



ДАЛКОВЫЙ ПРУЗКУМ ЗЕМЬ З ДРУЖИЦЕ

Hana Svatoňová, Lubomír Lauermann

Katedra geografie PdF MU
Brno 2006

1. DÁLKOVÝ DRŮŽKUM ZEMĚ Z DRUŽICE	4
1. 1. Oběžné dráhy družic a charakteristika vybraných systémů využívaných v DPZ.....	4
1. 1. 1. Družice v rovníkové dráze.....	4
1. 1. 2. Družice se šikmou oběžnou dráhou.....	7
1. 1. 3. Družice se subpolární dráhou oběhu	7
2. INTERPRETACE SNÍMKŮ DPZ.....	11
2. 1. Základní úkoly a cíle	11
2. 2. Zásady interpretace obsahu leteckých a družicových snímků	11
2. 2. 1. Metody prohlížení snímků.....	11
2. 2. 2. Stereoskopické vidění.....	12
2. 3. Postupy interpretace snímků a obrazů DPZ.....	12
2. 4. Interpretační znaky	13
2. 4. 1. Tvar.....	13
2. 4. 2. Rozměr.....	14
2. 4. 3. Tón.....	14
2. 4. 4. Stín.....	15
2. 4. 5. Poloha objektu	16
2. 4. 6. Stopy lidské aktivity	16
3. PŘÍKLADY A METODICKÉ POSTUPY INTERPRETACE INFORMACÍ DPZ Z RŮZNÝCH OBORŮ NA KONKRÉTNÍCH SNÍMCÍCH.....	16
3. 1. Využití snímků DPZ v jednotlivých oborech	16
3. 2. Příprava, zpracování , využití a interpretace snímků družice LANDSAT	18
3.2.1. Doporučený pracovní postup pro získání obrazu družicových snímků.....	18
3.2.2 využití a interpretace snímků družice LANDSAT	20
4. TIPY NA ZÁVĚR.....	32
4.1. Google Earth	32
4.2. Animace z družicových snímků.....	33
5. ZÁVĚR.....	34
6. LITERATURA.....	34

1. DÁLKOVÝ PRŮZKUM ZEMĚ Z DRUŽICE

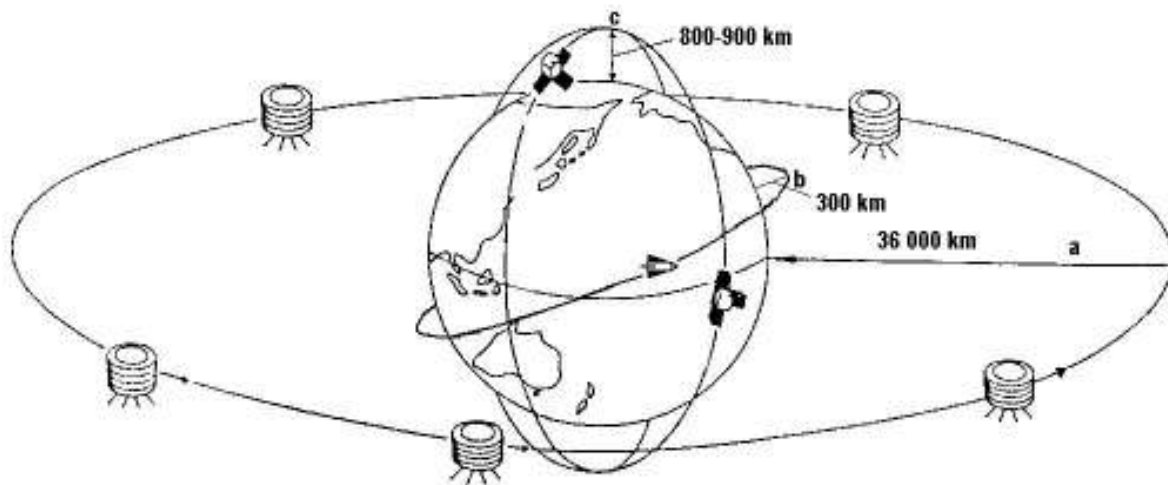
1. 1. Oběžné dráhy družic a charakteristika vybraných systémů využívaných v DPZ

Dálkový průzkum Země využívá jako zdrojové informace o Zemi letecké a družicové snímky. Prostředky a metody DPZ umožňují zjišťovat nejen aktuální obraz současného stavu životních podmínek, ale také opakovaně monitorovat příčiny a důsledky přírodních a socioekonomických změn, jež ovlivnily dnešní podobu krajinné sféry. Pod pojmem dálkový průzkum Země (DPZ) se rozumí **zkoumání, měření a zobrazování** objektů a jevů v krajinné sféře **bez přímého fyzického kontaktu s nimi**. DPZ zahrnuje problematiku zhotovování, přenosu, zpracování, vyhodnocení (interpretace), analýzu a využití snímků a obrazových záznamů z letadel a vrtulníků a dnes zejména z družic

Družice obíhají Zemi po eliptických drahách v různých výškách ve třech typech oběžných drah:

- v rovině rovníku,
- v šikmé oběžné dráze,
- v subpolární oběžné dráze.

(obr. 1.).

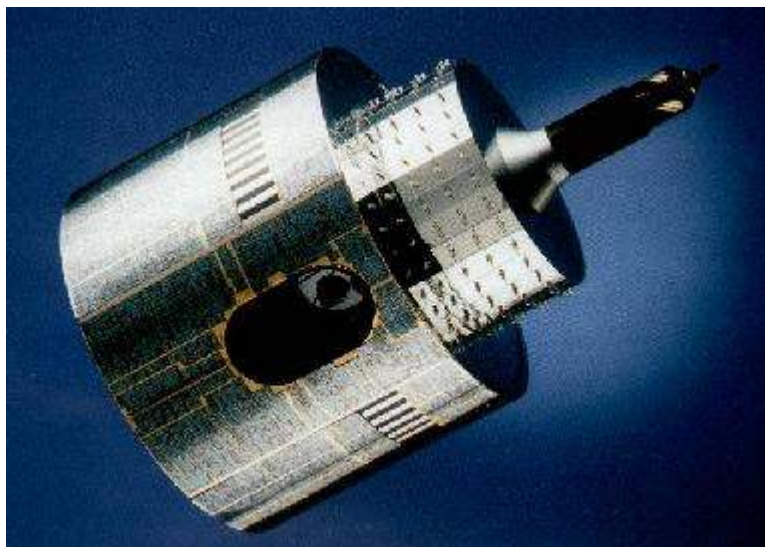


Obr. 1. Základní typy oběžných drah družic pro DPZ - rovníková (a), šikmá (b), subpolární (c)

1. 1. 1. Družice v rovníkové dráze

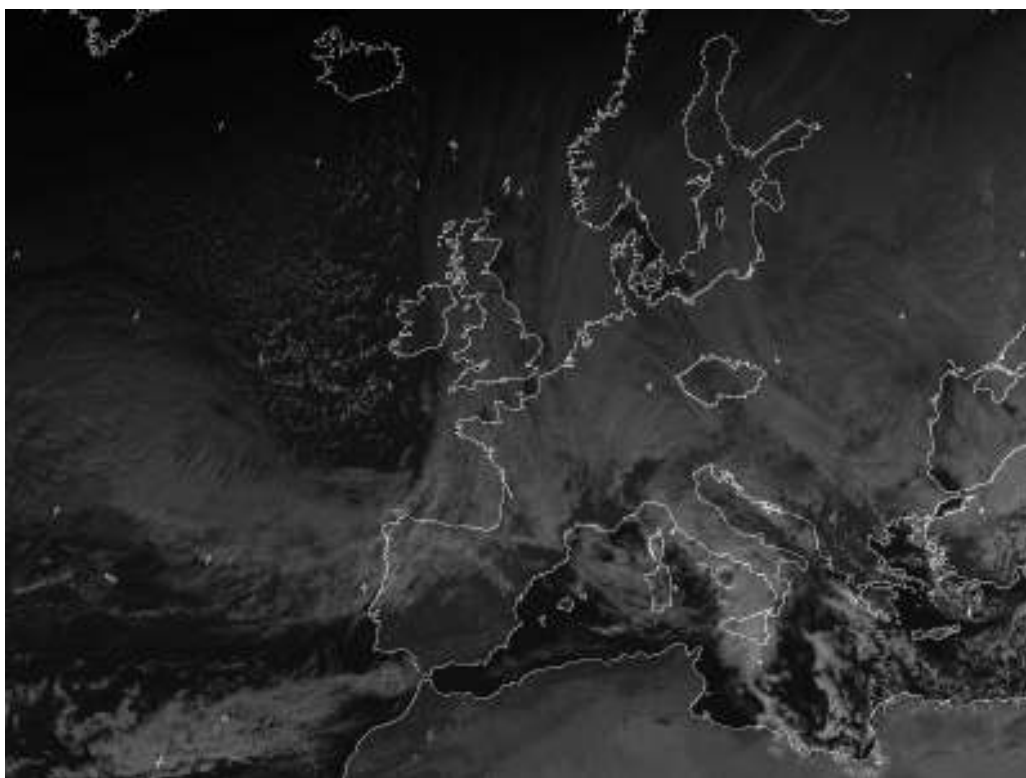
V rovině rovníku obíhají družice ve výšce kolem 36 000 km od západu k východu. Úhlová rychlost oběhu družice odpovídá úhlové rychlosti rotace Země a pro pozorovatele na Zemi je tedy družice stále na stejném místě. Družice na této dráze se označují jako **geostacionární**. Patří k nim především **meteorologické družice** monitorující synoptické procesy v atmosféře a umožňující ukazovat stav a pohyb oblačnosti, analyzovat a předpovídat počasí. Pro nás jsou nejdůležitější družice **METEOSAT** umístěné na nultém poledníku nad Guinejským zálivem (obr. 2.). Jejich obraz zachycuje především Evropu, Afriku s přilehlými

částmi Atlantského a Indického oceánu. Jejich provoz řídí organizace ESA (Evropská kosmická agentura). V současnosti je funkční METEOSAT 5 a jako záložní je na oběžné dráze METEOSAT 6. Přípravuje se vypuštění druhé generace těchto družic (METEOSAT SG).

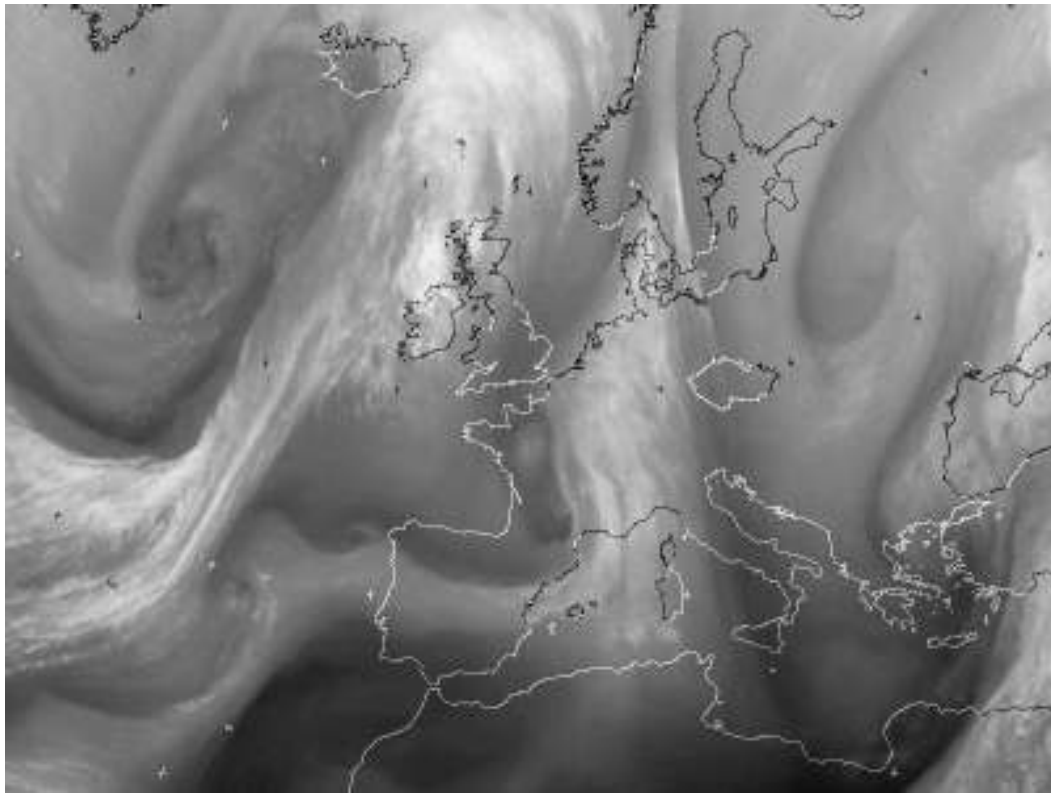


Obr. 2. Družice METEOSAT

Základním snímacím zařízením METEOSATU je radiometr pracující ve viditelném pásmu spektra s prostorovou rozlišovací schopností 2,5 km, v pásmu vodních par a v infračerveném pásmu v obou případech s prostorovou rozlišovací schopností 5 km (obr. 3.). Ke geostacionárním meteorologickým družicím patří dále americké družice GOES (75° záp. délky, 135° záp. délky) japonská družice GMS 5 – Himawari Centrální Asii a Indický oceán monitorují ruská družice ELEKTRO a indická družice INSAT.



