

# Využitie informácií satelitného monitorovania Zeme pri mapovaní krajinnej pokrývky

*J. Feranec, N. Machková: Use of Information Obtained by Satellite Monitoring of Earth for Land Cover Mapping. Život. Prostr., Vol. 43, No. 4, p. 195 – 202, 2009.*

Monitoring is interpreted as a planned, systematic and continuous collection of representative characteristics about various objects, for instance landscape objects, with the aim to contribute to their regular assessment. The paper brings a overview of international programmes and projects dealing with the landscape and land cover monitoring: CORINE Land Cover (CLC), Global Monitoring for Environment and Security (GMES), Global Earth Observation System of Systems (GEOSS), Monitoring Land Use/Cover Dynamics (MOLAND), National Monitoring and Assessment Program (EMAP), Global Environmental Monitoring System (GEMS), Land Use/Cover Area Frame Statistical Survey (LUCAS) and other. Brief overview of satellites and the data provided by them as an integral part of land cover monitoring at the world, European and regional or country levels is also offered. Participation of Slovakia in the CLC projects since 1992 means that so far three data layers concerning land cover of Slovakia (about occurrence and area of the individual LC classes): CLC1990 (+/- three years), CLC2000 (+/- one year) and CLC2006 (+/- one year) were generated. The layers are compatible with those of other European countries. Comparison of the quoted layers led to the conclusion that in the years 1990 – 2000 in Slovakia 2 070 km<sup>2</sup> (4.2% of its total surface area) of land cover changed and in the 2000 – 2006 period the area of changes dropped to 769 km<sup>2</sup> (1.5% of total surface area of Slovakia).

Monitorovanie chápeme ako plánovaný, systematický a kontinuálny proces zberu reprezentatívnych charakteristík o rôznych objektoch, napr. krajiny, s cieľom prispievať k ich pravidelnému hodnoteniu. Zaznamenávané údaje sú fyzikálne, chemické, biologické, ekologické, environmentálne a ekonomické charakteristiky, ktoré umožnia lepšie pochopiť, identifikovať, ale aj prognózovať trendy alebo zmeny krajinnej pokrývky (a pomocou nich usudzovať o vývoji krajiny) v rôznych priestorových a časových mierkach. Zaznamenávané charakteristiky by mali byť spoľahlivé, reprezentatívne a vhodné na analýzu krátkodobých aj dlhodobých stavov krajiny. Hodnota údajov získaných monitorovaním narastá s dĺžkou trvania meraní.

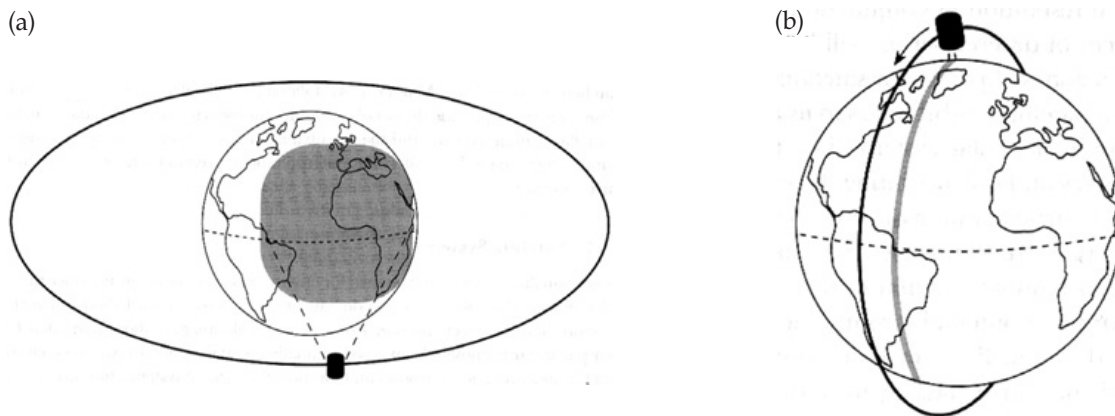
Cieľom príspevku je poskytnúť prehľad programov zaoberajúcich sa monitorovaním krajiny, údajov satelitného diaľkového prieskumu Zeme (DPZ), ktoré sa stávajú neoddeliteľnou súčasťou monitorovania krajin-

nej pokrývky nielen na celosvetovej či celoeurópskej úrovni, ale aj na úrovni jednotlivých štátov a približujú súčasny stav monitorovania krajinnej pokrývky na Slovensku.

## Prehľad programov monitorovania krajiny

Pri získavaní a spracovaní údajov o krajine sa často kladie dôraz na také vlastnosti, ako sú ich kompatibilita, operatívna dostupnosť, časová aktuálnosť a pod. Zabezpečenie údajov o krajine, ktoré sa vyznačujú uvedenými atribútmi, najmä z rozsiahlych území, je problematické a často nerealizovateľné. Preto bol v r. 1985 na základe rozhodnutia Európskej komisie (EK) schválený program **CORINE** (*Coordination of Information on the Environment*), ktorý má tieto ciele:

- zabezpečiť údaje o stave životného prostredia s ohľadom na rôzne tematické zamerania, ktoré



Obr. 1. Dva typy satelitov – geostacionárne (a), polárne (b) (N. Walford, 2001).

majú prioritu pre členské štáty Európskej únie (vytvárať bázu údajov informačného systému, ktorá bude obsahovať základné geografické údaje, hranice štátov, administratívne jednotky, sídla, komunikácie a pod.; charakteristiky biotopov, pôd, krajinej pokrývky, atmosféry, vody a socioekonomické údaje),

- koordinovať zber údajov o životnom prostredí v rámci členských štátov EÚ,
- zabezpečiť vzájomnú kompatibilitu týchto údajov (Heymann et al., 1994).

