořená družice je ale pouze „hrubou stavbou“. Pokud má sloužit svému účelu, potřebuje nějaký náklad. Řada satelitů nese kamery, snímače a další vědecké přístroje. V případě družic pro televizní vysílání a komunikaci jsou to především parabolické antény pro příjem a vysílání signálu. K tomu, aby toto užitečné zatížení mohlo spolehlivě fungovat, je třeba zajistit přesnou orientaci v prostoru.

K vlastnímu udržování polohy družice, případně k jejím změnám se používají malé klasické raketové motorky, nebo jiné druhy pohonu např. iontové motorky. Je také možno přímo použít setrvačnickových gyroskopů, které mohou změnou rychlosti otáčení pootočit družici do požadovaného směru a udržovat ho. Někdy stačí udržovat polohu družice jen pasivně v předem nastavené orientaci. K tomu se při pohybu v magnetickém poli Země používají permanentní magnety. Dá se také využít tzv. gravitačního gradientu, který způsobuje samovolné natočení podlouhlých těles delší osou ke středu Země.

Systémy orientace a stabilizace zjišťují okamžitou polohu družice v prostoru a orientační a řídicí systém pak zajistí potřebnou korekci tak, aby poloha odpovídala požadavkům. K autonomnímu zjišťování polohy družice se obvykle používají optické detektory pro sledování Slunce, jasných hvězd, nebo hori-



zontu Země. Orientační a manévrovací motorky zajišťují potřebné změny dráhy a orientaci v prostoru v součinnosti s příslušnými čidly, a také povely z řídicího střediska, předávanými radiotechnickým vybavením tělesa.



Obr. 62: Montáž malého satelitu s radiometrickými přístroji; Schéma malého satelitu. Zdroj: <http://space.mit.edu/HETE/>

nestačí, doplňuje se systém ještě o aktivní systém s radiátory, které přebytečné teplo vyzářují do prostoru. Technika je rovněž vystavena zvýšené míře radiace ať kosmického či UV záření.

Českou družici Magion vypustili z kosmodromu Pleseck v Rusku (1978) jako přívazek sovětského Interkosmosu 18. Tři týdny zůstala spojena s mateřskou lodí, pak ji na povel oddělili a obě družice se od sebe vzdalovaly rychlostí zhruba 60 kilometrů za den. Jejich přístroje registroval údaje o prostředí, jímž prolétávaly. To byl unikátní experiment – geofyzikální měření ze dvou těles, jejichž vzdálenosti přesně známe a které se od sebe vzdalují na desítky a stovky kilometrů. Magion projektovali v Geofyzikálním ústavu ČSAV a Výzkumném ústavu sdělovací techniky. Družice měla tvar kvádru a hmotnost 15 kg. Zpočátku se dostala na dráhu ve výšce 406–764 kilometrů se sklonem 83° k rovníku, kde jeden oběh trval přes 96 minut. Pracovala tři roky až do roku 1981, Magiony zkoumaly především magnetosféru a ionosféru Země.

Dodávky elektřiny pro družice Země nejčastěji zajišťují solární články. Ve vzdálenosti Země od Slunce dopadá na každý metr čtvereční záření o výkonu 1360 W. Současné solární články o účinnosti až 18 % solárních panelů jsou schopny průměrně získat 100 Wm^{-2} . Není to ovšem mnoho. V době, kdy se družice dostává do zemského stínu, kombinuje se užití solární článků s akumulátory, které překlenou dobu, kdy na solární články nedopadá dostatek záření. V družicích, jež mají značné energetické

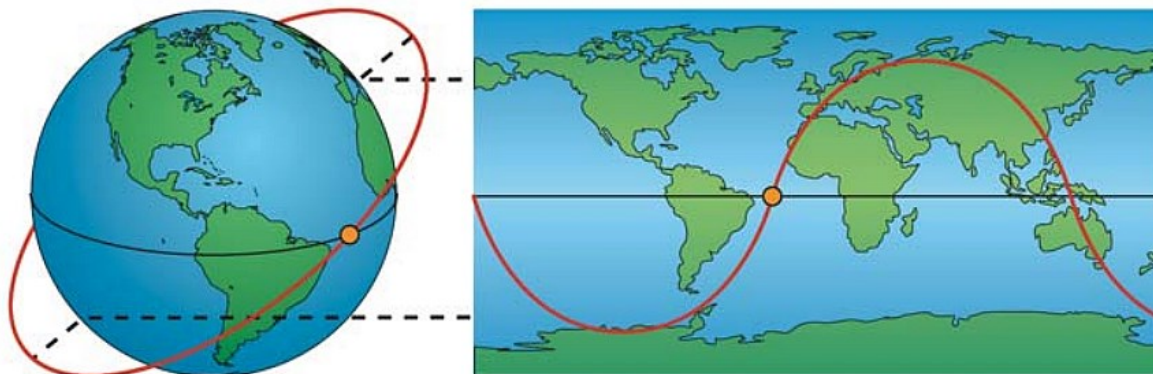
nároky, se používají tzv. palivové PEM články. U kosmických sond ve velkých vzdálenostech od Slunce se používají radioizotopové baterie. Teplo uvolněné při radioaktivním rozpadu látky ohřívá termočlánky, které produkují elektrický proud s účinností kolem 10 %.

Velká pozornost je soustředěna na bezchybný provoz vědeckých přístrojů a dalších technických zařízení, které tvoří užitečnou zátěž satelitu. Pro spolehlivou funkci přístrojů musí být jejich teplota udržována v určitém rozmezí. Pokud pasivní regulace založená na zajištění dobré tepelné vodivosti konstrukce družice



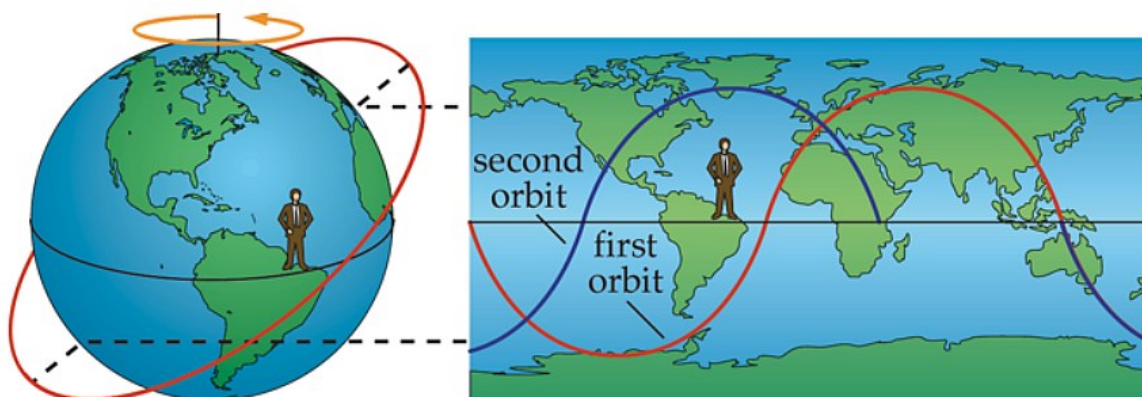
Zobrazení dráhy satelitu na mapě

Pro snadné vizuální zjišťování polohy satelitu na povrchu celé Země se nejčastěji používá válcového zobrazení geoidu.

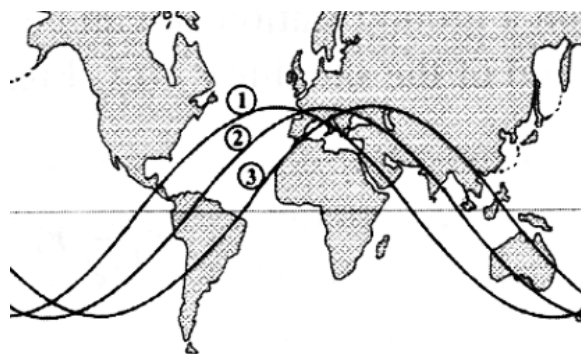


Obr. 63: Projekce dráhy satelitu. Převzato z Wertz, J. R. and Wiley J. L., *Space Mission Analysis and Design*, 1999. Section III.4.1.4 Describing Orbits.pdf.

Zobrazíme-li kulatou Zemi v ekvidistantní válcové projekci, situace graficky zachycující polohu družice bude vypadat poněkud jinak. Pokud by se Země neotáčela, vypadala by projekce pozemní dráhy družice vždy stejně jako taková sinusovka na povrchu Země.



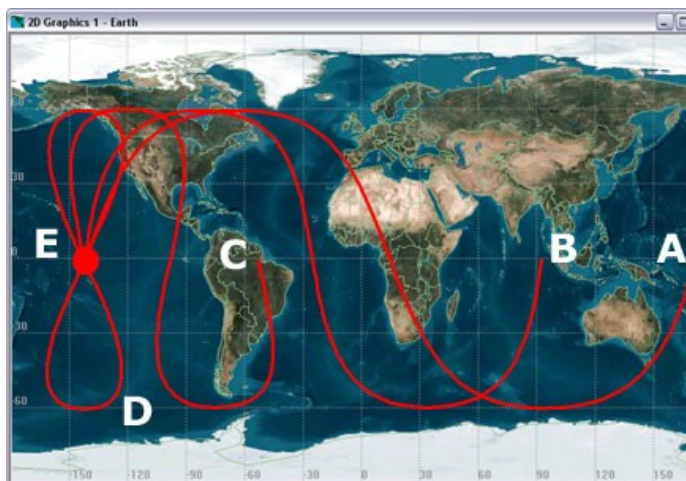
Obr. 64: Projekce dráhy satelitu při následném oběhu. Převzato z Wertz, J. R. and Wiley J. L., *Space Mission Analysis and Design*, 1999. Section III.4.1.4 Describing Orbits.pdf



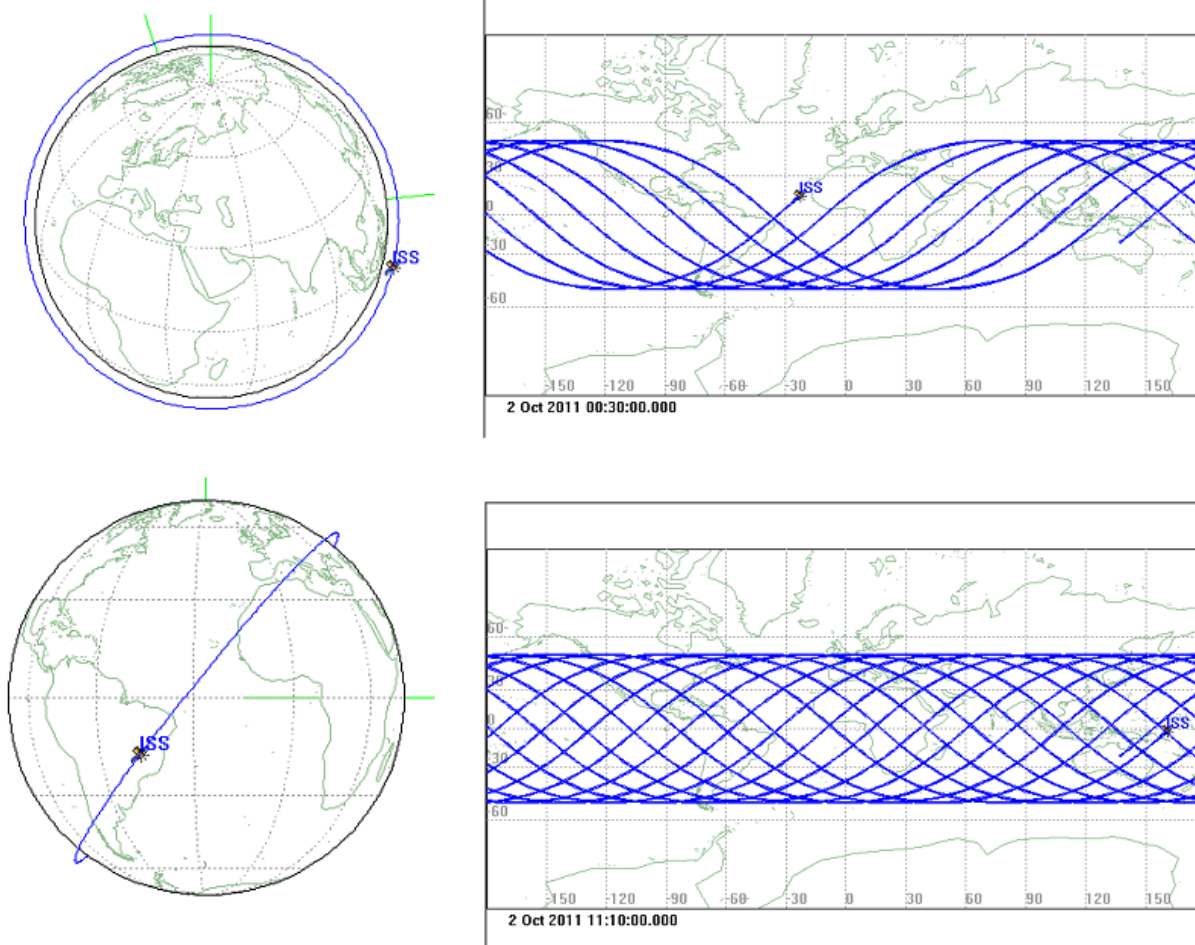
Obr. 65: Posun viditelné stopy satelitu na obloze vlivem otáčení Země. Zdroj: Machotka R., Fixel J. *Geodetická astronomie*, VUT v Brně, 2007.

Nicméně Země se otáčí na asi 15° za hodinu, pozorovatel se otáčí k východu, tedy stopa dráhy družice se přesouvá na západ, jak je znázorněno na obrázku. Posun závisí na době oběhu satelitu. Čím delší je doba, tím více času na Zemi má střídat po sobě oběžných drahách.

V důsledku rotace Země se dráha družice odchyluje trvale k západu a křivka míst, nad kterými přeletěla, se po jednom oběhu se neuzavře. Každý následující přelet je posunut západním směrem.



Obr. 66: Dráhy pro orbity s různými periodami: A = 2,67 h, B = 8h, C = 18h, D = 24 h, E = 24 hod. Zdroj: Wertz, J.R., Wiley J.L. *Space Mission Analysis and Design*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999.



Obr. 67: Trajektorie ISS upraveno podle <http://www.asu.cas.cz/~bezdek/prednasky/> - dynamika letu družic.

Obrázek ukazuje pokrytí povrchu za půl dne, dole po uplynutí jednoho dne. Podobná „síť“ průřetů dráhy na povrch po uplynutí jednoho dne je typická pro všechny LEO družice. Dráhové elementy ISS, dráha je prakticky kruhová, sklon: $i = 51,6^\circ$, výška 360 km povrchem a 1 oběh trvá 92 min.



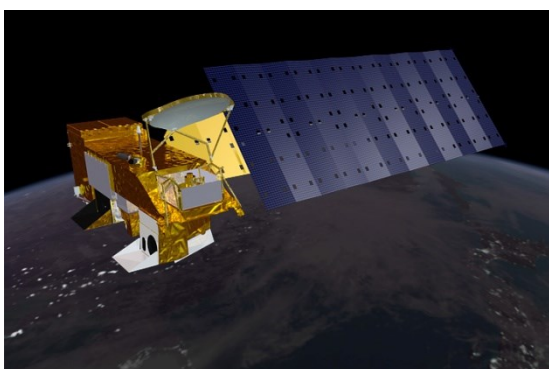
MANÉVROVÁNÍ

Dosáhnout i triviální změny rychlosti či směru pohybu satelitů na oběžné dráze je poměrně náročné. Většina družic ve vesmíru má na podobné příležitosti určeno jen minimální množství paliva, proto větší změny tohoto druhu jsou spíše výjimkou než pravidlem.

Třetí Keplerův zákon říká, že čím je menší výška družice, tím je oběžná doba kratší. Nejkratší možná perioda umělých družic pro výšku kolem 100 km vychází 86 minut. Změnou výšky družice se tedy změní její oběžná rychlost. Pokud například operátor chce zvýšit oběžnou rychlost satelitu, musí motory zapnout tak, aby stlačil satelit na nižší oběžnou dráhu. Výška orbity je to, co určuje, jak rychle se satelit pohybuje kolem Země. Důsledek rovnic keplerovské elipsy: Při odebrání energie se zvýší rychlost družice!



Obr. 68: Velín pozemského operátora. Zdroj: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/OrbitsManeuver/>.



Obr. 69: Satelit Aqua. Zdroj: earthobservatory.nasa.gov

Například satelit Aqua na oběh kolem Země ve výšce 705 km potřebuje asi 99 minut. Meteorologické družici umístěné 36000 kilometrů od zemského povrchu oběh trvá téměř 24 hodin. Měsíc, přirozený satelit Země ve vzdálenosti 384 000 km, dokončí jeden oběh za 28 dnů.

Aqua je polární vědeckovýzkumný satelit, který poskytuje údaje o vodě v atmosféře i na povrchu. Tato měření jsou nezbytná k pochopení klimatického systému. Pokud mají být údaje použity pro relevantní srovnání, musí být každé měření provedeno přibližně

ve stejnou denní dobu, aby se zajistilo, že úhel dopadu slunečního světla na oceán, atmosféru, nebo pozemky a jeho odraz zpět do satelitu jsou v souladu.

JAKÁ ČÁST PLANETY JE SNÍMÁNA

Jak již bylo výše řečeno, sklon dráhy je úhel mezi rovinou oběžné dráhy satelitu a zemskou rovníkovou rovinou. Nulový sklon oběžné dráhy znamená, že satelit obíhá přímo nad rovníkem, sklon 90° představuje dokonale polární oběžnou dráhu. Sklon je zřetelný při pohledu z boku v rovině rovníku. Sklon dráhy určuje, jaká místa družice může přeletět a spolu s výškou dává předpoklady k prostorovému pokrytí míst přeletu.

Jak satelit krouží kolem planet, senzor vidí jednotlivé části povrchu pod sebou, šířka těchto pásů, které senzor zachycuje, může být od desítek po stovky kilometrů. Velikost snímaného území bude záviset na výšce satelitu, na sklonu jeho orbity a na výstřednosti elipsy, po níž se pohybuje.

Nevýhodou geostacionárních družic je, že nemohou snímat oblasti kolem severního a jižního pólu, jsou omezeny pro snímání území s větší zeměpisnou šířkou než je 60–70°.

Na rozdíl od polárních satelitů, které jsou blíže k Zemi, mají GEO satelity horší prostorové rozlišení, a to se pro místa vzdálenější od rovníku ještě snižuje (např. pro obraz z METEOSATu, pixel poblíž rov-



níku zobrazuje území 2,5 km², kdežto pixel zobrazující území v severní Evropě může reprezentovat 10 km², proto podává méně informací).

Výhodou GEO družic je možnost opakovaného snímání území (zpravidla každých 30–60 minut, např. družice METEOSAT, mají relativně vysokou frekvenci snímání 48x za 24 hodin) – tím jsou ideální pro meteorologické aplikace.

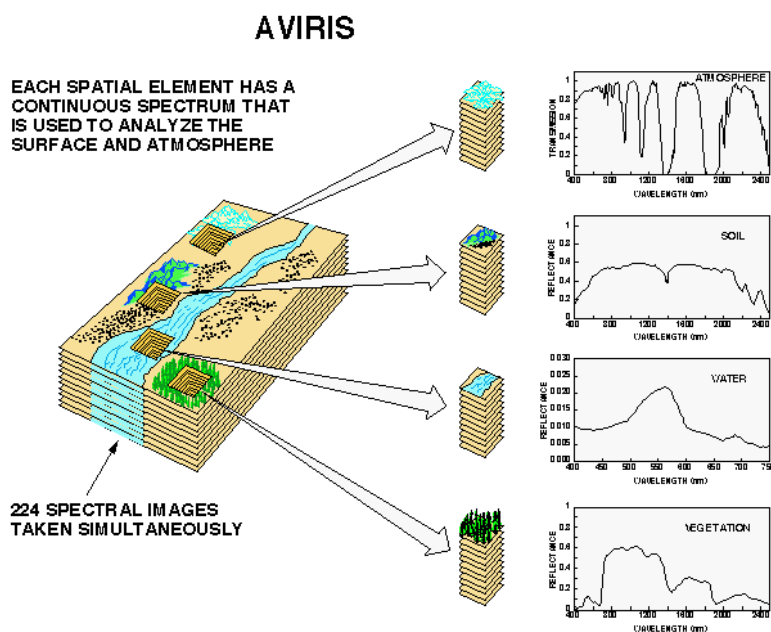
V meteorologických a klimatických aplikacích se využívá obou typů družic, Kombinací výhod častého snímání geostacionárních družic a vyšší rozlišovací schopností družic polárních dostaneme komplexnější představu o tom, co se v daném místě děje.



Přístroje na palubě pro DPZ

Z předchozích textů víte, že dálkový průzkum Země měří a zpracovává údaje o zemském povrchu bez přímého kontaktu jen prostřednictvím elektromagnetického záření. Záření slouží jako přenosové médium k získání informace o zemském povrchu. Při interakci elektromagnetického záření se zemským povrchem, případně s objekty v atmosféře dochází k dílčímu pozměnění vlastností elektromagnetického záření, které chápeme jako jakýsi „otisk“ vlastností zemského povrchu. V rámci DPZ se užívá záření emitované ze Země (noční měření), sluneční záření, které zemský povrch odráží, nebo se registruje záření vydávané umělým zdrojem, které povrch odráží (např. radar). Záření je zaznamenáváno speciálními přístroji – radiometry. Následně se hledá funkční vztah mezi naměřenými hodnotami intenzity záření dopadajícího na senzor radiometru a skutečnými vlastnostmi povrchu.

Ve funkci radiometru může vystupovat řada snímačů – od běžných fotoaparátů, fotogrammetrických přístrojů až po speciální infrasnímače. Radiometr, na rozdíl od fotografie, zaznamenává v každém okamžiku záření vždy jen z určité malé plochy, velikostí této plošky je dána maximální rozlišovací schopnost radiometru. Radiometr provádí měření v určitém intervalu vlnových délek. Radiometry se sestavené tak, aby se jejich senzory mohly pohybovat napříč trase letu, se nazývají skenery. Snímají postupně řadu za řadou plošek a postupně se seskládá obrázek. Tzv. multipektrální skenery snímají současně více čidly na různých vlnových délkách. Uspořádání celého přístroje je vždy podřízeno účelu snímání. Satelity mohou být vybaveny speciální optikou, spektrometry, monitory rádiových kmitočtů, mikroakcelerátory a speciálními senzory. Většina dat z přístrojů a snímačů, obsažených na palubě družice je originální a tudíž velmi závislá na způsobu jejich pořízení. Smysl získají až po korekcích a zpracování v řídicím středisku. Mnohá data jsou v plném rozlišení vysílána v reálném čase uživatelům na Zemi. Dnes se posílají výhradně v digitální podobě, obraz se z dat rekonstruuje podle příslušných pokynů. Obrazový záznam (snímek) je pak podroben analýze a interpretaci.



Panchromatický snímek obsahuje data pouze pro jedno spektrální pásmo. Obvykle se zobrazuje pomocí stupnice odstínů šedi (grey scale). Znamená to, že zobrazená jasová složka každého pixelu se vztahuje k intenzitě slunečního záření odraženého objektem a zaznamenaného snímačem. Panchromatický družicový snímek lze interpretovat obdobně jako černobílý letecký snímek daného území. Hlavním typem informace, který se využívá při interpretaci, je radiometrická informace. Příklad: Ikonos PAN, SPOT HRV-PAN, QuickBird PAN.

Obr. 71: Každý prostorový element má spojité spektrum, současně je pořízeno 224 spektrálních obrazů. Upraveno z <http://aviris.jpl.nasa.gov/>.



Multispektrální snímky obsahují data v několika spektrálních pásích. Každý pás lze zobrazit pomocí stupnice odstínů šedi anebo spolu s jinými pásy jako barevnou syntézu (color composite image), která vzniká kombinací tří pásů. Interpretace multispektrální syntézy vyžaduje znalost signatur spektrální odrazivosti objektů na scéně. V tomto případě se při interpretaci využívá radiometrická informace. Příklad: Landsat ETM+ (7 pásem), QuickBird MS (4 pásma), WorldView 2 (8 pásem), MODIS (36 pásem)

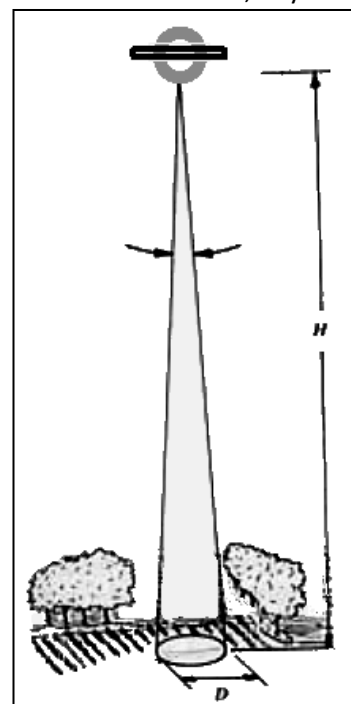
Hyperspektrální senzory zaznamenávají ve více než stovce úzkých částech EM spektra. Bývají označovány jako zobrazující spektrometry. Informace obsažená v hyperspektrálním snímku umožňuje lepší charakterizaci a identifikaci objektů, např. AVIRIS (224 pásem).

Pro údaje z DPZ jsou podstatné čtyři základní parametry: velikost snímané plochy, prostorové rozlišení, časové rozlišení, vymezení a počet spektrálních pásů.

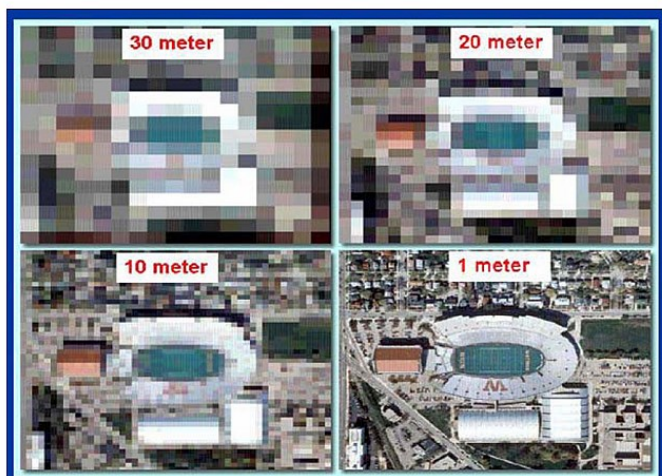
PROSTOROVÉ ROZLIŠENÍ SNÍMÁNÍ

Porovnejte, co asi vidí astronaut na palubě ISS a co můžete vidět z letadla. Astronaut může vidět celé kontinenty v jednom pohledu, ale nerozliší jednotlivé domy. Při létání v letadle nad obcí vidíte jednotlivé budovy a auta, ale prohlédnete mnohem menší plochu než astronaut. Pro DPZ chceme, abychom celé zájmové území měli pokryto údaji ze snímače. Velikost snímané plochy je ovlivněna vlastní optickou konstrukcí snímačového zařízení a pak také výškou snímání nad zemským povrchem. Rovněž hraje roli, zda k snímání dochází záznamem jednotlivých snímků, nebo kontinuálním skenováním zemského povrchu v letovém pásu. Velikost snímaného území se pohybuje od několika ha (letecké snímky) po milióny km² v případě satelitního snímání.

Prostorové rozlišení pasivních snímačů závisí především na velikosti jejich okamžitého zorného pole (IFOV). Jde o úhlový kužel viditelnosti (zorný úhel) senzoru, jenž určuje oblast na zemském povrchu, která lze "vidět" z dané výšky H v jednom konkrétním okamžiku v čase (Obr. 72). Velikost této plochy lze odhadnout vynásobením zorného úhlu vzdáleností snímače od zemského povrchu. Tato plocha D je pak rozlišovací buňkou a představuje maximální prostorové rozlišení snímače. Detail rozpoznatelný v obraze je závislý na prostorovém rozlišení snímače a takto odkazuje na velikost nejmenšího možného prvku, které lze rozpoznat.



Obr. 72: Zorné pole je část prostoru, které je optický přístroj schopen zachytit, číselně se zorné pole popisuje zorným úhlem. Zorný úhel je určen optikou přístroje. Čím výše nad snímanou oblastí povrchu satelit bude, tím bude při dané optice senzoru zabírat větší plochu. Podíl D/H , kde D je průměr plochy a H je výška satelitu, je pro danou optiku konstantní.



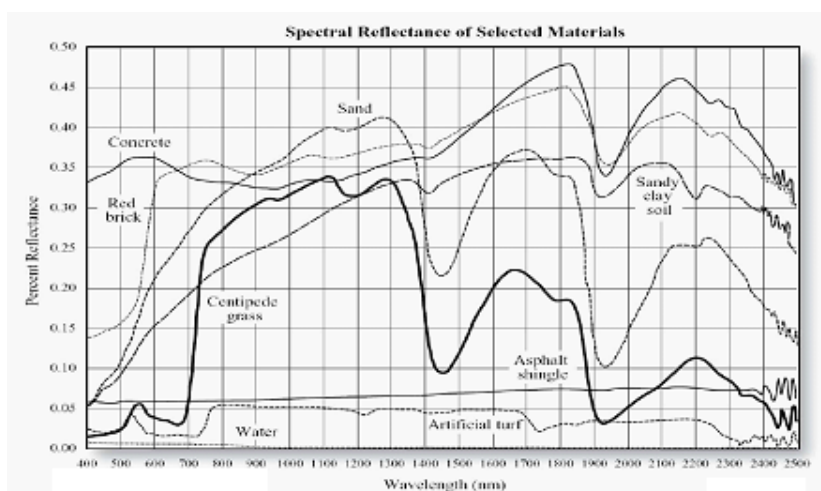
Obr. 73: Viditelnost objektů na snímcích různého prostorového rozlišení. Zdroj: Fundamentals of Remote Sensing, Canada Centre for Remote Sensing 2009.



GEOMETRICKÉ ZKRESLENÍ

Každý dálkový průzkum obrazu, bez ohledu na to, zda je získán multispektrálním skenerem na palubě družice, fotografickým systémem v letadle, bude mít geometrické zkreslení. Tento problém je vlastní dálkovému průzkumu Země, protože se snažíme přesně reprezentovat 3D (trojrozměrný) povrch Země 2D (dvojrzměrným) obrazem. Jakékoli snímky dálkového průzkumu podléhají určité formě geometrických deformací v závislosti na způsobu, jakým byly údaje získávány. Tyto chyby mohou být způsobeny různými faktory: optikou snímače, pohybem skenovacího systému, nestabilitou roviny snímače, reliéfem terénu apod.

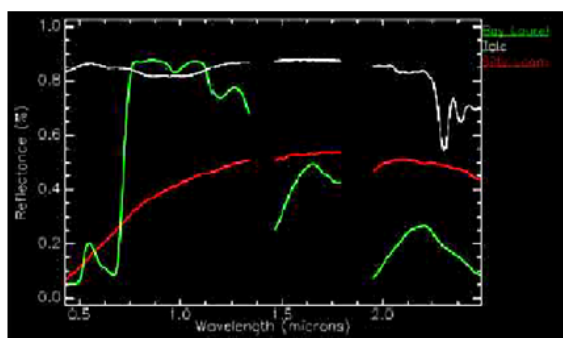
SPEKTRÁLNÍ ROZLIŠENÍ SNÍMAČE



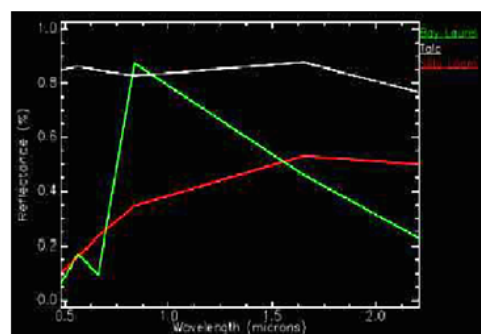
Pro rozlišení objektů a jevů na povrchu planety jsou důležité tzv. spektrální signatury odrazivosti jednotlivých povrchů. Jsou to křivky, které charakterizují spektrální odrazivost objektů na zemském povrchu v daných spektrálních pásmech a mohou sloužit jako klíč k odlišení a k určení těchto objektů.

Obr. 74: Odrazivost různých povrchů. Zdroj: *Fundamentals of Remote Sensing*, Canada Centre for Remote Sensing 2009.

Spektrální rozlišení určuje schopnost snímače zaznamenávat i jemné intervaly vlnových délek. Čím jemnější je spektrální rozlišení, tím užší je interval vlnových délek pro určité pásmo (kanál). Toto rozlišení tedy vyjadřuje z jaké části EM spektra a v kolika pásmech daný senzor poskytuje své snímky. Na základě spektrálního rozlišení rozdělujeme data DPZ na panchromatická, multispektrální, superspektrální a hyperspektrální.



Signatury z hyperspektrálního záznamu, AVIRIS, 224 pásma. Mezery ve spektrálních křivkách odpovídají pásmům, ve kterých atmosféra pohlcuje signál natolik, že se nedostane ke snímači.



Signatury z multispektrálního záznamu, ETM, 7 pásma

Obr. 75: Data ze spektrometru Airborne Visible Infrared Spectrometer z leteckého (20 km) dálkového průzkumu. Zdroj: <http://aviris.jpl.nasa.gov/>.



RADIOMETRICKÉ ROZLIŠENÍ SNÍMAČE

Radiometrické rozlišení (hloubka pixelu) se týká nejmenší změny **v intenzitě záření**, kterou dokáže snímací systém rozlišit. U digitálních snímků je radiometrické rozlišení určeno počtem diskrétních kvantových úrovní, které slouží k digitálnímu záznamu spojitých hodnot intenzity. Senzor každého snímaného pásma je schopen rozlišit až 2^{11} , tj. 2048 stupňů jasu. Takový rozsah je větší, než kolik stupňů jasu (odstínů šedi) dokáže odlišit lidské oko. To zaručuje, že jsou zachyceny i velmi jemné rozdíly v odrazivosti různých povrchů a že se ani nejsvětlejší ani nejtmaší místa nedostanou mimo tento interval. 11bitová hloubka je velkou výhodou pro automatizované vyhodnocování družicových snímků.

TEMPORÁLNÍ (ČASOVÉ, TERMÍNOVÉ) ROZLIŠENÍ

Temporální (časové) rozlišení záznamu se vyjadřuje časovým intervalem, za který je dané území opět snímáno. Je to vyjádření periodicity, s jakou systém vytváří snímky stejného území. Udává, jak často je určitá oblast zemského povrchu opakovaně zaznamenávána.

Četnost pořizování dat ze stejné oblasti závisí na parametrech oběžné dráhy družice. Moderní systémy umožňují náklon snímače a tak zkracují časový interval opakovaného záznamu. Temporální rozlišení v případě geostacionárních družic má časový interval zcela nastavitelný uživatelem a frekvence získávání snímků je omezena kapacitou ukládání a přenosu dat. U subpolárních družic je problém složitější a roli zde hraje celá řada faktorů (šířka záznamového pásu, rychlost oběhu družice okolo Země. Časové rozlišení nabývá na významu při monitorování havarijních situací – povodní, šíření požárů, při krizovém managementu a při některých zemědělských aplikacích. Pro postižení dynamiky povodňové situace je nezbytné, aby tento interval byl co nejkratší.

Příklady: SPOT 26 dní, Landsat – 16 dnů, QuickBird – 1 až 3,5 dne, NOAA – 6 h, MODIS 1–2 dny.

Pro určení doby přeletu daného satelitu nad lokalitou a pro simulaci jeho nejbližšího výskytu pro daného pozorovatele existují dnes programy na počítači (Orbitron).

LITERATURA

<http://eyes.nasa.gov/earth/exit.html>

Malá encyklopedie kosmonautiky. URL <<http://mek.kosmo.cz/index.htm>>

Encyklopedie družic URL <<http://www.lib.cas.cz/knav/space.40/>>

<http://nebmech.astronomy.cz/frames.htm>

http://astro.unl.edu/naap/motion2/animations/ce_hc.htm

<http://astro.unl.edu/naap/motion3/animations/sunmotions.html>

<http://astro.unl.edu/naap/pos/animations/kepler.html>

http://www.atmosp.physics.utoronto.ca/people/strong/phy499/section2_05.pdf

<http://tech.net.idnes.cz/cesi-v-kosmu>

Lukeš, L. Základy geodetické astronomie. SNTL, 1954.

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Proč družice nespadnou?

Co ovlivňuje dobu oběhu družice?

Jaké je hlavní využití družic podle orbity, na které se nalézají?

Jaká zkrácení je třeba u získaných údajů respektovat?





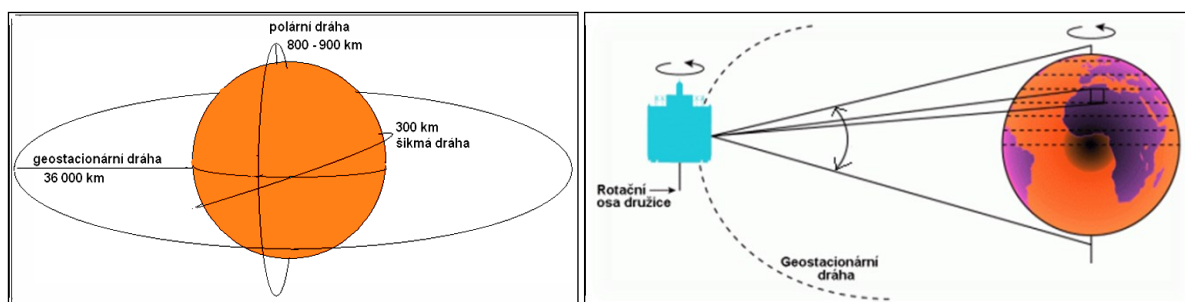
Družice a družicové systémy

Snímky z družice METEOSAT a NOAA jsou každý den k vidění v televizi – v předpovědi počasí na ČT 1. Využívají je naši meteorologové a jejich prostřednictvím i my. Víme, kde se vlastně tyto družice nacházejí? Jak daleko jsou od povrchu Země? A jak pracují?

OBĚŽNÉ DRÁHY DRUŽIC A CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH SYSTÉMŮ VYUŽÍVANÝCH V DPZ

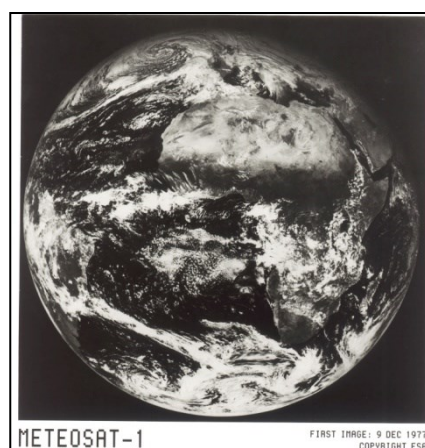
Družice obíhají Zemi po eliptických drahách v různých výškách ve třech typech oběžných drah (obr. 76):

- v rovině rovníku (geostacionární dráha),
- v šikmé oběžné dráze,
- v subpolární oběžné dráze.



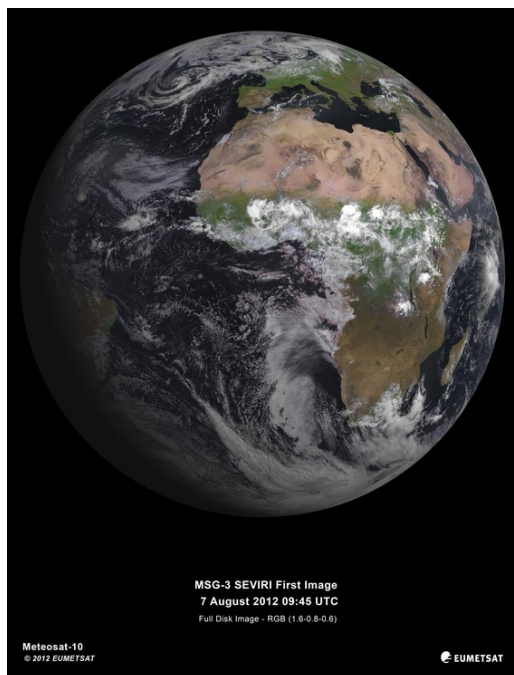
Obr. 76: Základní typy oběžných drah družic pro DPZ – rovníková, šikmá, subpolární (vlevo). Detail geostacionární družice (vpravo). Zdroj: <http://www.chmi.cz/meteo/sat/>.

DRUŽICE V ROVNÍKOVÉ DRÁZE





V rovině rovníku obíhají družice ve výšce kolem 36 000 km od západu k východu. Úhlová rychlost oběhu družice odpovídá úhlové rychlosti rotace Země a pro pozorovatele na Zemi je tedy družice



stále na stejném místě. Družice na této dráze se označují jako **geostacionární**. Patří k nim především **meteorologické družice** monitorující synoptické procesy v atmosféře a umožňující ukazovat stav a pohyb obláčnosti, analyzovat a předpovídat počasí. Pro nás jsou nejdůležitější družice **METEOSAT** umístěné na nultém poledníku nad Guinejským zálivem. Jejich obraz zachycuje především Ev-

ropu, Afriku s přilehlými částmi Atlantského a Indického oceánu. Jejich provoz řídí organizace ESA (Evropská kosmická agentura). Zkrácený název družic **Meteosat druhé generace – MSG (Meteosat Second Generation)**. Jedná se o druhou generaci družic Meteosat, provozovaných evropskou organizací **EUMETSAT**. V praxi se setkáváme s dvojím označováním těchto družic: (MSG 1 a Meteosat 8 je jedna a ta samá družice.)

Obr. 77: První snímek z družice Meteosat 1 byl pořízen 7. prosince roku 1977. Zdroj: <http://spaceimages.esa>.

Družice MSG vycházejí ze stejného konceptu jako družice první generace. Oba typy družic rotují rychlostí 100 obrátek za minutu, kromě stabilizace tělesa je tato rotace družic rovněž využita i pro mechanismus snímkování. Družice MSG jsou družicemi **geostacionárními**. Výška jejich dráhy je zvolena tak, aby oběžná doba družice kolem Země byla stejná jako doba rotace Země. Pokud je navíc dráha družice přesně kruhová a roviny oběžné dráhy družice a zemského rovníku splývají, pak družice zdánlivě "visí" nad jedním pevným místem na Zemi na rovníku – odtud název této kategorie družic, **geostacionární**. Výška dráhy je přibližně 35 790 km, poloměr této dráhy je 42 168 km. Jako charakteristika těchto družic se pak udává zeměpisná délka, na níž je družice "zavěšena". Pro udržování přesné polohy družice je nutné provádět pravidelné korekce její dráhy, což postupně spotřebovává palivo, které si družice "veze s sebou" na oběžnou dráhu. Právě zásoby paliva pro korekce a případné větší změny dráhy jsou limitem životnosti družice. Před úplným dočerpáním paliva jsou současné geostacionární družice odsunuty na vyšší dráhu (o cca 100 až 200 km), kde pak nepřekážejí operativním družicím. Na druhou stranu tak ale vzniká velké "vesmírné smetiště", které přenecháváme budoucím generacím. Družice MSG startují ze základny ve Francouzské Guyaně pomocí raket Ariane, podle <http://www.chmi.cz/meteo/sat/>.

Přístrojové vybavení družic MSG:

Obr. 78: První snímek nejnovější družice Meteosat 10 z přístroje SEVIRI byl pořízen 7. srpna roku 2012. Zdroj: <http://spaceimages.esa>.

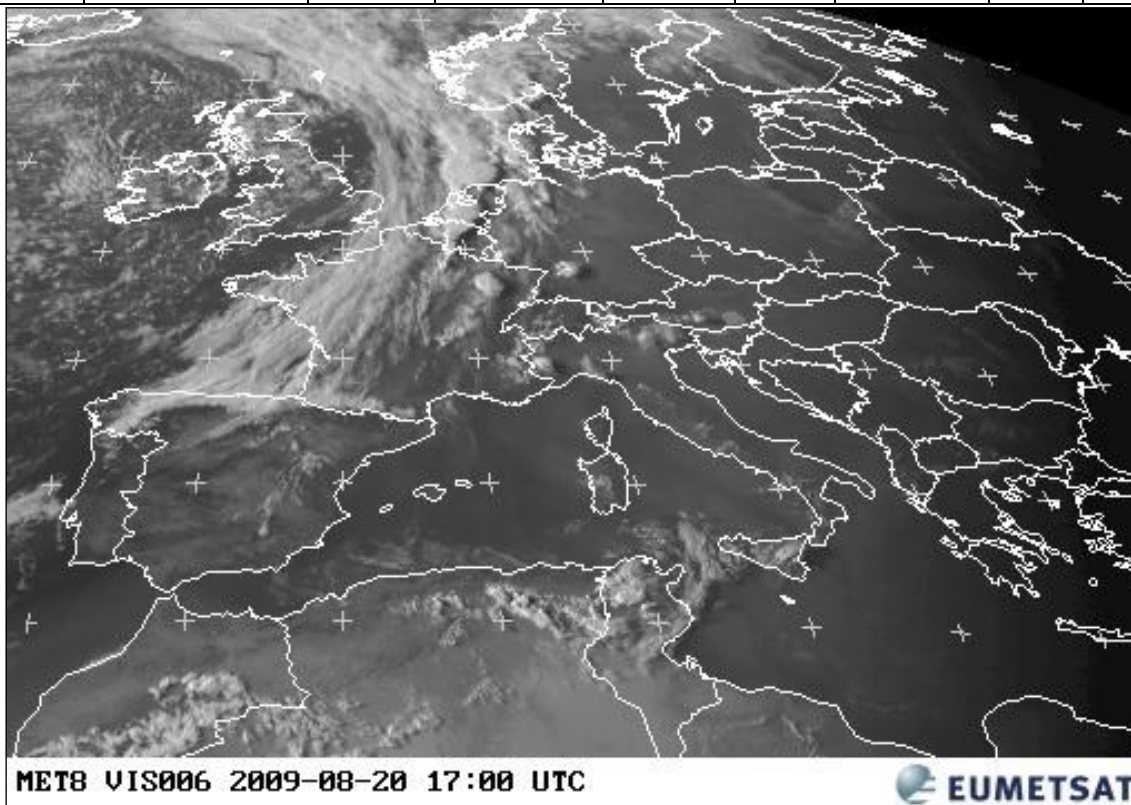
- hlavní přístroj družice určený pro snímání obrazových dat,
- telemetrická, komunikační a řídicí část družice,
- přístroj určený pro měření celkového záření na horní hranici atmosféry (údaje důležité především pro monitorování klimatu a klimatických změn),
- systém pro sběr nouzových signálů v dosahu družice (Evropa, Afrika, Atlantik, část Indického oceánu a Jižní Ameriky)

Přístroj Seviri

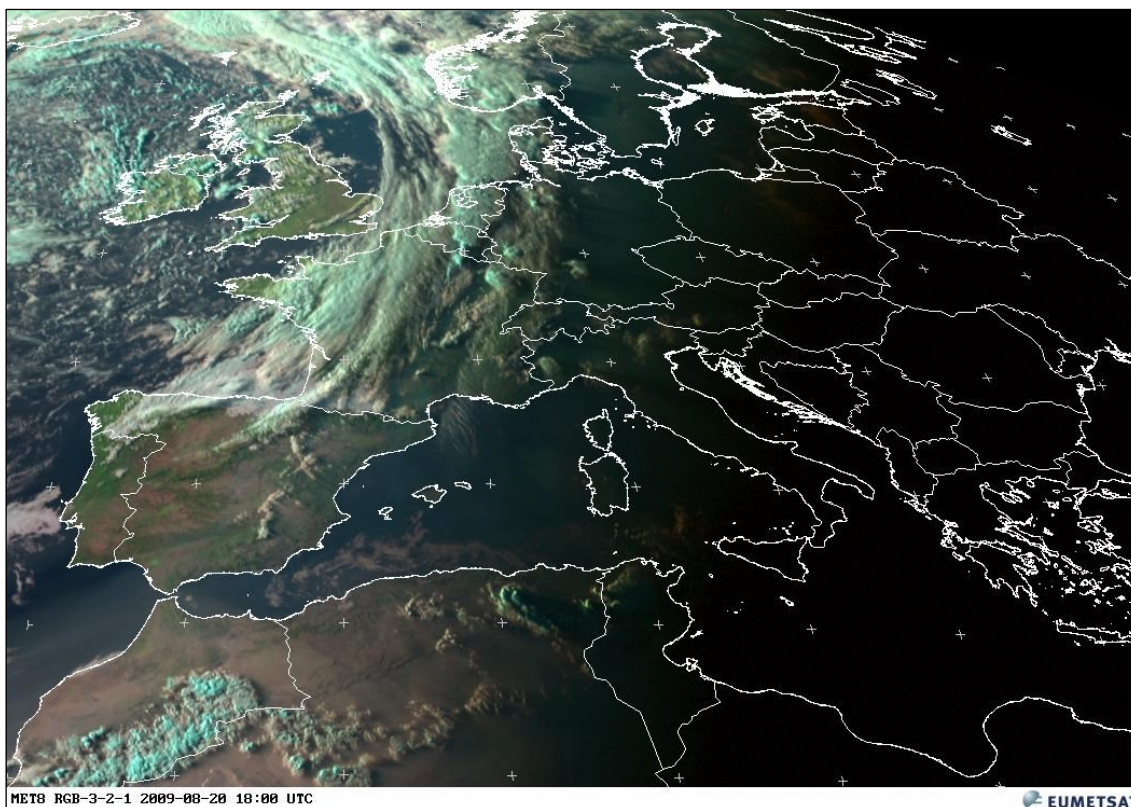


Hlavním užitečným zařízením na palubě družice MSG je **přístroj SEVIRI**. Jeho úkolem je pořizovat snímky Země v 11 úzkopásmových spektrálních kanálech a jednom širokopásmovém s vysokým rozlišením (kanál HRV). Přístroj sleduje okolí průzorem na boku družice.

Číslo kanálu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	110	11	12
Označení kanálu	VIS0.6	VIS0.8	NIR1.6	IR3.9	WV6.2	WV7.3	IR8.7	IR9.7	IR10.8	IR12.0	IR13.4	HRV
Poznámka	solární kanály			atmosférické okno	absorpce vodní páry		atmosférické okno	absorpce ozónu		atmosférické okno	absorpce CO ₂	solární kanál, vysoké rozlišení



Obr. 79: Snímek pořízený přístrojem SEVIRI na družici Meteosat 8 v kanále snímajícím záření o vlnové délce 0,6 nm. Zdroj: <http://www.chmi.cz/meteo/sat/>.



Obr. 80: Snímek v přírodních barvách vzniklý syntézou RGB kanálů 3, 2, a 1. Zdroj: <http://www.chmi.cz/meteo/sat/>.

Další geostacionární družice

Ke geostacionárním meteorologickým družicím patří dále americké družice GOES (75 ° západní délky, 135 ° západní délky) japonská družice GMS 5 – Himawari, ruská družice ELEKTRO a indická družice ONDAT monitorující centrální Asii a Indická oceán.

DRUŽICE SE ŠIKMOU OBĚŽNOU DRÁHOU

V šikmé oběžné dráze svírající s rovinou rovníku úhel 30 ° až 60 ° se pohybují převážně družice-kosmické lodi s lidskou posádkou. Obíhají ve výšce jenom několik stovek kilometrů nad Zemí.

Významnými zdroji fotografií zemského povrchu z vesmíru jsou také **pilotované kosmické lodě**, jejichž snímky představují cenný materiál pro studium časových změn, pro geologii, archeologie nebo geografii obyvatelstva a sídel.

Mezinárodní vesmírná stanice ISS (International Space Station – ISS) je v současné době **jediná trvale obydlená vesmírná stanice**. První díl stanice, modul Zarja, byl vynesena na oběžnou dráhu v roce 1998. Od roku 2000 je trvale obydlena alespoň dvoučlennou posádkou, která se každých 6 měsíců obměňuje. Stanice je umístěna na nízké oběžné dráze Země ve výšce okolo 360 km s periodou oběhu 92 minut. V mnoha ohledech ISS reprezentuje sloučení předchozích plánovaných nezávislých stanic: ruský Mir 2, americkou stanicí Freedom. Kromě ruských a amerických modulů plánovaných pro tyto stanice se ke stanici připojí evropský laboratorní modul Columbus a japonský laboratorní modul Kibō. Mezinárodní vesmírná stanice je společným projektem pěti kosmických agentur:

- NASA (Spojené státy americké),
- Ruská kosmická agentura (Rusko),



- Japonská kosmická agentura (Japonsko),
- Kanadská kosmická agentura (Kanada),
- Evropská kosmická agentura (účastní se 10 z jejích členů; nepodílejí se: Rakousko, Velká Británie, Irsko, Portugalsko a Finsko; Řecko a Lucembursko vstoupily do ESA později).

Dopravu na stanici a zpět zajišťují hlavně transportní pilotované kosmické lodě Sojuz, automatické nákladní

kosmické lodě Progress a raketoplány. Po havárii raketoplánu Columbie došlo k několikaletému pozastavení letů raketoplánů a výstavba stanice tak nabrala zpoždění cca 3 roky.



Obr. 81: Mezinárodní vesmírná stanice ISS se „zaparkovaným“ raketoplánem Endeavour. Zdroj: <http://spaceimages.esa>.

RAKETOPLÁNY

Space Shuttle je americký pilotovaný kosmický raketoplán provozovaný pro lety do vesmíru vládních organizací NASA. Lety jsou řízeny z řídicího střediska MCC (Mission Control Center) v Johnsonově kosmickém středisku NASA v Houstonu.

DRUŽICE SE SUBPOLÁRNÍ DRÁHOU OBĚHU

V subpolární oběžné dráze obíhá převážná část družic. Pohybují se přibližně ve směru poledníků ve výšce 800 až 900 km. Doba oběhu závisí na výšce letu a reprezentuje nejčastěji 12 až 16 oběhů za 24 hodin. Dráhy těchto družic jsou synchronní se zdánlivým pohybem Slunce (prolétají nad stejným místem ve stejnou hodinu místního času.) Na osvětlené straně Země se družice pohybuje od severu k jihu. Družice se subpolární dráhou letu jsou schopné předávat globální obrazy v měřítku blízkém 1:10 000 000 stejně jako relativně podrobné obrazy v měřítku kolem 1:25 000, na nichž lze rozlišit získané údaje s přesností několika metrů.

NOAA

Meteorologické družice systému **NOAA** přelétá nad Zemí ve výšce kolem 800 km s dobou oběhu 102 minut (obr. 82). Zobrazovacím vybavením družice NOAA je multispektrální radiometr pracující jako optomechanický skener ve viditelném a infračerveném pásmu spektra a ve třech pásmech termálních. Prostorová rozlišovací schopnost je ve všech pásmech 1,1 km.



Obr. 82: Družice NOAA. Zdroj: <http://www.chmi.cz/meteo/sat/>

LANDSAT

V současnosti patří k hlavním informačním pramenům o povrchu Země a jejích přírodních zdrojích získaných z DPZ družice se subpolární dráhou letu systému **LANDSAT**. Na oběžnou dráhu byla uvede-



na první družice tohoto systému počátkem sedmdesátých let minulého století, v současnosti je funkční jako zdroj obrazových informací pouze LANDSAT 5. Doba jednoho jejího oběhu je 99 minut. Nad stejným místem přelétá jednou za 16 dní. Ke snímání obrazu slouží speciální televizní systém a multispektrální mechanooptický skener pracující v sedmi intervalech vlnových délek spektra od 0,45 μm do 12,50 μm (v modrém, zeleném, červeném, blízkém infračerveném, dvou středně infračervených a termálním.) Družice snímá pruh území široký 185 km. Kombinace informací získaných z jednotlivých pásem umožňuje dobrou identifikaci a rozlišení prvků a jevů jako je síť vodních toků a jejich uspořádání, identifikace a vlastnosti vodních objektů, obsah sedimentů ve vodě, hranice vody a vegetace, druhy vegetace, lesní plochy, zemědělská půda, půdní poměry, plochy bez vegetace, půdní vlhkost, sněhová pokrývka, zastavěné plochy, průběh komunikací.

Údaje se dají použít pro tvorbu tematických map až do měřítka 1:25 000. Velkou předností je možnost vytváření barevných syntéz pro snadnější identifikaci vybraných jevů. Snímky družice LANDSAT pokrývají celou pevninu a jsou k dispozici na internetu na adrese <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>.

SPOT

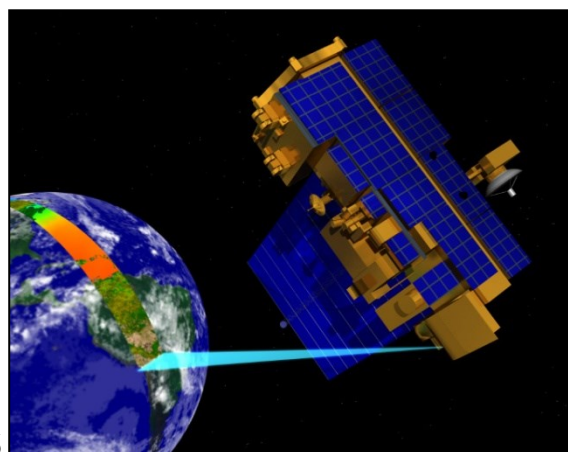
Významný zdroj informací o přírodních zdrojích Země stejně jako pro topografické mapování tvoří od roku 1986 francouzské družice se subpolární dráhou letu systému **SPOT**. Družice oběhne Zemi za 101,4 minut a nad stejným místem na Zemi přelétá vždy po 26 dnech. K vytvoření obrazu jsou na družici instalovány **dva multispektrální optoelektronické radiometry** skenující podélně povrch Země 60 km na každou stranu od průmětu orbitální dráhy na Zemi, přičemž se záznamy obou radiometrů překrývají o 3 km. Velkou předností je, že příčný sklon radiometrů je možno nastavovat až do úhlu $\pm 27^\circ$ a tím zabezpečit při následovném přeletu překryt s předchozím záznamem. Tak jako u leteckého snímkování se vytvoří **stereoskopické dvojice**. S použitím metod a prostředků digitální fotogrammetrie lze tak dodatečně konstruovat vrstevnicový obraz nebo digitální model terénu. Digitální záznamy předávané družicí jsou na Zemi radiometricky a geometricky korigovány a mohou z nich být vytvořeny **družicové ortofotomapy** v přesném měřítku, doplněné nezbytnou kartografickou úpravou a názvoslovím. Výsledkem může být také digitální model terénu s výškovou přesností asi 5 m.

Radiometry mohou pracovat:

- v panchromatickém režimu charakterizovaném vysokým prostorovým rozlišením (velikost pixelů je 10 x 10 m). Mohou sloužit k tvorbě map měřítka 1:10 000.
- v multispektrálním režimu ve třech pásmech s rozlišovací schopností 20 x 20 m. Při vytváření barevných syntéz jsou většinou používány nepravé barvy.

TERRA

Družice uvedená na oběžnou dráhu v roce 1999. Je základní součástí programu EOS (Earth Observing System) vedeného NASA. Jeho hlavním cílem je monitorování klimatu a přírodního prostředí Země. Na družici je umístěno **pět základních přístrojů** pro monitorování zemského povrchu, oceánů, atmosféry a interakcí mezi nimi.





Družice je umístěna na **subpolární oběžné dráze**, **přechází rovník v 10,30 hod. místního času** (minimum oblačnosti). Přístroje jsou založeny na **pasivním snímání odraženého a emitovaného záření**, (obr. 83). *Obr. 83: Družice TERRA. Zdroj <http://terra.nasa.gov/>.*

ERS

Družice ERS 2 byla vypuštěna na oběžnou dráhu 21. dubna 1995 pod vedením Evropské kosmické agentury (ESA). Již má svého nástupce – družici Envisat.

Obě družice byly vybaveny téměř **shodným přístrojovým vybavením**, které bylo určeno především **pro vědecké účely**. Jednalo se o Radar se Syntetickou Aperturou (SAR). Dále byl na palubě umístěn radarový altimetr **pro přesné měření výšky hladiny oceánů**, podélně skenující radiometr **pro měření teploty svrchní vrstvy mraků a vodní hladiny** a u družice ERS-2 navíc přístroj pro měření **obsahu ozonu a dalších plynů a aerosolů** ve stratosféře a troposféře. **Radarová data**, která tato družice poskytuje, mají oproti datům optickým **výhodu delších vlnových délek**. To znamená, že **lépe prochází atmosférou** a mohou snímat i v **oblastech se zvýšenou oblačností nebo v noci**.

ENVISAT

Projekt Evropské kosmické agentury (ESA). Velká družice, která je následníkem družic ERS-1 a 2, byla vypuštěna na polární dráhu v roce 2002. Je zaměřena na **monitorování životního prostředí v regionálním a globálním měřítku**. Pohybuje se **na subpolární oběžné dráze ve výšce 800 km**, vykoná 14 oběhů za den a navrací se do stejné polohy po 35 dnech. Snímkuje v pásu 1150 km širokém **s velikostí pixelu 300 m či 1 km**.

Envisat je primárně určen pro oceánografické účely, studium změn v chemickém složení svrchní části oceánu, druhotně pro studium oblačnosti a též pro **monitorování vegetace v globálním měřítku**.

RADARSAT

Radarsat se pohybuje po **polární kruhové dráze ve výšce 800 km** a přelet stejného místa na Zemi skutečně jednou za 24 dní. Družice RADARSAT-1 je vybavena unikátním radarem. Radarsat pořizuje scény v několika režimech, které se od sebe liší jak rozlišením, tak velikostí scény či úhlem, pod kterým je zemský povrch ozařován. Nastavitelná anténa může měnit úhel dopadu radarového paprsku na zemský povrch od 10° do 60°, rozlišení se pro různé režimy mění od 10 m do 100 m a šířka záběru se pohybuje mezi 50 km až 500 km. V našich zeměpisných šířkách je v tomto režimu každé místo snímáno jednou za tři dny.

QUICKBIRD

Družice QuickBird, která byla úspěšně vynesena na oběžnou dráhu dne 18. října 2001, začala poskytovat už měsíc po startu své první snímky a od té doby je spolehlivě poskytuje stále. Družici QuickBird, která je schopna snímat zemský povrch mezi komerčními družicemi donedávna s nejvyšším prostorovým rozlišením, vyvinula a uvedla do provozu společnost DigitalGlobe (Colorado, USA). Společnost Digital Globe (dříve EarthWatch), která je významným poskytovatelem digitálních geografic-



kých dat obecně, získala licenci na provozování **družicového skeneru s rozlišením vyšším než 0,5 m** v prosinci roku 2000. Snížením výšky letu na 450 km bylo dosaženo maximálního rozlišení 61 cm. Družicová data s uvedeným rozlišením jsou na trhu s geoinformacemi velmi oblíbená jako jedinečný a vysoce kvalitní zdroj informací o území. Díky **vysokému prostorovému rozlišení** mohou být tyto snímky uplatněny v projektech zpracovávaných v měřítkách větších než 1:10 000, což společně s multispektrální informací nabízí velmi **široké uplatnění**. Tato data jsou využívána v celé řadě komerčních i vládních aplikací, např. telekomunikace a komunální služby, ropný průmysl, mapování a průzkum, zemědělství a lesnictví, národní bezpečnost, stanovování ekologických dopadů, krajinné plánování a mnohé další.

IKONOS

Družice s vysokým rozlišením IKONOS, která byla vynesena na oběžnou dráhu 24. 9. 1999, se pohybuje po kruhové dráze ve výšce 680 km nad Zemí rychlostí 7km/sec. Její hlavní snímací aparatura pořizuje současně **data ve dvou režimech: v panchromatickém (černobílém) s rozlišením 1 m a v multispektrálním (barevném) s rozlišením 4 m**.

Snímky pořízené družicí IKONOS mají **možnosti využití v různých aplikacích**

v zemědělství, lesnictví, kartografii, civilní ochraně, službách, životním prostředí, telekomunikacích, v obchodu s nemovitostmi, bezpečnosti, dopravě, pojišťovnictví, geologii. Vzhledem k rozlišení jsou data využitelná zejména při topografickém i tematickém mapování ve velkých měřítcích. Zemědělci mohou mnohem přesněji sledovat zdravotní stav úrody a odhadovat výnosy, přírodovědci získávají přesnější informace o ekologicky citlivých oblastech, které jim pomohou lépe plánovat ochranná opatření atd.

Na subpolární dráhu letu je naváděno mnoho dalších družic (USA, Rusko, Indie, Japonsko, Kanada). Jsou konstruovány speciálně pro kartografické účely, pro monitorování stavu atmosféry, ozonu, úrovně radiace, stavu tíhového a magnetického pole Země. Řada družic je účelově zaměřena na sledování geologických a geomorfologických změn na pevninách, na hodnocení stavu vegetace, poušti, změny mořských pobřeží stejně jako na monitorování ledovců, moří a oceánů a na řadu dalších oblastí. Velká část těchto družic slouží **vojenskému využití**.

Družice mají stále kvalitnější technické parametry pro snímání a přenos informací. Patří sem např. **hyperspektrální skenery** s možností rozlišit až 60 různých kanálů spektra. Výrazně roste i **rozlišovací schopnost** záznamových zařízení (např. družice IKONOS 1 m, družice Quick Bird 0,6 m).

V orbitálních družicích se stále více uplatňuje sledování Země v **mikrovlnné části spektra** aktivními metodami pomocí radaru.

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Porovnejte podle vzdálenosti od Země rovníkovou subpolární dráhu družice. Jak vypočítáme délku geostacionární dráhy, kterou družice oběhne za jeden den?

Prohlédněte si první snímky z družic Meteosat 1 a Meteosat 10. Všimněte si technických rozdílů i rozdílů v rozložení oblačnosti ve vztahu k období nasnímání prvních snímků (prosinec a srpen).

Vysvětlete vztah mezi úhlovou rychlostí otáčení Země a družice na geostacionární dráze.





Využití snímků DPZ v praxi

TVORBA A OBNOVA MAP

Mimořádný význam má interpretace informací DPZ v **kartografii při tvorbě a obnově map**.

