

MIROSLAV KOŽELUH

## MAPOVÁNÍ VYUŽITÍ PŮDY Z DRUŽICOVÝCH SNÍMKŮ

M. Koželuh: *Land-use Mapping by Satellite Imagery*. Sborník ČGS, 98, 3, pp. 170 - 178 (1993). - The land-use mapping method based on the interpretation of satellite imagery is described. Out of various processes applied for obtaining the information on parcelation and thematic contents of the land-use map, the visual interpretation of multispectral false colour composite (FCC) of LANDSAT TM was used. The practical applicability of this method has been verified by the construction of land-use maps on the scales 1 : 50 000 and 1 : 200 000 on the territory of Southern Moravia.

KEY WORDS: Land-use mapping - remote sensing - false colour composite.

Informace o využití půdy (ang. termín "land use") a prostorovém rozmístění jednotlivých komponent krajinného pokryvu (angl. termín "land cover") je užitečná pro řadu oborů lidské činnosti. Její fixace v mapovém díle má nevýhodu v poměrně rychlé ztrátě aktuálnosti. Obnova obsahu takové mapy klasickým postupem neskýtá v našich poměrech záruku dostatečné operativnosti, nehledě na značnou finanční náročnost.

V této situaci se nabízí využití metod dálkového průzkumu Země (dále jen DPZ) pro zhotovení, popř. obnovu obsahu map tohoto druhu. Využití metod DPZ má v této oblasti dlouhou tradici a lze říci, že zde dosáhlo největšího rozšíření vůbec, protože letecké a družicové snímky představují díky časoprostorové homogenitě dat nejúplnější a nejaktuálnější zdroje informací pro tyto účely. Vysoké úrovně bylo dosaženo při vyhodnocování aktuálního stavu využití půdy z obrazových záznamů družic pro výzkum přírodních zdrojů (LANDSAT, SPOT) včetně automatizovaných zpracovatelských postupů, založených na výpočetní technice. V literatuře se uvádí, že pomocí snímků lze zjišťovat využití půdy pětikrát rychleji, než klasickými metodami (terénním mapováním).

Při řešení problematiky mapování prostorové struktury krajiny a forem využití půdy je nutné stanovit schéma, jehož smyslem je rozčlenit krajinnou sféru do hierarchického systému, který najde svoje vyjádření v legendě mapy. Znamená to vytvořit třídící pořádek s několika klasifikačními hladinami, které odpovídají různé rozlišovací úrovni. Existuje celá řada klasifikačních systémů využití půdy, které jsou si v členění na typologické jednotky velmi podobné. Lze konstatovat, že všechny klasifikace, využívající data DPZ, v podstatě vycházejí z klasifikačního systému U.S. Geological Survey (tab. 1).

Tab. 1 - Systém klasifikace land use USGS (Anderson and others, 1)

Hladina I	Hladina II
1 Zastavěné plochy	11 obytné
	12 obchod a služby
	13 výrobní
	14 dopravní
	15 smíšené
2 Zemědělské plochy	21 orná půda a pastviny
	22 sady, zahrady, plantáže

3 Stepi	31 bylinné
	32 křovité
	33 smíšené
4 Lesy	41 listnaté
	42 jehličnaté
	43 smíšené
5 Vodní plochy	51 řeky a kanály
	52 jezera
	53 nádrže
6 Mokřiny	61 zalesněné
	62 nezalesněné
7 Pustiny	71 solné pláně
	72 písčité pláže
	73 písčiny
	74 skály a bradla
	75 doly, lomy, těžní jámy
8 Tundra	81 křovitá
	82 bylinná
9 Věčný sníh a led	91 sněžníky
	92 ledovce

Při hodnocení využití půdy a obecně při jakékoliv účelové interpretaci materiálů DPZ lze postupovat dvěma cestami v závislosti na druhu dat. V případě použití obrazových záznamů CCT na magnetické pásce je optimální zpracovávat informace DPZ v digitální formě metodami počítačové interpretace. Druhý způsob spočívá ve využití obrazové informace ve formě fotografického snímku a interpretační postupy mají vizuálně-analogový charakter. Volba varianty závisí hlavně na vybavení zpracovatelskou technikou, méně již na formě zdrojového materiálu DPZ.