Plnenie uvedených cieľov sa uskutočňuje prostredníctvom niekoľkých projektov. V r. 1991 sa na zasadnutí ministrov životného prostredia európskych krajín v Dobříši (ČR) rozhodlo, že realizácia projektov *Biotopes* (inventarizácia biotopov, vzácných a ohrozených druhov rastlín a živočíchov), *CorinAir* (inventarizácia emisií a škodlivín do atmosféry) a *Corine Land Cover* (CLC, vytvorenie digitálnej bázy údajov o krajinej pokrývke Európy) sa rozšírila aj do krajín strednej a východnej Európy (Dlouhý, 1992).

V kontexte projektu CLC sa vytvára konzistentná a kompatibilná digitálna báza údajov o krajinej pokrývke Európy v mierke 1 : 100 000 s využitím satelitných snímok, ktorá má z hľadiska obsahu tri úrovne – súčasťou prvej je 5 tried, druhej 15 tried a tretej 44 tried. Rozloha minimálneho identifikovaného areálu je 25 ha a minimálna šírka identifikovaného areálu je 100 m. Podstatou projektu CLC je súvislé tematické mapovanie, ktorého výsledkom nie sú len databázy, ale mapové vrstvy vhodné pre analýzy GIS (geografické informačné systémy). Doteraz boli vytvorené tri údajové vrstvy – CLC1990 (výskyt a rozloha areálov krajinej pokrývky v 23 štátoch z 90. rokov minulého storočia), CLC2000 (+/- jeden rok, v 37 štátoch) a vrstva CLC2006 (+/- jeden rok, v 38 štátoch) sa v súčasnosti dokončuje. Táto tretia vrstva CLC2006 sa stáva súčasťou monitorovacieho

systému **Globálne monitorovanie krajiny a bezpečnosti** (*Global Monitoring for Environment and Security – GMES*), presnejšie jeho servisnej časti „monitorovanie krajiny“ (*land monitoring*). Porovnaním uvedených vrstiev možno získať informácie o zmenách krajinej pokrývky Európy v období 1990 – 2000 – 2006.

Po príprave koncepcie sa od r. 2001 pod gesciou EK a jej odbornej inštitúcie Európskej environmentálnej agentúry EEA (*European Environment Agency*), ktorá vytvára koncepcnú stratégiu, definuje priority a požiadavky a Európskej vesmírnej agentúry (*European Space Agency – ESA*, ktorá špecifikuje a implementuje vesmírne komponenty, koordinuje centrá služieb v Európe) intenzívne rozbieha budovanie európskeho monitorovacieho systému GMES. Tento systém integruje údaje získané pravidelnými pozemnými meraniami rôznych charakteristík objektov krajiny s údajmi získanými zo satelitov. Údaje poskytované v pravidelných časových intervaloch umožnia sledovať stav životného prostredia v celoeurópskom kontexte, regionálneho rozvoja a bezpečnosti, budú operatívne k dispozícii všetkým užívateľom.

V r. 2005 začala pod koordináciou Skupiny na pozorovanie Zeme (*Group on Earth Observation – GEO*, združujúcej 72 štátov a 52 medzivládnych a regionálnych organizácií) implementácia **Globálneho systému systémov pozorovania Zeme** (*Global Earth Observation System of Systems – GEOSS*) s cieľom zlepšiť monitorovanie stavu Zeme, a takto prispieť k pochopeniu dynamických procesov prebiehajúcich na Zemi, ako aj prognózovanie vývoja zemského systému. Celá aktivita je plánovaná na desať rokov (do r. 2015). Uvažuje sa aj o prepojení GEOSS a GMES na regionálnej a globálnej úrovni.

**Monitorovanie dynamiky využitia krajiny a krajinej pokrývky** (*Monitoring Land Use/Cover Dynamics – MOLAND*) je výskumný projekt, ktorého realizáciu zabezpečuje *Institute for Environment and Sustainability*

ty v Joint Research Centre (JRC) v Ispre. Projekt bol iniciovaný v r. 1998 pod názvom **Monitoring Urban Dynamics** (MURBANDY). Prostredníctvom tohto projektu sa získavajú údaje využívané v priestorovom plánovaní a modelovaní vývoja vybraných území v celo európskom kontexte, ale aj urbanizovanej krajiny v regionálnych a lokálnych mierkach.

Agroenvironmentálne indikátory sa monitorujú v Európe od r. 2004 prostredníctvom projektu **Mapovanie využívania krajiny, krajinej pokrývky a environmentálnych parametrov** (*Land Use/Cover Area Frame Statistical Survey – LUCAS*). Jeho cieľom je mapovať krajinu a jej využívanie v EÚ pomocou štatistických metód. V tomto projekte nejde o súvislé mapovanie, ale o meranie v relatívne pravidelnej sieti bodov, ktorá je stratifikovaná v území podľa určitých štatistických kritérií. Riešenie projektu začalo v r. 2001 v rámci spolupráce EUROSTAT (Európsky štatistický úrad) a DG AGRI (Generálne riaditeľstvo EÚ pre poľnohospodárstvo) s podporou JRC v Ispre. V charakterizovanom projekte má dôležité miesto využitie leteckých snímok a terénny prieskum.