LESNICTVÍ

Tradiční je interpretace obrazových informací DPZ v **lesnictví**. Obraz vegetace a zejména lesů představuje rozhodující a nejrozsáhlejší náplň těchto snímků a obrazů. Bez interpretace lesů a ostatních porostů není možno studovat a hodnotit krajinu jako systém v regionálním ani globálním měřítku. Lesům je v celosvětovém měřítku věnována mimořádná pozornost především proto, že patří k obnovitelným zemským zdrojům, jsou přirozeným regulátorem vodního režimu, klimatu, na lesy je vázána existence mnoha živočišných druhů.

Pro interpretaci z leteckých snímků se používají kromě panchromatických materiálů černobílé a barevné materiály citlivé na infračervené záření. Stále častější je využívání multispektrálních snímků umožňujících barevně rozlišit a zvýraznit určité druhy porostů a spolehlivou identifikaci stáří porostů, hustoty zakmenění i podílu jednotlivých dřevin. Snímky dávají informace o zdravotním stavu porostů a jejich ohrožení exhalacemi a škůdci a odumírání stromů. Projevuje se to změnou barvy koruny a lze rozeznat zdravé části porostů od postižených. Dobře jsou identifikovatelné změny způsobené devastací, těžbou, polomy a požáry. Interpretace snímků souvisí bezprostředně s otázkami ochrany životního prostředí a umožňuje přijímání, preventivních opatření.

ZEMĚDĚLSTVÍ

Letecké a družicové snímky patří dnes k rozhodujícím informačním zdrojům pro posuzování pozitivních i negativních vlivů **zemědělské výroby** na funkci krajiny jako součásti životního prostředí. Snímky přináší jedinečné informace nutné pro optimalizaci **využití půdy** a posuzování zemědělské výroby. Umožňují identifikovat hranice zemědělsky intenzivně obdělávaných areálů od přirozených kultur, zatrávněných pozemků, pastvin, ladem ležící nebo neplodné půdy. Družicové snímky umožňují určit **hustotu rostlinného krytu, množství biomasy, předpovídat velikost úrody, sledovat průběh sklizně**, stejně jako odhalovat **odumírání porostů vlivem škůdců nebo exhalací**, případně sucha či záplav. Nenahraditelné jsou **letecké snímky** stejného území pořízené v několika **víceletých časových horizontech**, ze kterých lze interpretovat změny zemědělské krajiny, změny ve způsobu obdělávání půdy, rozdíly ve velikosti elementárních ploch polí, a s tím související vlastnické vztahy k půdě apod.

VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ

V **hydrologii** dává interpretace materiálů DPZ velmi širokou a obsahově různorodou škálu informací o vodních poměrech a působení vody v krajině. Jde např. o údaje týkající se výšky sněhové pokrývky a rychlosti jejich změn při tání, změn rozsahu horských ledovců vlivem globálního oteplování Země a důsledky, které to má pro odtok vody a vodní režim toků.

Snímky umožňují identifikovat velikost a tvar povodí, rozlišit jednotlivé typy říčních sítí, změny meandrujících toků, erozní rýhy na svazích, stejně jako ostře viditelné strže vzniklé silnou erozí. Jsou na nich vidět místa odnosu a nánosu v důsledku půdní eroze. Přesně lze posuzovat velikost, tvar a konfiguraci jezer, rybníků a přehradních nádrží. Snímky pořizované opakovaně v předem zvolených časo-



vých intervalech jsou nezbytné při sledování záplav, odhalování stupně znečištění vnitrozemských vod i moří. Dají se z nich rozpoznat změny tepelného režimu velkých vodních nádrží, mořské proudy, růst delt, změny pobřežní čáry a další speciální charakteristiky. Cenné jsou pro ochranu v rekonstrukci krajiny obrazy mokřin, močálů, blat, bažin a obecně oblastí s velkou vlhkostí půdy (vysokou hladinou spodní vody).

PŘEDPOVÍDÁNÍ POČASÍ

Z televize je snad nejvíce známé využívání snímků **v meteorologii** pro sledování dynamiky oblačnosti, předpovědi počasí (geostacionární družice METEOSAT i orbitální družice se subpolární dráhou letu NOAA).

OCHRANA PŘÍRODY A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Na podrobné interpretaci jevů zachycených družicemi je dnes do značné míry odkázáno **zjišťování stavu životního prostředí**. Jde zejména o sledování vlivu velkých technických děl na životní prostředí, monitorování území devastovaných povrchovou těžbou, problémy rozsáhlých skládek odpadků, rozšiřování areálů velkých měst a s tím související stále rozsáhlejší zabírání půdy pro sklady, hypermarkety, továrny, podniky služeb. Rozhodující je využití družicových informací při **zjišťování znečištění ovzduší** průmyslovými exhalacemi.

Radarové snímky nalézají uplatnění především v oblasti životního prostředí. Díky schopnosti pronikat oblačností je lze využít v případě kalamitních situací, především v průběhu záplav, pro mapování aktuálního stavu zaplavených oblastí i pro mapování jeho vývoje. Radarové snímky jsou citlivé nejen na přítomnost povrchové vody, ale i na obsah vody v půdě i několik cm pod povrchem, a proto je na nich možné rozeznat například zavlažované plochy od nezavlažovaných. Další možnosti uplatnění radarových snímků jsou v oblasti monitorování hospodaření v lesích či v oblasti zjišťování typu vegetace při použití časové řady snímků z různých vegetačních období, pro geomorfologické či geologické aplikace, sledování pobřeží, ledovců a pro mnohé jiné.

Obrazové i radarové záznamy slouží jako základní faktografické podklady pro preventivní opatření k **zachování přírodního prostředí**, rekultivaci devastovaných území a obnově rovnováhy ekosystémů.

GEOLOGICKÉ VÝZKUMY

Stále širší uplatnění mají speciální družice určené pro potřeby **geologie**. Opakované pravidelné monitorování umožňuje sledovat změny na zemském povrchu zapříčiněné vulkanickou činností, erozní činností a sedimentací, rozšiřování pouští, následky ničivých zemětřesení a řadu dalších jevů. Družice pomohly odhalit průběh riftových zón na pevninách, na styku tektonických desek, zpřesnit znalosti o proudových a kerných sesuvech, průbězích zlomů. Letecké snímkování opakované po více letech dokáže odhalit i velmi pomalé sesuvné pohyby interpretací zdánlivě neodůvodněných zákrutů a změn v průběhu cest, vodních toků, posunů vegetace apod. Na území České republiky a Slovenské republiky bylo tak odhaleno více než 3000 lokalit sesuvných terénů.

HLEDÁNÍ SUROVIN

Rozdíly v barevných odstínech družicových záznamů reagují na zbarvení půdy v oblastech **výskytu surovin**, umožňují vyhledávat prostory s velmi pravděpodobným **výskytem ložisek uhlí, ropy, zemního plynu, chemických surovin, rud a stavebních materiálů**. Jsou dnes důležitým informačním zdrojem pro tvorbu nejrůznějších geologických, geomorfologických a půdních tematických map.



ÚZEMNÍ PLÁNOVÁNÍ

Letecké snímky a z nich odvozené ortofotomapy se staly zcela nezastupitelným podkladem pro **územní plánování, urbanismus**. Jsou na nich řešeny všechny projekty velkých dopravních staveb a **záměry územních plánů obcí**.

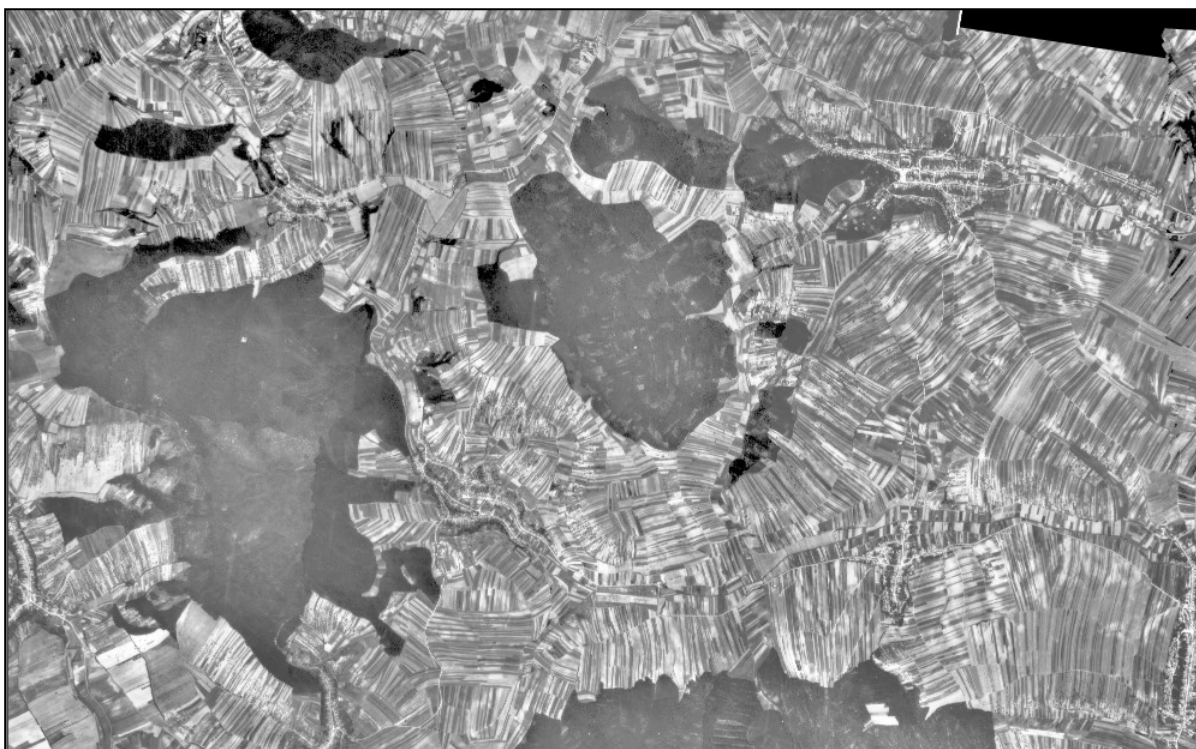
ARCHEOLOGICKÉ VÝZKUMY

Velmi široké uplatnění mají letecké a družicové snímky **v archeologii**. Interpretace jejich obsahu dovoluje rozeznat díky rozdílnému zbarvení půdy a vegetace i změnám v tvářnosti reliéfu lokality objekty dávné minulosti, které jsou přímo v terénu prakticky nerozeznatelné (např. původní rozdělení pozemků, pravěká sídliště a pohřebiště, nález ruin starého města Llacapata v džungli blízko Machu Picchu v Peru). Pomáhají tomu i vržené stíny na snímcích pořízených časně ráno nebo v pozdních odpoledních hodinách.

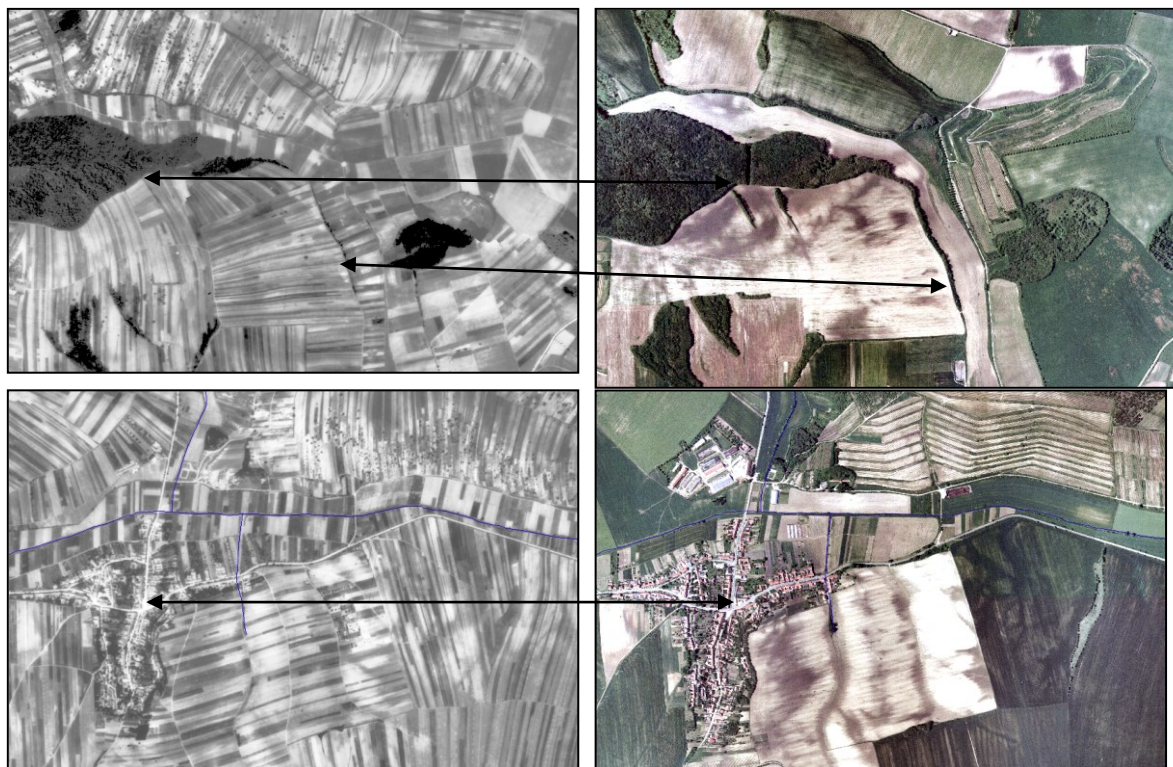
GEOGRAFICKÝ VÝZKUM

Identifikace a lokalizace objektů zobrazených na leteckých snímcích lze řešit **pozorováním snímků se současným kartografickým obrazem** daného území v mapách odpovídajícího měřítka.

Informační bohatost snímků lze vyhodnocovat jednak nezávisle vždy **pro konkrétní rok snímkování**, jednak vzájemným srovnáním změn v krajině, ke kterým došlo **v průběhu let**. Využívají se tedy časové řady snímků. Velmi dobře lze sledovat např. **rozzrůstající se zástavbu**, změny v průmyslových areálech, změny ve způsobu využívání půdy, vznik nových vodních děl atd.



Obr. 84: Pro získání obrazu krajiny povodí říčky Harasky ve vzdálenosti cca 35 km jihovýchodně od Brna před scelením pozemků a studium změny krajinných procesů na rozloze cca 50 km² byly zpracovány analogové historické letecké měřičské snímky z roku 1953 s 30% překryvem. Zdroj: seskládáno ze snímků VGHÚ Dobruška, upraveno H. Svatoňovou.



Obr. 85: Obrázek dokumentuje změnu krajiny jižní Moravy po padesáti letech. Černobílé snímky vlevo z léta roku 1953 zachycují ještě krajinu, která se pozvolně vyvíjela tisíciletí. Na konci padesátých let bylo provedeno scelení pozemků, patrné je i rozrůstání lesa (horní dvojice), mírné zvětšení sídelní zástavby a terasování svahů (dolní dvojice snímků). Zdroj: VGHÚ Dobruška, Geodis Brno, spol. s r.o., upraveno H. Svatoňovou.



Obr. 86: Kombinace mozaiky zpracovaných archivních snímků s vektorovou vrstvou aktuálního využití krajiny. Z kombinace těchto dvou vrstev je patrné např. terasování svahů nebo výstavba výrobních zemědělských areálů. Zdroj: VGHÚ Dobruška, upraveno H. Svatoňovou





Lidská sídla z ptačího pohledu

Jaká je morfologická struktura obce, ve které bydlíte, a jak se vaše obec vyvíjela?

Dovedete si představit, jak vypadá zahradní město?

Jak a proč se změnila obce v zázemí velkých měst za posledních 20 let?

Nejjednodušším využitím DPZ je mapování změn v krajině. Pro zeměpis lze využít letecké snímky pro celou řadu pozorování, z nichž nejběžnějším je sledování vývoje lidských sídel.

VÝVOJ OSÍDLENÍ A SÍDEL VE SVĚTĚ



Obr. 87: Hlavní město Austrálie – Canberra (tzv. parlamentní trojúhelník). Zdroj: Google Maps.

Vzhled města naplánovali dva architekti z amerického Chicaga, kteří – podobně jako právě v Chicagu, kladli důraz na geometrické motivy, jako kruhy, šestiúhelníky a trojúhelníky. Ve městě se nachází také významné plochy přírodní vegetace, díky kterým lze Canberru nazývat **zahradním městem** nebo přezdívkou „bush capital“.

PŮDORYS SÍDEL

Jak již bylo řečeno, v České republice, ale i dalších státech, které byly osídleny již ve starověku, se sídelní struktura a charakter měst utvářel postupně. Důsledky vývoje jsou však jasně patrné dodnes.

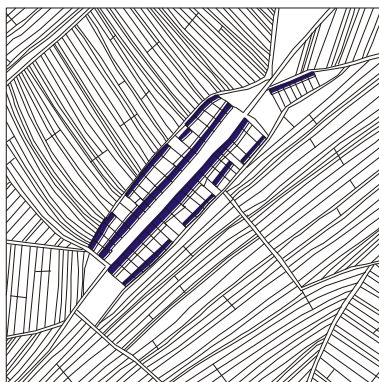
Současný stav systému a morfologie osídlení je výsledkem dlouhodobého vývoje. Sídla vznikají a rozvíjejí se za určitých podmínek, jež se postupem času proměňují; proměňuje se i struktura a vzhled sídel. Názorným příkladem mohou být středověká horní města, kdy se po vytěžení suroviny snížil význam města, ale díky vybudované infrastruktuře a určité vrstvě obyvatel město často zůstalo zachováno a dále se rozvíjelo (v ČR např. Jihlava a další).

Jinak však byla utvářena sídla např. na území dnešní České republiky, jinak třeba v USA nebo v Austrálii. Zatímco u nás se sídelní struktura a struktura samotných sídel vyvíjela přirozeně, v některých státech byla města vytvořena uměle. Jako příklad uměle vybudovaného města může sloužit australské hlavní město Canberra, které vzniklo jako výsledek sporu jednotlivých území Australského svazu z roku 1901, zda roli hlavního města převezme Sydney nebo Melbourne. Tak vznikl kompromis – Canberra.

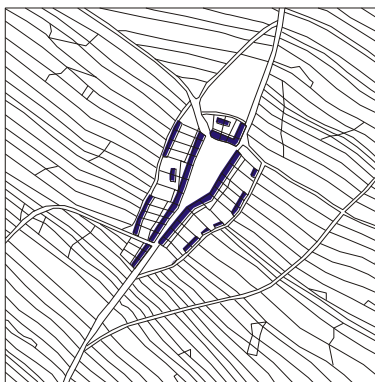
Dalších zajímavých uměle vytvořených měst je celá řada. Mezi nejznámější patří letecký snímek ulice Diagonal v Barceloně nebo město Las Vegas v USA, které bylo vybudováno uprostřed pouště. Hlavní město Brazílie – Brasília – bylo vybudováno ve tvaru letadla.



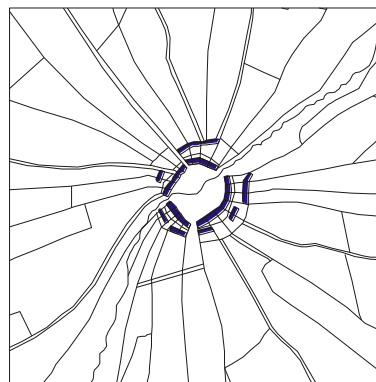
V souladu s polohou místa a dalšími, zejména přírodními podmínkami se utvářely různé **půdorysné typy**, které lze rozdělit na: šachovnicovitě, radiálně koncentrické, lineární nebo nepravidelné.



traťová plužina
silniční ves



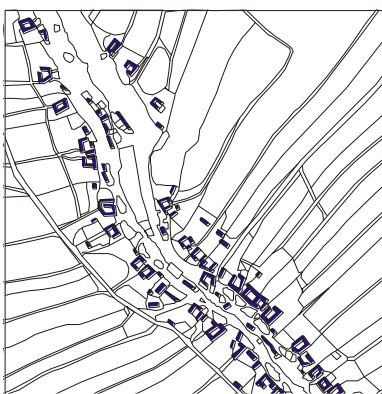
délková plužina
návesní ves



záhumenticová plužina
návesní ves



lesní návesní ves



řadová ves

Obr. 88: Půdorysné typy venkovských obcí a plužin v České republice. Zdroj: Prezentace předmětu Geografie obyvatelstva a sídel, Katedra geografie PŘF UPOL.

Podobně je tomu u vývoje venkovských sídel, kdy kromě půdorysu obce, který samozřejmě není díky své omezené velikosti tak výrazný jako u měst, věnujeme pozornost i **plužinám** (pozemky patřící k vesnici využívané k zemědělským aktivitám). Typy půdorysů venkovských obcí jsou schematicky znázorněny na obrázku.

SUBURBANIZACE

Vývoj sídel, a to zejména těch v zázemí velkých měst, prochází v České republice výraznou proměnou od 90. let 20. století. Dochází k tzv. procesu **suburbanizace**, což znamená přesun obyvatel, jejich aktivit a některých funkcí z jádrového města do zázemí. Tento proces rozšiřování území města můžeme zaznamenat u většiny měst vyspělých zemí již od 2. poloviny 20. století, u nás – jak již bylo řečeno – až se značným časovým zpožděním.



Obr. 89: Obec Hlušovice u Olomouce – příklad suburbanizace. Zdroj: Google Maps.



Suburbanizaci lze rozdělit na dva základní typy:

- **Residenční** (obytná) – dochází k postupnému odlivu lidí z jádrového města do nových rodinných (v poslední době i bytových) domů v okolních obcích. Vznikají tak areály nové výstavby označované jako **satelitní městečka**.
- **Komerční** (pracovní a obslužná) – nákupní nebo průmyslové zóny.

V případě, že dojde k rozšiřování zástavby do volné krajiny, a to neřízeným a nepromyšleným umístěním residenčních nebo komerčních areálů do krajiny, jedná se o urban sprawl, česky o tzv. „**sídelní kaši**“. Výsledkem je většinou mozaikovitá struktura nově rozvíjených ploch v zázemí města, kterou je možno považovat za nežádoucí z ekonomického, sociálního i environmentálního pohledu.

(Text o suburbanizaci zpracován s využitím textů M. Ouředníčka z webové stránky www.suburbanizace.cz).

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Vyhledejte si na Google Maps nebo Google Earth letecké snímky centra města Brasília a ulici Diagonal v Barceloně. Znáte další příklady netradičně vystavěných měst?

Vyhledejte pomocí leteckých snímků k výše uvedeným půdorysům měst a vesnic příklad.

Metodický a pracovní list:

Lidská sídla z ptačího pohledu

Svět pohledem družice LANDSAT

Proměna krajiny, porovnání starých a aktuálních leteckých snímků

Poznej města na leteckých snímcích



ENVIRONMENTÁLNÍ PROJEKT

Číslo metodického listu: ML-EV-1	Téma: ENVIRONMENTÁLNÍ PROBLÉMY A DPZ Název aktivity: <i>Cesta kolem světa</i>	Cílová skupina: Žáci 2. stupně ZŠ, žáci SŠ Použité metody a formy: Projektová výuka Skupinová práce Samostatná práce
Časová náročnost: 210–250 minut		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Environmentální výchova
Prostředí výuky: Počítačová učebna		
Cíle aktivity:	<ul style="list-style-type: none">• Zopakovat si práci s různými zdroji snímků DPZ• Vyhledat na mapě a na internetu různá místa podle leteckých a satelitních snímků• Pracovat s různými zdroji dat, vytvořit prezentaci v programu Google Earth	
Pomůcky:	<ul style="list-style-type: none">• Přístup k PC s internetem• Nainstalovaný program Google Earth• Mapa světa formátu A2• Vytisknuté obrázky pro různá místa světa použitelná pro cestu kolem světa	
Motivační text:	<p><i>Tak tedy Phileas Fogg vyhrál svou sázku. Vykonal cestu kolem světa za osmdesát dní. Použil k tomu všech dopravních prostředků, parníků, železnic, povozů, jachty, nákladní lodi, saní, slona. Výstřední džentlmen přitom projevil své nejskvělejší vlastnosti, chladnokrevnost a přesnost. Ale co dál? Co tím putováním získal? Co si ze své cesty přivezl? Nic, říkáte? Nic, budiž, až na půvabnou ženu, která – ať to zní jakkoli nepravděpodobně – učinila ho nejšťastnějším z lidí. A po pravdě řečeno – nevykonali bychom cestu kolem světa i pro něco menšího?</i></p> <p>Zdroj: http://www.cesky-jazyk.cz/ctenarsky-denik/jules-verne/cesta-kolem-sveta-za-80-dni-2.html#ixzz2LqTefYq</p>	

**Zadání úkolů:****Úkol 1:** Poznáš místo vyfocené z letadla?

Vydejte se na poznávací procházku po vaší třídě a poznejte, co který obrázek znamená. Své odpovědi zaznamenejte do odpovědního archu. Pozor, nejvíce správných odpovědí z tebe může udělat kapitána horkovzdušného balónu!

1.	11.
2.	12.
3.	13.
4.	14.
5.	15.
6.	16.
7.	17.
8.	18.
9.	19.
10.	20.

Podle zadání učitele vytvořte posádku, se kterou budete nyní společně připravovat cestu kolem světa.

Úkol 2: Která místa na vaší cestě navštívíte? Vyberte si tato místa za obálky, kterou jste dostali od učitele. Nejprve je s učitelem zkontrolujte a pak si запиšte:

Která místa navštívíte – doplňte daná místa k příslušné oblasti:

Vodní útvar (řeka, jezero...):

Hory, pohoří, vrcholy:

Geobiomy (poušť, deštný prales...)

Města (brownfields, zdevastované plochy, nové zástavby)



	<p>Vybraná místa si zaznačte do pracovní mapy, abyste si ověřili, že jsou rovnoměrně rozmístěná kolem celé zeměkoule.</p> <p><u>Úkol 3:</u> Zjistěte si o vybraných místech důležité informace. Z obálky, kterou vám rozdá učitel, vyberte pouze ty pojmy a informace, které se vztahují k vašim vybraným místům. S jakými problémy se můžete v daných místech setkat?</p> <p><u>Úkol 4:</u> Vyhledejte na internetu družicové a letecké snímky vašich míst. Využijte vašich znalostí a zkušeností s různými servery, nabízejícími letecké a družicové snímky, případně věnujte pozornost učiteli, prozradí vám vhodné stránky.</p> <p><u>Úkol 5:</u> Zpracujte prezentaci pro vaši cestu v programu Goggle Earth.</p> <p>Otevřete si program Google Earth a označte si vámi vybraná místa. Poté pořídte záznam cesty.</p> <p><u>Úkol 6:</u> Zpracujte mapu z vaší cesty</p> <p>Do mapy formátu A2 nebo do nástěnné mapy světa nyní zaznamenejte vaši cestu. Jednotlivá místa v mapě označte, doplňte fotografiemi a leteckými nebo satelitními snímky. Spojte tato místa mezi sebou a spočítejte, jakou vzdálenost jste mezi nimi urazili. Tuto vzdálenost napište vždy nad spojnicí daných dvou míst. Mapu zpracujte tak, aby se vám líbila a zároveň aby odrážela vaši cestu. Bude výsledkem práce, který odevzdáte učiteli a který bude vystaven ve třídě.</p> <p><u>Úkol 7:</u> Prezentujte výsledky své práce.</p>
Autorské řešení:	<i>Tento projekt nemá autorské řešení.</i>
Postup práce:	<p><u>Motivace (10–15 minut)</u></p> <p>Přečtete společně s žáky úryvek z motivačního textu, případně můžete nakopírovat zajímavé pasáže z knihy J. Verna: Cesta kolem světa.</p> <p>Vyzvěte žáky, že nyní mají jedinečnou možnost vypravit se na svoji cestu kolem světa. Jejich hlavním dopravním prostředkem bude horkovzdušný balón – protože svět budou navštěvovat</p>



především z výšky. Mohou ale i na vybraných místech přistát a prohlédnout si nějaké přírodní zajímavosti. Nejprve však musí poznat, jak vlastně země pohledem z výšky může vypadat.

Úvodní soutěž aneb co je na obrázku (30 minut)

Z přiloženého CD vytiskněte obrázky s leteckými a družicovými snímky z různých zdrojů, doplněné o popis místa. Žáci se vydají na poznávací soutěž. Jednotlivé snímky jsou očíslované, každý žák dostane odpovědní arch a jejich úkolem je poznat co nejvíce obrázků. Žáci mohou pracovat ve dvojicích. Pokud jsou žáci mladší, vytiskněte k jednotlivým obrázkům i arch s možnostmi. Na závěr můžete vyhodnotit tři nejúspěšnější (případně čtyři) dvojice nebo žáky, ze kterých se stanou kapitáni posádek balónu.

Rozdělení žáků do skupin (5 minut)

Tito kapitáni si nyní rozdělí zbytek třídy do svých posádek (případně rozdělí učitel) tak, aby vznikly maximálně 5členné posádky (ideální jsou tříčlenné). Každá posádka se nyní vydá na cestu kolem světa.

Přestávka

Cesta kolem světa – výběr míst (45–60 minut)

Každá skupina obdrží obálku s názvy míst, které jim určují jejich cestu kolem světa a pracovní obrysovou mapu světa formátu A4. Názvů míst je záměrně více, žáci si mohou vybrat místa, která chtějí navštívit. Vhodné je zadat skupinám přesný počet míst a zdůraznit, že mají letět kolem světa. Každá skupina by měla navštívit alespoň 10 míst (u starších žáků doporučujeme zadat více míst), přičemž tato místa by měla být ze tří různých oblastí (oblasti jsou v obálce rozlišeny barvou textu):

- vodní útvar (řeka, jezero)
- hory, pohoří, vrcholy
- geobiomy (například poušť, tropický deštný les apod.)
- města – brownfields, nové výstavby, zdevastované plochy

Prvním úkolem žáků tedy je vybrat si, která místa chtějí navštívit – k jejich výběru mohou použít atlas, místa si vyhledat a předem si je zakreslit do pracovní mapy. Takto vybraná místa nejprve ukážou učiteli, který jejich práci zkontroluje – pokud je vše v pořádku, může se skupina pustit do vlastní cesty kolem světa. Učitel ještě může žákům k vybraným místům dát obálku s fotografiemi (pozor: fotografie nejsou ale ke všem místům), které mohou využít při další práci.

Následně žáci zjistí o svých vybraných místech informace. Každé místo je spjaté také s nějakým environmentálním nebo ekologickým problémem. Tento problém je popsán na kartičkách, které najdete na CD. Nechejte žáky, ať k danému místu z nabídky kartiček vyberou ty správné informace, se kterými mohou dále pracovat.

Poznámka: Pokud je to možné, můžete jim dát před hodinou blok, do kterého si tyto informace zpracují a který potom použijí při prezentaci.

Obejděte jednotlivé skupiny a zkontrolujte, zda žáci přiřadili správné informace. Diskutujte s jednotlivými skupinami o zjištěných problémech a ptejte se jich na příčinu.

Následuje vlastní práce na cestě kolem světa, která se skládá ze dvou částí: vytvoření záznamu cesty v programu Google Earth a vytvoření mapy z této cesty.





Poté žáci pořídí snímky těchto míst z různých družic (LANDSAT, EUMETSAT), staré letecké snímky z Google Earth, v případě míst pro Českou republiku mohou použít i Národní geoportál INSPIRE nebo server Mapy.cz.

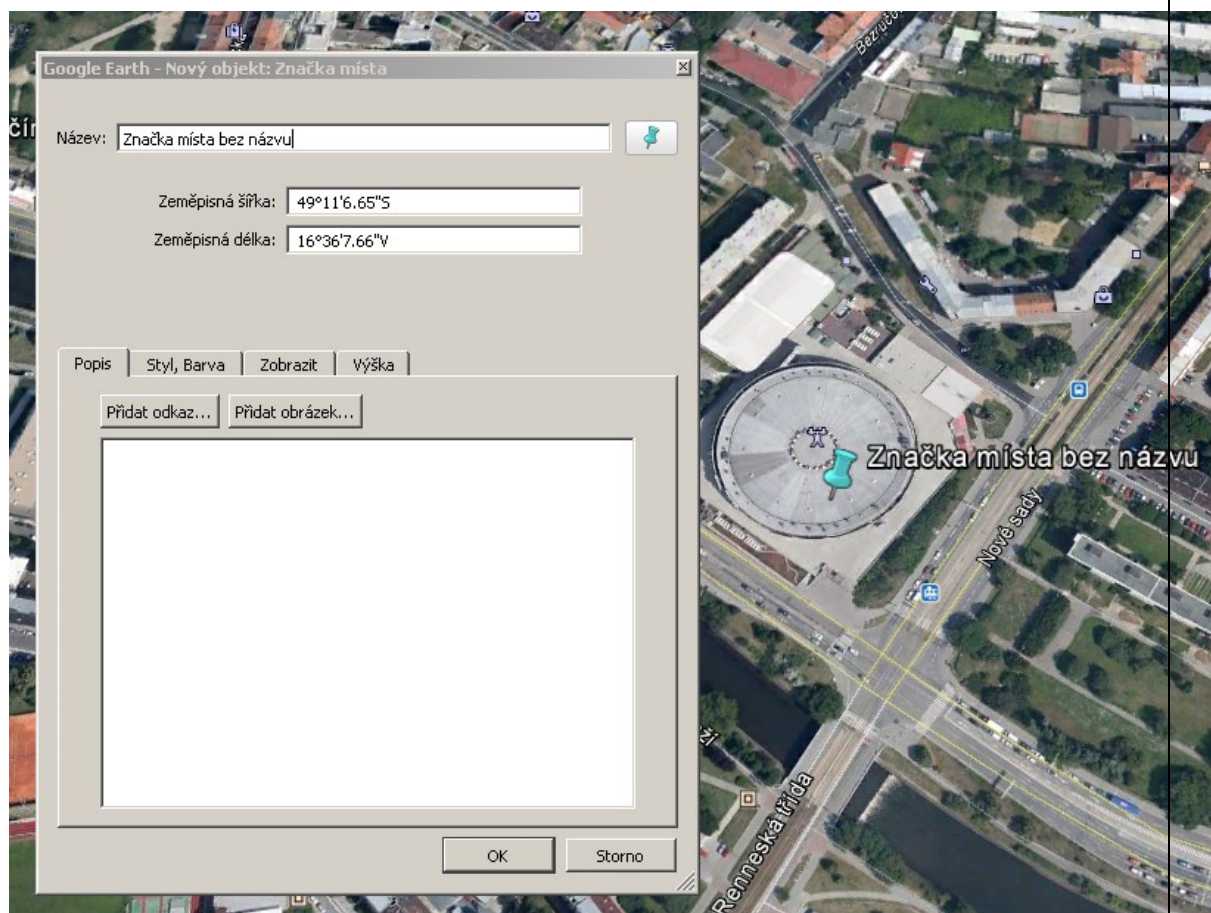
Přestávka

Cesta kolem světa – práce s Google Earth (45–60 minut)

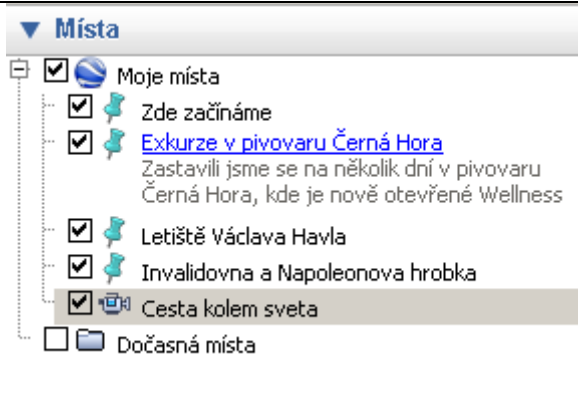
Žáci budou nyní pracovat s programem Google Earth. V programu si vyhledají jednotlivá místa, která budou v průběhu své cesty navštěvovat a označí je pomocí nástroje *Přidat značku místa*.

Následně pomocí nástroje *Zaznamenat prohlídku*  zaznamenají celou svoji prezentaci z Cesty kolem světa. Zde je vhodné, aby učitel obcházel žáky, pomáhal jim a klidně je nechal nejprve zaznamenat prohlídku nanečisto na několika vybraných místech.


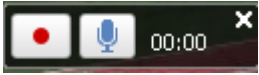
Návod pro práci s Google Earth: Pro zpracování cesty nejprve přidejte pomocí nástroje *Přidat značku místa*  všechna místa, která plánujete navštívit. Můžete k nim doplnit informační text, nebo přidat zajímavý odkaz:



Jednotlivá místa si poskládejte tak, aby byla v levé tabulce *Moje místa* sestupně, od prvního po poslední místo, které plánujete navštívit. Nezapomeňte, že letíte stále vpřed, nevracíte se.



Nyní zaznamenejte prohlídku jednotlivých míst dle následujícího postupu:

- V levé části okna Google najdete seznam všech vašich míst. Dvakrát klikněte na to místo, kde začínáte cestu.
- Poté zvolte z horní lišty nástrojů **Zaznamenat prohlídku** . V dolní části obrazovky se objeví toto tlačítko, kliknutím na červený puntík zaznamenáte prohlídku všech míst vaší cesty: .
- Postupně tedy klikejte v levé části na vaše místa, pokud u nich máte popisky, nezapomeňte je i zavřít, aby vám nenarušovali další cestu. Program zaznamená vaši cestu, bude si pamatovat, i jak dlouho jste na místě byli, proto je vhodné si u toho zkusit rovnou říct, co o daných místech byste chtěli říct svým spolužákům.
- Přehrajte si vaši cestu a zkontrolujte, zda máte dostatek času na mluvení a zda se vám daná cesta líbí.

Cesta kolem světa – mapa cesty (30 minut)

Každá skupina obdrží od učitele mapu světa formátu A2, ve které si pomocí pravítka a barevné pastelky vyznačí pás rovnoběžek, ve kterém se pohybují (pozor, toto vyznačení by nemělo být nijak dominantní, doporučte žákům použít šedou nebo světle modrou barvu). Následně z pracovní mapy a s pomocí atlasu do mapy přenesou všech 15 míst, která si vybrali. K těmto místům vhodně upevní svoje letecké snímky nebo fotografie, jednotlivá místa spojí a určí, jaká je mezi nimi vzdušná vzdálenost. Mapu dále upraví tak, aby obsahovala jednotlivé kompoziční prvky (název, podpis, případně legendu) a jednotlivé mapy budou vyvěšeny ve třídě a použity při závěrečné prezentaci.

Závěrečná prezentace (45 minut)

Jednotlivé skupiny představí svoji cestu pomocí programu Google Earth a s výslednou mapou.

Otázky na závěr:

Diskuze na závěr

Na závěr můžete s žáky probrat tyto otázky:

- Jak se vám líbí možnost nezávazně cestovat a objevovat neznámá místa?
- S jakými ekologickými problémy jste se v průběhu cesty setkali?
- Vyberte z vašich míst jeden problém, který je podle vás nejvážnější a měl by se řešit.



	<ul style="list-style-type: none">• Jak byste daný problém řešili?
Autorské řešení otázek:	<i>Tyto otázky nemají autorské řešení</i>
Závěr:	Žáci se v průběhu úkolu seznámí s prací s leteckými snímky, vyzkouší si práci v programu Google Earth a dovedou prezentovat svoji práci.
Metodické poznámky pro učitele:	<p>1) Šedě označená políčka jsou určena pro učitele a není nutné je tisknout žákům jako součást pracovního listu.</p> <p>2) Jednotlivé snímky pro cestu kolem světa (viz přílohy na CD) je vhodné zalaminovat, aby nedošlo k jejich poškození při lepení do mapy. Pro lepení do mapy lze použít žvýkačkové lepidlo, případně klasickou izolepu.</p> <p>3) Mapu světa formátu A2 nemusíte tisknout, pokud máte ve škole nástěnnou mapu světa, žáci mohou pomocí žvýkačkového lepidla svoji cestu zaznamenat do této mapy. Je vhodné mít ale spoň dvě mapy, aby si tam mohli svoji cestu zanést všechny skupiny naráz a pak ji jen ukazovat. Cesty, kterými spojují jednotlivá místa lze zaznačit pomocí barevný bavlnek.</p> <p>4) Toto cvičení lze zjednodušit a vymezit ho jako cesta přes ČR, nebo po Evropě.</p>

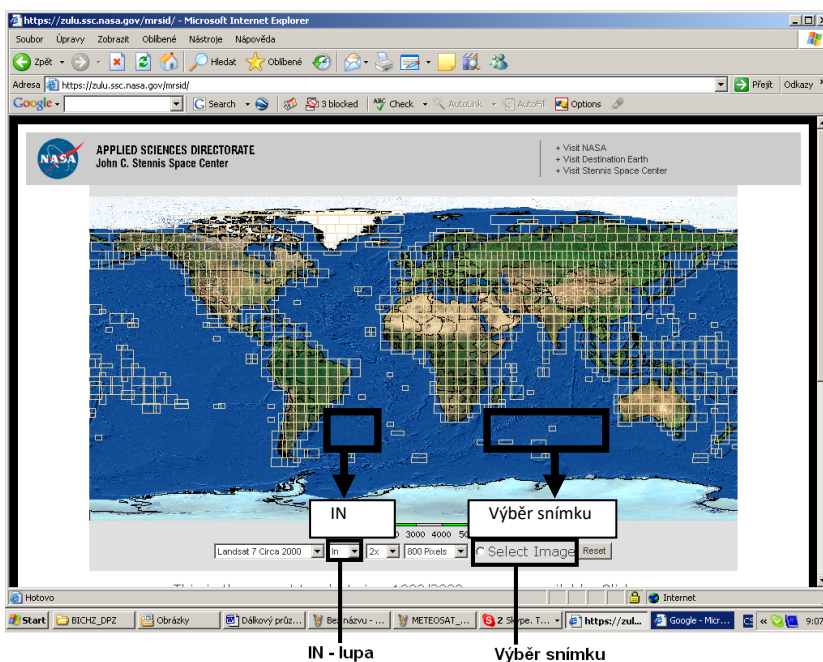


ZEMĚPIS

Číslo metodického listu: ML-ZE-1	Téma: SVĚT A KRAJINA POHLEDEM Z VÝŠKY Název aktivity: <i>Svět pohledem družice LANDSAT</i>	Cílová skupina: Žáci SŠ	
Časová náročnost: 45 min		Použité metody a formy: Krátký výklad učitele, samostatná práce žáka podle pracovního listu počítačem na internetu, variantně společně v učebně s dataprojektorem.	RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Učivo regiony světa, Česká republika (dle vybraných snímků z příslušné části světa) Environmentální výchova
Prostředí výuky: Počítačová učebna nebo učebna s dataprojektorem			
Cíle aktivity:	Seznámit se s využitím volně přístupných snímků z družice LANDSAT. Naučit se číst družicový snímek, i nekolmém snímku v nepravých barvách umět rozpoznat např. vodní plochy, ledovce, pohoří, města, zemědělskou zástavbu. Zpracovat geografický popis území na snímku.		
Pomůcky:	Počítač s připojením na Internet, papír či pracovní list, atlas České republiky, atlas světa, příp. Google maps apod.		
Motivační text:	V současnosti patří družice LANDSAT k hlavním informačním pramenům o povrchu Země a přírodních zdrojích. Landsat je družicí se subpolární dráhou letu, výška letu je přes 700 km, doba jednoho jejího oběhu je 99 minut. Nad stejným místem přelétá jednou za 16 dní. Na oběžnou dráhu byla uvedena první družice tohoto systému počátkem sedmdesátých let minulého století. Družice Landsat (nyní Landsat 7) snímkuje Zemi již 40 let. Na internetu si můžeme prohlížet řadu snímků z družice Landsat. NASA, která družici Landsat provozuje, spravuje i volně přístupný server snímků z družice, tyto snímky pokrývají veškerou souš na Zemi. Naučíme se pracovat s tímto serverem a prohlížet si snímky z družice z celého světa.		
Zadání úkolu(ů):	<ol style="list-style-type: none"> Otevřete server družicových snímků Landsat https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/. Vytvořte vlastní obrázek snímku družice LANDSAT ze zadané části světa, s pomocí mapy (Google maps apod.). Identifikujte výrazné objekty na snímku. Tyto objekty popište žlutým písmem přímo v obrázku – snímku, cca 10 objektů (obce, řeky, pohoří, nížiny, výrazné dopravní komunikace, jezera, zálivy atd.). Doplňte geografický popis území – viz text pod obr. 4. 		
Podrobný postup	<ol style="list-style-type: none"> Vyhledejte stránku https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/. Na stránce je žlutými obdélníky naznačeno pokrytí území družicovými snímky. Oblast si přibližujte klikáním myši (zkontrolujte, zda pro přibližování je na dolní liště nastaveno „IN“, případně rychlost přibližování např. 2*, 8*, při zadání „OUT“ se od oblasti „vzdalujete“). Přiblížení provádějte do úrovně, kdy se objeví žlutě napsaná čísla snímků. 		

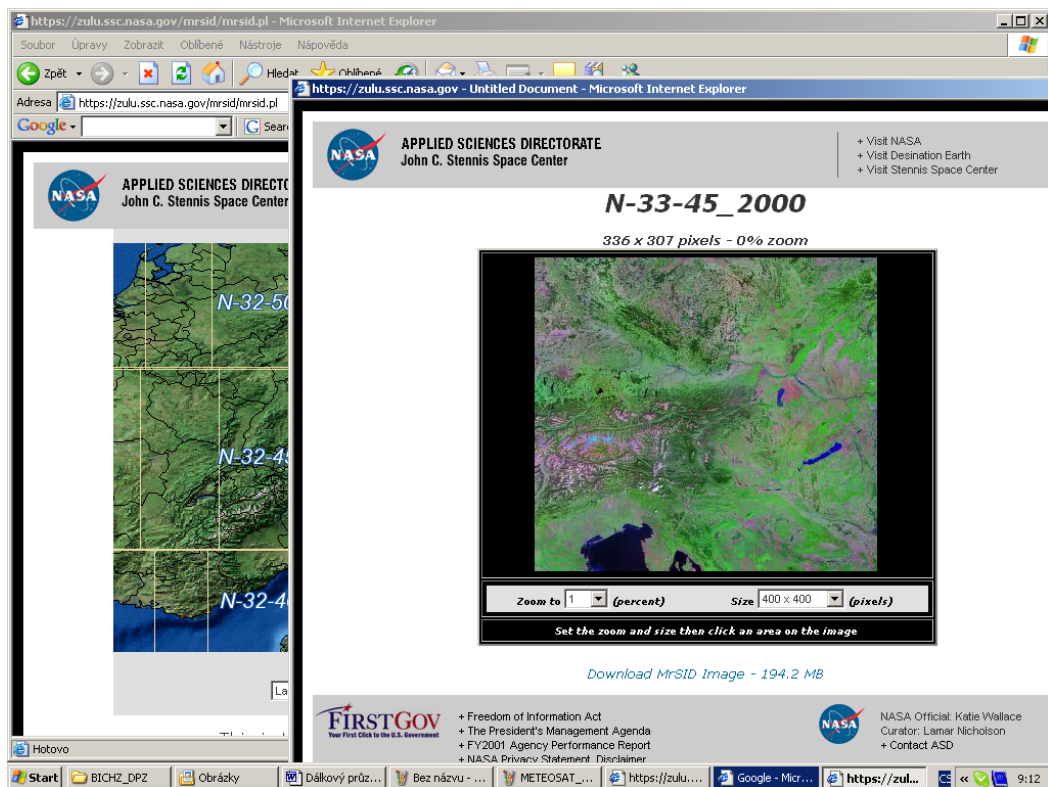


4. Teprve nyní vyberte družicový snímek příkazem „Select Image“ (Vyber snímek – kliknout do kolečka před příkazem a pak myší na číslo snímku), objeví se druhé! okno s nadepsaným číslem snímku. Znovu zkontrolujte, zda jste otevřeli družicový snímek (někdy může být krytý pod úvodní stranou, pak klikněte na jeho horní lištu, příp. se neotevřel – na liště nástrojů pro ovládání Internetu je varování“ Okno je blokováno“ – kliknout a zadat „odblokovat“).
5. Prohlédněte si družicový snímek, rozlište pohoří, vodní plochy - moře a velká jezera, velké řeky a velkoměsta. Snímek je v nepravých barvách, proto města se jeví ve fialových odstínech, zemědělské plochy jsou zelené ale i růžové, voda je temně či světle modrá dle hloubky či obsahu plavenin.
6. Vyhledejte v atlase podle mapy názvy pohoří, moří, jezer, řek, velkých přehrad a velkoměst, která na snímku vidíte. Velmi zajímavé jsou i snímky oblastí bez vegetace – pouští s dunami a oázami, slánými jezery či naopak meandrující toky sibiřských řek, oblasti pokryté ledem atd.
7. Snímek můžete přibližovat, použijte tlačítka pod snímek Zoom a Size (při zvětšení počtu pixelů získáváte ostřejší obraz). Pokud jste se při přibližování „ztratili“, nastavte zoom na malé číslo, uvidíte pak větší celek a rychleji se zorientujete.
8. Předpokládáme, že jste již přiblížili družicový snímek do oblasti, kterou jste si vybrali. Pro další zpracování doporučujeme dát okno snímku do středu obrazovky a pořídit si obraz obrazovky pomocí klávesy PrintScreen (na klávesnici v horní řadě stisknete Print Scr).
9. Otevřete program Malování (přes Start/Programy/ příslušenství/Malování).
10. Vložte obrázek obrazovky dvojklikem CTRL + V, uložte (Soubor/Uložit jako).
11. V programu Malování můžete vyříznout pouze družicový snímek a znovu uložit, získáte tak snímek bez nadbytečných lišt. Pomocí nástrojů pro text můžete prvkům přidat popis, lze využít nástrojů pro text a měnit typy a velikosti písma a jeho barvy. Vhodnější způsob popisu je bez podložky textu, která působí ve snímku rušivě.
12. Pokud se vše napoprvé nepodaří, opakujte postup a všechny kroky si zapisujte.
13. Při identifikování snímků a popisu pracujte vždy s mapou odpovídajícího měřítka, obrázky ukládejte.

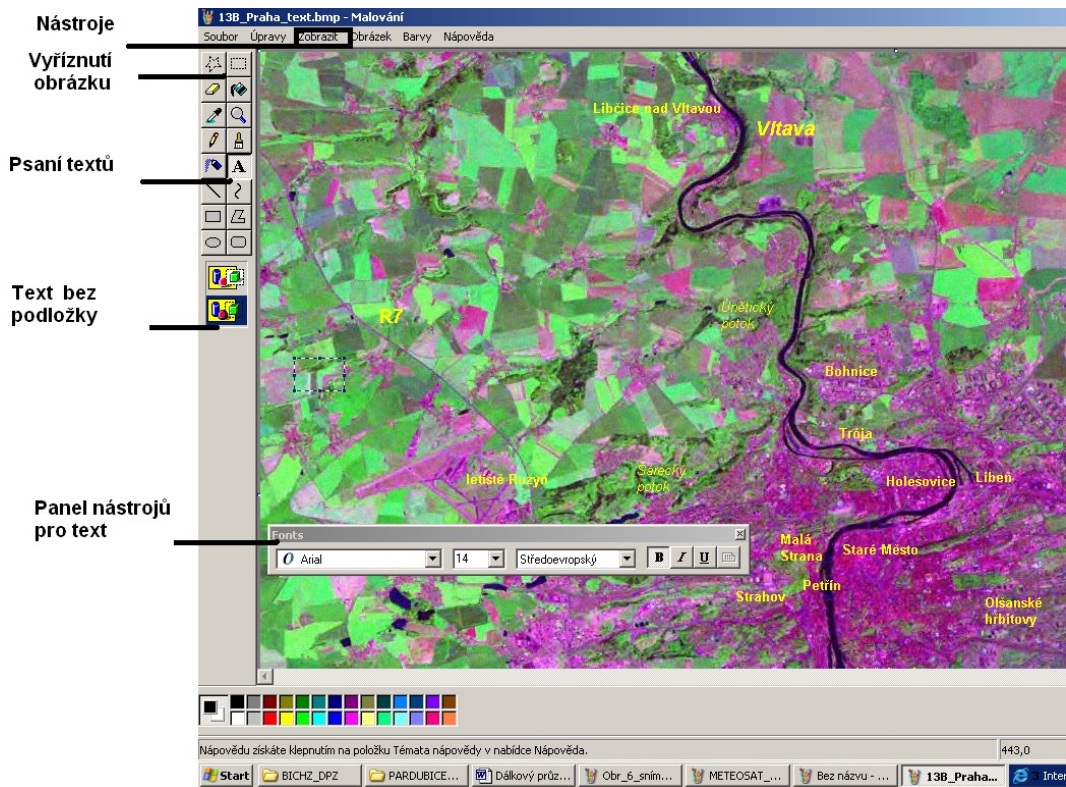




Obr. 1. Úvodní stránka s naznačením pokrytí světa snímký z družice LANDSAT



Obr. 2. Druhé okno s družicovým snímkem, pod snímkem nástroje pro přiblížení či oddálení a počet pixelů



Obr. 3. Práce v programu Malování, popisování snímku



Podrobnější informace (obrázky družice, přístrojové vybavení rozlišení galerie družicových snímků apod.) lze vyhledat např.:

- **METEOSAT** – v češtině na <http://www.chmi.cz/meteo/sat/msg/msg08.html>
- Animace snímků z METEOSAT http://www.chmi.cz/meteo/sat/sat_main.html
- **NOAA** – v češtině na http://www.chmi.cz/meteo/sat/inf_noaa.html
- **LANDSAT** – v angličtině <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>
- snímky LANDSAT celého světa <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>

**Autorské,
vzorové řešení:**

Řešení vychází z oblasti, kterou snímek popisuje.



Ukázka: Obr. 4.

Geografický popis:

Snímek LANDSAT nepravých barvách, kolem roku 2000 zachycuje část pobřeží Mexického zálivu s dolním tokem řeky Mississippi. Na břehu jezera Lake Pontchartrain leží město New Orleans, které, přestože neleží na břehu moře, je velkým námořním přístavem. V západní a severní části snímku je intenzivně zemědělsky obděláná krajina s četnými drobnějšími sídly. Na snímku jsou zřetelné meandry řeky Mississippi včetně opuštěných ramen. Ze snímku se dá rozeznat i dávný průběh toku řeky a jeho postupné časové změny. Světlejší barva jezera a moří svědčí o malé hloubce moře, která je při pobřeží jen několik metrů.

Metodické poznámky pro učitele:

1. *Doporučujeme se s prostředím serveru seznámit a vyzkoušet si práci se snímky.*
2. *Na úvodní stránce jsou odkazy s dalšími informacemi o družici LANDSAT (její historie, technické parametry, přístrojové vybavení, vznik barevných syntéz z dílčích snímků).*
3. *Je potřeba zvládnout neobvyklý pohled výšky současně nepravé barvy – server poskytuje snímky v barevné kombinaci, která neodpovídá pohledu člověka, jsou to tzv. falešné barvy.*
4. *Zajímavá práce, při popisování snímků je potřeba mít vhodnou mapu.*
5. *Žáků lze přidělit různé regiony světa či České republiky.*
6. *Práce se snímkem a mapou podporuje také prostorové vnímání souvislostí*



Číslo metodického listu: ML-ZE-2	Téma: KRAJINA POHLEDEM Z VÝŠKY Název aktivity: <i>Proměna krajiny, porovnávání starých a aktuálních leteckých snímků</i>	Cílová skupina: Žáci ZŠ – 8. a 9. ročník, SŠ Použité metody a formy: Krátký výklad učitele, samostatná práce žáka podle pracovního listu s počítačem na internetu, variantně společně v učebně s dataprojektorem. RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Učivo: zeměpis České republiky, Environmentální výchova
Časová náročnost: 45 min		
Prostředí výuky: Počítačová učebna nebo učebna s dataprojektorem		
Cíle aktivity:	<ul style="list-style-type: none">• Seznámit se s leteckými snímky• Zvládnout základy interpretace snímků – rozpoznávat základní objekty na leteckém snímku• Sledovat vývoj krajiny – porovnat starý snímek a aktuální snímek na příkladu své obce• Naučit se pracovat s mapovým serverem – národním geoportálem na Internetu (obsahuje až desítky základních a tematických map České republiky o ortofotosnímky)	
Pomůcky:	Počítač s připojením na Internet, pracovní list.	
Motivační text:	<p>Pohled na svět z výšky je pro nás nezvyklý, přitom však velmi zajímavý. Věci, které vidáme kolem sebe, vidíme na snímku jinak - z velké výšky (kam buď vystoupáme na palubě letadla, v balónu nebo využijeme snímky, které byly pořízeny z letadla či družice).</p> <p>Letecký nebo družicový snímek je jiný než mapa. Mapa zobrazuje svět pomocí symbolů – znaků – je tedy modelem světa. Snímek zobrazuje svět takový, jaký je. Má to své výhody (reálnost pohledu), ale i nevýhody – chybí např. popis, některé důležité objekty s malým rozměrem nemusí být na snímku patrné - zanikají. Někdy se proto vytváří družicová mapa, která spojuje družicový snímek (v podkladu) a mapu (doplnění značek, popisu, souřadnic, legendy atd.)</p> <p>Zobrazíme si na leteckých snímcích nám známé místo – obec, ve které žijeme a její okolí. Prohlédneme si ji na leteckém barevném snímku z nedávné doby, ale i na černobílém snímku pořízeném před 60 lety. Staré snímky jsou také velmi zajímavé – uvidíme, co se v naší obci změnilo, jak se proměnila krajina kolem nás.</p> <p>Naučíme se pracovat s národním geoportálem, který poskytuje letecké snímky a mapy pokrývající území České republiky</p>	
Zadání úkolu(ů):	<p>Okruh 1 – práce s národním geoportálem: vyhledáme snímek.</p> <p>Okruh 2 – práce s leteckým snímkem: rozpoznáváme objekty na snímku, vyhledáme si i mapu jako pomocníka pro rozpoznávání objektů.</p> <p>Okruh 3 – práce se starým leteckým snímkem: podíváme se, jak vypadala naše obec krátce po 2. sv. válce.</p> <p>Okruh 4 – proměna krajiny v čase podle snímků: zjistíme, které části obce zůstaly stejné, které jsou nové, jak se změnila krajina kolem obce.</p>	



Dílčí kroky:

Okruh 1 – práce s národním geoportálem

1. **Otevřeme si stránky** národního geoportálu: <http://geoportal.gov.cz/>, v dolní části stránky pak klikneme na ortofotosnímky, otevře se prostředí národního geoportálu
2. V pravé části stránky **klikneme na Vrstvy** – zobrazí se nabídka základních map a ortofotosnímků. Zde zakliknutím zadáme požadavek zobrazit příslušnou vrstvu – zaklikneme „**ortofoto** aktuální ČUZK“.
3. Přibližujeme se do okolí naší obce – klikáním myši do prostoru, kde naše obec leží. Přibližování ukončíme, máme-li zobrazenou **celou naši obec s okolní krajinou**.

Okruh 2 – rozpoznávání objektů na snímku – interpretace snímku

1. **Rozlišíme na snímku základní objekty:** les, pole, louka, vodní plochy, sídelní zástavba, rekreační ploch, průmyslová nebo obchodní zástavba.
2. **Vyhledáme známé objekty:** budovu školy, obecní úřad – **zorientujeme se ve snímku** – a následně **pojmenujeme** vybrané objekty: názvy vodních ploch, částí obce, vrcholů v okolí, ulice, snímek můžeme i přiblížit do většího detailu a najít i vlastní místo bydliště.
3. Neznáme-li názvy objektů, zapneme vykreslování vrstvy „topografická mapa“ a názvy si připomeneme. Můžeme si i horní vrstvu částečně zprůhlednit (klikneme na její název a nastavíme zprůhlednění), díváme se pak na dvě vrstvy současně). **Okruh 3 - letecký snímek z 50. let 20. st.**

Okruh 3 – práce se starým leteckým snímkem

Zaškrtneme **zobrazení snímku z 50. let 20. st** – provede se překreslení snímku. Zobrazí se černobílý snímek pořízený kolem roku 1952.

Dobře si prohlédněme střed naší obce – **najdeme kostel, náměstí, přilehlé ulice** a další objekty.

Sledujte okolí obce-**zemědělskou krajinu a запиšte stručné odpovědi:** Jak vypadala pole? Jsou stejná svou velikostí jako dnes? Co příp. vedlo ke změně ne velikosti a tvaru polí? Kam zasahoval les? Rybníky jsou na stejném místě nebo došlo k vysušení či naopak založení rybníka či přehrady?

Okruh 4 – proměna krajiny

Zodpovězte následující otázky:

Kam se Vaše obec rozrostla?

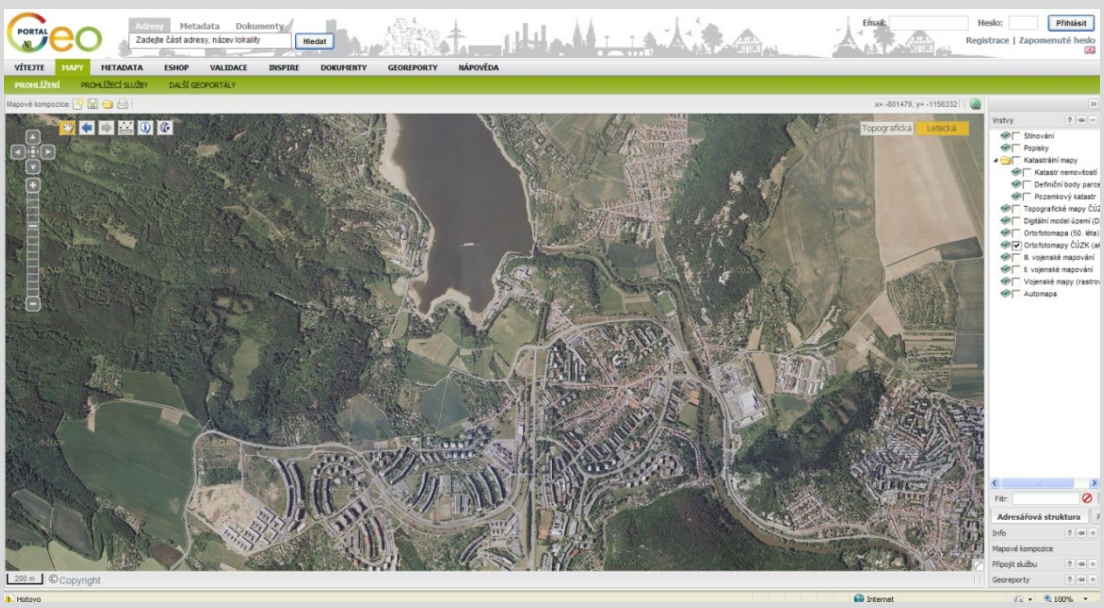
Jaký druh zástavby přibyl – rodinné domy, bytové domy, průmyslové areály, obchodní plochy, zemědělské objekty?

Co bylo dříve na zastavěných plochách?

Ubylo orné půdy, lesů nebo luk?

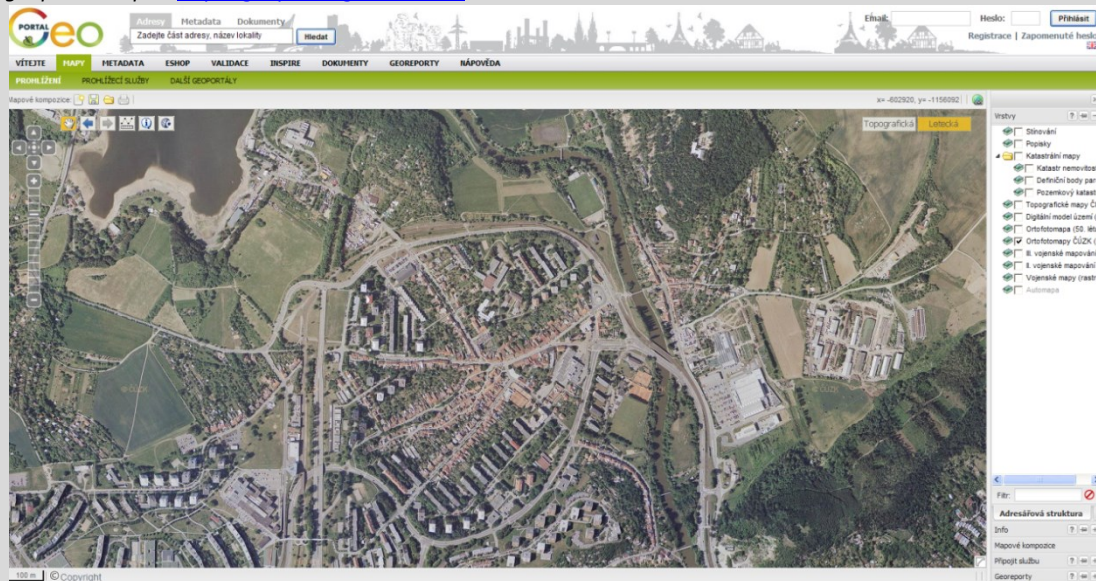
Pokuste se odhadnout vývoj krajiny v budoucnu. Napište nebo načrtněte, jak bude vypadat krajina v okolí Vaší obce za 100 let.