Příkladem aplikace prvního přístupu (digitální data) je mapa využití zemědělské půdy okresu Komárom (Maďarsko), zpracovaná Göczánem a kol. (4) pomocí počítačové klasifikace obrazového záznamu družice LANDSAT 3. Na mapě 1:50 000 je s poměrně vysokou spolehlivostí rozlišeno 13 tříd využití půdy. Jedná se o 7 tříd zemědělských plodin, sídla, lesy, vodní plochy, louky a pastviny, vinohrady a neklasifikované plochy. S využitím druhé cesty (analogová data) byla sestavena mapa využití půdy jihozápadního Slovenska, zpracovaná na základě vizuální interpretace spektrozónálního kosmického snímku z fotografické komory KATE (nosič KOSMOS). Autoři Kvitkovič a Feranec (7) rozlišují pět základních kategorií využití půdy (urbanizovaná, zemědělská, lesní, neplodná krajina a vody), v jejichž rámci provedli podrobnější členění (4 podtypy zemědělské krajiny a 3 podtypy lesní krajiny).

Velká pozornost je věnována problematice studia využití půdy a jeho mapování na geografických a kartografických pracovištích v sousedních zemích (např. 2, 3, 6). V této souvislosti je třeba se zmínit o tom, že údaje DPZ, týkající se využití půdy a jeho změn v čase představují důležitou součást geografických informačních systémů.

### Metody zpracování, použitý materiál

V procesu mapování forem využití půdy je stěžejním úkolem přiřadit do sítě parcel nebo jinak zvoleného rozčlenění sledovaného území vlastní tematickou náplň, tj. způsob

využití dané plochy. Při řešení tohoto úkolu pomocí družicových a leteckých snímků lze s výhodou využít metody založené na interpretaci nepravě barevných syntéz (angl. termín FCC - False Colour Composite), vytvořených z multispektrálních snímků a jejich vyhodnocení z hlediska prostorového rozmístění jednotlivých forem využití půdy. Tato metoda je svým komplexním pojetím studované reality s možností sledování prostorových vazeb a vztahů blízká geografickému přístupu ke krajinné sféře a navíc představuje důsledné využití předností širokého spektrálního záběru multispektrální informace.

Jako hlavního interpretačního znaku se využívá tónu snímku v jednotlivých částech elektromagnetického spektra, který určuje výslednou barvu studovaného jevu na nepravě barevné syntéze. Syntézy jsou vytvářeny kombinací jednotlivých zonálních snímků a jim přiřazených barev optickou nebo elektronickou cestou na přístrojích, zvaných multispektrální směšovače nebo projektory. Výsledný barevný obraz je vyhodnocován vizuálně. Objekty je možné identifikovat na základě jejich barvy, pokud známe význam této barvy, tzn. pokud máme k dispozici interpretační klíč pro daný typ syntézy.

Aby takový interpretační klíč, založený na barvách, měl širší platnost, je nutné vypracovat standardní postup tvorby barevné syntézy, zajišťující reprodukovatelnost výsledků. V případě snímku z neznámého území respektování této zásady umožní na základě znalosti významu barev syntézu správně interpretovat, a v případě časové řady snímků ze stejného území usuzovat na základě změny barvy na změny a procesy, probíhající v krajině.

Standardizace postupu tvorby barevné syntézy by měla zahrnovat volbu spektrálních pásem, z nichž se syntéza sestavuje včetně volby negativní či pozitivní verze a výběr barev, přiřazených zvoleným spektrálním pásmům. V zařízení, které je k dispozici na našem pracovišti, tj. elektronický směšovač a analyzátor obrazu Multicolor Data System model 4200F japonské firmy NAC Inc. Tokio, probíhá proces tvorby barevné analýzy ve dvou etapách. V první se do čtyř obrazových pamětí přístroje zapíše vybrané zonální snímky. V této fázi se zvolí velikost zpracovávaného území (výřez ze snímku) a dále je třeba respektovat určité zásady v souvislosti s jasovým rozpětím zdrojových snímků. Po zaznamenání zonálních snímků do paměti lze přikročit k vlastnímu sestavování nepravě barevných syntéz.