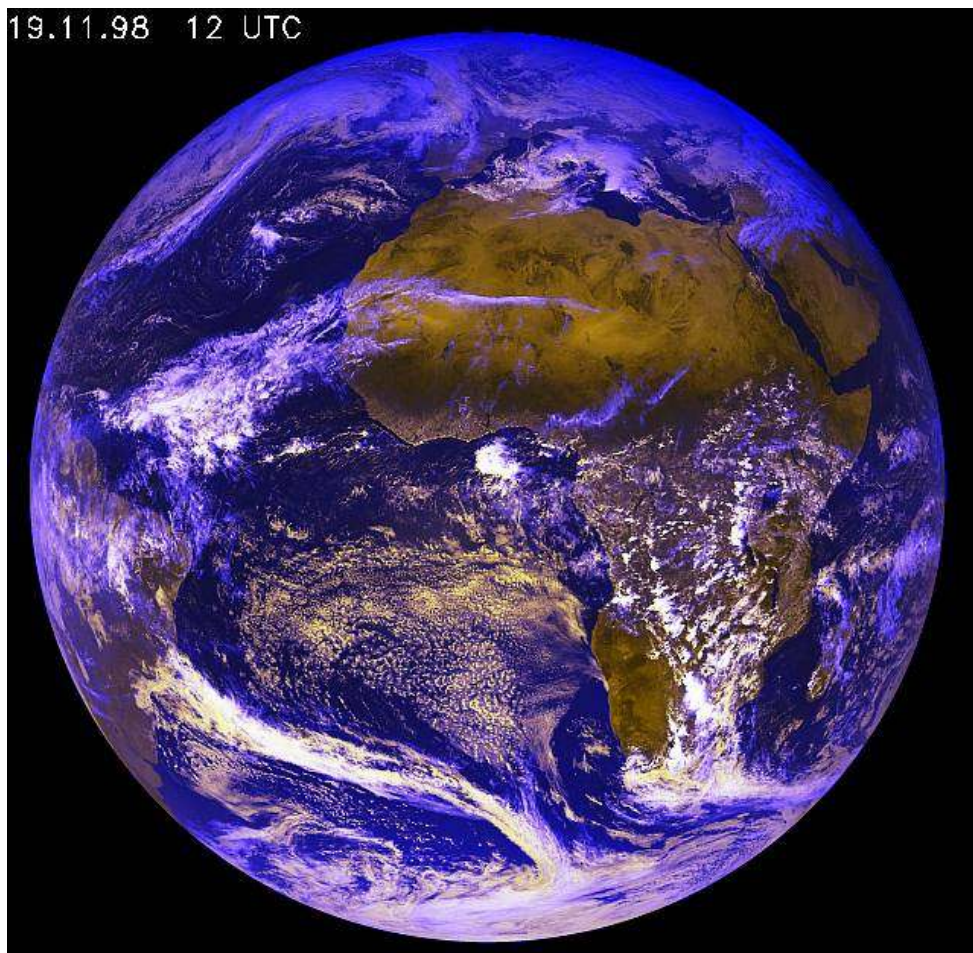
a)



b)



c)



d)
Obr. 3. Snímek z družice METEOSAT – viditelné pásmo (a), pásmo vodních par (b), termální pásmo (c), celkový pohled (d)

1. 1. 2. 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.

1. 1. 3. Družice se subpolární dráhou oběhu

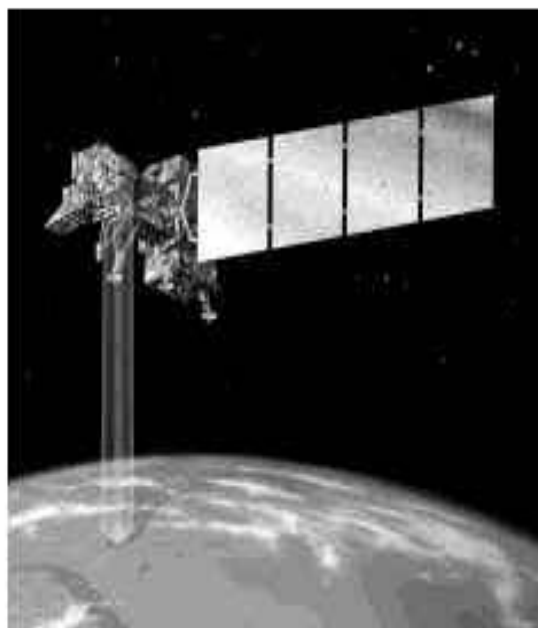
V subpolární oběžné dráze obíhá převážná část družice. Pohybují se přibližně ve směru poledníků ve výšce 700 až 1000 km. Doba oběhu závisí na výšce letu a reprezentuje nejčastěji 12 až 16 oběhů za 24 hodin. Dráhy těchto družic jsou synchronní se Sluncem, protože prolétají nad stejným místem ve stejnou 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. Rozlišovací schopnost získaných údajů je několik metrů. Patří sem 14 dosud vypuštěných meteorologických družic systému NOAA přelétajících nad Zemí ve výšce kolem 800 km s dobou oběhu 102 minut (obr. 11.). 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. 4. Družice NOAA

V současnosti patří k hlavním informačním pramenům o povrchu Země a jejich přírodních zdrojích získaných z DPZ družice se subpolární dráhou letu **systému LANDSAT** (obr. 5.). Na oběžnou dráhu byla uvedena 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). (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, lesné plochy, zemědělská půda, půdní poměry, plochy bez vegetace, půdní vlhkost, sněhová pokrývka, zastavěné plochy, průběh komunikací.



Landsat 7 will gather remotely sensed images of the land surface and surrounding coastal regions.

Obr. 5. Družice LANDSAT 7

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, dají se zakoupit jejich barevné syntézy jsou k dispozici na internetu na adrese <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>. Z internetu byly také staženy snímky vybraných území pro předkládaný projekt. Družice LANDSAT 6 se nepodařilo uvést na oběžnou dráhu a zmizela v oceánu. Nejnovější a technicky nejdokonalejší LANDSAT 7 přestala, zatím z neznámých důvodů, předávat nasnímané údaje na ZEMI.

Družicové snímky z LANDSATu lze zakoupit pro libovolné území na Zemi v EROS Data Center (Sioux Falls v USA), v Evropě u firmy TELEZPAZIO v Říme. Jsou k dispozici převážně v digitální formě na magnetických discích. V analogové formě mají zpravidla měřítka 1:25 000, 1:50 000 a menší.

Významný zdroj informací o přírodních zdrojích Země stejně jako pro topografické mapování tvoří od roku 1986 francouzské družice se subpolární dráhou letu systému SPOT (obr. 6). 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.

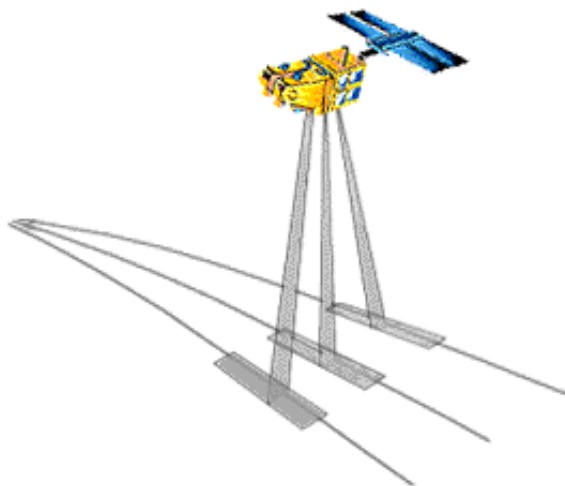
Radiometry mohou pracovat:

- v panchromatickém režimu charakterizovaným vysokým prostorovým rozlišením (velikost pixelů je 10 x 10 x 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.

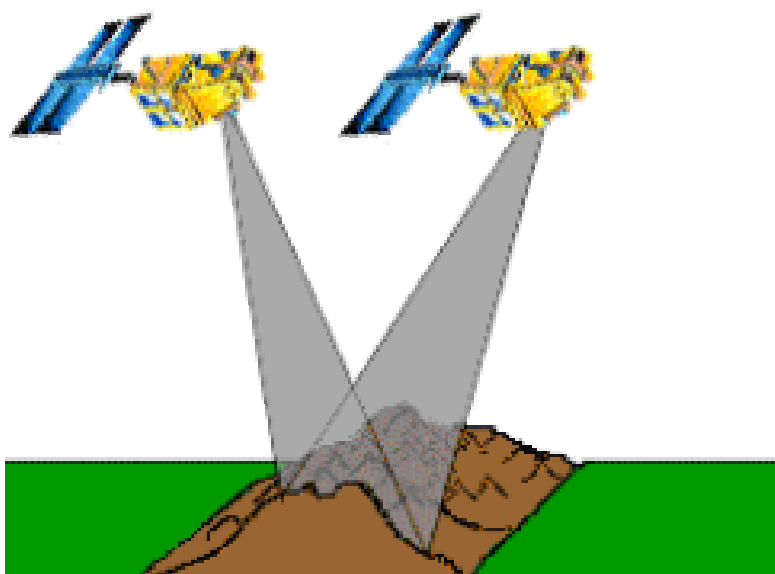
Na subpolární dráhu letu je naváděno mnoho dalších družic (USA, Rusko, Indie, Japonsko, Kanada). Jsou konstruovány speciálně pro kartografické účely, pro monitorování stavu atmosféry, ozonu, úrovně radiace, stavu tíhového a magnetického pole Země. Řada družic je účelově zaměřena na sledování geologických 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.

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**.



Obr. 6. Družice SPOT



Obr. 7. Princip vytváření stereoskopické dvojice snímků družicí SPOT

2. INTERPRETACE SNÍMKŮ DPZ

2. 1. Základní úkoly a cíle

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. Nedílnou součástí tohoto distančního (dálkového průzkumu Země je současně určování všech dostupných kvantitativních a kvalitativních charakteristik zjištěných objektů, zkoumání vztahů a vazeb mezi nimi a odhalování zákonitostí, kterými je existence objektů a jevů v daném území podmíněna a ovlivněna.

Získávání podrobných a především aktuálních informací o jevech na povrchu Země prostřednictvím stále kvalitnějších a technicky dokonalejších leteckých snímků a obrazových záznamů z družic poskytlo řadě oblastí lidské činnosti nové možnosti jejich vlastního rozvoje. Odhalilo možnosti a v mnohých případech i nutnost interdisciplinární spolupráce ve směrech dosud nesledovaných.

2. 2. Zásady interpretace obsahu leteckých a družicových snímků

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 v 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.

2. 2. 1. Metody prohlížení snímků

Letecké snímky většího měřítka můžeme prohlížet pouhým okem. Lidské oko je 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 snímacích zařízení družic je několikanásobně větší než schopnost lidského oka. Proto se používají pro interpretaci snímků lupy nejlépe se šestinásobným zvětšením.

Pro určení rozměrů zobrazených objektů je vhodná měřická lupa. V podstavci, který přiléhá ke snímku, má namontovanou průhlednou destičku se stupnicí po 0,1 mm. To umožňuje celkem přesně určovat rozměry zobrazených objektů a usnadňuje rozpoznávání objektů mezi sebou.

2. 2. 2. Stereoskopické vidění

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. Této schopnosti očí spojovat dva rovinné obrazy v jeden vjem prostorový říkáme **stereoskopické vidění**. Pořídíme-li dva obrazy (letecké snímky) stejného prostoru z různých míst, např. dva sousední řadové snímky s podélným překrytem 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**. Stereoskopického efektu můžeme dosáhnout při pozorování dvou snímků i bez použití jakýchkoliv pomůcek. Stereoskopický model dostaneme pouze tehdy, podaří-li se nám, aby oční osy byly navzájem rovnoběžné a při tom zaostřené na snímky.

Pozorování snímků pouhýma očima je proto dost těžké a nedá se provádět bez cviků. Pro získání stereoe efektu se používají **stereoskopy**.

Stereoskopy lehce vyvolají prostorový vjem a při tom ještě pozorovaný model zvětšují.

Zvláštním případem stereoskopického vidění jsou takzvané **anaglygy**.

V současnosti se generují digitální obrazy překrytových snímků na obrazovce počítače a prostorový vjem získává operátor pomocí speciálních brýlí. Samostatné obrazy, které mají dát stereoskopický vjem, natištěné (nakreslené) nebo promítnuté na sebe s určitým posunem ve dvou doplňujících barvách červené a modré. Pozorováním anaglyfických obrazů brýlemi s modrým a červeným filtrem můžeme dostat stereoskopický model.