**Monitorovanie krajinej pokrývky v USA** zabezpečuje od r. 1993 Združenie amerických federálnych agentúr (*Multi-Resolution Land Characteristics Consortium – MRLC*). Jeho cieľom je vytvárať údajové vrstvy charakterizujúce krajinnú pokrývku USA, ktoré sú označované ako NLCD (*National Land Cover Dataset*). Doteraz boli generované dva súbory NLCD 1992 a NLCD 2001. Údajový súbor NLCD 2006 sa v súčasnosti spracúva. Tento prístup zaznamenávania krajinej pokrývky má 21 tried, ktoré sú identifikované prostredníctvom digitálnej klasifikácie satelitných snímok. Spracované výsledky z dostupných časových horizontov sú na stránkach mapservera USGS <http://gisdata.usgs.gov/website/MRLC>.

**Program národného monitorovania a hodnotenia krajiny** (*National Environmental Monitoring and Assessment Program – EMAP*) je národný až kontinentálny monitorovací program iniciovaný Americkou agentúrou na ochranu životného prostredia (*US Environmental Protection Agency – EPA*) v r. 1980. Program je orientovaný na vývoj prostriedkov monitorovania a hodnotenia stavov, ako aj trendov vývoja krajiny. Jeho dôležitou súčasťou je využívanie satelitných snímok LANDSAT. Hlavným nositeľom tohto projektu je USGS (*US Geological Survey*), ktorá priebežne publikuje výsledky na svojich webových stránkach <http://www.usgs.gov>. Interaktívne mapové služby pre MRLC (*MultiResolution Land Characteristic Consortium*), IVM (*Integrated Vegetation Mapping*), CEOS (*Committee on Earth Observation Satellites*) a ortofotomapy sú dostupné na <http://seamless.usgs.gov>.

**Environmentálny program Organizácie spojených národov** (*United Nations Environmental Programme – UNEP*) prispieva k realizácii globálneho monitorovania od r. 1972, prostredníctvom **Globálneho environmentálneho monitorovacieho systému** (*Global Environmental*



Obr. 2. Satelit SPOT-5 na polárnej orbite. Zdroj: <http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/spot-5.html>

*Monitoring System – GEMS*) sa sledujú prírodné zdroje a znečisťovanie krajiny.

Organizácia spojených národov pre výživu a poľnohospodárstvo (FAO) a UNEP založili v máji 2002 kooperatívny program **Globálna sieť krajinej pokrývky** (*Global Land Cover Network – GLCN*), ktorý je integrálnou súčasťou **Globálnej terestrickej pozorovacej stratégie** (*Global Terrestrial Observation Strategy – GTOS*). Cieľom GLCN je najmä harmonizovanie mapovania a monitorovania krajinej pokrývky na národnej, regionálnej a globálnej úrovni. Za jednu z najaktuálnejších iniciatív možno považovať **Globálnu pozorovaciu stratégiu** (*Integrated Global Observing Strategy – IGOS*), ktorej terestrickou zložkou je **Integrovaný globálny pozorovací systém krajiny** (*Integrated Global Observations of Land – IGOL*) s cieľom monitorovať vplyv spoločnosti na krajinu a opačne (jednou z úloh je napr. určiť rozsah ročného odlesnenia a zmien využitia krajiny na Zemi).

#### Prehľad satelitov využívaných pri monitorovaní

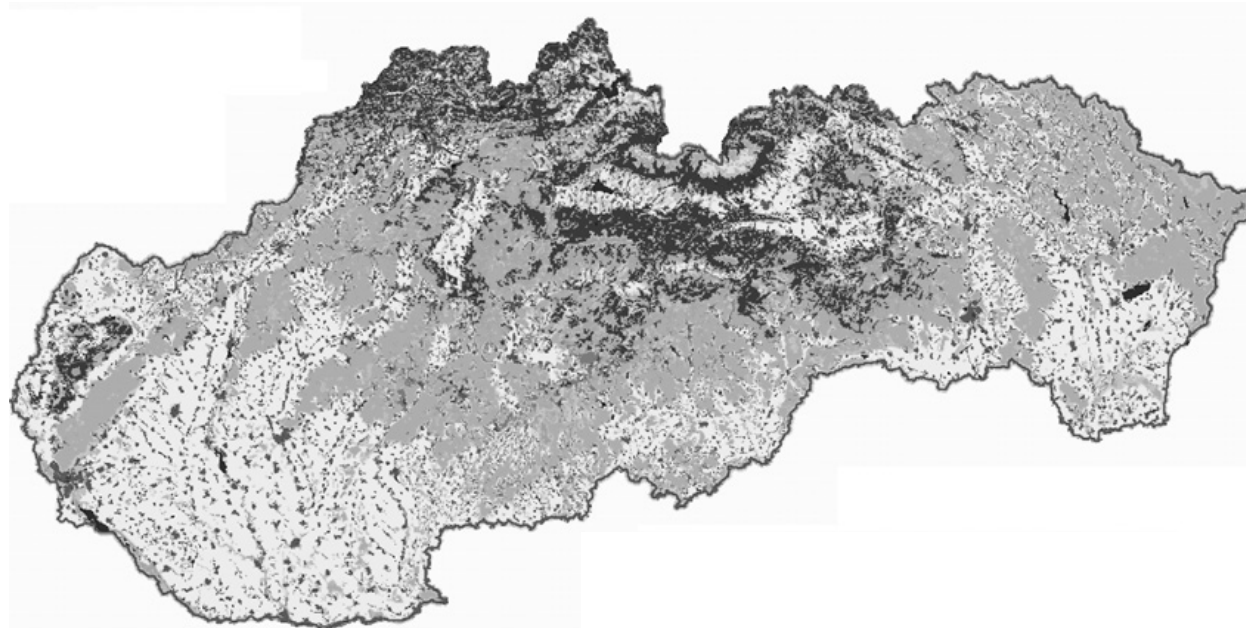
Satelity a na ich palubách umiestnené záznamové zariadenia môžu byť využité v procese monitorovania krajinej pokrývky. Pri takomto využívaní je dôležité poznať niekoľko základných charakteristík satelitov:

Tab. 1. Charakteristiky vybraných satelitov, ktoré poskytujú obrazové údaje využiteľné v procese monitorovania krajinej pokrývky

Satelit Krajina pôvodu	Senzor	Rozlíšenie [m]	Spektrálne pásma [počet]	Šírka snímaného pásu [km]	Výška orbity [ km]	Frekvencia opakovaného snímkovania [dni]
NOAA 18 USA	AVHRR	1100	R, NIR, MIR, TIR 3x (6)	2900	833	12 hodín
LANDSAT 1, 2, 3 USA	MSS	80	G, R, NIR 2x (4)	183	920	18
LANDSAT 4, 5 USA	MSS TM	80 30 120	G, R, 2x NIR (4) B, G, R, NIR, MIR 2x TIR (7)	185	705	16
LANDSAT 7 USA	ETM+	15 30 60	PAN B, G, R, NIR, MIR 2x TIR (8)	185	705	16
SPOT 5 Francúzsko	HRG HRS	2,5 alebo 5 (PAN) 10 (G, R, NIR) 20 (MIR)	PAN, G, R NIR, MIR (5)	60-85	830	3-26
IRS India	LISS-4 LISS-3 AwiFS	5,8 23; 70 (MIR) 56	G, R, NIR alebo PAN (3 alebo1) G, R, NIR, MIR (4) R	23; 9 (pri MIX) alebo 70,3 (pri PAN) 141 774	822	24
TERRA USA	ASTER	15 30 90	VNIR (3x) SWIR (6x) TIR (5x)	60	705	16
TERRA AQUA USA	MODIS	250 500 1000	R, NIR (2x) B, G, MIR (5x) B, G, R, NIR, MIR, TIR (29x)	2330	705	1-2
Formosat 2 Čína (Taiwan)	RSI	2 8	PAN (1) MS – B, G, R, NIR (4)	24	888	24 hodín
Ikonos USA	PAN MS	1 4	PAN (1) B, G, R, NIR (4)	11 11	681	3
QuickBird USA	PAN MS	0,6 2,4	PAN (1) B, G, R, NIR (4)	16 16	450	3
EROS B USA	EROS	0,7	PAN (1)	7	500	3
GeoEye-1 USA	PAN MS	0,41-0,50 1,65	PAN (1) B, G, R, IR (4)	15,2	681	3
ALOS Japonsko	AVNIR-2 PRISM PALSAR	10 2,5 10-100	B, G, R, NIR (4) PAN (1)	70 35 70	692	5
WorldView-1 USA	PAN	0,5	PAN (1)	17,6	496	1,7-5,4
ERS-2 Európska kozmická agentúra	AMI	25	(1)	100	785	35
ENVISAT Európska kozmická agentúra	ASAR MERIS	30, 150, 1000 260, 1040	5 15	5, 100, 400 1150	800	?
TerraSAR-X Nemecko	SAR	1; 3; 16	(1)	1 500	512	3
RADARSAT-2 Kanada	SAR	3; 8; 12; 18; 25; 30; 40; 50; 100	(1)	50-500	798	3

AMI – *Active Microwave Instrument* (aktívne mikrovlnné zariadenie, radar); AVNIR-2 – *Advanced Visible and Near Infrared Radiometer Type 2* (rádiometer zaznamenávajúci EŽ vo viditeľnej a blízkej infračervenej časti spektra); AVHRR – *Advanced Very High Resolution Radiometer* (rádiometer s vysokým rozlíšením); ASAR – *Advanced Synthetic Aperture Radar* (radar so syntetickou clonou); ASTER – *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (termálny emisný a reflexný rádiometer); AwiFS – *Advanced Wide Field Sensor* (multispektrálny senzor so širokým pásmom snímajúcim); B, G, R (*Blue, Green, Red* – oddelené časti spektra viditeľné ľudským okom – modrá, zelená červená); ETM+ – *Enhanced Thematic Mapper Plus* (progressívnejší snímač na tematické mapovanie plus); EROS – *Earth Resources Observation System* (systém na sledovanie zdrojov Zeme); HRG – *High Resolution Geometric* (vysoké geometrické rozlíšenie); HRS – *High Resolution Stereoscopic* (vysoké stereoskopické rozlíšenie); LISS-3,4 – *Linear Imaging Self-Scanning Sensor* (lineárny snímač rádiometer 3,4); MERIS – *Medium Resolution Imaging Spectrometer* (multispektrálny spektrometer so stredným rozlíšením); MIR – *Middle Infrared* (stredné infračervené spektrum); MODIS – *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (spektrorádiometer s menším rozlíšením); MSS – *Multispectral Scanner* (multispektrálny skener); MS – *Multispectral* (multispektrálny); MIX – *Multispectral mode* (multispektrálny mód); NIR – *Near Infrared* (blízke infračervené spektrum); PALSAR – *Phased Array Type L-band Synthetic Aperture Radar* (radar so syntetickou clonou – L-pásmo); PAN – *Panchromatic* (ľudským okom viditeľné spektrum); PRISM – *Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping* (zariadenie na snímajúcim v panchromatickej časti spektra pre stereoskopické mapovanie); RSI – *Remote Sensing Instrument* (zariadenie na diaľkový prieskum Zeme); SAR – *Synthetic Aperture Radar* (radar so syntetickou clonou); SWIR – *Shortwave Infrared* (blízke a stredné infračervené spektrum); TIR – *Thermal Infrared* (termálne infračervené spektrum); TM – *Thematic Mapper* (snímač na tematické mapovanie); VNIR – *Visible and Near Infrared* (viditeľné a blízke infračervené spektrum).