Barevná syntéza se tvoří na obrazovce monitoru přiřazením tří základních barev - červené, zelené a modré - třem zonálním snímkům. Pro volbu kombinace spektrálních pásem a jim přiřazených barev neexistuje objektivní metoda výběru a proto je nutné postupovat empirickou cestou. K tomu poskytuje přístroj NAC 4200F dobré předpoklady díky své operativnosti při zpracování obrazu v interaktivním režimu s bezprostředním zobrazením výsledku operace na barevném monitoru.

Při výběru spektrálních pásem do syntézy je cílem dosáhnout na barevné syntéze maximálního počtu odstínů barevné škály, umožňující rozlišení co největšího počtu jevů. Při zaměření pozornosti pouze na určitý jev nebo objekt je důležité, aby se sledovaný fenomén na barevné syntéze co nejvíce odlišoval od okolí. Velmi užitečná je důkladná znalost spektrálních charakteristik sledovaných objektů, zejména relativní velikosti odrazu v jednotlivých spektrálních pásmech. Pokud jde o výběr barev pro jednotlivá spektrální pásma, rozhodujícím kritériem je opět požadavek maximálního barevného kontrastu a snad i estetické cítění zpracovatele barevné syntézy.

Při dodržení shora uvedených předpokladů lze konstatovat, že barvy, kterými jsou na barevné syntéze zobrazeny příslušné prvky, jsou pro daný prvek typické a na jejich základě lze daný prvek identifikovat. Této skutečnosti je využito při sestavování interpretačních klíčů, pomocí nichž lze interpretovat daný typ syntézy. Situaci poněkud komplikuje obrovské množství barevných odstínů, které se na syntézách vyskytují. Vzhledem k tomu, že počet položek interpretačního klíče je omezený, je nutné v procesu interpretace sdružovat odstíny barev do skupin, korespondujících s jednotlivými položkami klíče.

V praktickém řešení problematiky tvorby mapy využití půdy bývalého Jiho-moravského kraje bylo se zohledněním výše popsaných teoretických východisek použito různých snímkových materiálů DPZ. V původním přístupu byla zvolena varianta, ve

kteř byla informace o parcelaci a její tematické náplni čerpána ze dvou odlišných podkladových materiálů DPZ. Parcelace byla zjišťována z fotografického snímku, pořízeného upravenou měřickou komorou KATE-140 z družice KOSMOS a vyznačujícího se dobrou geometrickou kvalitou. Z černobílého panchromatického snímku byly na základě rozdílů v tónu vykresleny hranice různých forem využití půdy. Tematický obsah těchto ploch byl interpretován z nepravě barevných syntéz, sestavených z vizualizovaných obrazových záznamů skaneru MSS družice LANDSAT ze 4., 5. a 7. kanálu (Kolejka a Nováček, 5).

Syntézy byly získány ofotografováním obrazovky barevného monitoru směšovače NAC MCDS 4200F na barevné diapozitivu. V dalším kroku byly tyto syntézy pro přenos tematické informace promítány do zákresu parcel (buď diaprojektorem nebo fotografickým zvětšovacím přístrojem) při značně komplikované orientaci a ztotožňování obou materiálů v důsledku různého měřítka a především doby jejich pořízení. Následkem této časové difference nekorespondovaly v řadě případů plochy určité formy využití půdy se zákresem parcelace.

Další komplikace vyvstávaly při interpretaci stejných forem využití půdy v důsledku nehomogenity jednotlivých snímků barevných syntéz. Tato nehomogenita je především způsobena nahodilými vlivy procesu fotochemického zpracování barevných diapozitivů, které nemáme možnost ovlivnit. Bez vlivu rovněž není skutečnost, že jednotlivé snímky barevných syntéz byly pořizovány při desetinásobném zvětšení původní multispektrální scény z obrazovky přístroje NAC MCDS 4200F, tzn. že scéna byla "rozřezána" na dílčí části a každá tato část byla separovaně podrobena celému zpracovatelskému postupu (zápisu do obrazových pamětí přístroje, sestavení syntézy, barevná optimalizace, fotografování).

