

Možnosti využití databáze pro uložení ortofotosnímků

Luboš Bělka¹

¹ Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad,
518 16, Dobruška, Česká republika
lubos.belka@vghur.army.cz

Abstrakt. Rastrový model je jedním z možných reprezentací prostorových dat v GIS. Data jsou prezentována ve formě souřadnicově lokalizované matice základních elementů obrazu (pixelů). Nejpoužívanějšími rastrovými daty jsou patrně ortogonalizované letecké měřické snímky (LMS) zpracované do podoby bezešvé mozaiky ve smyslu geometrické i radiometrické homogenity. Z důvodu velkého objemu těchto dat není možné mít rozsáhlá území v podobě jednoho souboru, ale je nutné vytvořit systém členění na jednotlivé segmenty (soubory). Tento způsob pak klade nároky na pečlivou organizaci a správu těchto segmentů včetně evidence metadat (doplňkových informací o segmentech). Pro snadnější administraci i přístup k těmto datům se nabízí určitá řešení spojená s databázovým uložením.

Klíčová slova: rastr, databáze.

Abstract. Raster is one of possible representations of spatial data in GIS. This data is represented by a georeferenced regular matrix comprising of picture elements (pixels). Aerial orthophotos may be the most popular raster data. These orthophotos are usually merged into geometrically and radiometrically seamless mosaic. However, huge volume of this kind of data causes necessity of division into smaller segments. The system of segments requires careful management including metadata registration. The paper discusses some possibilities of this administration based on a database storage.

Keywords: raster, database.

1 Úvod

Rastrový model je jedním z možných reprezentací prostorových dat v GIS. Data jsou prezentována ve formě souřadnicově lokalizované matice základních elementů (pixelů). Nejpoužívanějšími rastrovými daty jsou patrně ortogonalizované letecké měřické snímky (LMS) zpracované do podoby bezešvé mozaiky ve smyslu geometrické i radiometrické homogenity. Z důvodu velkého objemu těchto dat není možné mít rozsáhlá území v podobě jednoho souboru, ale je nutné vytvořit systém členění na jednotlivé segmenty (soubory). Tento způsob pak klade nároky na pečlivou organizaci a správu těchto segmentů včetně evidence metadat (doplňkových informací o segmentech). Pro snadnější administraci i přístup k těmto datům se nabízí určitá řešení spojená s databázovým uložením.

Cílem tohoto článku je popis možností uložení velkého množství rastrových dat pro jejich následné efektivní využívání. Rastrovými daty jsou v tomto případě bezešvé mozaiky ortogonalizovaných leteckých měřických snímků, které mají vícenásobné využití (aktualizace vektorových databází, ortofotomapy, prostorové modely atd.) a je tedy nutné jejich správné i efektivní uložení.

2 Bezešvá mozaika ortogonalizovaných leteckých měřických snímků

Od roku 2003 probíhá státní celoplošné barevné snímkování České republiky realizované ve spolupráci resortů Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK), Ministerstva obrany (MO ČR) a Ministerstva zemědělství (Mze ČR) České republiky. První cyklus byl dokončen v roce 2005. Od roku 2006 probíhá druhý cyklus snímkování, který bude dokončen do konce roku 2008 a území celé České republiky (dále jen ČR) tak bude barevnými ortofotosnímky pokryto již podruhé.

Snímkování a aktualizace databází ortofotosnímků se provádí ve tříletých cyklech, kdy pro tento účel byla ČR rozdělena na tři přibližně stejná pásma (východ, střed a západ), a kdy každý rok je zpracováno jedno pásmo, přičemž se postupuje od východu na západ. Vlastní snímkování v měřítku 1 : 23 000 je prováděno dodavatelsky (firmami Argus Geo Systém, s.r.o. Hradec Králové, Geodis, a.s. Brno, případně firmou Georeal, s.r.o. Plzeň), vybranými na základě výběrového řízení. Zpracování do podoby ortofotosnímků probíhá ve spolupráci Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu Dobruška (VGHMÚř) a Zeměměřického úřadu Praha

(ZÚ). Primární negativy LMS jsou na základě dohody uloženy v archivu VGHMÚř, výsledné ortofotosnímky jsou uloženy u správců datovýchází výše uvedených resortů.

Výsledkem procesu zpracování snímků je bežešvé barevné ortofoto území ČR v rozlišení 0,5 m, primárně oběma resorty vyrobené a organizované v souřadnicovém referenčním systému JTSK v kladu jednotek po mapových listech Státní mapy 1 : 5 000 (SM5). Termín „bežešvé“ vyjadřuje vytvoření mozaiky z jednotlivých ortogonalizovaných snímků, přičemž dochází k barevnému vyrovnání na přechodech mezi snímky tak, aby celé dílo bylo barevně homogenní a působilo esteticky co nejlépe. Sekundárně jsou v případě VGHMÚř ortofota pro potřeby aktualizace DMÚ 25 i pro produkci dalších armádních mapových produktů na nich založených transformována do souřadnicového referenčního systému WGS84 kartografického zobrazení UTM (dále označováno "WGS84/UTM") a uspořádána do podoby dlaždic (segmentů) o rozměru 5 x 5 km. Tento produkt byl pojmenován „Bežešvá mozaika barevných ortogonalizovaných leteckých měřických snímků“ (ozn. BMOLMS 50B) a byl zaveden systém pojmenování jednotlivých dlaždic.

Každý soubor pokrývající území 5 x 5 km je označen jménem, které vyjadřuje velikost zobrazeného území v rámci BMOLMS 50B a polohu segmentu. Jméno segmentu je voleno tak, aby umožňovalo jednoznačně adresovat segmenty v oblasti celé České republiky. Systém značení byl vytvořen nejen pro tento produkt, ale je univerzálním způsobem pojmenování rastrových produktů v Armádě České republiky.

Jméno souboru je vytvořeno následujícím způsobem:

kzzxxxhyyy.tif

kde

k kód BMOLMS (velikost zobrazeného území), v našem případě kód 5 reprezentuje velikost území 5 x 5 km

zz označení 6° zóny zobrazení UTM, v našem případě 33

xxxx kód pro souřadnici N v systému WGS84/UTM vztaženou k levému dolnímu rohu segmentu,

h kód pro hemisféru, w pro segmenty na severní polokouli, x pro jižní,

yyy kód pro souřadnici E v systému WGS84/UTM vztaženou k levému dolnímu rohu segmentu.

Kód pro souřadnici N, resp. E levého dolního rohu segmentu je vytvořen tak, že se rovinná pravoúhlá souřadnice rohu v metrech vydělí skutečnou velikostí strany segmentu v metrech (v našem případě pro BMOLMS 50B číslem 5 000). Má-li výsledek kódu souřadnice x méně než čtyři znaky a výsledek kódu souřadnice y méně než tři znaky, doplní se zleva nulami.

Například pro segment BMOLMS 50B ve 33. zóně se souřadnicemi levého dolního rohu $N = 5\,465\,000$ m, $E = 435\,000$ m platí $5\,465\,000 / 5\,000 = 1093$ a $435\,000 / 5\,000 = 87$, jméno souboru pak bude 5331093w087.tif.

Území České republiky pokrývá 3383 segmentů BMOLMS 50B. Takto velký počet jednotlivých dlaždic klade nároky na jejich správu, organizaci a ukládání. Velikost jedné dlaždice o rozměru 10 000 x 10 000 pixelů se objemově rovná cca 300 MB dat tzn. celé pokrytí České republiky ve výsledku představuje 1 TB dat.

3 Možnosti uložení segmentů BMOLMS

Základní otázka zní - má smysl ukládat rastrová data resp. mozaiky ortogonálních LMS do databází, nebo je nechat v systému souborů a následně vytvořit způsob orientace v tomto uspořádání pomocí přehledových schémat?

3.1 Souborový systém

Souborový systém je způsob uložení dat v určité předem definované struktuře souborů a adresářů. Ortofotosnímky v tomto pojetí reprezentuje soubor nebo více souborů rastrového typu dat. K nejčastěji používaným rastrovým formátům v geoinformatické patří nekomprimované formáty TIFF resp. GeoTIFF a formáty komprimované JPEG, MrSID nebo JPEG2000.