### 1. URBANIZOVANÉ A TECHNICKÉ AREÁLY

#### 11 Urbanizovaná zástavba

- 111 súvislá sídelná zástavba
- 112 nesúvislá sídelná zástavba

#### 12 Priemyselné, obchodné a dopravné areály

- 121 priemyselné a obchodné areály
- 122 cestná a železničná sieť a príľahlé areály
- 123 areály prístavov
- 124 areály letísk

#### 13 Areály ťažby, skládok a výstavby

- 131 ťažba
- 132 areály skládok (smetiská)
- 133 areály výstavby

#### 14 Areály sídelnej vegetácie (nepoľnohospodárskej)

- 141 areály sídelnej vegetácie
- 142 šport a rekreácia

### 2. POĽNOHOSPODÁRSKE AREÁLY

#### 21 Orná pôda

- 211 nezavlažovaná orná pôda

#### 22 Trvalé kultúry

- 221 vinice
- 222 ovocné stromy a plantáže ovocnín

#### 23 Areály tráv

- 231 trávne porasty (lúky a pasienky)

#### 24 Heterogénne poľnohospodárske areály

- 242 mozaika polí, lúk a trvalých kultúr
- 243 prevažne poľnohospodárske areály s výrazným zastúpením prirodzenej vegetácie

### 3. LESNÉ A POLOPRÍRODNÉ AREÁLY

#### 31 Lesy

- 311 listnatý les
- 312 ihličnatý les
- 313 zmiešaný les

#### 32 Kroviny alebo trávne areály

- 321 prirodzené lúky
- 322 vresoviská, slatiny a kosodrevina
- 324 prechodné lesokroviny

#### 33 Holiny s riedkou vegetáciou alebo bez vegetácie

- 331 pláže, duny, piesky
- 332 skaly
- 333 areály s riedkou vegetáciou
- 334 spáleniská

### 4. ZAMOKRENÉ AREÁLY

#### 41 vnútrozemské mokrade

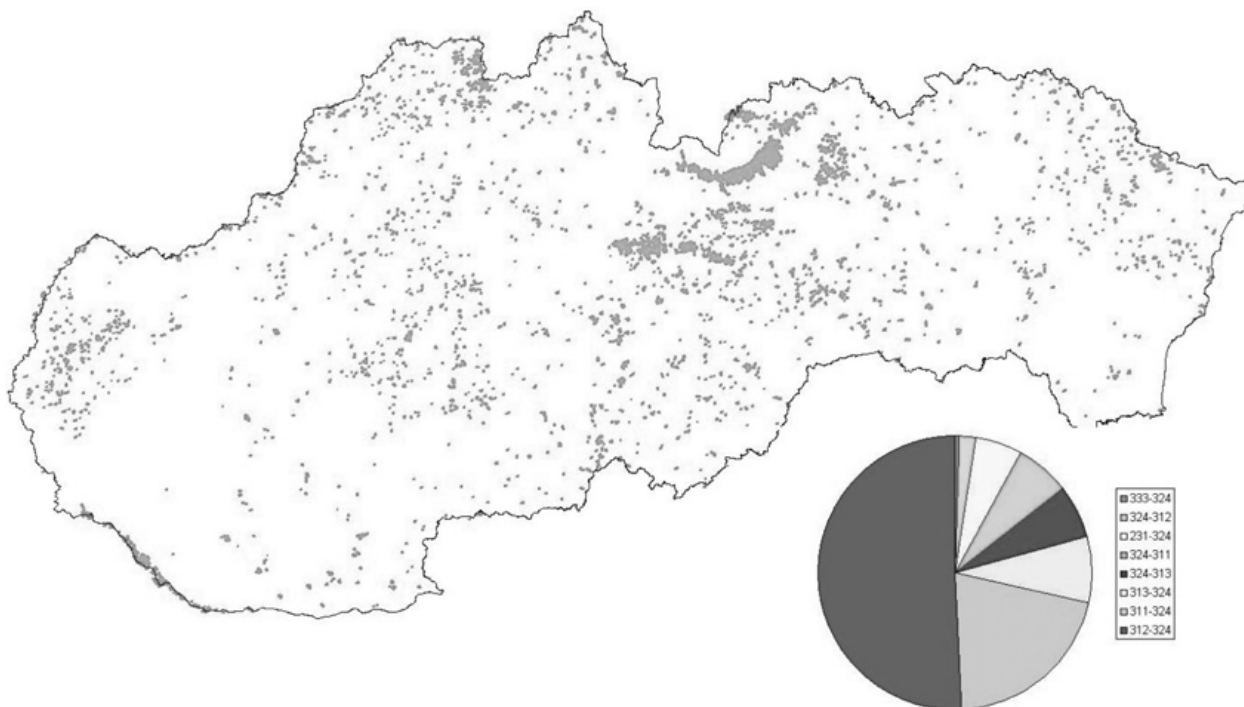
- 411 močiare
- 412 rašeliniská

### 5. VODY

#### 51 Vnútrozemské vody

- 511 vodné toky
- 512 vodné plochy

Obr. 3. Krajinná pokrývka – kódy tried krajinej pokrývky, ktoré sa vyskytujú na Slovensku, CLC2000. Zdroj: SAŽP, Banská Bystrica, 2004