Snaha po odstranění negativních momentů původního postupu, které byly naznačeny v předchozích odstavcích, vedla autora k vypracování nového metodického postupu tvorby map využití půdy z družicových materiálů DPZ. Základním rozdílem, jímž se tato metoda odlišuje od původního postupu, je využití jednoho podkladového materiálu jak pro konstrukci hranic jednotlivých forem využití půdy (parcelace), tak i pro tvorbu vlastního tematického obsahu mapy, tj. aktuálních forem využití půdy. Tím odpadají problémy vyvolané nehomogenitou podkladových informací a požadavek na precizní geometrické vlastnosti parcelačního zákresu a tedy i výsledné mapy, uspokojovaný v původní metodě použitím (prakticky) fotogrammetrického snímku KATE, je beze zbytku splněn díky geometrické korekci obrazových dat LANDSAT TM, která mají pro náš účel i výhodnější rozlišovací schopnost (30 m na zemském povrchu ve srovnání s 80 m v případě dat LANDSAT MSS).

Pokud jde o konkrétní snímkový materiál, který byl k dispozici pro zpracování map využití půdy z území bývalého Jihomoravského kraje, jedná se o snímek družice LANDSAT 5, scéna č. 190/26 z 10. května 1987. Z tohoto záběru byly v italském distribučním středisku EURIMAGE zakoupeny oba horní kvadranty ve formě transparentních pozitivů 24x24 cm v měřítku 1:500 000, kvadrant I ve spektrálních pásmech TM 2, 3, 4, 5 a 7 a kvadrant II ve všech sedmi spektrálních pásmech. Vlnové rozsahy jednotlivých spektrálních pásem snímače Thematic Mapper udává tabulka (hodnoty v  $\mu\text{m}$ ):

TM1: 0,45-0,52	TM5: 1,55-1,70
TM2: 0,52-0,60	TM6: 10,4-12,5
TM3: 0,63-0,69	TM7: 2,08-2,35
TM4: 0,76-0,90	

Při výběru snímku z hlediska data snímání byl kromě samozřejmého předpokladu bezoblačné povětrnostní situace zohledněn požadavek na získání dat z plně vegetační sezóny zemědělských kultur.

Příprava snímkového materiálu do formy vhodné pro další zpracování mapy využití půdy je volena tak, aby byly eliminovány nedostatky původní metody. Problematický přenos tematické informace do sítě parcel, komplikovaný rozdílným měřítkem a geometrickými vadami fotografií syntéz (deformace dané nerovinnou obrazovkou a rozbití obrazu do televizních řádků), uskutečňovaný pomocí projektoru, je nahrazen přímým zákresem výsledků vizuální interpretace využití půdy z barevné syntézy, zhotovené v měřítku a projekci budoucí mapy. Z toho plyne, že na nepravě barevnou syntézu jsou kladeny poměrně vysoké nároky v oblasti geometrického zkresení i kvality barevného podání v celé ploše zpracovávaného území.

Vlastní technická realizace barevné syntézy se uskutečnila ve Středisku dálkového průzkumu Země Geodetického a kartografického podniku Praha (dnes Zeměměřičský ústav) na zařízení "RECTIMAT C". Originální černobílé snímky zvolených spektrálních pásem scény TM byly postupně exponovány v požadovaném měřítku přes příslušné barevné filtry na inverzní fotografický barevný materiál CIBA, vyznačující se (kromě vysoké ceny) věrným podáním barev a jejich stálostí v čase.

Pokud jde o sestavovací vzorec barevné syntézy, nebylo možné s ohledem na odlišný multispektrální materiál použít původní kombinaci kanálů a barev. Na základě porovnání spektrálních rozsahů snímačů MSS a TM by se barevnému výrazu původní syntézy nejvíce přiblížila kombinace kanálů TM2, 3 a 4. Experimenty na směšovači NAC 4200F bylo ověřeno, že kanál TM2 lze s úspěchem nahradit kanálem TM5, který přinese do výsledné syntézy výraznější znázornění sídel při zachování původního barevného vyjádření ostatních objektů.