Výhody:

- snadná aktualizace dat
- data jsou v původním formátu - nedochází nutně ke konverzi do jiného formátu
- možnosti (i když omezené) přidělení přístupových práv do úrovně jednotlivých souborů.

Nevýhody:

- pomalejší doba odezvy při poskytování rastrových dat - při poskytování dat dochází k přenosu celých souborů
- často obtížná orientace v systému značení jednotlivých souborů

- komplikovaný přístup k datům
- nemožnost ovládní transportu dat mezi poskytovatelem a uživatelem
- nelze škálovat architekturu.

V případě BMOLMS 50B celou republiku pokrývá 3383 segmentů s výše popsaným systémem jejich pojmenování. V případě uložení souborovým způsobem se nabízí umístění těchto souborů do jednoho adresáře (1 tříletý cyklus = 1 adresář). V tomto případě ovšem je nutno řešit následující problémy:

- kam tyto soubory uložit, aby byly přístupné uživatelům
- jak umožnit uživatelům rychlou orientaci v systému pojmenování
- zpřístupnění popisných informací o ortofotosnímcích (metadat).

Co se týče uložení jednotlivých souborů, vhodným řešením se nabízí použití datového úložiště typu diskového pole. Na toto pole by byly uloženy soubory do předem definované adresářové struktury (1 tříletý cyklus = 1 adresář), čímž by bylo zajištěno shromáždění všech souborů na jednom místě. Diskové pole může sloužit jako souborový server, který má na starosti přístup k datům a zabezpečuje zápis a čtení souborů podle přístupových práv jednotlivých uživatelů.

Jedním z možných řešení orientace v systému pojmenování souborů je použití popř. vytvoření nástroje (aplikace) sloužícího k vyhledání a následně k vizualizaci požadovaných dat určených buď prostorovým nebo atributovým dotazem.

Příkladem použití aplikační nadstavby, v současné době asi nejvyužívanějším, je řešení od firmy ESRI, Inc. ArcGIS se svými komponenty, které jsou popsány dále.

Raster Catalog

Příkladem takové aplikace je řešení od firmy ESRI, Inc. v podobě nástroje Raster Catalog. Jedná se o součást geodatabáze, přičemž je možné definovat 2 typy raster katalogu: řízený a neřízený (managed resp. unmanaged). V prvním případě jsou rastrové soubory při jeho vytváření načítány do databáze, nevýhodou je zdvojnásobení objemu dat. Druhý typ zachovává původní soubory uložené v adresářové struktuře a zaznamenává pouze cestu k těmto souborům. Proces druhého typu řešení, který je v současné době používán ve VGHMÚř, při použití Raster Catalog je následující:

- vytvoření Raster Catalog neřízeného typu v geodatabázi
- definice atributů, předem je možno rozmyslet množství atributů tak, aby co nejlépe vystihovaly rastrové soubory
- načtení dat (rastrů), přičemž platí, že jeden načtený soubor = 1 řádek v atributové tabulce
- vyplnění atributových polí – každému řádku a atributu je následně přiřazena hodnota atributu, je možno použít hromadný výběr a hromadný zápis hodnot atributů, k čemuž se používá editační mód v prostředí ArcMap
- využití Raster Catalog – vizualizace rastrů v ArcMap.

Tento způsob správy velkého množství rastrových dat byl v praxi vyzkoušen. Vytvořen byl Raster Catalog neřízeného typu, platí 1 verze dat = 1 raster katalog. Byla zvolena následující sestava atributů, která je svým způsobem zdrojem metadat o původních datech (Obr.1), kde:

- název – vyplývá z výše uvedeného systému značení
- velikost pixelu – velikost pixelu tohoto produktu je vždy 0,5 m
- verze – 1 verzi se rozumí tříletý cyklus, při kterém je pokryto celé území ČR (doposud byly vytvořeny 2 verze (2003 až 2005, 2006 až 2008))
- rok pořízení – v rámci 1 verze figurují 3 roky pořízení (N, N+1, N+2)
- hraniční – vzhledem k tomu, že data jsou primárně kompletována po SM 50 v systému JTSK a teprve potom transformována do souřadnicového referenčního systému WGS84/UTM a kompletována do dlaždic 5 x 5 km dochází k tomu, že některé tyto dlaždice jsou pokryty snímky ze dvou ročníků snímkování, v takovémto případě jsou označeny (např. 2003-2004 atd.), pokud se nejedná o hraniční dlaždici, atribut nabývá hodnoty 0
- umístění rastru – absolutní cesta k danému rastru zaznamenávající umístění rastru v adresářové struktuře.

Name	OBJECTID	rozliseni	verze	rok	hranici
5331088w115.tif	1407	0.5	1	2004	0
5331088w116.tif	1408	0.5	1	2004	0
5331088w117.tif	1409	0.5	1	2004	0
5331088w118.tif	1410	0.5	1	2003	1
5331088w119.tif	1411	0.5	1	2003	0
5331088w120.tif	1412	0.5	1	2003	0
5331088w121.tif	1413	0.5	1	2003	0
5331088w122.tif	1414	0.5	1	2003	0
5331088w123.tif	1415	0.5	1	2003	0
5331088w124.tif	1416	0.5	1	2003	0
5331088w125.tif	1417	0.5	1	2003	0
5331088w126.tif	1418	0.5	1	2003	0
5331088w127.tif	1419	0.5	1	2003	0
5331088w128.tif	1420	0.5	1	2003	0
5331088w129.tif	1421	0.5	1	2003	0
5331088w130.tif	1422	0.5	1	2003	0
5331088w131.tif	1423	0.5	1	2003	0
5331088w132.tif	1424	0.5	1	2003	0
5331088w133.tif	1425	0.5	1	2003	0
5331088w134.tif	1426	0.5	1	2003	0
5331088w135.tif	1427	0.5	1	2003	0
5331088w136.tif	1428	0.5	1	2003	0
5331089w104.tif	1429	0.5	1	2004	0
5331089w105.tif	1430	0.5	1	2004	0
5331089w106.tif	1431	0.5	1	2004	0

Obr.1. Atributy pro dlaždice v Raster Catalogu

Výhody:

- jednoduché vytvoření
- vytvořený Raster Catalog lze poskytnout ostatním uživatelům (při unmanaged je nutné, aby uživatel měl přístup k původním datům – pomocí stejně nastavené cesty)
- Raster Catalog poskytuje přehledku dostupných dat a zároveň lze s jeho pomocí načítat v aplikaci ArcMap původní data a dále je využívat
- zachování původních dlaždic – nedochází ke ztrátě popisných informací o jednotlivých dlaždicích celé bezešvé mozaiky
- na základě hodnot atributů lze provádět atributové dotazy spojené s lokalizací požadovaných dlaždic (např. vyber všechny dlaždice, které byly vytvořeny v roce 2005, apod.)
- lze provádět prostorové dotazy s využitím dalších vektorových dat (např. vyber všechny dlaždice, které pokrývají daný kraj, nomenklaturu, apod.).

Nevýhody:

- jedná se o komerční aplikaci
- přístupná pouze pro vlastníky licence.

3.2 Databázové uložení

Databáze je určitá uspořádaná množina dat uložená na paměťovém médiu [10]. Manipulaci a přístup k údajům v databázi umožňují SW prostředky označované jako systém řízení báze dat. Tento systém spravuje data, stará se o jejich fyzické uložení a řeší víceuživatelský přístup k datům s možností nastavení uživatelských práv. Mezi tyto systémy patří např. Oracle, který bude zmíněn v následujících kapitolách. Pro databázové uložení informací systém řízení báze dat v současnosti nejčastěji užívá relační datový model, kdy jsou data uspořádána do relací, které jsou reprezentovány tabulkami [2]. Tabulky jsou tvořeny jednotlivými sloupci (atributy) a řádky (záznamy). Databázi pak tvoří systém tabulek, mezi nimiž jsou definovány vztahy.