2. 3. Postupy interpretace snímků a obrazů DPZ

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),
- sever na snímku,
- měřítko snímku.

Dále podle mapy zjistit, jde-li o terén rovinatý nebo zvlněný a orientačně posoudit zkreslení polohy objektu vlivem převýšení terénu. Všechno nebudeme ovšem určovat vždy. Bude se to řídit účelem, který máme na snímku řešit. Pro správné a rychlé vyhodnocení potřebujeme vždy vedle snímku i topografickou a případně obecněgeografickou mapu, která nám práci usnadní.

Druh snímku (svislý, šikmý) určíme podle polohy obrazu bubliny libely, zobrazené v jednom rohu snímku. Máme-li k dispozici mapu, zjistíme sklon jednoduše tak, že spojíme odpovídající tři body na mapě a snímku. Jeden takto vzniklý trojúhelník (třeba na mapě) překopírujeme na průsvitku ztotožníme jednu stranu s odpovídající stranou na snímku.

Budou-li oba trojúhelníky podobné – bude snímek svislý. V opačném případě se bude jednat o snímek šikmý. Směr sklonu snímku poznáme podle prodloužení, příp. zkrácení jednotlivých stran a podle celkové deformace obrazu.

Sever můžeme určit dvojím způsobem. Na topografické nebo obecně geografické mapě spojíme přímkou 2 body. V libovolném bodě této přímky nakreslíme přímku směřující ze zeměpisného severu. Úhломěrem změříme úhel, který svírá spojnice bodů se směrem na sever a tento úhel přeneseme na spojnici odpovídajících bodů na snímku. Nemáme-li k dispozici mapu, můžeme zhruba určit sever na snímku podle vržených stínů předmětů a známého času při expozici. Čas expozice je na snímku zachycen.

Víme, že ve 12 hodin (v letním čase ve 13 hodin) vržený stín směřuje na sever. Za hodinu se otočí Země a tím i vržený stín přibližně o 15° .

Rozdíl času expozice a 12 hodin (v době letního času 13 hodin) převedeme na stupně a úhломěrem vyneseme získaný úhel od směru vrženého stínu (dopoledne vpravo, odpoledne vlevo).

Měřítka 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.

2. 4. Interpretační znaky

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

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

Prvé 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 na př. při fotografování za oblačnosti, na nočních snímcích, Stejně objekty mohou být umístěny ve velmi rozdílných podmínkách atd.

Při vyhodnocování zkoumáme objekty s hlediska všech uvedených znaků jako celek. To nám umožní přesně rozpoznat jednotlivé objekty a z jejich identifikaci se co nejvíce přiblížit.

2. 4. 1. Tvar

Většinu objektů na snímcích rozpoznáváme podle tvarů (obrysů) a typických detailů. Objekty jsou zobrazeny z ptáčích perspektivy 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, komínky, 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.

2. 4. 2. 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 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).

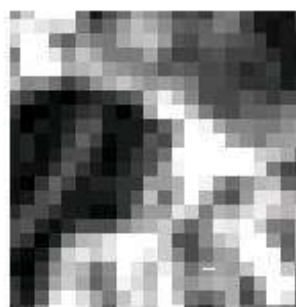
2. 4. 3. Tón

Tónem snímku nazýváme stupeň zčernání citlivého fotografického materiálu vlivem nestejného osvětlení předmětu v okamžiku expozice a vlivem jejich schopností nestejnoměrně pohlcovat a odrážet světelné paprsky.

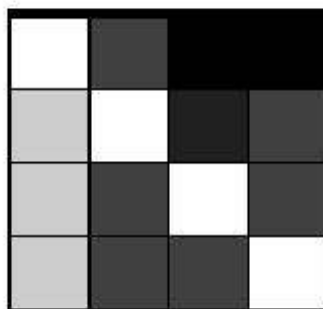
Tón má prvořadou důležitost při vyhodnocování černobílých leteckých snímků, protože podle rozdílu tónu různých objektů, můžeme tyto velmi dobře od sebe odlišit. Tmavší či světlejší tón šedi závisí:

- na intenzitě osvětlení v době expozice,
- na sklonu plochy a sklonu slunečních paprsků,
- na vzájemném postavení slunce, fotokomory v letedle 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 způsobnosti objektů rozptylovat, odrážet a pohlcovat paprsky. Různá hmota má různou schopnost odrážet a pohlcovat světlo. Suchý písek je světlejší než mokrá voda, má velmi malý koeficient rozptylu, proto mají vody velmi tmavý tón, mokré louky a pole jsou mnohem tmavší než suché, kalné vody z vody po zátopech 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.

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 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 (obr. 8).



255	40	0	0
180	255	20	40
180	40	255	40
180	40	40	255



Obr. 8. Vztah mezi stupněm šedi a DN hodnotou obrazového prvku

2. 4. 4. Stín

Patří mezi interpretační znaky nestálé. Vlastní stín zvýrazňuje plastičnost tělesa objektu respektive tvarů. Vržený stín nám 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. 9.). Jinak dochází k falešnému vjemu. (Údolí by se jevila jako hřbety a hřbety jako údolí.)

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 vržené stíny oblaků lze snadno zaměnit za mokrou půdu.



Obr. 9.

2. 4. 5. Poloha objektu

Neurčují-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 náspy, nádraží leží na železniční trati apod.).

2. 4. 6. 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.

3. PŘÍKLADY A METODICKÉ POSTUPY INTERPRETACE INFORMACÍ DPZ Z RŮZNÝCH OBORŮ NA KONKRÉTNÍCH SNÍMCÍCH

3. 1. Využití snímků DPZ v jednotlivých oborech

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 a multispektrálních směšovacích projektorů umožňujících barevně rozlišit a zvýraznit určité druhy porostů a spolehlivou identifikaci stáří porostů, hustoty zakmenění i podílu jednotlivých dřevin.

Spektrozonální a multispektrální snímky a barevné syntézy 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, preventivní opatření.

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 přinášejí jedinečné informace nutné pro optimalizaci **využití půdy** a posuzování zemědělské výroby. Umožňují identifikovat hranice zemědělsky intenzivně obdělávaných areálů od přirozených kultur, zatravněných 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.

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 časových 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 rekonstrukci krajiny obrazy mokřin, močálů, blat, bažin a obecně oblastí s velkou vlhkostí půdy (vysokou hladinou spodní vody).

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). 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 souvisejících stále rozsáhlejších zabírání půdy pro sklady, hypermarkety, továrny, podniky služeb. Rozhodující však je **zjišťování znečištění ovzduší** průmyslovými exhalacemi.

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

Stále širší uplatnění mají speciální družice určené pro potřeby **geologie a průzkumu surovin**. Opakované pravidelné monitorování umožňuje sledovat změny na zemském povrchu zapříčiněné vulkanickou činností, erozní činnost a sedimentaci, rozšiřování pouští, následky ničivých zemětřesení a řadu dalších jevů. Družice pomohly odhalit průběh riftových zón na pevninách, na styku tektonických desek, zpřesnit proudové a kerné sesuvy, průběh 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.

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 nejruznější geologických, geomorfologických a půdních tematických map.

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.

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

3. 2.Příprava, zpracování , využití a interpretace snímků družice LANDSAT

Globální (geografický) pohled na řadu území České republiky či světa poskytují multispektrální snímky družice LANDSAT (v nepravých barvách).

3.2.1. Doporučený pracovní postup pro získání obrazu družicových snímků

Vyhledejte na Internetu stránku <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>

Po otevření vstupní stránky – mapa světa s naznačeným pokrytím území družicovými snímky (žluté obdélníky) - klikněte na požadovanou oblast.

Po jejím dostatečném přiblížení, kdy jsou viditelná čísla snímků, vyberte požadovaný snímek pomocí nástroje Select image – a kliknutím myši na snímek.

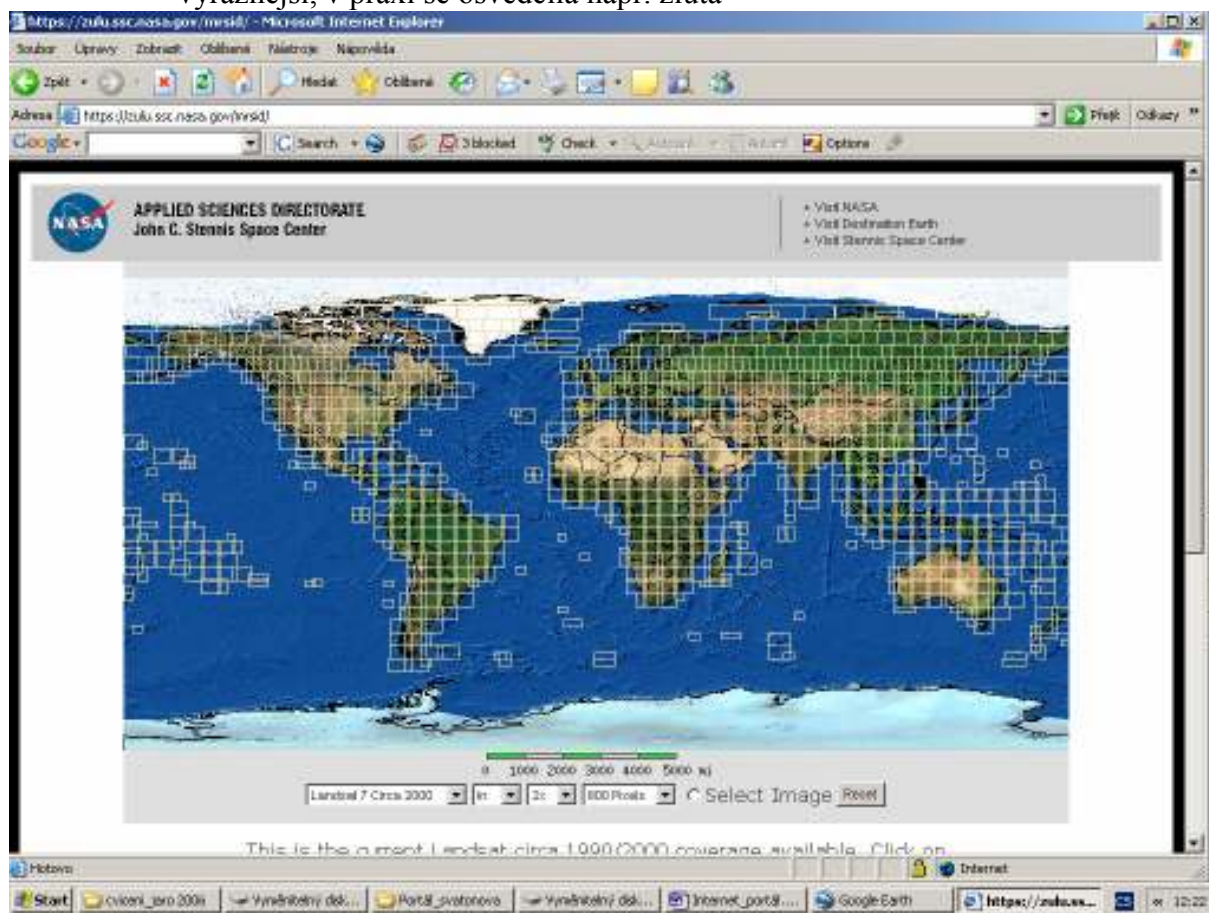
Ve druhém okně se objeví snímek s údaji o velikosti pixelů a zvětšení (zoom)

Snímek lze pomocí změn v rozlišení (cca od 400 * 400 do 1200 * 1200 pixelů) a zoomu zvětšit a přiblížit si hledané místo. Ne vždy se po nastavení požadovaného rozlišení a zoom a následném kliknutí myši do prostoru podaří získat obraz zamýšleného území – snímek někdy „uskočí“ a postup je třeba opakovat.