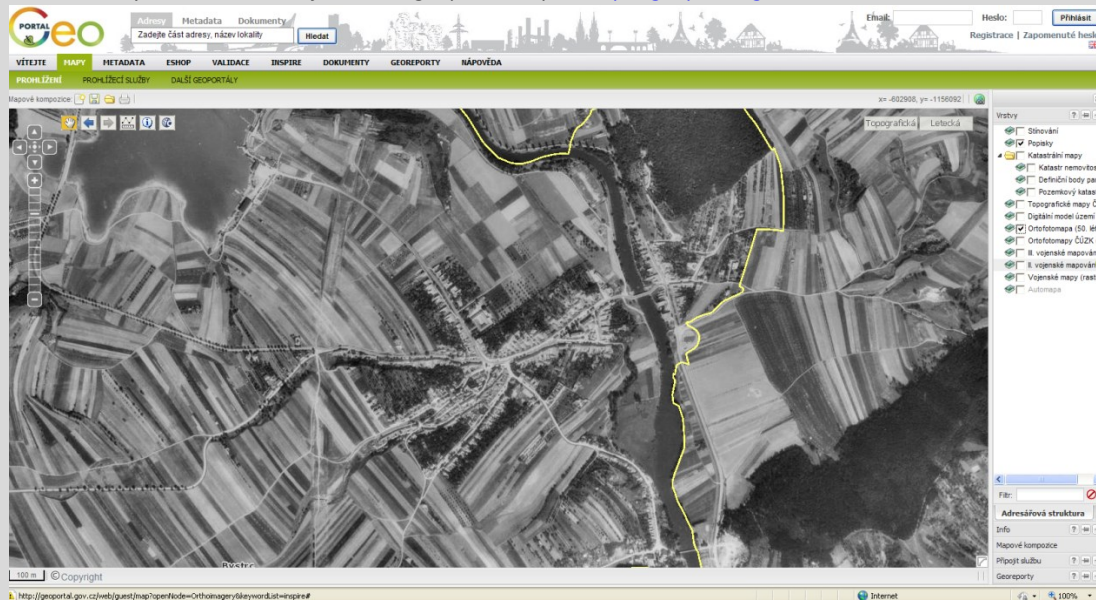
Otázky na závěr:	Změnila se zásadně krajina kolem Vaší obce? Ve kterých částech obce došlo k největším změnám? Jak se změnila pole? Jak odhadujete vývoj krajiny okolo vaší obce v příštích 100 letech?
Závěr:	Krajina se vyvíjí. Přírodní podmínky zůstávají po dlouhá období téměř neměnné. Člověk ale krajinu proměňuje velmi rychle – přibývá zastavěných ploch – sídelní zástavby, obchodů apod. Na starých leteckých snímcích je vidět původní rozložení staveb v obci. Je také vidět původní úzká políčka tak jak se po staletí obhospodařovala – a ještě před rozoráním mezí a scelením pozemků na konci 50. let 20. st. (vstup zemědělců do JZD – jednotných zemědělských družstev)
Metodické poznámky pro učitele:	<p>Aktivita je pro žáky zajímavá, níže popsaný popis možná působí náročně, po spuštění serveru s mapami ČR – národního geoportálu – ale zjistíme, že je uživatelsky velmi přívětivý. Pokud si nevíme rady, žáci nám pomohou – i tento postup je ověřený☺. Může se stát, že na vykreslení mapy chvíli čekáme – je třeba mít na paměti, že naše příkazy posíláme na externí server mimo školu a ten nám posílá zpět požadované obrázky.</p> <p>Aktivita může mít řadu podob – samostatná práce žáků či práce ve dvojicích u PC s Internetem nebo práce celé třídy ve třídě s dataprojektorem. V druhém případě je vhodné, aby si učitel snímky připravil předem – ubude možná starost s delším stahováním snímku. Snímky si můžeme připravit tak, že si zobrazíme požadované obrázky na obrazovce, stiskneme klávesnici printscreen, otevřeme si Malování a pomocí CTRL+ V vložíme obrázek. Pak jej můžeme oříznout od nadbytečných lišt a uložit si jej. Žáci mohou objekty na snímcích popisovat slovně, lze využít i interaktivní tabuli a názvy objektů dopisovat. Na národním geoportálu můžeme připravit topografickou mapu naší obce – v nabídce Vrstvy zaklikneme „topografická mapa“. Lze si prohlížet i dvě vrstvy současně – např. topografickou mapu a starý letecký snímek. Aby byla spodní vrstva vidět, nastavíme pro horní vrstvu zprůhlednění – klikneme na její název a myší nastavíme požadované zprůhlednění. Dobře tak vidíme např. změnu v sídelní zástavbě oproti 50. letům. Aktuální či staré snímky mohou žáci popisovat i v prostředí Malování, vloží si obrázek – snímek a s pomocí nástrojů Text vkládají popisy (doporučujeme bez podložení textu).</p> <p>Ukázky:</p>  <p>Ukázka: Brno – Bystr na aktuálním ortofotosnímku z prostředí národního geoportálu INSPIRE, Zdroj: Národní</p>



geoportál Inspire <http://geoportal.gov.cz/web/>



Obr. Brno – Bystrc – detail, zdroj: Národní geoportál Inspire <http://geoportal.gov.cz/web/>



Obr. Brno – Bystrc na leteckém snímku z 50. let 20. st., zdroj: Národní geoportál Inspire <http://geoportal.gov.cz/web/>

Přílohou metodického listu je prezentace Krušné hory v čase.



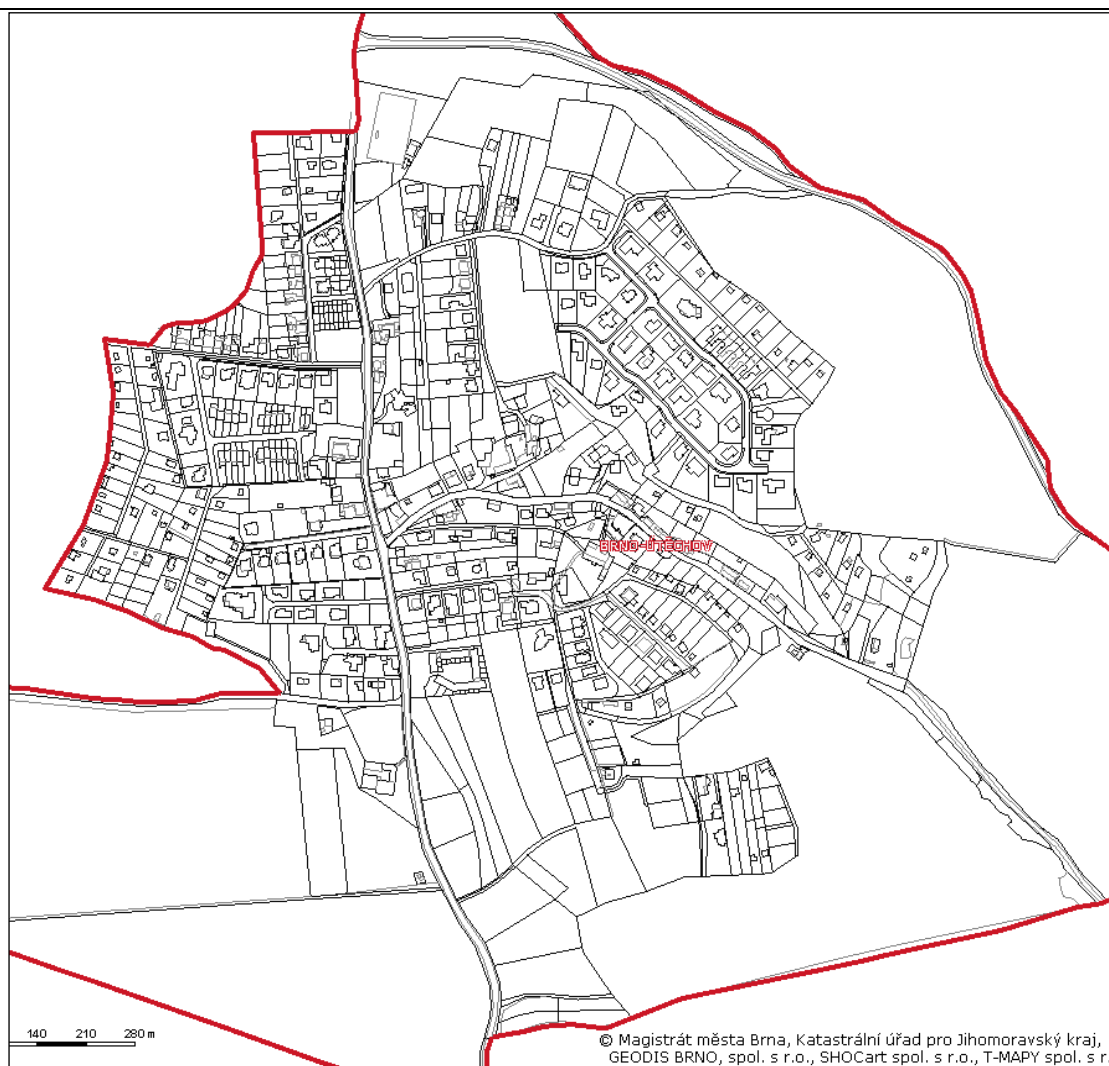
<p>Číslo metodického listu:</p> <p>ML-ZE-3</p>	<p>Téma:</p> <p>KRAJINA POHLEDEM Z VÝŠKY</p> <p>Název aktivity:</p> <p><i>Poznej města na leteckých snímcích</i></p>		<p>Cílová skupina:</p> <p>Žáci ZŠ SŠ</p> <p>Použité metody a formy:</p> <p>Krátký výklad učitele, samostatná práce žáka, společná kontrola výsledků</p> <p>RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům:</p> <p>Učivo zeměpisu Česká republika</p>											
<p>Časová náročnost:</p> <p>20 min</p>														
<p>Prostředí výuky:</p> <p>Učebna s dataprojektorem</p>														
<p>Cíle aktivity:</p>	<p>Naučit se rozpoznávat (interpretovat) letecké či družicové snímky</p>													
<p>Pomůcky:</p>	<p>Papír či pracovní list, powerpointové prezentace (viz CD), dataprojektor s PC, atlas České republiky</p>													
<p>Motivační text:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Letecké a družicové snímky přinášejí méně obvyklé pohledy na krajinu. • Podle úhlu pohledu rozeznáváme snímky šikmé a kolmé. • Šikmé snímky jsou přirozenější, čtenář získává i informaci o výšce terénu či budov, jejich bočních stěnách apod., proto je snazší rozpoznávat objekty. • Kolmý snímek je pro nás nezvyklý, chybí informace o výšce objektů apod. • Právě kolmý snímek se však v odborné praxi nejvíce využívá např. pro vytváření map • Podívejme se na některá místa České republiky objektivem fotoaparátu umístěném na letadle. • Poznáte následující města či místa na leteckých snímcích? Zkuste 10 z nich poznat na snímku! 													
<p>Zadání úkolu(ů):</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Připravte si tabulku o jedenácti řádcích a dvou sloupcích, nadepište záhlaví (první sloupec – číslo fotografie – slide, druhý sloupec – název města). 2. Zapisujte do tabulky názvy měst zobrazených na slidech powerpointové prezentace. Používejte i nápovědu. 													
<p>Autorské řešení:</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="391 1422 702 1512"><i>Číslo snímku</i></th> <th data-bbox="702 1422 1476 1512"><i>Název města</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="391 1512 702 1601">1</td> <td data-bbox="702 1512 1476 1601"><i>Kroměříž</i></td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 1601 702 1691">2</td> <td data-bbox="702 1601 1476 1691"><i>Brno</i></td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 1691 702 1780">3</td> <td data-bbox="702 1691 1476 1780"><i>Praha - Staroměstské náměstí</i></td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 1780 702 1870">4</td> <td data-bbox="702 1780 1476 1870"><i>Český Krumlov</i></td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 1870 702 1955">5</td> <td data-bbox="702 1870 1476 1955"><i>Třeboň</i></td> </tr> </tbody> </table>		<i>Číslo snímku</i>	<i>Název města</i>	1	<i>Kroměříž</i>	2	<i>Brno</i>	3	<i>Praha - Staroměstské náměstí</i>	4	<i>Český Krumlov</i>	5	<i>Třeboň</i>
<i>Číslo snímku</i>	<i>Název města</i>													
1	<i>Kroměříž</i>													
2	<i>Brno</i>													
3	<i>Praha - Staroměstské náměstí</i>													
4	<i>Český Krumlov</i>													
5	<i>Třeboň</i>													



	6	České Budějovice
	7	Telč
	8	Mikulov
	9	Město Brno
	10	CHKO Moravský kras
Otázky na závěr:	<p>Pracujte se školním atlasem České republiky. Ukažte tato města a místa na mapě.</p> <p>Řekněte, proč jsou zajímavá pro turisty. Která z nich jsou i památkami UNESCO nebo se na jejich území nachází památka UNESCO?</p> <p>Popívejte se na stránky UNESCO http://www.unesco-czech.cz/ a řekněte, které další památky jsou na území České republiky.</p>	<p>Autorské řešení otázek:</p> <p>Města s velmi dlouhou historií, zachovalá centra měst, náměstí a okolní uličky, hrady a zámky, krásná krajina v jejich bezprostředním okolí</p> <p>Památka UNESCO: Kroměříž, Telč, Český Krumlov, Brno – Vila Tugendhat, Praha -</p> <p>Přehled památek UNESCO v ČR včetně popisu</p> <p>viz http://www.unesco-czech.cz/</p>
Závěr:	Na leteckých snímcích jsme si ukázali vybraná historická města na zemi České republiky. Některá z nich jsou i světově chráněnými památkami. Přitahují tedy zájem turistů z celého světa. To podporuje i zaměstnanost v těchto městech – řada místních obyvatel pracuje ve službách, které mají přímou návaznost na turistický ruch (hotely, restaurace, informační centra, průvodci atd.)	
Metodické poznámky pro učitele:	<ol style="list-style-type: none">1) Šedě označená políčka jsou určena pro učitele a není nutné je tisknout žákům jako součást pracovního listu.2) Pro zjednodušení lze udělat z měst a míst nabídku, ze které žáci vybírají.3) Vhodné je využití vlastivědné mapy České republiky4) Webové stránky jsou velmi dobře zpracované, lze je využít pro přípravu učitele i práci žáků	



Číslo metodického listu: ML-ZE-4	Téma: DPZ A OSÍDLENÍ Název aktivity: <i>Lidská sídla z ptačího pohledu</i>	Cílová skupina: Žáci 2. stupně ZŠ Použité metody a formy: samostatná práce
Časová náročnost: 30 minut		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: environmentální výchova
Prostředí výuky: Počítačová učebna		
Cíle aktivity:	<ul style="list-style-type: none">• Pracovat s mapou a leteckými snímky	
Pomůcky:	<ul style="list-style-type: none">• Přístup k PC s internetem, kde žáci pracují s leteckými mapami/snímky• Soubor podkladových půdorysů sídel• Pastelky, tužka	
Motivační text:	Nejjednodušším využitím metod DPZ je mapování změn v krajině. Jedním z témat, které lze sledovat je vývoj lidských sídel, jež se v průběhu času dynamicky proměňují, zatímco v minulosti byl jasně znatelný půdorys sídla a jeho pluziny, v současnosti již tyto charakteristické znaky mizí. V České republice totiž nastala jedna z nejdynamičtějších změn v 90. letech 20. století, kdy se lidé začali přesouvat z center měst do klidnějšího prostředí na okrajích či dokonce v blízkém zázemí měst.	
Zadání úkolů:	Městská část Brno – Útěchov je typickým příkladem suburbanizačního procesu. Najděte si na internetu letecký snímek Útěchova a do připraveného podkladu pastelkami vybarvěte plochy se starou a novou zástavbou. Vysvětlete: a) Jak vypadají domy v různých částech Útěchova? b) Jaké jsou výhody a nevýhody suburbanizace v Útěchově? c) Co může suburbanizaci v Útěchově omezovat? d) Jaký typ lidí se do Útěchova stěhuje? Jaký je jejich způsob života?	



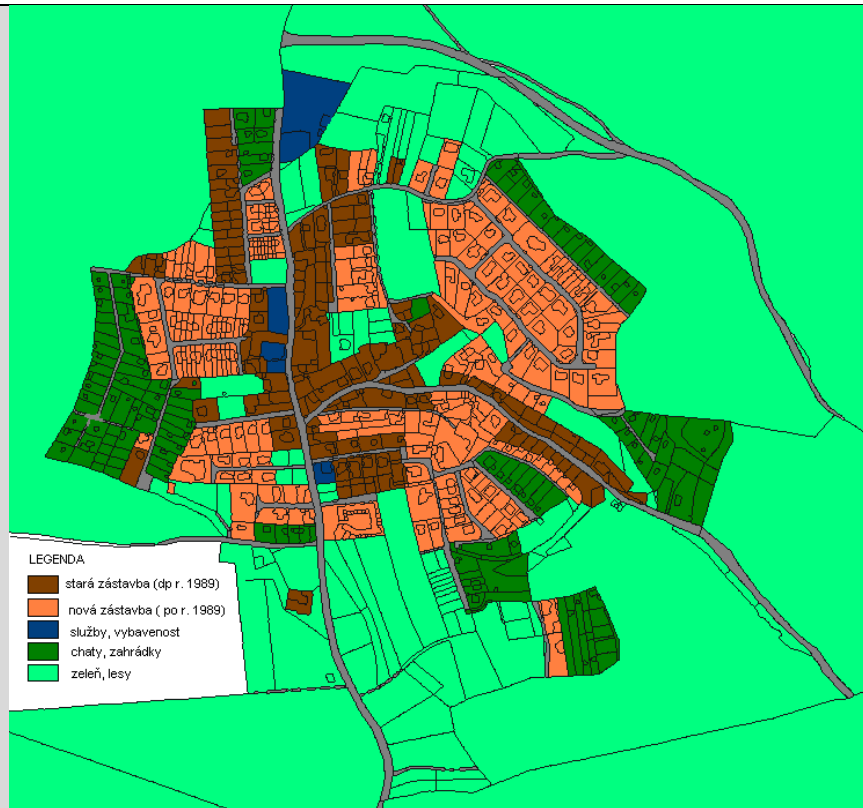
Městská část Brno – Útěchov. Zdroj: gis.brno.cz

Legenda:

Starší domy	<input type="checkbox"/>
Nově postavené domy	<input type="checkbox"/>
Služby	<input type="checkbox"/>
Chaty, zahrádky	<input type="checkbox"/>
Zeleň, lesy	<input type="checkbox"/>



Autorské řešení:



Městská část Brno – Útěchov. Zdroj: gis.brno.cz, řešení studenti PdF MU.

- a) V celé městské části jsou řadové domy nebo samostatně stojící rodinné domy. Je velký vizuální rozdíl mezi starou a novou zástavbou.
- a) Výhody – větší klid než ve městě, lepší prostředí pro život, čistější ovzduší, menší hluk...
Nevýhody – často je potřeba dojíždět do města (rodiče za prací nebo službami, děti do škol), mohou chybět některé služby.
- b) Nedostatek volných ploch v současné době. Omezení lesy ze všech stran kromě jihu. Územní plán a v něm vymezené plochy pro bydlení.
- c) Silnější střední vrstva. Mladé rodiny s dětmi. Útěchov slouží ve všední dny převážně jako noclehárna, o víkendech možnost rekreace (vycházky do atraktivního okolí, sportovní vyžití...)

Postup práce:

Žáci pracují samostatně nebo ve dvojicích u počítače. Využívají aplikaci s leteckými mapami (www.maps.google.com, www.mapy.cz nebo jiné). Vyhledají konkrétní obec, kterou ve velkém měřítku detailně analyzují a do přichystané podkladové mapky vybarvují plochy.

Závěr:

Žáci se v průběhu úkolu seznámí s prací s leteckými snímky a dokážou se v nich orientovat a analyzovat jednotlivé prvky. Uvědomí si, kde a proč vzniká nová zástavba a dokážou vysvětlit výhody a nevýhody bydlení na periferii měst.

Metodické poznámky pro učitele:

- 1) Sedě označená políčka jsou určena pro učitele a není nutné je tisknout žákům jako součást pracovního listu.
- 2) Úkol 2 lze plnit i přímo v terénu v jakékoliv obci, ve které vznikla v posledních cca 20 letech nová zástavba. Žáci vlastním průzkumem rozlišují starou a novou zástavbu a zakreslují ji do



		<i>předem připravené mapky nebo tvoří vlastní mapku.</i>
Číslo metodického listu: ML-ZE-5	Téma: KRAJINA POHLEDEM Z VÝŠKY Název aktivity: <i>Příprava animace aktuálního chodu oblačnosti nad Českou republikou ze snímků družice Meteosat</i>	Cílová skupina: Žáci ZŠ, SŠ Použité metody a formy: Krátký výklad učitele, samostatná práce žáka podle prac. listu počítačem na Internetu , variantně společně v učebně s dataprojektorem. RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Učivo Počasí a podnebí, zeměpis České republiky Environmentální výchova
Časová náročnost: 30 min		
Prostředí výuky: Počítačová učebna nebo učebna s dataprojektorem		
Cíle aktivity:	Seznámit se s využitím snímků družice METEOSAT. Číst snímky z družice METEOSAT. Vědět, kde se mohu podívat na aktuální stav oblačnosti nad Českou republikou. Naučit se sestavit si vlastní animaci chodu oblačnosti nad Českou republikou v posledních dnech.	
Pomůcky:	Počítač s připojením na Internet, papír či pracovní list, atlas České republiky.	
Motivační text:	Družice Meteosat poskytuje ze vzdálenosti 36 tisíc km snímky, které se využívají ke sledování aktuální meteorologické situace a pro předpovědi počasí nad Afrikou, Evropu a Atlantickým oceánem. Snímky z družice můžeme denně vidět předpovědi počasí na ČT 1. Družice má své řídicí středisko v Darmstadtu, kam snímky posílá. Po jejich úpravě je jsou odesílány k dalšímu využití – i pro potřebu meteorologů a lidí v České republice. Oblačnost nad územím České republiky můžeme sledovat na internetu. Tuto službu zajišťuje Český hydrometeorologický úřad a je přístupná po internetu prostřednictvím webových stránek úřadu – viz odkaz http://old.chmi.cz/meteo/sat/ .	
Zadání úkolu(ů):	1. Vyhledejte stránku družicového oddělení Českého hydrometeorologického ústavu úřadu http://old.chmi.cz/meteo/sat/ . 2. V pravé části stránky je odkaz „poslední snímek“. Klikněte na něj, ukáže se Vám <u>poslední zaznamenaný (nejaktuálnější) družicový snímek z družice Meteosat</u> . 3. V horní části snímku je uvedeno <u>datum a hodina pořízení snímku</u> – poznamenejte si je a porovnejte s aktuálním časem. Zapište, o kolik minut starší situaci snímek zobrazuje. 4. Pracujte s atlasem a <u>určete oblasti v ČR, kde se oblačnost v tuto hodinu nacházela</u> . 5. Vraťte se na stránku družicového oddělení a využijte odkaz“ ANIMACE MSG. Klikněte na něj. 6. Otevře se okno, v jehož pravé části můžeme myší <u>vybrat snímky</u> , dole kliknout na „nahraj“ a <u>spustit pak animaci</u> – zrychlené promítnutí snímků, které tak ukazuje pohyb oblač-	



	<p>nosti. Lze využít i nahrání každého čtvrtého či osmého snímku. Maximálně lze nahrát dvanáct obrázků.</p> <p>7. Vyberte snímky a spusťte animaci z družicových snímků Meteosat.</p> <p>8. Sledujte chod oblačnosti nad územím České republiky</p> <p>9. Odpovězte na dílčí otázky:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Poslední družicový snímek zobrazuje situaci z.....h amin. 2. Oproti současné hodině (nyní je ...h amin) je snímek omin. starší 3. Snímky jsou zasílány každých..... minut 4. V současné době je na oblačno na těchto místech České republiky: 5. Podle animace snímků lze určit i směr chodu oblačnosti – ta k nám přichází ze..... 6. Družice je pomyslně „zavěšena“ nad bodem o souřadnicích 0°, 0°. Kde se tento bod nachází, jak se nazývá poledník a rovnoběžka, kterým je bod průsečíkem? Je toapoledník. <p>Otázky navíc:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Družice je umístěna na tzv. geostacionární dráze, tj. je vůči Zemi stabilní, stále nad jedním bodem. Porovnejte úhlovou rychlost otáčení Země a družice. 2. Vypočítejte délku dráhy, kterou družice oběhne za jeden den. 3. Vypočítejte obvodovou rychlost jejího oběhu. 4. Vypočítejte obvodovou rychlost bodu na rovníku a porovnejte s obvodovou rychlostí družice Meteosat. 5. Prohlédněte si i další snímky poskytované družicí Meteosat či jejich barevné syntézy. (na stránce s animacemi vpravo dole). Pod zkratkou VIS a IR jsou naznačeny intervaly spektra, ze kterých byly snímky pořízeny. Co je znamená zkratka IR a VIS? Který snímek bude připomínat pohled očima? 		
<p>Autorské řešení:</p>	<p>Odpovědi vycházejí ze situace zobrazené na snímcích, Pro otázky navíc: úhlová rychlost Země a družice je shodná: 360° za 24 h, délka dráhy družice je obvodem kruhu poloměru, který je součtem poloměru Země a vzdálenosti družice od povrchu. Vypočítanou délku dráhy (v km) dělíme 24 hodinami – výsledkem je rychlost družice v km/h.</p> <p>VIS – zkratka pro visible – tedy interval vlnových délek spektra, který vidíme našima očima – viditelné záření (0,4 – 0,7 nm). IR – infrared – červené záření, které již očima nemůžeme vidět (následuje „za“ intervalem s viditelným zářením, tj. delší vlnová délka).</p>		
<p>Otázky na závěr:</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="373 1675 1110 1993"> <p>Družice Meteosat poskytuje snímky pro účely:.....</p> <p>Meteosat je umístěna ve vzdálenosti..... .km nad průsečíkem</p> <p>Díky veliké vzdálenosti od Země je na snímcích vidět celý k ní přivrácený disk s kontinenty: a..... aoceánem.</p> </td> <td data-bbox="1110 1675 1495 1993"> <p>Autorské řešení otázek:</p> <p>Meteorologické účely, přibližně 36 tisíc km, nad průsečíkem rovníku a nultého poledníku, kontinenty Afrika, Evropa a Atlantický oceán, předpověď počasí.</p> </td> </tr> </table>	<p>Družice Meteosat poskytuje snímky pro účely:.....</p> <p>Meteosat je umístěna ve vzdálenosti..... .km nad průsečíkem</p> <p>Díky veliké vzdálenosti od Země je na snímcích vidět celý k ní přivrácený disk s kontinenty: a..... aoceánem.</p>	<p>Autorské řešení otázek:</p> <p>Meteorologické účely, přibližně 36 tisíc km, nad průsečíkem rovníku a nultého poledníku, kontinenty Afrika, Evropa a Atlantický oceán, předpověď počasí.</p>
<p>Družice Meteosat poskytuje snímky pro účely:.....</p> <p>Meteosat je umístěna ve vzdálenosti..... .km nad průsečíkem</p> <p>Díky veliké vzdálenosti od Země je na snímcích vidět celý k ní přivrácený disk s kontinenty: a..... aoceánem.</p>	<p>Autorské řešení otázek:</p> <p>Meteorologické účely, přibližně 36 tisíc km, nad průsečíkem rovníku a nultého poledníku, kontinenty Afrika, Evropa a Atlantický oceán, předpověď počasí.</p>		



	<p>Snímky z družice Meteosat dokládají chod oblačnosti také na animacích.</p> <p>Snímky můžeme denně vidět v televizi v pořadu</p>	
Závěr:	<p>Snímky z družice Meteosat lze zobrazit na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu. Můžeme se podívat na poslední snímek z družice. Umíme udělat animaci ze snímků a sledovat chod oblačnosti nad územím České republiky.</p> <p>Dnes jepočasí, oblačno je/není, ze snímku animace je vidět, že k nám postupuje oblačnost od.....</p>	
Metodické poznámky pro učitele:	<ol style="list-style-type: none">1) Šedě označená políčka jsou určena pro učitele a není nutné je tisknout žákům jako součást pracovního listu.2) Připravit animaci je velmi jednoduché.3) Úlohy navíc- je potřeba znát termíny obvodová a úhlová rychlost a vzorec pro obvod kruhu.4) Webové stránky ČHMÚ jsou velmi dobře zpracované, lze je využít pro přípravu učitele i práci žáků, zobrazují i snímky družice NOAA s polární drahou letu.5) Ukázka webové stránky druž. oddělení, v dokresleném červeném obdélníku důležité odkazy – přechod na poslední snímek a na animaci. 	



Číslo metodického listu: ML-ZE-6	Téma: KRAJINA POHLEDEM Z VÝŠKY Název aktivity: <i>Kde právě prší – využití dat z radaru</i>	Cílová skupina: Žáci ZŠ, SŠ Použité metody a formy: Krátký výklad učitele, samostatná práce žáka podle pracovního listu počítačem na Internetu, variantně společně v učebně s dataprojektorem. RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Učivo Počasí a podnebí, zeměpis České republiky Environmentální výchova
Časová náročnost: 30 min		
Prostředí výuky: Počítačová učebna nebo učebna s dataprojektorem		
Cíle aktivity:	Seznámit se s využitím radarových dat. Vědět, kde se mohou podívat na aktuální srážkovou činnost nad Českou republikou. Naučit se sestavit si vlastní animaci chodu srážek nad Českou republikou v posledních dnech.	
Pomůcky:	Počítač s připojením na Internet, papír či pracovní list, atlas České republiky.	
Motivační text:	Prší nad územím České republiky? A kde? A kam se srážky posouvají? Blíží se k nám? Jak silný je déšť? Mám si vzít deštník? Co náš plánovaný výlet? Na tyto otázky nám může částečně odpovědět i zobrazení srážek nad Českou republikou. Kde srážky právě padají na území České republiky, můžeme sledovat na Internetu. Tuto službu zajišťuje Český hydrometeorologický úřad a je přístupná po internetu prostřednictvím webových stránek úřadu – viz http://old.chmi.cz/meteo/rad/rad_data.php . Seznámíme se s nimi. Jak funguje radar: Radar vysílá krátké impulsy energie do atmosféry. Tato energie postupuje až po překážku – kapku deště (letadlo či jiný předmět). Část energie se odrazí zpět , pak zachycena radarem. Z času od vyslání energie po její návrat lze vypočítat vzdálenost , tj. jak daleko tato překážka byla. Zaznamenán je i směr , ze kterého se vrátila. Dáme – li dohromady směr návratu a vzdálenost, můžeme zakreslit objekt, který ji odrazil, např. dešťový mrak.	
Zadání úkolu(ů):	<ol style="list-style-type: none">1. Vyhledejte stránku http://old.chmi.cz/meteo/rad/rad_data.php2. Prohlédněte si obrázek ukazující na radaru zachycené srážky.3. Prší někde nad územím České republiky? Kde?.....4. Podívejte se na barevnou legendu vyjadřující intenzitu srážek.5. Jak silný je déšť? Udejte v mm/h.....6. Přečtete si upozornění týkající se určení správného času. Čas je třeba přepočítat – přičíst hodinu (v zimě) nebo dvě hodiny (v létě).7. Ze které hodiny a minuty dle našeho času je snímek, na který se dívá-	



	<p>te?.....</p> <p>8. Jak je čerstvý? Porovnejte jeho čas s časem na hodinkách.....</p> <p>9. Animace chodu srážek: klikněte na odkaz „vylepšená verze prohlížeče“ na horním řádku stránky. Budete přeměrováni na stránky s možností sestavení animace. Vyberte až 9 snímků v pravé části, nahrajte je a animaci spusťte.</p> <p>10. Sledujte chod srážek na animaci.</p> <p>11. Ze které světové strany srážky postupují?.....</p> <p>12. Prší nad vaší obcí?Pokud ano, podívejte se na radarovém snímku na vydatnost deště a запиšte ji.....mm/h.</p> <p>13. Otázka navíc: Spočítejte, kolik litrů vody naprší za hodinu na jeden čtvereční metr při vydatnosti deště 40mm/h. Náповěda: vypočítejte objem kvádru o podstavě 1m² a výšce 40 mm. Kolik je to desetilitrových kbelíků vody za hodinu? A pozor na jednotky☺.</p>	
Autorské řešení:	<p>Odpovědi vycházejí ze situace zobrazené na snímcích z radaru.</p> <p>13. 40 l vody, tj. 4 kbelíky vody na jeden čtvereční metr plochy za hodinu.</p>	
Otázky na závěr:	<p>Prší nad územím České republiky?</p> <p>A kde? A kam se srážky posouvají? Blíží se k nám? Jak silný je déšť? Mám si vzít deštník?</p>	Autorské řešení otázek:
Závěr:	<p>Snímky ze dvou meteorologických radarů lze zobrazit na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu. Můžeme se podívat na poslední snímek z radaru. Umíme udělat animaci ze snímků a sledovat chod srážek nad územím České republiky.</p> <p>Dnes jepočasí, srážky nad územím ČR jsou /nejsou. Nejsilněji právě prší na území..... Za hodinu naprší vrstva vody o tloušťcemm. Podle chodu oblačnosti to vypadá, že nad naší obcí bude/nebude pršet. Nebo prší?</p>	
Metodické poznámky pro učitele:	<p>1) Šedě označená políčka jsou určena pro učitele a není nutné je tisknout žákům jako součást pracovního listu.</p> <p>2) Připravit animaci je velmi jednoduché.</p> <p>3) Úlohy navíc: je potřeba znát výpočet objemu kvádru a převod na litry, tj. 1dm³ je 1l.</p> <p>4) Webové stránky ČHMÚ jsou velmi dobře zpracované, lze je využít pro přípravu učitele.</p>	



Zemědělství netradičně

Jak se proměnil vzhled české krajiny v průběhu minulého století?

Poznáte z výšky hranice států?

Víte, jak vypadá závlahový systém z ptáčí perspektivy?

Víte, že moderní zemědělská technika může být řízena pomocí družic a GPS?

Víte, kdo hospodaří na polích v okolí vašeho bydliště?

Zemědělství je lidskou činností, která vytváří ráz krajiny. Charakter zemědělské výroby se však v průběhu času výrazně měnil a s ním i krajina. Na příkladu České republiky jsou proměny zemědělské krajiny nejvíce patrné díky **kolektivizaci** zemědělství. DPZ je jedním z důležitých zdrojů informací o zemědělství, přestože by to málokdo očekával. Tyto informace lze dále zpracovávat do aplikačních map, zvyšovat efektivitu zemědělství, ale také přispívat ke zlepšení stavu životního prostředí a prostředí, které nás dennodenně obklopuje.

ZEMĚDĚLSTVÍ V ČESKÉ REPUBLICE DO ROKU 1989

Ještě na počátku 20. století převládaly v české krajině nescelené dlouhé parcely. První pozemková reforma (1919–1920) sice zabrala velké pozemky nad 150 ha zemědělské půdy a nad 250 ha veškeré půdy, ale nebyla provedena důsledně, a tak zůstal zemědělský půdní fond rozdroben až do období kolektivizace, která nastala v 50. letech 20. století (podle Machová 2010). Byly rozorány meze a valy, byly odstraněny remízky; struktura krajiny získala nový – jednodušší – ráz. Scelení pozemků však umožnilo využití nové techniky (traktory, kombajny...), což na jednu stranu zlepšilo efektivitu hospodaření, na druhou stranu docházelo k postupnému znehodnocování půdy (hutnění a díky němu např. i eroze).



Obr. 90: Využití půdy v obci Jinačovice – letecký snímek z 50. let 20. století a aktuální snímek. Zdroj: Národní geoportál IN-SPIRE.

Odlisný vývoj českého zemědělství způsobil i rozdílnost naší krajiny a krajiny okolních států. Zatímco v České republice docházelo ke scelování pozemků, v okolních státech – Rakousku, Německu, ale i v Polsku (které sice patřilo do Východního bloku, ale kolektivizaci se nepodařilo plně prosadit) převládá malovýrobní způsob hospodaření, zatímco v České republice do současné doby převládá zemědělská velkovýroba. Letecké snímky tyto rozdíly jasně odhalují.

PROMĚNY ZEMĚDĚLSTVÍ PO ROCE 1989

Na počátku 90. let byly v České republice zahájeny tzv. **pozemkové úpravy**, které by měly řešit problematické využívání půdy i narušení vlastnických vztahů. Nejenže prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují je nebo dělí, zabezpečuje se jimi přístupnost a využití pozemků i vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy, ale také zajišťují podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství a zvýšení ekologické stability krajiny.¹ Postupně tak dochází k obnově remízků, tvorbě koridorů apod. a možná za několik let už nebudou české hranice na leteckých snímcích tak patrné jako jsou v současnosti.

¹ Podle: Ministerstvo zemědělství. Pozemkové úpravy a tvorba krajiny. URL <http://eaagri.cz/public/web/mze/uzemkovy-upravy/uzemkovy-upravy/co-jsou-uzemkovy-upravy/>



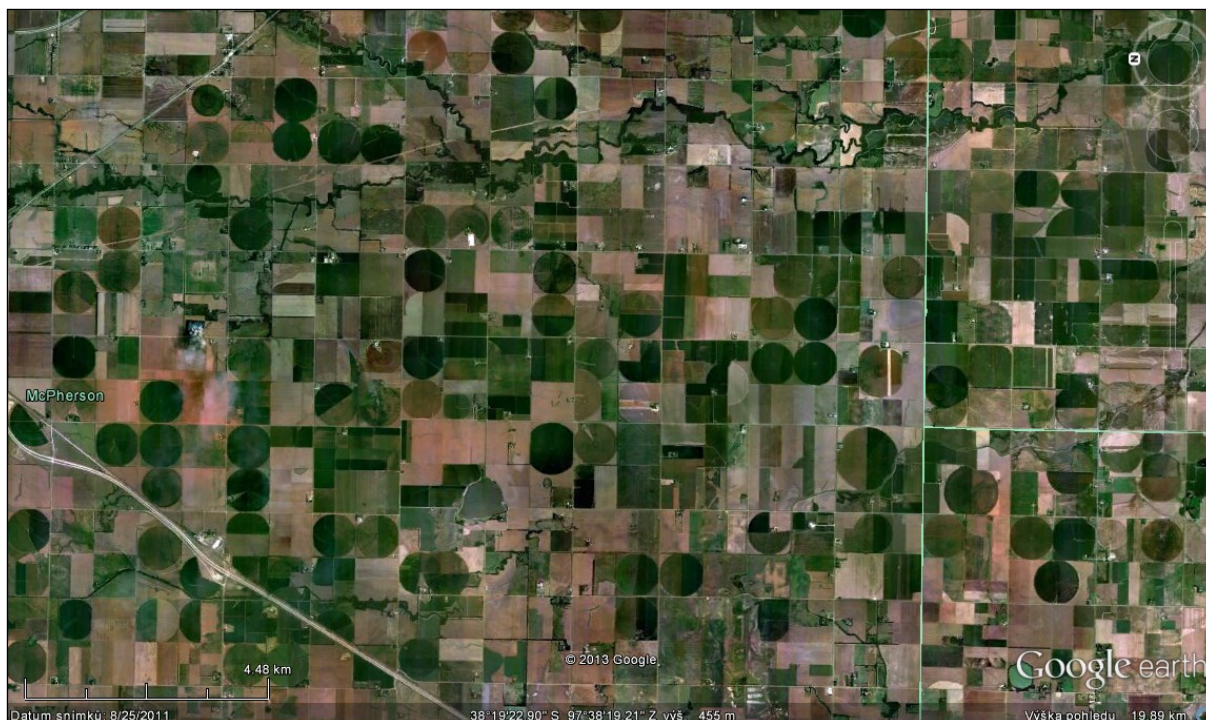
Obr. 91: Hranice České republiky a Rakouska západně od obcí Hevlín a Laa an der Thaya. Zdroj: Google Earth.

ZEMĚDĚLSTVÍ V KRAJINĚ

Letecké snímky nám však mohou ukázat i další zásahy zemědělské výroby do krajiny. Snadno můžeme odhalit uměle vytvořené **závlahové systémy** – to jsou na snímcích pravidelná kolečka (viz obr. 92). Ty vznikají díky zavlažovacímu zařízení, které rozstřikuje vodu kolem sebe, nebo je umístěno na otáčejících se „ramenech“. Pravidelná čtvercová síť na tvořená systémem uměle vytvořených cest, menší čtverce pak podhalují rozdílnou strukturu plodin. Vše je vidět na snímku ve velkém přiblížení.

Pěstované plodiny můžeme odhalit pomocí barev a struktury osevu. Zatímco kukuřice je na snímku v pravých barvách zelená (odstín je pak závislý na době, ve kterou snímkování probíhá), řepka v době květu je žlutá, pšenice v době zrání zlatavá. Hnědá pole byla nedávno sklizena. Na co je to všechno ale dobré? „Letecké snímky se používají především pro stanovení produkce plodin, mapování úrodnosti půdy, identifikaci poškození porostů vegetace a monitorování agrotechnických zásahů na pozemcích. Kromě rozpoznávání hlavních plodin nebo skupin plodin je součástí mapování také určování hranic mezi jednotlivými parcelami pěstovaných plodin.“²

² Zemědělství. URL <<http://www.gisat.cz/content/cz/aplikace/zemedelstvi>>



Obr. 92: Závlahové zemědělství ve státě Kansas (USA). Zdroj: Google Earth.

PRECIZNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ

K výraznému pokroku v zemědělství přispělo **precizní zemědělství**, které je umožněno díky zavedení globálních pozičních systémů (GPS). Jak už napovídá název, jedná se o novou technologii, která umožňuje přizpůsobit některé zemědělské operace v závislosti na prostorové variabilitě. GPS poskytuje on-line informace o pozici zemědělského stroje na pozemku. Díky spojením měřicích senzorů GPS a zemědělských strojů je možné danou operaci provádět podle lokálních podmínek půdního nebo vegetačního prostředí. Jedním z přínosů této technologie je možnost snížení nákladů na vstupy pěstovaných plodin a případně monitorování výsledku hospodaření (výnosů). Dalším z možných přínosů této technologie je šetrnost k životnímu prostředí.

INFORMAČNÍ SYSTÉMY PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Spojení výsledků interpretace dat DPZ, geografických informačních systémů (GIS) a pomocných dat také umožňuje provádění kontrol zemědělských dotací. K tomuto sledování byl v České republice vytvořen tzv. systém LPIS (Land parcel identification system, <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny/>), ve kterém je možné pomocí interaktivní mapy dohledat uživatele půdy, druh půdy, její výměru a řadu dalších informací jako např. údaje o vinicích, míru eroze, ekologické limity atd.

LITERATURA:

MACHOVÁ, I. Floristicko-fytcenologická studie agrárních valů v CHKO České středohoří (dizertační práce). Praha: Česká zemědělská univerzita, 2010. URL <<http://www.agrobiologie.cz/pds/dp/machova.pdf>>



Zemědělství. URL <<http://www.gisat.cz/content/cz/aplikace/zemedelstvi>>

LPIS. URL <<http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny/>>

Ministerstvo zemědělství. Pozemkové úpravy a tvorba krajiny. URL <<http://eagri.cz/public/web/mze/pozemkove-urady/pozemkove-upravy/co-jsou-pozemkove-upravy/>>

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Zeptejte se rodičů nebo prarodičů, jak vypadal dřív život na venkově. Pracoval někdo z vaší rodiny v zemědělství?

Víte jaký podíl obyvatel je v současné době v České republice zaměstnán v zemědělství?

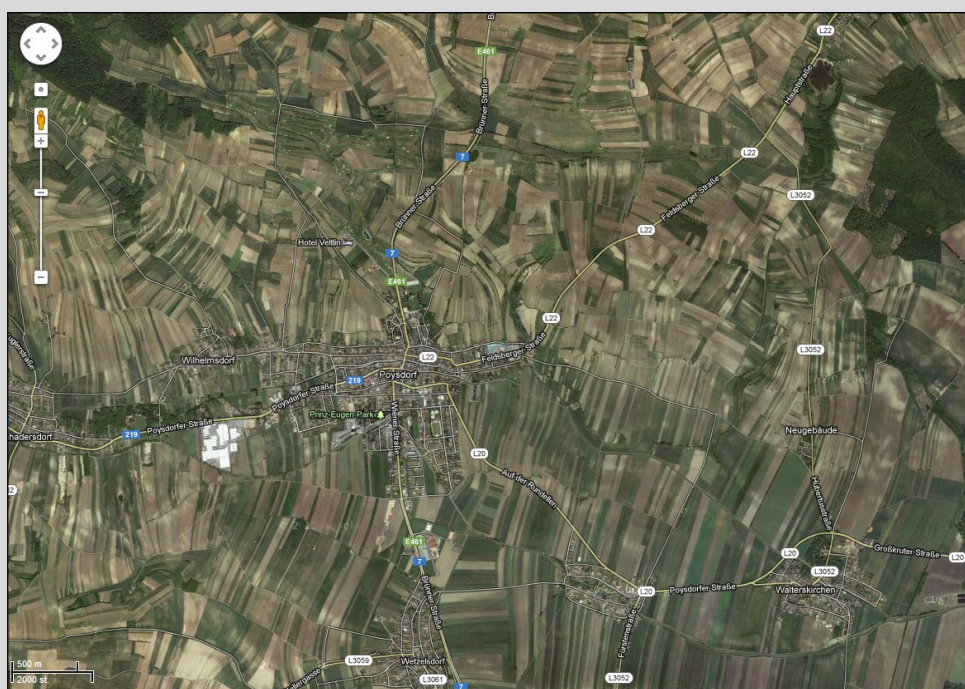
Jaké zemědělské plodiny se pěstují v okolí vaší obce? Víte, jaké jsou ideální podmínky pro pěstování těchto plodin?

Metodické a pracovní listy:

Zemědělství netradičně



Číslo metodického listu: ML-ZE-7	Téma: DPZ V ZEMĚDĚLSTVÍ Název aktivity: <i>Zemědělství netradičně</i>	Cílová skupina: Žáci 2. stupně ZŠ
Časová náročnost: 30 minut		Použité metody a formy: samostatná práce
Prostředí výuky: Počítačová učebna		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: environmentální výchova
Cíle aktivity:	<ul style="list-style-type: none"> • Poznat různé druhy zemědělství. • Vysvětlit rozdíly v zemědělství mezi různými státy světa. 	
Pomůcky:	<ul style="list-style-type: none"> • Přístup k PC s internetem • Soubor podkladových map 	
Motivační text:	Zemědělství je lidskou činností, která nejvíce vytváří ráz krajiny. Charakter zemědělské výroby se však v průběhu času výrazně měnil a s ním i krajina. Letecké snímky pomáhají odhalit jak zásahy zemědělské výroby do krajiny, tak druhy plodin, výměru pozemků a řadu dalších jevů.	
Zadání úkolů:	<p><u>Úkol 1:</u> Najděte na letecké mapě příklad závlahového zemědělství v České republice. Vysvětlíte jaké plodiny a proč se musí zavlažovat a jaké to může mít dopady na životní prostředí. Jako příklad ze světa může sloužit Aralské jezero. Vyhledejte si je na letecké mapě (nejlépe ze dvou různých let) a zjistěte, jestli se nějak změnila jeho rozloha.</p> <p><u>Úkol 2:</u> Na základě analýzy leteckých snímků zemědělsky využívané krajiny vysvětlíte rozdíly ve využití půdy v ČR a v jiném evropském státě. Čím jsou rozdíly způsobeny?</p>	
Autorské řešení:	<p><u>Úkol 1:</u> <i>Závlahové zemědělství je v ČR využíváno hlavně při pěstování zeleniny. Proto je možné setkat se s ním především na jižní Moravě, kde se zelenina ještě pěstuje. Závlahové zemědělství však může být pro krajinu nebezpečné, nejvidentnější příklad je Aralské jezero. Na konci 50. let 20. století začala hladina Aralského jezera klesat a jezero se tím pádem začalo zmenšovat v souvislosti se širokým využíváním vody z řek Amudarji a Syrdarji na zavlažování zemědělských ploch vytvořených v poušti.</i></p> <p><u>Úkol 2:</u> <i>Nejjednodušší srovnání poskytuje srovnání snímků z ČR a Rakouska nebo jiného státu, kde převažují malé soukromé farmy nad velkovýrobním způsobem zemědělství. V ČR jsou zřetelně rozpoznatelné velké parcely, které vznikly v průběhu 60.–80. let díky kolektivizaci zemědělství a scelování menších pozemků do velkých celků. Naopak v Rakousku převažují malé soukromé farmy, pozemky jsou menší, plodiny se více střídají. Nedochozí tak k časté kumulaci negativních jevů pro životní prostředí, jako je např. eroze nebo záplavy.</i></p>	



Využití půdy v okolí obce Hustopeče v České republice a obce Poysdorf v Rakousku. Zdroj: Google Maps

Postup práce:

Žáci pracují samostatně nebo ve dvojicích u počítače, vyhledávají vhodné příklady k zadaným úkolům a vysvětlují příčiny a důsledky daných jevů. K nalezení vhodných příkladů využívají aplikaci s leteckými mapami (www.maps.google.com, www.mapy.cz nebo jiné).

Otázky na závěr:

Jaké jsou pozitivní a negativní dopady zemědělství na životní prostředí?



Autorské řešení otázek:	<p><i>Pozitivní – údržba krajiny (péče o krajinu, údržba luk,...).</i></p> <p><i>Negativní – nadměrné hnojení a tím způsobené plošné znečištění vod. Při špatné péči o půdu a špatných osevních postupech např. eroze půdy. Při nadměrném hnojení plošné znečištění vod.</i></p>
Závěr:	<p>Žáci se v průběhu úkolu seznámí s prací s leteckými snímky a dokážou se v nich orientovat a analyzovat jednotlivé prvky. Uvědomí si, jak vypadá krajina z výšky, že většina krajiny je využívána právě pro zemědělskou činnost. Dokážou vysvětlit pozitivní a negativní dopady zemědělství na životní prostředí i rozdíly a příčiny rozdílů mezi zemědělstvím v různých státech světa.</p>
Metodické poznámky pro učitele:	<p>1) Šedě označená políčka jsou určena pro učitele a není nutné je tisknout žákům jako součást pracovního listu.</p> <p>2) Sledování stavu zemědělství lze pozorovat i přímo v terénu v okolí školy.</p>



Proměny průmyslu

Víte, proč jsou velké průmyslové podniky často na okraji obce?

Myslíte, že podle leteckého snímku poznáte, kdy vznikly budovy pro průmyslovou výrobu?

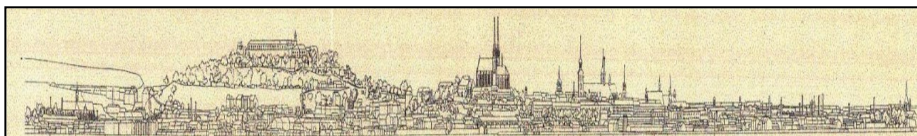
Dokážete na leteckém snímku najít oblast těžby?

LOKALIZAČNÍ FAKTORY PRŮMYSLU

Podobně jako se mění charakter sídelní struktury, mění se i vnitřní prostředí sídel. Na rozmístění jednotlivých činností mají zásadní vliv tzv. **lokalizační faktory**, jinak řečeno síly, které ovlivňují rozhodnutí umístit někam například továrnu. Lokalizační faktory lze jednoduše rozdělit na přírodní (fyzicko-geografické) a takové, které spoluvytváří člověk (socioekonomické). Zatímco v minulosti měly výraznější vliv přírodní faktory, s rozvojem technologií začínají dominovat ty socioekonomické.

V řadě průmyslových odvětví je potřeba **voda** – dříve třeba jako zdroj energie (vodní mlýny), dnes např. u chemického průmyslu (potřeba vody v chemických procesech) nebo energetiky (chlazení). Proto lze nalézt mnoho průmyslových podniků u vodních zdrojů, nejčastěji řek. Řada odvětví je vázána na suroviny (průmysl hutnický, dřevozpracující...). Význam těchto dvou faktorů se příliš nezměnil, naproti tomu význam klimatu již dnes průmysl ovlivňuje minimálně. Na leteckých snímcích lze sledovat proměny průmyslu, a to jak z hlediska umístění, tak i z hlediska vzhledu.

Pro lokalizaci průmyslových podniků z dob průmyslové revoluce a počátku 20. století ještě nelze využít letecké snímky, a proto využijeme náčrtek, na kterém je patrné, že průmyslové podniky byly umístěny na okrajích měst, a to pravděpodobně proto, aby svojí přítomností nerušily život ve svém okolí (hluk, zápach). V těchto lokalitách bydleli dělníci, což je v řadě měst patrné dodnes podle charakteru a kvality zástavby (v Brně např. ulice Cejl a okolí).



Obr. 93: Náčrtek města Brna z roku 1914 (vpravo je zřetelná řada komínů). Zdroj: Kulísková 2012.

V současné době je také většina moderních průmyslových podniků umísťována na okrajích měst, avšak jejich vzhled je naprosto odlišný. Důležitým lokalizačním faktorem je **doprava**, respektive snadný přístup k dopravním tahům – zejména k silnicím vyšších tříd a dálnicím, méně pak k železnicím nebo letištím. Na základě analýzy leteckých snímků mohou se investoři rozhodovat, kam umístit svoje podniky, aby minimalizovali náklady na výrobu a logistiku a maximalizovali tak svoje zisky.

PRŮMYSLOVÁ ARCHITEKTURA

Pomocí šikmých leteckých snímků (např. 45°) můžeme kromě lokalizace průmyslu sledovat také proměny „**architektury**“ jednotlivých průmyslových objektů a určovat jejich stáří (viz obr. 94). Ta prošla v průběhu doby výraznými proměnami – zatímco na konci 19. a počátku 20. století byly budovy charakteristické svojí typickou cihlovou fasádou, později funkcionalistickými či jinými prvky, v současné době se jedná především o rychle montované haly. Podle charakteru rozestavění budov také můžeme rozpoznat průmyslové zóny, kterých po roce 1990 vznikla celá řada. Naopak některé bývalé prů-



myslové haly (neboli **brownfields**) byly přebudovány na oblíbená nákupní centra, např. Vaňkovka ve středu města Brna.



Obr. 94: Brno – CTPZone, ulice Masná a Porážka. Zdroj: Google Maps (snímek je pořízen pod 45° úhlem).

Opakem brownfields jsou tzv. **greenfields** (zelená pole). Takovéto pozemky se v posledních letech stávají vyhledávanými lokalitami pro investory. Prostřednictvím leteckých snímků lze pozorovat rozsah a rychlost záborů zemědělské půdy výstavbou, a to nejen průmyslovými podniky, ale také nákupními centry.

OBLASTI TĚŽBY Z VÝŠKY

Letecké snímky lze využít také k monitorování **těžebních oblastí**. Tyto snímky odhalují charakter, rozlohu či environmentální zátěž jinak téměř neodstupných oblastí. Na obrázku v pravých barvách lze snadno rozlišit vodní plochy, komunikace, budovy i samotný důl, jehož barva je dána především podložím, ale také prachovými částicemi.



Obr. 95: Diamantový důl Diavik, Kanada. Zdroj: Google Maps

LITERATURA:

KULÍSKOVÁ, A. Historické jádro města Brna – kulturně historická identita území a ochrana jeho hodnot (příloha bakalářská práce). Brno: Pedagogická fakulta MU, 2012.

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Jsou v okolí vašeho bydliště nějaké průmyslové podniky, kdy vznikly?

Znáte město Zlín? Jaká byla typická architektura podniků a obydlí v době Tomáše Bati?


Metodický a pracovní list:

Proměny průmyslu


Krušné hory v čase, obnova krajiny

Poválečná těžba uranu a vězeňské tábory na archivních leteckých snímcích



Číslo metodického listu: ML-ZE-8	Téma: DPZ V PRŮMYSLU Název aktivity: <i>Proměny průmyslu</i>	Cílová skupina: Žáci 2. stupně ZŠ Použité metody a formy: samostatná práce
Časová náročnost: 30 minut		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: environmentální výchova
Prostředí výuky: Počítačová učebna		
Cíle aktivity:	<ul style="list-style-type: none">• Porovnat lokalizaci průmyslu na snímcích z různých let.• Zjistit lokalizační faktory průmyslu v různých dobách vývoje.	
Pomůcky:	<ul style="list-style-type: none">• Podkladové letecké snímky.• Tužka, papír.	
Motivační text:	Průmyslové aktivity ovlivňují vývoj území, zejména měst již více než tři sta let. Staré mapy, letecké snímky či staré fotografie tento vývoj zřetelně dokládají.	
Zadání úkolů:	Najděte na leteckých snímcích oblasti těžby hnědého uhlí v České republice. Jak vypadaly tyto lokality na mapách z 50. let a jak v současnosti?	
Autorské řešení:	<p><i>Srovnání rozsahu těžby je ze snímků okolí města Most jasně patrné. První ze snímků byl pořízen v 50. letech, druhý je současný. Od 50. let dochází k neustálému rozšiřování těžebních oblastí. Některé oblasti jsou již rekultivované (jezero Most v pravé části současného snímku).</i></p> 	



	 <p>Zdroj: Národní geoportál INSPIRE, http://geoportal.gov.cz/</p>
<p>Postup práce:</p>	<p>Žáci pracují samostatně nebo ve dvojicích u počítače, vyhledávají vhodný příklad k zadanému úkolu a vysvětlují změny v krajině, ke kterým došlo od 50. let do současnosti. K nalezení vhodného příkladu z 50. let používají letecké snímky z Národního geoportálu INSPIRE (http://geoportal.gov.cz/), k vyhledání aktuálních snímků využívají aplikaci s leteckými mapami (www.maps.google.com, www.mapy.cz nebo jiné). Pro sledování změn je také možné použít snímky, které lze prohlížet pod různými úhly.</p>
<p>Otázky na závěr:</p>	<p>Jaké průmyslové podniky nebo řemeslné výroby jsou v obci, ve které bydlíte? Co se v obci vyrábělo dřív?</p>
<p>Autorské řešení otázek:</p>	<p><i>Každý obyvatel by se měl zajímat o život ve své obci, proto by měl mít o povědomí, co se v obci vyrábělo v historii a co dnes. To se dá zjistit buď pozorováním v terénu, s pomocí interaktivních map, historie se dá zjistit např. z povídání rodičů.</i></p>
<p>Závěr:</p>	<p>Průmysl je odvětvím, které formuje vzhled krajiny, především té městské. Letecké snímky pomáhají odhalovat lokalizaci průmyslových podniků, v případě těžby proměny jejího rozsahu. Žáci se v průběhu úkolu seznámí s prací s leteckými snímky, dokážou se v nich orientovat, vyhledávat, porovnávat a analyzovat jednotlivé prvky.</p>
<p>Metodické poznámky pro učitele:</p>	<p>1) Šedě označená políčka jsou určena pro učitele a není nutné je tisknout žákům jako součást pracovního listu.</p>



Číslo metodického listu: ML-ZE-9	Téma: SVĚT A KRAJINA POHLEDEM Z VÝŠKY Název aktivity: <i>Krušné hory v čase, obnova krajiny</i>	Cílová skupina: Žáci SŠ a ZŠ
Časová náročnost: 15–20 min		Použité metody a formy: Výklad učitele, komentování dvojice družicových snímků, řízená diskuse ve třídě
Prostředí výuky: učebna s dataprojektorem		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Učivo Česká republika, ochrana životního prostředí, environmentální výchova
Cíle aktivity:	Posoudit změny v poškození a obnově lesů a krajiny Krušných hor. Číst environmentální informace ze snímků – využít pro tento cíl snímky z družice Landsat s dvacetiletým odstupem.	
Pomůcky:	Učebna s data projektorem, papír či pracovní list, atlas České republiky.	
Motivační text:	Lidé přírodu poškozují, ale umějí ji i chránit. Zničená krajina se může s pomocí lidí proměnit opět v krajinu živou. Jednou z nejvíce poškozených míst v Evropě byly Krušné hory a pánve pod Krušnými horami. Podívejte se, jak vypadaly pohledem družice LANDSAT v roce 1984 a pak v roce 2005. <i>Pozn. V současnosti patří družice LANDSAT k hlavním informačním pramenům o povrchu Země a přírodních zdrojích. Landsat je družicí se subpolární dráhou letu, výška letu je přes 700 km, doba jednoho jejího oběhu je 99 minut. Nad stejným místem přelétá jednou za 16 dní. Na oběžnou dráhu byla uvedena první družice tohoto systému počátkem sedmdesátých let minulého století. Družice Landsat (nyní Landsat 7) snímkuje Zemi již 40 let.</i>	
Zadání úkolu(ů):	<ol style="list-style-type: none">1. Pracujte s powerpointovou prezentací2. Prohlédněte si dva družicové snímky z prostoru Krušných hor, které byly pořízeny s dvacetiletým odstupem3. Starší snímek dokladuje velké poškození lesů v Krušných horách a také obrovské rozlohy povrchových dolů na hnědé uhlí v pánvích pod Krušnými horami4. Mladší snímek ukazuje již výrazně lepší stav krajiny (obnova lesů, rekultivace v podkrušnohorských pánvích5. Pracujte s atlasem, zodpovězte otázky:6. Jaký druh uhlí se těží v povrchových dolech pod Krušnými horami?7. K čemu toto uhlí především slouží?8. Dejte do souvislostí:<ul style="list-style-type: none">• těžba uhlí,• spalování uhlí,• hnědé uhlí,	



	<ul style="list-style-type: none">• oxidy síry,• kyselý déšť,• poškození lesů,• odsiřovací zařízení,• obnova lesa <p>9. Diskutujte o důvodech poškození přírody Krušných hor a Podkrušnohorských pánví</p> <p>10. Co přispělo k obnově lesů přírody v této oblasti?</p> <p>11. Prohlédněte si fotografie z oblasti Podkrušnohorských pánví</p>
Závěr:	Jak se změnila krajina Krušných hor a Podkrušnohorských pánví? Co k této změně přispělo? Zkuste říci, co by se mělo s krajinou po uzavření všech dolů dělat. Jaké prvky byste do této zničené krajiny navrhli na místě krajinného architekta?
Metodické poznámky pro učitele:	<ol style="list-style-type: none">1. Snímky názorně dokládají pozitivní proměnu krajiny v oblasti Krušných hor. Dvojice snímků je proto vhodná k posílení vědomí, že s poškozenou přírodou lze účinně i něco dělat, že obnova je možná.2. Z oblasti Podkrušnohorských pánví lze poukázat na vytváření umělé (ale vcelku pohledné) krajiny v místech dolů či výsypek, vybudování autodromu, hipodromu, zatopení lomů – budování rekreačních ploch apod. Dále je možné připomenout i zničení řady obcí, pod nimiž se hnědé uhlí nacházelo, a to včetně města Most (zde známý přesun kostela na kolejnicích).3. K ppt jsou připojeny fotografie pro příp. ukázky krajiny.



Číslo metodického listu: ML-ZE-10	Téma: KRAJINA POHLEDEM Z VÝŠKY Název aktivity: <i>Poválečná těžba uranu a vězeňské tábory na archívních leteckých snímcích</i>	Cílová skupina: Žáci gymnázií, SŠ, příp. 9. ročník ZŠ
Časová náročnost: 45 min		Použité metody a formy: Krátký výklad učitele, samostatná práce žáka podle pracovního listu s počítačem na Internetu , variantně společně v učebně s dataprojektorem.
Prostředí výuky: Počítačová učebna nebo učebna s data-projektorem		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Zeměpis České republiky poválečná historie, občanská výchova
Cíle aktivity:	<ul style="list-style-type: none">• Seznámit se s archívními leteckými snímkami z oblastí dolování uranu• Vyhledat vězeňské tábory na leteckých snímcích• Zjistit, jak krajina v oblasti důlního revíru a prostory pracovních táborů vypadají dnes• Naučit se pracovat s mapovým serverem - národním geoportálem na Internetu (obsahuje až desítky základních a tematických map České republiky o ortofotosnímky)	
Pomůcky:	Počítač s připojením na Internet, pracovní list.	
Motivační text:	<p>Území České republiky bylo nafoceno z letadel krátce po 2. světové válce - na počátku 50. let 20. století. Tyto letecké snímky byly přísně utajované, k veřejnosti se nedostaly vůbec. Po odtajnění snímků na počátku 90. let. (Vojenský archiv v Dobrušce) se staly zajímavým materiálem ukazujícím obraz naší krajiny v 50. letech. Snímky byly využívány i jako soudní důkazní materiály. My je využijeme jako doklad existence vězeňských táborů na území České republiky v období komunistické vlády a pro celkový pohled na dvě oblasti dolování těžby uranu – na Jáchymov a Příbram.</p> <p>Jáchymov, kde se těžila uranová ruda pro potřeby výroby barev a výzkum již před 2. sv. v., byl jediným známým ložiskem uranu na území osvobozeném Rudou armádou. Sovětský svaz měl obrovský zájem o uran (USA již předvedly sílu atomové zbraně, Hirošima a Nagasaki, 1945). Proto těžba uranu pro SSSR začala krátce po válce - smlouva o těžbě byla podepsána již v listopadu r. 1945. Pro dolování bylo potřeba mnoha pracovníků – horníků. Těch však bylo málo, proto Sovětský svaz dovezl na 5000 německých válečných zajatců. Byly postaveny zajatecké pracovní tábory. Válečné zajatce postupně střídali lidé, kteří byli buď bez soudu poslání do dolů, nebo lidé odsouzení za politické i kriminální skutky. Političtí vězni a jejich týrání v mnohdy otřesných podmínkách pracovních táborů a dolů jsou smutnou kapitolou našich poválečných dějin. Pracovní tábory, mnohdy nazývané i koncentrační, existovaly do počátku 60. let, poslední dva tábory byly zrušeny v r. 1961. Pro představu o počtu vězňených lidí v táborech – např. v roce 1955 bylo v táborech vězněno přes 10 tisíc mužů.</p>	



Zadání úkolu(ů):

Okruh 1 – práce s národním geoportálem: vyhledáme prostor Jáchymova a Příbrami.

Okruh 2 – práce se starým leteckým snímkem: prohlédneme prostory uranových dolů, haldy hlušiny a pracovní tábory - situaci kolem r. 1952, 1953.

Okruh 3 – proměna krajiny v čase, podle aktuálních leteckých snímků: zjistíme, jak vypadají oblasti těžby uranu a pracovních táborů dnes.