Médiem pro uložení databáze je nejčastěji server, který má svůj operační systém a programové vybavení poskytující určité služby jiným počítačům. Pro přístup k datům se využívá architektura klient - server, kdy databázový server reaguje na požadavky klienta, zpracovává databázově uložená data na základě specifikovaných kritérií a následně je klientovi zpřístupňuje a odesílá. Databázový server má propracovaný systém přístupových práv, kdy mohou být správce nastavena přístupová práva (čtení, zápis) až do úrovně jednotlivých polí. Databáze představuje vysoce bezpečné uložení dat, kde je zabráněno neoprávněnému užívání dat, jejich poškození zvenku nebo nechtěným kolizím při zápisu do databáze. Databázový server poskytuje rovněž víceuživatelský přístup, kdy

k datům přistupuje více klientů najednou. Dochází však směrem ke klientům k přenosu pouze dat jimi vyžadovaných a tím k urychlení celého procesu poskytování dat.

Tento způsob uložení dat skýtá řadu výhod, zejména:

- data mohou být uložena na jednom místě - centrálním databázovém serveru, případně replikována systémem řízení báze dat na tzv. bezpečnostní systém
- zvýšení bezpečnosti dat metodou duplicitních zápisů na různé disky (RAID)
- data jsou zpravidla aktualizována metodou klient - server, čímž je zajištěno, že všichni uživatelé mají stejná a nejaktuálnější data
- rozložení zátěže zpracování dat mezi klienta a server
- nepřetržitý přístup k datům - datové servery obvykle běží 24 hodin denně 365 dní v roce.

Raster Dataset

Raster Dataset je formátem pro ukládání a správu rastrových dat opět od firmy ESRI, Inc. V tomto případě se jedná o čistě databázové uložení rastrových dat. Po založení datové sady typu raster v geodatabázi je do ní možné importovat jednotlivé segmenty, přičemž dochází ke spojení importovaných souborů a vytvoření bezešvého pokrytí území. Rastrová data jsou pomocí aplikace (ArcCatalog) a rozhraní mezi databází a aplikací (ArcSDE) ukládána do databázové struktury, kde jsou vytvářeny specifické tabulky podle toho, který typ databázového uložení používáme. Např. rastrová data v geodatabázi uložená do databáze Oracle jsou ukládána buď jako binární LONG RAW nebo jako datový typ GeoRaster.

Raster Dataset (RD) je v databázi Oracle tvořen sedmi databázovými tabulkami (obr. 2): business tabulka, feature tabulka, spatial index tabulka, auxiliary, block, band a raster description tabulka [1].

Business table je řídicí tabulkou obecně při ukládání prostorových dat do Arc SDE geodatabáze v Oracle a ukládá odkazy na informace uložené v dalších tabulkách. Při uložení rastru do SDE geodatabáze v Oracle je do řídicí tabulky (business table) ozn. WORLD_TIF přidán sloupec RASTER a každý záznam tohoto sloupce pak odkazuje na rastr uložený v systému tabulek popsanych níže. Platí, že každý záznam (řádek) řídicí tabulky se odkazuje na jeden rastrový soubor. V případě Raster Datasetu má pouze 1 řádek. Feature tabulka ozn. F117 souřadnicově vymezuje tvar a prostorový rozsah Raster Datasetu. Vztah mezi business tabulkou a feature tabulkou je realizován přes atribut FID. Spatial index tabulka ozn. S117 ukládá odkaz na pravidelnou indexační mřížku sloužící k podpoře prostorových dotazů. Do dalších tabulek se pak ukládá samotný rastr. Raster description tabulka ozn. SDE_RAS_2 ukládá popis obrazových dat, Raster band tabulka ozn. SDE_BND_2 metadata o jednotlivých spektrálních pásmech, Raster auxiliary tabulka ozn. SDE_AUX_2 tabulku barev, statistiku a další doplňková data a Raster block tabulka ozn. SDE_BLK_2 vlastní obrazová data pro každé spektrální pásmo.

Ukázka tabulek pro uložení rastru a jejich sloupců (atributů) je znázorněna na obr. 2. V příloze 1 je pak uveden konkrétní příklad naplnění tabulek a jejich sloupců pro případ uložení 1 segmentu o rozměru 5 x 5 km v rozlišení 0,5 m z BMOLMS 50B. Na základě tohoto příkladu bude detailně vysvětlena funkčnost jednotlivých tabulek.

Business tabulka je pojmenována názvem Raster Datasetu (pro přílohu 1 ozn. D5331093W087) a je v ní založen sloupec RASTER, informace o němž je uchovávána v systémové tabulce SDE.RASTER_COLUMNS hodnotou atributu RASTERCOLUMN_ID. V příloze 1 je to hodnota 221, která je pak použita k označení 4 tabulek ukládajících rastrová data. Systémová tabulka SDE.COLUMN_REGISTRY uchovává v atributu COLUMN_NAME názvy jednotlivých sloupců business tabulky a v OBJECT_ID identifikace příslušných tabulek. Např. pro atribut FOOTPRINT (prostorové vymezení rastru) je v příloze 1 hodnota OBJECT_ID 2669 identifikující feature tabulku a pro atribut RASTER (vlastní rastrová data) již uvedena hodnota 221.

Feature tabulka pomocí svých atributů (sloupců) definuje prostorové umístění a rozsah RD (obálka). Čísla ve sloupcích EMINX, EMINY, EMAXX a EMAXY udávají souřadnice levého dolního resp. pravého horního rohu RD ve zvoleném souřadnicovém systému (pro BMOLMS 50B rovinné souřadnice WGS84/UTM). Jedná se v podstatě o vymezení nejmenšího možného pravouhelníku pokrývajícího daný rastr tzv. MBR (minimum bounding rectangle). Atribut AREA ukládá plochu, kterou raster dataset zabírá, a LEN obvod této plochy. Atribut ENTITY pomocí číselného kódu stanoví typ geometrie uloženého prvku, v případě uloženého rastru je vždy vymezen polygonem pokrývajícího daný rastr (v příloze 1 pro polygon kód 8). Feature tabulka má v případě RD stejně jako business tabulka pouze 1 řádek. Atribut NUMOFPTS udává počet bodů definujících prvek resp. v případě rastru jeho pokrývající polygon (pro čtvercovou dlaždici 4 body) a atribut POINTS zaznamenává souřadnice těchto bodů ve formátu LONG RAW popř. BLOB (Binary Large Object). Do databáze je možno ukládat rastrové 3D soubory mající Z-souřadnici (např. výškové modely), v případě ortogonálního snímku to však není použitelné a hodnoty sloupců EMINZ a EMAXZ nejsou tudíž naplněné. Identifikace Feature tabulky se děje pomocí hodnoty atributu LAYER_ID, který je součástí systémové tabulky SDE.LAYERS. V příloze 1 uvedeného příkladu je zobrazena tato tabulka a pro daný RD má tento atribut hodnotu 2669. Jak bylo uvedeno výše, tato identifikace existuje rovněž v tabulce SDE.COLUMN_REGISTRY.