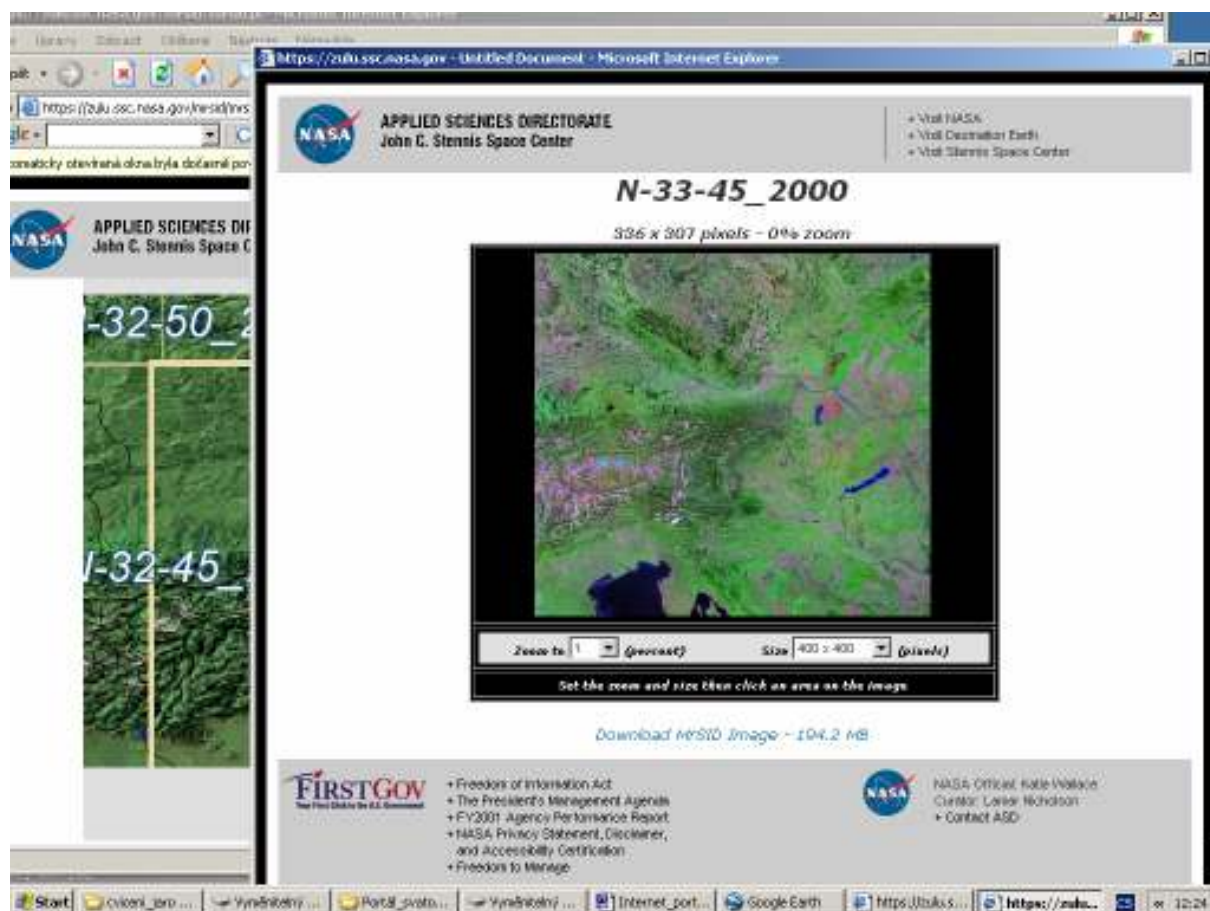
Po získání hledaného území na snímku v co nejlepším (nejjemnějším rozlišení) si snímek můžeme prohlédnout a začít s identifikací objektů.

Pokud chceme snímek, tak jak ho vidíme, uchovat jako obrázek, příp. si jej v počítači např. popsat, vložit do další práce apod., osvědčilo se využití funkce Printscreen – klávesa v horní řadě tlačítek klávesnice.

1. Stiskneme klávesu Printscreen.
2. Otevřeme si program Malování (přes Start, Programy, Příslušenství, Malování).
3. Po zadání pokynu Vložit (tlačítko CTRL + C) získáme obraz naší obrazovky v momentě stisknutí tlačítka Print screen jako obrázek.
4. Obrázek si uložíme.
5. Obrázek si upravíme v programu Malování – vyřízneme pouze snímek (na původním obrázku jsou části obrazovky, které do snímku nepatří).
6. Snímek si opět uložíme – získali jsme nepopsaný snímek.
7. Didakticky vhodné je snímek popisovat, samotný proces identifikace objektů, všímání si vazeb, tvarů, barev, práce s mapou je velmi cenný.
8. Snímek popisujeme v programu Malování s využitím nástrojů pro popis (písmeno A na levé liště nástrojů – vybereme písmo bez podkladu – nástroj grafů bez pozadí na konci lišty nástrojů.).
9. Písmo / velikost, typ, barvu/ měníme s použitím nástrojů pro správu písma – panel se otevře po jeho aktivaci pod Zobrazit - panel nástrojů, barevnost písma zvolit výraznější, v praxi se osvědčila např. žlutá



Obr. a: Vstupní strana dává přestavu o pokrytí území snímky z LANDSAT.



Obr.b. Pomocí tlačítka *Select image* (vyber snímek) se otevře druhé okno s vlastním snímkem. Pozn. V případě, že se druhé okno neotevřelo, je třeba vypnout zablokování na horní liště nástrojů.

3.2.2 využití a interpretace snímků družice LANDSAT

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.

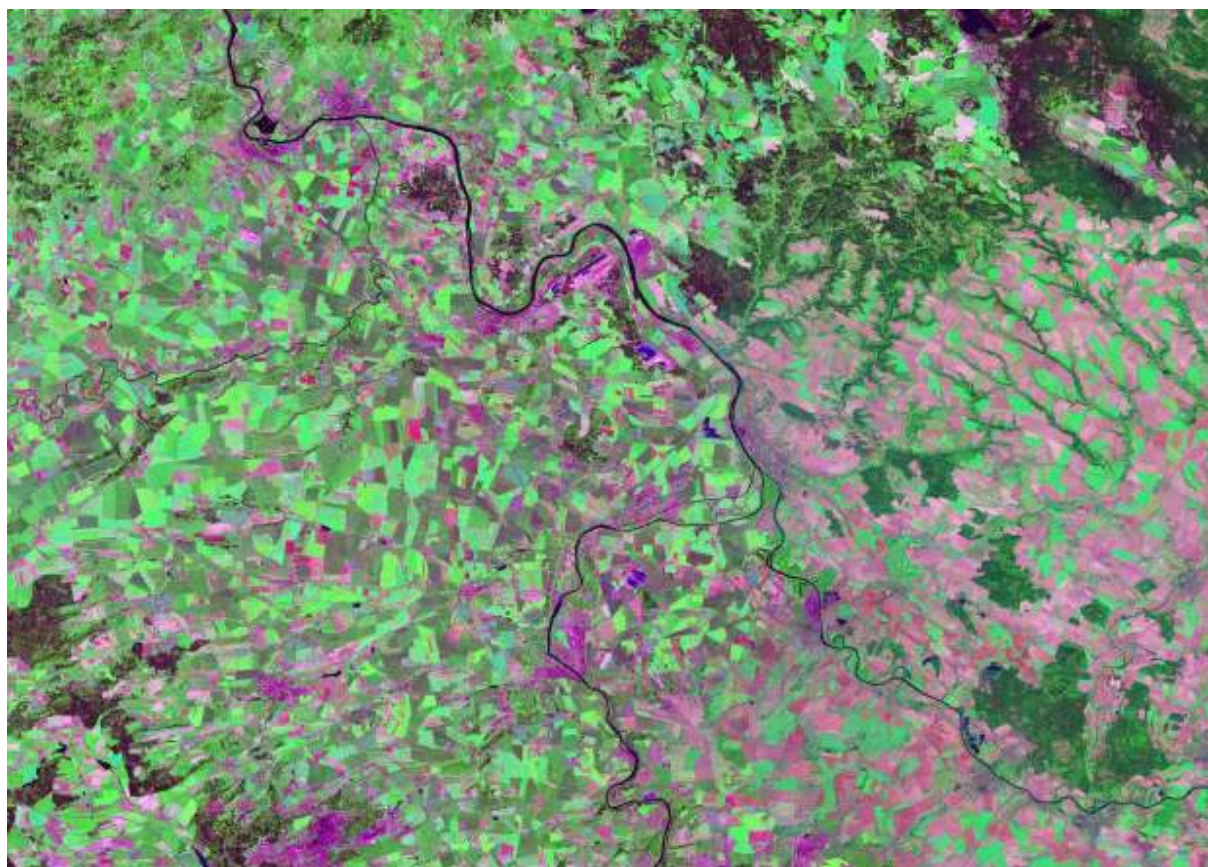
Autoři textu zpracovali vybrané snímky družice Landsat jako inspiraci pro čtenáře. Celek je tvořen třemi částmi: nepopsaný snímek území, popsáný snímek, slovní popis snímku-

Pro snadnější orientaci jsou na snímcích doplněna vlastní jména nejmarkantnějších geografických objektů. V textových přílohách je u každého družicového snímku 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. Tomu by měla přispět i skutečnost, že jsou k dispozici snímky bez popisů a družicové snímky bez popisů.

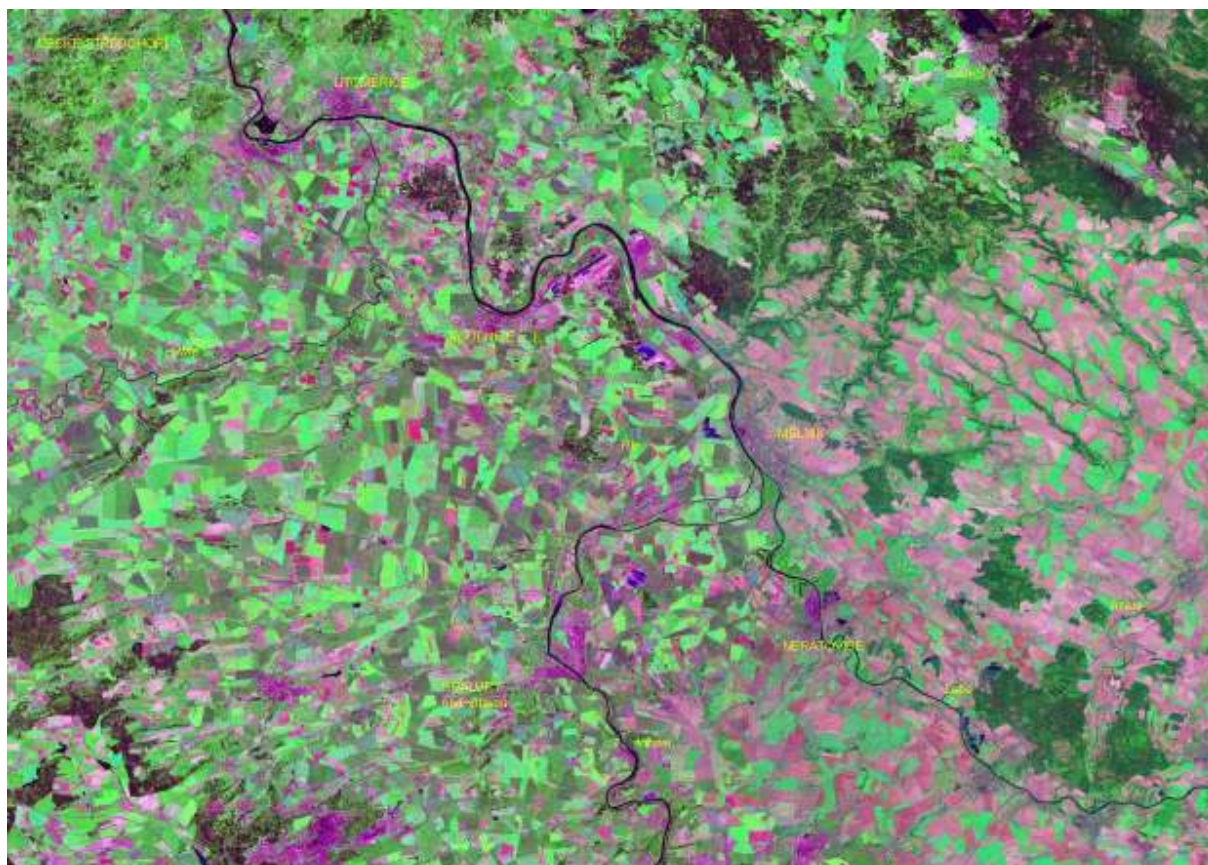
Příklady snímků:

- Praha
- Alpy
- Dolní tok a ústí Mississippi
- Delta Nilu
- Titicaca
- JV Středomoří
- Střední Evropa
- SZ – Čechy
- Mělník - Litoměřice
- Ústí – Děčín
- Labe
- Pardubicko
- Tichá Orlice

Autoři předpokládají uložení snímků na navštíveném portálu, dovolují si vložit vybrané obrázky i do tohoto textu.