Syntéza byla podle zadaného vzorce vyhotovena najednou z celého požadovaného území (bez rozčlenění do výřezů), čímž je zaručeno jednotné podání barevných tónů v celé ploše syntézy. Geometrická kvalita syntézy je dána (kromě užití geometricky korigovaných zdrojových dat) použitým zařízením s optikou, vyhovující z hlediska zkresení pro fotogrammetrické práce.



Obr. 1 - Ukázka zákresu hranic parcel.

## Tvorba mapy

V první etapě tvorby mapy využití půdy v měřítku 1:50 000 z území ležícího SZ od Brna byly ze syntézy vyneseny na transparentní fólii hranice jednotlivých forem využití ploch (systém parcel), a to nejen na zemědělských pozemcích, ale i v lesích. Vodítkem při vykreslování hranic byly změny barev jednotlivých objektů a dále všechny liniové prvky na syntéze pozorovatelné včetně říční sítě a obrysů vodních ploch. Při této činnosti nebylo použito žádných dalších podpůrných informací nedistančního původu, takže parcelace zachycuje reálný stav plošné struktury krajiny k datu snímání. Porovnání parcelačního zákresu s mapou v ní odhaluje řadu nepřesností, zejména v zobrazení půdorysu lesních ploch a ještě více sídel, jakož i v průběhu komunikací a břehové čáry vodních ploch. Na druhé straně se potvrzuje všeobecně známá skutečnost o poměrně přesném zobrazení říční sítě v našich mapách. Ne všechny chyby lze přičíst na vrub generalizačního procesu při tvorbě mapy.

Kromě uvedených informací pro opravu a zpřesnění map poskytuje zákres parcel kvalitativně novou informaci, v běžných mapách neobsaženou. Jde především o možnost stanovení průběhu hranic druhové skladby lesa uvnitř lesních celků a rozdělení zemědělské půdy na jednotně obhospodařované plochy - hony (obr. 1).

Po zhotovení zákresu parcel, což je poměrně pracná a časově nejnáročnější etapa tvorby mapy využití půdy popisovanou metodou, byla v následujícím kroku vyplněna síť parcel tematickou informací o využití půdy, získanou vizuální interpretací barevné syntézy. Množství navzájem se lišících forem využití půdy, které lze ze syntézy interpretovat, závisí prostřednictvím měřítka na rozlišovací schopnosti syntézy a určuje rozsah legendy mapy využití půdy. V měřítku 1:50 000 byly interpretovány a do mapy využití půdy zahrnuty tyto položky: vodní plochy, lesy jehličnaté, lesy smíšené, lesy listnaté, sídla, zemědělská půda s vegetací a zemědělská půda bez vegetace. Barvy, kterými jsou jednotlivé formy využití půdy v mapě zakresleny, vycházejí z doporučení WLUS (The World Land Use Survey) z roku 1949.

Vodní plochy jsou na syntéze zobrazeny sytě červenou barvou, stejně jako jehličnaté lesy. Při jejich interpretaci bylo nutno vzít v úvahu další interpretační znak vedle barvy, a sice strukturu. Díky naprosto homogenní struktuře lze odlišit vodní plochy od jehličnatého lesa. Třídou les bylo možno z hlediska dřevinné skladby rozdělit na tři základní formy - lesy jehličnaté, listnaté a smíšené. Navíc se na lesní půdě daly rozlišit plochy, devastované v důsledku těžby dřeva holosečí.

Zobrazení sídel na syntéze závisí na jejich charakteru. Sídla městského typu s vysokým podílem anorganických povrchů (střechy, budovy, komunikace) lze interpretovat bez potíží. Protiv tomu venkovská sídla s vysokým podílem zeleně nevytvářejí dostatečný kontrast vůči svému okolí, což může znesnadnit jejich identifikaci.

Zemědělská půda se na syntéze projevuje v celé škále barevných odstínů v závislosti na poměru zelené a nezelené složky aktivního povrchu, tzn. na pokrytí půdy vegetací. Do legendy mapy byly zahrnuty pouze dvě krajní polohy - zemědělská půda s vegetací a bez vegetace - a přechodné případy byly začleňovány do jedné nebo druhé třídy podle podílu vegetace a holé půdy.