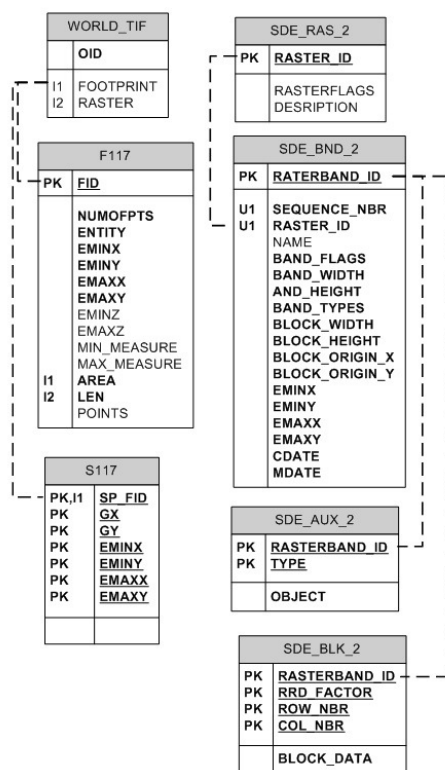
Spatial index tabulka definuje pravidelný grid pomáhající při vytváření prostorových dotazů a zaznamenává polohu prvků vůči tomuto gridu. Při vytvoření prostorového dotazu je tato tabulka resp. grid využita k rychlé lokalizaci požadované oblasti nad obálkou rastru, teprve potom jsou vyžádána vlastní binárně uložená prostorová data. Rychlé navigaci při prostorových dotazech týkajících se rastrů napomáhají rovněž pyramidové vrstvy, uložené stejně jako originální data ve formátu LONG RAW popř. BLOB (Binary Large Object) v Raster block tabulce. Atributy GX a GY identifikují polohu příslušné buňky gridu, do které spadá uložený prvek. Protože rozsah prvku může být přes více buněk pravidelného gridu, je vztah mezi feature tabulkou (a business tabulkou) a spatial index tabulkou 1 : N. Hodnoty atributů EMINX, EMINY, EMAXX a EMAXY jsou stejné jako v případě feature tabulky a udávají souřadnice levého dolního resp. pravého horního rohu prvku ve zvoleném souřadnicovém systému. Spatial index tabulka se používá u Raster Catalogu pro indexaci „vektorové vrstvy“ prostorových rozsahů (obálek) jednotlivých rastrů tohoto katalogu. V případě RD je sice tato tabulka vytvořena, ale nemá žádný záznam, jelikož zde existuje pouze 1 obálka daného RD. Proto v příloze 1 není spatial index tabulka S2669 uvedena.

Do dalších tabulek se pak ukládá samotný rastr. Raster description tabulka (pro přílohu 1 ozn. SDE_RAS_221) má 3 atributy a slouží k popisu RD. Jednoznačná identifikace RD se nachází ve sloupci RASTER_ID a odpovídá hodnotě ve sloupci RASTER v business tabulce. RASTER_ID je atributem, který jednoznačně definuje záznam - primárním klíčem. V příkladu, který je uveden v příloze 1 nejsou další 2 atributy RASTERFLAGS (číslo, identifikace vymazaných záznamů z business tabulky) a DESCRIPTION (textový popis rastru) vyplněny. Tato tabulka je použita k identifikaci vymazaných záznamů v ostatních tabulkách vztahujících se k rastru v situaci, kdy jiná aplikace (různá od ArcSDE) smaže záznam v business tabulce.

Raster band tabulka (pro přílohu 1 ozn. SDE_BND_221) slouží k ukládání metadat rastru, které se děje po jednotlivých spektrálních pásmech. Primárním klíčem je zde atribut RASTERBAND_ID, v případě rastrových dat BMOLMS 50B bude mít tato tabulka 3 řádky (pásma R, G, B). Tabulka je logicky propojena s business tabulkou a s tabulkou SDE_RAS_221 atributem RASTER_ID, který je zde cizím klíčem (primární klíč v SDE_RAS_221). Sloupec RASTERBAND_ID udává číslo spektrálního pásma, v případě barevných snímků nabývá hodnot 1, 2, 3. Dále jsou zde uvedeny prostorové rozsahy jednotlivých pásem pomocí atributů BAND_WIDTH a BAND_HEIGHT udávající počet pixelů obrazu v obou směrech. Např. v příloze 1, kde je uložena 1 dlaždice o rozměru 5 x 5 km a velikosti pixelu 0,5 m je rozměr v obou směrech 10 tis. x 10 tis. pixelů stejný pro všechna 3 pásma. Dále zde najdeme prostorové vymezení dané souřadnicemi levého dolního rohu resp. pravého horního rohu pro jednotlivá 3 pásma zapsaná ve sloupcích EMINX, EMINY, EMAXX a EMAXY. V tabulce je rovněž uvedena velikost bloků (BLOCK_WIDTH a BLOCK_HEIGHT), do kterých jsou shlukovány pixely původního obrazu. Velikost tohoto bloku je možno volit, v příloze 1 je to hodnota 128. Poslední 2 atributy (sloupce) tabulky CDATE a MDATE informují o datu vytvoření spektrálního pásma resp. o datu jeho poslední změny. Primárním klíčem RASTERBAND_ID je tato tabulka propojena s následujícími 2 tabulkami.

Raster auxiliary tabulka (pro přílohu 1 ozn. SDE_AUX_221) slouží k ukládání doplňkových informací o rastru, kterými jsou statistika, tabulky barev, transformace souřadnic a další. Tyto informace jsou ukládány pro jednotlivá pásma, která jsou jednoznačně stanovena cizím klíčem RASTERBAND_ID. Atribut TYPE pak pomocí příslušného kódu rozlišuje, o který typ doplňkové informace se jedná. Pokud se kód rovná 2 jedná se o statistiku, 3 o tabulku barev, 4 transformace souřadnic, 5 je vyhrazena pro geodatabázi a 6 pro další údaje. Samotná data doplňkových informací jsou pak ve formátu LONG RAW nebo BLOB uložena do sloupce OBJECT.

Poslední tabulkou je Raster block tabulka (pro přílohu 1 ozn. SDE_BLK_221), kde jsou uložena samotná obrazová data. Data jsou ukládána po jednotlivých pásmech, úrovních pyramid a blocích. Proto tedy RASTERBAND_ID jako cizí klíč udává číslo spektrálního pásma, RRD_FACTOR číslo pyramidy, ROW_NBR číslo řádku dlaždice bloku a COL_NBR číslo sloupce dlaždice bloku. Samotná data jsou pak jako LONG RAW (BLOB) uložena ve sloupci BLOCK_DATA. V příloze 1 je uvedeno několik řádků této tabulky (celá tabulka má celkem 25 138 záznamů). Z celé tabulky je možno vyčíst, že zde existuje maximálně 6 úrovní pyramid, úroveň 0 označuje původní data. Rozsah hodnot, kterých nabývají atributy ROW_NBR i COL_NBR je 0 až 78 tzn. 79 hodnot. Toto číslo 79 vlastně udává počet dlaždic bloků o rozměru 128 pixelů (10000 / 128) ve směru řádků i sloupců.



Obr. 1. Uložení rastrového souboru v databázi Oracle (podle [4])

Výhodou je možnost výpočtu náhledových vrstev (pyramid) pro rychlejší zobrazování dat i možnost výpočtu statistik sloužících k možné radiometrické úpravě.

Jednoznačnou nevýhodou tohoto způsobu uložení BMOLMS 50B je ztráta hranic mezi jednotlivými segmenty a informací (metadat) o těchto segmentech. Zajištění přístupu k metadatům by bylo možné využitím samostatné polygonové vrstvy s příslušnými atributy. Sestava atributů by byla obdobná jako při tvorbě Raster Catalogu (kap. 3.1.1.). Jednotlivými prvky této přehledové vrstvy by byly polygony 5 x 5 km rozsahem identické s původními segmenty BMOLMS 50B. Každému polygonu by pak byly přiřazeny příslušné hodnoty jednotlivých atributů.

Tento způsob databázového uložení lze doporučit v případě využití pro poskytnutí dat uživateli např. v internetových aplikacích, kdy koncový uživatel bezprostředně nepotřebuje kromě obrazové informace získané přímo ze snímku jinou další popisnou informaci o daných datech. Pro případ třiletého cyklu snímkování dochází při kompletaci celého území republiky ke „smazání“ hranic mezi jednotlivými roky pořízení dat, což v některých případech využití není vhodné.