Dílní kroky:

Okruh 1

1. **Otevřeme si stránky** národního geoportálu: <http://geoportal.gov.cz/>, v dolní části stránky pak klikneme na ortofotosnímky, otevře se prostředí národního geoportálu.
2. V pravé části stránky **klikneme na Vrstvy** – zobrazí se nabídka základních map a ortofotosnímků. Zde zakliknutím zadáme požadavek zobrazit příslušnou vrstvu – zaklikneme „ortofoto 50. léta“.
3. Přibližujeme se do okolí Jáchymova – klikáním myši.

Okruh 2 – rozpoznávání objektů na snímku – interpretace snímku

1. **Rozlišíme na snímku** základní objekty: **haldy a doly a pracovní tábory**. Haldy jsou dobře patrné – jako aktivní haldy, tj. stále dosypávané nejsou pokryty vegetací, na snímcích se jeví jako téměř bílé. Vlastní doly a pracovní tábory lze dobře rozeznat – byly obehnané koridory z ostatných drátů s pískem vysypaným prostorem mezi dráty – ty tvoří jasně viditelné ohraničení. Tábory jsou dobře rozlišitelné i vzhledem k pravidelnému rozmístění typizovaných baráků.
2. Vyhledáme největší tábor v oblasti Jáchymova – Rovnost viz obr.
3. Spočítáme baráky v roce 1952 a odhadneme přibližnou kapacitu tábora (1 barák pro cca 200 mužů).
4. Na aktuálním ortofotosnímku zjistíme, jak se využívá prostor tábora Rovnost a přilehlý prostor dolu Rovnost dnes.
5. Obdobně postupujeme u tábora Vojna v Lešeticích u Příbrami.
6. Tábor Vojna je dnes zpřístupněn veřejnosti – vyhledejte na Internetu bližší údaje o instalované expozici tábora Vojna u Příbrami.



Obr. Důl Rovnost a vězeňský tábor Rovnost v roce 1952. Zdroj: Národní geoportál INSPIRE.



Otázky na závěr:	<p>Kolik dolů a pracovních táborů jsme identifikovali v okolí Jáchymova? Kolik lidí bylo vězněno v jednom táboře?</p> <p>Kdo je válečný zajatec a politický vězeň?</p> <p>Co zůstalo po tehdejších vězeňských táborech?</p> <p>Jak se tyto prostory využívají dnes?</p> <p>Jak vypadají dnes prostory vlastních uranových dolů – šachty, haldy apod.?</p> <p>Kam se odvážel uran a na co se využíval?</p> <p>Doluje se uran v České republice i dnes? Kde a k jakým účelům?</p>
Závěr:	<p>Československo bylo krátce po válce největším vývozcem uranu do.....</p> <p>V dolech pracovali i nesvobodní lidé:.....</p> <p>V roce 1955 tvořili asi polovinu pracovníků v uranovém průmyslu, jejich počet byl přes.</p> <p>Prostory vězeňských táborů jsou dnes využívány např. pro:.....</p> <p>Po dolování uranu jsou nejvýraznějšími pozůstatky v krajině i na leteckých snímcích viditelné.....</p> <p>Těžba uranu byla postupně....., dnes se uran těží v a po zpracování je využíván jakoVelektrárnách va</p>
Metodické poznámky pro učitele:	<p>Aktivita je vhodná pro starší žáky. Přesahuje učivo zeměpisu k občanské výchově a k dějepisu. Zobrazení vězeňských táborů můžeme využít i pro otevření diskuse na téma věznění v 50. letech. Snímky z prostoru těžby lze využít i bez tohoto kontextu – jako doklad proměny krajiny, rekultivace krajiny v důlních oblastech.</p> <p>Ke smlouvě s tehdejším SSSR o prodeji uranu – vzhledem k jejímu nejpřísnějšímu utajení se říkávalo, že SSSR dostával uran „zadarmo“. Dle smluv však toto neodpovídá realitě – Československu byly placeny veškeré náklady včetně průzkumu a zisku. Československá vláda měla zájem na prodlužování smluv se SSSR, který se později těmto podmínkám, pro něj nevýhodným – malá efektivnost těžby a zpracování uranu, bránil. Nerentabilní těžba začala být utlumována koncem 80. let. Po těžbě uranu – především po jeho chemickém zpracování či chemickém způsobu loužení z hornin – zůstaly České republice obrovské environmentální zátěže, jejichž likvidace je nesmírně nákladná, podílí se na ní i evropské fondy (např. sanace jednoho z odkališť stojí cca 500 mil. Kč).</p> <p>Uran se těží v Dolní Rožínce, zpracovává se v Rusku a vrací se jako jaderné palivo pro jad. Elektrárny Dukovany a Temelín</p>



Obr. Ukázka zpracovaného popisu archivního leteckého snímku (scelené ortofoto, zdroj národní geoportál INSPIRE) v programu Malování, Jáchymov v roce 1952 – červeně doly, zeleně pracovní vězeňské tábory dvou kategorií: tzv. TNP - tábory nucených prací a NPT – nápravně -pracovní tábory.



Obr. Prostor dolu Rovnost na vojenské mapě z roku 1953 (dříve vysoký stupeň utajení), na leteckém snímku z roku 1952 (dříve vysoký stupeň utajení), na aktuálním snímku. Zdroj: mapa: katedra geografie a meteorologie Univerzity obrany, snímky:národní geoportál Inspire.



Obr. Tábor Vojna – Příbram – Lešetice, snímky 1952 a aktuální. Dnes památník Vojna při Hornickém muzeu Příbram. Zdroj: národní geoportál Inspire.



Ukázka koridorů, které lze rozeznat na leteckých snímcích, tábor Vojna – Příbram – Lešetice. Foto Hana Svatoňová.



Moderní technologie v dopravě

Setkali jste se už někdy s telematikou?

Ve velkých městech se můžete setkat s tzv. ELPy. Víte, co to je a jak fungují?

Víte, že než pojedete autem, můžete si zjistit intenzitu dopravního provozu na dané trase?

Doprava je nedílnou součástí našich životů. S přibývajícím věkem se obvykle rozšiřuje i prostor, ve kterém se pohybujeme. S postupujícím časem se mění dopravní prostředky a technologie, které dopravu umožňují a řídí.

MOBILNÍ MAPOVÁNÍ

I když bychom to možná nečekali, s metodami DZP a GIS se setkáváme i v dopravě. Nejjednodušším využitím DPZ v dopravě je mapování dopravních sítí. To probíhá buď prostřednictvím družic, nebo s pomocí tzv. **mobilního mapování**. „Mobilní mapování je v současné době nejefektivnější cesta k pořízení geoinformačních dat. Svou přesností, rychlostí a ekonomii provozu převyšuje všechny dostupné metody. Využitím výhod několika různých měřicích a navigačních technologií současně (GPS, IMU³, odometr, digitální fotografie a laserové skenování) dosahuje systém přesnosti i při snímání v zastavěných oblastech, centrech měst, v místech pokrytých vegetací a v tunelech, kde klasická GPS technologie nevyhovuje nebo selhává. Zájmové území je pokryto tisíci snímky a mračny bodů pořízenými laserovými skenery, které dohromady tvoří kompaktní model pro měření a vizualizace. Mobilní mapovací systém je technologie oceňovaná a využívaná podniky správy silnic a městského vybavení, úřady, integrovaným záchraným systémem, pojišťovnami, realitními agenturami atd.“⁴



Obr. 96: Ukázka mobilního mapování. Výjezd z písáreckého tunelu, Brno. Zdroj: Google Maps.



Obr. 97: ELP na ul. Česká v Brně. Foto: H. Svobodová

TELEMATIKA

Správa silnic a dopravní podniky využívají v dopravě i další moderní technologie, mezi něž patří **telematika**. Toto slovo vzniklo kombinací slov telekomunikace a informatika a jedná se o technologický obor zabývající se kombinací přenosu a zpracování dat se zobrazovacími a jinými sdělovacími systémy a prostředky. Nejznámější je **dopravní telematika**, pod níž spadají navigační systémy, systémy řízení dopravy, systémy poskytování aktuálních informací uživatelům veřejné dopravy i dopravcům a účastníkům provozu atd. Běžně se tak s tímto oborem setkáváme, aniž o tom víme.

³ IMU = inertial measurement unit = inerciální měřicí jednotka

⁴ Podle URL <<http://sluzby.geodis.cz/sluzby/mobilni-mapovani>>

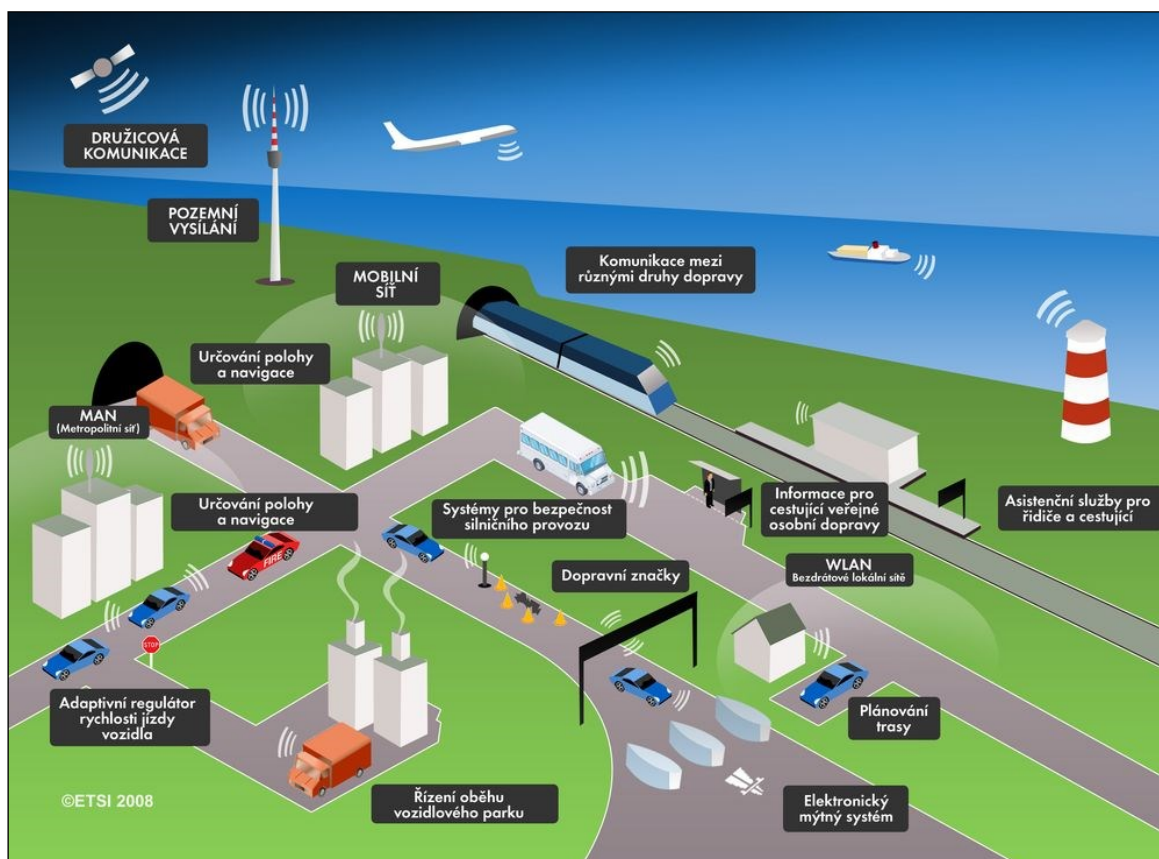


ELP ANEB ELEKTRONICKÝ INFORMAČNÍ PANEL

Ve větších městech se setkáváme s tzv. **ELPy** neboli **elektronickými informačními panely**. Na nich se zobrazují informace o aktuálních odjezdech vozidel městské hromadné dopravy, vlaků i autobusů. Dopravní podnik sleduje pomocí GPS pohyb a aktuální zpoždění u svých vozidel. Proto mohou ELPy zobrazovat skutečně předpokládané odjezdy linky z dané zastávky a nikoli pouze pravidelné odjezdy podle jízdního řádu.⁵ V průběhu roku 2013 by měly ELPy začít sloužit také jako WiFi hotspots, bude tedy možné se s jejich pomocí připojit k internetu.

MULTI-MODÁLNÍ NAVIGACE

Jako cestující můžeme využívat i další vyspělé technologie. S klasickou GPS navigací (turistickou nebo automobilovou) se setkal snad už každý, ale s **multi-modální navigací** v České republice zatím jen málokdo. Jedná se o kombinovaný způsob navigace, kdy jsou veškeré dopravní informace z jinak oddělených systémů sloučeny do podoby jedné služby. Můžeme se tak snadno dozvědět na příklad aktuální zpoždění městské hromadné dopravy nebo aktuální dopravní data o kolonách na silnicích. Aplikace podle toho nabídne kombinaci dopravních prostředků, které uživatele dovedou co nejrychleji do jeho cíle.⁶



Obr. 98: Schéma inteligentního dopravního systému řízeného pomocí družicové komunikace. Zdroj: Český kosmický portál.

URL <<http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/its---dopravni-telematika/>>

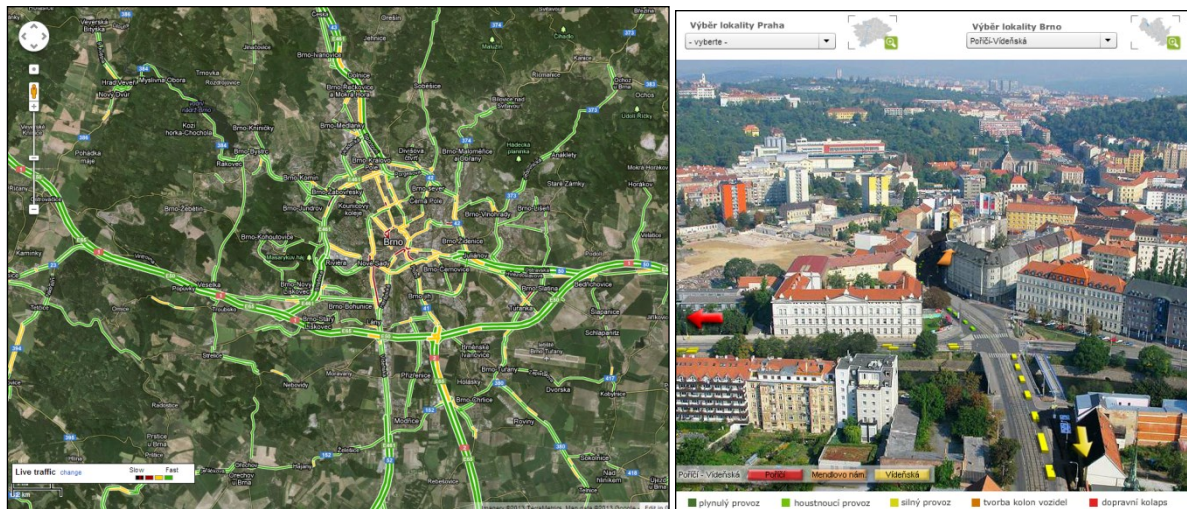
Na podobném principu fungují i **interaktivní aplikace** sledující hustotu provozu, které pro Prahu a Brno naleznete na webu <http://www.dopravniinfo.cz>, pro vybrané komunikace na celém světě na

⁵ Podle: Jak fungují ELPy? URL <<http://www.idsjmk.cz/elpy.aspx>>

⁶ Podle: Český kosmický portál URL <<http://www.czechspaceportal.cz>>



maps.google.com – stačí zaškrtnout políčko „traffic“ nebo v české verzi „doprava“. A pokud by Vám nestačilo sledování silniční dopravy, družicové systémy umožňují pomocí GPS sledovat i pohyb letadel: <http://www.flightradar24.com> nebo lodí: <http://marinetraffic.com/ais/cz/default.aspx>.



Obr. 99: Sledování hustoty provozu (vlevo – Brno a okolí, vpravo – Brno, křižovatka ulic Poříčí a Vídeňská). Zdroj: <http://www.dopravniinfo.cz>, maps.google.com

Pomocí DPZ lze kromě výše uvedených situací sledovat i znečištění podél dopravních komunikací a řadu dalších užitečných věcí, ale to už je obsahem jiných kapitol.

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Jaká jsou rizika při navigování automobilovou GPS?

Jak zjistíte nejrychlejší dopravní spoj z vaší obce do Prahy?

Metodický a pracovní list:

Doprava v průběhu dne



Číslo metodického listu: ML-ZE-11	Téma: DPZ A GIS V DOPRAVĚ Název aktivity: <i>Doprava v průběhu dne</i>		Cílová skupina: Žáci 2. stupně ZŠ																									
Časová náročnost: 3 x 5 minut			Použité metody a formy: Samostatná práce																									
Prostředí výuky: Počítačová učebna, doma			RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: environmentální výchova																									
Cíle aktivity:	<ul style="list-style-type: none"> • Pracovat s moderními technologiemi v dopravě. • Identifikovat rozdíly v intenzitě dopravy v jednotlivých státech a v různých denních dobách. • Rozlišit jednotlivá časová pásma a určit časové rozdíly. 																											
Pomůcky:	<ul style="list-style-type: none"> • Přístup k PC s internetem • Tužka, papír 																											
Motivační text:	<p>S dopravou se setkáváme každý den, ať už bydlíme v malé venkovské obci či velkém městě. Každý z nás se nějakým způsobem přepravuje – pěšky, na kole, autobusem, vlakem, autem... V různých částech dne se však intenzita dopravy liší – největší je, když lidé chodí ráno do škol nebo do práce a pak když se vrací domů. Těmto dobám se říká „dopravní špička“.</p> <p>K řízení dopravy se v současné době využívá řada moderních technologií, které nám následně usnadňují život – na internetu můžeme zjistit, kdy jede spoj, který potřebujeme, a nemusíme chodit na zastávku číst jízdní řád. Cestu autem můžeme naplánovat pomocí GPS. Dopravní zácpu můžeme objet díky telematice atd.</p>																											
Zadání úkolů:	<p>Zvolte si tři města na různých kontinentech. Pomocí aplikace www.google.maps.com (funkce doprava/traffic, v legendě si nastavit den a dobu) pozorujte intenzitu dopravy ve třech denních dobách (ráno, odpoledne, večer). Zjistěte, jaký je ve zvolených městech časový rozdíl oproti středoevropskému času a jak se ve třech zvolených časech změnila intenzita dopravy?</p>																											
Autorské řešení:	<p><u>Úkol 1</u></p> <table border="1" data-bbox="351 1552 1409 1946"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Město</th> <th rowspan="2">Časové pásmo</th> <th colspan="3">Intenzita dopravy – doba sledování (SEČ)</th> </tr> <tr> <th>8 hod.</th> <th>14 hod.</th> <th>20 hod.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Washington, D.C. (centrum)</td> <td>- 5 hod.</td> <td>Rychlá, místy pomalejší</td> <td></td> <td>Rychlá</td> </tr> <tr> <td>Brno, centrum (viz obr.)</td> <td>+ 1 hod.</td> <td>Pomalá, k okrajům města rychlá</td> <td></td> <td>Rychlá, místy pomalejší</td> </tr> <tr> <td>Canberra</td> <td>+ 10 hod.</td> <td>Převážně pomalá, místa extrémně pomalá</td> <td></td> <td>Rychlá nebo žádná</td> </tr> </tbody> </table>					Město	Časové pásmo	Intenzita dopravy – doba sledování (SEČ)			8 hod.	14 hod.	20 hod.	Washington, D.C. (centrum)	- 5 hod.	Rychlá, místy pomalejší		Rychlá	Brno, centrum (viz obr.)	+ 1 hod.	Pomalá, k okrajům města rychlá		Rychlá, místy pomalejší	Canberra	+ 10 hod.	Převážně pomalá, místa extrémně pomalá		Rychlá nebo žádná
Město	Časové pásmo	Intenzita dopravy – doba sledování (SEČ)																										
		8 hod.	14 hod.	20 hod.																								
Washington, D.C. (centrum)	- 5 hod.	Rychlá, místy pomalejší		Rychlá																								
Brno, centrum (viz obr.)	+ 1 hod.	Pomalá, k okrajům města rychlá		Rychlá, místy pomalejší																								
Canberra	+ 10 hod.	Převážně pomalá, místa extrémně pomalá		Rychlá nebo žádná																								

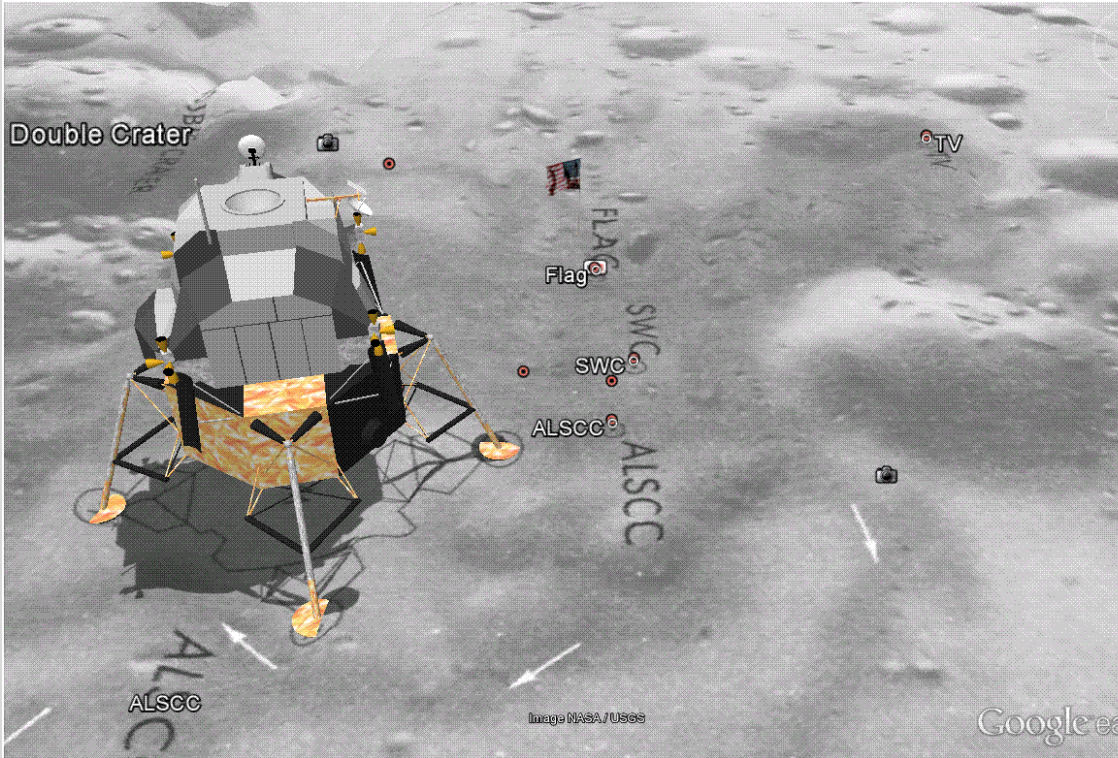


	<p>Brno, centrum – pondělí, 7:59 19:41</p> <p><i>Zdroj: Google Maps, aplikace doprava</i></p>
<p>Postup práce:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Výběr měst a zjištění časových rozdílů. 2. Práce s aplikací „doprava“ v www.google.maps.com (funkce doprava/traffic, v legendě si nastavit den a dobu). Srovnání intenzity dopravy během dne ve třech městech. 3. Vyhodnocení srovnání. Vyvození závěrů.
<p>Otázky na závěr:</p>	<p>S jakými moderními technologiemi využívanými v dopravě jste se už setkali? Jaké zlepšení pro dopravu byste sami navrhli?</p>
<p>Autorské řešení otázky:</p>	<p><i>GPS (automobilová, turistická), ELPy ve větších městech, interaktivní mapy, aplikace v mobilním telefonu...</i></p>
<p>Závěr:</p>	<p>Žáci se v průběhu úkolu seznámí s prací s leteckými snímky, do kterých je přidána další informace – tentokrát o dopravě. Zopakují si určování časových pásem a časové rozdíly mezi jednotlivými místy. Vyzkouší si identifikovat a vysvětlit rozdíly v intenzitě dopravy v různých částech dne (rozdíl mezi ranní dopravní špičkou a ostatními částmi dne).</p>
<p>Metodické poznámky pro učitele:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Šedě označená políčka jsou určena pro učitele a není nutné je tisknout žákům jako součást pracovního listu. 2) Sledování intenzity dopravy lze provádět přímo v okolí školy. Žáci počítají v určitých úsecích počet vozidel, která projedou během stanoveného časového úseku (např. 10 minut). Mohou rozlišovat bezmotorová vozidla, motorky, auta, autobusy, nákladní automobily... Pokud žáci sledují dopravu na více úsecích, mohou z výsledků sestavit vlastní mapu s intenzitou dopravy.



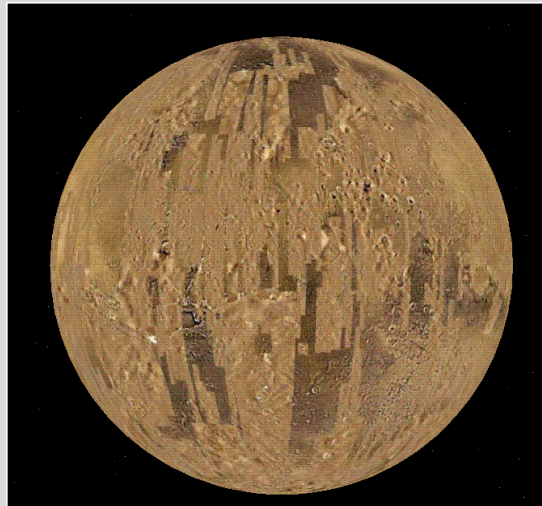
Číslo metodického listu: ML-ZE-12	Téma: DPZ JINÝCH PLANET	Cílová skupina: Žáci 2. stupně ZŠ, žáci SŠ
Časová náročnost: 30 minut	Název aktivity: <i>Dálkový průzkum Měsíce a Marsu</i>	Použité metody a formy: samostatná práce
Prostředí výuky: Počítačová učebna		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Země jako vesmírné těleso, geografická kartografie a topografie
Cíle aktivity:	<ul style="list-style-type: none">• Naučit se základní kroky v programu Google Earth• Osvojit si jednotlivé nástroje programu• Zjistit základní informace o Měsíci a Marsu	
Pomůcky:	<ul style="list-style-type: none">• Přístup k PC s internetem• Nainstalovaný program Google Earth	
Motivační text:	Abychom navštívili všechny zajímavá místa na Zemi, museli bychom opravdu hodně cestovat a hlavně mít neomezený zdroj peněz. To bohužel nemá každý. Naproti tomu počítač máme dnes opravdu všichni, a proto se můžeme vydat na průzkum i vzdálených míst s využitím různých prohlížečů. Pojďme zkusit Google Earth a vypravit se na dálkový průzkum Měsíce a Marsu.	
Zadání úkolů:	<p><u>Úkol 1:</u> Postavte si vesmírnou loď a vydejte se na průzkum Měsíce a Marsu.</p> <p><u>Úkol 2:</u> Vydejte se na průzkum Měsíce. Zodpovězte otázky a pořídte fotografie pro své kamarády.</p> <p>Nejprve vyfotťe Měsíc a také jeho odvrácenou stranu.</p> <p>Zjistěte, kam a kdy přistálo Apollo 11.</p> <p>Jak se jmenoval alespoň jeden člen posádky Apollo 11?</p> <p>V blízkosti kterého měsíčního kráteru to bylo?</p> <p>Podívejte se na Měsíc ze severu lunárního modulu (The View from North of the Lunar Modul).</p> <p>Vydejte se na komentovanou prohlídku po misi Apolla 11, kterou pro vás komentují astronauti Andrew Chaikin a Buzz Aldrin. Pořídte obrázek, kdy první z posádky astronautů položil svou nohu na povrch Měsíce.</p> <p>Pořídte obrázek planety Země tak, jak ji viděli astronauti Apolla 11.</p> <p>Nezapomeňte pořídít také fotku americké vlajky!</p> <p>Na závěr si zobrazte map u výškové členitosti měsíce. Jakou barvou jsou zobrazena míst s nejvyšší a nejnižší nadmořskou výškou? Prozkoumejte vysoko/nízko položené oblasti a pořídte fotografie.</p>	



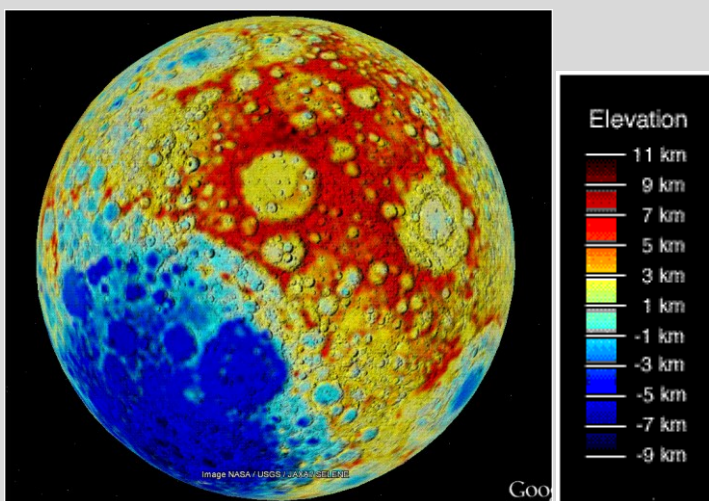
	<p>Úkol 3: Vydejte se na průzkum Marsu. Zodpovězte otázky a pořídte fotografie pro své kamarády.</p> <p>Nejprve vyfotťe Mars, jak vypadá tato planeta, když se k ní na své kosmické misi blížíte?</p> <p>Díky řadě družic můžeme vidět, jak vypadá Mars z pohledu z výšky. Prozkoumejte obrázky a vyberte alespoň dva zajímavé.</p> <p>Vydejte se na komentovanou prohlídku Marsu, kterou pro vás komentuje Bill Nye.</p> <p>Který státům patří přistávací moduly a vozítka na Marsu? Navštivte alespoň jeden modul nebo vozítko každého z těchto států a pořídte jeho fotografie. Co zajímavého o nich můžete zjistit?</p> <p>Na závěr si zobrazte map u výškové členitosti měsíce. Jakou barvou jsou zobrazena míst s nejvyšší a nejnižší nadmořskou výškou? Prozkoumejte vysoko/nízko položené oblasti a pořídte fotografie.</p> <p>Vydejte se na průzkum největšího vesmírného kráteru – Olympus Mons. Zjistěte jeho velikost a nadmořskou výšku.</p>
<p>Autorské řešení:</p>	<p>Úkol 2: Apollo 11 – přistálo na Měsíci v roce 1969, členy jeho posádky byl známý astronaut Neil Armstrong a jeho dva kolegové Andrew Chalkin a Buzz Adrin.</p> <p><i>Příklady obrázků, které mohou žáci pořídít z průzkumu Měsíce:</i></p>  <p><i>Apollo 11, místo přistání v blízkosti Double Crateru</i></p>



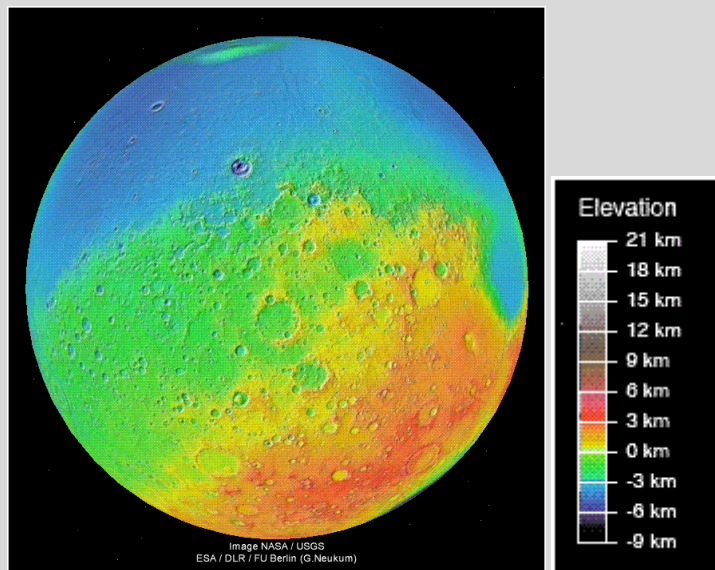
Obrázek americké vlajky na Měsíci



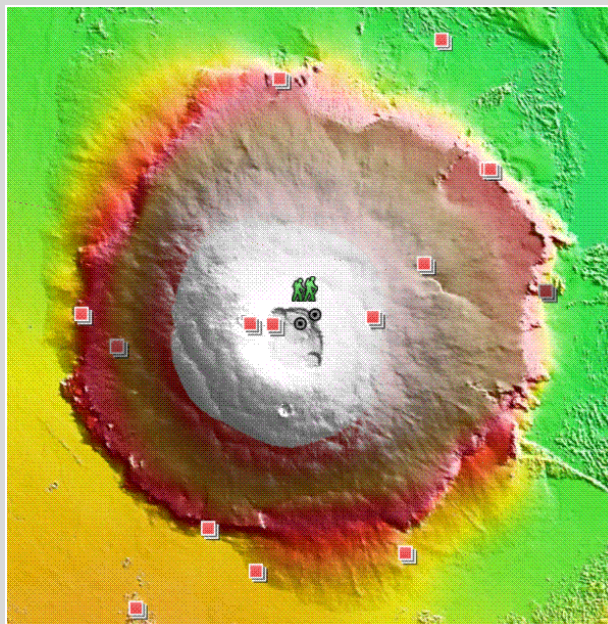
Pohled na Měsíc a Mars



Výšková členitost Měsíce



Výšková členitost Marsu

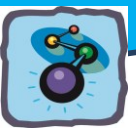


Olympus Mons

<p>Postup práce:</p>	<p>Učitel nejprve rozdělí celou třídu na polovinu. Jednu z nich bude čekat vesmírná mise na Měsíc a druhá se vydá prozkoumat Mars.</p> <p>Aby žáci mohli na takovou misi, musí si nejprve sestavit vesmírnou loď.</p> <p>Poté žáci vytvoří menší skupiny, případně dvojice a vydají se na průzkum Měsíce nebo Marsu s pomocí programu Google Earth.</p>
<p>Otázky na závěr:</p>	<p>Chtěli byste se někdy podívat do vesmíru? Jakou planetu nebo měsíc byste chtěli navštívit?</p>
<p>Autorské řešení otázky:</p>	<p>Otázka nemá autorské řešení.</p>



Závěr:	Žáci se v průběhu úkolu seznámí s prací s leteckými snímky a dokážou se v nich orientovat a analyzovat jednotlivé prvky. Uvědomí si, kde a proč vzniká nová zástavba a dokážou vysvětlit výhody a nevýhody bydlení na periferii měst.
Metodické poznámky pro učitele:	<i>1) Šedě označená políčka jsou určena pro učitele a není nutné je tisknout žákům jako součást pracovního listu. 2) Průzkumy Marsu i Měsíce jsou v prostředí Google Earth pouze v anglickém jazyce. Jednotlivé úkoly nevyžadují výbornou znalost angličtiny, ale je vhodné je s výukou angličtiny spojit.</i>



Chemické látky v atmosféře

Satelitní snímky v dnešní době patří mezi nejmodernější metody pozorování naší planety. Zkušený geograf z nich dokáže vyčíst obrovské množství tematických a prostorových informací. O prostředí a objektech zobrazených na snímcích, které poměrně detailně podávají informace o různých místech (městech, horách atd.), zkrátka takové informace, které mnohdy ani jinak získat nelze.

Co ale chemik – učitel chemie? Může i on prostřednictvím satelitních snímků vyvodit různé vlivy některých chemických sloučenin na jednotlivé oblasti naší planety, vytvořit soubor jejich environmentálních kontextů a napomoci tak zrušit izolovanost chemie i dalších přírodovědných předmětů?

Určitě je spousta možností jak nově a zajímavě propojovat moderní technologie a přírodovědné předměty. Tak tedy nahlédněme do úžasné syntézy chemie, geografie, biologie, fyziky a environmentálního vzdělávání.

OZON O₃

Chemické okénko: Ozon je plyn, jehož molekuly jsou složeny vždy ze tří atomů kyslíku. Ozon je bezbarvý plyn a v silných vrstvách slabě namodralé barvy, má charakteristický zápach a řadíme jej mezi vysoce reaktivní plyny se silnými oxidačními účinky. Teplota tání ozonu je $-192\text{ }^{\circ}\text{C}$ a jeho teplota varu má hodnotu $-112\text{ }^{\circ}\text{C}$. V největším množství se ozon nachází v zemské atmosféře, a to ve výšce kolem 48 kilometrů nad zemským povrchem. I když tento plyn tvoří jen malou část zemské atmosféry, je důležitý pro život na Zemi. Ozon je pomyslným štítem, který chrání povrch planety před nebezpečným ultrafialovým (UV) zářením z vesmíru. Ozon nás chrání hlavně před nebezpečnými složkami UV záření⁷: C (vlnová délka pod 280 nm) a B (vlnová délka 280–315 nm). Bez vrstvy ozonu by UV záření pronikalo až na zemský povrch a mělo by neblahé účinky na živé organismy.

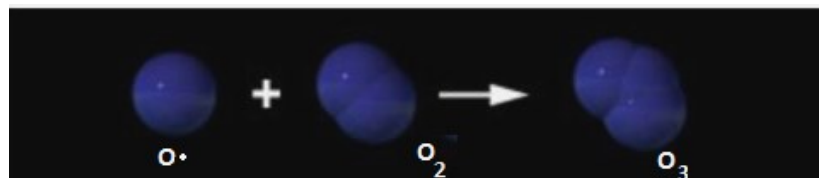
VZNIK OZONU

Ozon vzniká vlivem UV záření nebo působením elektrických výbojů na jednotlivé molekuly kyslíku O₂. Reakce je dvoufázová. V první fázi (obr. 100) nejprve dochází k rozštěpení molekuly kyslíku vlivem dodané energie na dva atomy, které jsou silně reaktivní. V druhé fázi se tyto extrémně reaktivní atomy spojí s molekulou kyslíku O₂ a vzniká tříatomová molekula kyslíku O₃, tj. ozon (obr. 101). UV záření je přeměňováno na teplo. Životnost molekuly ozonu je jen několik hodin.



Obr. 101: Vznik molekuly ozonu

Zdroj: http://www.sci.muni.cz/~dobro/ozon_1.htm



Obr. 100: Vliv UV záření na rozklad molekuly kyslíku

Zdroj: http://www.sci.muni.cz/~dobro/ozon_1.htm

⁷ UVA pro vlnové délky 315–400nm; UVB pro vlnové délky 280–315 nm; UVC pro vlnové délky kratší než 280 nm.



ROZDĚLENÍ OZONU

- **přízemní ("bad") ozon**⁸ (vyskytuje se do několika kilometrů od zemského povrchu a je škodlivý pro vše na Zemi.)
- **stratosférický ("good") ozon** (Vyskytuje ve Stratosféře tedy 10–50 km od povrchu Země.)

Množství ozonu se měří několika způsoby: **Přízemní ozon se měří v jednotkách ppb (jedná se o jednu miliardtinu z celku – parts per billion) nebo v množství mikrogramů ozonu na metr krychlový; u stratosférického ozonu se jeho množství uvádí v Dobsonových jednotkách (D.U.; 1 Dobsonova jednotka je celkové množství ozonu, které by při normálním tlaku na zemském povrchu tvořilo vrstvičku 0,01 mm.), nebo jako odchylka v % od dlouhodobého průměru v dané lokalitě.** V našich zeměpisných šířkách je dlouhodobý průměr množství ozonu v atmosféře okolo 390 D.U. na jaře a začátkem podzimu 300 D.U.)

OZON A JEHO PŘÍTOMNOST V ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ

Zajímavost

Lidský čich rozezná přítomnost ozonu ve vzduchu již při velmi nízkých koncentracích od cca 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, O_3 má totiž příjemný nasládlý zápach. Při delším pobytu v místech se zvýšenou koncentrací ozonu (nad cca 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se dostavuje pálení očí, v nosu a v krku i tlak na hrudi, kašel a bolest hlavy. Nejvíce citliví jsou na ozon lidé, kteří mají zdravotní obtíže, jako je například astma.

Při koncentracích ozonu vyšších než cca 1100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ jsou silně drážděny také oči a horní cesty dýchací, dostávají se bolesti hlavy. Koncentrace vyšší než cca 2150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ způsobí během několika minut silné dráždění sliznice dýchacích cest. Koncentrace nad 21 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mají v závislosti na době expozice za následek bezvědomí, krvácení z plic a posléze smrt.
<http://www.ozon.cz/cz/ozon-v-ovzdusi.htm>

Na kvalitu životního prostředí má vliv především přízemní ozon. Je zajímavé, že lidé žijící mimo města, tj. ve venkovských a horských oblastech, jsou vystaveni průměrně vyšším koncentracím přízemního ozonu. V troposféře – přízemní vrstvě atmosféry – totiž přirozeně dochází k fotochemickému cyklu tj. k reakcím, při nichž je třeba světlo nebo ionizující záření a ve vyšších nadmořských výškách je ozon navíc podporován právě vyšší intenzitou slunečního svitu, a tedy i množstvím záření, které je třeba k jeho vzniku.

Naopak ve městech je přízemního ozonu méně a to díky reakcím ozonu s přítomnými oxidy dusíku. Pokud se ale vytvoří vhodné podmínky, může i v silně obydlených aglomeracích nastat speciální jev tzv. „ozonová epizoda“, kdy dochází k vzniku tzv. fotochemického smogu. Dle norem EU musí být obyvatelstvo informováno, pokud je překročena hranice 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ O_3 a varováno při

překročení hranice 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ozonu. (Státní ZÚ, Centrum hyg. živ. prostř. www.szu.cz/chzp/ovzdusi/dokumenty, únor 2004)

Ozon má vliv nejen na zdraví a kvalitu života člověka, ale také na životaschopnost rostlin. Průběžná roční koncentrace ozonu takřka kopíruje vegetační období rostlin, neboť ozon potřebuje ke svému vzniku sluneční záření. Stejně jako lidem škodí ozon rostlinám bez viditelného varování. Ozon projde průduchy do rostliny jako normální vzduch. Právě díky ozonu začne voda reagovat s mnoha rostlinnými



Obr. 102, 103: Účinky přízemního ozonu na listy rostlin. Zdroj: http://soubory.eto.vurv.cz/obr/ZZ-KCM-VURV-2008-final_html_17558192.jpg

⁸ Přízemní ozon vzniká složitým komplexem chemických reakcí za účinku slunečního záření a tedy i UV záření.

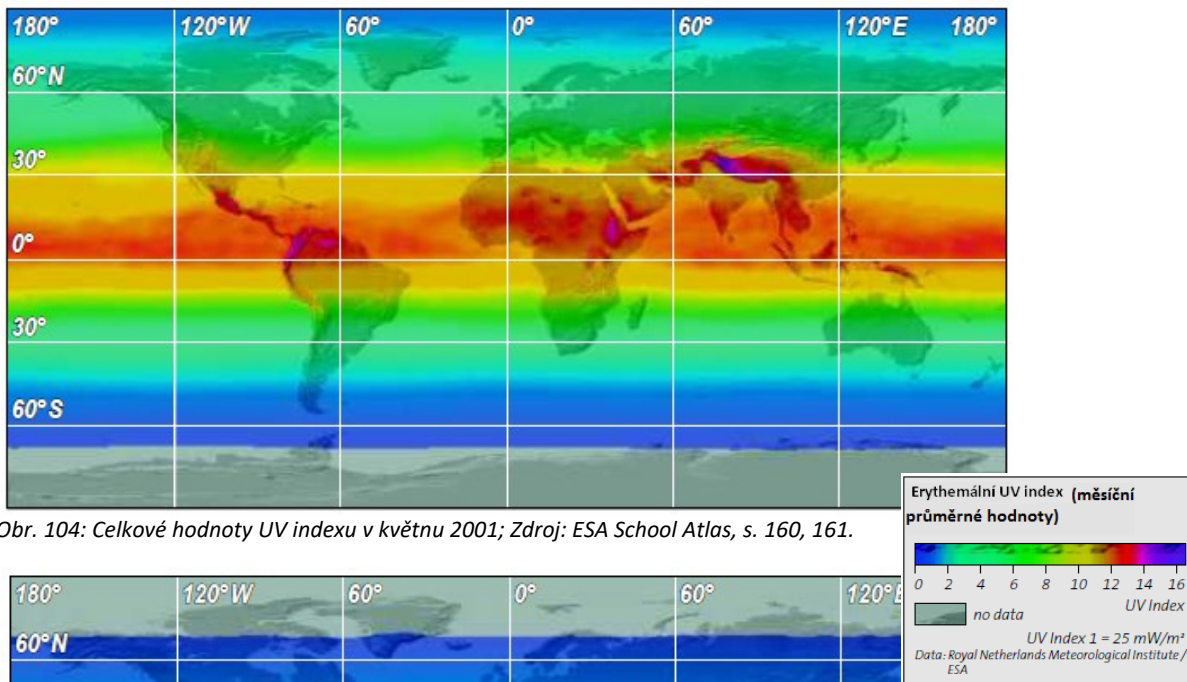


látkami, což vede k řadě negativních dějů v rostlině. Reakcemi ozonu s tuky a bílkovinami dochází k poškození rostlinných buněk. Zpomaluje se fotosyntéza, ozonem zasažené rostliny omezují svoji schopnost reprodukce a efektivitu využití vody.

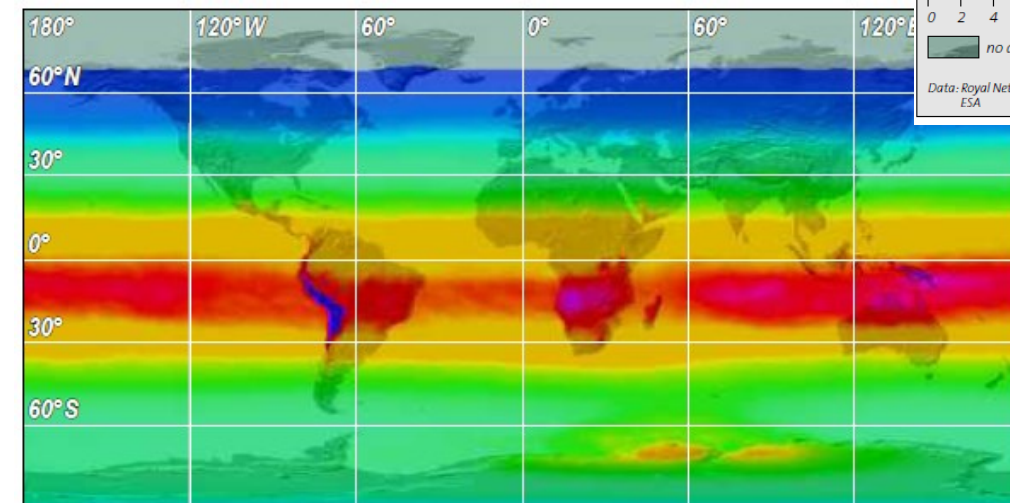
SATELITNÍ SNÍMKY A POZOROVÁNÍ OZONU V JEDNOTLIVÝCH ČÁSTECH ZEMĚ

Dálkový průzkum Země je velmi vhodným nástrojem pro sledování rozložení koncentrace ozonu v atmosféře. Časové řady satelitních snímků dokládají vývoj koncentrace ozonu. Tyto snímky mají i velký politický dopad – jsou neoddiskutovatelnými materiály při politických jednáních o snížení produkce poškozující ozonovou vrstvu.

I díky měření z družic pak vznikají tematické mapy poskytující prostorové informace k rozložení a změnám hodnot UV indexu, sloupci ozonu apod.



Obr. 104: Celkové hodnoty UV indexu v květnu 2001; Zdroj: ESA School Atlas, s. 160, 161.



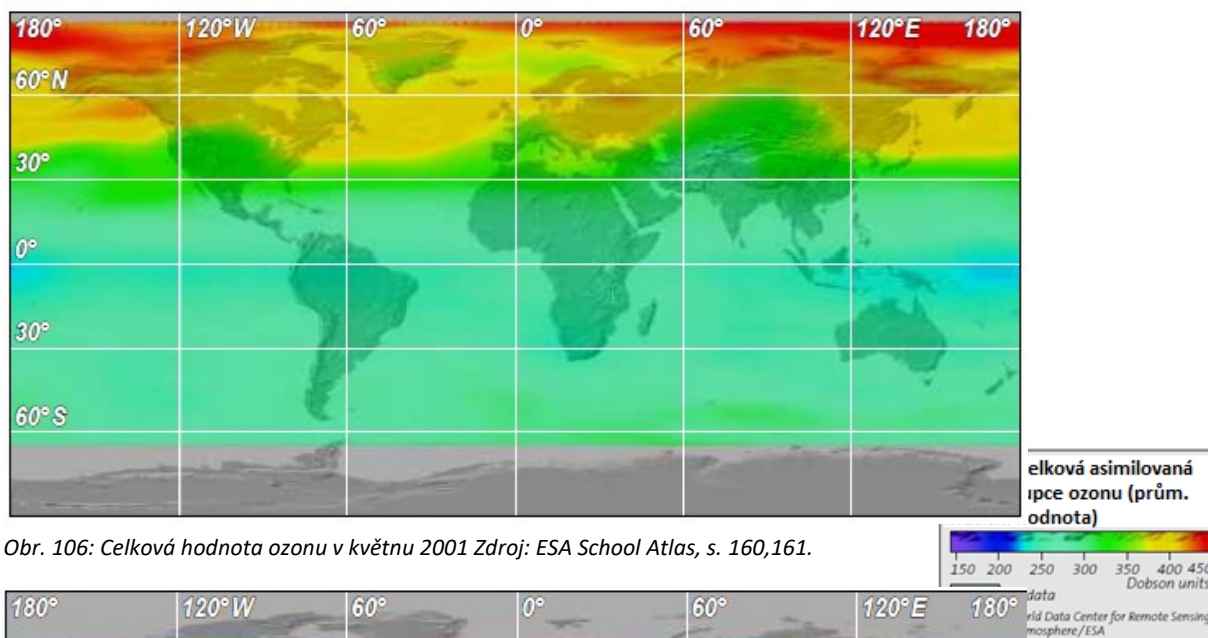
Obr. 105: Celkové hodnoty UV indexu v listopadu 2001. Zdroj: ESA School Atlas, s. 160, 161.

Popis obrázků 104 a 105: Ačkoliv je malé množství ultrafialového záření nezbytné pro výrobu vitamínu D, dlouhodobé vystavení se tomuto záření může naopak vést k vážným zdravotním problémům (např. rakovina kůže). Uvedené dva snímky ilustrují globální UV index ve dvou různých obdobích roku 2001. Je zde zřetelně vidět množství slunečního záření v UV pásmu dosahujícímu zemského povrchu. Nejvyšší hodnoty tohoto záření jsou po celý rok umístěny podél rovníku kvůli nejvyšší intenzitě slunečního záření v této oblasti. Výpočet UV indexu je založen na

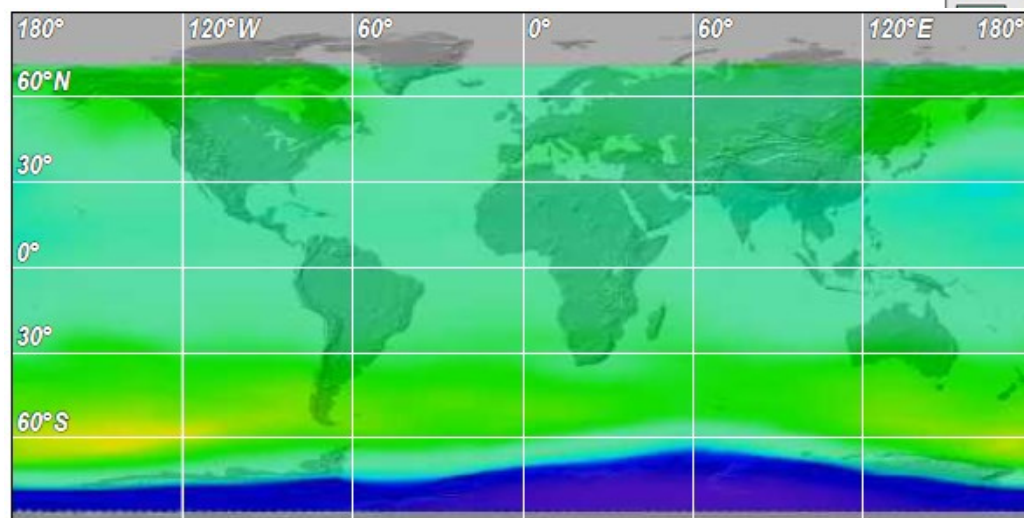


celkových údajích o průměrných množstvích ozonu (mapy 5, 6) naměřených GOME (Global Ozone Monitoring Experiment), což je přístroj umístěný na palubě družice

ERS-2. Je to funkce koncentrace ozonu, v závislosti na zeměpisné šířce a délce. Hodnoty UV indexu jsou platné pro jasnou oblohu v pravé poledne. Pokud je oblačno nebo se vyskytuje nějaké znečištění v atmosféře, je v této oblasti UV index nižší. Naopak v zasněžených oblastech bývá UV index až dvakrát vyšší a to díky odrazu slunečního záření od bílého sněhu.



Obr. 106: Celková hodnota ozonu v květnu 2001 Zdroj: ESA School Atlas, s. 160,161.



Obr. 107: Celková hodnota ozonu v listopadu 2001 Zdroj: ESA School Atlas, s. 160,161.

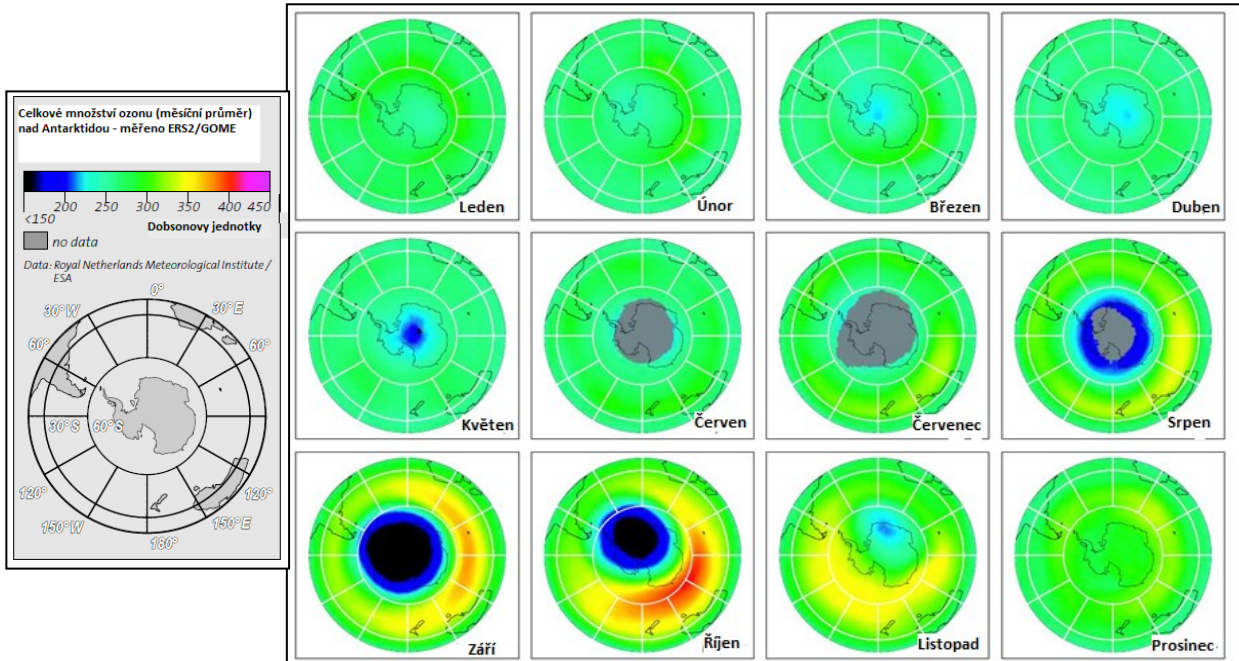
Popis obrázků 106 a 107: Obrázky 106 a 107 ukazují celkovou produkci ozonu měřenou GOME (Global Ozone Monitoring Experiment), což je přístroj umístěný na palubě družice ERS-2. Množství ozonu je zde vyjádřeno v Dobsonových jednotkách, které, jak uvádí předchozí text, vyjadřují celkové množství ozonu v zemské atmosféře nad určitou oblastí.

Celkové množství ozonu se výrazně liší v závislosti na zeměpisné šířce a ročním období. Vzhledem ke zdánlivému pohybu Slunce během roku se intenzita slunečního záření proměňuje. Můžeme si tedy všimnout, že mapa z květnového období ukazuje výrazně vyšší koncentrace ozonu na severní polokouli (obr. 108). V listopadu je situace výrazně odlišná – v severní Evropě, kde je zimní období, je nižší hodnota produkce ozonu. Koncentrace ozonu



na jižní polokouli dosahuje v měsících září – listopad **hodnot nižších než je 200 Dobsonových jednotek**, což je hodnota, pod kterou označujeme danou oblast názvem „**ozonová díra**“.

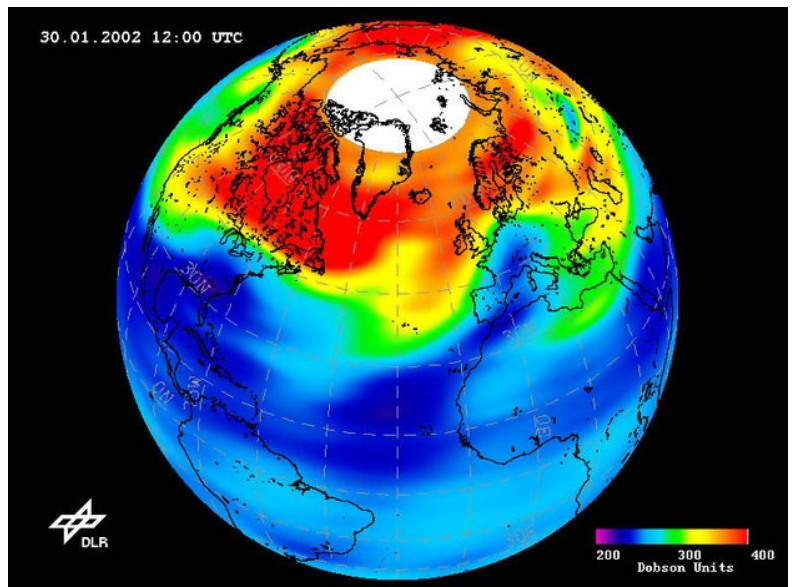
Jak již bylo uvedeno, je ozon jedním z plynů, které tvoří atmosféru naší planety. Vyskytuje se v různých vrstvách atmosféry, kde má i různé funkce (viz text výše).



Obr. 108 : Hus-tota ozo-nu na An-tark-tidě v pr-ůbě-hu led-na – pro-sin-ce 200 0. Zdro

j: ESA School Atlas, s. 160,161.

Popis obrázku 109: Jednotlivé snímky znázorňují ozonovou vrstvu na jižní polokouli. Jsou na nich vidět zřetelné cyklické změny celkového množství ozonu. V průběhu září a října se „ozonová díra“ vyvíjí nad Antarktidou. Tento děj je způsoben především díky vlivu antropogenních emisí CFC (Chlor-fluorované uhlovodíky např. freony), které byly uvolněny nad průmyslovější severní polokoulí. CFC jsou ze severní polokoule na polokouli jižní dopravovány díky světovým větrným systémům. Jižní pól je součástí velké pevniny, která je zcela obklopena oceánem. Tyto podmínky zapříčiňují velmi chladnou stratosféru, což v této oblasti vede k tvorbě ledových mraků. V těchto mracích dochází k chemickým změnám podporujícím rychlé narušování ozonové vrstvy. Naopak v Arktidě – na severním pólu je stratosférický vzduch mnohem teplejší a tvoří se tak méně ledových mraků. Vzhledem k těmto různorodým klimatickým podmínkám v obou polárních oblastech je „ozonová díra“ nad Antarktidou (jižním pólem) mnohem výraznější než nad Arktidou. Jak je viditelné na snímcích výše, snížené množství ozonu nad Antarktidou není po celý rok. Obnova ozonové vrstvy nad touto oblastí probíhá pravidelně od listopadu do června, tj. v letním období.



Obr. 109: Nejnižší množství ozonu nad severní polokoulí 30. 1. 2002

Zdroj: [http://spaceimages.esa.int/Images/2002/02/Low-ozone event over Northern Hemisphere 30.01.02](http://spaceimages.esa.int/Images/2002/02/Low-ozone%20event%20over%20Northern%20Hemisphere%2030.01.02)



Zajímavost

Mezi 28. až 30. lednem roku 2002 došlo k události nazývané „Streamer Event“, která byla spojena s atmosférickou cirkulací subtropické vzduchové hmoty nad Evropou. Průnik této vzduchové hmoty, a to především do spodní části stratosféry vedl k velmi nízkým hodnotám celkového množství ozonu zejména v jižním Španělsku, Francii a Německu. Snímek byl pořízen GOME 30. ledna 2002, zpracován DLR s poskytováním údajů ESA/ERS.

Otázky a úkoly k zamyšlení:

*Je UV záření důležité pro vznik ozonu v atmosféře?
Proč tomu tak je?*

Prohlédněte si obrázky 104 a 106. Pokuste se uvést, jak souvisí celkové hodnoty UV indexu v květnu 2001 a celkové hodnoty naměřeného ozonu v témže roku i měsíci.

Nad kterým světadílem je zřetelně viditelná souvislost množství UV záření a hodnoty ozonu (snímky na obrázcích 105 a 107)?

Metodický a pracovní list:

Ozon, jeho vlastnosti a sledování pomocí DPZ



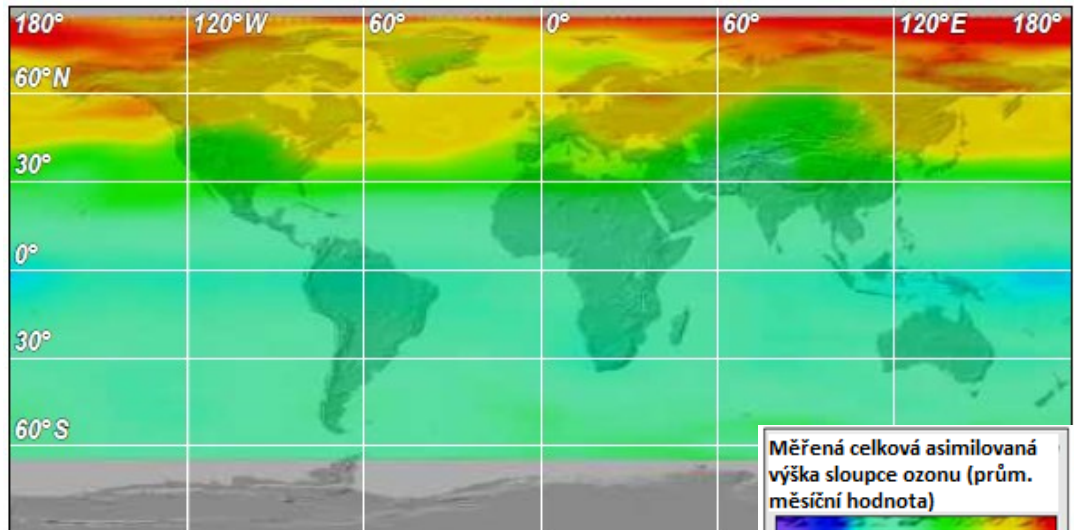
Číslo metodického listu: ML-CH-1	Téma: CHEMIE A DPZ Název aktivity: <i>Ozon, jeho vlastnosti a sledování pomocí DPZ</i>	Cílová skupina: žáci 8. a 9. ročníku ZŠ, odpovídající ročníky gymnázií
		Použité metody a formy: práce s textem, vyvozování závěrů, diskuse k tématu, skupinová práce, praktická činnost
Časová náročnost: 45 minut		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Učivo chemie 8. roč.: Voda – dezinfekce vody; Kyslík – ozon Učivo chemie 9. roč.: Chemie a zdraví; Chemie a průmysl; Chemie a životní prostředí Průřezová témata: Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech; Environmentální výchova; Mediální výchova
Prostředí výuky: třída, školní zahrada		
Cíle aktivity:		
	<ol style="list-style-type: none">1. Žák je schopen vyčíst z družicových snímků průběžné rozložení ozonu nad jednotlivými místy na světě.2. Žák je schopen interpretovat vznik ozonu ve stratosféře a je schopen jej popsat nejzákladnějšími chemickými rovnicemi.3. Žák prakticky ověří působení škodlivého ozonu na rostliny tabáku.	
Pomůcky:	Družicové snímky rozvrstvení ozonu (viz učební text Chemie a DPZ), metodický list – pro žáky pracovní list, rostliny tabáku (dva kusy do každé skupiny)	
Bezpečnost práce:	Práce s tímto metodickým popř. pracovním listem nevyžaduje speciální poučení o bezpečnosti.	
Motivační text:	<i>Družicové snímky v dnešní době patří mezi nejmodernější metody pozorování naší planety Země. Zkušený geograf z nich dokáže vyčíst množství údajů, které podávají informace o různých oblastech (městech, horách atd.), zkrátka takové informace, které mnohdy ani jinak získat nelze.</i> <i>Pokud se k takovýmto snímkům dostane i chemik, může spojení obou profesí přinést velký užitek celé společnosti. Integrace přírodovědných oborů je ideální možností, jak se naučit přemýšlet globálně.</i>	
Zadání úkolu(ů):	<ol style="list-style-type: none">1. Pomocí snímků porovnej množství ozonu v měsíci květnu a listopadu r. 2001 nad jednotlivými světadíly Země. Průměrné hodnoty množství ozonu zapiš do tabulky a vyvod' závěry (využij text Chemie a DPZ).2. Popište vznik ozonu ve stratosféře a vyjádřete tento děj chemickými rovnicemi.3. V zahradnictví si zakupte rostliny tabáku. Postačí dvě do skupiny. Jednu z rostlin vyсадte na školní zahradě popř. do květináče ve třídě, druhou do prostředí s možným vznikem škodlivého přízemního ozonu. <p>Poznámky: Pravděpodobně se nepodaří sehnat speciálně vyšlechtěné rostliny tabáku,</p>	



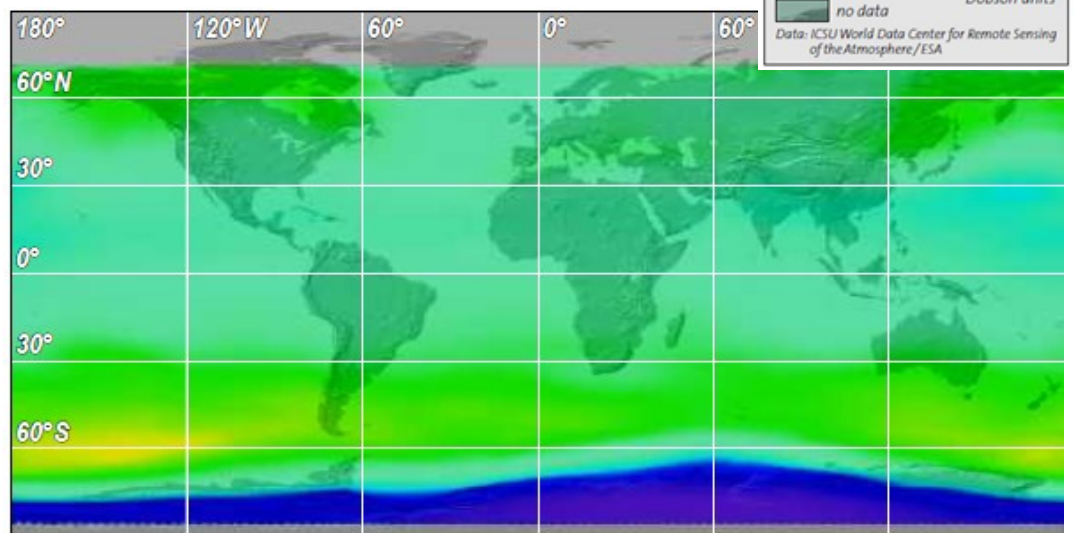
kteřé během svého období růstu, nebyly vystaveny účinkům přízemního ozonu. Experiment však funguje i s klasickými tabákovými rostlinami, které se dají koupit v zahradnictvích.