Nedílnou součástí klasických map využití půdy bývají v rámci zemědělsky využívaných ploch vyčleněny třídy trvalých travních porostů, ovocných sadů, chmelnic a vinic. Tyto formy využití půdy nelze z družicových snímkových materiálů daného měřítka identifikovat, protože svým spektrálním projevem splývají s jinými objekty (trvalé travní porosty se zemědělskou půdou pokrytou vegetací, sady a vinice v závislosti na termínu snímkování buď s holou půdou nebo i s listnatým lesem). Z tohoto důvodu bylo v legendě mapy poněkud neobvykle použito dělení zemědělské půdy na dvě podtřídy (s vegetací a bez vegetace).

Mapa byla konstruována výhradně na základě interpretace družicového snímku, bez jakékoliv další podpůrné informace. Tematická náplň mapy spolu s parcelami byla zakreslena do podkladu Základní mapa ČSSR měř. 1:50 000, list 24-32 Brno (obr. 2).

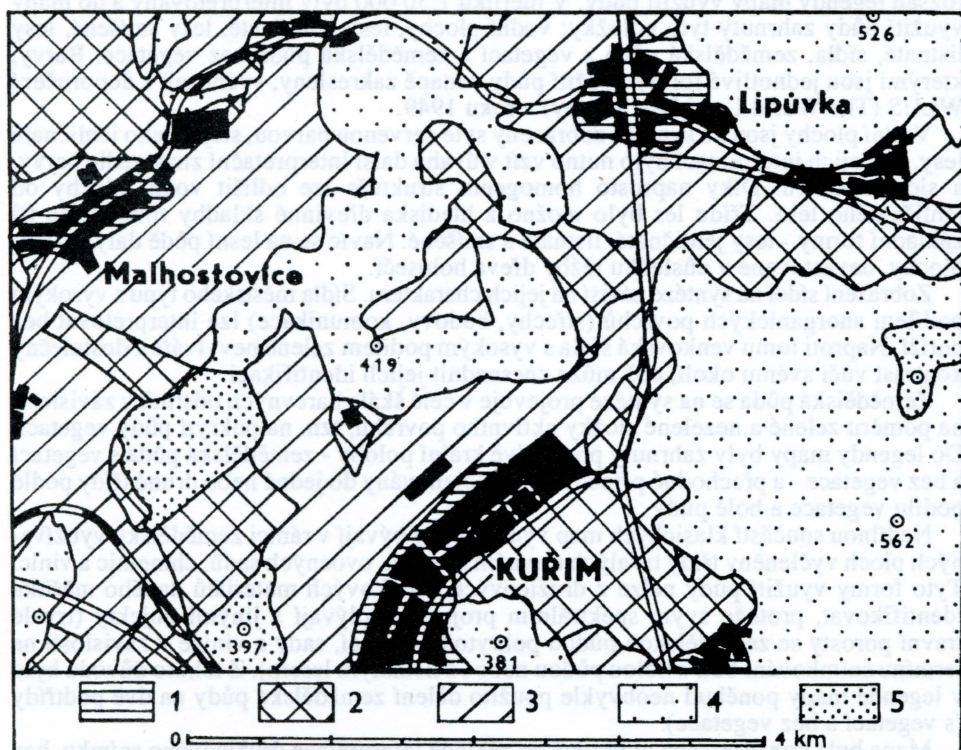


V zásadě zcela shodným technologickým postupem byla sestavena mapa využití půdy bývalého Jihomoravského kraje v měřítku 1:200 000. Jiné měřítko přineslo určité odlišnosti v legendě mapy. Dokonalé odlišení tří základních skupin lesních porostů - les jehličnatý, listnatý a smíšený - se v tomto měřítku na daném typu syntézy ukázalo jako nespolehlivé a subjektivní. Jak již bylo řečeno, informace o druhové skladbě lesa není k dispozici v žádné mapě těchto měřítek, takže nelze ověřit hodnověrnost interpretace (pouze pochůzkou v terénu). S jistotou bylo možné ze syntézy interpretovat pouze čistě jehličnaté porosty a zbývající plochy lesa byly zahrnuty do třídy smíšený a listnatý les. V tomto měřítku byly jako holá půda interpretovány také různé devastované plochy bez vegetace (povrchové doly, hliníky apod.).