Image Server

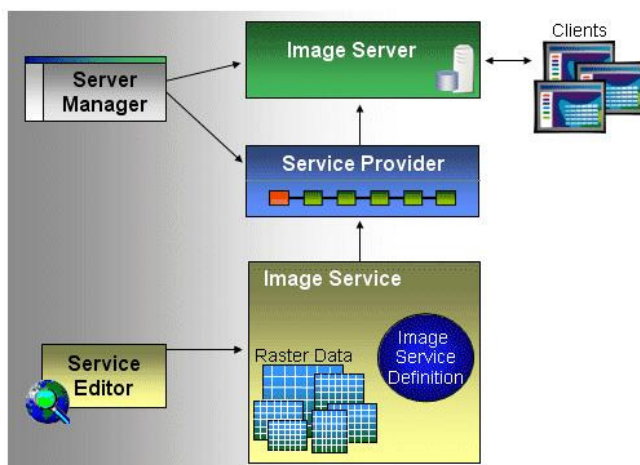
Image Server se jeví jako vhodná serverová aplikace pro řízení, ukládání a zobrazování rastrových souborů. Jedná se o poměrně nový produkt firmy ESRI, jehož vývoj reaguje na potřeby správy a poskytování velkých objemů rastrových dat, zejména pak snímkových podkladů, jejichž množství i objemy v současné době velice rychle narůstají. Produkt je vhodný pro společnosti produkující, spravující a poskytující velké množství rastrových dat. ArcGIS Image Server je aktuálně nabízen ve verzi 9.2. Velkou výhodou je určitě možnost použití vícenásobné reprezentace rastrových dat bez nutnosti jejich duplikace. Klientovi lze poskytovat data nejen v původní radiometrické kvalitě, v jaké byly vytvořeny. Z originální datové sady lze vytvořit radiometricky upravené verze (úprava kontrastu, barevnosti, volba kombinace radiometrických pásem, ale např. i možnost tzv. pansharpeningu – spojení dat různého prostorového a spektrálního rozlišení užívaného v případě družicových dat). Zpracování odvozených interpretací originálních dat probíhá tzv. „on the fly“ přímo na serveru. Tato aplikace by byla vhodným řešením ke správě a poskytování BMOLMS 50B, protože je tento rastrový produkt využíván pro více účelů s různými nároky na jeho výsledný vzhled. Přesná dokumentace původu a způsobu vzniku těchto odvozených dat je možná s pomocí Service Editor, který by byl tvůrcem odvozených verzí a vedl by jejich

evidenci a dokumentaci. Server Manager by rozhodoval o přidělení přístupových práv pro poskytnutí těchto verzí jednotlivým klientům - šíření souboru .ISCDef. Předpokládá se vytvoření omezeného množství odvozených verzí a jejich pečlivou dokumentaci (typ a parametry úprav, vstupní data pro odvozené verze, atd.).

Při tvorbě originální sady dat digitalizací analogových LMS je snaha zachovat pokud možno všechny radiometrické hodnoty a využít co nejvíce hodnot intervalu radiometrického rozlišení. Při skenování snímků není možné nastavovat histogram obrazu pro každý snímek zvlášť, ale operace probíhá po blocích. Rozsah radiometrických hodnot je dáována určitá volnost při určení minimální a maximální hodnoty, aby na každém snímku bloku byly zachyceny všechny objekty. Výsledkem tohoto způsobu nastavení je pak určitý závoj skenovaného obrazu. Tento závoj pak snižuje čitelnost snímků, která je při vizuální interpretaci důležitá. Pro tento účel by mohla být vytvořena aplikací Image Server kontrastní verze sloužící jako podklad pro sběr vektorových dat.

Další verze odvozená z originálních dat je požadována při tvorbě ortofotomap, kdy se předpokládá tištěný výstup snímku. Je tedy nutné vyrobit jinou verzi, která má vztah k výstupnímu tiskovému zařízení a po jehož použití je vyroben barevně korektní papírový výstup. Takto lze výstupní vzhled ortogonálních snímků v podstatě přizpůsobit jednotlivým uživatelům dat.

Architektura Image Serveru je znázorněna na obr. 3.



Obr. 3. Architektura Image Serveru (podle [4])

Aplikace manipuluje a zpřístupňuje klientům rastrová data, která mohou být lokalizovaná na disku v souborovém systému nebo uložena databázově spolu s metadaty. Před poskytnutím rastrových dat je nutná definice služby poskytování snímků - Image service definition. Jedná se o popis dat, která se mají poskytnout a procesy na nich provedené (roztažení histogramu, kontrast – pro různé účely, pro různá tisková zařízení). Poskytovatelem služby je směrem ke klientům šířen soubor .ISCDef, který definuje snímkovou službu (Image Service). Tento soubor je vytvářen a editován v aplikaci ArcMap a je vrstvou v datovém okně. Na disku se pak jedná o adresář obsahující vektorové soubory rozsahu dat, soubor .RPDef a další. V souboru .RPDef (raster process definition file) existují cesty k datům, velikost pixelu, metadata a rozsah dat.

Service Editor má za úkol definovat snímkovou službu. Pomocí panelu nástrojů v ArcMap je schopen vytvářet snímkové služby a definovat jejich vlastnosti. Generuje rovněž soubor .ISCDef, který je šířen klientům.

Poskytovatel dat (Service Provider) zpřístupňuje rastrová data, přičemž v rámci jednoho Image Serveru může existovat více těchto poskytovatelů. Poskytovatel obdrží požadavek od klienta, vykoná požadovanou operaci s daty definovanou popisem služby poskytování snímků a doručí mu požadovaná data. Např. na datové sadě BMOLMS 50B tak může existovat více definic poskytování originální sady (různé barevné podání, zvýšený kontrast atd.).

Image Server publikuje dostupné služby poskytování snímků resp. zajišťuje klientům přístupová práva ke službám. Aplikace klienta kontaktuje nejprve Image Server a ten pak určuje poskytovatele, který vykoná daný klientský požadavek.

K řízení celého procesu poskytování dat pomocí Image Serveru používá administrátor tzv. Server Manager. Pomocí něho lze konfigurovat Image Server i poskytovatele, řídit zabezpečení služeb popř. startovat nebo zastavit snímkové servery, poskytovatele i služby.

Klientskými aplikacemi mohou být nejen desktopové produkty ESRI (ArcView, ArcInfo, ArcIMS nebo ArcGIS Server), ale i desktopové produkty od jiných firem např. Microstation a AutoCAD. Lze též použít volně šířený Image Server Viewer. Přístup k datovým sadám však mohou získat také server klienti (ArcGIS Server, ArcIMS) nebo web klienti přes ArcGIS Server (ArcGIS Explorer, WebMap, OGC WMS, atd.).

Přímé uložení rastrových dat do databáze

Přímé uložení rastrových dat do databáze lze ukázat na příkladu Oracle Spatial v modulu GeoRaster, což v současné době představuje asi nejucelenější řešení pro podporu geodatabází. Modul GeoRaster slouží k ukládání, organizaci, analýze, dotazování a distribuci geografických rastrových dat včetně příslušných metadat. Tento modul je určen přímo pro práci s georeferencovanými daty a je tedy potenciálně vhodný při uložení BMOLMS 50B. Pro vlastní uložení rastru se využívá obecný datový typ pro velké binární objekty BLOB (Binary Large Object). Uložené rastry pak mohou obsahovat následující informace – hodnotu pixelu, prostorové vymezení (spatial extent), časové a dimenzionální vymezení (např. počet kanálů pro snímky s více spektrálními pásmy), atributy vázané k jednotlivým pixelům, metadata a podpůrné struktury pro management [3].

Použití databáze Oracle pro uložení BMOLMS 50B spolu s využitím nástrojů na straně klienta by bylo použitelné, v praxi však nebylo vyzkoušeno. Simulace možného využití je následující: import dat, vizualizace, práce s daty včetně prostorových dotazů, export.