Obr. 10 Mělník – Litoměřice bez popisu



Obr. 11 Mělník – Litoměřice

Popis: **MĚLNÍK – LITOMĚŘICE**

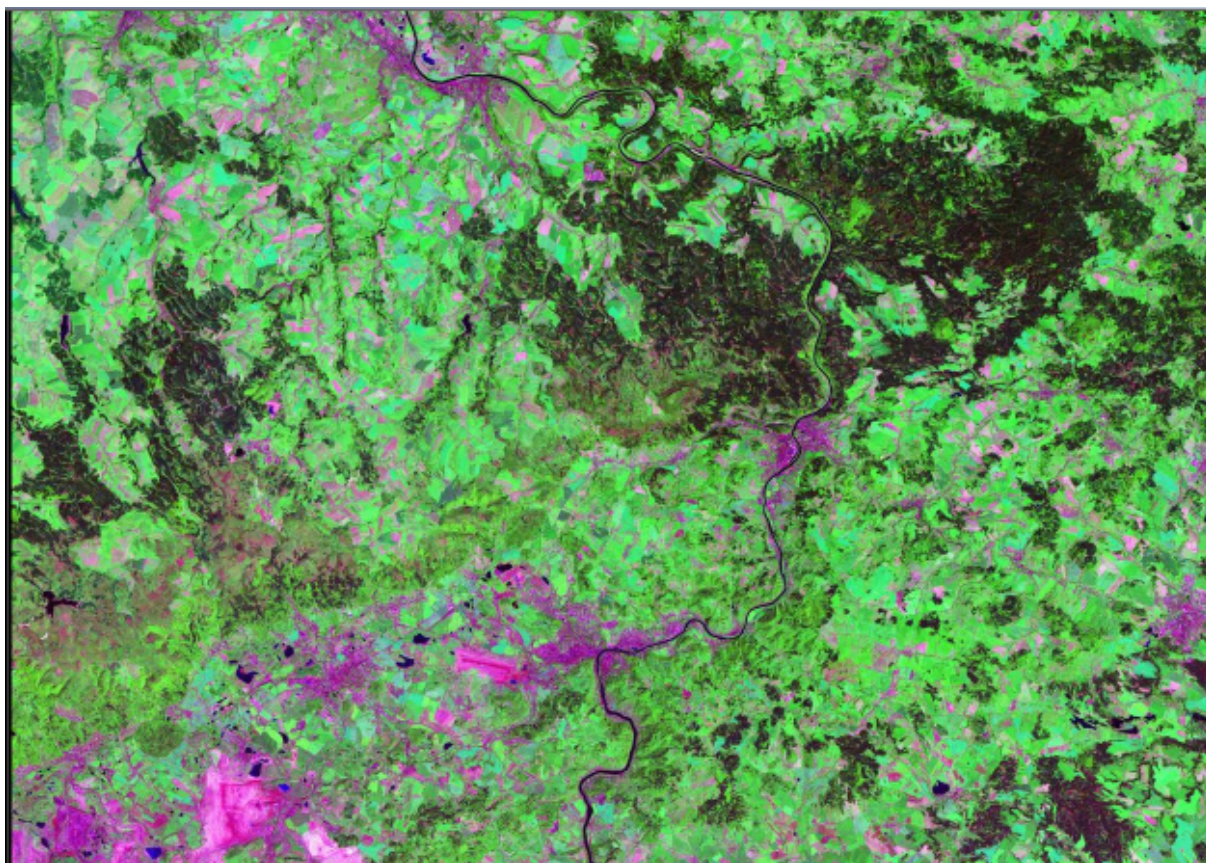
Snímek zahrnuje oblast Dolnooharské tabule, na ni za Labem navazuje Ralská pahorkatina, Jizerská tabule na pravém břehu Labe a ve střední části Středolabské tabule, které geomorfologicky náleží do subprovincie Česká tabule. Velká část snímku zachycuje intenzivně zemědělsky využívanou krajinu. V severovýchodní části velmi výrazně vyniká oblast CHKO Kokořínska s typickými hlubokými lesnatými údolími, která jsou charakterizována především dobře patrnými hlubokými stržemi.

Na snímku je zřetelný relativně dávný průběh koryta Labe. Jeho změny charakterizují četné opuštěné meandry a jezírka.

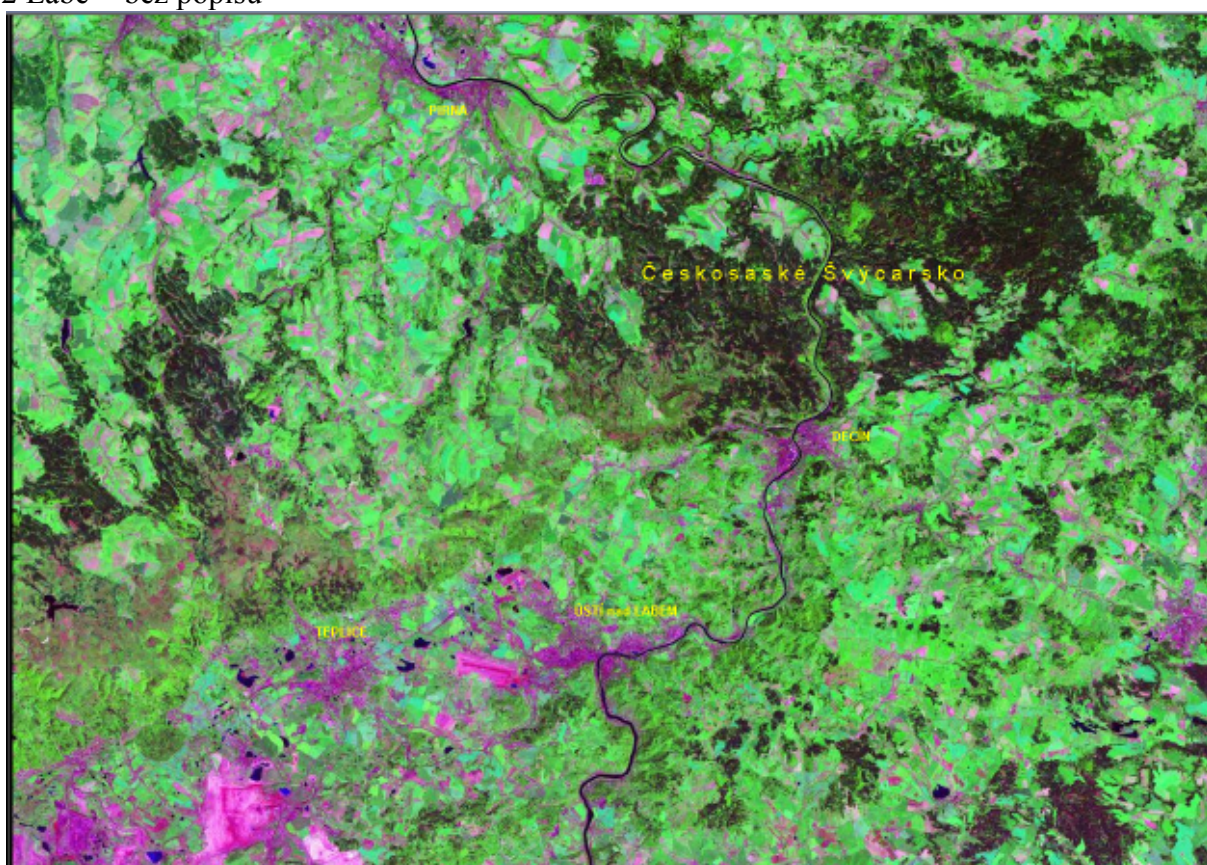
Na Vltavě lze identifikovat podle změny šířky toku místa zdymadel, dobře patrný je plavební kanál ústící do Labe pod Mělníkem, stejně jako meandrující úseky řeky Ohře.

Zajímavý je i pohled na vodácký areál v Račicích, horu Říp ve středu snímku stejně jako hrad Bezděz v severovýchodní části snímku.

Podle toku Labe a Vltavy vstupují půdorysy průmyslových měst

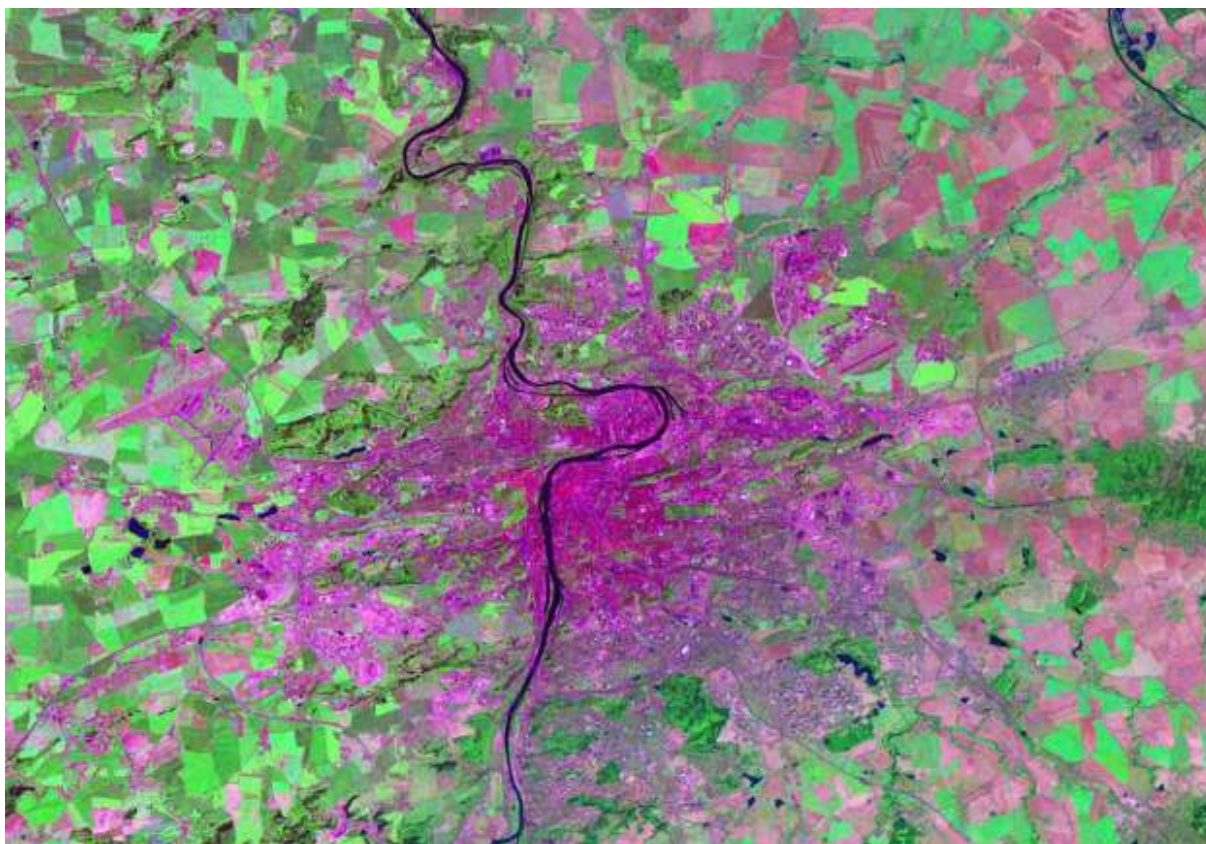


Obr. 12 Labe - bez popisu

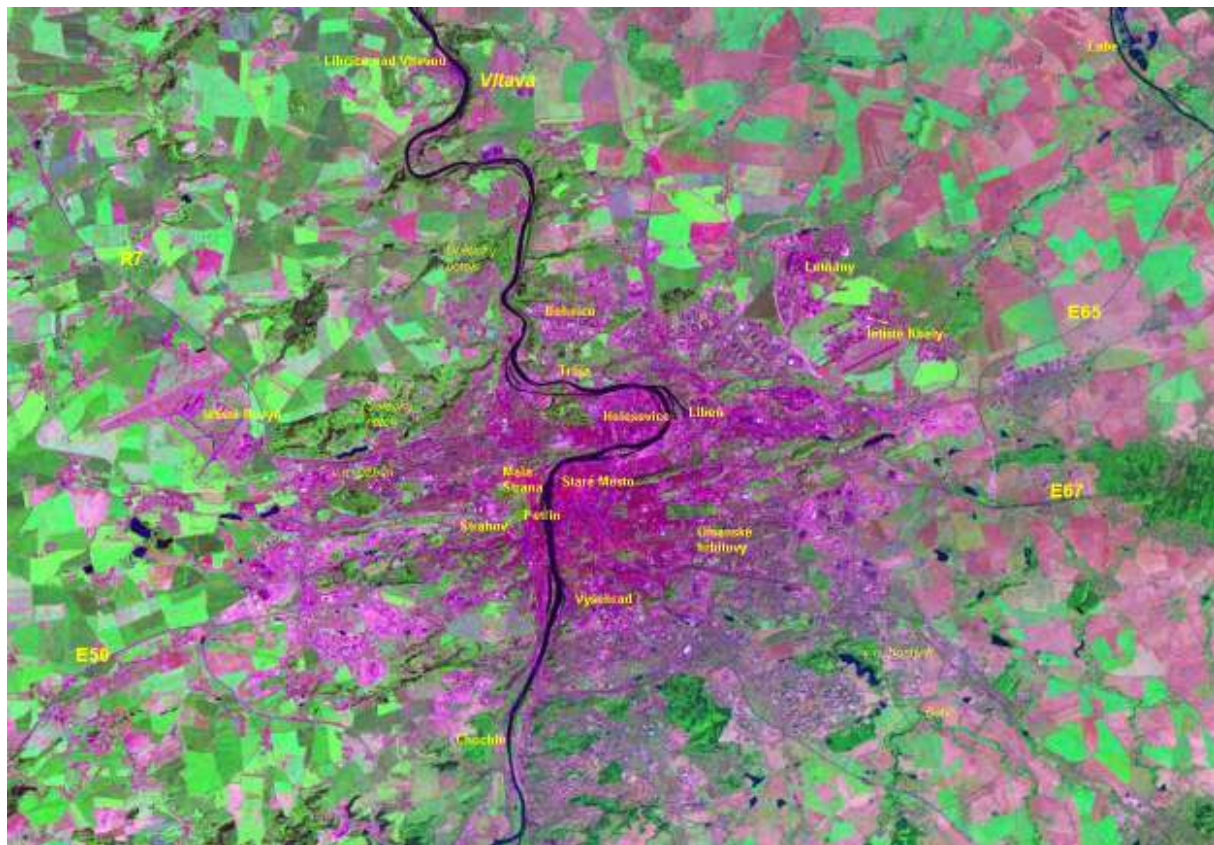


Obr. 13 Labe
LABE - popis

- snímek zachycuje souborný pohled na Severní Čechy, Sasko, Durynsko a část Polska. Velmi zřetelně jsou vidět rozsáhlé devastování oblastí povrchové těžby hnědého uhlí v České republice a v SRN.
- 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 vynikají nenarušená příroda v západní části Krušných hor, Durynska či NP Českosaské Švýcarsko.
- Zřetelné jsou i exhalaci zničené odlesněné části SV Krušných hor a Jizerských hor.