## Závěr

Mapy využití půdy poskytují cenné informace o aktuálním stavu krajinné sféry. Nacházejí uplatnění zejména v územně rozhodovacím procesu a činnosti správních orgánů. Rovněž jsou jedním ze základních datových souborů geografických informačních systémů. Jejich sestavování a obnova s využitím materiálů dálkového průzkumu Země se jeví být efektivní z finančního i časového hlediska.

Popsaná metoda tvorby map využití půdy vizuální interpretací barevných syntéz se ukázala být vhodnou tam, kde není k dispozici přístrojové vybavení pro digitální zpracování obrazové informace. Je založena na lidském faktoru a plně využívá zkušeností interpretátora barevných syntéz. Při použití snímkových materiálů LANDSAT TM poskytla přijatelné výsledky v rozsahu měřítek 1:50 000 až 1:200 000. Její aplikace



Obr. 2 - Výřez mapy využití ploch 1 : 50 000. 1 - sídla, 2 - zemědělská půda s vegetací, 3 - zemědělská půda bez vegetace, 4 - jehličnatý les, 5 - smíšený les.

na jiné snímkové materiály (např. letecké multispektrální snímky) a jiná měřítka je ve stadiu ověřování. Nadějně výsledky byly získány kombinací detailního zákresu parcelace z leteckého snímku 1:25 000 (např. v rámci katastru obce nebo zemědělského závodu) a tematické náplně využití ploch z barevné syntézy LANDSAT TM, neboť ta má proti leteckým multispektrálním snímkům, které jsou u nás běžně dostupné, mnohem širší spektrální záběr a tedy i větší rozlišitelnost různých objektů. Tak byla experimentálně identifikována řada druhů zemědělských kultur.

V případě, že budou při konstrukci map využití půdy touto metodou použity kromě snímků i další (nesnímkové) podpůrné informace, bude možné legendu mapy rozšířit o další kategorie (trvalé travní porosty, sady, chmelnice, vinice, rekreační areály atd.). Tak se tyto mapy plně vyrovnají, pokud jde o legendu, klasickým mapám land use. Tímto způsobem byla sestavena mapa A1 Využití půdy celého Československa v měřítku 1:1 000 000 pro Atlas životního prostředí a zdraví obyvatelstva ČSFR.

#### Literatura:

1. ANDERSON, J.R., HARDY, E.E., ROACH, J.T., WITMER, R.E.: A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. U.S. Geological Survey Professional Paper, vol. 964, 1976, p.28.
2. BARANOWSKA, T., CIOLKOSZ, A.: Über die Anwendung von Satelliten Aufnahmen in der thematischen Kartographie. *Peterm. Geogr. Mitt.*, 127,3 (1983), 205-211.
3. BARSCH, B., WIRTH, H.: Metodische Untersuchungen zur Auswertung multispektraler Fernerkundungsdaten für Flächennutzungskartierung in der DDR. *Peterm. Geogr. Mitt.*, 127,3 (1983), 191-202.
4. GÖCZAN, L. and others: A távérzékelés alkalmazása a természeti környezet értékelésében és túreléhasznításban Komárom megye területén. *Földrajzi közlemények* 33,1, (1985), 1-19.
5. KOLEJKA, J., NOVÁČEK, V.: Metodika sestavení mapy využití půdy Jihomoravského kraje na bázi kosmických snímků. Dálkový průzkum Země. Sborník prací vydaný při příležitosti porady řešitelů 24.-25. února 1988 v JZD Mír Břežůvky, 1988, pp. 381-393.
6. KRÖNERT, R., HENGELHAUPT, U., SCHMIDT, I., SCHUBER, L.: Geographischkartographische Analyse der Flächennutzung nach multispektral Luftbildern und Satellitenaufnahmen. *Peterm. Geogr. Mitt.*, 127,3 (1983), 181-190.
7. KVITKOVIC, J., FERANEC, J.: Karta ispolzovanija landšafta, sostavlenaja s primenenijem kosmičeskich snimkov - sredstvo dajuščee aktualnuju kartinu ob jeho ispolzovaniji. Opredelenije sostojanija okružajuščej sredy metodami distancionnogo zondirovanija Zemli. Sbornik rabot po teme 8.4. programmy Interkosmos, 1986, pp. 124-129.