Obr. 4. Výskyt najrozsiahlých zmien v lesnej krajine v období 2000 – 2006. V grafe je rozlíšené pomerné zastúpenie 8 typov zmien krajinej pokrývky (kódy tried v grafe sú vysvetlené v legende obr. 3).

povahu orbity (dráhy) a rýchlosť, akou sa pohybujú po orbite vo vzťahu k rotácii Zeme, ďalej priestorové rozlíšenie a tiež spektrálne rozlíšenie (spektrálne pásma) zaznamenananej snímky (tab. 1).

Povaha orbity a rýchlosť po nej sa pohybujúceho satelitu je synchronizovaná s rotáciou Zeme v kontexte slnečnej sústavy. Z tohto hľadiska rozlišujeme dva typy satelitov: geostacionárne a tie, ktoré sa pohybujú po polárnej orbite (obr. 1, 2).

Geostacionárne satelity majú stálu polohu vo vzťahu k príslušnej časti zemského povrchu a sú umiestnené nad rovníkom. Ich rýchlosť je synchronizovaná s rotáciou Zeme. Môžeme teda obrazne vyjadriť, že „visia“ nad záujmovou časťou zemského povrchu. Takéto satelity sa využívajú najmä na meteorologické účely a na pokrytie televíznym signálom.

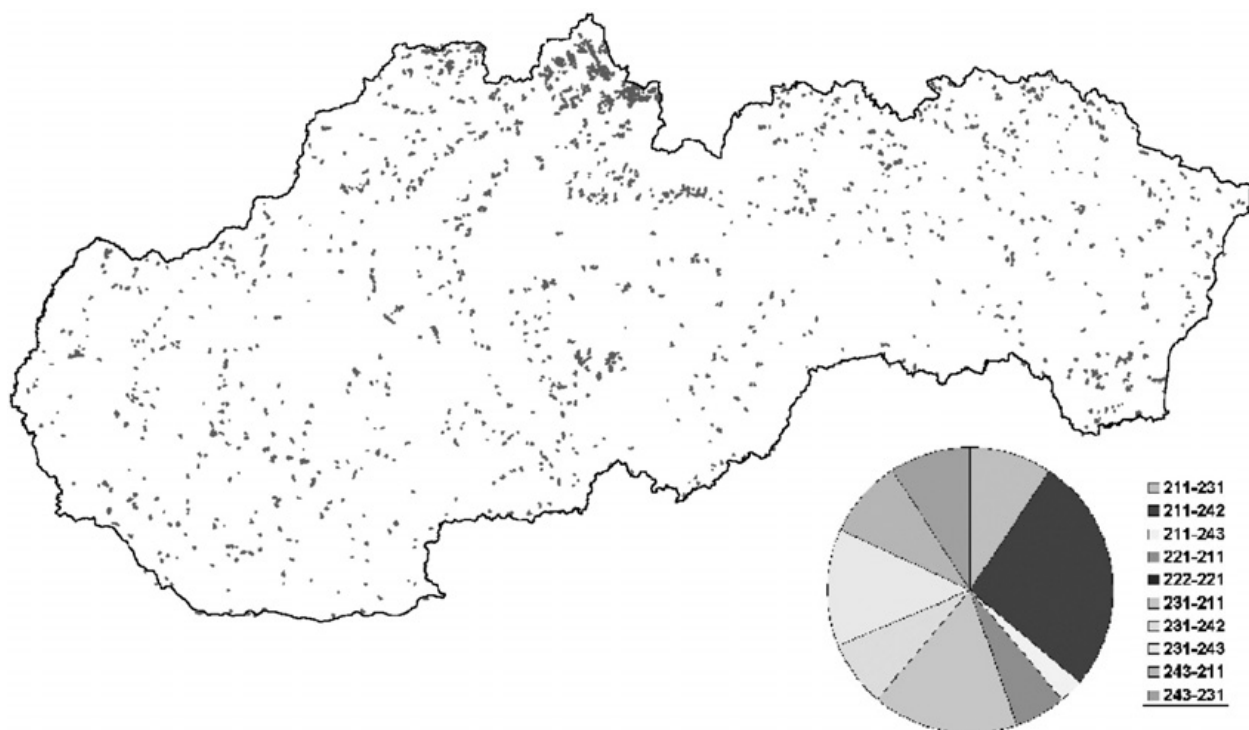
Satelity s polárnou orbitou sa pohybujú takmer po kruhových dráhach nad pólmi. Ich výška a rýchlosť sú upravené tak, aby snímali opakovane na seba nadväzujúce pásy zemského povrchu, ktoré sú osvetlené Slnkom (orbíta synchronizovaná s polohou Slnka nad snímanou časťou zemského povrchu). Pásy sú snímané po riadkoch kolmých na smer orbity. Frekvencia opakovaného snímania toho istého pásu zemského povrchu určuje temporálnu (časovú) rozlišovaciu schopnosť

satelitu, ktorá sa udáva v dňoch (napr. 16, 24-dňová a pod.). Tento parameter sa dá modifikovať aj zmenou sklonu zrkadiel snímacieho zariadenia, ktoré koncentrujú tok elektromagnetického žiarenia (EM žiarenia) prichádzajúceho na detektory zo zemského povrchu.