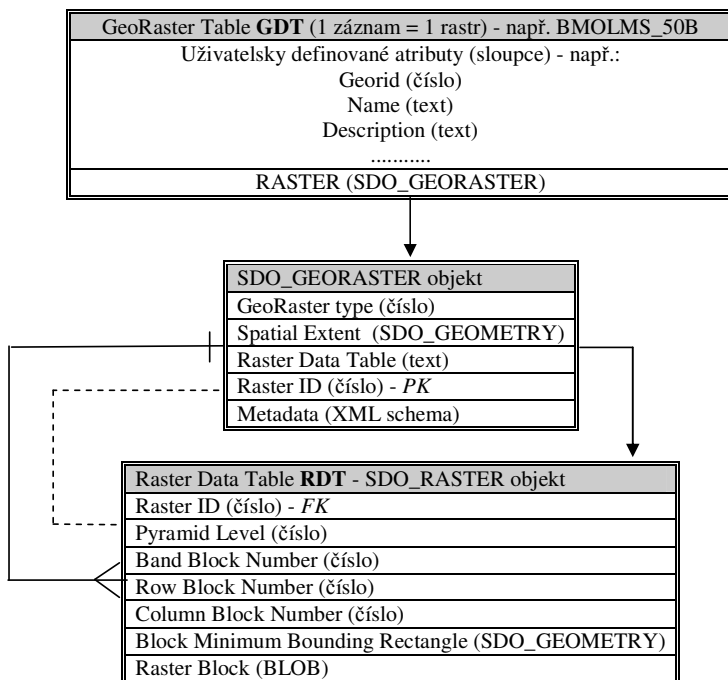
- import dat - k importu dat do objektu GeoRaster slouží GeoRaster loader nebo příkaz SDO_GEOR.importFrom
- vizualizace dat - Viewer zobrazuje tyto objekty spolu s metadaty
- práce s daty - dotazování rastrů, funkce spojené s metadaty (vytvoření, aktualizace, ...), úprava rastrů (tvorba pyramid, ořezání, výběr,...)
- export dat - GeoRaster exporter nebo příkaz SDO_GEOR.exportTo slouží k exportu objektu GeoRaster do běžných rastrových formátů (TIFF, GeoTIFF, JPEG).

GeoRaster používá všeobecně použitelný rastrový model, který je založen na ukládání jednotlivých komponent, je logicky vrstvený a multidimenzionální [5]. Rastrová data se skládají z matice buněk (pixelů) a v pojetí GeoRaster se uvádí jednak tzv. prostorová dimenze znamenající rozměr rastru (počet pixelů) ve směru řádků a sloupců. Ukládaný rastr se dále může skládat z více vrstev, v případě obrazových dat produkovaných fotogrammetrií a DPZ se jedná o spektrální pásma, může se však jednat o tematické rastry nebo výšková data. Pro toto je v pojetí GeoRaster zavedena tzv. pásmová dimenze (band dimension) neboli počet spektrálních pásem nebo tematických rastrů ukládaných do jednoho objektu GeoRaster. Pro BMOLMS 50B existují 3 spektrální pásma ve viditelné části spektra – RGB. Datový model má logicky vrstvenou strukturu, přičemž každá vrstva je ztotožněna s jedním spektrálním pásmem. Kromě samotných obrazových dat v podobě matice pixelů jsou ukládány další informace o souboru - metadata. Při ukládání je rastrový soubor členěn do bloků o předem zvolené velikosti, což napomáhá rychlejšímu zpracování dat. Každý blok obrazových dat je pak uložen jako Binary Large Object (BLOB).

Jak již bylo zmíněno, rastr se ukládá do objektu SDO_GEORASTER. Tabulka obsahující aspoň jeden sloupec tohoto typu se nazývá GeoRaster Table (GRT) a kromě tohoto sloupce (na obr. 4 pojmenován RASTER) může obsahovat další uživatelsky definované sloupce popisující ukládaný rastrový soubor. Objekt SDO_GEORASTER obsahuje několik parametrů sloužících k jednoznačné identifikaci rastru, k uložení informací o prostorovém rozsahu a umístění rastru a k uložení dalších metadat (obr. 4). Atribut Spatial_Extent je objekt typu SDO_GEOMETRY definující prostorový rozsah rastru a jeho umístění v rámci souřadnicového systému. Pokud je ukládaný rastr georeferencovaný tzn. existují informace o jeho umístění v daném souřadnicovém referenčním systému, je možné při jeho importu tyto souřadnice uchovat. Atribut Raster_ID je v tabulce GRT primárním klíčem a číselným vyjádřením jednoznačně označuje uložený rastr. Atribut Raster_Data_Table je odkazem na uložení samotných obrazových dat a zaznamenává název tabulky Raster Data Table (RDT), která je typu SDO_RASTER a ve které jsou uložena samotná rastrová data. Atributy Raster_ID a Raster_Data_Table jednoznačně identifikují GeoRaster objekt (uložený rastr) v databázi. Poslední atribut objektu v SDO_GEORASTER Metadata je vyhrazen pro uložení metadat v předem definovaném XML schématu. Předpokládáme-li, že BMOLMS 50B se skládá z jednotlivých dlaždic, pak při jejich potenciálním uložení do databáze Oracle pomocí Oracle Spatial Georaster by každý záznam (řádek) v tabulce rastrů (Obr. 4) reprezentoval 1 dlaždici tzn. existovalo by 3383 řádků v GDT.

Při ukládání je rastrový soubor členěn do bloků, což napomáhá rychlejšímu zpracování dat. Pro uložení jednotlivých bloků se používá objekt SDO_RASTER resp. Raster Data Table (RDT) (obr. 4). Cizím klíčem (FK) tabulky odkazujícím na ukládaný rastr je atribut Raster_ID. Atribut Pyramid_Level udává číslo pyramidové vrstvy, přičemž číslo 0 označuje původní data. Band_Block_Number označuje číslo spektrálního pásma. Row a Column_Block_Number zapisuje číslo dlaždice bloku ve směru řádku resp. sloupce. Block_Minimum_Bounding_Rectangle je typu SDO_GEOMETRY a udává informace o prostorovém vymezení bloku rastru v rozsahu nejmenšího možného pravoúhelníku pokrývajícího daný rastr. Samotná obrazová data se pak ukládají do sloupce Raster_Block jako Binary Large Object (BLOB).

1 záznam této tabulky = 1 rastr

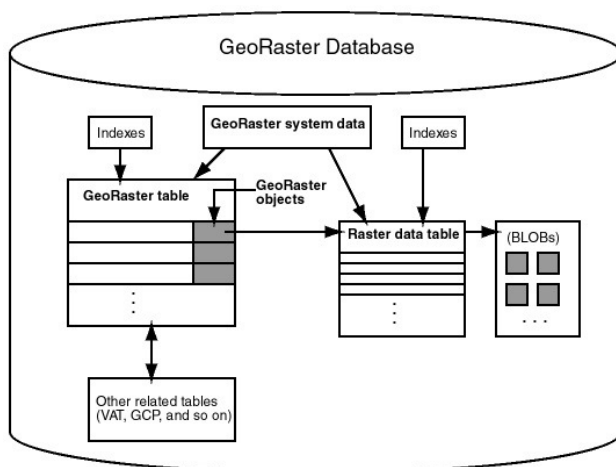


Obr. 4. Fyzické uložení rastrových dat GeoRaster (upraveno podle [5])

Jak je znázorněno na obr.5, každý GeoRaster objekt v tabulce GRT má asociovanou RDT, která ukládá záznam každého bloku tohoto objektu. Samotný BLOB s obrazovými daty pro každý blok rastru je uložen zvlášť od RDT a je možné pro něj specifikovat parametry uložení. Jeden záznam GRT (1 GeoRaster objekt resp. 1 uložený rastr) je asociovaný s více záznamy v RDT tzn. existuje vztah 1:N (1 rastr = N bloků). Kombinací hodnot atributů Pyramid_Level, Band_Block_Number, Row_Block_Number a Column_Block_Number vznikají jednotlivé záznamy v RDT odpovídající jednomu GeoRaster objektu z GDT. Např. pro 1 barevnou dlaždicí BMOLMS 50B (RGB = 3 spektrální pásma) bez pyramid (původní obraz) při velikosti bloku 512 pixelů, celkovém počtu pixelů ve směru řádků i sloupců 10000 (tzn. 20 dlaždic v každém směru) existuje pro tento 1 záznam v GDT 1200 (= 3 * 20 * 20) záznamů v RDT. Pro více záznamů (objektů GeoRaster) v jedné GRT je možné mít jednu (ale i více) RDT. Systémová data GeoRasteru (GeoRaster system data) se starají o propojení objektů GeoRaster Table a Raster Data Table. Systémová tabulka je typu SDO_GEOR_SYSDATA (viz. tabulka 1) a informuje, se kterou RDT je asociován příslušný GeoRaster objekt. Obsahuje 4 atributy: Table_name udává jméno GRT, Column_name název sloupce GRT s objektem SDO_GEORASTER, RDT_Table_Name název příslušné RDT a Raster_ID číslo GeoRaster objektu. Při vytvoření objektu GeoRaster je přiřazeno Raster ID i RDT a tento objekt je zároveň zaznamenán do systémové tabulky Tato tabulka slouží jako jakýsi katalog všech uložených rastrů do objektu GeoRaster v databázi a usnadňuje jejich vyhledávání.