Řešení:
+ Autorské řešení:

Úkol č. 1:



Obr. 1: Celková hodnota ozonu v květnu 2001



Obr. 2: Celková hodnota ozonu v listopadu 2001

světadíly							
Průměrné hodnoty ozonu (DJ)	Afrika	Severní Amerika	Jižní Amerika	Asie	Austrálie (Oceánie)	Evropa	Antarktida
Květen	250–350	350–450	250	300–400	230–250	400	není známo
Listopad	250–300	250–350	250–350	250–300	280–300	300	pod 150



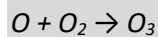
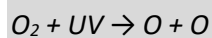
Závěry:

Platí, že průměrné hodnoty ozonu nad světadily severní polokoule mají vyšší hodnoty (v Dobsonových jednotkách) v měsíci květnu. Naopak Jižní Amerika a Oceánie – světadily jižní polokoule, dosahují vyšších průměrných hodnot ozonu v měsíci listopadu (letní období na jižní polokouli). Výjimku na jižní polokouli tvoří Antarktida. V průběhu září a října se „ozonová díra“ vyvíjí právě nad ní. Tento děj je způsoben především díky vlivu antropogenních emisí CFC (Chlor-fluorované uhlovodíky např. freony), které jsou uvolňovány nad průmyslovější severní polokouli. CFC jsou ze severní polokoule na polokouli jižní dopravovány díky některým větrným systémům. Jižní pól je součástí velké pevniny, která je zcela obklopena oceánem. Tyto podmínky zapříčiňují velmi chladnou stratosféru nad touto oblastí, což v této oblasti vede k tvorbě ledových mraků. V těchto mracích dochází k chemickým změnám podporujících rychlé narušování ozonové vrstvy.

Úkol č. 2

Ozon vzniká vlivem UV záření nebo působením elektrických výbojů na jednotlivé molekuly kyslíku O_2 . Reakce je dvoufázová. V první fázi dochází nejprve k rozštěpení molekuly kyslíku vlivem dodané energie na dva atomy, které jsou silně reaktivní. V druhé fázi se tyto extrémně reaktivní atomy spojí s molekulou kyslíku O_2 a vzniká tříatomová molekula kyslíku O_3 tj. ozon.

Rovnice:



Úkol č. 3:

Pěstování a pozorování rostlin tabáku.

1. Zakupte si rostliny tabáku cca dva kusy do jedné skupiny.
2. Jednu z rostlin vysadte v místech, kde si myslíte, že je chráněna před vlivem škodlivého přízemního ozonu a starejte se o ni.
3. Druhou rostlinu vysadte v blízkosti nějaké veřejné komunikace popř. do květináče v blízkosti kopírky popř. klasického televizoru, počítače, ale opět o ni pečujte zálibou.
4. Rostliny pozorujte v průběhu dvou měsíců. Svá pozorování zapisujte.

	Rostlina 1 (kvalitní prostředí)	Rostlina 2 (prostředí s přízemním O_3)
po 14 dnech	<i>Nic není pozorovatelné.</i>	<i>Nic není pozorovatelné.</i>
po 1 měsíci	<i>Nic není pozorovatelné.</i>	<i>Začínají se objevovat drobné skvrnky na listech.</i>
po 2 měsících	<i>Občas nějaká skvrnka na listech.</i>	<i>Skvrny na listech vzniklé vlivem přízemního ozonu.</i>

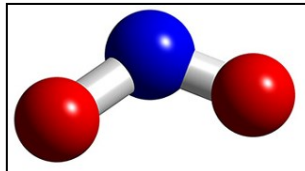


Otázky na závěr:	<ul style="list-style-type: none">• Je UV záření důležité pro vznik ozonu v atmosféře? Proč tomu tak je?• Nad kterým světadílem je zřetelně viditelná souvislost množství UV záření a hodnoty ozonu (snímky na obrázcích 6 a 8 v textu)	Autorské řešení otázek: <ul style="list-style-type: none">• UV záření je důležité pro vznik ozonu v atmosféře, neboť rozkládá molekulu kyslíku O_2 na dva atomy, které jsou vysoce reaktivní a jsou schopny se dále slučovat s nerozloženými molekulami kyslíku O_2 za vzniku molekul ozonu O_3.• Souvislost mezi vysokou hodnotou UV indexu a nízkou hodnotou průměrného množství ozonu je zřetelně vidět nad jižní Amerikou (její střední část). UV index se zde pohybuje kolem hodnoty 16 a z obrázku 8 je vidět, že hodnota ozonu je kolem 230 DJ.
Závěr:	<p>Všeobecné uzavření tématu. Žák vyjádří v několika větách obsah řešení jednotlivých úkolů.</p> <p><i>Např. Ozon je pro člověka prospěšný, pokud se vyskytuje ve stratosféře a brání pronikání škodlivého UV záření na zemský povrch. V přízemní vrstvě je však škodlivý jak pro člověka, tak pro rostliny. Množství ozonu je spjat s tzv. UV indexem. Čím je vrstva ozonu vyšší, tím je nižší UV index a naopak.</i></p>	
Metodické poznámky pro učitele:	<p>1) Šedě označená políčka jsou určena pro učitele a není nutné je tisknout žákům jako součást pracovního listu.</p> <p>2) Zajímavý text: http://geologie.vsb.cz/jelinek/tc-global-oteplivani.htm</p>	



Oxid dusičitý, aerosoly, smog

Chemické okénko: Oxid dusičitý NO_2 je jedovatý, červenohnědý plyn. Jeho teplota tání je $-11,2\text{ }^\circ\text{C}$ a teplota varu je $21,2\text{ }^\circ\text{C}$. Oxid dusičitý vzniká především ve spalovacích motorech oxidací vzdušného dusíku za vysokých teplot. Další možností vzniku tohoto plynu je rozklad kyseliny dusičné. S vodou reaguje oxid dusičitý za vzniku kyseliny dusičné HNO_3 a oxidu dusnatého NO , který je bezbarvým plynem. Oxid dusičitý patří mezi plyny způsobující tzv. kyselé deště. Je plynem nebezpečným jak pro rostliny, tak pro živočichy včetně člověka, neboť např. dýchacím hlenem člověka je pohlcováno až 90 % NO_2 , což pak způsobuje různé záněty dýchacích cest.



Obr. 110: Molekula oxidu dusičitého NO_2 . Zdroj: http://www.3dchem.com/inorganics/no2_.jpg

Obr. 111: Barva oxidu dusičitého NO_2 . Zdroj: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8b/NO2-N2O4.jpg/250px-NO2-N2O4>

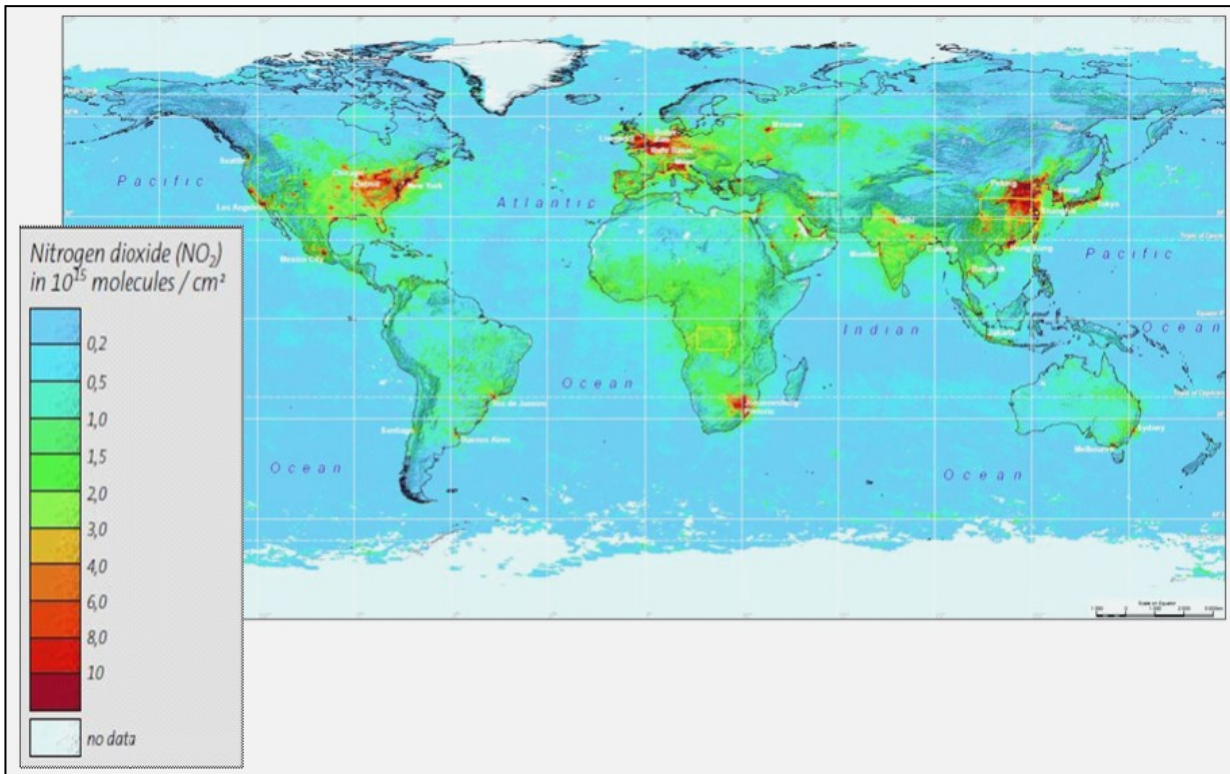


OXIDY DUSÍKU A JEJICH PŘÍTOMNOST V ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ

Složení atmosféry vždy ovlivňovalo vývoj lidské civilizace. Především se tak dělo a děje prostřednictvím zvyšujícího se množství cizorodých prvků a distribucí aerosolů do atmosféry, které lidská společnost produkuje (průmysl, zemědělství, doprava). Některé důsledky tohoto vlivu jsou stále předmětem celosvětové diskuse. V tomto případě se jedná např. o skleníkový efekt a globální oteplování planety.

Atmosférické emise jsou velice úzce spojeny s hospodářskou činností člověka (zemědělství, průmysl, doprava). Je to i případ průmyslové činnosti nebo emisí vzniklých vlivem narůstající dopravy. Svůj podíl na atmosférických emisích má i zemědělství, kouř z požárů buše, metan vzniklý pěstováním rýže či jako vedlejší produkt chovu dobytka.

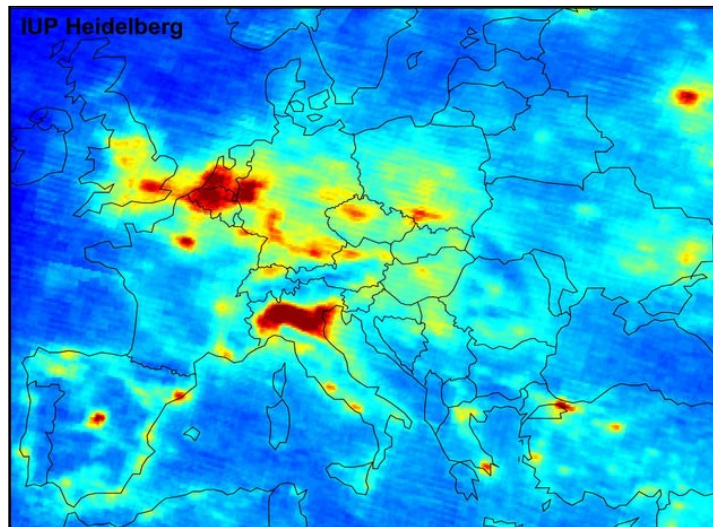
Níže uvedené snímky distribuce oxidu dusičitého do atmosféry zobrazují velmi úzkou spojitost s produkcí a hustotou populace. Oxidy dusíku, které vznikají při spalovacích procesech, jsou významnými znečišťovateli ovzduší a hrají i významnou roli při vzniku přízemního ozonu, viz text výše. Vedle uvedených skutečností dopadů vysokých koncentrací NO_2 na životní prostředí nesmíme opomenout velmi negativní vliv tohoto oxidu na dýchací soustavu člověka. Kromě pohledu na celkové rozložení NO_2 nad jednotlivými kontinenty můžeme na níže uvedených mapách, při jejich bližším zkoumání, vidět i roli reliéfu krajiny, který je velmi důležitým aspektem při přepravě škodlivin v atmosféře, např. koncentrace škodlivin v údolích nebo jejich přechod nad otevřený oceán.



Obr. 112: Průměrné roční koncentrace NO₂ v roce 2003. Zdroj: ESA School Atlas, s. 44, 45.

Popis obrázku 112: Mapa zobrazující průměrné roční koncentrace oxidu dusičitého NO₂ na Zemi. Snímek ukazuje celkové zprůměrované roční hodnoty koncentrace oxidu dusičitého v roce 2003. Výsledná mapa vznikla z dat spektrometru SCIAMACHY umístěném na palubě družice Envisatu. Měření prováděla ESA.

Oxid dusičitý vzniká primárně při spalovacích procesech v těžkém průmyslu, tepelných elektrárnách a v silniční dopravě. Při pohledu na snímek můžeme také vidět, že vysoké koncentrace zmiňovaného oxidu dusičitého se nacházejí po celém průmyslovém pásu v oblasti Severní Ameriky a západní Evropy. Obdobně je tomu i v Indii a ve východní Asii. O jižní polokouli můžeme z hlediska oxidu dusičitého hovořit jako o čistější oblasti. Problematika NO₂ je zde spojována především s místním klimatem průmyslových aglomerací. Znečištění ovzduší oxidem dusičitým nad západní a střední Afrikou je výsledkem spalování biomasy, požárů v travnatých či keřovitých biomech a množstvím otevřených ohnišť využívaným při vaření a topení.



Obr. 113: Množství NO₂ nad Evropou v období 1/2003 – 6/2004. Zdroj: http://spaceimages.esa.int/Images/2004/10/NO2_levels_over_Europe



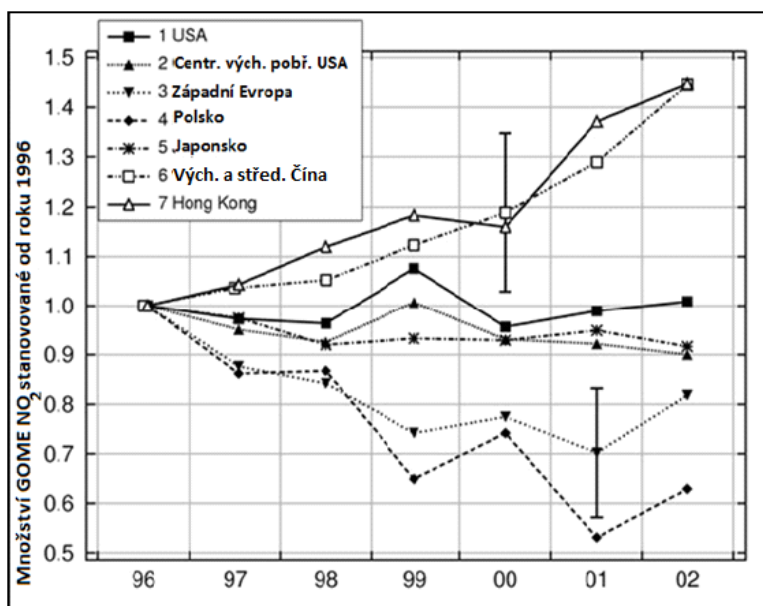
Obrázek 113 ukazuje detail z celkového snímku světa. Je zde zobrazeno průměrné množství

troposférického oxidu dusičitého NO_2 nad Evropou v období mezi lednem 2003 až červnem 2004

měřeným SCIAMACHY nástrojem družice Envisat ESA. Průměrné množství troposférického oxidu dusičitého NO_2 nad západní Evropou mezi prosincem 2003 a listopadem 2004.

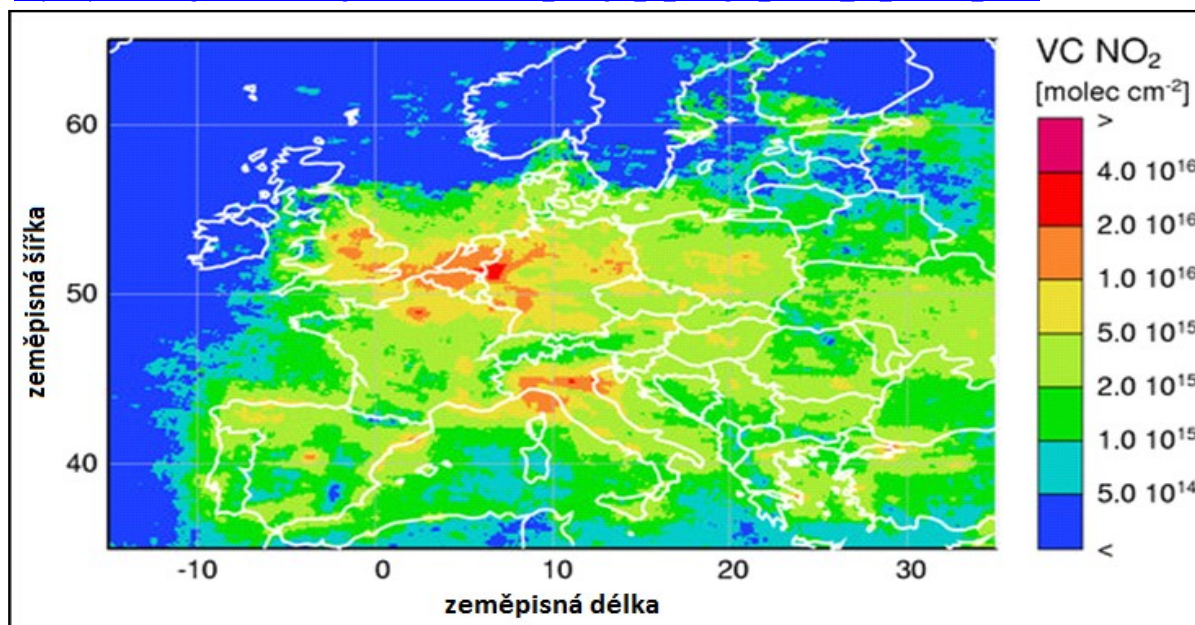
Měřeno SCIAMACHY na družici Envisat ESA

Obr. 114 dokumentuje vývoj množství oxidu dusičitého NO_2 ve vybraných oblastech od roku 1996 do roku 2002 měřeného GOME. Graf ukazuje, že množství NO_2 se v průběhu let zvyšuje zejména ve východní a střední Číně či v Hong Kongu. Z grafu lze usuzovat i na změny v objemu výroby a strukturu průmyslu ve sledovaných oblastech období konjunktury a recese.



Obr. 114: Vývoj množství NO_2 nad vybranými oblastmi mezi roky 1996–2002. Zdroj:

http://spaceimages.esa.int/Images/2005/08/Annual_changes_in_nitrogen_dioxide_for_selected_areas



Obr. 115: Množství NO_2 nad západní Evropou v období 12/2003–11/2004. Zdroj:

http://spaceimages.esa.int/var/esa/storage/images/esa_multimedia/images/2005/08/nitrogen_dioxide_over_europe/9267076-5-eng-GB/Nitrogen_dioxide_over_Europe.jpg

AEROSOLY A SMOG

Aerosoly jsou různorodé (heterogenní) směsi malých (velikost setin až desítek mikrometrů) **pevných** (dým) nebo **kapalných** (mlha) **částic v plynu**. Aerosoly jsou buď přírodní povahy, nebo vzniklé lidskou činností. V mlze a mračích se nacházejí **kapalné aerosoly** (vodní mikrokapky) i **aerosoly pevné** (ledové krystalky). Další pevné aerosoly jsou obsaženy v prachu a kouři.



Zvýšená produkce skleníkových plynů způsobuje **globální oteplování planety**, avšak **aerosoly způsobují efekt přesně opačný**. Zjednodušeně řečeno – **odrážejí sluneční záření zpět do vesmíru** a díky tomu jej méně dopadá na zemský povrch, který se pak méně ohřívá.

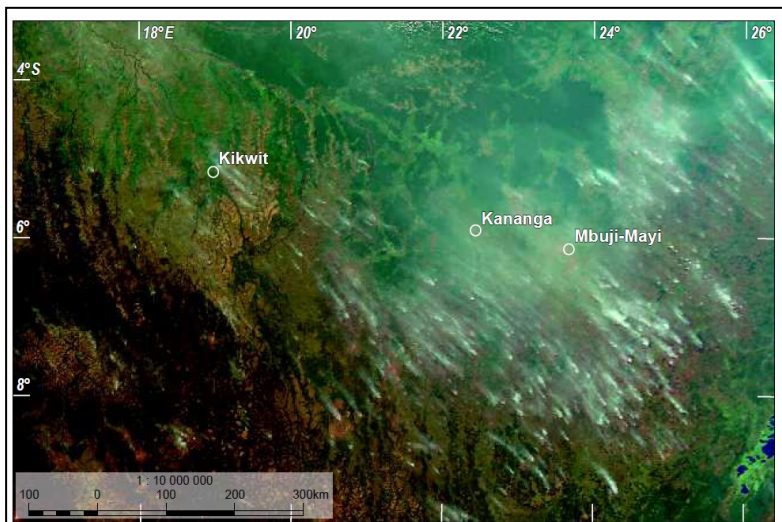
Satelitní snímek na obr. č. 116 dokumentuje rozšíření aerosolu (smogu) nad silně průmyslovou Pádskou nížinou s významnými průmyslovými centry v Miláně a Turíně v severní Itálii. Nížinatá oblast zamořená průmyslovým smogem je špatně provětrávána – od větru ji chrání ze severu Alpy a z jihu Apeniny.

Hlavní část aerosolů tak proudí na východ nad Jaderské moře. Výše uvedené skutečnosti jsou následkem jedné z nejvíce industrializovaných oblastí Evropy nacházející se v oblasti údolí kolem řeky Pád a soustředěné kolem měst Turín a Miláno. Nad touto průmyslovou oblastí se vytváří velké množství smogového oparu, a jak bylo uvedeno výše, vítr, před kterým je údolí chráněno, nemůže rozptýlit tyto smogové mraky.

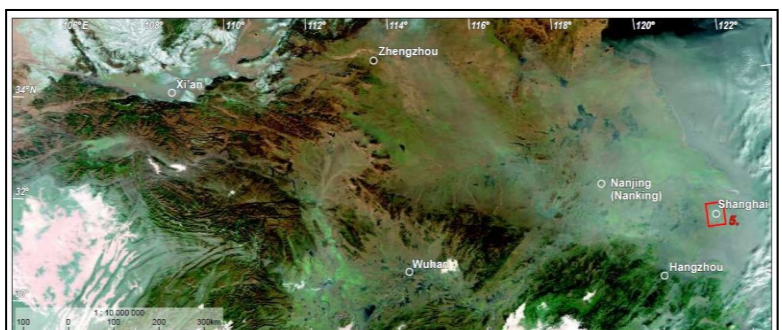
Satelitní snímek na obr. 117 ukazuje kouř vzniklý následkem spalování biomasy v savaně v jihozápadní části Demokratické republiky Kongo. Požáry v této oblasti souvisí se zemědělskou činností a jsou významným příspěvkem k celkovým vzdušným emisím. Tmavě zelené plochy na snímku jsou zalesněné stráně. Oblasti vyhaslých požárů jsou červenohnědé barvy



Obr. 116: Vrstva aerosolů na průmyslovou oblastí údolí řeky Pád. Zdroj: ESA School Atlas, s. 44, 45.



Obr. 117: Kouř vzniklý spalováním biomasy v jihozápadní části Demokratické republiky Kongo ; Zdroj: ESA School Atlas, s. 44, 45.



Obr. 118: Smogová oblast nad Sichuanem (východní Čína); Zdroj: ESA School Atlas, s. 44, 45.



Na obrázku 118 je satelitní snímek **Sichuanu**, jednoho z **míst střední a východní Číny**. Tato oblast je pokryta silnou vrstvou smogu. Smogová oblast sahá i dále k východnímu Čínskému moři. Je to jeden z nejvíce osídlených a průmyslově nejrozvinutějších regionů Číny, a proto čelí vážnému znečištění životního prostředí. Ovzduší je znečištěno zejména kouřem, obsahujícím oxid siřičitý, oxid uhličitý a aerosoly. Emise jsou způsobovány exhalacemi z průmyslové výroby, spalováním ropy, uhlí a dopravou. Oxid siřičitý se mísí se vzdušnou vlhkostí a ke všem problémům se tak přidávají kyselé deště, které poškozují nejen zemědělské plodiny, lesy, ale svůj dopad mají i na čistotu řek a jezer v oblasti.

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Které regiony světa čelí největším problémům s velkým množstvím NO_2 a smogem? Proč tomu tak je?

Jak spojení geografie a dalších přírodních věd jako je chemie, přispívá k ochraně a tvorbě životního prostředí?

Metodický a pracovní list:

Oxid dusičitý NO_2 , aerosoly, smog



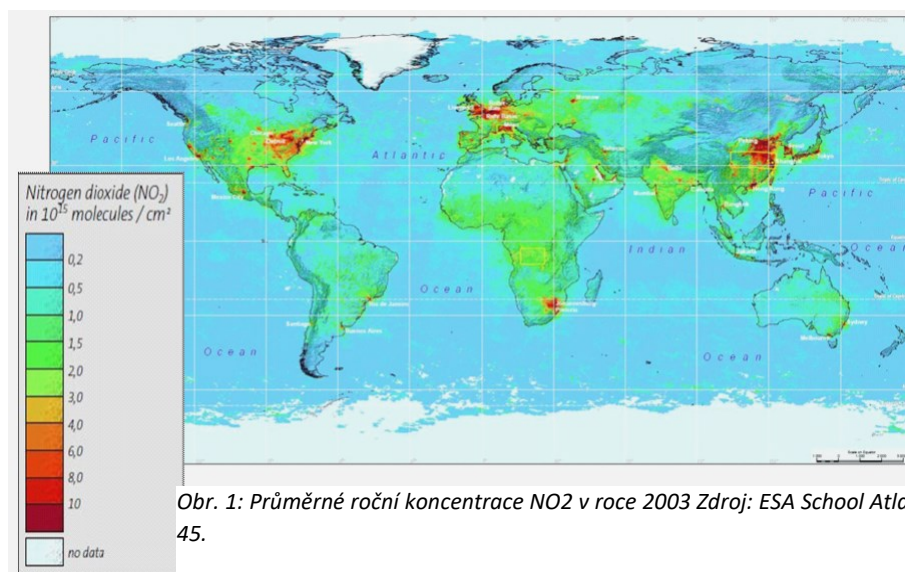
Číslo metodického listu: ML-CH-2	Téma: CHEMIE A DPZ Název aktivity: <i>Oxid dusičitý NO₂, aerosoly, smog</i>	Cílová skupina: žáci 8. a 9. ročníku ZŠ, odpovídající ročníky gymnázií
		Použité metody a formy: práce s textem, vyvozování závěrů, diskuse k tématu, skupinová práce, praktická činnost
Časová náročnost: 45 minut		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Učivo chemie 8. roč.: Oxidy – oxid dusičitý Učivo chemie 9. roč.: Chemie a zdraví; Chemie a průmysl; Chemie a životní prostředí Průřezová témata: Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech; Environmentální výchova
Prostředí výuky: třída, chemická laboratoř		
Cíle aktivity:	<ol style="list-style-type: none">1. Žák je schopen vyčíst z družicových snímků a dat průběžné rozložení oxidu dusičitého a smogu nad jednotlivými oblastmi na světě.2. Žák prakticky ověří vznik smogu a tzv. inverzní situace vznikající nad chladným zemským povrchem.	
Pomůcky:	Satelitní snímky rozložení oxidu dusičitého a smogu (viz učební text Chemie a DPZ), metodický list – pro žáky pracovní list, kádinky 2ks (1000cm ³), spalovací válce 2 ks (500 cm ³), kulatá skla na překrytí válců, horká voda, led, kuchyňská sůl, zápalky, dva kusy kartonu.	
Bezpečnost práce:	Žáci dbají na bezpečnost práce s horkou vodou a při zapalování kartonu.	
Motivační text:	<i>Satelitní snímky v dnešní době patří mezi nejmodernější metody pozorování naší planety Země. Zkušený geograf z nich dokáže vyčíst množství údajů, které podávají informace o různých oblastech (městech, horách atd.), zkrátka takové informace, které mnohdy ani jinak získat nelze.</i> <i>Pokud se k takovýmto snímkům dostane i chemik, může spojení obou profesí přinést velký užitek celé společnosti. Integrace přírodovědných oborů je ideální možností, jak se naučit přemýšlet globálně.</i>	
Zadání úkolu(ů):	<ol style="list-style-type: none">1. Na mapě vyhledejte a vyznačte zakroužkováním oblasti s nejvyšším množstvím oxidu dusičitého NO₂. Vysvětlete, proč se v těchto oblastech oxid dusičitý vyskytuje. (využijte text Chemie a DPZ).2. Z grafu dokumentujícího vývoj množství oxidu dusičitého od r. 1996 do roku 2002 určete oblasti, ve kterých dochází k zvyšování množství tohoto plynu a oblasti, kde naopak dochází k snižování jeho množství. Údaje запиšte do tabulky.3. Podle návodu v části „Řešení“ si vyzkoušejte experiment, který ukazuje vznik inverzní situace a její příčiny.	
	Poznámky: <i>Při provádění experimentu dbejte na opatrnost žáků při práci s horkou vodou, popř. může dostačovat i teplá voda z vodovodního kohoutku (45 °C). Rovněž dbejte bezpečnosti při zapalování kartonu.</i>	



Řešení:

+ Autorské řešení:

Úkol č. 1:

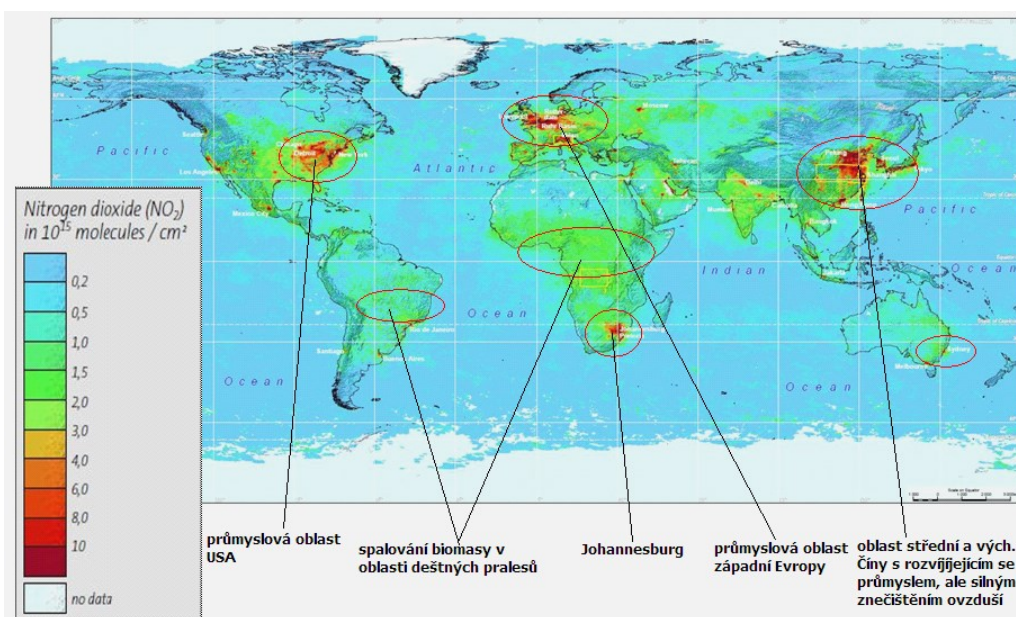


Obr. 1: Průměrné roční koncentrace NO₂ v roce 2003 Zdroj: ESA School Atlas, s. 44, 45.

Závěry:

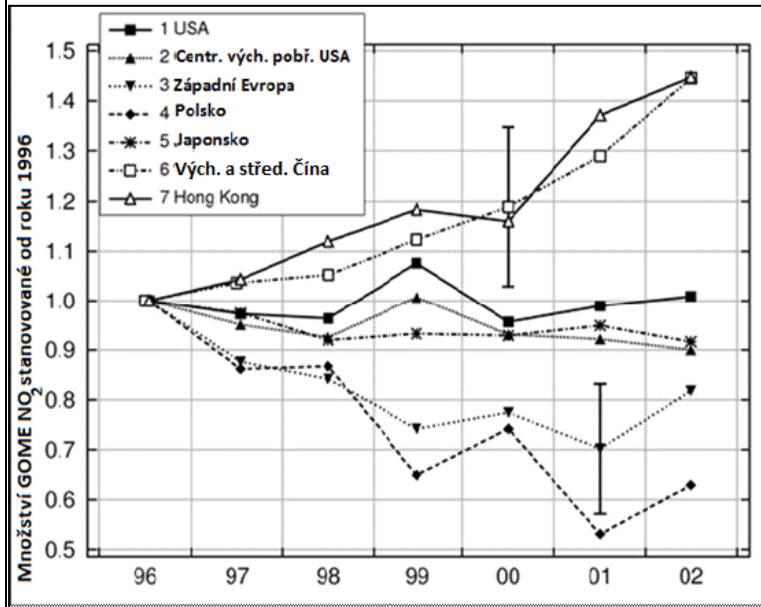
Uvedený snímek distribuce oxidu dusičitého do atmosféry zobrazuje velmi úzkou spojitost s průmyslovou produkcí a hustotou populace. Při pohledu na snímek můžeme vidět, že vysoké koncentrace zmiňovaného oxidu dusičitého se nacházejí po celém průmyslovém pásu v oblasti Severní Ameriky a západní Evropy. Obdobně je tomu i v Indii a ve východní Asii. O jižní polokouli můžeme z hlediska oxidu dusičitého hovořit jako o čistější oblasti. Problematika vyšší koncentrace NO₂ je spojována především s místním klimatem průmyslových aglomerací. Znečištění ovzduší oxidem dusičitým nad západní a střední Afrikou je výsledkem spalování biomasy, požárů v travnatých či keřovitých biomech a množstvím otevřených ohnišť využívaným při vaření a topení. V jižní Africe je nejprůmyslovější oblast kolem Johannesburgu, kterému se také říká město zlata. Je to průmyslové a ekonomické centrum Jihoafrické republiky.

Mapa – řešení:





Úkol č. 2



Graf 1: Vývoj množství NO₂ nad vybranými oblastmi mezi roky 1996–2002.
Zdroj:

http://spaceimages.esa.int/Images/2005/08/Annual_changes_in_nitrogen_dioxide_for_selected_areas

Oblasti se zvyšujícím se množstvím NO ₂	Oblasti se snižujícím se množstvím NO ₂
<i>Hong Kong</i>	<i>Polsko</i>
<i>vých. a střední Čína</i>	<i>západní Evropa</i>
<i>mírně i USA</i>	<i>mírně Japonsko</i>

Úkol č. 3: Pokus: Smog

Postup práce:

- 1) Jednu širokou kádinku naplníme horkou vodou a postavíme do ní skleněný válec.
- 2) Druhou širokou kádinku naplníme chladicí směsí (led + NaCl) a postavíme do ní druhý skleněný válec a necháme jej několik minut ochlazovat.
- 3) Zapálíme kousek kartonu a vhodíme jej do válce v horké vodě. Válec uzavřeme sklem.
- 4) Zapálíme druhý kousek kartonu a vhodíme jej do válce, který stojí v chladicí směsi. Opět jej uzavřeme sklem.
- 5) Pozorujeme vznikající kouř ve válcích.
- 6) Odstraňte skla z ústí válců a pozorujte, ve kterém válci kouř zůstává a odkud uniká.
- 7) Odvoďte příčiny vzniku inverzní situace vznikající v zimních měsících.



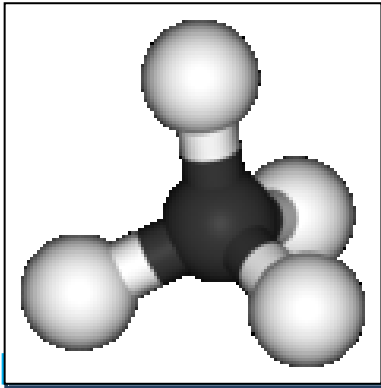
	<p>Pozorování:</p> <p>Z válce, který je umístěn v teplé vodě, cigaretový kouř uniká. Ve druhém válci, který je v chladicí směsi, se cigaretový kouř hromadí. Nejvíce jej zůstává u dna válce. Tyto dva rozdílné jevy jsou způsobeny rozdílnými teplotami uvnitř obou válců.</p> <p>Vysvětlení pokusu:</p> <p>Smog je směs vodní páry, prachu a výfukových plynů atd., který vzniká při tzv. teplotní inverzi. Teplotní inverze nastává v situaci, kdy teplota vzduchu nad zemským povrchem je nižší než teplota vzduchu ve vyšší nadmořské výšce. Tento stav byl demonstrován ve válci, který byl ochlazován chladicí směsí. Naopak druhý válec demonstroval situaci ve vyšších nadmořských výškách, kde je zemský povrch ohříván sluncem a smog je rozptýlován a nevrství se.</p>		
<p>Otázky na závěr:</p>	<table border="1"><tr><td data-bbox="466 725 842 1205"><ul style="list-style-type: none">• Které regiony světa čelí největším problémům s velkým množstvím NO₂ a smogem v atmosféře? Proč tomu tak je?• Jak spojení geografie a dalších přírodních věd jako je chemie, přispívá k ochraně a tvorbě životního prostředí?</td><td data-bbox="842 725 1503 1205"><p>Autorské řešení otázek:</p><p>Největší problémy s NO₂ a smogem mají průmyslové oblasti jižní části Severní Ameriky, střední a západní Evropy, stření a východní Číny a oblast na jihu Afriky kolem Johannesburgu. Důvodem těchto problémů je průmysl a s ním související doprava.</p><p>Právě syntéza – sjednocení a propojení přírodovědných oborů dává možnost celkového (globálního) pohledu na různé environmentální problémy a nabízí jejich řešení, která mohou být nejen rychlá, účinná, ale z pohledu ekonomického i finančně efektivní.</p></td></tr></table>	<ul style="list-style-type: none">• Které regiony světa čelí největším problémům s velkým množstvím NO₂ a smogem v atmosféře? Proč tomu tak je?• Jak spojení geografie a dalších přírodních věd jako je chemie, přispívá k ochraně a tvorbě životního prostředí?	<p>Autorské řešení otázek:</p> <p>Největší problémy s NO₂ a smogem mají průmyslové oblasti jižní části Severní Ameriky, střední a západní Evropy, stření a východní Číny a oblast na jihu Afriky kolem Johannesburgu. Důvodem těchto problémů je průmysl a s ním související doprava.</p> <p>Právě syntéza – sjednocení a propojení přírodovědných oborů dává možnost celkového (globálního) pohledu na různé environmentální problémy a nabízí jejich řešení, která mohou být nejen rychlá, účinná, ale z pohledu ekonomického i finančně efektivní.</p>
<ul style="list-style-type: none">• Které regiony světa čelí největším problémům s velkým množstvím NO₂ a smogem v atmosféře? Proč tomu tak je?• Jak spojení geografie a dalších přírodních věd jako je chemie, přispívá k ochraně a tvorbě životního prostředí?	<p>Autorské řešení otázek:</p> <p>Největší problémy s NO₂ a smogem mají průmyslové oblasti jižní části Severní Ameriky, střední a západní Evropy, stření a východní Číny a oblast na jihu Afriky kolem Johannesburgu. Důvodem těchto problémů je průmysl a s ním související doprava.</p> <p>Právě syntéza – sjednocení a propojení přírodovědných oborů dává možnost celkového (globálního) pohledu na různé environmentální problémy a nabízí jejich řešení, která mohou být nejen rychlá, účinná, ale z pohledu ekonomického i finančně efektivní.</p>		
<p>Závěr:</p>	<p>Všeobecné uzavření tématu. Žák vyjádří v několika větách obsah řešení jednotlivých úkolů.</p> <p>Např. Množství oxidu dusičitého souvisí s množstvím průmyslu a dopravy v jednotlivých oblastech. Vyšší výskyt tohoto plynu je i v oblastech s deštnými pralesy, kde je jeho množství navyšováno spalováním biomasy. Oxid dusičitý je také součástí smogu, který úzce souvisí z tzv. inverzními situacemi.</p>		
<p>Metodické poznámky pro učitele:</p>	<p>1) Šedě označená políčka jsou určena pro učitele a není nutné je tisknout žákům jako součást pracovního listu.</p> <p>2) Zajímavý text: http://geologie.vsb.cz/jelinek/tc-global-oteplovani.htm</p>		



Methan CH₄

Další z chemických látek, o nichž budeme v tomto textu hovořit, a kterou můžeme detekovat pomocí satelitních snímků, je organická sloučenina methan. Tento nejjednodušší uhlovodík je nám známý také pod názvy zemní plyn, bioplyn, důlní plyn atd.

METHAN



Chemické okénko: Methan je za normálních podmínek **bezbarvý plyn, bez zápa-
chu a není jedovatý**. Hoří namodralým plamenem. Patří mezi **alkany** a je tedy **nasyčeným uhlovodíkem s jedním uhlíkovým atomem a čtyřmi atomy vodíku** (obr. 119). Při **dokonalém hoření**, tj. za dostatečného přístupu kyslíku, z něj vzniká oxid uhličitý CO₂ a voda H₂O.

Zajímavost

Methan vzniká v trávicí soustavě živočichů díky činnosti bakterií při trávení potravy. Například tur domácí vyprodukuje až 200 l methanu za den.

Teplota tání methanu je -182,5 °C a teplota varu je -161,6 °C. O hustotě tohoto známého plynu víme, že je 0,676 kg/m³ (plynné skupenství při teplotě 21 °C a tlaku 1 013 hPa). V porovnání s hustotou vzduchu (1,29 kg/m³) můžeme uvést, že methan je lehčím plynem než vzduch.

Methan je hlavní součástí zemního plynu, který se využívá nejen jako palivo v domácnostech, ale také jako průmyslová surovina pro chemickou výrobu vodíku, acetylenu (ethynu), methanolu, kyanidů atd.



Obr. 120: Rašeliniště. Zdroj: <http://chalupa.biz/tipy-na-vylety.htm>

METHAN A JEHO PŘÍTOMNOST V ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ

Methan není jenom prospěšným plynem pro člověka a průmysl, ale odborné zdroje hovoří o **methanu** jako o **výrazné součásti emisí v atmosféře**. Mezi hlavní zdroje emisí methanu řadíme **biologické pochody probíhající anaerobně** tj. bez přístupu kyslíku. Methan je **výslednou látkou (produktem) anaerobního rozkladu organických látek**. Kde tento rozklad probíhá? Příkladem je vyhnívání organismů (rostlin i živočichů) v rašeliništích, permafrostech, mokřadech nebo i na rýžových polích v Asii nebo také v průběhu trávení různých živočichů.

Je prokázáno, že v současnosti je asi **80 % emisí methanu právě biologického původu**. Ať už se jedná o zmiňované mokřady, permafrost (cca 50 % emisí přírodního původu), výměnu methanu mezi atmosférou a oceány nebo produkci methanu termity.



Stranou produkce emisí methanu nezůstává ani člověk. Mezi hlavní antropogenní zdroje methanu patří chov domácích zvířat, emise z těžby a zpracování fosilních paliv, spalování biomasy, pěstování rýže (téměř dvojnásobná produkce methanu než při těžbě a zpracování fosilních paliv), čističky odpadních vod s anaerobním zpracováním kalu (vyhívání kalu se vznikem bioplynu – methanu). Vlivem **lidské činnosti** tvoří vzniklé emise methanu přibližně **60 % celkových celo-**

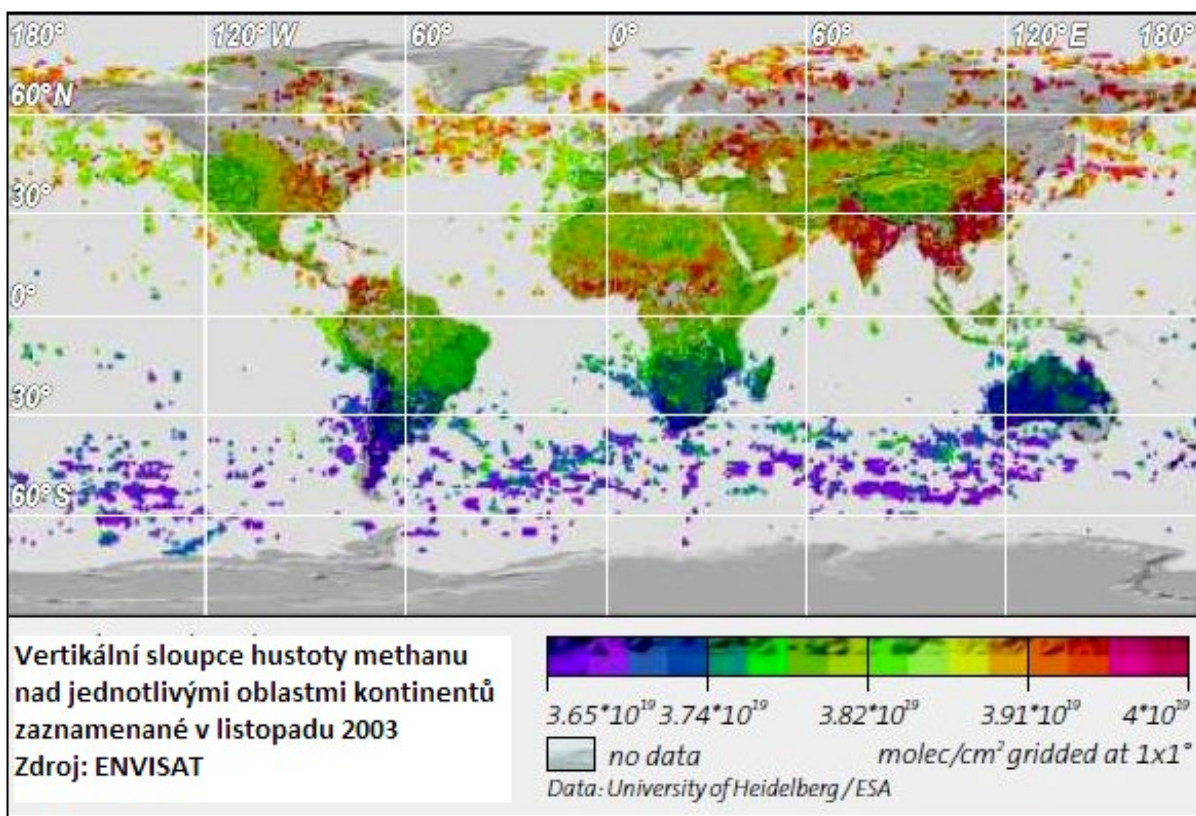
Obr. 121: Rýžová pole. Zdroj: **světových emisí CH₄.**

<http://www.hicsuntleones.info/htm/pic/ryzove%20pole.jpg>

Methan je součástí skupiny **skleníkových plynů (vodní pára, methan, CO₂...)**. Uvádí se, že ke globálnímu oteplování přispívá zhruba z 9 %, v silně průmyslových oblastech až z 15 %. Methan přítomný v atmosféře zachycuje teplo až 23 krát účinněji než CO₂.

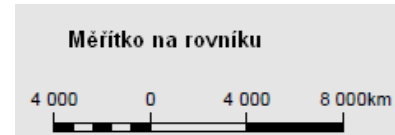
SATELITNÍ SNÍMKY A POZOROVÁNÍ PRODUKCE METHANU V JEDNOTLIVÝCH ČÁSTECH ZEMĚ

(vyvození největších producentů methanu)

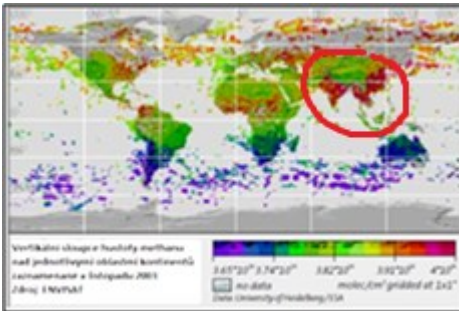




Obr. 122: Produkce methanu ve světě. Zdroj: ESA School Atlas, s. 160, 161.



Popis obrázku: Vertikální sloupec methanu se měří v množství molekul tohoto plynu na jednom centimetru čtverečním a tyto hodnoty je možné pomocí barevné škály převést na satelitní snímek. Jak již bylo uvedeno v předchozím textu, **největšími emitenty methanu** jsou z přírodních zdrojů **mokřady, permafrost, oceány** a ze zdrojů antropogenních **pěstování rýže, spalování fosilních paliv, spalování biomasy a např. i nakládání s odpady**.



Obrázek rozložení množství methanu nám velice zřetelně ukazuje, že nejvyšší koncentrace tohoto plynu se vyskytují na Indickém subkontinentu v jihovýchodní Asii, který je znám svým intenzivním pěstováním rýže. Na zatopených rýžových polích dochází obdobně jako v jiných mokřadech a rašeliništích k anaerobnímu (bez přístupu kyslíku) rozkladu organických látek a produkci bahenního plynu, jak je také methan často nazýván.

ZDROJE:

<http://www.irz.cz/repository/latky/methan.pdf>, učebnice chemie 9. ročník,

<http://www.prirodovedci.cz/zptejte-se-prirodovedcu?action%5Bfaq%5D=detail&faqID=77>

Rašeliniště: <http://chalupa.biz/tipy-na-vylety.htm>

http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_fi.pdf

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Jaký je základní název skupiny uhlovodíků, k nimž patří methan?

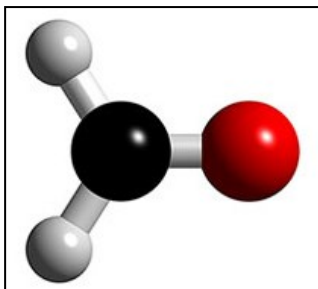
Znovu si prohlédněte snímek celkových koncentrací methanu nad jednotlivými oblastmi světa. Pokuste se objasnit rozložení míst s největší a nejmenší koncentrací methanu.

Metodický a pracovní list:

Methan CH₄ a formaldehyd HCHO



Formaldehyd – HCHO



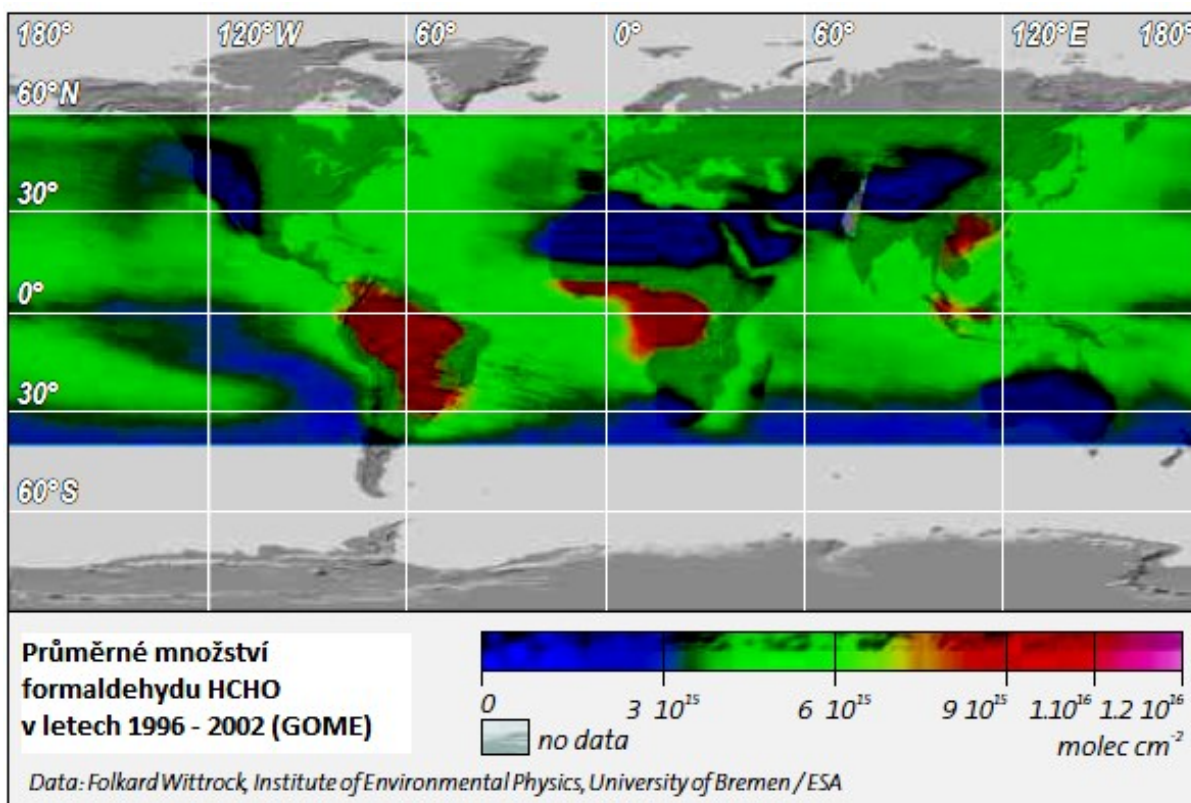
Obr. 123: Molekula formaldehydu. Zdroj: <http://www.pk.all.biz/img/pk/catalog/6405.jpeg>

Chemické okénko: Formaldehyd (methanal) patří mezi **organické sloučeniny**. Řadí se mezi **karbonylové sloučeniny** (kyslíkaté deriváty uhlovodíků) a je nejjednodušším aldehydem. V potravinářství má označení E240 a **v ČR je jeho používání v tomto odvětví zakázáno**.

Formaldehyd je bezbarvý, ostře štiplavě zapáchající jedovatý plyn, který je **dobře rozpustný ve vodě**. V organických nepolárních rozpouštědlech se takřka nerozpouští. Teplota tání formaldehydu je $-117\text{ }^{\circ}\text{C}$ a teplota varu je $-19,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. **Při $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ se formaldehyd rozkládá na methanol a oxid uhelnatý.**

V obchodě můžeme formaldehyd koupit stabilizovaný methanolem pod názvem **formalin**. Formaldehyd se využívá jako konzervační prostředek nejen pro některé potraviny (v ČR zákaz), ale také pro některá léčiva a kosmetické přípravky. Má rovněž dezinfekční a sterilizační účinky, proto je využíván pro uchovávání vzorků tkání různých živočichů. Své využití má i v zemědělství, kde slouží k dezinfekci půdy i semen a také jako fungicid a insekticid.

Z vodných roztoků se vypařuje až po vodě a jeho výhodou je, že ve vodním prostředí a v půdě je dobře odbouráván mikroorganismy.



Obr. 124: Satelitní snímek rozmístění koncentrace formaldehydu. Zdroj: ESA School Atlas, s. 160, 161.



FORMALDEHYD A JEHO PŘÍTOMNOST V ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ

Formaldehyd (methanal) je běžnou **součástí životního prostředí**. Je produktem živých buněk a vyskytuje se i v ovoci, zelenině a mase. Do prostředí se také dostává při lesních požárech nebo při rozkladných procesech. Velké množství této chemické látky vzniká **v troposféře jako výsledek oxidace organických látek**. Přirozené emise formaldehydu jsou vyšší než zdroje sekundární, tj. zdroje vzniklé lidskou činností. Formaldehyd také **podporuje** a zároveň **detekuje fotochemické děje v atmosféře**, tzn. děje, při kterých je k průběhu chemické reakce třeba slunečního záření. Methanal (formaldehyd) se v životním prostředí rozkládá během jednoho dne reakcí s hydroxylovým radikálem a vzniká tak (oxiduje se) oxid uhličitý CO_2 .

SATELITNÍ SNÍMKY A POZOROVÁNÍ PRODUKCE FORMALDEHYDU V JEDNOTLIVÝCH ČÁSTECH ZEMĚ

Velké množství formaldehydu HCHO se nachází v oblastech, kde je spalována biomasa. Satelitní snímek níže pod textem ukazuje nejvyšší koncentrace formaldehydu nad deštnými pralesy v oblastech Jižní Ameriky, Afriky a Indonésie, kde právě ke spalování biomasy ve velké míře dochází. I rychle se rozvíjející industrializace v určitých oblastech světa např. východní Číny, má za následek zvýšené množství formaldehydu.

ZDROJE:

Formaldehyd: <http://www.pk.all.biz/img/pk/catalog/6405.jpeg>

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Formaldehyd>

<http://www.irz.cz/repository/látky/formaldehyd.pdf>

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Jaký je základní název skupiny derivátů uhlovodíků, k nimž patří formaldehyd?

Proč je množství formaldehydu nejvyšší právě nad deštnými pralesy?

Metodický a pracovní list:

Methan CH_4 a formaldehyd HCHO

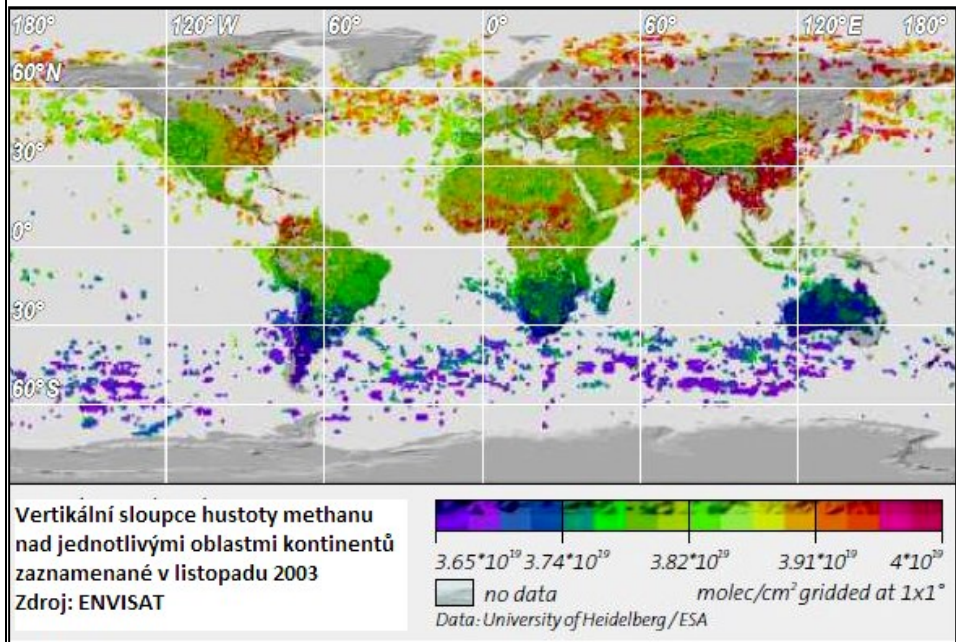


Číslo metodického listu: ML-CH-3	Téma: CHEMIE A DPZ Název aktivity: <i>Methan CH₄ a formaldehyd HCHO</i>	Cílová skupina: žáci 8. a 9. ročníku ZŠ, odpovídající ročníky gymnázií Použité metody a formy: práce s textem, vyvozování závěrů, diskuse k tématu, skupinová práce
Časová náročnost: 45 minut		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Učivo chemie 9. roč.: Alkany – methan Karbonylové sloučeniny – aldehydy – Formaldehyd (methanal); Chemie a zdraví; Chemie a průmysl; Chemie a životní prostředí
Prostředí výuky: třída		Průřezová témata: Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech; Environmentální výchova; Mediální výchova
Cíle aktivity:	<ol style="list-style-type: none">1. Žák je schopen vyčíst ze satelitních snímků a dat průběžné rozložení methanu a formaldehydu nad jednotlivými oblastmi světa.2. Žák popíše vznik methanu a formaldehydu a především pak důvody vzniku těchto organických látek a jejich emise do atmosféry.	
Pomůcky:	Satelitní snímky rozvrstvení methanu a formaldehydu (viz učební text Chemie a DPZ), metodický list – pro žáky pracovní list	
Bezpečnost práce:	Práce s tímto metodickým popř. pracovním listem nevyžaduje speciální poučení o bezpečnosti.	
Motivační text:	<i>Satelitní snímky v dnešní době patří mezi nejmodernější metody pozorování naší planety Země. Zkušený geograf z nich dokáže vyčíst množství údajů, které podávají informace o různých oblastech (městech, horách atd.), zkrátka takové informace, které mnohdy ani jinak získat nelze.</i> <i>Pokud se k takovýmto snímkům dostane i chemik, může spojení obou profesí přinést velký užitek celé společnosti. Integrace přírodovědných oborů je ideální možností, jak se naučit přemýšlet globálně.</i>	
Zadání úkolu(ů):	<ul style="list-style-type: none">• Na snímcích označ oblasti s nejvyšším množstvím methanu a oblasti s nejvyšším množstvím formaldehydu. Jedná se o tytéž oblasti, nebo se každá z látek vyskytuje nad jinou oblastí? Vše запиšte do tabulky a porovnejte (využijte text Chemie a DPZ).	

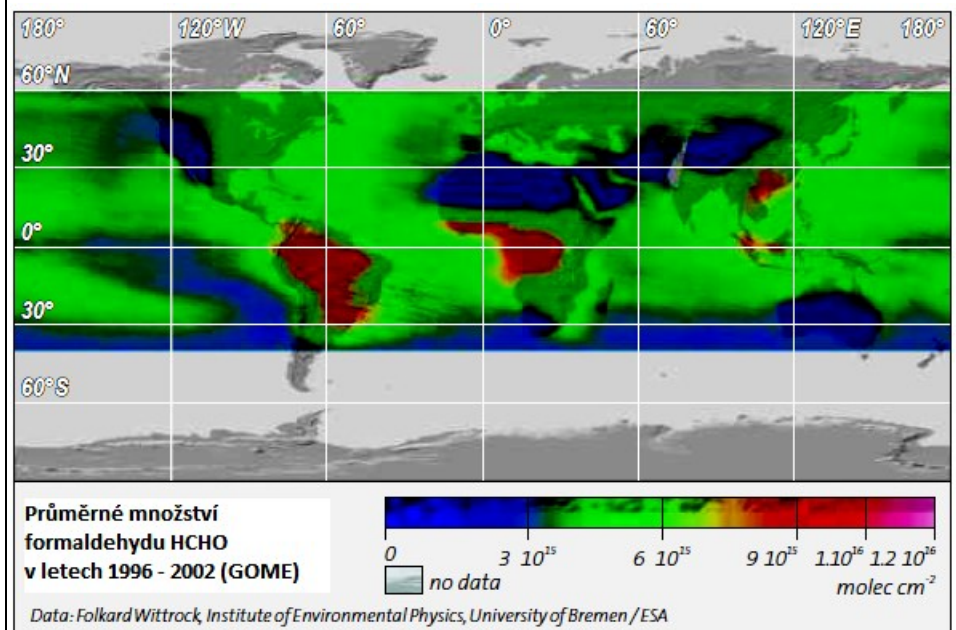


Řešení:
+ Autorské řešení:

Úkol:

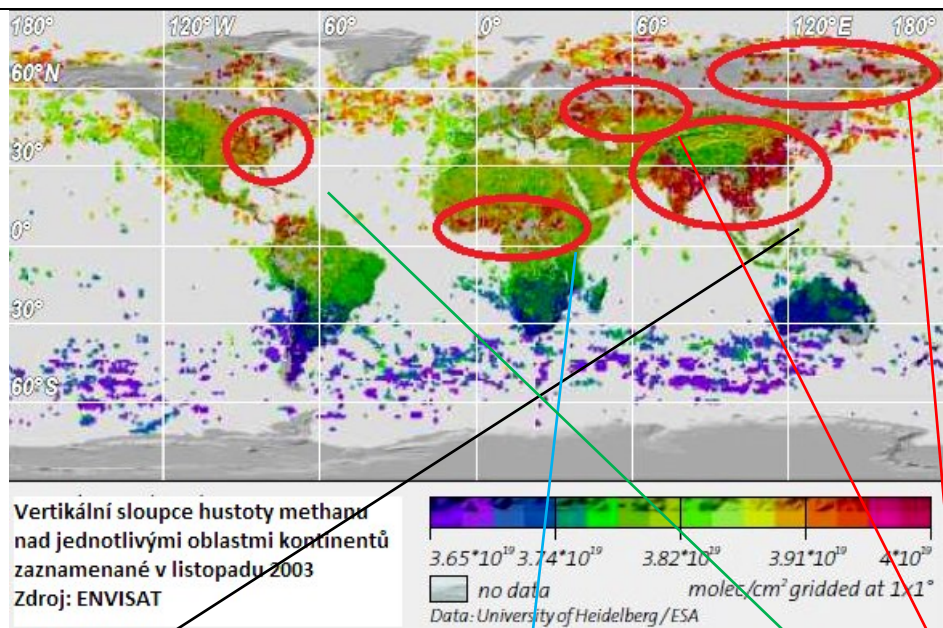


Obr. 1: Produkce methanu ve světě Zdroj: ESA School Atlas, s. 160, 161.