Na palubách satelitov sú rôzne senzory, najmä multispektrálne rádiometre (snímacie rozkladové zariadenia – skenery), termálne rádiometre a radary. Multispektrálne rádiometre zaznamenávajú odrazené a vysielané elektromagnetické žiarenie, termálne rádiometre zaznamenávajú elektromagnetické žiarenie vysielané objektmi zemského povrchu – elementárnymi ploškami, ktoré sa zobrazia na snímke ako malé štvorcíky – obrazové prvky (pixely). Merania sa robia v rámci jednotlivých kanálov senzora a v pásoch kolmých na smer letu nosiča snímacieho zariadenia.

Radar generuje vlastné žiarenie (mikrovlny dobre prenikajúce atmosférou) kolmo na smer letu satelitu, ktoré po jeho odrazení od objektov zemského povrchu zaznamenáva. Z takto prijatých signálov sa vytvára radarový obrazový záznam. Činnosť radaru nezávisí od slnečného žiarenia a zemský povrch môže snímať aj v noci a počas zamračených dní.

Informácie získané interpretáciou satelitných snímok, umožňujúce sledovanie rozsiahlych území



Obr. 5. Výskyt najrozsiahlších zmien v poľnohospodárskej krajine v období 1990 – 2000. V grafe je rozlíšené pomerne zastúpenie desiatich typov zmien krajinej pokrývky (kódy tried v grafe sú vysvetlené v legende obr. 3).

v tom istom termíne, prostredníctvom jednej fyzikálnej veličiny – EM žiarenia a opakovane, vo vhodne zvolených termínoch, konvenčnými terénnymi meraniami a mapovaním sú takmer nedosiahnuteľné. Toto sú podstatné prednosti, ktoré predurčili, aby sa stalo využívanie satelitných snímok aj neoddeliteľnou súčasťou monitorovania krajinej pokrývky a jej zmien na lokálnej, regionálnej, národnej, celoeurópskej či celosvetovej úrovni.

### Monitorovanie krajinej pokrývky na Slovensku

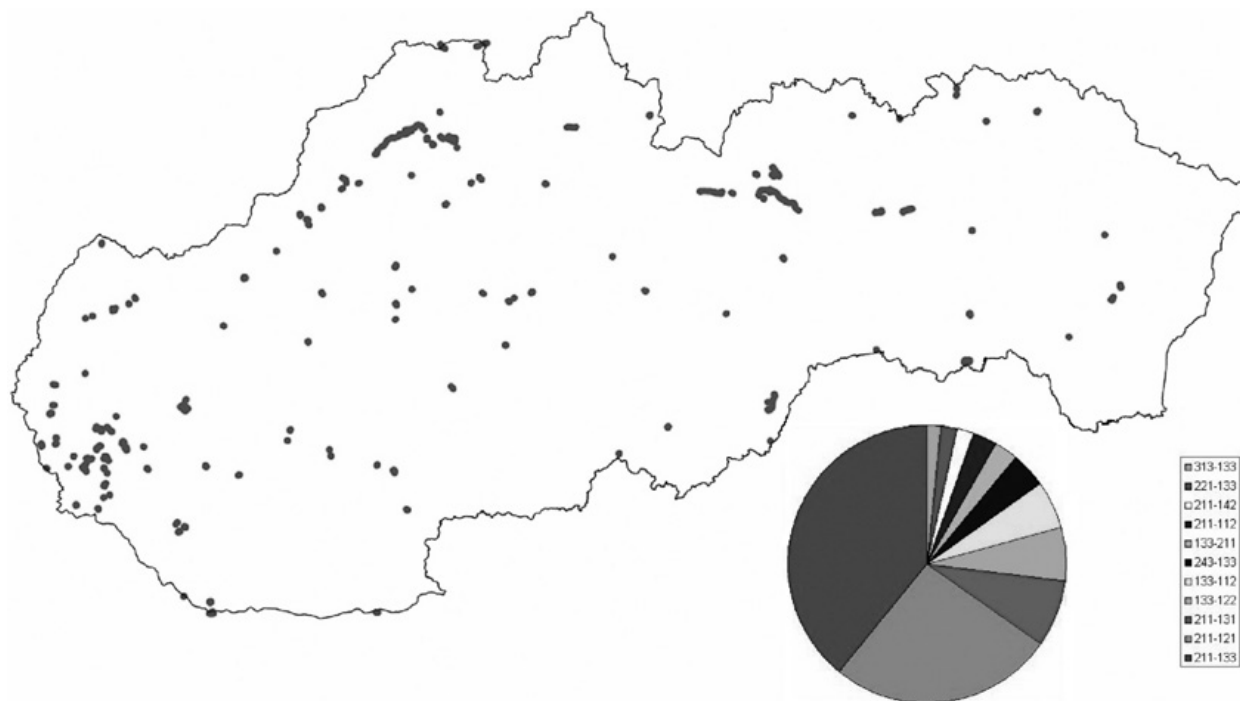
Zapojením Slovenska do riešenia projektov CLC od r. 1992 boli doteraz vytvorené tri údajové vrstvy o jeho krajinej pokrývke (o výskyte a rozlohe príslušných areálov tried krajinej pokrývky) – CLC1990 (+/- tri roky), CLC2000 (+/- jeden rok) a CLC2006 (+/- jeden rok), ktoré sú kompatibilné s ostatnými európskymi štátmi, pričom táto posledná vrstva sa stala súčasťou programu GMES. Porovnanie uvedených vrstiev umožnilo získať informácie o zmenách krajinej pokrývky Slovenska v obdobiach 1990 – 2000 a 2000 – 2006. Určujúcou podmienkou realizácie takýchto rozsiahlych projektov bola existencia údajov zo satelitov LANDSAT