SDO_GEOR_SYSDATA
Table_name (text)
Column_name (text)
RDT_Table_Name (text)
Raster_ID (číslo)

Tabulka 1. Systémová tabulka GeoRasteru (upraveno podle [5])



Obr. 5. Struktura dat v Oracle GeoRaster (podle [5])

GeoRaster nabízí řadu operací nad rastrovými daty, nejedná se jen o operace sloužící k ukládání a manipulaci s daty, ale disponuje i funkcemi analytickými. Jednotlivé funkce (podprogramy) pracující s daty i metadaty je možné rozdělit do skupin podle druhu procesů, které vykonávají. Základní funkcionality GeoRasteru je obsažena v balíčcích `SDO_GEOR` a `SDO_GEOR_UTL`, které obsahují procedury a funkce napsané v PL/SQL.

Nutným předpokladem pro uložení rastrových dat do objektu GeoRaster je vytvoření GDT a RDT příkazem `CREATE TABLE`, přičemž definujeme jednotlivé sloupce tabulek. Dále je nutné vytvořit prázdný GeoRaster objekt a vložit ho do GDT příkazem `SDO_GEOR.init` nebo `SDO_GEOR.createBlank`, kdy dochází k jednoznačnému přiřazení `Raster_ID` a příslušné RDT. Bez správného vytvoření GeoRaster objektu není možné provádět žádné další operace nad tímto objektem. Pak je možné provést import rastrových dat příkazem `SDO_GEOR.importFrom` (nebo pomocí GeoRaster Loader). Do existujícího GeoRaster objektu lze uložit georeferencovaná rastrová data. Georeference zajišťuje buď tzv. world file (např. pro TIFF soubor TFW) nebo nástroj importu využije hlavičku zapsanou přímo v souboru GeoTIFF. Lze volit jednotlivé parametry – velikost bloku, typ komprese, generování prostorového rozsahu, přiřazení souřadného systému. Importovat je možné rastrové soubory ve formátu TIFF, GIF, BMP, GeoTIFF nebo PNG. Prostorový rozsah dat lze pomocí této georeference vygenerovat i později příkazem `SDO_GEOR.generateSpatialExtent`, výsledkem je objekt `SDO_GEOMETRY`. Pokud není objekt georeferencován, výsledek je v pixelových souřadnicích. Po vytvoření nového GeoRaster objektu, uložení rastrových dat do něho nebo při jeho aktualizaci a změně by měla být před dalším zpracováním provedena validace tohoto GeoRaster objektu příkazem `SDO_GEOR.validateGeoRaster`.

Důležitou skupinou příkazů jsou operace týkající se aktualizace a dotazování se nad GeoRaster objektem a jeho metadaty. `SDO_GEOR.getCellValue` udává hodnotu vybraného pixelu. `SDO_GEOR.getRasterSubset` vytvoří BLOB souřadnicově vymezené části GeoRaster objektu v zadané pyramidové úrovni a spektrálních pásmech. `SDO_GEOR.getRasterData` vytvoří BLOB celého GeoRaster objektu v zadané pyramidové úrovni. `SDO_GEOR.getRasterBlocks` vygeneruje BLOB prostorově specifikovaných bloků rastru v určité pyramidové úrovni. Aktualizaci GeoRaster objektu je možné provádět příkazy `SDO_GEOR.changeCellValue` (změna hodnoty vybraných pixelů) a příkazem `SDO_GEOR.updateRaster` (aktualizace určité pyramidové úrovně nebo náhrada pixelů určité oblasti hodnotami z jiného GeoRaster objektu). Dalšími "dotazovacími" příkazy jsou např.: `SDO_GEOR.getBandDimSize` (počet spektrálních pásem GeoRaster objektu), `SDO_GEOR.getHistogram` (zobrazí histogram vybrané vrstvy), `SDO_GEOR.getLayerDimension` (počet vrstev v GeoRaster objektu), `SDO_GEOR.getPyramidMaxLevel` (počet pyramidových vrstev), `SDO_GEOR.getSpatialResolutions` (velikost pixelu v směru řádku i sloupce), `SDO_GEOR.getSpectralResolution` (spektrální rozlišení GeoRaster objektu), atd. Velkou skupinu příkazů pak tvoří zpracování GeoRaster objektu. Patří sem práce s pyramidovými vrstvami, jejich generování (`SDO_GEOR.generatePyramid`) nebo vymazání (`SDO_GEOR.deletePyramid`). `SDO_GEOR.subset` provede prostorově vymezený výřez z objektu GeoRaster, výsledkem je nový GeoRaster objekt. `SDO_GEOR.mosaic` spojí vybrané GeoRaster objekty do jednoho. `SDO_GEOR.generateStatistics` vypočítá statistiku vybraného spektrálního pásma popř. vytvoří a uloží histogram obrazu. Je možné rovněž změnit jednotlivé parametry objektu zadané při importu (např. velikost bloku) a to vytvořením kopie GeoRaster objektu s modifikovanými parametry - `SDO_GEOR.changeFormatCopy`.

Pokud chceme uložená rastrová data zobrazovat, máme 2 možnosti. Buď použít GeoRaster Viewer nebo GeoRaster objekt vyexportovat do jednoho z běžných rastrových formátů (TIFF, GeoTIFF, JPEG), který pak

zobrazíme v jiné aplikaci podporující tyto formáty. V GeoRaster Vieweru lze zobrazovat GeoRaster objekty popř. jejich části, provádět dotazy nad těmito objekty, provádět zoomování a posuny s daty. Lze rovněž zobrazit metadata.

Příkaz *SDO_GEOR.exportTo* vyexportuje GeoRaster objekt popř. jeho výřez do vybraného rastrového formátu nebo do BLOBu. Výsledek exportu definujeme příslušnými parametry – číslo pyramidové vrstvy pro export, souřadnice výřezu, vrstvy resp. spektrální pásma pro export, výstupní formát (TIFF, BMP, GeoTIFF nebo PNG; JPEG a GIF nejsou pro export podporovány) a název výstupního souboru.

4 Metadata

Metadata slouží k popisu vlastních dat. Metadata existují buď na úrovni celého produktu (BMOLMS 50B) nebo na úrovni jednotlivých segmentů (dlaždic).

V našem případě, jak bylo zmíněno výše, je třeba pro jednotlivé dlaždice BMOLMS 50B zaznamenat následující popisné údaje (vysvětlení některých z nich je již v kap.3.1):

- název segmentu – vyplývá z výše uvedeného systému značení
- velikost pixelu obrazu – velikost pixelu tohoto produktu je vždy 0,5 m
- číslo verze – jednou verzí se rozumí tříletý cyklus, za který je pokryto celé území ČR, doposud byly vytvořeny 2 verze (2003 až 2005, 2006 až 2008)
- rok pořízení snímků – v rámci 1 verze figurují 3 roky pořízení leteckých měřických snímků, z nichž se vyrábí BMOLMS 50B, (N, N+1, N+2)
- hraniční dlaždice – vzhledem k tomu, že data jsou primárně ukládána v kladu listů SM 5 v systému JTSK a teprve potom transformována do souřadnicového systému UTM / WGS 84 a kompletována do segmentů 5 x 5 km dochází k tomu, že některé tyto segmenty jsou pokryty snímkem ze dvou ročníků snímání, v takovémto případě je třeba tyto segmenty označit a zaznamenat roky pořízení (např. 2003-2004 atd.), pokud se nejedná o hraniční segment, je zapsána hodnota 0
- prostorové vymezení - rozsah každého segmentu je 5 x 5 km, přičemž souřadnicové vymezení je možno generovat z názvu (viz. výše).