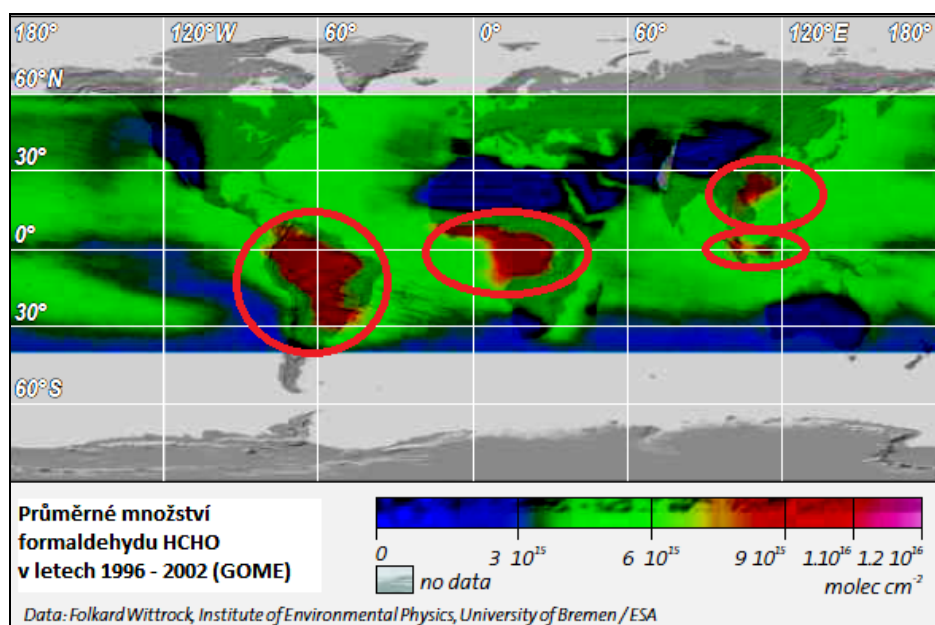
Obr. 2: Satelitní snímek rozmístění koncentrace formaldehydu Zdroj: ESA School Atlas, s. 160, 161.

Závěry:



Nejvyšší hodnoty uvádějící množství methanu jsou na obrázku zřetelně vidět nad oblastí Indie, východní Číny. Další oblastí s poměrně velkým nozstvím methanu je Rusko, a to zejména oblast Sibiře, oblast střední Afriky (Nigérie, Kamerun atd.) a v severní Americe potom oblast východní a severní Kanady.

Důvody jsou následující Indie a východní Čína jsou oblasti známé pěstováním rýže a chovem domácích zvířat. Methanu se říká bahenní plyn a jeho vznik tedy úzce souvisí se zavodněnými oblastmi rýžových polí. Oblast Sibiře je permanentně zamrzlou půdou – permafrostem. Zde rovněž dochází k velkému vzniku methanu. Obdobně je tomu i v oblasti severní Kanady. Oblast střední Afriky – oblast nejen pouště, ale také rovníkových tropických deštných pralesů. Opět místo, kde díky anaerobním procesům může vznikat methan.





	Nejvyšší množství methanu	<i>Indie, vých. Čína</i>	<i>Rusko - Sibiř</i>	<i>severní oblast Kanady</i>	<i>střední část Afriky</i>
	Nejvyšší množství formaldehydu	<i>východní Čína</i>	<i>Oceánie</i>	<i>střední část Afriky</i>	<i>Jižní Amerika</i>
<p><i>Velké množství formaldehydu HCHO se nachází v oblastech, kde je spalována biomasa. Satelitní snímek ukazuje nejvyšší koncentrace formaldehydu nad deštnými pralesy v oblastech Jižní Ameriky, Afriky a Indonésie kde právě ke spalování biomasy ve velké míře dochází. I rychle se rozvíjející industrializace v určitých oblastech světa např. východní Číny, má za následek zvýšené množství formaldehydu.</i></p>					
Otázky na závěr:	<ul style="list-style-type: none"> Znovu si prohlédněte snímek celkových koncentrací methanu nad jednotlivými oblastmi světa. Pokuste se objasnit rozložení míst s největší a nejmenší koncentrací methanu. Proč je množství formaldehydu nejvyšší právě nad deštnými pralesy? 		<p>Autorské řešení otázek:</p> <p><i>Viz výše v část „Řešení“.</i></p> <p><i>Do prostředí se formaldehyd dostává při lesních požárech nebo při rozkladných procesech. Velké množství formaldehydu HCHO se nachází v oblastech, kde je spalována biomasa – jižní Amerika, rovníková Afrika.</i></p>		
Závěr:	<p>Všeobecné uzavření tématu. Žák vyjádří v několika větách obsah řešení jednotlivých úkolů.</p> <p><i>Např. Obrázek rozložení množství methanu nám velice zřetelně ukazuje, že nejvyšší koncentrace tohoto plynu se vyskytují na Indickém subkontinentu v jihovýchodní Asii, který je znám svým intenzivním pěstováním rýže. Na zatopených rýžových polích dochází obdobně jako v jiných mokřadech a rašeliništích k anaerobnímu (bez přístupu kyslíku) rozkladu organických látek a produkci bahenního plynu, jak je také methan často nazýván.</i></p> <p><i>Velké množství formaldehydu HCHO se nachází v oblastech, kde je spalována biomasa. Satelitní snímek ukazuje nejvyšší koncentrace formaldehydu nad deštnými pralesy v oblastech Jižní Ameriky, Afriky a Indonésie. I rychle se rozvíjející industrializace v určitých oblastech světa např. východní Číny, má za následek zvýšené množství formaldehydu.</i></p>				
Metodické poznámky pro učitele:	<p>1) Šedě označená políčka jsou určena pro učitele a není nutné je tisknout žákům jako součást pracovního listu.</p> <p>2) Zajímavý text: http://geologie.vsb.cz/jelinek/tc-global-oteplovani.htm</p>				



Mapování vegetace

Víte, proč má vegetace zelenou barvu a jak lze sledovat její proměny během roku?

Mohou zemědělci s pomocí DPZ snímků odhadnout správnou dobu sklizně?

Jak pomáhá DPZ hasičům?

Úloha dálkového průzkumu Země (DPZ) nabízí v biologických oborech celou řadu možností, jak s tímto zdrojem informací pracovat. Protože je filozofie DPZ v zásadě založena na registraci odraženého záření, mohou zejména rostlinné organismy s ohledem na obsah rostlinných pigmentů poskytnout celou řadu informací o svém aktuálním stavu.

Využití DPZ je orientováno převážně k identifikaci, charakteristice a indikaci růstového potenciálu vegetace. Spektrální chování vegetace se vyznačuje především významným nárůstem odrazivosti v **blízké infračervené části spektra**. Běžně se uvádí, že ve viditelné oblasti spektra je vegetací odraženo asi 20 % dopadajícího záření, zatímco v blízké infračervené části spektra je to okolo 60 %. Hodnocení těchto vegetačních aspektů závisí v mnoha ohledech na *druhu vegetace, jejich nárocích na sluneční záření, charakter klimatu a typu půdy*. Obvyklým výsledkem aplikace DPZ tak může být s ohledem na potravinovou problematiku **stanovení produktivity půdy** pro konkrétní plodiny.

Odrzivost rostlin je ovlivňována jak **podmínkami prostředí**, tak i obsahem **chlorofylu** a jiných rostlinných barviv, jako jsou karoteny, xantofyly, antokyanidy. Výrazný vliv na odrazivost má také vnější i **vnitřní anatomie listu, obsah vody** v buněčných a mezibuněčných prostorách. Například čím kolměji je orientována plocha stěny buňky k dopadajícímu záření, tím větší je odrazivost listu. Protože mnoho snímačů pracuje s vlnovými délkami v zelené, červené a blízké infračervené části spektra, mohou tak opomíjet absorpci záření a jeho odraz vegetací. U vegetace se ovšem nabízí využití přítomnosti chlorofylu, zeleného listového barviva, které z *absorbovaného viditelného záření pohltí vlnové délky v modré a červené části spektra, čímž je odražené záření posunuto k zelené části spektra viditelného záření*. To nám umožňuje vidět vegetaci **zeleně**. Zároveň také listy odrážejí záření v části spektra blízkému infračervenému záření (vlnové délky 0,7–1,1 μm). Intenzita tohoto odraženého záření je obecně větší než u většiny anorganických materiálů. Vegetace se tak v detekovaném záření jeví světlejší, čehož je možno využít při detekci tónů v multispektrálních snímcích: *tmavší tóny v modrém, respektive červeném pásmu, světlejší tóny v zeleném pásmu a světlé tóny v záření blízké infračervenému*. V intervalu spektra 1300–3000 nm je odrazivost vegetace formována především přítomností vody v orgánech rostlin. **Vyšší obsah vody naopak snižuje odrazivost rostlin.**

Na obrázku 125 je zobrazena **spektrální křivka odrazivosti listu**, která se v oblasti viditelného a blízkého infračerveného záření rozděluje do tří částí, které odpovídají faktorům určujícím velikost spektrální odrazivosti:

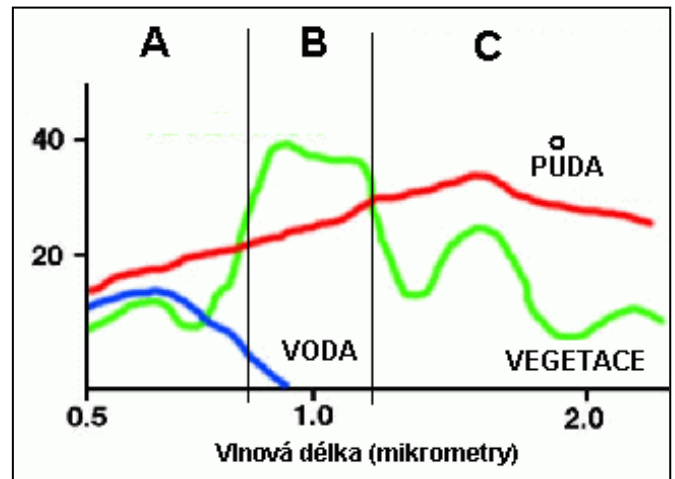
- A – oblast pigmentační absorpce (400–700 nm),
- B – oblast buněčné struktury (700–1 300 nm),
- C – oblast vodní absorpce (1 300–3 000 nm).



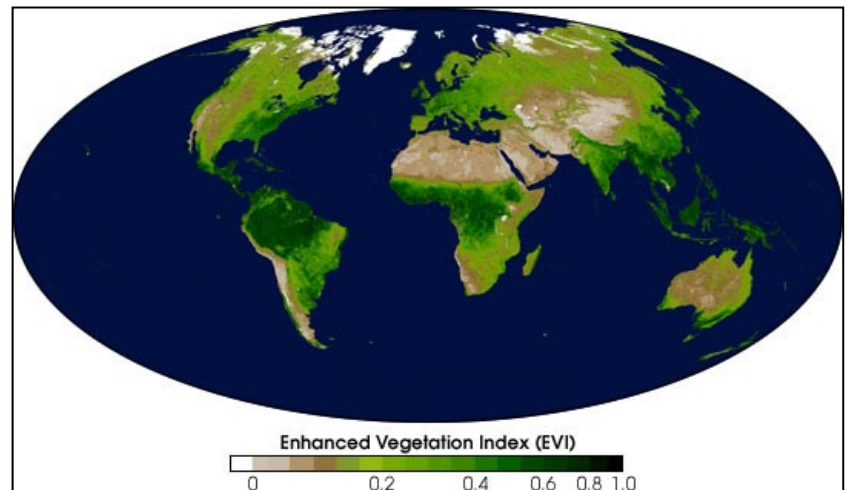
Konkrétní identifikace druhu vegetace ze snímků DPZ závisí na jejich vlastnostech. Na příklad opadavé listnaté stromy vykazují daleko větší odrazivost než jehličnaté stromy, proto se na infračervených snímcích jeví jako **sytě a jasně červené**, zatímco jehličnany jsou spíše **tmavší**. Tyto spektrální změny v odraženém záření mohou být využity k detekci vegetace na zemském povrchu a v některých případech také v oceánech a ostatních vodních plochách.

Pro komplexní mapování vegetace se využívá tzv. **vegetačních indexů**, které vyjadřují vztah mezi odrazivostí v intervalu červené viditelné části spektra (60–700 nm) a v blízké infračervené části spektra (přibližně 700–900 nm). Existuje celá řada vegetačních indexů, přičemž je

můžeme rozdělit do dvou skupin. *Poměrové indexy* dávají do vztahu jednoduchým nebo normalizovaným poměrem odrazivost povrchů v červené viditelné a blízké infračervené části spektra. *Ortogonální indexy* jsou lineární kombinací původních pásem multispektrálního obrazu.



Obr. 125: Části křivky spektrální odrazivosti pro vodu, vegetaci a půdu. Zdroj: Dobrovolný, 1998.



Obr. 126: Mapa vegetačního indexu EVI. Zdroj: <http://terra.nasa.gov/>.

ZDRAVOTNÍ STAV VEGETACE

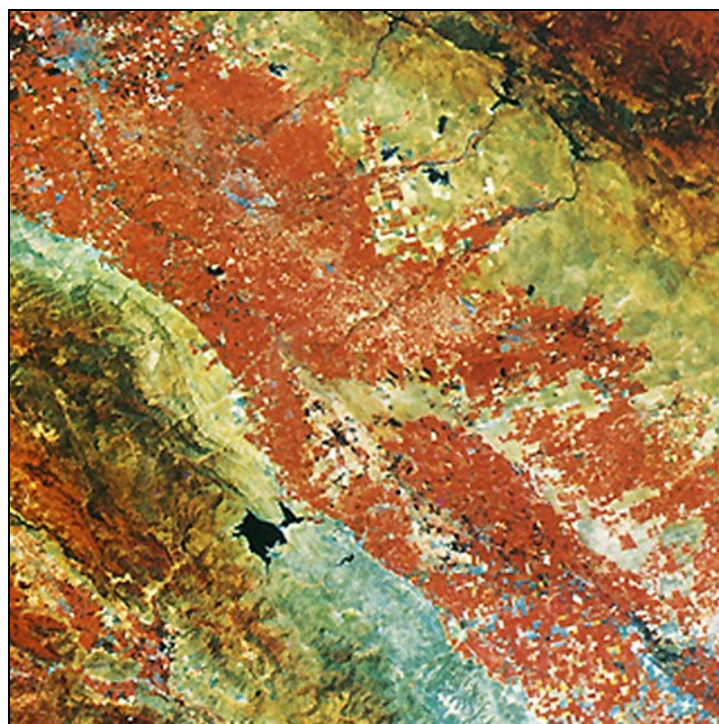
Podobně, jako je možné pro každou plodinu sestavit spektrální křivku její odrazivosti, můžeme podle charakteru křivek usuzovat na **zdraví vegetace**. Významným ukazatelem je *pokles vody v rostlině*, který má za následek změnu ve vnitřní struktuře objektů. Je-li například vlhkost menší než 55 %, dochází ke ztrátě chlorofylu, což se projeví větší odrazivostí na vlnové délce 660 nm a vyšší odrazivostí v infračervené části spektra. Obecně platí, že u rostlin na konci vegetačního období či u rostlin poškozených chemickými látkami dochází k *poklesu odrazivosti v blízké infračervené části spektra* a k *vzrůstu v části červené*. Protože se změna projeví nejdříve v infračervené části spektra, je možné na snímcích zaznamenat změnu ve zdravotním stavu vegetačního krytu dřívě, než se projeví v přírodě např. změnou barvy listů. Vegetace, která je ve **stresu**, nebo **poškozená**, bude v pásmu **blízkému infračervenému záření** v důsledku úbytku chlorofylu méně **pohlcovat modré a červené** spektrum a rostlinu budeme vidět jako **žlutou**.



Vyhodnocení zemědělské úrody

To, čím bezesporu zemědělství prospívá lidské společnosti, je rostlinná a živočišná výroba. S ohledem na prudký nárůst populace i změny ve společnosti mají vlády jednotlivých států přímo daný cíl. Zajistit dostatek potravy pro obyvatelstvo. Určité odhady množství sklizně je možné také s využitím DPZ. Snahou od počátku využití snímků DPZ v zemědělství bylo sestavit **katalog spektrálních křivek odrazivosti** pro jednotlivé rostliny v určité **fenofázi** (fenologická fáze – tvarově nebo funkčně zřetelný úsek v životě rostliny nebo živočicha v závislosti na sezónních změnách podnebí), čímž by bylo možné sledovat dozrávání jednotlivých plodin a včas tak začít sklizeň. Stanovit obecně platné hodnoty není ovšem kvůli celé řadě proměnných podmínek prostředí možné. I tak je v rámci konkrétního území možné jednotlivé plodiny odlišit. Popis konkrétních plodin je založen na pozemních spektrometrických (radiometrických) měřeních, která jsou prováděna v časově o prostorově omezeném rozsahu tak, aby co nejlépe vystihla vliv vybraných biometrických, pedologických a meteorologických parametrů na spektrální odrazivost zemědělských plodin. Vliv na jejich proměnlivost má mnoho faktorů: *druh plodiny včetně jejího genotypu, barva plodiny, obsah chlorofylu, hustota výsevu, fenologická fáze plodiny, výška porostu* aj.

Na snímku (obr. 127) z družice Landsat je zachycena část Centrálního údolí, respektive San Joaquin ve státě Kalifornie (USA). V pravém horním rohu můžeme identifikovat část *pohoří Sierra Nevada*, v levém dolním rohu pak *Pobřežní pásmo*. **Žlutohnědý pruh** lemující horské části poukazuje na **louky a pastviny**, do jejichž částí je situován chov dobytka, a vmezeřené **namodralé části** identifikují **subtropickou vegetaci** místně nazývanou *chapparral*. **Modré oblasti** v levém horním a pravém dolním rohu jsou *sídelní oblasti* – města Stockton a Modesto. **Červený pruh**, táhnoucí se údolím, představuje *zemědělské plodiny*, nejčastěji ječmen, cukrová řepa, fazole, vinná réva aj.



Obr. 127: Část centrálního údolí v Kalifornii, snímek z družice Landsat, červenec 1972; NASA



DPZ v lesnictví

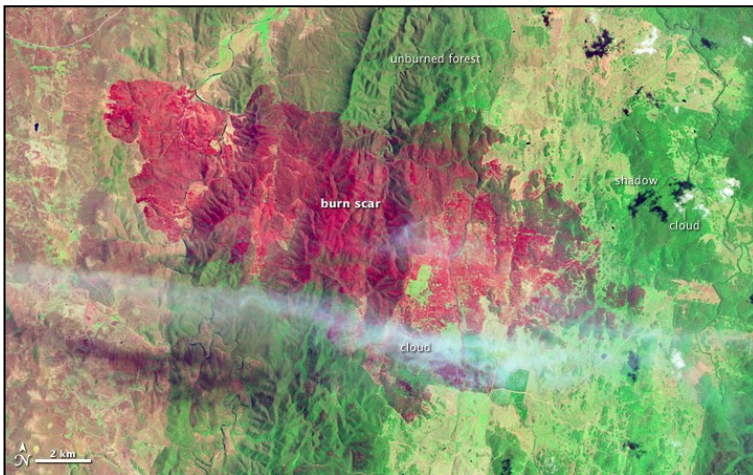
ODLESŇOVÁNÍ

Jedním z palčivých problémů, které trápí lesní pracovníky, je úbytek plochy lesních ekosystémů známých jako **odlesňování**. Tento proces probíhá nejintenzivněji zejména v rozvojových zemích, které se snaží získat novou zemědělskou půdu, či prodat dřevní hmotu. DPZ snímky tak mohou v různých časových odstupech podat přesvědčivý důkaz o tomto ne vždy promyšleném zásahu. Obrázek 128 dokumentuje snímkem v pravých barvách **odlesňování ve východní Bolívii**, kdy bylo v rámci projektu Tierras Bajas přesídleno do této oblasti za účelem pěstování sójových bobů obyvatelstvo z oblasti Altiplana. Osadníci postupně vytvořili *koncentricky uspořádaná sídla* a zemědělská pole v pravidelných vzdálenostech po ploše vykáceného lesa.



Obr. 128: Odlesňování amazonského deštného lesa v Bolívii. Zdroj: NASA.

DETEKCE LESNÍCH POŽÁRŮ



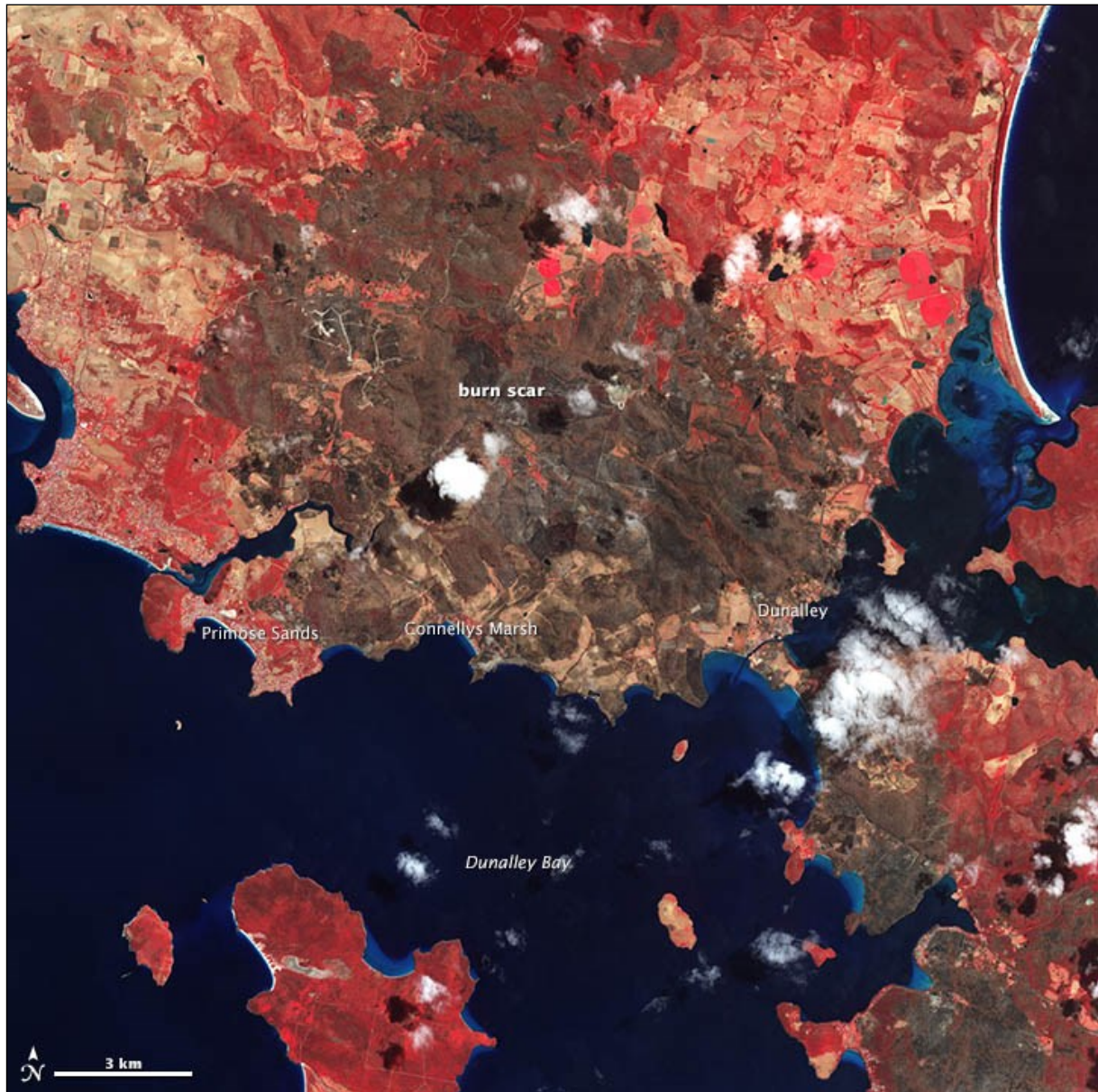
Obr. 129: Následky lesního požáru v Novém Jižním Walesu v Austrálii dne 15. 1. 2013. Zdroj: NASA.

Identifikace ohnisek lesních požárů je dalším významným úkolem DPZ. K jeho přímé lokalizaci se používají **termální snímky** a **snímky v infračervené části spektra**. Pro detekci oblastí zasažených požárem je možné využít snímků v nepravých barvách. Obrázek 129 ilustruje na příkladu snímku ze satelitu Earth Observing-1 v nepravých barvách škody způsobené lesním požárem. **Shořelá vegetace** je zobrazena **červeně**, **ohněm nedotčené lesy** **tmavě zeleně** a **zemědělské plochy** **světle zeleně**.

Další satelitní snímek (obr. 130) pořízený termálním skenerem satelitu Terra dokumentuje dopady požáru 14. 1. 2013 na Tasmánii v okolí města Dunalloy. Na snímku je v **nepravých barvách** využívající jak viditelné, tak infračervené záření zachycena červenou barvou vegetace. **Světle červené plochy** představují **ohněm nedotčené** lesní porosty, **světle hnědé** indikují **částečný dopad požáru**, **tmavě**



hnědé oblasti pak oblasti **postižené silným požárem**. Komunikace jsou zobrazeny šedě a oblačnost bíle.



Obr. 130: Termální snímek ze satelitu Terra v oblasti tasvánského města Dunalley. Zdroj: NASA.

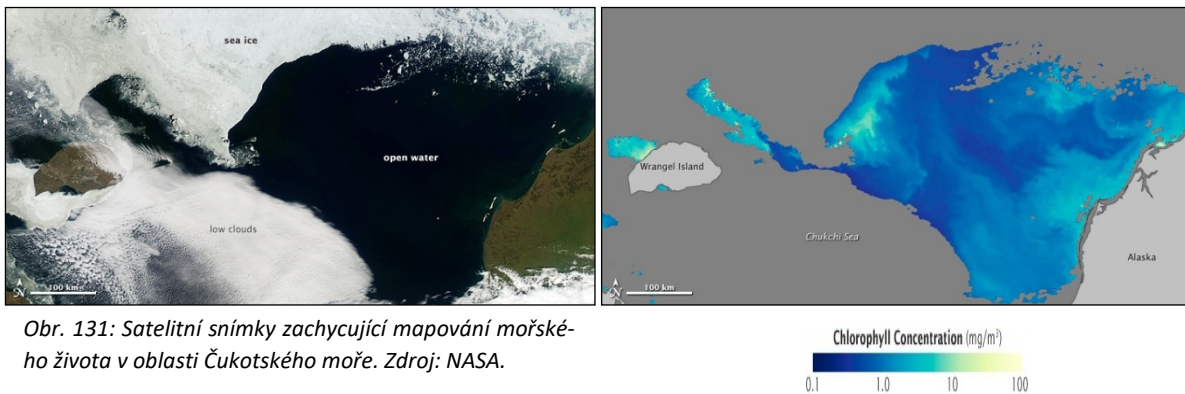
ZDRAVOTNÍ STAV LESŮ

Zdravotní stav lesů se obdobně jako zdravotní stav vegetace vyhodnocuje na základě vegetačních indexů.



Oceánografie

V marinní biologii lze použít DPZ snímky zejména pro **detekci mořského života**, a to ve formě **fytoplanktonu**. Pro jeho identifikaci se využívá přítomnosti chlorofylu a jeho spektrální odrazivosti, o které bylo zmíněno výše. Satelitní snímek pořízený spektrometrem satelitu Aqua (obr. 131) zobrazuje na horním snímku v přirozených barvách oblast Čukotského moře. Spodní snímek využívá spektrální odrazivosti chlorofylu, přičemž **modré barvy** odpovídají oblastem **chudým na plankton**, **žluté** pak oblastem s **vysokou koncentrací planktonu**. **Pevnina** je zobrazena **světle hnědě** a oblasti, které *nemohly* být v důsledku výskytu oblačnosti vyhodnoceny, se jeví jako **tmavě hnědé**.



Obr. 131: Satelitní snímky zachycující mapování mořského života v oblasti Čukotského moře. Zdroj: NASA.

POUŽITÉ ZDROJE:

DOBROVOLNÝ, P. Dálkový průzkum Země. Digitální zpracování obrazu. Masarykova Univerzita, Brno, 1998.

NASA, <http://rst.gsfc.nasa.gov/>

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Myslíte si, že se v České republice pracuje v krizovém řízení s družicovými snímky tohoto charakteru?

Je možné pořídít termální snímek bez využití družic?

Metodický a pracovní list:

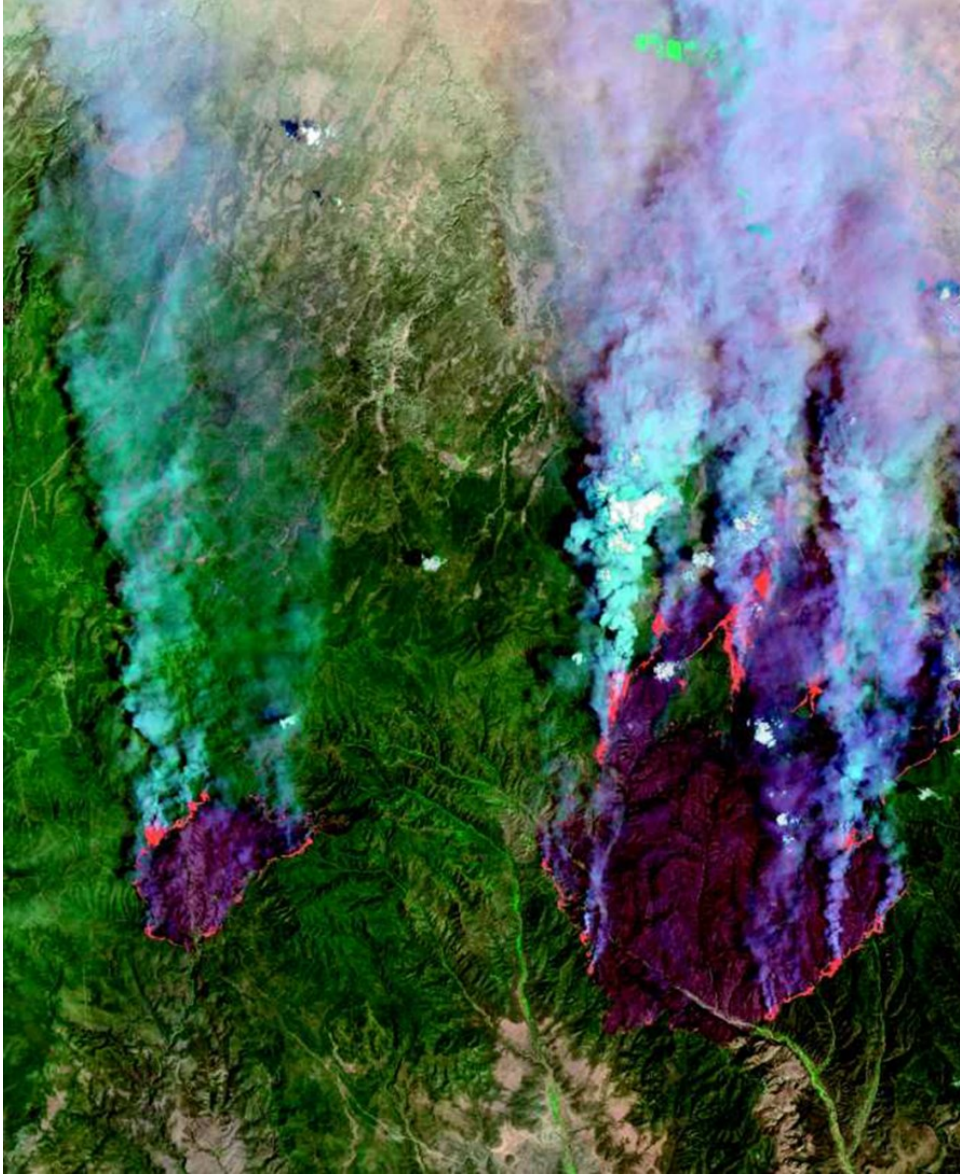
Detekce lesního požáru

Život v mořích a oceánech

**BIOLOGIE**

Číslo metodického listu: ML-BI-1	Téma: DPZ V LESNICTVÍ	Cílová skupina: Žáci SŠ
Časová náročnost: 30 min.	Název aktivity: <i>Detekce lesního požáru</i>	Použité metody a formy: Krátký výklad, samostatná práce
Prostředí výuky: třída		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: učivo: fyziologie rostlin, podmínky života na Zemi průřezová témata: environmentální výchova
Cíle aktivity:	Seznámit se s interpretací satelitního snímku v pravých barvách. Na základě teoretických znalostí vyvozovat aktuální vývoj.	
Pomůcky:	Pracovní list, příložený barvený satelitní snímek	
Motivační text:	<p>Oheň je dobrý pán, ale zlý sluha. Oheň do lesa nepatří. Znáte význam těchto vět? Lesní pracovníci určitě ano. Nedůsledně uhašený táborák, nebo nevhodně odhozený nedopalek od cigarety a trochu nešťastné náhody může během krátké chvíle rozpoutat ohnivě peklo. Ale ne jen člověk může způsobit takovou pohromu. Během dlouhého suchého období a intenzivního slunečního záření, může také dojít k samovznícení. Oheň je pak velmi obtížné uhasit a zabránit jeho opětovnému vznícení. Hašení lesního požáru stěžuje celá řada faktorů: nepřístupný terén, nedostatek hasiva (vody), vysoký stupeň přežívání ohně aj. V oblastech, které jsou lesním požárem postihovány každý rok, se proto připravují specializované skupiny hasičů určené výhradně na hašení lesních požárů. Překážkou jim pak není pouze obtížně přístupný terén nebo nedostatek vody, ale také neznámý směr šíření požáru. Tento problém pomáhají vyřešit letecké či satelitní snímky. Jejich analýzou jsme schopni určit převažující směr šíření požáru, nebo vymežit oblasti požárem zasažené.</p>	
Zadání úkolu(ů):	Satelitní snímek zachycuje v pravých barvách oblast amerického státu Arizona, která byla v červnu 2002 postižena lesním požárem. 1) Jakou barvou je znázorněn zdravý les? Zdůvodněte, proč vnímáme vegetaci právě v této barevné podobě. 2) Kolik ohnisek požáru se nachází na snímku? 3) Určete (světovou stranu – horní okraj směřuje k severu), kterým směrem se požár převážně pohybuje. Z čeho soudíte? 4) Lze ze snímku usuzovat na	Autorské řešení: 1) zdravý les: zelená barva; chlorofyl pohltí z absorbovaného viditelného záření vlnové délky v modré a červené části spektra, čímž je odražené záření posunuto k zelené části spektra viditelného záření 2) dvě 3) na sever, převládající směr větru směřuje koutř z požáru 4) nelze usuzovat, umělý (nedbalé zacházení s ohněm) i přirozený (déletrvajícím suchem a samovznícením z přemíry tepla) 5) úspěch bude spíše ke klimaxovému stádiu podobnému jako před požárem, tedy k lesnímu společenstvu



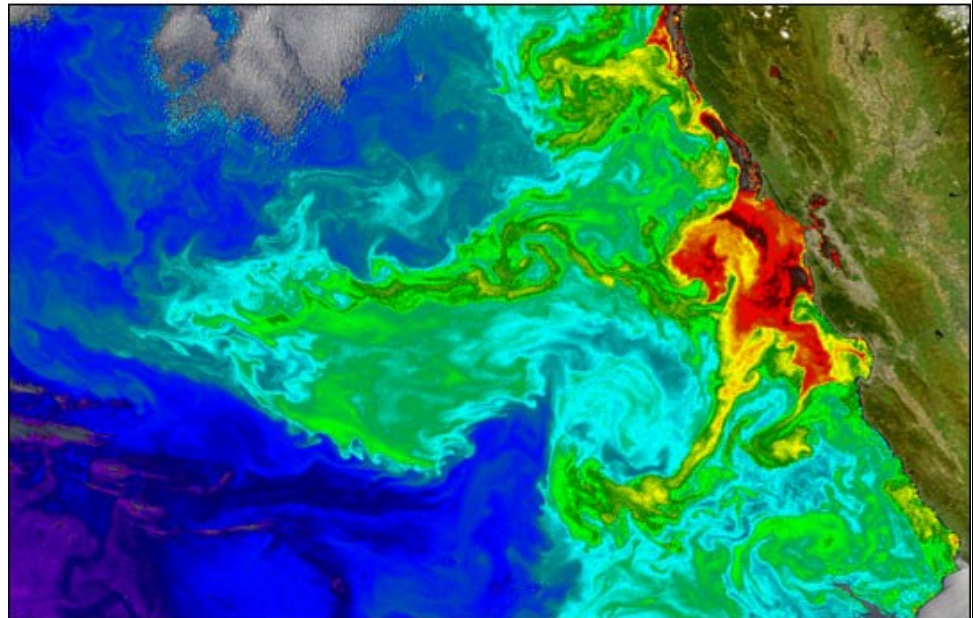
	<p>původ požáru? Jaký může být jeho původ?</p> <p>5) Jaký bude další vývoj krajiny po konci požáru?</p>	
<p>Postup práce:</p>	<p>Studenti pracují s příloženým satelitním snímkem a s informacemi poskytnutými učitelem, které jsou k dispozici v odborné publikaci.</p>  <p><i>Obr. 1 Satelitní snímek lesního požáru v Arizoně, USA. Zdroj: http://rst.gsfc.nasa.gov/</i></p>	
<p>Otázky na závěr</p>	<p>1) Jaký jiný typ snímku by pomohl lépe poodhalit polohu a šíření požáru?</p>	<p>Autorské řešení:</p> <p>1) např. snímek v infračervené části spektra či termální sken</p>
<p>Metodické poznámky pro učitele:</p>	<p>1) Práci s pracovním listem musí předcházet instruktážní výklad.</p>	



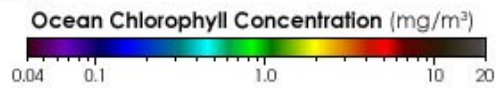
<p>Číslo metodického listu:</p> <p>ML-BI-2</p>	<p>Téma:</p> <p>DPZ V OCEÁNOGRAFII</p> <p>Název aktivity:</p> <p><i>Život v mořích a oceánech</i></p>	<p>Cílová skupina: Žáci SŠ</p> <p>Použité metody a formy: Krátký výklad, samostatná práce</p>
<p>Časová náročnost: 30 min.</p>		<p>RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům:</p> <p>učivo: fyziologie rostlin, podmínky života na Zemi</p> <p>průřezová témata: environmentální výchova</p>
<p>Prostředí výuky: třída</p>		
<p>Cíle aktivity:</p>	<p>Porovnat přínos snímků v pravých a nepravých barvách. Porozumět koncentraci mořského života.</p>	
<p>Pomůcky:</p>	<p>Pracovní list, přiložený barvený satelitní snímek</p>	
<p>Motivační text:</p>	<p>Pro identifikaci mořského života se v marinní biologii může použít nepřímého ukazatele, a to detekci koncentrace chlorofylu. Jak je známo, jím se živí primární mořští konzumenti, na které je vázán výskyt konzumentů vyšších řádů. Při detekci se využívá přítomnosti chlorofylu a jeho spektrální odrazivosti. Horní snímek zobrazuje v pravých barvách kalifornské pobřeží USA. V případě rozsáhlejších kolonií, je možno detekovat výskyt fytoplanktonu přímo ze satelitních snímků. Spodní snímek zobrazuje v nepravých barvách koncentraci chlorofylu.</p>	
<p>Zadání úkolu(ů):</p>	<p>Satelitní snímek zachycuje v pravých i nepravých barvách kalifornské pobřeží USA.</p> <ul style="list-style-type: none"> Podle čeho odlišíte na spodním snímku pevninu od oceánu (využijte interpretaci snímků)? Které organismy můžeme s pomocí satelitních snímků detekovat? Uvedte příklad potravního řetězce, který může být v takovém prostředí vytvořen. Co v mořském prostředí v tomto případě způsobuje postupný nárůst koncentrací chlorofylu? Prohlédněte si animaci na následujícím odkazu: http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Phytoplankton/page4.php a zdůvodněte jak sezónní, tak prostorové rozšíření mořského života. 	<p>Autorské řešení:</p> <ol style="list-style-type: none"> Pevnina vykazuje vzhledem k přítomnosti, nebo nepřítomnosti vegetace poměrně jednotné hodnoty. Oceán disponuje podmínkami pro postupnou změnu, proto ta gradace barev na snímku v nepravých barvách. fytoplankton, řasy zelení bičíkovci, rozsivky aj. → krab → sled' → tuleň → kosatka přítomnost výstupných studených mořských proudů vynášejících živiny ze dna oceánu sezónní rozšíření je podmíněno měnící se intenzitou slunečního záření potřebného k fotosyntéze; prostorové rozmístění: chladnější oblasti umožňují daleko intenzivnější vertikální promíchávání mořské vody, které přináší živiny (př. Subtropické a tropické oblasti jsou nejchudší během léta)
<p>Postup práce:</p>	<p>Studenti pracují s přiloženým satelitním snímkem a s informacemi poskytnutými učitelem, které jsou k dispozici v odborné publikaci.</p>	



Natural Color



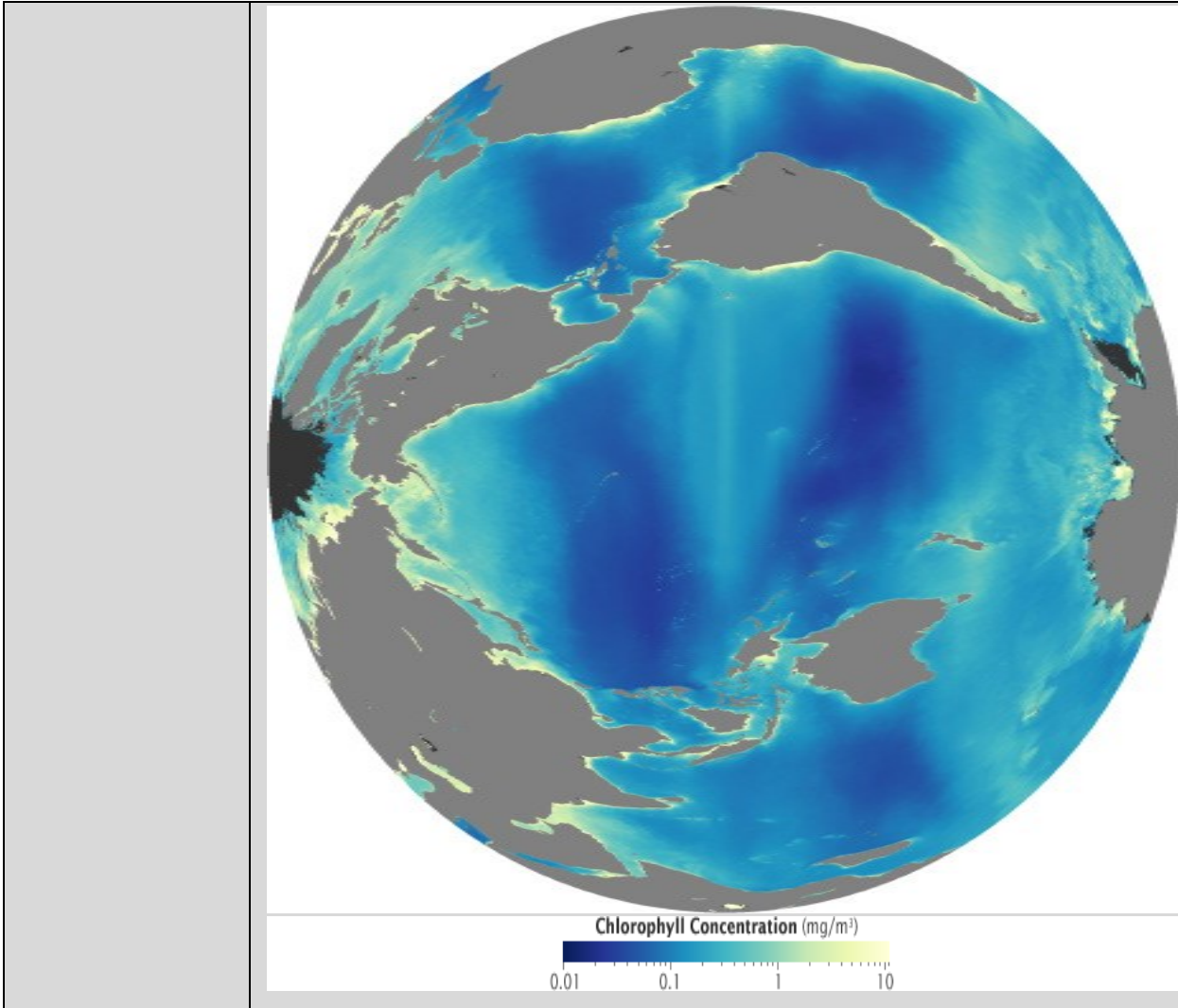
Chlorophyll Concentrations



Obr. 1 Výskyt fytoplanktonu poblíž kalifornského pobřeží USA. Zdroj: <http://earthobservatory.nasa.gov>

Metodické poznámky pro učitele:

Pro případ potřeby zobrazit přímo snímek z odkazu, je snímek přiložen.





Užití satelitních údajů o poloze

Jak je z pojmenování dálkový průzkum Země zřejmé, údaje o objektech a procesech na zemském povrchu a v dolních vrstvách atmosféry se získávají bez přímého kontaktu s nimi. Přenos probíhá prostřednictvím elektromagnetického vlnění prostorem. Údaje představují záznamy signálů vhodné a účelově volených vlnových délek elektromagnetického záření. Z nich se následně sestavují datové sestavy a vizualizují snímky zkoumané oblasti. Je třeba říci, že dálkový průzkum Země se zaměřuje především na stanovení vlastností sledovaných objektů nikoli na samotnou interpretaci jevů jako takových. Informace z dálkového průzkumu pak vyhodnocují a se stávající úrovní poznání v daném směru propojují vědci ve spolupráci s příslušnými specialisty.

Témata a aplikace pro výuku fyziky se nabízejí v několika základních směrech. Jednak jsou to polohové a metrické úlohy s tělesy sestavené pomocí údajů satelitních snímků a obecné kinematické úlohy na podkladě běžných geografických podkladů. Dále máme možnost poukázat na různorodost typů elektromagnetického záření, která se využívá pro snímkování. K tomu lze žákům představit základní procesy interakce záření se hmotou (absorpce, reflexe, zákony odrazu a lomu) a spektrální vlastnosti různých těles. Třetí velkou oblastí je zkoumání pohybu družic a alespoň kvalitativní objasnění pohybu těles v gravitačním poli.

POLOHA TĚLES

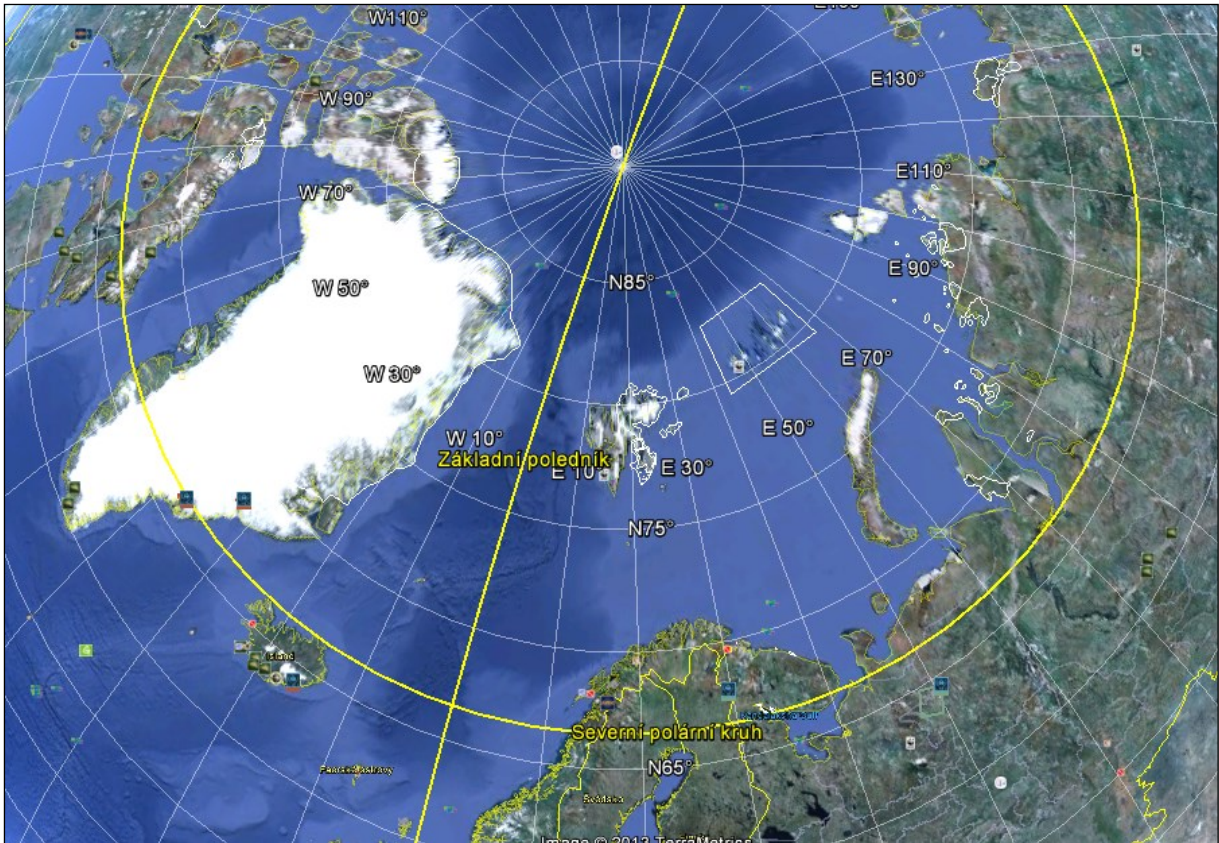
Žáci určují polohy těles v prostoru, uvědomují si vzájemné polohy objektů a jejich způsoby zaznamenání. Učí se odhadovat a měřit délkové a úhlové rozměry. Zkoumání tvaru a prostoru vede žáky k řešení základních polohových a metrických úloh vycházející z běžných životních situací. V kinematických úlohách žáci dokážou rozlišit pohyby těles – pohyb rovnoměrný a nerovnoměrný; pohyb přímočarý a křivočarý a na dané úrovni s nimi pracovat.

Zjednodušíme-li tvar Země na ideální kouli, můžeme k popisu libovolného místa na zemském povrchu použít tři souřadnice: zeměpisnou délku λ , zeměpisnou šířku ϕ a nadmořskou výšku. Při výkladu zeměpisných souřadnic učitel postupuje opatrně, aby se žákům nepletly úhly a vzdálenosti, jak se to objevuje občas v některých textech. Postačí říci, že poloha bodu na Zemi je určena třemi údaji – zeměpisnou šířkou, délkou a nadmořskou výškou.

Užitečná je jistě dovednost umět vypočítat vzdálenosti mezi dvěma místy na Zemi, určit délku dané rovnoběžky či poledníku. K určení délky rovnoběžky potřebujeme znát poloměr zeměkoule a mít základní povědomí o goniometrických funkcích.

$$r = R \cos \varphi$$
$$d = 2\pi R_z \cos \varphi, \quad \varphi - \text{úhel zeměpisné šířky}$$

Například pro určení délky polárního kruhu, si vybereme na satelitní mapě libovolná dvě místa ležící na polárním kruhu a z rozdílu zeměpisných délek a naměřené vzdálenosti míst lze stanovit délku této rovnoběžky.



Obr. 132: Polární kruh z aplikace Google Earth.

PŘESNOST MĚŘENÍ POLOHY

Další otázka, na jakou se fyzik obvykle ptá, je, s jakou přesností v aplikaci vlastně měříme. Populární web www.mapy.cz udává polohu na tisíce úhlové vteřiny. Při měření známých objektů na mapě (hřišť, budov) lze vše vyzkoušet a porovnávat jejich rozměry se skutečností.

Délku 50. rovnoběžky určíme jako:

$$d_{50} = 2\pi R_z \cos 50^\circ = 2\pi \cdot 6371 \cdot \cos 50^\circ = 25759 \text{ km}$$

Na 1 úhlový stupeň připadá 71,6 km, 1 úhlové minutě odpovídá 1,193 km a úhlu 1 vteřiny 0,02 km (20m). Měřit na tisíce vteřiny tedy znamená měřit s přesností na 2 cm. Podobným způsobem zjistíme, co znamená přesnost na tisíce úhlové vteřiny v poledníkovém směru.

Délka poledníku je:

$$d_{50} = 2\pi R_z = 2\pi \cdot 6371 = 40030 \text{ km}$$

Jeden stupeň tedy odpovídá 111 km, 1 úhlová minuta 1,849 km a úhlová vteřina vzdálenosti 0,031 km. V poledníkovém směru přesnost měření na tisíce vteřiny značí odchylku 3 cm.



Sledování pohybu Země

POHYB TĚLES

Země se otáčí kolem své osy od západu k východu, další fyzikální úlohy se tak mohou týkat výpočtů úhlové a obvodové rychlosti objektu v různých polohách na zeměkouli. Pro praxi vystačíme s odhadem, že všechny body na zemi se za 1 hodinu se pootočí vždy asi o 15° .

Pro výpočet úhlové rychlosti rotace Země platí: $\omega = \frac{2\pi}{T}$

Pokud za periodu T rotace Země dosadíme 24 h, dostaneme $7,292 \cdot 10^{-5} \text{ rad s}^{-1}$, což je přibližně těch 15° h^{-1} . Siderická doba rotace je doba jednoho otočení Země okolo své osy vůči vzdáleným hvězdám. Tato doba je 23 h 56 min 4 s – $7,272 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ (hodnoty úhlové rychlosti se liší na druhém desetinném místě).

Motivační úlohou může být nechat žáky spočítat, jaký je poměr úhlové rychlosti hodinové ručičky a úhlové rychlosti otáčení Země a diskutovat výsledek.

Jakou obvodovou rychlostí se pohybuje člověk na rovníku a jakou v zeměpisné šířce 50° ?

Pro obvodovou rychlost $v = \frac{2\pi r}{T}$

Poloměr 50° rovnoběžky je

$$r_{50} = R \cdot \cos \phi = 3871 \cdot \cos 50^\circ = 4095 \text{ km}$$

Dosažením a výpočtem zjistíme, že obvodová rychlost člověka na rovníku je přibližně 465 m s^{-1} a pro člověka na 50 stupni severní šířky je asi 299 m s^{-1} .

VÝPOČTY RYCHLOSTÍ SATELITŮ

Za kosmický let se považuje let, při kterém těleso vykoná alespoň jeden oblet kolem Země, nad hranicemi atmosféry 120 km a nad povrchem setrvá alespoň 90 minut.

Vypočítejte velikost rychlosti satelitu v podobné výšce s oběžnou dobou 90 minut. Srovnajte s velikostí rychlosti přirozeného satelitu – Měsíce při jeho pohybu kolem Země. Předpokládejte, že se Měsíc se pohybuje po kružnici o poloměru $3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$ s periodou 27,3 dne.



Země jako těleso

ÚLOHY O TĚLESECH

Pro úlohy na objem či plochu těles můžeme využít aktuálních údajů o procesech tání ledovců. Grónský ledovec je velkou zaledněnou plochou 1 700 000 km². Průměrná tloušťka ledovce je zde 2135 m. Žáci na satelitní mapě zkoumají rozměry ledovce – jeho největší délku, šířku, srovnávají to s předloženými údaji. Následně se snažíme se vypočítat objem grónského ledu a jeho hmotnost při hustotě ledu 920 kg/m³.

$$V = 1,7 \cdot 10^{12} \cdot 2135 = 3,6 \cdot 10^{15} \text{ m}^3$$

$$m = 920 \cdot 3,6 \cdot 10^{15} = 3,3 \cdot 10^{18} \text{ kg}$$

V roce 2010 ubylo nevratným táním odhadem 530 gigatun grónského ledovce.

Jaký objem vody, tímto táním v roce 2010 vznikl?

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{530 \cdot 10^{12}}{1028} = 5,15 \cdot 10^{11} \text{ m}^3$$

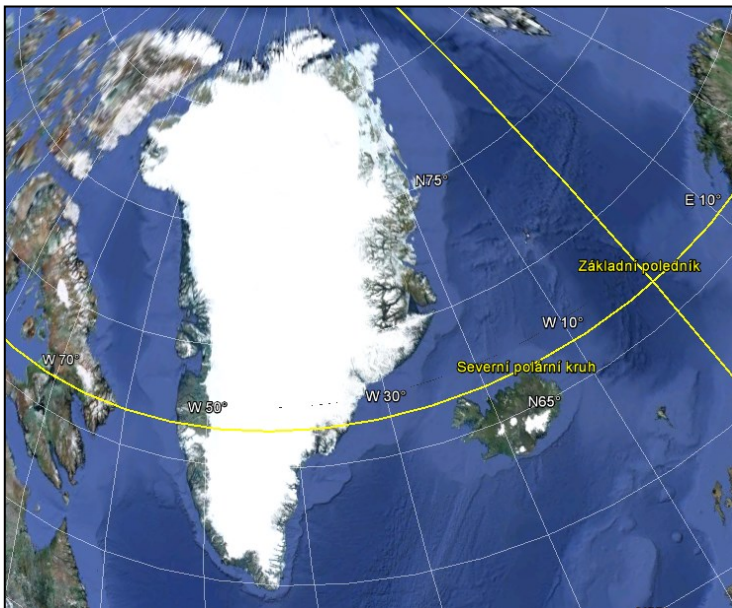
O kolik se tímto procesem zvýšila hladina oceánu v roce 2010?

$$S \cdot h = V_p \quad h = \frac{V_p}{S} = \frac{5,15}{3,6} \cdot 10^{-3} = 1,43 \cdot 10^{-3} = 1,43 \text{ mm}$$

A o kolik by se zvýšila hladina oceánu, kdyby celý grónský ledovec roztál.

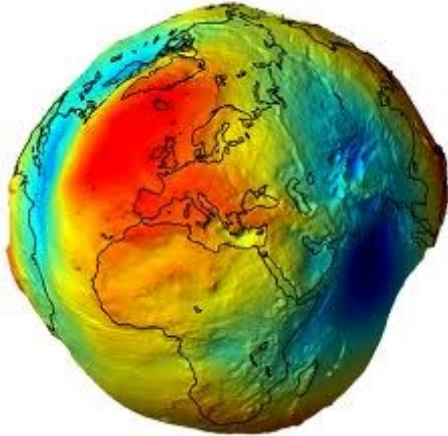
$$S \cdot h' = V' \quad h' = \frac{V'}{S} = \frac{3,2 \cdot 10^{15}}{3,6 \cdot 10^{14}} = 8 \text{ m}$$

Na satelitní mapě či v Google Earth lze zjistit nadmořskou výšku, v přímořských oblastech lze odečíst výšky území, která by byla zaplavena. Jaké jiné procesy přispívají ke zvýšení hladiny oceánu?



Obr. 133: Grónsko v aplikaci Google Earth.

Tíhové pole Země je prostor, kde se projevuje působení zemské tíže. Měření tíhového pole Země ze satelitního dálkového průzkumu ukázalo, že na planetě existuje řada nehomogenit globálního a lokálních typu. Odchylky tíhového zrychlení od normálních hodnot, tíhové anomálie, jsou projevem hustotních nehomogenit.



Obr. 134: Geoid en.wikipedia.org.

Pro školské účely obvykle postačuje považovat zemi za kouli. Ovšem Země je těleso podobné více rotačnímu elipsoidu. Má speciální označení – geoid. V důsledku nerovnoměrného rozložení zemské hmoty místa se stejnou „přitažlivostí“ nemají od středu Země stejnou vzdálenost. Povrch geoidu je oproti elipsoidu místy zvlněný, od referenčního elipsoidu se odchyluje od +70 do -100 metrů.

Družicové výzkumy ukázaly, že dokonce ani severní a jižní polokoule nejsou symetrické vzhledem k rovině rovníku. Poloosa jižní polokoule je o 40 m kratší než poloosa severní polokoule. Teda jižní polokoule je trochu menší. Podobné nerovnosti najdeme i v rovnoběžných řezech. Také střed zemského jádra je posunutý o 350 km od geometrického středu Země.

Dosud nejpresnější měření tíhového pole Země byla získána v roce 2002 dvojicí satelitů GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment). Na jejich základě byla zpracována světová gravitační mapa, která je desetkrát přesnější, než předcházející mapa geoidu WGS-84 (obr. 134).

HUSTOTA ZEMĚ

Často se ve škole počítá střední hustota Země, velikost jejího povrchu. Je vhodné žákům sdělit, že Země se skládá z několika soustředných vrstev, které se svou hustotou velmi liší. Pro názornost stačí rozdělit zemské těleso na kůru, plášť, vnější a vnitřní jádro, přičemž hustota zemské kůry je asi 2 800 kg/m³, hustota jádra až 13 500 kg/m³.



Obr. 135: Grace – Gravity Recovery and Climate Experiment. Zdroj: <http://www.sciencely.com>.



DPZ a záření

ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ

Většina z nás si je vědoma, že lidské oko je dokáže vnímat jen velmi úzkou část spektra elektromagnetického záření, přesto při čtení satelitních map z dálkového průzkumu nás překvapí, jak široký rozsah frekvencí elektromagnetického záření je zde sledován. Užívá elektromagnetické záření o vlnové délce 1m až 0,3 μ m. Frekvenční pásma se volí podle zkušeností se spektrálním projevem objektů na zemském povrchu a podle účelu.

Při DPZ se snímá buď vlastní záření objektu, nebo jeho reakce (odraz, absorpce) na záření vnější. Každé měření DPZ se musí dobře naplánovat a kalibrovat, aby jeho výpovědní hodnota byla objektivní. Obecně tělesa totiž vykazují rozdělení spektrální intenzity značně nerovnoměrné a také sluneční záření, které do většiny měření také vstupuje, je proměnné v čase i prostoru.

Zprvu byla jediným typem prostředků dálkového průzkumu letecká fotografie, v současnosti se používá barevná, infračervená a vícespektrální fotografie s vysokým rozlišením. Pokroky družicové technologie přinesly nové možnosti, vypouštějí se specializované satelity s multispektrálními snímači. Spolehlivé výsledky lze získat jen tam, kde se spektrální křivky odrazivosti nebo absorpce objektů liší. V mnoha případech tomu tak opravdu je, například odrazivosti anorganického a organického materiálu se výrazně odlišují. Na hladkém povrchu se záření odrazí v jednom směru, na hrubém povrchu je odraz difusní, všesměrový. To zda objekty budou odrážet záření difúzně, záleží na hrubosti povrchu objektu v porovnání s vlnovou délkou použitého záření. Pokud je vlnová délka o mnoho menší, než jsou změny povrchu nebo částice, ze kterých je povrch složen, bude převažovat zrcadlový odraz. To vše je třeba brát v úvahu. Třeba jemný písek bude mít vlastnosti hladkého povrchu při použití dlouhovlnných mikrovln a naopak hrubého povrchu při použití viditelného záření.

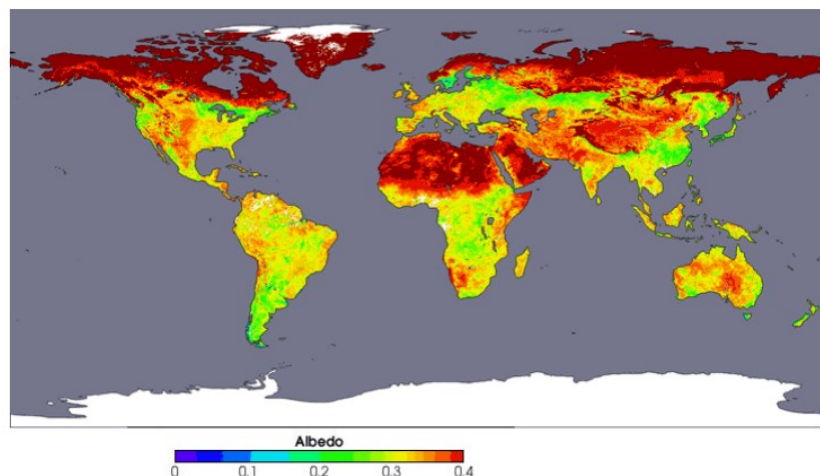
ALBEDO

Důležitou integrální veličinou je tzv. **albedo**. Jde o poměr mezi odraženým zářením a zářením dopadajícím na zkoumaný povrch. V praxi se vymezuje albedo spektrální (pro intervaly vlnových délek) a albedo energetické pro celé spektrum.