MSS, LANDSAT TM, LANDSAT ETM+, SPOT a IRS, ktoré opakovane snímkovali alebo ďalej snímajú územie celej Európy, a teda aj Slovenska. Detailné informácie o údajových vrstvách CLC Slovenska možno nájsť na webových stránkach Slovenskej agentúry životného prostredia: <http://www.sazp.sk/corine> a na mapovom serveri SAŽP <http://atlas.sazp.sk>, ako aj na stránke EEA <http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice>. Krajinná pokrývka Slovenska v r. 2000 je znázornená na obr. 3.

Ukážky zmien krajinej pokrývky Slovenska budú publikované v monografii *Slovensko očami satelitov* (Feranec et al., v tlači). Z hľadiska štatistiky možno spomenúť, že za obdobie 1990 – 2000 sa na Slovensku zmenilo 2 070 km<sup>2</sup> krajinej pokrývky (4,2% rozlohy SR) a 2000 – 2006 zmeny dosiahli 769 km<sup>2</sup> (1,5% rozlohy Slovenska). Najvýraznejšie zmeny boli identifikované v lesnej krajine. V rámci nej sa zmenilo 580 km<sup>2</sup> (v období 1990 – 2000) a 506 km<sup>2</sup> (v období 2000 – 2006) lesov na prechodné lesokroviny (obr. 4), čo je dôsledok ťažby dreva a lesných kalamít, z ktorých najväčšia bola vo Vysokých Tatrách 19. – 20. 11. 2004 (Feranec et al., v tlači).

V poľnohospodárskej krajine sa v dôsledku reštitúcií a privatizácie (v období 1990 – 2000) zväčšila





Obr. 6. Výskyt najrozsiahlejších zmien v urbanizovanej krajine v období 2000 – 2006 (mapové znázornenie týchto zmien bolo pre čitateľnosť päťkrát zväčšené). V grafe je rozlíšené pomerné zastúpenie 11 typov zmien krajinej pokrývky (kódy tried v grafe sú vysvetlené v legende obr. 3).

mozaika jednoročných a trvalých kultúr o 165 km<sup>2</sup>, z toho 132 km<sup>2</sup> na úkor veľkoplošnej ornej pôdy. Identifikované najrozsiahlejšie zmeny v poľnohospodárskej krajine v uvedenom desaťročí sú znázornené na obr. 5 (Feranec et al., v tlači).

Ďalší príklad sa spája s urbanizovanou krajinou, v ktorej sa zistené zmeny v období 1990 – 2000 prejavili zväčšovaním zástavby intravilánov veľkých miest, najmä zväčšovaním priemyselných, obchodných a skladových areálov, ale aj zväčšovaním sídelnej zástavby a areálov športu a dopravy o 45 km<sup>2</sup>. Na postup urbanizácie poukazuje v šesťročnom období 2000 – 2006 rozsah zmeny ornej pôdy na areály výstavby (obr. 6) (Feranec et al., v tlači).

\*\*\*

Výsledné tematické vrstvy o krajinej pokrývke a jej zmenách, získavané napr. v rámci projektov ČLC, ale aj ďalších spomínaných projektov, sú dôležité na analýzu trendov, príčin a dôsledkov prírodných a spoločenských procesov, ktoré prebiehajú v krajine, ako aj na hodnotenie jej ekologickej stability. Takéto informácie sú obzvlášť cenné pre krajinný manažment. Zároveň sa stávajú súčasťou monitorovacieho programu GMES, čo prispieje napr. k hlbšiemu poznaniu vzniku a prognó-

zovaniu takých fenoménov vyskytujúcich sa v krajine, ako sú katastrofy (napr. povodne, lesné požiare a pod.), postup urbanizácie, odlesňovanie a pod.

#### Literatúra

- Dlouhý, J.: CORINE v ČSFR. Život. Prostr., 1992, 5, s. 236.  
 Feranec, J., Oťaheľ, J.: Krajinná pokrývka Slovenska. Bratislava : Veda, 2001, 122 s.  
 Feranec, J., Bucha, T., Csaplár, J., Hefty, J., Kaňák, K., Machková, N., Sviček, M., Vojtko, R., Scholtz, P., Nováková, M., Czöcsová, I., Raši, R., Vladovič, J., Reichwalder, P., Zeman, M., Findo, S., Jurásek, M.: Slovensko očami satelitov. Bratislava : Veda (v tlači).  
 Heymann, Y., Steenmans, Ch., Croisille, G., Bossard, M.: Corine Land Cover. Technical Guide. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 1994, 136 p.  
 Walford, N.: Geographical Data. Characteristics and Sources. Chichester : Wiley, 2001, 274 p.

**Doc. RNDr. Ján Feranec, DrSc., Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava, [feranec@savba.sk](mailto:feranec@savba.sk)**  
**Ing. Nadá Machková, Slovenská agentúra životného prostredia, Tajovského 28, 975 90 Banská Bystrica, [nada.machkova@sazp.sk](mailto:nada.machkova@sazp.sk)**