Obr. 14 Praha



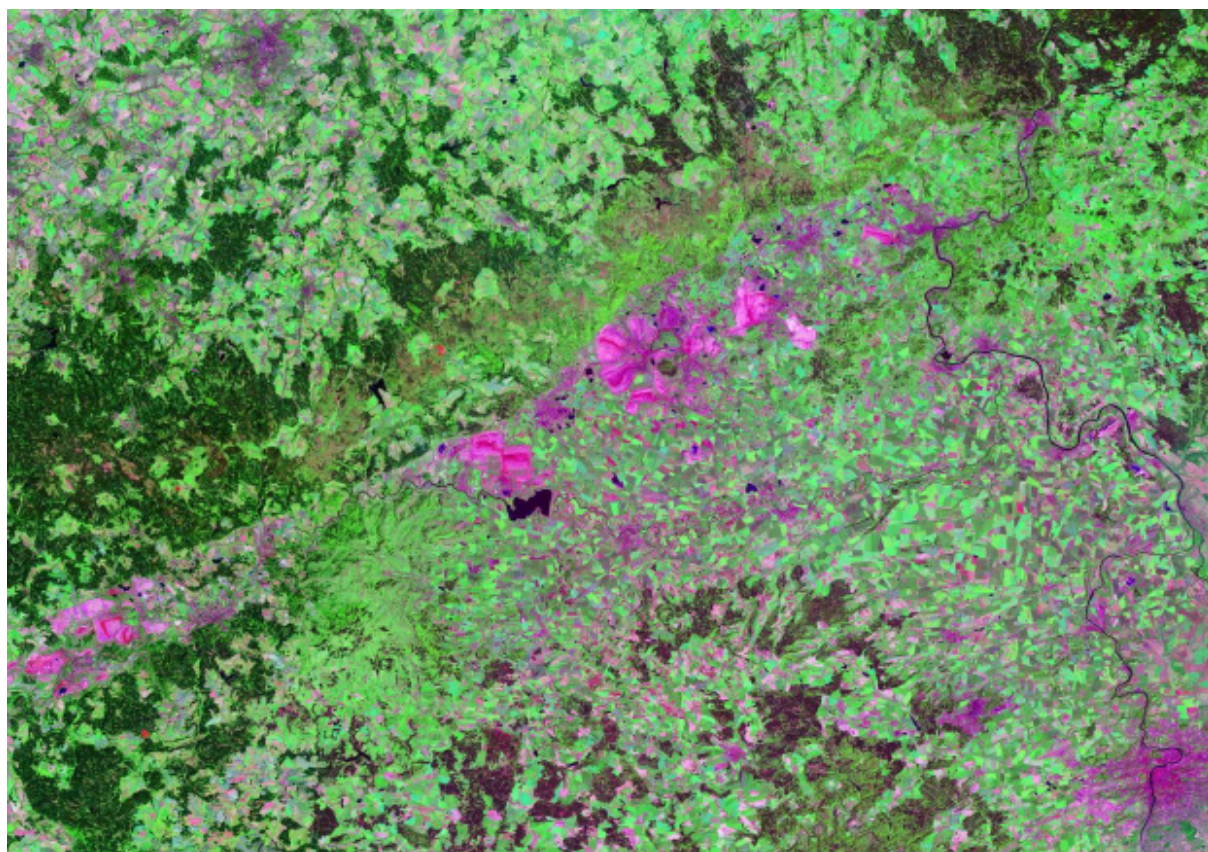
Obr. 15 Praha - popis

PRAHA - popis

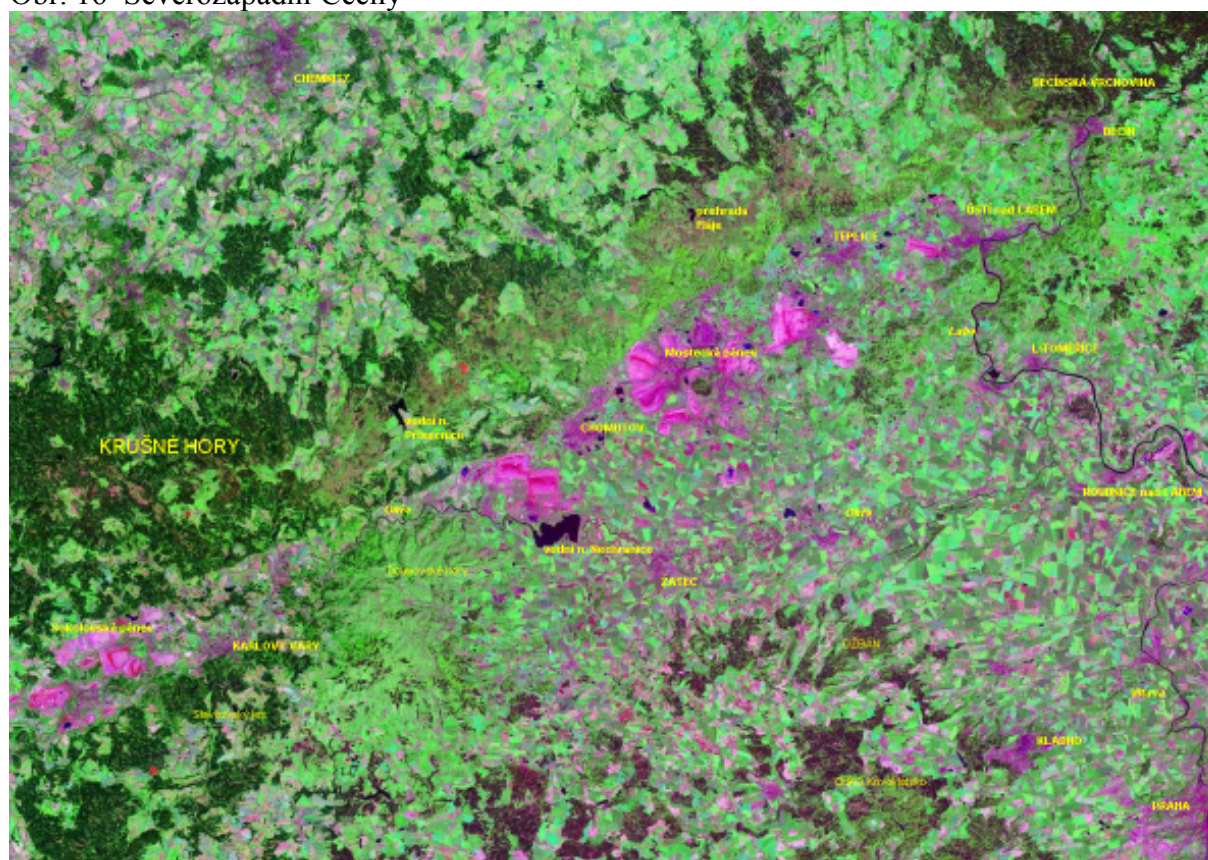
Snímek Pražské plošiny s dobře patrným tokem Vltavy i vltavskými ostrovy, přístavy a plavebními kanály (např. Holešovice). Barevnými toky lze odlišit historické centrum od novějších čtvrtí, sídliště 20. století a příměstské zástavby rodinných domků s větším zastoupením zeleně.

Na snímku lze identifikovat

- Stromovku
- Petřín
- Olšanské hřbitovy
- Strahovský stadion
- letiště Ruzyň
- letiště Praha – Kbely
- údolí Divoké Šárky
- dálniční přivaděče