Vzhledem k měnícímu se klimatu na planetě, nabývá zkoumání změn albeda v krajině na významu.

Průměrné albedo Země 0,4 (sníh 0,75, půda tmavá 0,15, poušť 0,3, rostliny 0,25).

Družice Earth Probe přinesla řadu poznatků v tomto směru, podobně přístroj MODIS na družicích Terra a Aqua. Viz pracovní list k tomuto tématu.



Obr. 136: Výsledky měření albeda povrchu – MODIS – <http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/Albedo/>



JEDNODUCHÉ FYZIKÁLNÍ ÚLOHY

Pro školní účely začínáme jednoduchými úlohami, které prověřují jen ty nezákladnější znalosti. Víme, že radiové určování polohy a navigace jsou založeny na vztah mezi rychlostí, frekvencí a vlnovou délkou světla. Dalším poznatkem je, že pro všechna vlnění jsou v platnosti základní zákony odrazu, lomu. Sestavujeme zprvu jednoduché úlohy:

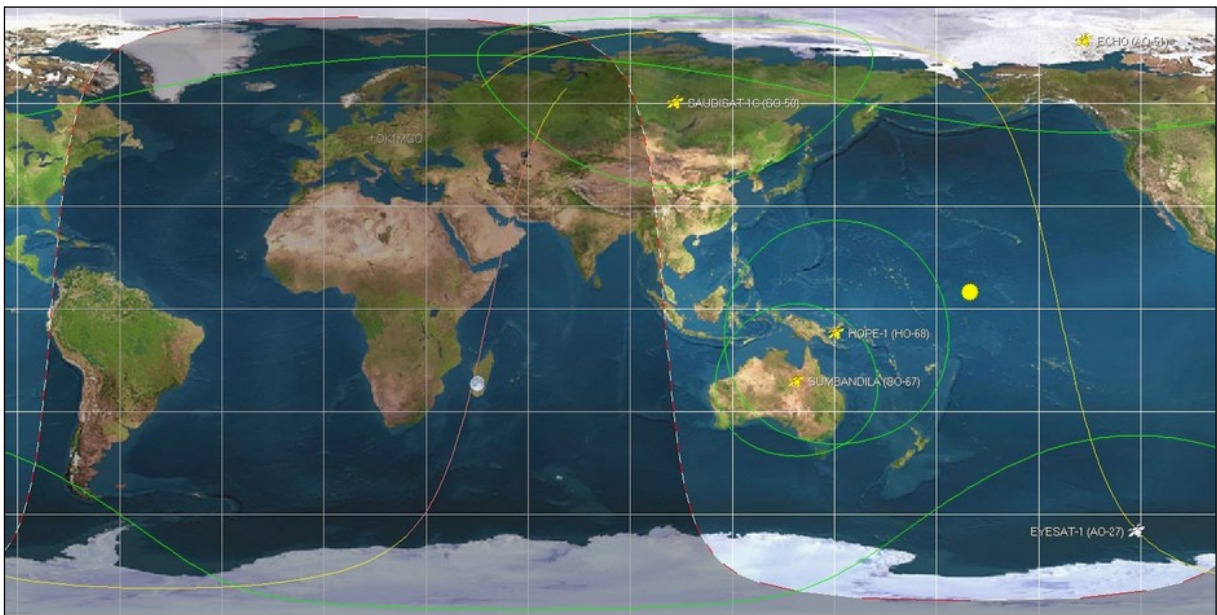
- V jaké vzdálenosti od antény radiolokátoru je sledovaný objekt, jestliže se odražený signál vrátí za $200 \mu\text{s}$?
- Přenos snímků ze satelitu zajišťuje vysílač s kmitočtem $108,09 \text{ MHz}$, určete vlnovou délku, na které je přijímá řídicí středisko.



Pohyb satelitu

PROGRAM ORBITRON

Pro sledování satelitu na obloze je úžasným pomocníkem program Orbitron (viz odkaz v závěru publikace) – sledovací systém pro radioamatéry a pozorovatele satelitů. Umožní nám vidět trajektorie satelitů ve válcové projekci podobným způsobem, jakým je sledují pracovníci v řídicím středisku na Zemi. Válcová projekce je vysvětlena ve školních atlasech Země. Příklad takové mapy je na Obr. 137. Abychom mohli případně sami do válcových souřadnic zakreslovat polohu satelitu, potřebujeme o něm vědět: oběžnou dobu, úhel, jaký svírá jeho orbita s rovinou rovníku, a počátek – místo, ve kterém se nacházel v konkrétní dobu.



Obr. 137: Orbitron projekce pohybu satelitu.

LITERATURA:

<http://geologie.vsb.cz/geoinformatika/>

KLAPKOVÁ DYMEŠOVÁ P., VOLF I. Na rozhraní mezi fyzikou a zeměpisem, UHK2012.

Otázky a úkoly k zamyšlení:

1. Jaké vidíte hlavní rozdíly mezi údaji získanými z měření satelitů a údaji z pozemského měření?
2. Jak byste zapsali polohu satelitu v daný okamžik?
3. Nejkratší spojnicí mezi dvěma místy v rovině je přímka. Na zakřiveném povrchu Země je užití přímky problematické. Zkuste se zamyslet nad tím, jak byste volili nejkratší možnou leteckou trasu mezi libovolnými dvěma body na Zemi.

Metodický a pracovní list:

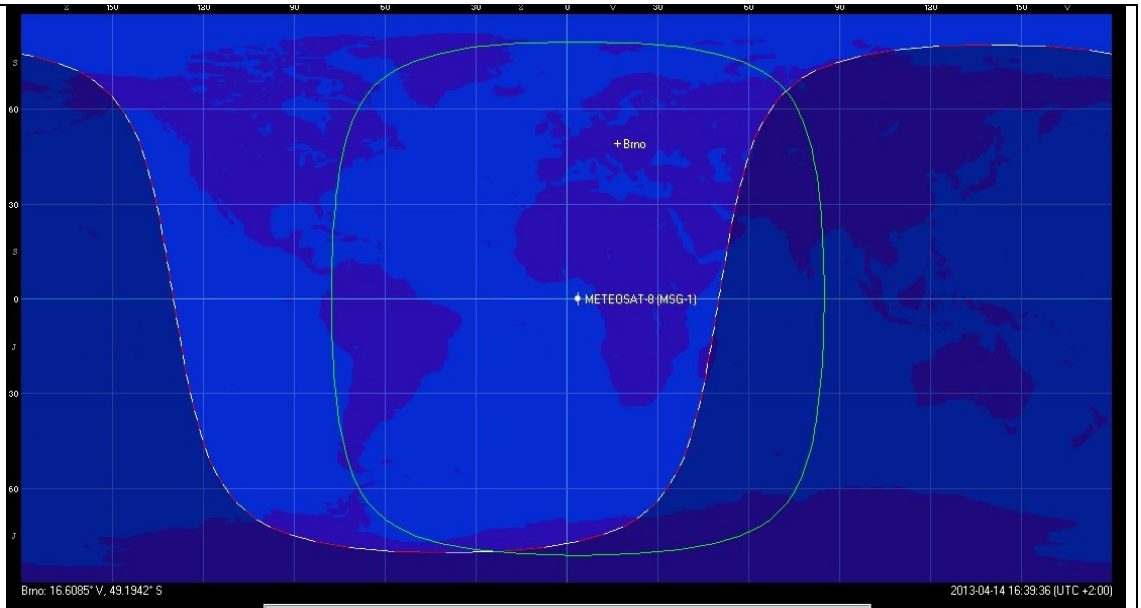
Geostacionární družice nad Zemí

V jaké výšce nad Zemí jsou umístěny geostacionární družice?

Sluneční záření jako zdroj energie pro planetu



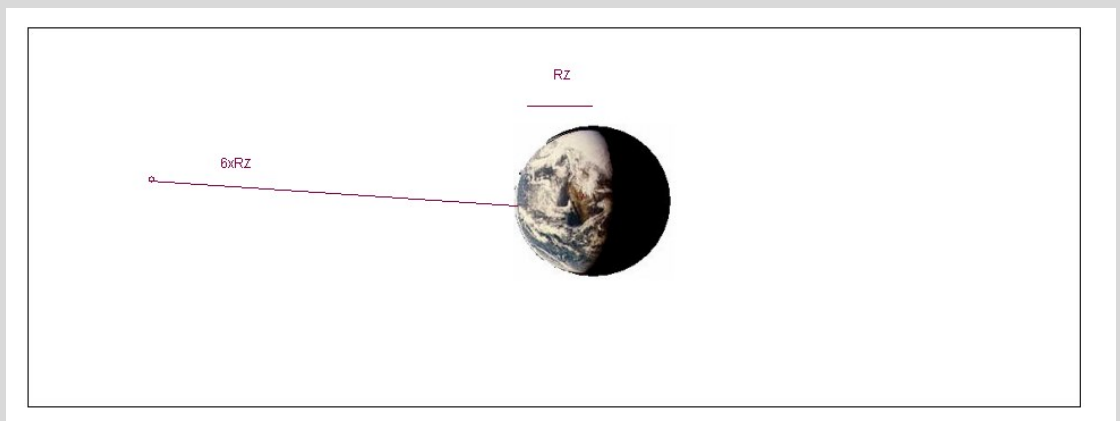
Číslo metodického listu: ML-FY-1	Téma: DRUŽICE – POHYB TĚLESA V CENTRÁLNÍM GRAVITAČNÍM POLI Název aktivity: <i>Zakreslení geostacionární družice nad Zemí a identifikace její polohy na mapě</i>	Cílová skupina: žáci SŠ, s konzultací žáci ZŠ
Časová náročnost: 30 minut		Použité metody a formy: práce s textem a záznamy
Prostředí výuky: třída		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Fyzika: Pohyb těles a jejich vzájemné působení (dostředivá síla, gravitační síla, Newton. zákony), Zeměpis: planeta Země, Matematika: zobrazení
Cíle aktivity:	<ul style="list-style-type: none">• praktická aplikace teoretických znalostí, pohyby planety, převody jednotek času• dokázat se orientovat na mapě, v níž je zakreslena oblast snímaná družicí	
Pomůcky:	<ul style="list-style-type: none">• list s obrázkem, globus, s výhodou program Orbitron	
Motivační text:	Družice Meteosat krouží kolem planety Země zrovna tak, že pro pozorovatele je stále nad jedním místem. Družice operuje poblíž nultého poledníku a sleduje počasí nad Atlantickým oceánem a Evropou.	
Zadání úkolů:	<p>Úkol 1: Ze znalosti výšky geostacionární družice (36 000km) a známého poloměru planety Země zakreslete jeden oběh družice do připraveného obrázku? Tužkou zakreslete, v kterých místech se bude nacházet geostacionární družice Země.</p> <div data-bbox="379 1279 1441 1659" style="text-align: center;"></div> <p>Úkol 2: Na obrázku vidíte žlutě ohraničenou oblast povrchu Země, která je snímána geostacionární družicí Meteosat 8. Snímek vznikl v 16:40 dne 14. dubna. Tmavé plochy ohraničené přerušovanou čarou označují oblasti zrovna tou dobou neosvětlené Sluncem.</p> <p>Jak se asi posunou obě vyznačené oblasti za tři hodiny poté? (v 19:40?) Za jak dlouho bude v Brně tma?</p>	



Autorské řešení:

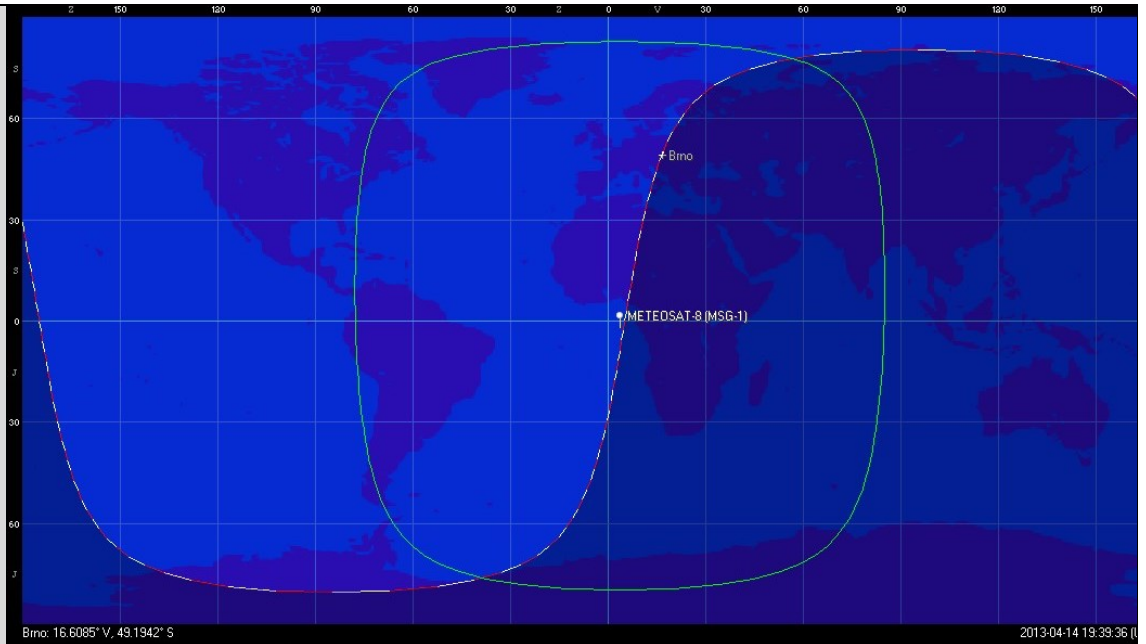
Úkol 1 řešení

Výška pro geostacionární dráhu družice vychází přibližně 36 000 km. Poloměr Země je 6378 km, tedy na obrázku by měla být vyznačena vzdálenost rovnající se 5-6 násobku poloměru Země.



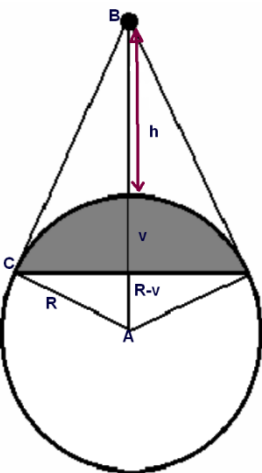
Úkol 2 řešení

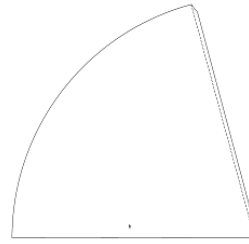
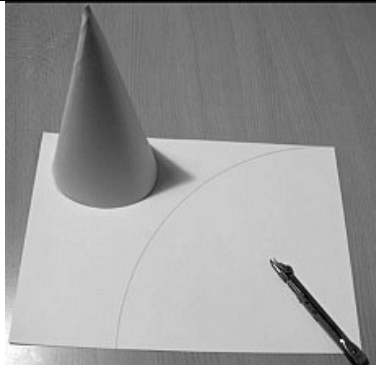
Za 3 hodiny se rozhraní posune přibližně o $3 \times 15^\circ = 45^\circ$ směrem na západ, tedy v Brně začne být tma (západ Slunce 19:53 14.4.2013).



Postup práce:	<p>Tužkou zakreslete, v kterých místech se bude nacházet geostacionární družice Země.</p> <p>Žákům připomeneme (případně demonstrací ukážeme) zdánlivý pohyb Slunce po obloze pomocí globusu.</p> <p>Naznačíme jim, jakým způsobem se povrch kulaté Země zobrazí mapou ve válcových souřadnicích. Pro vyřešení úlohy je musíme vědět, kterým směrem se otáčí Země kolem své osy.</p> <p>Vlivem rotace Země kolem své osy se postupně přesunuje na mapě oblast neosvícená Sluncem, což se na povrchu projevuje jako příchod a odchod noci (tmavé plochy na mapě).</p> <p>Vznikla mezinárodní dohoda, která rozdělila celý zemský povrch na 24 časových pásem dle poledníků po 15°. Tedy poledníkový rozdíl 15° znamená přibližně 1 hodinu.</p>
Otázky na závěr:	Jaké jsou nevýhody geostacionárního snímání povrchu planety?
Závěr:	Z uvedeného vyplývá, že při dalším zkoumání délky dne se nemusíme zabývat zeměpisnou délkou. Délka dne se mění jen v závislosti na zeměpisné šířce a datu.
Metodické poznámky pro učitele:	I z těchto polohových záznamů satelitů lze vyvodit potřebu vzniku mezinárodní dohody, která rozdělila celý zemský povrch na 24 časových pásem dle poledníků po 15°. Tedy poledníkový rozdíl 15° znamená přibližně 1 hodinu.



Číslo metodického listu: ML-FY-2	Téma: DRUŽICE – OBLAST SNÍMÁNÍ – GEOMETRIE Název aktivity: <i>Geostacionární družice nad Zemí</i>	Cílová skupina: žáci SŠ, s konzultací žáci ZŠ Použité metody a formy: Fyzika: Pohyb těles a jejich vzájemné působení (dostředivá síla, gravitační síla, Newtonovy zákony), Zeměpis: planeta Země, Matematika: geometrie trojúhelníku, kulový vrchlík RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Geometrie v rovině a v prostoru, praktická cvičení s kartografickými produkty Fyzika – pohybové zákony
Časová náročnost: 30 minut		
Prostředí výuky: třída		
Cíle aktivity:	• praktická aplikace teoretických znalostí	
Pomůcky:	• nákres situace, planimetrické vzorce	
Motivační text:	V současné době je na oběžných drahách okolo Země umístěno takové množství meteorologických satelitů, které umožňuje sledování povrchu téměř kdekoli na celé zeměkouli. Pokud byste chtěli provádět „špionáž“ na celé zeměkouli, kolik družic byste nejméně potřebovali? Zkuste provést výpočet pro geostacionární družici na základě geometrie problému. Vytvořte model situace z jednoduchých pomůcek.	
Zadání úkolů:	Úkol 1  <p>Na obrázku (není v měřítku) vidíte družici nad povrchem Země. Tmavě je zakreslen ten povrch, který družice snímá.</p> <p>Odhadněte velikost plochy povrchu snímané družicí ve výšce h ($h = 35850$ km).</p> <p>Stanovte, jaký minimální počet takových geostacionárních družic potřebujeme na pokrytí celého povrchu Země.</p> <p>Podobné úkoly se v učebnicích matematiky řeší pomocí Euklidovy věty aplikované na trojúhelník ABC a vzorce pro kulový vrchlík.</p> <p>Povrch kulového vrchlíku $S = 2\pi Rv$</p> <p>Euklidova věta o odvěsně: Obsah čtverce sestrojeného nad odvěsnou pravoúhlého trojúhelníku se rovná obsahu obdélníku sestrojeného z přepony a úseku na přeponě přilehlého k dané odvěsně.</p> Úkol 2 Sestavte z jednoduchých pomůcek model zkoumané situace. Splete si kužel o vhodné výšce (5,6 krát větší než poloměr užitě koule). K dispozici je tenisový míček (poloměr -3,3cm), nůžky, papír, lepidlo a fixy. Využijte přiloženou šablonu ve vhodném měřítku.	



Autorské řešení:

$$R^2 = (R - v) \cdot (R + h)$$

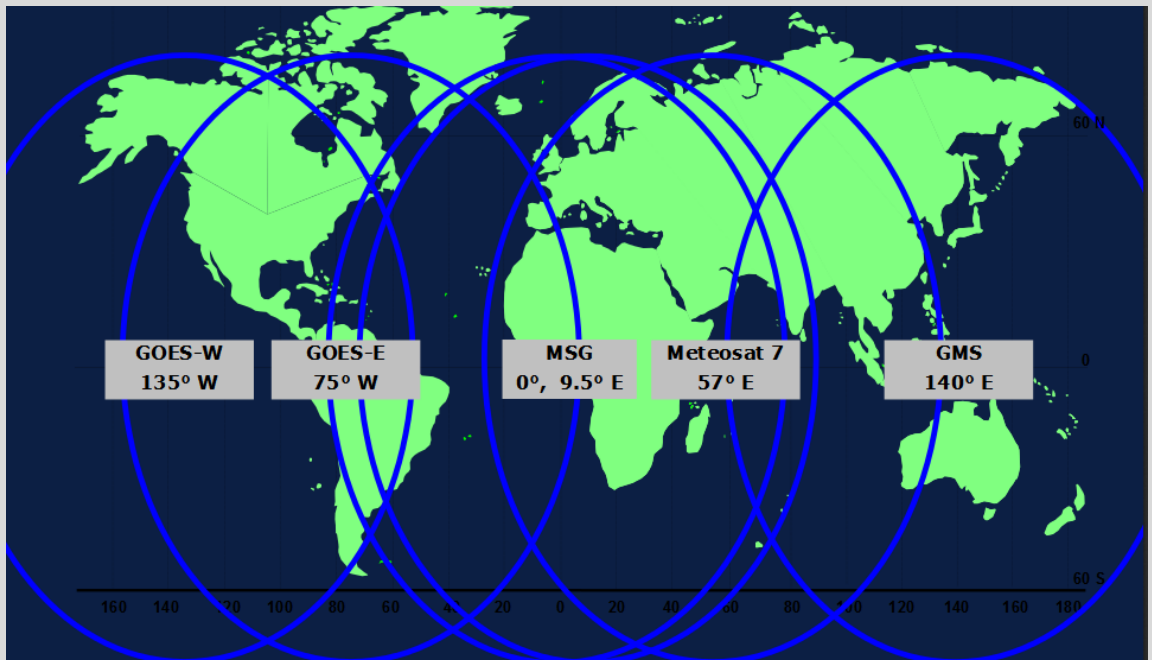
$$v = \frac{R \cdot h}{R + h}$$

$$S = 2\pi R \cdot v$$

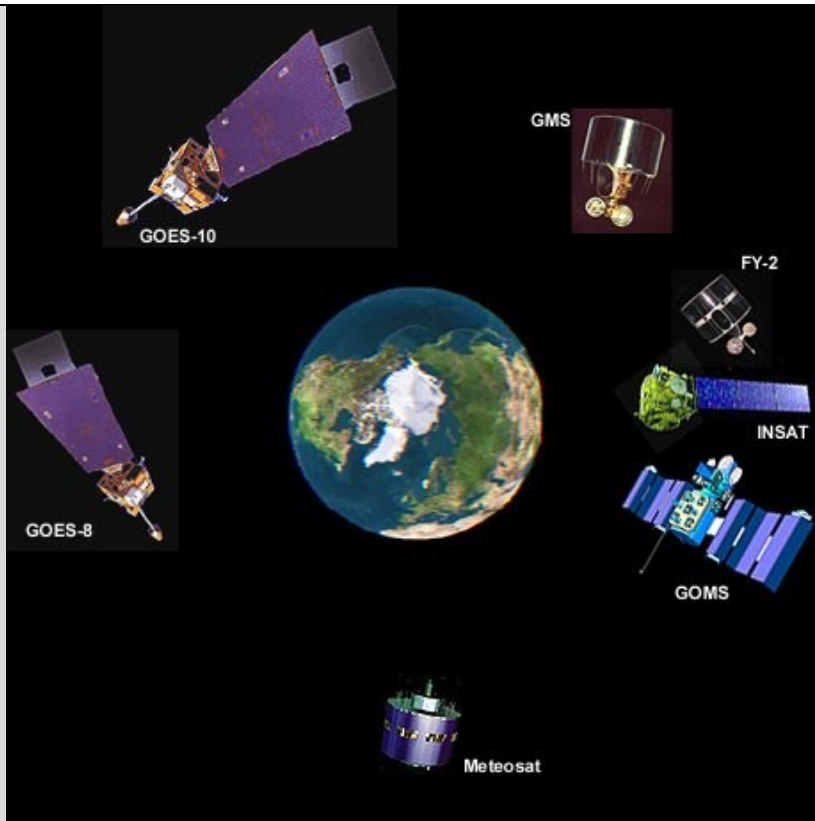
$$S_{země} = 4\pi \cdot R^2$$

$$\frac{S}{S_{země}} = \frac{h}{2(R + h)} = 0,42$$

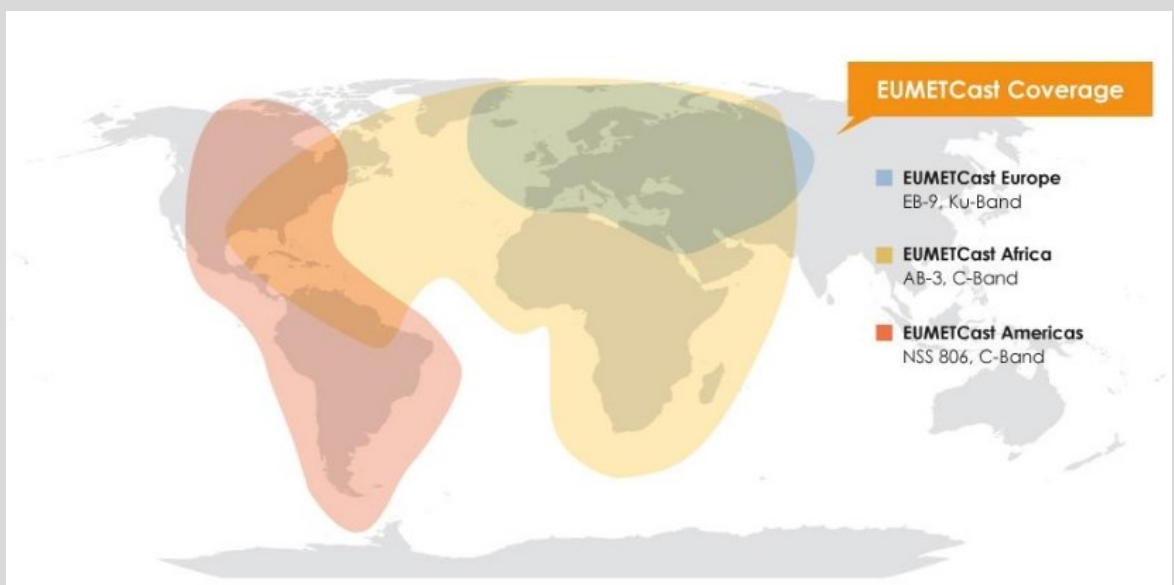
Tedy družice na geostacionární orbitě pokryje asi 42 % planety, vzhledem k tomu, že potřebujeme mít dobrý signál z celé přivrácené plochy planety, je vhodné mít takové družice minimálně čtyři.



Postup při práci s modelem: jde o geostacionární orbitu, tedy kužel přikládáme kolmo na rovinu rovníku a vyznačíme snímanou plochu fixem.



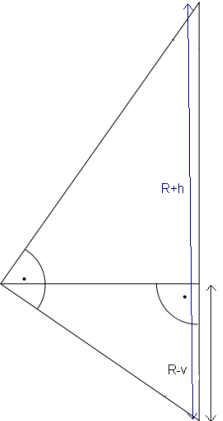
Některé důležité geostacionární meteorologické družice. (Kresba IAN)



Postup práce:

Postupně s žáky znázorníme schéma dané úlohy a hledáme vztah, jak získat výšku v pro výpočet plochy kulového vrchlíku.



	
Závěr:	Pro žáky může být zajímavá otázka, zda dnes existuje někde na zemském povrchu ve volném terénu místo bez možnosti jakéhokoliv bezdrátového spojení?
Metodické poznámky pro učitele:	Pokud žáci neznají geometrii užívanou v úloze, lze s nimi pracovat asi takto: ukážeme, že geostacionární družice se pohybuje ve výšce, která je 5,6násobkem poloměru Země. Vezmeme malinký model Země (míček, polystyrénová koule) a necháme žáky vytvořit papírový kužel o výšce 5,6 násobku poloměru dané koule. Příkladáním ke kouli v rovině rovníku sami zjistí, že takové kužely ke spolehlivému pokrytí koule signálem satelitu v geostacionární orbitě jsou potřeba aspoň čtyři.

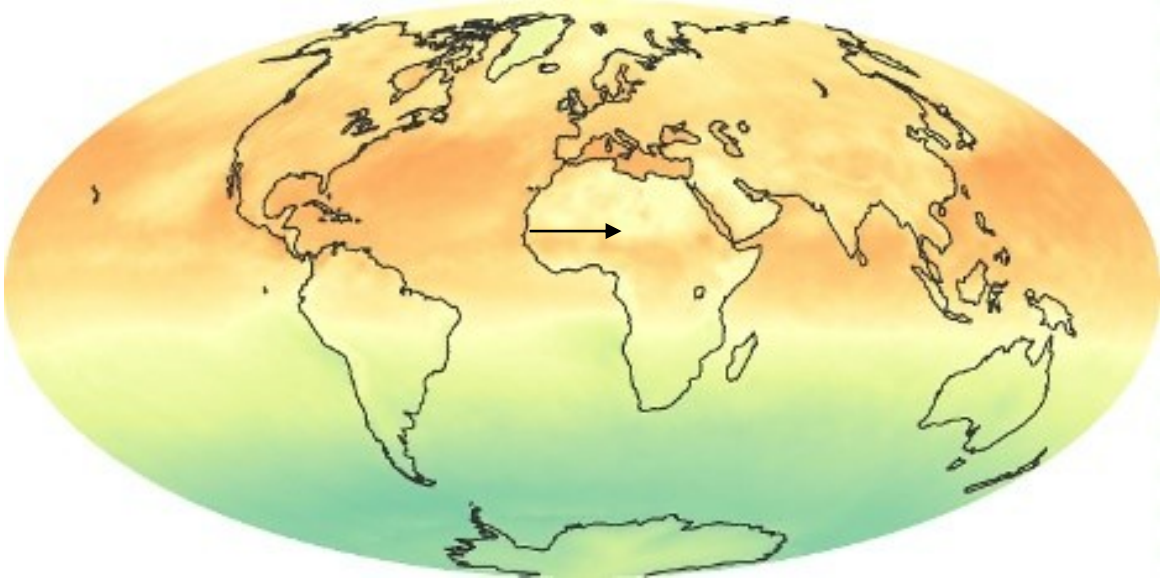


Číslo metodického listu: ML-FY-3	Téma: DRUŽICE – TĚLESO V CENTRÁLNÍM GRAVITAČNÍM POLI	Cílová skupina: žáci SŠ, s konzultací žáci ZŠ
Časová náročnost: 20 minut	Název aktivity: <i>V jaké výšce nad Zemí jsou umístěny geostacionární družice?</i>	Použité metody a formy: analýza, výpočty
Prostředí výuky: třída		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům: Fyzika: Pohyb těles a jejich vzájemné působení (dostředivá síla, gravitační síla, Newton. zákony), Zeměpis: planeta Země, Matematika: Trojúhelník, kružnice a kruh
Cíle aktivity:	• praktická aplikace teoretických znalostí, pohyby planety, převody jednotek času	
Pomůcky:	• list se zadáním, MF tabulky	
Motivační text:	Družice Meteosat krouží kolem planety Země zrovna tak, že pro pozorovatele je stále nad jedním místem. Družice operuje poblíž nultého poledníku a sleduje počasí nad Atlantickým oceánem a Evropou. Díky tomu pomáhá určovat vývoje počasí.	
Zadání úkolů:	Geostacionární družice se pohybuje po kruhové trajektorii v rovině rovníku. Určete: a) dobu oběhu družice. b) výšku družice nad povrchem Země, její rychlost a její úhlovou rychlost.	
Autorské řešení:	<p>Geostacionární družice je taková družice, která, postaví-li se pozorovatel na rovníku přesně pod ní, bude stabilně viset zhruba 36 tisíc kilometrů nad jeho hlavou. Z pohledu pozorovatele na Zemi se tedy družice nehýbá, neobíhá. Podíváme-li se na celou situaci z vesmíru (jako vztažnou soustavu vezmeme systém hvězd), zjistíme, že družice krouží okolo Země, a to stejně rychle, jako se Země otáčí okolo své osy (takže se otáčí okolo zemské osy i onen na rovníku stojící pozorovatel, nad jehož hlavou se družice stále nachází). Jedno otočení se okolo Zemské osy přitom trvá Zemi, pozorovateli i družici stejně, a sice 23 hodin, 56 minut a necelých 5 sekund.</p> <p>Poznámka:</p> <p>Jedno otočení Země okolo své osy netrvá přesně 24 hodin, ale o necelé 4 minuty méně. Proč tedy v běžném životě počítáme s 24 hodinami a neprojevují se nikde viditelně žádné chyby? Odpověď je, že pro běžný život na Zemi je spíše než pohyb vůči hvězdám důležitý pohyb vůči Slunci. Zde se však ona rotace kombinuje ještě s každoročním oběhem Země okolo Slunce a právě tato kombinace obou jevů dohromady tvoří 24 hodinový den, tak jak jej známe z běžného života.</p> <p>Z hlediska inerciálního systému je gravitační síla působící na družici silou dostředivou, která zakřivuje dráhu družice, proto:</p> $F_g = F_d.$ <p>Ve výšce, kde se družice nachází g není $9,81 \text{ m s}^{-2}$, gravitační sílu musíme počítat podle Ne-</p>	



	<p>wtonova gravitačního zákona a na pravou stranu dosadíme vztah pro dostředivou sílu</p> $\kappa \frac{mM}{(R+h)^2} = \frac{mv^2}{R+h},$ <p>kde m je hmotnost družice, M je hmotnost Země, v je obvodová rychlost oběhu družice, R je poloměr Země a h výška družice nad povrchem Země.</p> <p>Nyní je třeba najít rychlost v. Družice je geostacionární, tedy musí obíhat se stejnou úhlovou rychlostí, kterou rotuje Země. Perioda jejího oběhu musí být také stejná tedy přibližně 24 hodin. Obvodová rychlost družice tedy je</p> $v = \omega(R+h) = \frac{2\pi}{T}(R+h),$ <p>kde T je perioda oběhu. Po dosazení rychlosti do předchozího vztahu dostaneme:</p> $\kappa \frac{mM}{(R+h)^2} = 4\pi^2 \frac{m(R+h)}{T^2} \Rightarrow \frac{\kappa MT^2}{4\pi^2} = (R+h)^3$ <p>Výsledný vztah pro h je $h = \sqrt[3]{\kappa \frac{MT^2}{4\pi^2}} - R.$</p> <p>Po číselném dosazení výška geostacionární družice nad povrchem vychází přibližně 36 000 km.</p>
Postup práce:	Najdeme hodnoty z MFT: hmotnost Země $5,97 \cdot 10^{24}$ kg rovníkový poloměr Země = 6378 km gravitační konstanta $k = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$
Otázky na závěr:	Proč je výhodné na geostacionární orbitu umísťovat telekomunikační družice?
Závěr:	Na geostacionární dráze je úhlová rychlost družice přibližně shodná s úhlovou rychlostí planety Země.
Metodické poznámky pro učitele:	Pokud žáci nemají zatím schopnosti podobnou úlohu řešit, musíme se uchýlit k animacím, například je lze stáhnout z http://phet.colorado.edu/cs/simulation/gravity-and-orbits



Číslo metodického listu: ML-FY-4	Téma: RADIAČNÍ BILANCE PRO ZEMI Název aktivity: <i>Sluneční záření jako zdroj energie pro planetu</i>	Cílová skupina: žáci SŠ, ZŠ Použité metody a formy: práce s textem a záznamy, diskuse s žáky, formulace závěrečných odpovědí
Časová náročnost: 30 minut		RVP – vztah k učivu a průřezovým tématům:
Prostředí výuky: třída		Fyzika: energie, Zeměpis: planeta Země
Cíle aktivity:	• praktická aplikace teoretických znalostí, užití geometrie, odhad	
Pomůcky:	• tematické mapové podklady, snímky a škály, projektor	
Motivační text:	<p>Příjem a výdej energie pro Zemi v dalším časovém intervalu je vyrovnaný, což ale nemusí platit pro konkrétní místo nebo kratší časové úseky. Radiační bilance je rozdíl mezi veškerým přijímaným a vyzařovaným zářením.</p> <p>Bilance může být kladná (energetický příjem je větší než výdej) nebo záporná (výdej záření je větší než příjem):</p> <ul style="list-style-type: none">• mezi 40° s. š. a 40° j. š. je v ročním průměru přebytek zářivé energie – kladná bilance,• ve vyšších šířkách než je 40° z. š. je záporná radiační bilance – deficit je vyrovnáván přenosem energie oceánskou a atmosférickou cirkulací.	
Zadání úkolů:	Vysvětlit, jaký vliv má sklon zemské osy na množství dopadající sluneční energie	
		
	<p>Obr.: http://eoimages.gsfc.nasa.gov/images/globalmaps/</p> <p>Tato mapa zobrazuje bilanci záření ve wattech na 1m² za jeden měsíc. Místa, kde je příchozí a odchozí zářivý energetický tok v rovnováze, jsou žlutá. Místa, kde více energie přicházelo, než odešlo, jsou označeny dočervena. Místa, kde se více zářivé energie odešlo, než bylo přijato, jsou modro-zelené. Měření byla provedena dálkovým průzkumem pomocí CERES a Aqua satelitů.</p>	



	<p>Na stránkách: http://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/ je k dispozici řada dalších map.</p> <p>Ptáme se, jak co vše lze z obrázku vyvodit?</p>
Autorské řešení:	<p>S žáky diskutujeme místa se zápornou radiační bilancí. O jaký měsíc v roce se asi jedná?</p> <p>http://neo.sci.gsfc.nasa.gov/Search.html?datasetId=CERES_NETFLUX_M</p>
Postup práce:	<p>S žáky postupně probíráme, jaká je distribuce záření od slunce v různých zeměpisných polohách a v různých obdobích.</p> <p>Ověříme si, jak chápou pojem bilance záření. Zda si uvědomují, že toto sčítání představuje průměrování za den, týden, měsíc, rok.</p>
Závěr:	<p>Radiační bilance Země se za celý rok musí rovnat 0, aby tento systém (Země) byl v dynamické rovnováze.</p> <p>Změněná radiační bilance vede k procesům, které způsobují globální změny klimatu.</p>
Metodické poznámky pro učitele:	<p>Diskuse s žáky vede k závěrům</p> <p>Bilance záření na Zemi je odlišná ve dne a v noci</p> <ul style="list-style-type: none">• Ve dne – plusová radiační bilance, zvyšuje se tok tepla do půdy, výpar• V noci – minusová radiační bilance – chladnutí, tok tepla z půdy, kondenzace, vyzařování Země <p>Povrch se ochlazuje stále (ve dne i v noci), kdežto ohřívá jen, pokud na něj dopadá slunce</p> <ul style="list-style-type: none">• množství dopadajícího slunečního záření na jednotku plochy závisí na zeměpisné poloze místa. <p>Podrobnější závěry:</p> <ul style="list-style-type: none">• Každé těleso vysílá záření odpovídající jeho teplotě• Radiační bilance Země se za celý rok musí rovnat 0• Slunce – zdroj energie pro Zemi, solární konstanta – vyjadřuje energii na horní hranici atmosféry, $S = 1367 \pm 7 \text{ W/m}^2$ – dopadá nepřetržitě na hranici atmosféry• záření sluneční, záření infračervené krátko a dlouhovlnné



Kosmické agentury

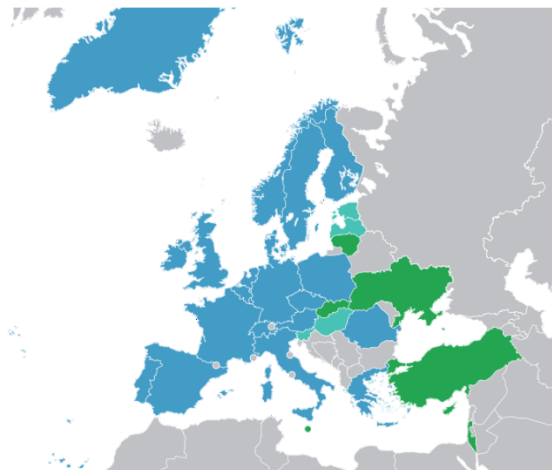
EVROPSKÁ KOSMICKÁ AGENTURA (ESA)

CO JE TO ESA?

Evropská kosmická agentura (ESA, European Space Agency) je mezivládní organizace pro využití a výzkum vesmíru. Je to evropská brána do "kosmu". ESA je evropskou verzí americké vládní agentury pro letectví a kosmonautiku NASA. Sdružuje dvacet států, které jsou, vyjma Norska a Švýcarska, zároveň členy Evropské unie: Belgie, Dánsko, Finsko, Francie, Irsko, Itálie, Lucembursko, Německo, Nizozemsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Rumunsko, Řecko, Španělsko, Švédsko a Velká Británie. Česko se stalo členem 12. listopadu 2008.

HISTORIE A VZNIK ESA

Po skončení Druhé světové války si evropští vědci uvědomily že roztroušené národní kosmické projekty nemohou soupeřit s vesmírnými programy USA a Sovětského Svazu. Proto se v roce 1960 vědci z deseti západoevropských států rozhodli vytvořit v spolupráci s vládami komisi, která měla prozkoumat možnosti pro vytvoření jednotné evropské vesmírní organizace. Tak vznikla v roce 1961 Evropská vesmírní výzkumná organizace, ERSO (European Space Research Organisation). V roce 1962 vzniká další organizace – ELDO (European Launch Development Organisation). Evropa teď měla dvě vesmírné organizace. ERSO se zabývalo vývojem kosmických lodí a ELDO vývojem raket které měli tyto lodě dopravit na oběžnou dráhu Zeme. V roce 1975 spojením obou organizací vzniká ESA – Evropská kosmická agentura, tak jak ji známe dnes. Vytvořilo ji 10 zakládajících zemí – Belgicko, Dánsko, Francie, Itálie, Německo, Nizozemsko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, a Velká Británie.



V roce 1983 se prvním astronautem v historii organizace stává němec Ulf Merbold, kterého pak následují mnozí další. V současnosti se agentura rozšířila už na 20 členských zemí, zabývá se širokou paletou vesmírních činností a projektů a je hybnou silou kosmického výzkumu v Evropě.

ESA JAKO INSTITUCE

Z důvodu vysoké finanční a technické náročnosti výzkumu a aktivit v kosmu by jednotlivé evropské země nemohli uskutečňovat některé projekty. Koordinace a spojení finančních a vědeckých kapacit pod křídla jedné organizace umožňuje Evropě provádět programy a aktivity daleko nad rámec možností každé jednotlivé země. ESA není jednou z agentur Evropské Unie, přesto s ní velmi úzce spolu-



pracuje, jako například při projektu Galileo(viz. dále). ESA má svůj styční úřad v Bruselu a pracuje se na tom aby agentura měla vymezen svůj status v rámci fungování EU.



Sídlo ESA se nachází v Paříži. Zde sídlí Rada ESA, která se skládá ze zástupců členských států. Rada rozhoduje o tom které výzkumné činnosti a programy bude agentura provádět. Každý stát je reprezentován jedním hlasem bez ohledu na jeho velikost nebo finančný podíl. Činnost Rady ESA řídí a koordinuje generální ředitel, který je volen radou každé 4 roky. Všechny výzkumné sekce agentury mají své vlastní ředitelství, které se zodpovídají přímo generálnímu řediteli. Současným generálním ředitelem je od roku



2003 francouz Jean-Jacques Dordain.

PRACOVÍŠTĚ ESA

ESTEC

V nizozemském Noordwijku nedaleko Amsterdamu je umístěno vývojové středisko pro satelitní technologie ESTEC (angl. European Space Research and Technology Centre). ESTEC je největším pracovištěm a technickým “srdcem” ESA. Na vývoji a práci projektů ESA se zde podílí kolem 1 600 odborníků, z nichž je pět Čechů.

ESOC

V německém Darmstadtu je umístěno Evropské středisko vesmírných operací ESOC (angl. European Space Operations Centre), odkud jsou řízeny družice a kosmické sondy. ESOC je prodlouženými “rukama” ESA.





ESOC ke komunikaci s družicemi a kosmickými sondami využívá Evropskou kosmickou monitorovací síť - **ESTRACK** (angl. European Space Tracking Network), která má sledovací stanice v Austrálii, Belgii, Francouzské Guyaně, Španělsku, Kanárských ostrovech, Švédsku, Azorských ostrovech a v Argentině. ESTRACK je “ušíma a očima“ ESA

EAC

EAC je středisko pro výcvik evropských astronautů (angl. European Astronaut Centre). Zde se vybírají, připravují a trénují astronauti pro vědní mise na ISS. Nachází se rovněž v Německu, ve městě Kolín nad Rýnem. Když chceš vědět co třeba na to aby ses stal astronautem, navštiv webové stránky ESA.



ESRIN

Nedaleko Říma, ve městě Frascati, se nachází výzkumné středisko ESRIN (angl. European Space Research Institute), jehož úkolem je mimo jiné shromažďovat, ukládat a dále distribuovat data z družic a sond. Bylo založeno roku 1966 a do provozu uvedeno o pět let později. V roce 2004 převzalo funkci ústředního střediska pro dálkový průzkum naší planety. Mimo to zajišťuje hospodářskou agendu ESA, odtud jsou zadávány soutěže, zakázky a je zde spravována webová prezentace ESA. Dále má na starost vše kolem nové kosmické rakety VEGA, o níž bude řeč v další části.



EVROPSKÝ KOSMODROM

Na to aby se satelity a jiné technologické zařízení mohlo dostat do vesmíru je potřebné aby byli z nějakého místa odpáleny na nosných raketách. Na to slouží evropský kosmodrom, který se nachází v severovýchodní části Jižní Ameriky, ve Francouzské Guyaně .





Když v roce 1975 vznikla Evropská kosmická agentura, francouzská vláda jí nabídla že se s ní podělí o své Centre Spatial Guyanais (CSG). Od té doby je kosmodrom hlavním evropským stanovištěm pro start raket do kosmu. Kosmodrom leží v zeměpisné šířce $5^{\circ} 3'$, jen něco málo přes 500 km severně od rovníku. Jeho blízkost k rovníku, vytváří ideální pozici pro starty raket na geostacionární oběžnou dráhu, protože je potřebných málo změn v trajektorii rakety aby se dostala na požadovanou oběžní dráhu satelitu. Kosmodrom také těží z "prakového" efektu. Je to efekt při kterém vzniká energie vytvořená rychlostí rotace Země kolem své osy. Tato energie pak pomáhá zvyšovat rychlost rakety o 460 metrů za sekundu pokud startovní trajektorie směřuje na východ. Tyto důležité faktory šetří palivo a peníze a prodlužují aktivní životnost satelitů. Díky své výhodné geografické poloze, Evropský kosmodrom nabízí úhel startu do 102° , což umožňuje širokou škálu misí. Ve skutečnosti je ale poloha kosmodromu tak výhodná, že mohou být odsud prováděné všechny možné vesmírné mise.



Bezpečnost lokality je stejně důležitá. Francouzská Guyana je velice řídko obydlená a 90 % země pokrývají rovníkové pralesy. Kromě toho v oblasti neexistuje nebezpečí cyklonů nebo zemětřesení.

Vysoké úrovně výkonnosti, bezpečnosti a spolehlivosti u evropského kosmodromu jsou dobře známy. Kromě mnoha evropských klientů, kosmodrom rovněž poskytuje svoje služby pro průmysl ze Spojených států, Japonska, Kanady, Indie a Brazílie.

ESA financuje dvě třetiny ročního rozpočtu kosmodromu. Také financuje nové zařízení, jako jsou nosné komplexy a průmyslové výrobní zařízení pro nové rakety. K dnešnímu dni, ESA investovala více než 1,6 miliard € na zlepšování a

rozvoj pozemních zařízení v evropském kosmodromu.

Evropská kosmická agentura se samozřejmě skládá i z mnoha dalších pracovišť. Představili jsme si však alespoň ty největší a nejdůležitější. Pro ESA celkově pracuje kolem 2200 zaměstnanců ze všech členských zemí. Personál zahrnuje vědce, inženýry, IT specialisty a administrativní pracovníky. Výdavky rozpočtu jsou financovány z příspěvků členských zemí. Výška příspěvku je vypočítávána na základě výšky hrubého domácího produktu. Výše rozpočtu činila pro rok 2013 4,28 miliard €. Celkově je rozpočet ESA relativně malý a asi 4 krát menší jak rozpočet konkurenční NASA. Kdyby se peníze z rozpočtu roz-





dělily pro obyvatele všech členských států, tak by jsme si každý mohli koupit lístek do kina.

PROJEKTY, VÝZKUM A AKTIVITY ESA

ARIANE

Jednou z prvních družic vypuštěných novou organizací ESA byla velmi úspěšná COS-B, astronomická observatoř v pásmu záření gama. Ovšem podobně jako předchozí evropské satelity ji ještě vynesla americká raketa Delta. Taková situace však neměla trvat věčně. Vývoj v mikroelektronice již od konce sedmdesátých let razil cestu pro prudký rozmach komerčních družic a ESA si chtěla zajistit patřičný podíl na bezpochyby lukrativním budoucím trhu. Začal se tedy budovat pilíř úspěchu Evropské kosmické agentury – raketa Ariane.

První kosmický nosič Ariane 1 byl z velké části vyvinut francouzskou kosmickou agenturou CNES. Ariane 1, jejíž první a druhý stupeň poháněly francouzské motory Viking, sice nepředstavovala úplnou technickou špičku, fungovala však spolehlivě. Úspěšný první let v roce 1979 připravil půdu pro 11 dalších startů. Nosiče Ariane 2 a 3,



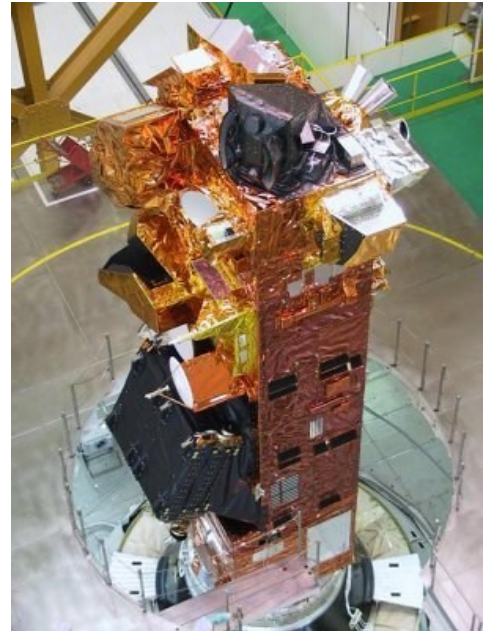
využívané od poloviny osmdesátých let, byly v podstatě podobné, jen u Ariane 3 byly doplněny boční pomocné vzletové stupně. Díky velké spolehlivosti a vysoké flexibilitě, bylo v kterémkoliv okamžiku posledního čtvrtletí 20. století, v knize objednávek zapsáno nejméně 40 zakázek na vypouštění družic. Ariane 4 byla posledním stadiem ve vývoji původního nosiče. Další nástupce – Ariane 5, je zcela nový prostředek vyvinutý během devadesátých let. Na rozdíl od předchozích typů jako první evropská raketa využívá kryogenní pohonné látky – kapalný kyslík (LOX) a kapalný vodík (LH2). V současnosti ESA používá nejnovější verzi rakety Ariane 5 s nosností až 10 500 kg. ESA se také připravuje na vytvoření další rakety ARIANE s pořadovým číslem 6, která bude ještě lepší jako její předchůdkyně.



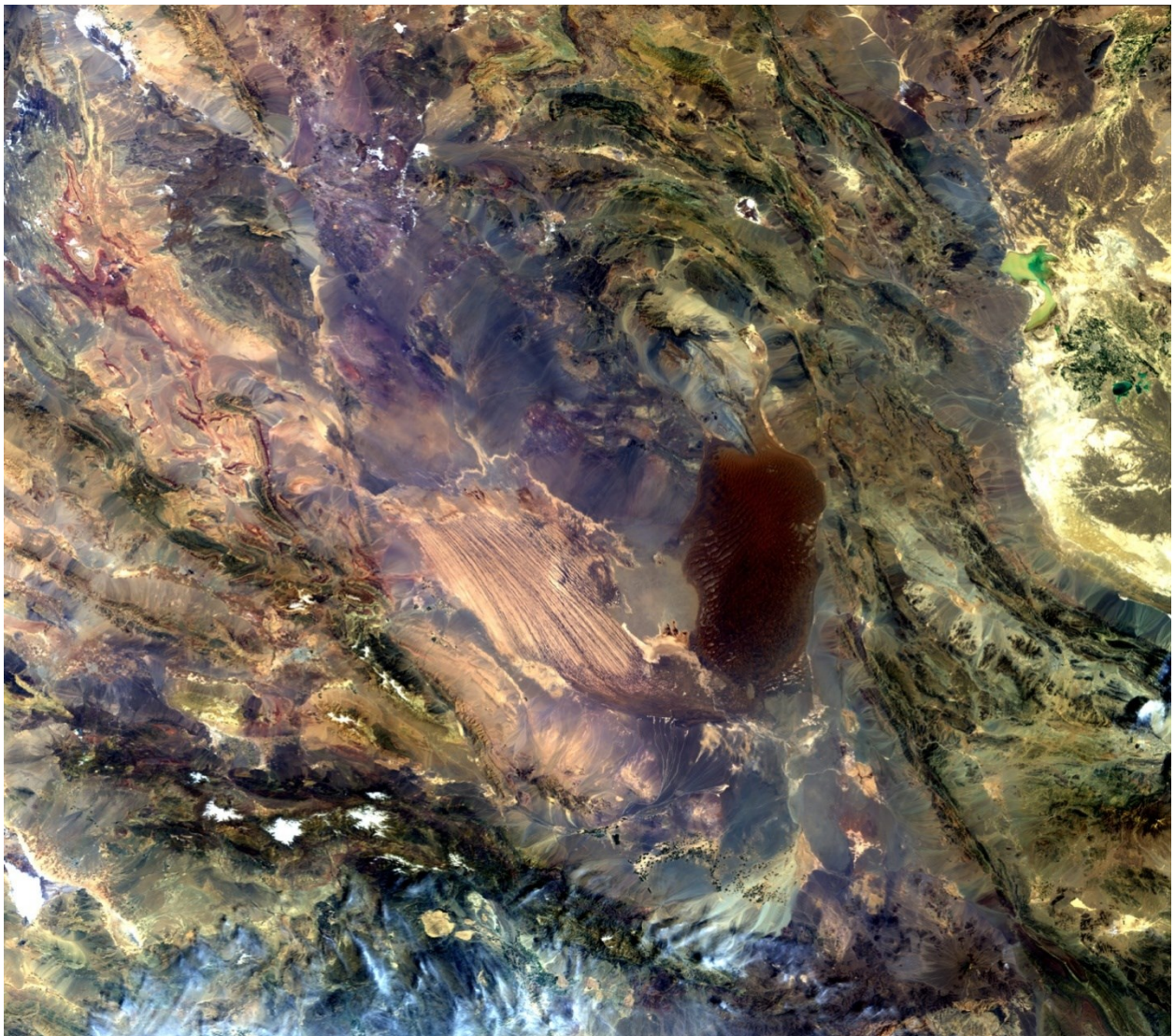


ENVISAT

Envisat je největší civilní satelit jaký kdy byl vyslán do kosmu. Satelit byl vypuštěn v roce 2002 raketou Ariane 5. Satelit byl určen pro monitorování různých částí naší Země, jako například atmosféry, oceánu nebo zemského povrchu. Jeho mise měla trvat 5 let, ale nakonec se jej podařilo udržet při životě dvojnásobek času – 10 let. Poslední kontakt byl se satelitem navázán v dubnu 2012. Do té doby ale stihl 50 tisíc krát obletět zemi a poskytl tisíce cenných snímků a dat o naší planetě. K získávání dat a pořizování snímků Envisat využíval celkem 10 přístrojů a senzorů, pomocí kterých monitoroval například stav ozonové díry, hroubku antarktického ledu, rychlost odlesňování a mnoho dalších. Tyto informace následně přispěli a stále přispívají k pochopení toho jak naše planeta funguje, jak se mění a jak ji ovlivňuje lidská činnost. Pro úspěch Envisatu, už ESA chystá navazující projekt monitorovacích satelitů Sentinel z kterých první Sentinel – 1, má být vypuštěn v roce 2014.



Na snímku pořízeném Envisatem 2. dubna 2012, je zachycena solní poušť Dasht-e Lut v jihovýchodním Iránu. Poušť je často označována za nejteplejší místo na zemi, poněvadž tu satelity po několik let naměřili rekordní teplotu.





Nejvyšší povrchová teplota která byla kdy zaznamenaná, změřila právě v této poušti družice americké NASA Aqua v roce 2005, a to na úrovni 70.7°C.

Světlá část ve středu snímku jsou dlouhé, paralelní a větrem formované hřbety a brázdy. Tmavší oblast na východ od nich, je oblast obrovských pouštních dun, z kterých některé jsou vysoké až 300 metrů. V pravé horní části můžeme vidět světle zelenou oblast mělké vody, která se nachází na pomezí Iránu a Afghánistánu. Je to oblast močálů a vysoce úrodných půd, která byla po tisíce let významným zdrojem potravy, čisté vody a zastávkou pro migrující ptactvo. Jak se ale využívání této oblasti pro zemědělské účely zvyšovalo, tak zásoby vody na tomto území začaly významně vysychat a způsobovat místním lidem a ekosystému problémy. V dolní levé části můžeme vidět horu Jebal Berez která je pokrytá bílou sněhovou čepkou. Protože Irán leží na několika velkých zlomových liniích jsou zemětřesení častým jevem. V roce 2003 se 100 kilometrů východně od této hory, blízko města Bam nacházelo epicentrum zemětřesení.

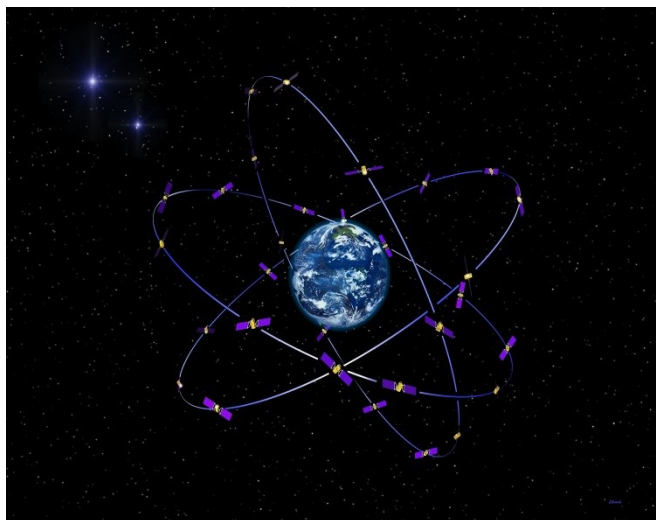
Zemětřesení může z ničeho nic změnit krajinu tak, že se mapy stanou zrazu neaktuálními. V takové situaci se stávají satelitní snímky nepostradatelnou pomocí při záchranných pracích. Satelitní snímky jako takhle nám umožňují sledovat různé aspekty krajiny a jejich změn. Následně mohou být využity pro zlepšení a záchranu života lidí nebo ekosystému.

GALILEO

Navigační systém Galileo je plánovaný autonomní evropský Globální družicový polohový systém, který by měl být obdobou americkému systému GPS a ruskému systému GLONASS. Jeho výstavbu zajišťuje Evropská unie (EU) spolu s Evropskou kosmickou agenturou (ESA). Spuštění systému Galileo je naplánováno na rok 2014.

Oba současné systémy (GPS a GLONASS) jsou vojenské a ani jeden z provozovatelů nedává záruku, že ve výjimečných situacích budou systémy plně funkční pro civilní využití. Pokud by na jejich využívání byla založena některá z dopravních služeb, mělo by dočasné zhoršení výkonu systému nebezpečné důsledky pro její uživatele. Evropský systém Galileo je naopak primárně navržen jako projekt řízený a spravovaný civilní správou. Technologické centrum systému se nachází v pracovišti ESTEC v nizozemském Noordwijku. Administrativní centrála systému se zase nachází v Praze.

Plný systém bude sestávat z 30 družic (27 operačních + 3 záložní) obíhajících ve třech rovinách po kruhových drahách na střední oběžné dráze Země ve výšce 23 222 km. Každá z rovin dráhy bude svírat s rovinou rovníku úhel 56°, což umožní využívat navigační systém bez potíží až do míst ležících na 75° zeměpisné šířky. Velký počet družic, z nichž tři budou záložní, zajistí spolehlivou funkci systému, i když některá družice přestane správně pracovat. Galileo umožní každému držiteli přijímače signálu určit jeho aktuální polohu s přesností lepší než jeden metr.





System Galileo má největší potenciál především v dopravě (letecká, silniční, železniční, námořní a říční, městská, atd.), přesto však nabízí široké využití i v dalších oblastech, kde zvýší bezpečnost, přesnost a komfort (energetický průmysl, bankovníctví, zemědělství, civilní ochrana, životní prostředí, stavebnictví atd.).

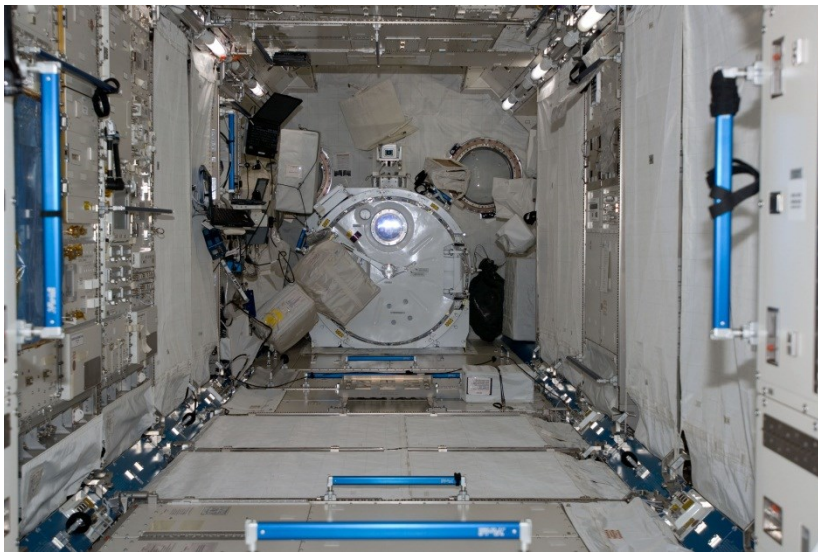
ISS

ESA jako jedna z kosmických agentur spojila své síly s NASA, ROSCOSMOS (Ruská kosmická agentura), JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) a CSA (Canadian Space Agency) na výstavbě a provozu na jednom z nejdražších, nejambicióznějších a nejnáročnějších vesmírných projektů jaký kdy existoval. Jedná se o projekt ISS (International Space Station).



ISS je v současné době jediná trvale obydlená vesmírná stanice. První díl stanice, modul Zarya, byl vynesena na oběžnou dráhu 20. listopadu 1998. Od 2. listopadu 2000, kdy na stanici vstoupila první stálá posádka, je trvale obydlena. V současné době je posádka, která se každých 6 měsíců obměňuje, tvořena 6 členy. Stanice je umístěna na nízké oběžné dráze Země ve výšce kolem 400 km. Při průměrné rychlosti okolo 7 700 m/s (27 720 km/h) pak pravidelně obíhá Zemi s periodou cca 92 minut.

Dopravu kosmonautů na stanici a zpět zajišťují transportní pilotované kosmické lodě Sojuz. Zásobování stanice zajišťují automatické nákladní kosmické lodě – ruské Progressy, evropské ATV a japonské HTV. Největším příspěvkem ESA je vědecká laboratoř Columbus, která byla k stanici připojena v roce 2008. V laboratoři probíhá široká paleta výzkumu, například fyzikální a biologické pokusy, lékařský výzkum nebo výzkum polarizace záření.



ISS je prozatímním technickým a technologickým vrcholem lidstva a dokazuje že když lidé spojí své síly jsou schopni dělat úžasné věci. Předpokládá se že ISS bude aktivní do roku 1928. Pak by jí měla nahradit jiná výzkumná vesmírná stanice. Do té doby bude však ještě dlouho sloužit k posouvání hranic lidského poznání.

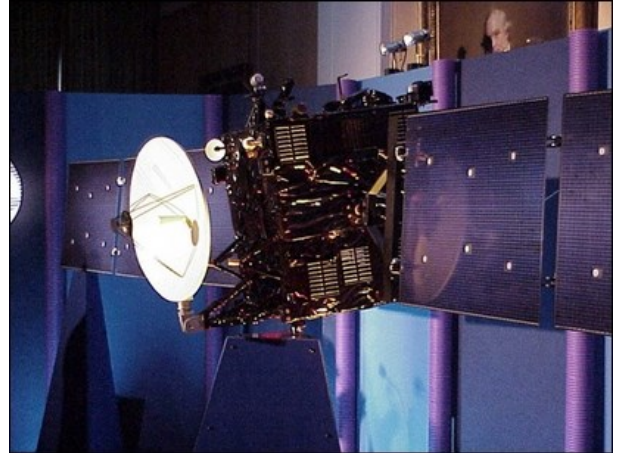
Prohlídka ISS zevnitř: https://www.youtube.com/watch?v=afBm0Dpfj_k



Rosetta

V listopadu 1993 se ESA rozhodlo poprvé v dějinách lidstva vyslat sondu která bude kroužit kolem orbity komety a zároveň na ní vysadí robotické vozítko. Od tohoto momentu začali pracovat týmy vědců z Evropy a Spojených Států na unikátní expedici která má poodhalit tajemství ledového světa komet.

Dobrodružství započalo v březnu 2004 kdy byla sonda odpálena z Evropského kosmodromu ve Francouzské Guyaně. Během okružního 10ti letého brázdění vesmíru sonda projela pás asteroidů a dostala se do vzdálenosti 5 krát větší než je Země vzdálena od Slunce. Ve finální fázi se dostane k periodicky se vracící kometě 67P/Churyumov-Gerasimenko.



Sonda se střetne s kometou 67P/Churyumov-Gerasimenko na její cestě směrem k slunci a zůstane v těsné blízkosti jejího jádra. Pak sonda vysadí na její povrch malé přistávací pouzdro Philae vybavené přístroji pro přímé zkoumání kometárního jádra.