#### Summary

#### LAND-USE MAPPING BY SATELLITE IMAGERY

The information on spatial distribution of individual land-use forms is useful for many branches of human activity. Its fixation in a map is disadvantageous because of relatively quick loss of its topical character. That is why the use of remote sensing methods is very efficient for compilation or modernization of the content of such maps.

Two approaches may be applied in processing of remote sensing material depending on the sort of data. In case of using the computer compactible tapes (CCT) it is optimum to process the remote sensing information in digital form by the methods of computer interpretation. The other way consists in using the image information in the form of a photograph and the interpretation methods are then of visual-analogous character.

A simple and low-cost method of land-use maps compilation is presented in the paper. The method is based on visual interpretation of satellite imagery. In the process of land-use mapping the main task is to incorporate the proper thematic content, i.e. the contemporary land-use information, into the framework of boundaries of individual forms of land utilization (into the network of plots). The information on the system of plots and thematic content of plots is in this method obtained by interpretation of false colour composites (FCC), created from visualised multispectral imagery LANDSAT Thematic Mapper.

The legend of this map is based on the U.S. Geological Survey Classification System (Tab. 1), currently used round the world.

The tone of image in individual parts of the electromagnetic spectrum, determining the resulting colour of the examined phenomenon on the FCC, is used as the main interpretation symbol. In case of standardized FCC it is possible to identify objects on the basis of their colour.



The standardization of FCC includes the choice of spectral bands of which the FCC is made and that of colours added to chosen spectral bands. Tests of optimum combination of spectral bands and colours were made by using the electronic image analyzer the NAC Multicolor Data System 4200F. This device provides good precondition for it thanks to its high operability of processing an image in an interactive mode. For land-use map compilation the combination of the LANDSAT TM3, TM4 and TM5 spectral bands was chosen.

As an essential material for land-use map compilation, the FCC must meet some criteria from the point of view of geometric accuracy and colour quality on the whole image. With respect to the geometric adaptation of LANDSAT TM data and to the used technology of FCC creation with help of the photogrammetric device RECTIMAT C (Carl Zeiss Jena) it is possible to transfer interpretation results of both system of plots (Fig. 1) and land-use forms directly to a regular map without any partial operation.

The practical applicability of the method described was verified by the construction of land-use maps on the scales of 1 : 50 000 (Fig. 2) and 1 : 200 000 from the territory of Southern Moravia. The following basic land-use categories were distinguished: settlements and urban areas, agricultural areas, forests, water areas and devastated areas and barren land. In the next step these categories were further examined in a more detailed way, especially on the scale of 1 : 50 000 (deciduous, mixed and coniferous forests, agricultural land with and without vegetation, etc.). All maps were compiled exclusively on the base of remote sensing data only, without any use of non-remotely sensed information.

Fig. 1 - Sample of the plots boundaries (drawn by ing. Ficová).

Fig. 2 - Section of the land-use map (scale 1:50 000). Legend: 1 - settlements, 2 - agricultural land with vegetation, 3 - agricultural land without vegetation, 4 - coniferous forests, 5 - mixed forests (drawn by ing. Ficová).

#### Poznámka lektora:

Příspěvek pojednává o standardní a zcela běžné proceduře interpretace analogových družicových dat pro land use pomocí barevné syntézy. Ne zcela běžné jsou některé postupy v článku popsané, které však autor byl nucen vykonat vzhledem k nedostatkům použité zpracovatelské techniky. Souhlasím s autorem v závěru článku, že tam, kde není vhodné přístrojové vybavení, je vizuální interpretace barevných syntéz velmi dobře použitelná. Nicméně bych rád zdůraznil, že vhodný software pro mnohem přesnější digitální zpracování obrazu, běžný již i v našich podmínkách, je dostupný již od cenové hladiny 15 000,- Kč.

(Pracoviště autora: Ústav geoniky AV ČR, pobočka Brno, Veslařská 195, 603 00 Brno.)

Došlo do redakce 16.11.1992

Lektoroval Pavel Doubrava