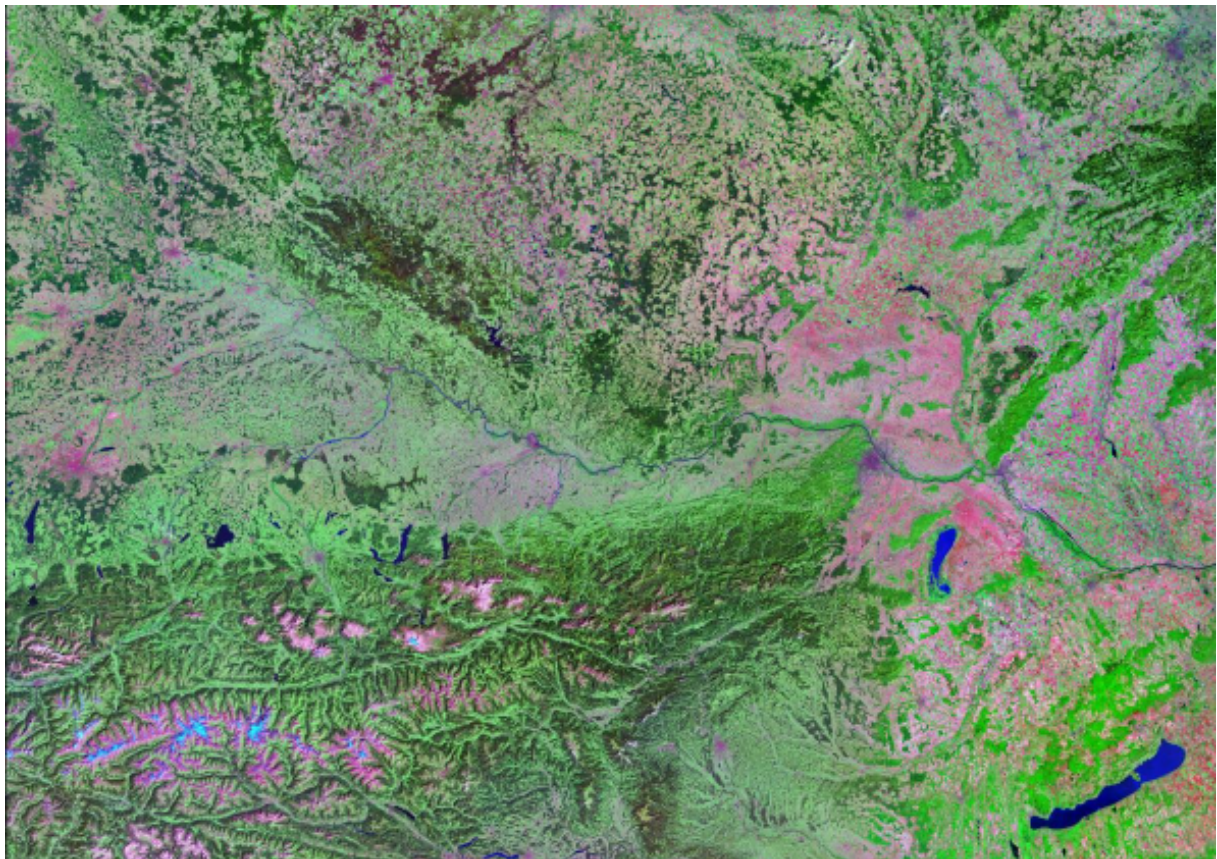


Obr. 16 Severozápadní Čechy

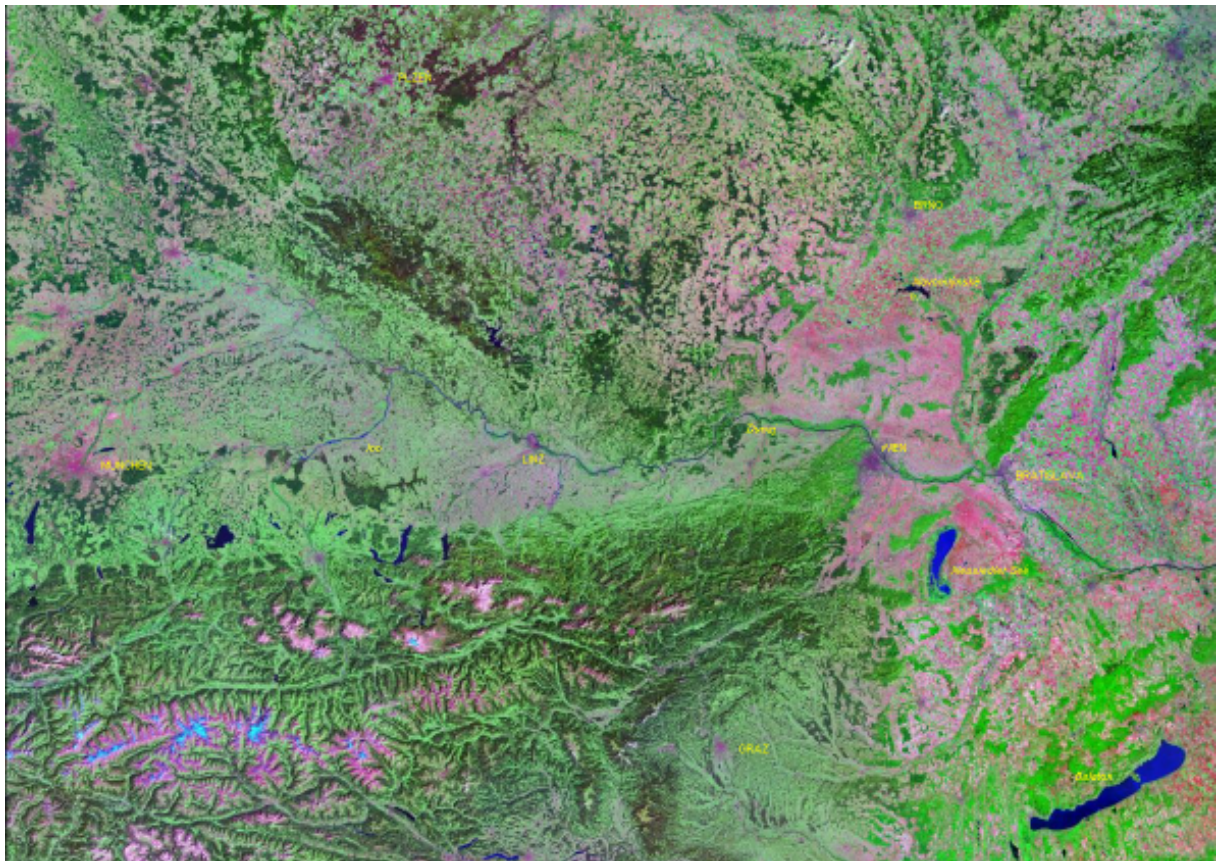


Obr. 17 Severozápadní Čechy – popis
SEVEROZÁPADNÍ ČECHY - popis

- snímek zahrnuje velkou část geomorf. subprovincie Krušné Hory s geom. celky Mostecká pánev, Doupovské hory, Karlovarská vrchovina, Sokolovská pánev, České středohoří a Děčínská vrchovina. Dále subprovincie České tabule s celkem Dolnooharské tabule a část Poberounské subprovincie s celky Džbán, Rakovnická pahorkatina a Pražská plošina
- v pravé části snímku je zřetelný tok řeky Vltavy a Labe. Hydrografickou osu tvoří již méně zřetelný tok Ohře s výraznou vodní nádrží Nechanice. Z dalších vodních nádrží v Krušných horách je zřetelná vodní nádrž Přísečnice a Fláje
- vynikají značné rozdíly západních a středních částí Krušných hor, kde je vidět nahrazení původních tmavých porostů novou výsadbou odolnějších dřevin (světlejší zelená barva)
- světle zeleně zbarvení Doupovských hor je dáno převážně travnatým porostem
- ve střední části je výrazná mozaika zemědělsky obdělávaných ploch různými plodinami
- nejvýraznějším obsahovým prvkem v obsahu snímku jsou velmi rozsáhlé devastované 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.



Obr. 18 Alpy



Obr. 19 Alpy – text

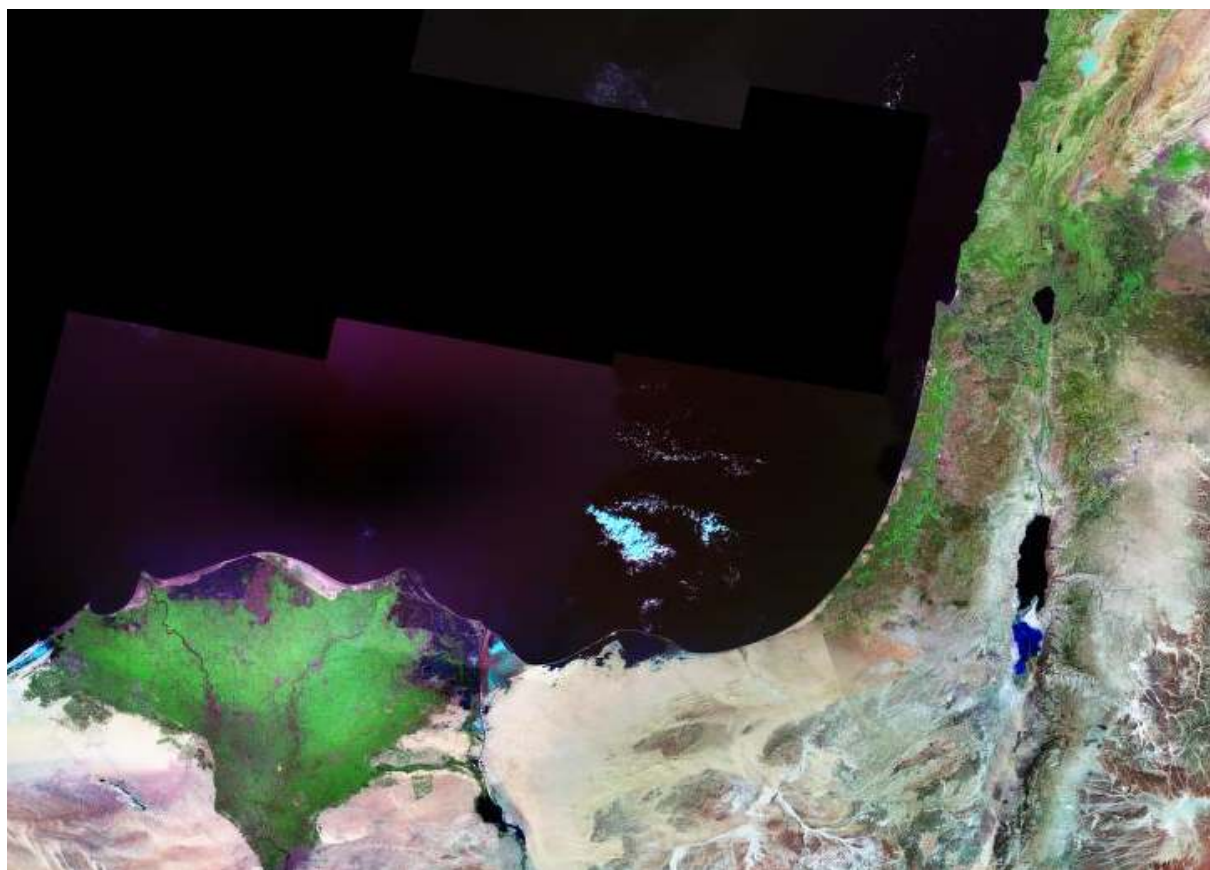
ALPY - popis

zobrazená oblast zachycuje Českou vysočinu, Karpaty, Alpy a Panonskou pánev. Dominantou jižní části snímku jsou Alpy s alpskými ledovci a údolími alpských toků. V severním předhůří Alp lze identifikovat četná jezera ledovcového původu. Severně od Dunaje velmi zřetelně vystupují zalesněná pásma Bavorského lesa a Šumavy a Novohradských hor a za všerubským průsmekem následující Český les. Na velkých plochách jezer Neusedler Seé a Balaton lze rozeznat hloubku.

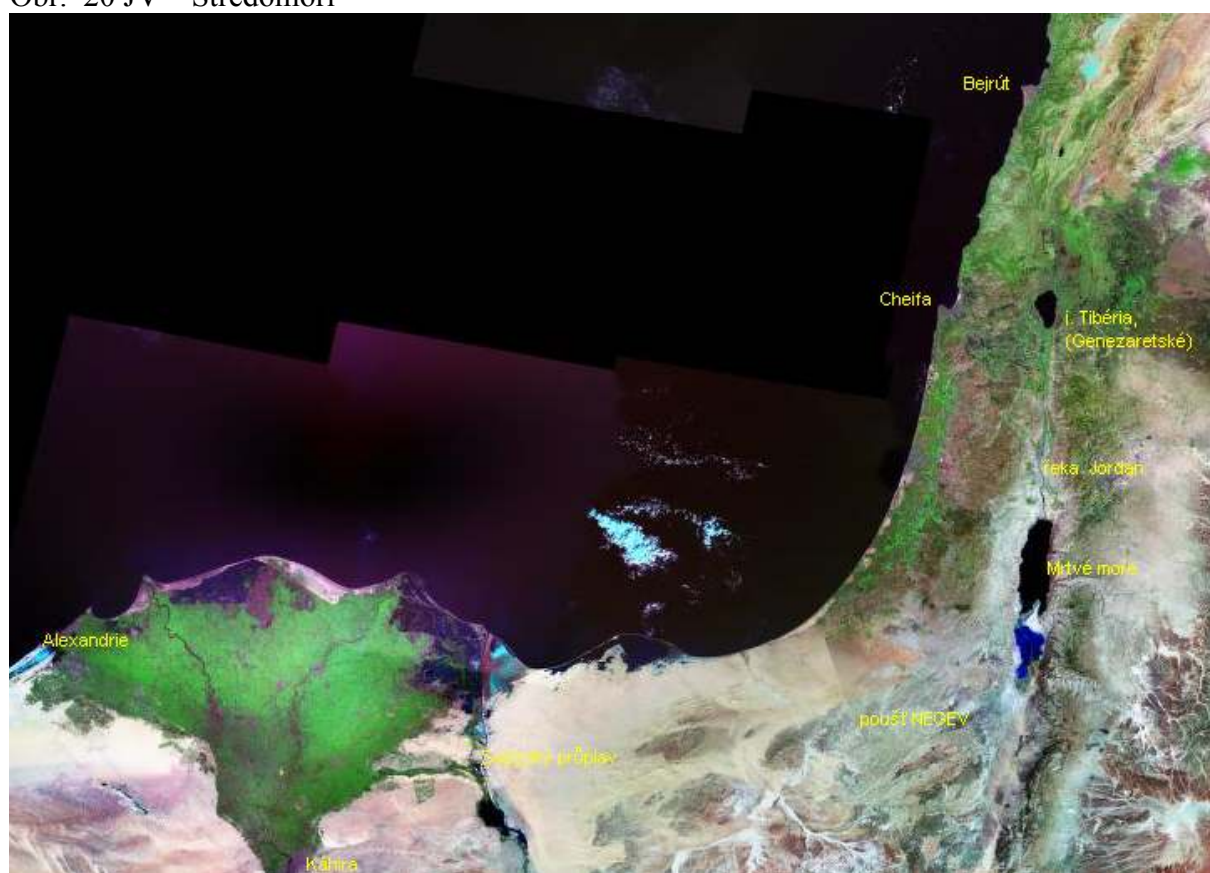
Identifikovatelné objekty na snímku:

Vltava, Lipno, Orlická přehrada, Novomlýnské nádrže, Balaton, Neusedler Seé, Dunaj, Váh, Vážská kaskáda přehrad, Morava, Dyje, Odra.

Porovnáním rozlohy polí a luk v České republice a v Rakousku lze rozlišit přibližný průběh státní hranice



Obr. 20 JV – Středomoří



Obr. 21 JV – Středomoří – popis
JIHOVÝCHODNÍ STŘEDOMOŘÍ - popis

Snímek zachycuje oblast delty Nilu, Suezského průplavu, severní části Sinajského poloostrova a příkopovou propadlinu s proláklinou Mrtvého moře, s údolím Jordánu a jezerem Tibária. Zahrnuje větší část území Izraele a Libanonu a východní oblasti Jordánska a Sýrie.