Mise Rosetta je historickou v mnoha ohledech:

Rosetta bude první vesmírné plavidlo obíhající jádro komety.

Bude také prvním vesmírným plavidlem které letělo podél komety při její cestě do vnitřku solárního systému.

Rosetta bude první vesmírní plavidlo které prozkoumávalo jak se zmrzlá kometa mění když se přibližuje slunci.

A taky bude první která vypustila přistávací pouzdro na povrch komety tak aby jej bylo možné přímo zkoumat.

... a mnohé další prvenství.

Vědci budou čekat na výsledky výzkumu Rosetty aby je mohly porovnat s předešlými výzkumy. Předešlá mise Giotto a pozemní pozorování naznačili že komety obsahují složité organické molekuly – látky které jsou bohaté na uhlík, vodík, kyslík a dusík

Je zajímavé, že to jsou prvky, které tvoří nukleové kyseliny a aminokyseliny, základní látky pro život, jak jej známe. Rozvinul se tedy život na Zemi s pomocí komety? Rosetta nám může pomoci najít odpověď na tuto základní otázku.



ZÁVĚREM

ESA je aktivní také v mnoha dalších kosmických projektech a aktivitách. Zachytit je ale všechny tato kniha nemůže. Proto sme si představili alespoň ty nejdůležitější z nich. ESA je organizací která se snaží pochopit a probádat nejen vesmír ale také zemi. Proto aby dosáhla vytyčených cílů je potřeba obrovského úsilí tisíců vědců. Krok za krokem se jí však daří posouvat hranice lidského poznání.

Obr.1. Logo ESA. Zdroj: <http://www.esa.int>

Obr.2. Členské státy ESA. Modrá – členové, tyrkysová a zelená – spolupracující státy Zdroj: <http://www.wikipedia.org>

Obr.3. Pierre Auger a Edoardo Amaldi, členové evropské vědecké komunity kteří významně přispěli k vytvoření ERSO a ELDO. Zdroj: <http://www.esa.int>

Obr.4. Sídlo ESA v Paříži. Zdroj: <http://www.wikipedia.org>

Obr.5. Letecký snímek centra ESTEC v Nizozemí. Zdroj: <http://www.esa.int>

Obr.6. Hlavní řídicí místnost ESOC v německé Darmstadtu . Zdroj: <http://www.esa.int>

Obr.7. Jedna z antén ESTRACK-u ve španělském Maspalomas, která je vysoká 15 metrů. Zdroj: <http://www.esa.int>

Obr.8. Výcvik astronautů pod vodou, která simuluje podmínky ve vesmíru. Zdroj: <http://www.esa.int>

Obr.9. Letecký pohled na budovy ESRIN. Zdroj: <http://www.esa.int>

Obr.10. Koleje k startovacímu stanovišti pro rakety Ariane 5. Zdroj: <http://www.esa.int>

Obr.11. Evropský kosmodrom. Zdroj: Philippe Semanaz

Obr.12. Startovací stanoviště raket. Zdroj: <http://www.simo.ru>

Obr.13. Vývoj rakety Ariane. Zdroj: <http://files.maquettagogo.webnode.fr>

Obr.14. Start rakety Ariane 5 z Evropského kosmodromu ve Francouzské Guayane. Zdroj: <http://www.stff.co.uk>

Obr.15. Družice Envisat připravená na start. Zdroj: <http://www.esa.int>

Obr.16. Satelitní snímek z Envisatu oblasti pouště Dasht-e Lut v Iránu. Zdroj: <http://www.esa.int>

Obr.17. Konečné uspořádání satelitu Galileo na střední oběžné dráze Země. Zdroj: <http://www.esa.int>

Obr.18. Stavba prvních tří satelitů v Brémach v roce 2012. Zdroj: <http://www.esa.int>

Obr.19. Mezinárodní vesmírná stanice. Zdroj: <http://www.nasa.gov>

Obr.20. Evropská část ISS – laboratoř Columbus. Zdroj: <http://www.nasa.gov>

Obr.21. Uvnitř ISS. Zdroj: <http://www.esa.int>

Obr.22. Sonda Rosetta. Zdroj: <http://www.esa.int>

Zdroje:

Spaceflight, Giles Sparrow, 2007, Dorling Kindersley



The History of Space Vehicles, Tim Furniss, 2001, Thunder Bay Press

Poklady kosmonautiky, Tomáš Příbyl, 2009, Computer Press

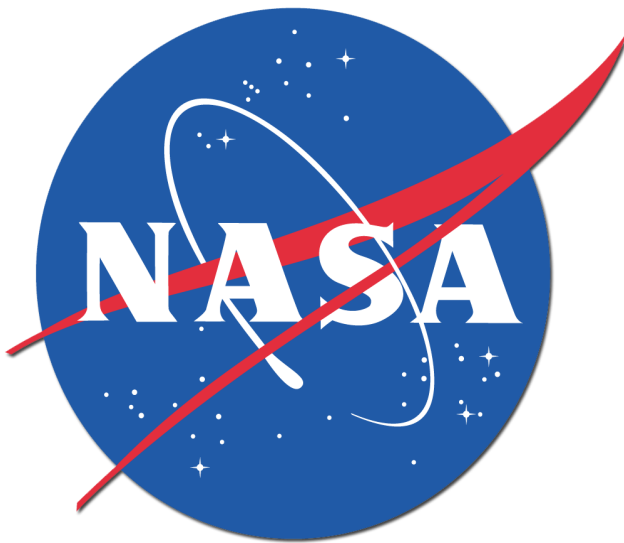
<http://www.esa.int/ESA>

<http://en.wikipedia.org>

<http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/galileo/>

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA)

Historie



Obr. 1 Logo NASA. Zdroj: Oregon NASA Space Grant Consortium. NASA [on-line]. [cit. únor 2014]. Dostupné online na WWW: <http://spacegrant.oregonstate.edu/>

Národní úřad pro letectví a kosmonautiku začal fungovat 1. října 1958. Zabývá se veškerým nevojenským vesmírným výzkumem. První programy NASA byly zaměřeny na výzkum letů člověka do vesmíru. Prvním programem, který byl zahájený v roce 1958, byl program Mercury. Ten zjišťoval, zda člověk může přežít ve vesmíru. Z kraje 60. let následovalo pár krátkodobých výstupů na oběžnou dráhu s lidskou posádkou. Po těchto výstupech, které zjistily, že je možné vynést lidskou posádku do vesmíru, započal program Apollo. Tento program měl za cíl dopravit člověka na Měsíc a zpět. To se povedlo 20. července 1969 posádce Apolla 11. Prvním člověkem, který

zanechal stopu na měsíční půdě, byl Neil Armstrong, který prohlásil památnou větu: „That’s one small step for (a) man, one giant leap for mankind“, tedy: je to malý krok pro člověka, ale velký skok pro lidstvo. Dále se NASA věnovala vývoji bezpilotních sond. Mezi nejznámější patří Pioneer a Voyager, které byly vyslány na průzkum vnějších planet sluneční soustavy. V dalších fázích se NASA soustředila na vývoj raketoplánů, které by mohly být opakovaně využity pro lety na oběžnou dráhu Země. Mezi nejznámější raketoplány patří Columbia, Challenger a Atlantis. V počátcích 90. let začala americká NASA spolupracovat s evropskou ESA, kanadskou CSA, ruským Roskosmosem a japonskou JAXA. NASA také vyslala několik „vozítek“ na Mars. Mezi nejznámější patří vozítko Spirit a Curiosity.



Vzdělávací aktivity



Obr. 2 Zdroj: NASA's Student Summer of Innovation Kickoff at JPL. NASA [online]. [cit. únor 2014]. Dostupné online na WWW: <http://www.jpl.nasa.gov/education/index.cfm?page=161>

NASA poskytuje velké množství vzdělávacích aktivit. Vzděláním se v NASA zabývá NASA's Office of Education (OE). Aktivně zapojuje do svých projektů studenty, učitele, rodiče dětí a širokou veřejnost. Webové stránky NASA poskytují mnoho interaktivních nástrojů, díky kterým je možné „se připojit“ k expertům a vyzkoušet si například let do vesmíru. NASA poskytuje přes 3000 vzdělávacích zdrojů, které jsou dostupné přes interaktivní databázi a přes 10 000 online zdrojů pro všechny věkové kategorie. Webové rozhraní dovoluje možnost připojení na vzdělávací multimedia včetně NASA eClips a NASA TV Education File. NASA také poskytuje každoroční reporty a možnost zpětné vazby. NASA ovšem neposkytuje pouze výukové materiály, ale dává možnost učitelům a studentům setkat se přímo s experty. Zde jsou příklady:

- The NASA Student Ambassadors Virtual Community – spojuje současné a bývalé stážisty se zaměstnanci.
- The Interdisciplinary Science Project – začleňuje výzkum (INSPIRE – neplést s evropskou iniciativou), poskytuje online studijní komunitu, kde studenti mohou komunikovat se svými vrstevníky, experty z NASA a s odborníky na vzdělání.
- The Endeavor Science Teacher Certificate Project – jedná se o online přednášky, kurzy a „akční výzkum“.
- NASA's Museum Alliance – je online komunita s více než 350 neformálními organizacemi s přístupem ke zdrojům a informacím.

Další webové a telekomunikační činnosti NASA zahrnují mechanismy pro participaci na výzkumu, interakci v reálném čase a virtuální světy:

- The Digital Learning Network (DLN) - poskytuje audio-video konference a živé přenosy mezi studenty a zaměstnanci NASA.
- ISS EarthKAM – umožňuje studentům dálkové řízení kamery na mezinárodní vesmírné stanici (ISS) a zachycovat snímky Země v reálném čase.
- The Space Grant Internet Telescope Network (SGITN) – dovoluje studentům a fakultám používat astronomické vybavení jak lokálně, tak vzdáleně.
- Amateur Radio on the International Space Station (ARISS) – poskytuje možnost studentům využít amatérské rádiové spojení s astronauty na ISS.



Mezi další zdroje patří:

- The Weakly Activity Report (WAR) tool – reportuje významné aktivity a nadcházející události napříč celou agenturou. Účelem WAR tool je sdílení klíčových vzdělávacích aktivit a hlavních milníků, kterých NASA dosáhla. V uplynulých 6 letech bylo vydáno 324 týdenních reportů. Reporty jsou uloženy na veřejně dostupných serverech. WAR tool také pomáhá snížit redundanci mezi jednotlivými pracovními skupinami, které pracují na podobném projektu, ale například v jiných koutech planety.
- The NASATalk – vytvořena pro spolupráci vnitřních a vnějších skupin.

Všichni zájemci se mohou rychle a jednoduše dostat k aktuálním informacím ohledně vzdělávacího programu a zdrojům, které NASA zpřístupňuje. Ne všechny výše zmíněné aktivity může využívat student jako jednotlivec. Například do služby ISS EarthKAM se může zaregistrovat pouze někdo, kdo pracuje ve vzdělávací instituci nebo je například domácí učitel. Pokud je tato podmínka splněna, tak je možné se přihlásit na „misi“ zdarma.

Od roku 2012 NASA sleduje 3 hlavní cíle týkající se vzdělání:

- Posílit NASA a budoucí pracovní sílu.
- Získávat a udržovat studenty a jejich zájem o vědu, technologie, inženýrství, matematiku, fyziku a jiné přírodovědní obory.
- Zapojit do misí Američany.

NASA nabízí v rámci OSSI NIFS (One Stop Shopping Initiative, Recruiting NASA Interns, Fellows and Scholars) stáže a stipendia. Studenti se mohou hlásit na jarní, letní, podzimní nebo celoroční stáže. Zájemci si nevybírají určitý program, na který by se chtěli přihlásit, ale program je jim přiřazen pracovníky NASA, podle informací, které jsou uvedeny v žádosti studenta o stáž. K dispozici je velké množství stáží a také míst, kde se stáže konají. Přehled jednotlivých stáží lze nalézt na adrese https://intern.nasa.gov/ossi/web/public/main/index.cfm?solarAction=view&subAction=content&contentCode=HOME_PAGE_INTERNSHIPS#internSess

Další užitečné odkazy:

<http://www.nasa.gov/> - Primární webové stránky NASA

http://www.nasa.gov/offices/education/about/index.html#.Uu_R7BB5OAY – NASA Office of Education

<https://intern.nasa.gov/> - NASA Student Ambassadors Virtual Community

http://www.nasa.gov/offices/education/programs/descriptions/Endeavor_Science_Teaching_Certificate_Project.html#.Uu_SqxB5OAY - Endeavor Science Teaching Certificate Project

<https://informal.jpl.nasa.gov/museum/> - NASA's Museum Alliance



<http://www.nasa.gov/offices/education/programs/national/dln/index.html> - NASA Digital Learning Network

<http://spaceflight.nasa.gov/station/reference/radio/> - Amateur Radio on the International Space Station (ARISS)

<http://www.nasa.gov/audience/foreducators/virtual-education.html> - Science Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in Second Life

<https://education.jsc.nasa.gov/WAR/archive/default.cfm> - NASA Education WAR Archives

<http://www.nasatalk.com/> - The NASATalk Collaborative wiki

Použité zdroje:

[1] Did Neil Armstrong really say, 'That's one small step for a man'? Los Angeles Time [on-line]. [cit. leden 2014]. Dostupné online na WWW: <http://www.latimes.com/news/science/sciencenow/la-sci-sn-neil-armstrong-one-small-step-for-a-man-20150605,0,1063827.story#ixzz2sHvleyWQ>

[2] Sally Ride EarthKAM on the International Space Station. NASA [on-line]. [cit. únor 2014]. Dostupné online na WWW: <https://earthkam.ucsd.edu/home>

[3] NASA Education. Office of Education [on-line]. [cit. únor 2014]. Dostupné online na WWW: <https://earthkam.ucsd.edu/home>

[4] NASA Education Activities. NASA [on-line]. [cit. leden 2014]. Dostupné online na WWW: <https://earthkam.ucsd.edu/home>

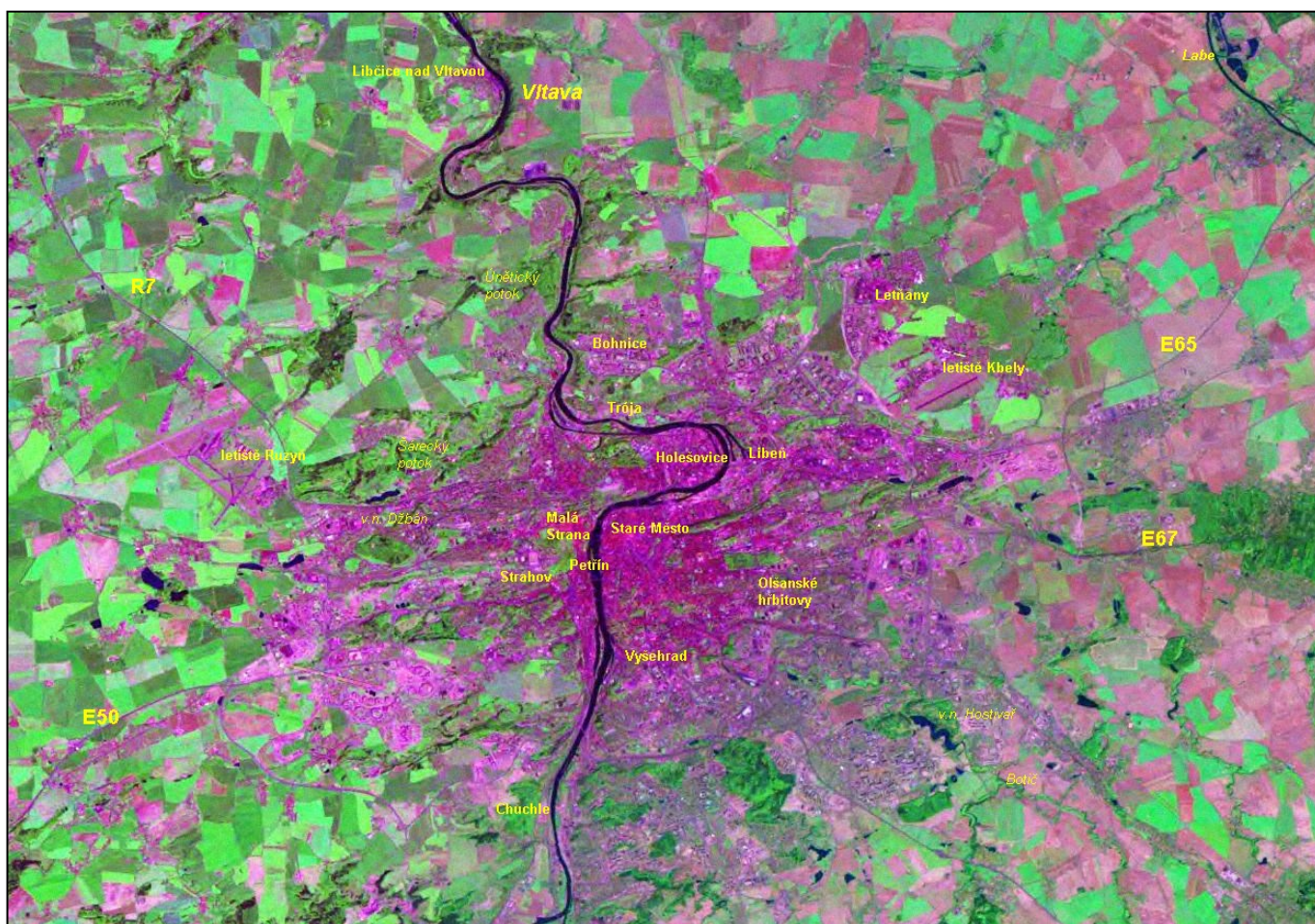
[5] NASA. Wikipedia [on-line]. [cit. leden 2014]. Dostupné online na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/NASA>

[6] One Stop Shopping Initiative, Recruiting NASA Interns, Fellows and Scholars. NASA [on-line]. [cit. únor 2014]. Dostupné online na WWW: https://intern.nasa.gov/ossi/web/public/main/index.cfm?solarAction=view&subAction=content&contentCode=HOME_PAGE_INTERNSHIPS#internSess

Ukázky interpretace snímků družice LANDSAT

Globálnější (geografický) obraz zemského povrchu v menším měřítku poskytují multispektrální snímky družice LANDSAT (v nepravých barvách). Pro snadnější orientaci jsou na snímcích doplněna vlastní jména nejmarkantnějších geografických objektů. U každého družicového snímku je v jeho popisu naznačen základní postup interpretace hlavních obsahových prvků snímku. Ten může být dále rozvíjen a prohlubován při konkrétní pedagogické činnosti a při samostatné práci se snímky a s materiály DPZ.

Při práci se všemi snímky družice LANDSAT bude účelné **vyhledat vhodnou obecně geografickou případně tematickou mapu**, dané oblasti podle které bude možno **lokalizovat i identifikovat geografické objekty** (města, řeky, porosty apod.) a **určit přibližně měřítko snímku**. To dále umožní posoudit, s jakou podrobností jsou objekty na snímku znázorněny, porovnávat kartografický a družicový obraz dané oblasti a hodnotit tak informační bohatost snímku. Práce s těmito ukázkami DPZ umožní získat i zajímavá srovnání vlastního regionu se vzdálenějšími oblastmi světa, které jsou na školních mapách a atlasech prezentovány velmi zjednodušeně.

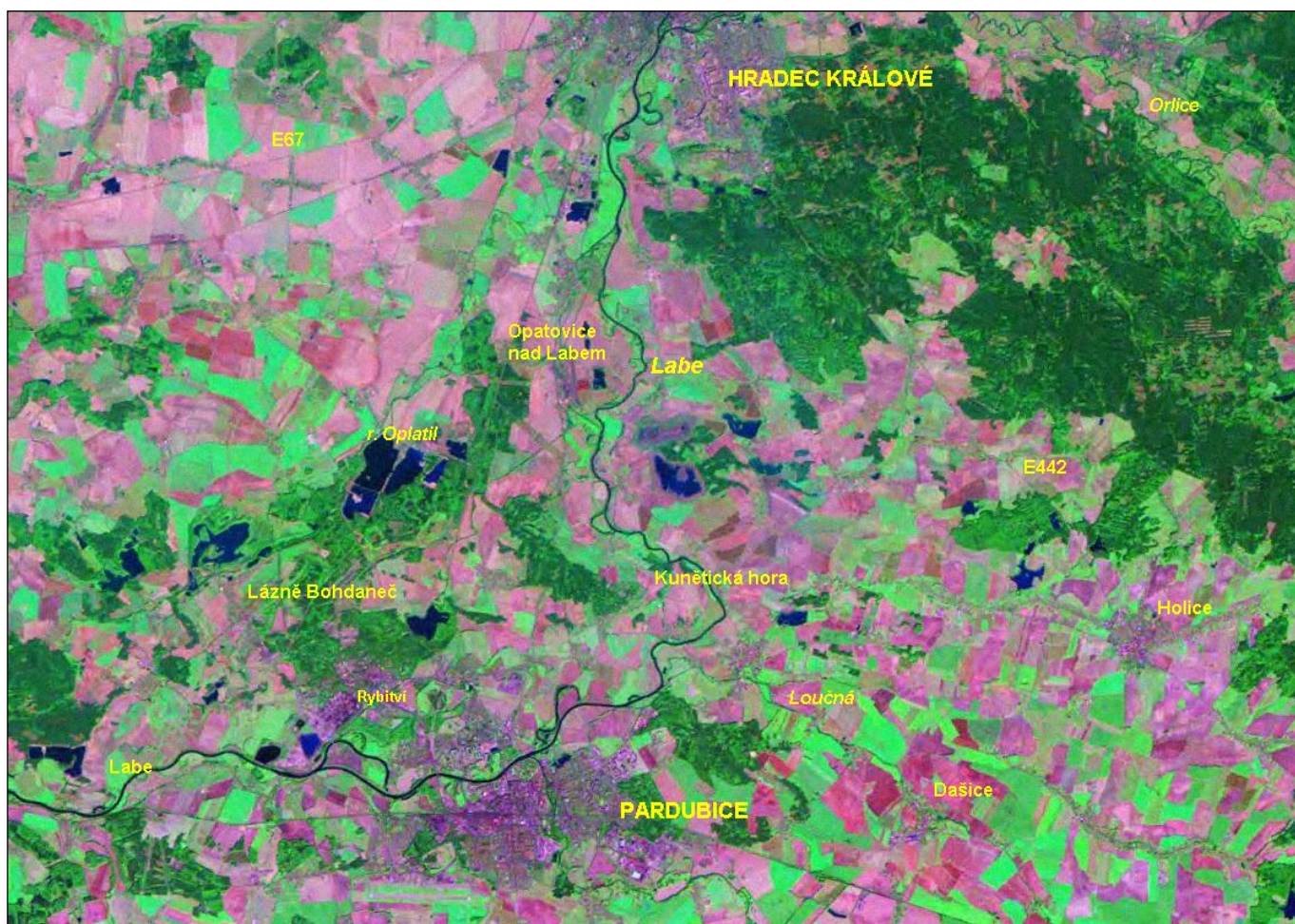


Popis snímku:

Na snímku je zobrazeno území Pražské plošiny s dobře patrným tokem Vltavy i vltavskými ostrovy, přístavy a plavebními kanály (např. Holešovice). Barevnými tóny lze odlišit historické centrum od novějších čtvrtí, sídliště 20. století a příměstské zástavby rodinných domků s větším zastoupením zeleně.

Na snímku lze identifikovat:

- Stromovku
- Petřín
- Olsanské hřbitovy
- Strahovský stadion
- letiště Ruzyň
- letiště Kbely
- údolí Divoké Šárky
- dálniční přivaděče

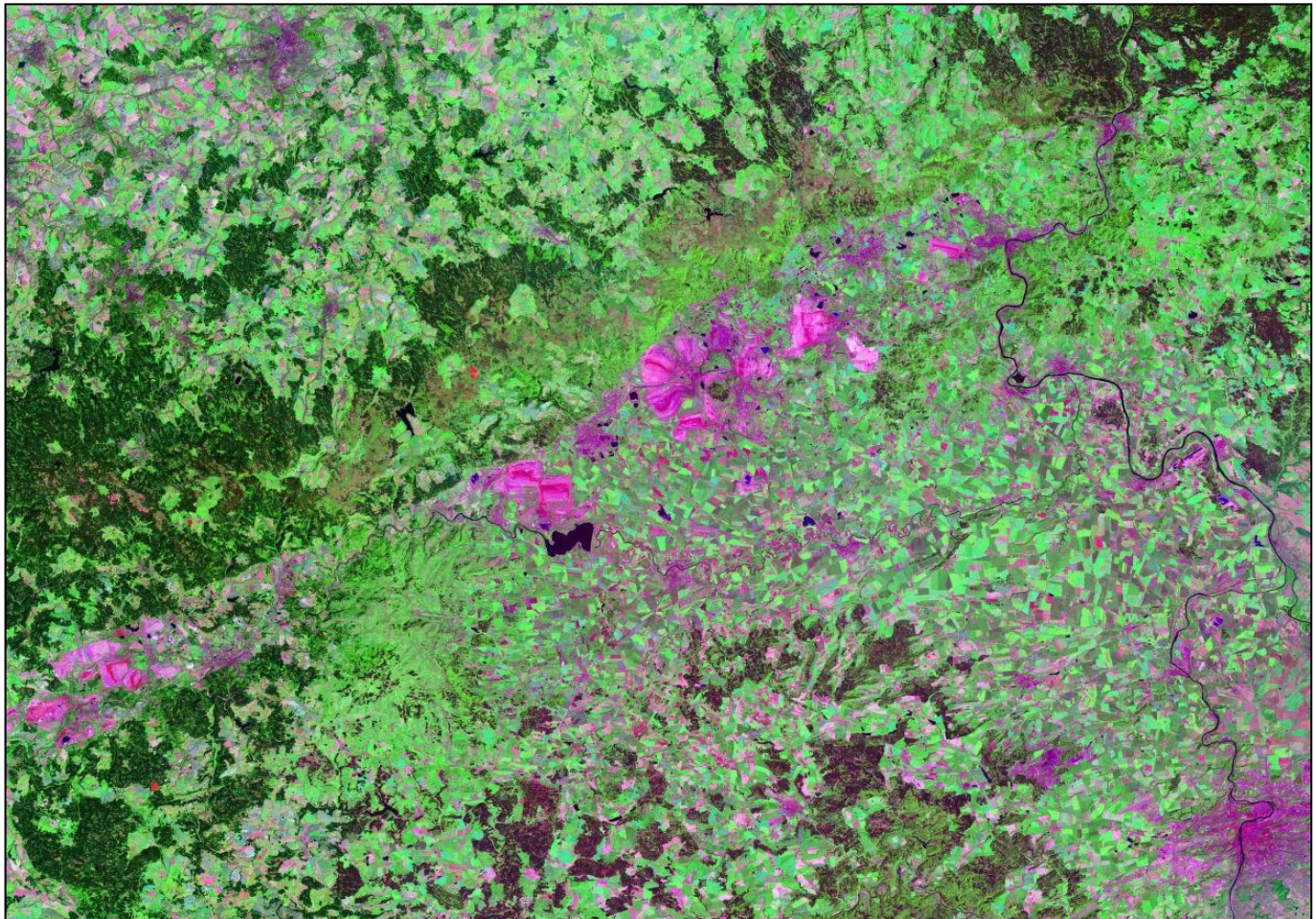


Popis snímku:

Snímek zahrnuje prostor Východolabské tabule a částečně na východě Orlické tabule a na jihu Svitavské tabule. Území je na jihu ohraničeno městem Pardubice, na severu Hradcem Králové. Z hlediska výškové členitosti převládají roviny a ploché pahorkatiny. Osou území je tok řeky Labe se zřetelnými opuštěnými meandry a slepými rameny. V severovýchodní části snímku je dobře viditelný mendrující tok řeky Orlice včetně soutoku s řekou Labe v Hradci Králové. Řeka Chrudimka se vlévá do Labe v Pardubicích (jižní část snímku). SV od Pardubic je patrný průběh toku řeky Loučné. Z umělých vodních toků je na snímku patrný světlý Opatovický kanál a přilehlé umělé nádrže znázorněné tmavě modrou barvou (největší Bohdanečský rybník v levé části), z vodních ploch je severně od Pardubic vidět Pohránovský rybník, dále rybník Oplatil, západně Bohdanečský rybník členitého tvaru a menší rybníky Trhoňka, Rozhrna a Skříň. Na levém břehu jsou vodní nádrže mezi Bukovinou a Dřítečí a rybník Ředický severozápadně od Holic. Při podrobném vyhodnocení (např. s lupou) lze najít umělé vodní kanály mezi rybníky. Velice výrazně lze rozlišit plochy lesů od zemědělsky využívaných ploch a zastavby, v SV části snímku vyniká komplex lesů Orlické tabule, podle barevných odstínů zelené lze odlišit borové (tmavě zelené) a smrkové (světle zelené) lesy, menší lesní celky severně od Pardubic mají obdobnou charakteristiku. Zemědělské plochy tvoří barevnou (zeleno-růžovou) mozaiku díky různé odrazivosti pěstovaných plodin, podle barev lze zřetelně odlišit hranice ploch se stejnou kulturou. Na snímku lze dobře identifikovat základní půdorys Pardubic a Hradce Králové, rozlišitelné jsou i větší

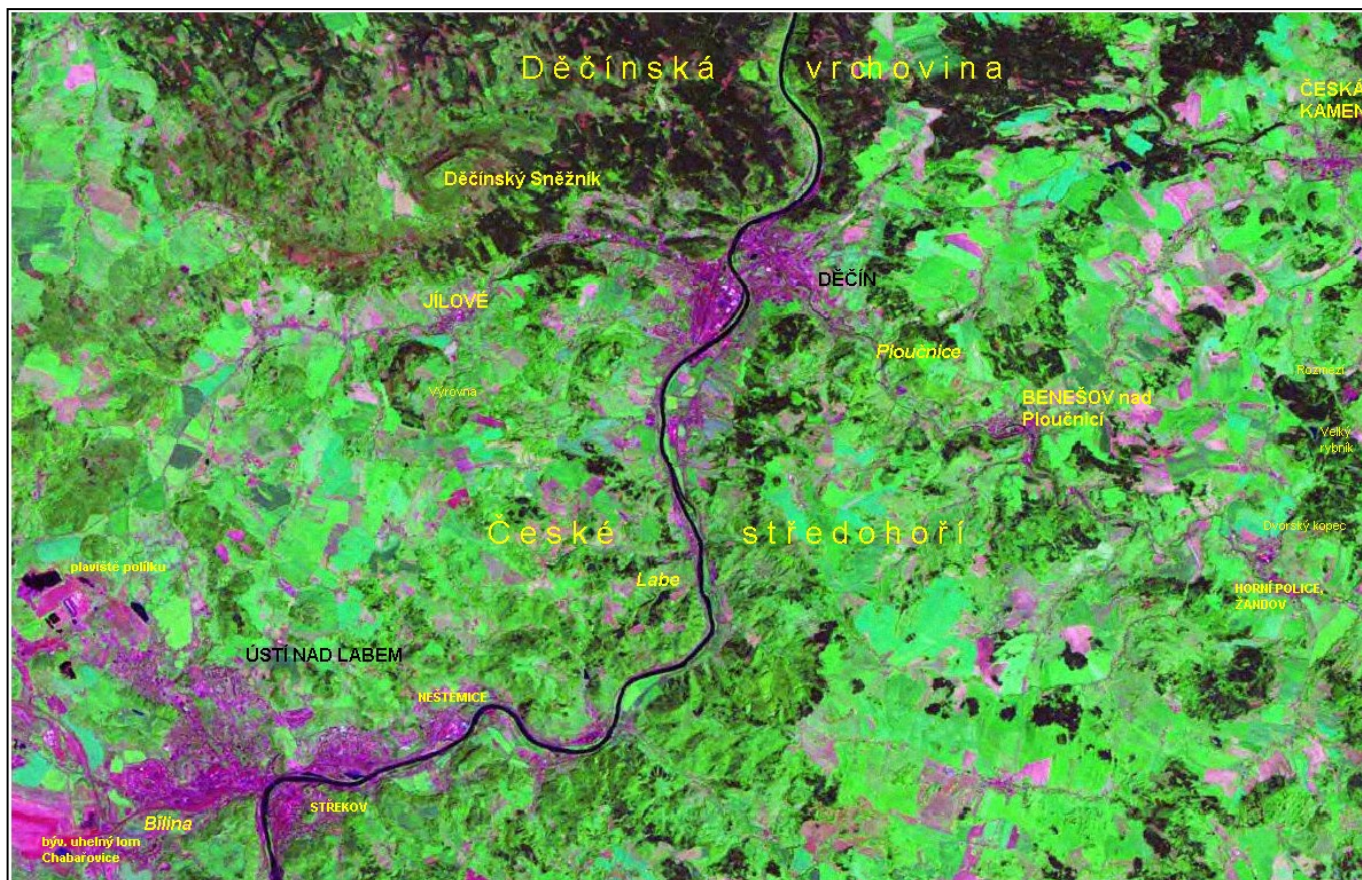
městské části a sídliště (např. Polabiny, Rosice, Bílé Předměstí, Pardubičky, Semtín), lze určit obce Rybitví, Lázně Bohdaneč, Holice, Dašice, Sezemice. Komunikace (železnice a silnice) lze identifikovat především podle průběhu tras, výrazná je přímá linie železniční tratě mezi Pardubicemi a Hradcem Králové a z Hradce Králové směr Chlumec nad Cidlinou, hůř je rozlišitelná spojka obou tratí mezi Březihradem a Plačicemi, velice výrazná a nezaměnitelná je trasa železniční tratě Kolín – Pardubice – Česká Třebová. Na toku Orlice je dobře vidět půdorys města Třebechovice pod Orebem. Ze snímku lze celkem dobře identifikovat silniční komunikace: silnice 1. tř. č. 2 zcela na jižní části snímku z Pardubic do Přelouče, silnice č. 36 z Pardubic na Holice, silnice č. 35 z Holic na Hradec Králové, silnice č. 37 z Pardubic na Holice, silnice nižších tříd jsou vzhledem k malému měřítku snímku identifikovatelné jen v určitých úsecích. Dobře je patrný prostor elektrárny Opatovice včetně odkalovacích nádrží.

Snímek charakterizuje krajinu intenzivně zemědělsky využívanou. Dominanta Východolabské tabule je **vytlačena čedičové kupa** Kunětické hory, která donutila původní tok Labe k oblouku na východ.



Popis snímku:

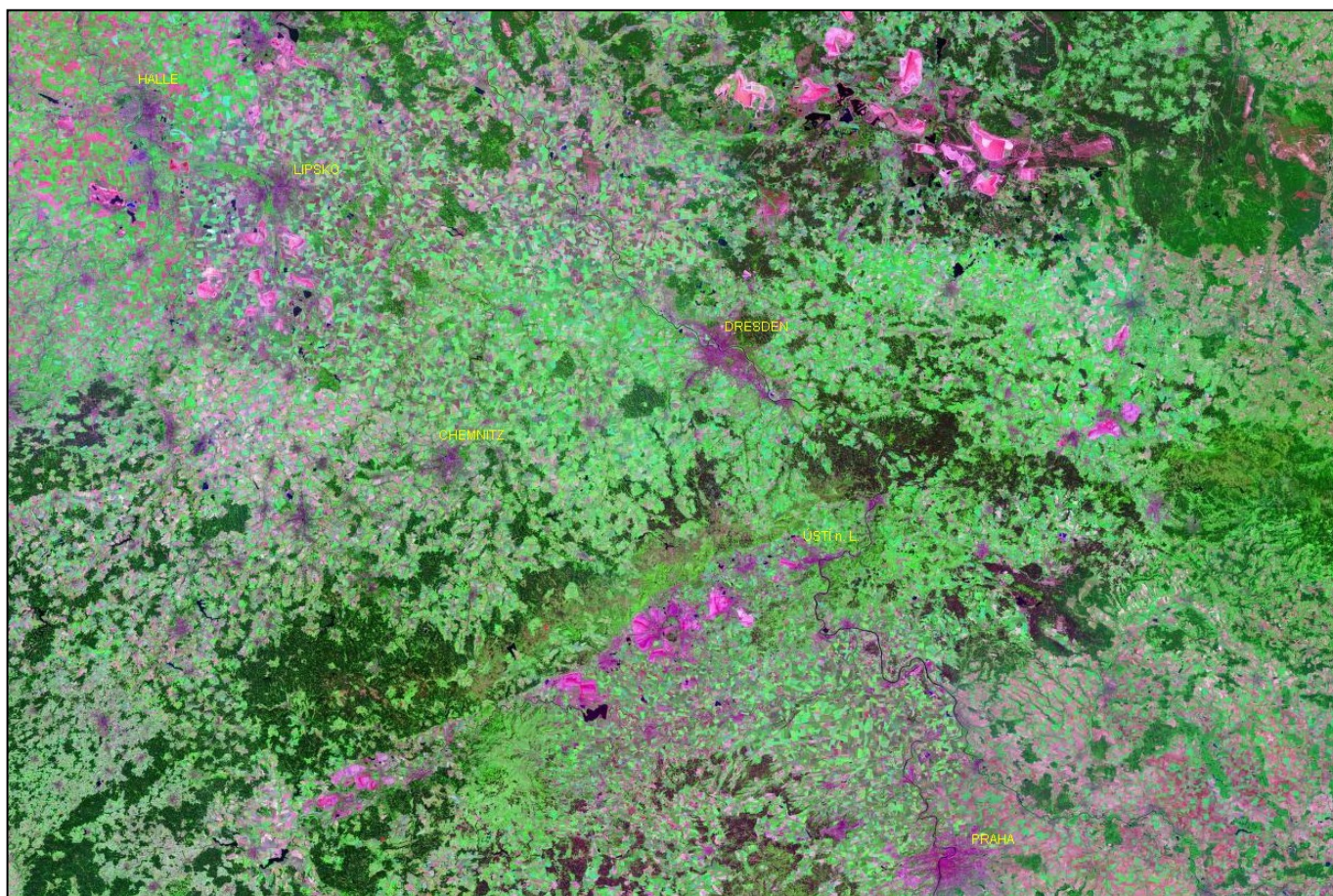
Snímek zahrnuje velkou část subprovincie Krušné hory s geomorfologickými celky Mostecká pánev, Doupovské hory, Karlovarská vrchovina, Sokolovská pánev, České středohoří a Děčínská vrchovina. Dále zobrazuje část subprovincie České tabule s celkem Dolnooharské tabule a část Poberounské subprovincie s celky Džbán, Rakovnická pahorkatina a Pražská plošina. V pravé části snímku jsou zřetelné toky Vltavy a Labe. Hydrografickou osu tvoří již méně zřetelný tok Ohře s výraznou vodní nádrží Nechanice. Z dalších vodních nádrží v Krušných horách jsou zřetelné vodní nádrže Přísečnice a Fláje. Vynikají značné rozdíly západních a středních částí Krušných hor, kde je vidět nahrazení původních (na snímku tmavých) porostů novou výsadbou odolnějších dřevin (světlejší zelená barva). Světle zelené zbarvení Doupovských hor je dáno převážně travnatým porostem, ve střední části je výrazná mozaika ploch obdělávaných různými plodinami. Nejvýraznějším obsahovým prvkem v obsahu snímku jsou velmi rozsáhlá devastovaná území povrchové těžby hnědého uhlí především v Mostecké a Sokolovské pánvi. Při detailnějším čtení snímku lze odlišit i menší rekultivované plochy. Na snímku vynikají větší i menší půdorysy měst, vesměs s velkou průmyslovou výrobou, vesnická sídla lze odlišit obtížně.



Popis snímku:

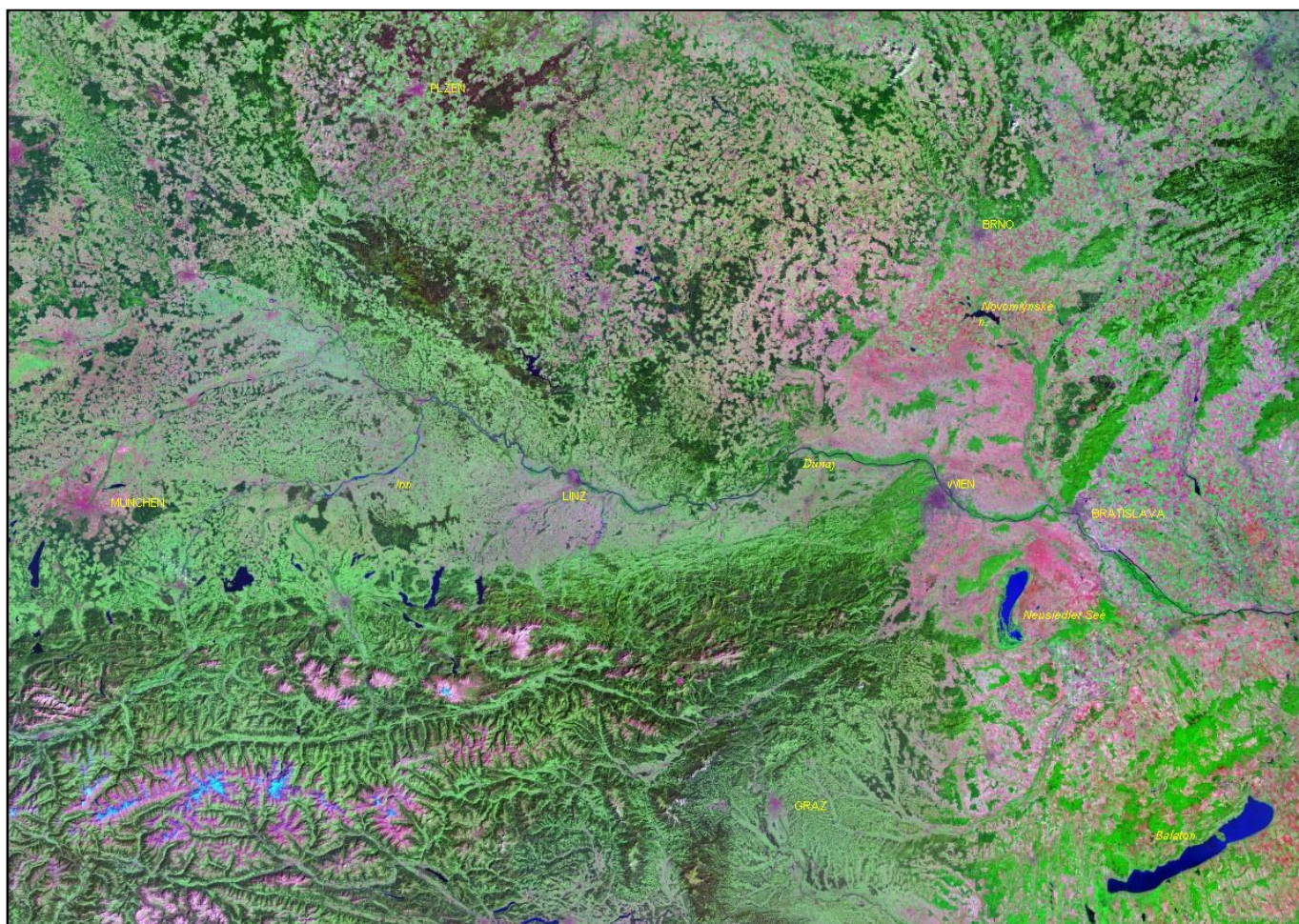
Zobrazené území náleží k severní části Krušnohorské subprovincie s celky Děčínská vrchovina (sever) a severní část Českého středohoří. Ze západu do snímku zasahují výběžky Krušných hor a Mostecké pánve. Na území jsou vidět tvary vytlačených kup sopečného původu (např. Výrovka, další čtyři směrem k Děčínu). Osu celého území tvoří tok řeky Labe, který vytvořil průlomové údolí přes České středohoří. V údolí jsou místy zřetelné náplavové terasy (světle zelená barva při toku). Dobře patrný je dolní tok řeky Bíliny v Ústí nad Labem i tok řeky Ploučnice s četnými meandry sledovaný místní komunikací Děčín – Česká Kamenice. Severně od Ústí jsou na snímku viditelné tmavě zbarvené vodní plochy vzniklé v důsledku důlní činnosti, především poklesů terénu (např. plaviště popílku, usazovací nádrže...). Drobnější říčky a potoky malé šířky jsou těžko identifikovatelné, souvislé lesní komplexy převážně jehličnatých lesů jsou zřetelné v Děčínské vrchovině (tmavě zelená barva), v západní části jsou zřetelné plochy, kde došlo k narušení původních lesních porostů exhalacemi. Světlejší barvou se odlišují areály mladých, nově vysazovaných porostů, příp. holin (např. kolem Děčínského Sněžníku). Souvislejší lesní komplexy jsou podél údolí Labe a relativně menší celky areálů lesů především na svazích sopečných kup Českého středohoří. Strmé svahy kuželových tvarů s lesními porosty zvyrazňují vulkanický charakter Českého středohoří (např. Výrovka, Rozmezí, Dvorský kopec). Další oblasti na obou stranách řeky Labe zahrnují zemědělskou půdu obdělávanou nebo trvale zatravněnou. Z fialově vyjádřených půdorysů měst dobře vynikají sídelní komplexy Ústí nad Labem a Děčína a další přilehlé areály výrazně změněné těžební činností (bývalé doly). V celém území lze identifikovat menší sídla městského typu, např. Benešov nad Ploučnicí, Jílové, Česká Kamenice, Horní Police apod. Z celkového

pohledu je patrná relativně malá hustota sídel. Hlavní komunikace jsou v daném prostoru soustředěny převážně v údolí vodních toků a jsou proto identifikovatelné jen v některých úsecích; např. železnice i silnice po obou březích Labe od Ústí nad Labem do Děčína, železniční silnice podél Ploučnice, železnice z Benešova nad Ploučnicí do České Kamenice, železnice z Děčína na Jílové pod zlomovým svahem Děčínské vrchoviny. Ostatní komunikace lze identifikovat podle detailního srovnání s mapou sledované oblasti (např. turistická mapa, autoatlas v měřítku 1:150 000 a větším).



Popis snímku:

Snímek zachycuje souborný pohled na severní Čechy, Sasko, Durynsko a část Polska. Velmi zřetelně jsou vidět rozsáhlé devastované oblasti povrchové těžby hnědého uhlí v České republice a v SRN a Polsku. Tento pomyslný trojúhelník průmyslových oblastí Mostecka, okolí Lipska a Cotbusu je největším znečišťovatelem ovzduší střední Evropy v důsledku spalování nekvalitního hnědého uhlí a znečištění produkovaného navazujícím energetickým průmyslem a chemickým průmyslem. Na snímku naopak vyniká nenarušená příroda v západní části Krušných hor, Durynska či NP Českosaské Švýcarsko. Zřetelné jsou i exhalací zničené odlesněné části SV Krušných hor a Jizerských hor.



Popis snímku:

Zobrazená oblast zachycuje východní Alpy, část České vysočiny, Karpat a Panonské pánve. Dominantou jižní části snímku jsou Alpy s alpskými ledovci a údolními alpských toků. V severním předhůří Alp lze identifikovat četná jezera ledovcového původu. Severně od Dunaje velmi zřetelně vystupují zalesněná pásma Bavorského lesa, Šumavy a Novohradských hor a za Všerubským průsmykem jižní část Českého lesa.

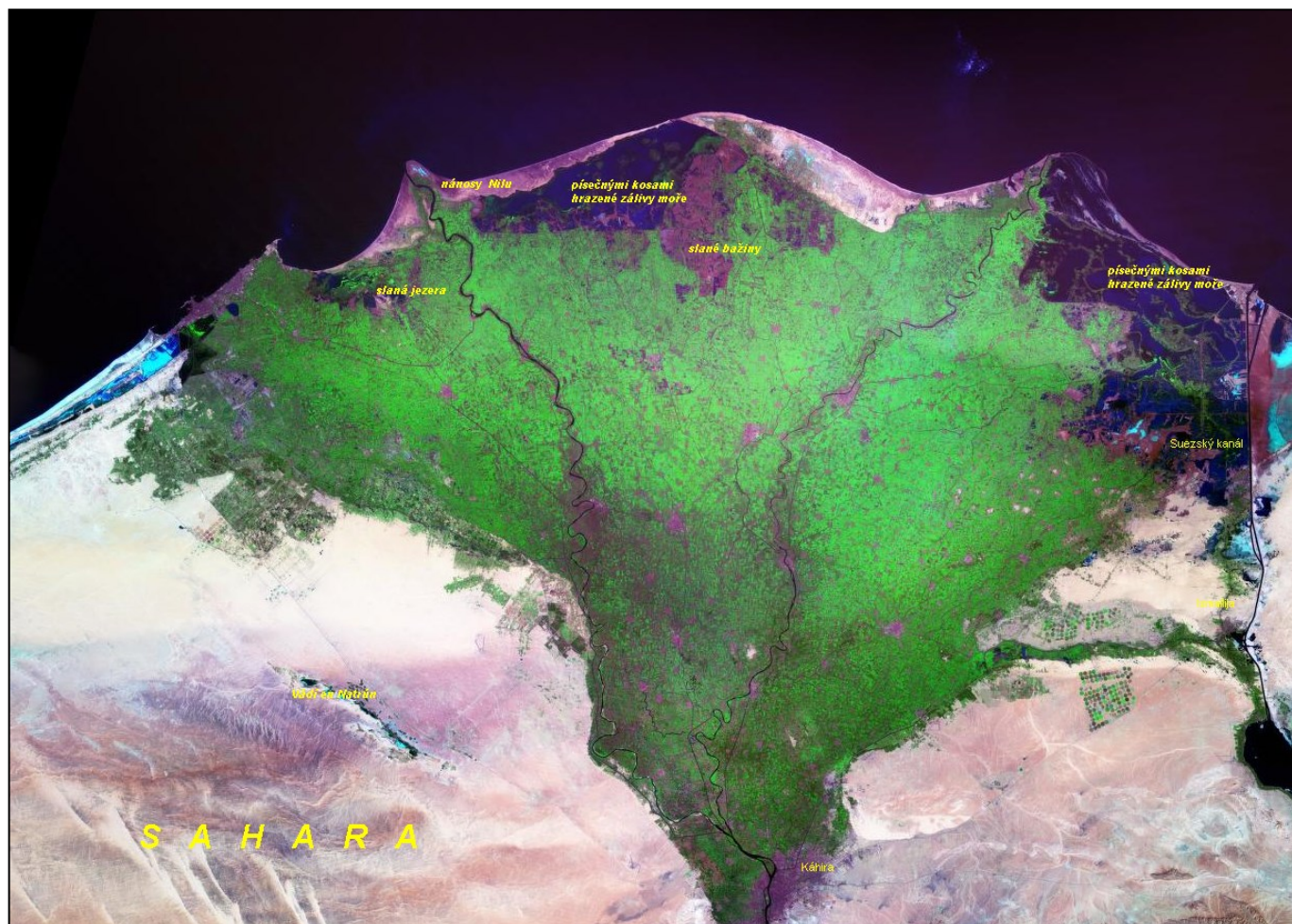
Na velkých plochách jezer Neusiedler See a Balaton lze rozlišit relativní hloubku.

Identifikovatelné objekty na snímku:

Vltava, Lipno, Orlická přehrada, Novomlýnské nádrže, Balaton, Neusiedler See, Dunaj, Váh, Vážská kaskáda přehrad, Morava, Dyje, Odra.

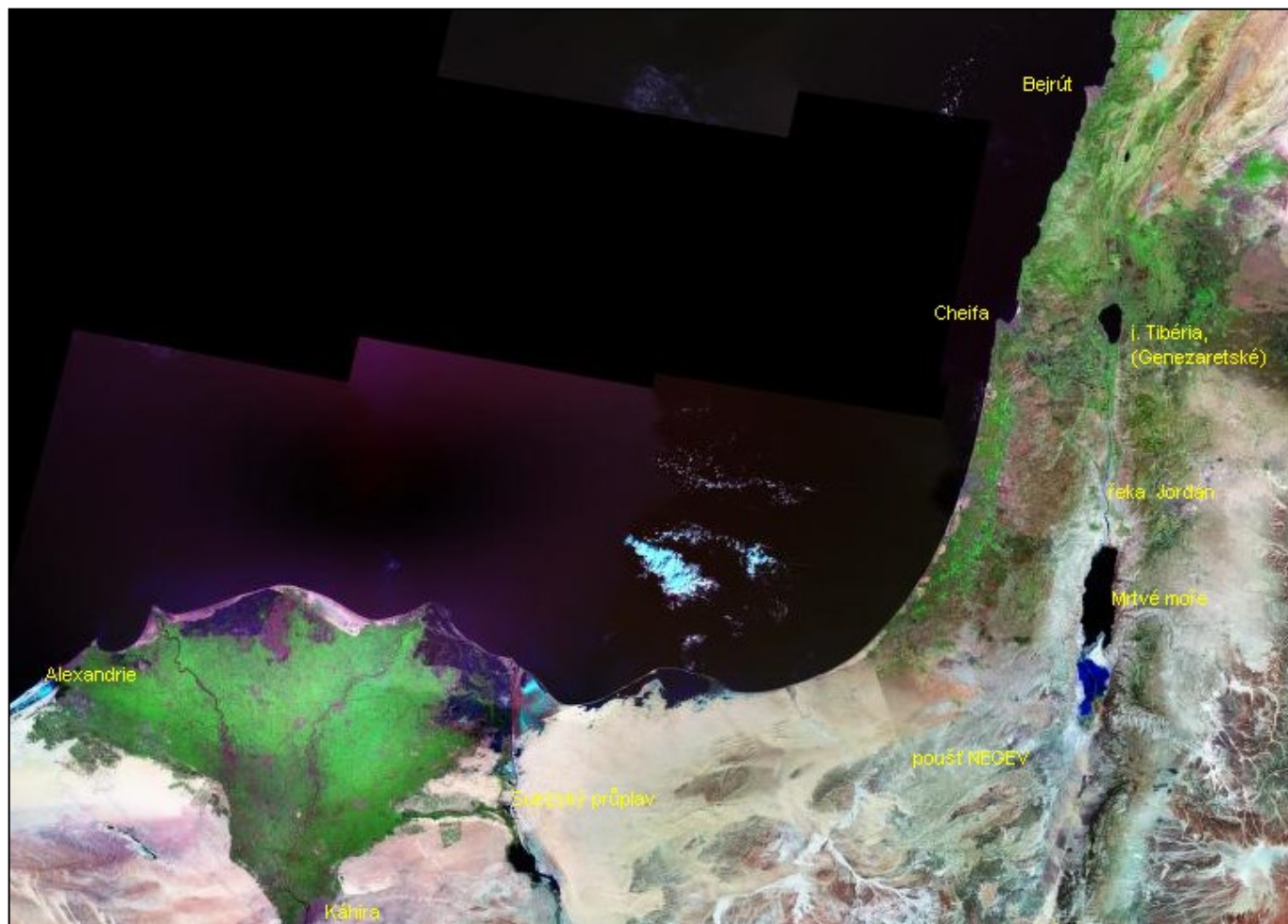
Porovnáním rozlohy polí a luk v České republice a v Rakousku lze sledovat přibližný průběh státní hranice.

DELTA NILU



Popis snímku:

Snímek jednoznačně výrazně odlišuje úrodnou oblast delty Nilu a dostatečně zavlažované a středo-mořskou vegetací pokryté části Izraele od pouštních oblastí Sinajského poloostrova a poušti Negev. Na styku moře a delty jsou dobře vidět nánosy Nilu, kterými řeka posunovala pevninu do moře před výstavbou Asuánské přehrady (větší část říčních nánosů se nyní usazuje na dně přehrady).



Popis snímku:

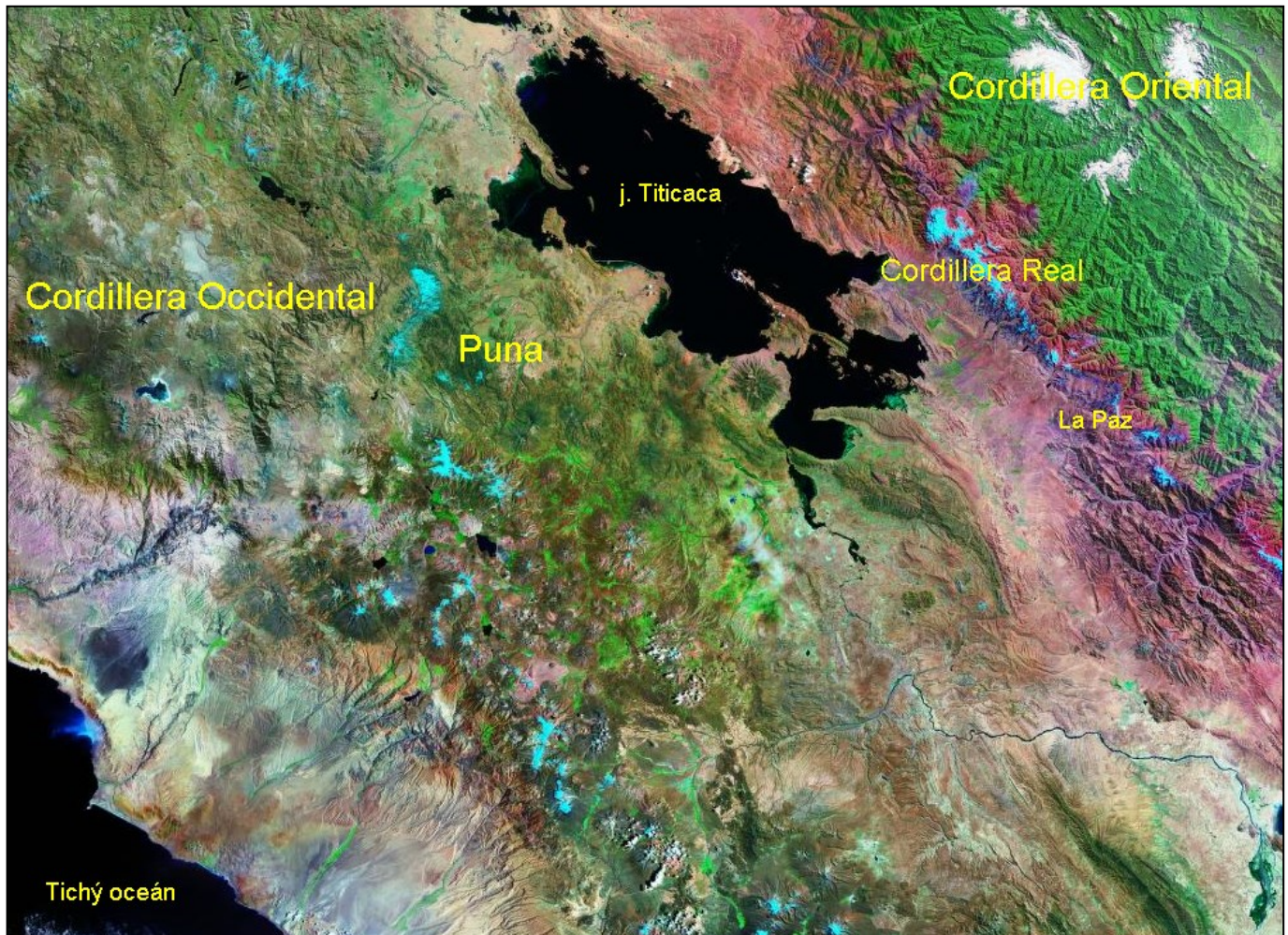
Snímek zobrazuje v menším měřítku oblast delty Nilu, Suezského průplavu, severní části Sinajského poloostrova a příkopovou propadlinu s proláklinou Mrtvého moře, s údolím Jordánu a Tiberiádkým (Genezaretským) jezerem. Zahrnuje větší část území Izraele a Libanonu a východní oblasti Jordánska a Sýrie.

DOLNÍ TOK A ÚSTÍ MISSISSIPPI



Popis snímku:

Snímek zobrazuje část pobřeží Mexického zálivu s dolním tokem řeky Mississippi. Na břehu jezera Lake Pontchartrain leží město New Orleans, které, přestože neleží na břehu moře, je velkým námořním přístavem. V západní a severní části snímku je intenzivně zemědělsky obděláná krajina s četnými drobnějšími sídly. Zřetelné jsou meandry řeky Mississippi včetně opuštěných ramen. Je možné rozeznat i dávný průběh toku řeky a jeho postupné časové změny. Světlejší barva jezera a moří svědčí o malé hloubce moře, která je při pobřeží jen několik metrů.



Popis snímku:

Snímek zobrazuje část území Peru a Bolívie s jezerem Titicaca. V pravé části snímku je zřetelné pásemné uspořádání Východních Kordiler. V levé části snímku je typická náhorní plošina Puna ve výšce kolem 4 000 metrů nad mořem. V horách je řada vyhaslých i aktivních sopek, nejvyšší vrcholy hor jsou zaledněny (tyrkysová barva). Různorodost hornin se projevuje v nepravé barevné syntéze. Kordilery uzavírají četné bezodtokové pánve. V jedné z nejmohutnějších leží jezero Lago de Titicaca v nadmořské výšce 3810 m s velmi členitou břehovou čarou. Rozloha jezera kolísá mezi 6900 až 8300 km², hloubka jezera dosahuje 300m. Na náhorních plošinách a na západním pobřeží převažuje suchomilná vegetace. Z jezera Titicaca vytéká směrem k jihu řeka Desaguadero k solnému jezeru Lago de Poopo, jehož část je patrná v jihovýchodní části snímku.

Použitá a doporučená literatura

ČAPEK, R. *Dálkový průzkum Země*. Ministerstvo školství ČSR, Praha, 1988. s. 244.

DOBROVOLNÝ, P. *Dálkový průzkum Země. Digitální zpracování obrazu*. Vydavatelství Masarykovy univerzity. Brno. 1998. s. 210.

KOLÁŘ, J., HALOUNOVÁ, L., PAVELKA, K. *Dálkový průzkum Země*. Vydavatelství ČVUT, Praha. 1997. s. 164.

Kolektiv autorů. *Vojenská topografie – část letecké snímky*, MNO, Praha, 1987. s. 294.

Sborníky a neprodejné publikace Geografické služby Armády České republiky s tematikou DPZ, Praha 1993 – 2002.

Informační materiály Vojenského topografického ústavu týkající se DPZ, Dobruška 2001.

Internetové zdroje a odkazy

<http://www.geodis.cz/>

<http://www.chmi.cz/meteo/sat/>

<http://www.nasa.gov/>

<http://landsat.gsfc.nasa.gov>

<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>.

<http://images.google.cz/images>

<http://www.sci.muni.cz/~dobro>

<http://terra.nasa.gov/>

http://www.sci.muni.cz/dobro/zemsky_povrch_vegetace.html)

<http://cs.wikipedia.org>

<http://vademecum.hvezdarna.cz/new/pdf/03-2-10.pdf>

Na závěr

Nelze pochybovat, že vesmír se stal klíčovým prostorem moderní éry. Jeho využití se stále zvětšuje. V průběhu několika let můžeme sledovat strmý nárůst aktérů s přístupem do vesmíru. Podle serveru Space security dnes již 49 států disponuje vesmírným majetkem. Osm států prokázalo schopnost vypustit předměty na oběžnou dráhu, když nepočítáme Evropskou vesmírnou agenturu a soukromé společnosti, které využívají na dopravu státem vyvinuté rakety. Cesty přístrojů i samotného člověka za hranice atmosféry jsou něčím, co dnes bereme jako naprosto běžnou věc. Každý rok startují nové rakety, rozmisťují se nové satelity či se střídají posádky na vesmírných stanicích. Zprávy informují většinou o bezproblémovém startu či přistání, což znamená, že vše funguje tak, jak jsme předpokládali.

Dálkový průzkum Země rozšiřuje vědomosti o základních procesech na Zemi, o proudění v atmosféře a v oceánech či o fungování ekosystémů. Nemalým přínosem je také technologický rozvoj spojený s neustálou snahou o vytvoření lepších senzorů a družic. Tento rozvoj stimuluje inovační procesy v průmyslových odvětvích, jako je optika, elektronika, zpracování dat a mnohá další.

Přílohy na CD-ROM

METODICKÉ A PRACOVNÍ LISTY

Environmentální projekt

Cesta kolem světa

Zeměpis

Svět pohledem družice LANDSAT

Proměna krajiny, porovnávání starých a aktuálních leteckých snímků

Poznej města na leteckých snímcích

Lidská sídla z ptačího pohledu

Příprava animace aktuálního chodu oblačnosti nad Českou republikou ze snímků družice Meteosat

Kde právě prší – využití dat z radaru

Zemědělství netradičně

Proměny průmyslu

Krušné hory v čase, obnova krajiny

Poválečná těžba uranu a vězeňské tábory a na archivních leteckých snímcích

Doprava v průběhu dne

Dálkový průzkum Měsíce a Marsu

Chemie

Ozon, jeho vlastnosti a sledování pomocí DPZ

Oxid dusičitý NO₂, aerosoly, smog

Methan CH₄ a formaldehyd HCHO

Biologie

Detekce lesního požáru

Život v mořích a oceánech

Fyzika

Geostacionární družice nad Zemí

Zakreslení geostacionární družice nad Zemí a výpočet plochy, kterou snímá

V jaké výšce nad Zemí jsou umístěny geostacionární družice?

Sluneční záření jako zdroj energie pro planetu

Ukázky interpretace snímků družice LANDSAT

FOTOGRAFIE PRO ENVIRONMENTÁLNÍ PROJEKT

Cesta kolem světa – města

Poznávání míst na Zemi

Obrázky pro cestu kolem světa s textem

Popisky obrázků pro cestu kolem světa pro tisk

Program Orbitron je veřejně dostupný na webové stránce: <http://www.stoff.pl/downloads.php>

Svět a krajina pohledem z výšky

PhDr. Hana Svatoňová, Ph.D., a kol.

Grafické zpracování: RNDr. Hana Svobodová, Ph.D.

Vydala: Masarykova univerzita v roce 2013

1. vydání, 2013

Náklad: 100 výtisků

Tisk: Tiskárna KNOPP, Černčice 24, 549 01 Nové Město nad Metují

ISBN 978-80-210-6263-4