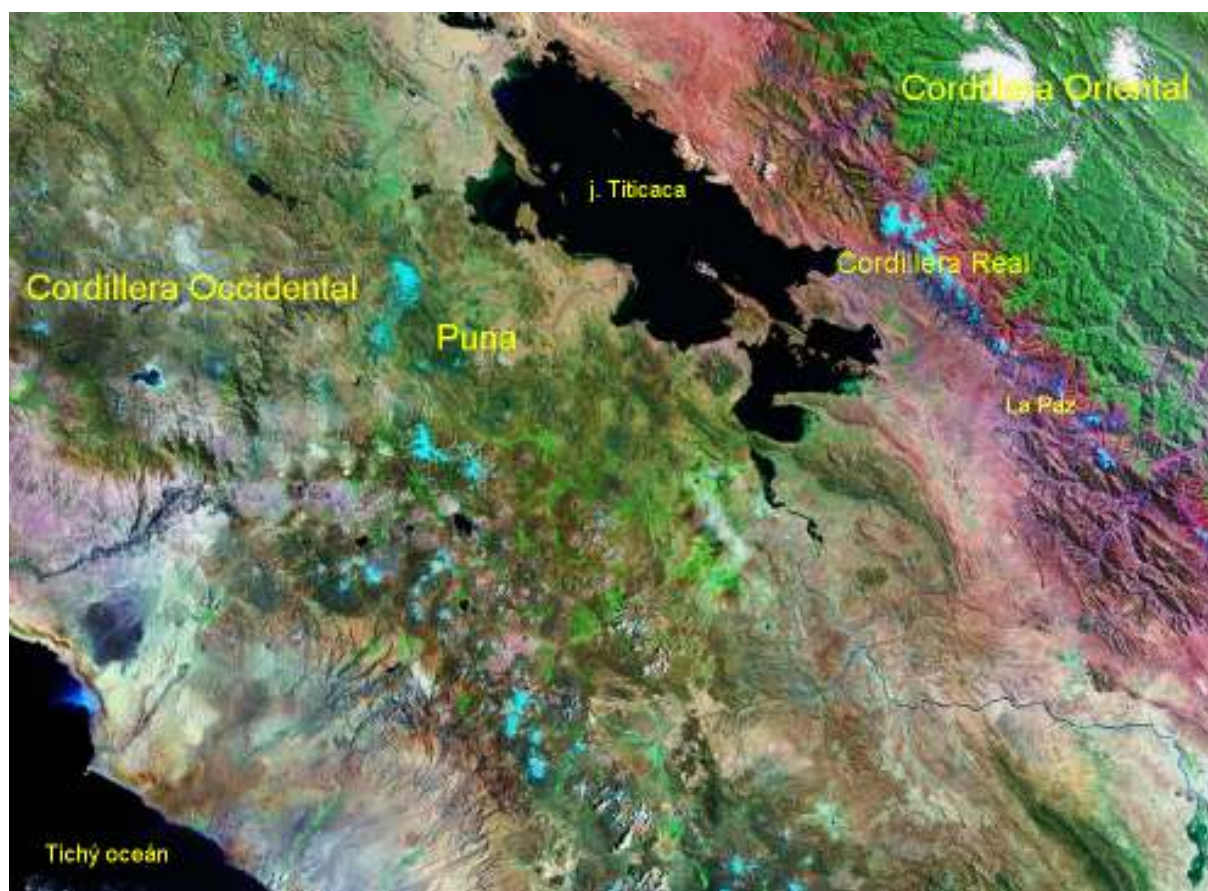
Obr. 22 Mississippi



Obr. 23 Mississippi – popis

MISSISSIPPI - popis

Snímek 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 obdělávaná krajina s četnými drobnějšími sídly. Na snímku jsou zřetelné meandry řeky Mississippi včetně opuštěných ramen. Ze snímku se dá rozeznat i na 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.



Obr. 24 Titicaca – popis

JEZERO TITICACA - popis

Snímek zachycuje část území Peru a Bolívie s hraničním 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. Kordikery uzavírají četné bezodtokové pánve.

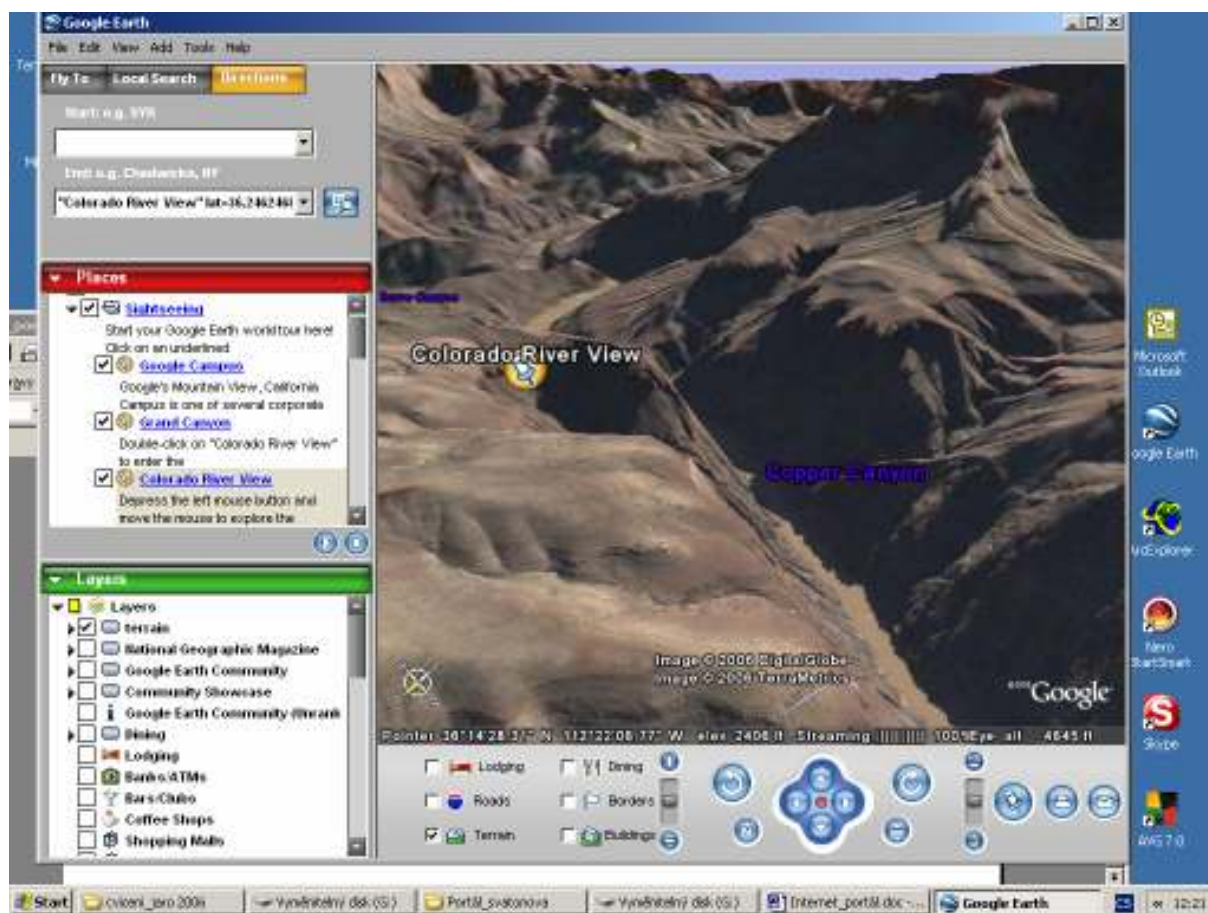
V jedné z nejmohutnějších leží jezero Lago de Titicaca v nadmořské výšce 3810 m. Rozloha jezera kolísá mezi 6900 až 8300 km², hloubka jezera dosahuje 300 m. Na náhorních plošinách a na západním pobřeží převažuje suchomilná a slanomilná vegetace. Z jezera Titicaca vytéká směrem k jihu řeka Desaguadero k solnému jezeru Lago de Poopo, jehož část je patrná v jihovýchodní části snímku

4. TIPY NA ZÁVĚR

4.1. Google Earth

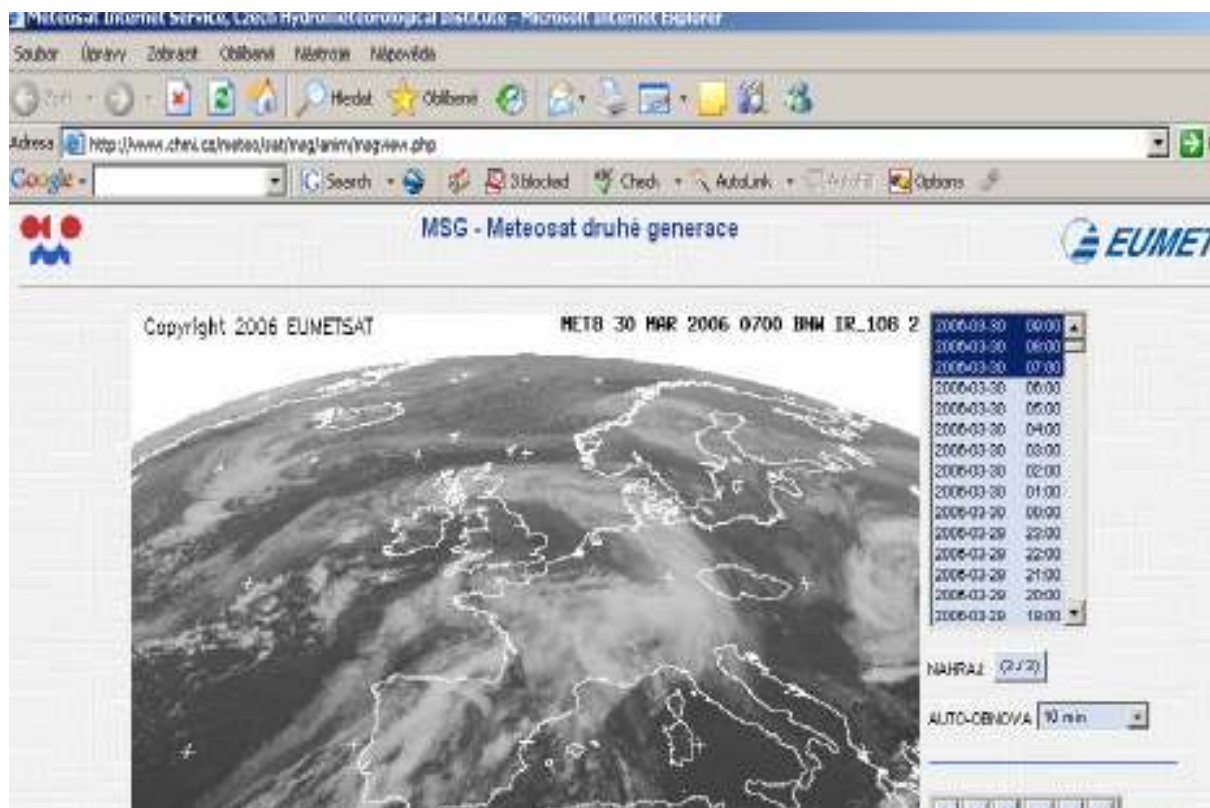
- soubor družicových snímků pokrývajících celou Zemi, s programem lze „letět“ nad Zemí, nahlížet na řadu míst. Některá území jsou pokryta vysoce kvalitními snímky včetně digitálního modelu terénu – uživatel získá plastický 3D pohled na území. (např Grand Canyon, Paříž, New York)

Zadat přes některý multivyhledavač heslo Google Earth, nainstalovat (cca 12MB) a spustit. Problémem by mohlo být on – line stahování snímků - dle sítě příliš pomalé pro plynulý let.



4.2. Animace z družicových snímků

Internetové stránky Českého hydrometeorologického úřadu umožňují sestavit si vlastní animaci chodu oblačnosti ze snímků družice. Pod stránkami ČHMÚ, odkaz družice a animace – vybrat data a hodiny snímků, zadat nahrát a následně přehrát – lze sledovat pohyb front, otáčení tlakových níží či výší, podívat se na aktuální snímek území ČR, lze poukázat na jejich využití v denním zpravodajství o počasí na ČT1.



5. ZÁVĚR

Geoinformační technologie a s nimi dálkový průzkum Země zaznamenaly v posledních letech dynamický rozvoj a staly běžnou součástí života lidí ve vyspělých společnostech. Pohled z výšky odjakživa lidstvo přitahoval, proto i družicové snímky svými nezvyklými pohledy překvapují své čtenáře. Základní znalost podstaty dálkového průzkumu Země, práce s leteckými či družicovými snímky pomohou porozumět družicovému obrazu Země. Z vlastní zkušenosti autoři uvádějí, že děti jsou často pohlceni novostí práce se snímky a s počítačem si dobře poradí. Problémem by příp. mohl být úzký datový tok Internetu - přetížení sítě při zobrazování snímků. To je vhodné předem vyzkoušet, aby se příp. práce příliš neprotahovala a ve své první fázi nestala nudnou. Lze zvolit i oddělené získání snímků (učitel či žák si je připraví v podobě „ printscreenu“) a dále s podporou map snímky zpracovává.

Pro přípravu družicových snímků lze využít i hodiny věnované informatice.

6. Literatura

1. SVATOŇOVÁ, H. a LAUERMAN, L. 2003. *Dálkový průzkum Země pro region Ústecka*. Studijní text pro DVVP. Brno. 2003. s. 45.
2. DOBROVOLNÝ, P.1998. *Dálkový průzkum Země. Digitální zpracování obrazu*. Masarykova univerzita, Brno. 1998. s. 210.