O produktu BMOLMS 50B lze zaznamenat ještě další údaje platné pro celé dílo tzn. pro každou dlaždici v mozaice:

- prostorové vymezení BMOLMS 50B
- radiometrické rozlišení - v našem případě 8-bit (unsigned)
- spektrální rozlišení - produkt má 3 spektrální pásma RGB
- souřadnicový systém - rovinné souřadnice WGS84/UTM, 33.pás.

Popisné údaje je možno zaznamenat do podoby atributů přehledové vrstvy (viz Raster Catalog v kap. 3.1). Pomocí těchto atributů v přehledové vrstvě lze formulovat dotazy na jednotlivé dlaždice (jazyk SQL).

Nejčastěji jsou však metadata zapsána do souboru uloženém ve formátu XML. Tento soubor dodržuje určité předem nedefinované schéma, do něž jsou pak zapisovány konkrétní popisné údaje. Pro tvorbu schématu a obsahu dokumentu se používají standardy. Jedním z nich je standard ISO 19139 Geographic Information Metadata Implementation Specification poskytující XML schéma vymezující způsob uložení metadat definovaných standardem ISO 19115.

Tohoto systému je využito např. při přímém uložení rastrů do databáze Oracle (GeoRaster). Jak bylo uvedeno výše, všechny informace o rastru mimo multidimenzionální matici pixelů jsou ukládány jako metadata. Pro jejich uložení se používá předem nedefinované XML schéma, skládající se ze dvou částí. V první části jsou uloženy informace o rastru (velikost pixelu, radiometrické rozlišení, typ komprese, popis pyramidových vrstev, atd.) a jeho souřadnicovém systému. Ve druhé části je pak uvedeno, která metadata z první části jsou součástí XML souboru.

5 Závěr

Článek diskutuje možnosti uložení rastrových souborů. Na příkladu produktu BMOLMS 50B, který pokrývá území celé České republiky a je pravidelně aktualizován v podobě dalších verzí, byly naznačeny možnosti, výhody a nevýhody jednotlivých uložení. V podstatě existují 2 základní způsoby ukládání velkého objemu rastrových dat: souborové a databázové. Co se týče BMOLMS 50B, prakticky je v současné době používáno souborové uložení. Jeho výhodou je snadná aktualizace, není třeba mít rozhraní pro databázové uložení ani nutnost konverze původních dat do jiného formátu. Nevýhodou pak nutnost použití aplikace pro základní orientaci v datech a jejich vizualizaci. Skladování jednotlivých souborů probíhá na diskové pole do předem definované adresářové struktury (1 verze = 1 adresář), které plní funkci souborového serveru.

Byly představeny 2 způsoby databázového uložení pomocí systému Oracle. Raster Dataset je zakládán v geodatabázi, která je datovým formátem ESRI, a pomocí rozhraní ArcSDE je možné data uložit do databáze Oracle používající relační model s určitým systémem tabulek. Modul GeoRaster je součástí aplikace Oracle Spatial a jako ukládací formát pro rastrová data používá objekt GeoRaster. U těchto dvou příkladů lze najít společný princip - uložení po spektrálních pásmech a po blocích o předem stanovené velikosti definované počtem pixelů, na které je vstupní rastr rozdělen. V systému tabulek pak nechybí informace o prostorovém vymezení rastru, které je u georeferencovaných rastrů zajištěno souřadnicemi referenčního souřadnicového systému. Spolu s původními rastrovými daty je možné uložit do databáze pyramidové vrstvy, statistiky, histogram obrazu a další informace týkající se rastru (metadata). Samotná rastrová data jsou pak nejčastěji ukládána jako Binary Large Object (BLOB). Skladování dat probíhá na databázovém serveru, kdy lze plně využít architekturu klient - sever. Databázové uložení stírá rozhraní mezi jednotlivými segmenty BMOLMS 50B, což může být pro další použití nevýhodné. Databázové uložení je v současné době využito v internetové mapové aplikaci, která poskytuje uživateli ortogonalizované snímky BMOLMS 50B spolu s dalšími daty.

Existují však i aplikace, které leží někde mezi databázovým a souborovým uložením, data je možné mít buď v souborovém systému nebo v databázi, přístup k datům však plně využívá architekturu klient / server. Příkladem je ImageServer od firmy ESRI, kde jsou výhodou vícenásobné reprezentace rastrových dat pro různé způsoby využití (tvorba a aktualizace vektorových databází, výroba ortofotomap, atd.). Tato komerční aplikace se jeví jako nejvhodnější způsob uložení BMOLMS 50B splňující požadavky na vícenásobné použití dat bez nutnosti jejich duplikace.

V rámci organizace dat BMOLMS 50B byly rovněž nedefinovány metadatové položky na úrovni produktu i jednotlivých segmentů, které jsou nezbytné pro získání základních informací o produktu.

Reference

1. ArcGIS Desktop Help. ESRI, Inc., 2006.

1-2. Dobešová, Z. *Databázové systémy v GIS*. Univerzita Palackého Olomouc, 2004. ISBN 80-244-0891-0.

1-3. Grill, S. *Možnosti ukládání a manipulace s rastrovými daty pro GIS na úrovni databáze*. Poster na konferenci GIS Ostrava 2007.

1-4. ESRI, Inc. www.esri.com

1-5. ORACLE, Inc. www.oracle.com

1-6. Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Database_server

1-7. Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/File_server

1-8. Wikipedia. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Server>

1-9. Wikipedia. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Klient-server>

1-10. Wikipedia. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Databaze>

Naformátováno: Odrážky a číslování

Přílohy

Příloha 1. Příklad naplnění tabulek při uložení rastrového souboru jako Raster Dataset do databáze ORACLE

Business table - 533108300087		
OID	FOOTPRINT	RASTER
1	1	1

Feature table - F2669						
FID	NUMOFFPTS	ENTITY	EMINX	EMINY	EMAXX	EMAXY
1	4	8	43499.75	546600.25	439999.75	547000.25
		MAX_MEASURE	AREA	LEN	POINTS	
		25000000	20000	BLOB		

Raster description table - SDE_RAS_Z21		
RASTER_ID	RASTER_FLAGS	DESCRIPTION
1		

Raster band table - SDE_BND_Z21 - 1 část											
RASTERBAND_ID	SEQUENCE_NBR	RASTER_ID	NAME	BAND_FLAGS	BAND_WIDTH	BAND_HEIGHT	BAND_TYPES	BLOCK_WIDTH	BLOCK_HEIGHT	BLOCK_ORIGIN_X	BLOCK_ORIGIN_Y
1	1	1		429497	10000	10000	4196352	128	128	435000	5470000
2	2	1		429497	10000	10000	4196352	128	128	435000	5470000
3	3	1		429497	10000	10000	4196352	128	128	435000	5470000

Raster band table - SDE_BND_Z21 - 2 část				
EMINX	EMINY	EMAXX	EMAXY	MDATE
435000	5466000.5	439999.5	5470000	10.7.2008
435000	5466000.5	439999.5	5470000	10.7.2008
435000	5466000.5	439999.5	5470000	10.7.2008

Raster auxiliary table - SDE_AUX_Z21		
RASTERBAND_ID	TYPE	OBJECT
1	2	BLOB
1	6	BLOB
2	2	BLOB
2	6	BLOB
3	2	BLOB
3	6	BLOB

Raster block table - SDE_BLK_Z21				
RASTERBAND_ID	RRD_FACTOR	ROW_NBR	COL_NBR	BLOCK_DATA
2	1	20	9	BLOB
2	1	20	10	BLOB
2	1	20	11	BLOB
2	1	20	12	BLOB
2	1	20	13	BLOB
2	1	20	14	BLOB
2	2	5	11	BLOB
2	2	5	12	BLOB
2	2	5	13	BLOB
2	2	5	14	BLOB

systemové tabulky SDE:

SDE_RASTER_COLUMNS	RASTERCOLUMN_ID	DESCRIPTION	DATABASE_NAME	OWNER	TABLE_NAME	RASTER_COLUMN	CDATE	CONFIG_KEYWORD	MINIMUM_ID	BASE_RASTERCOLUMN_ID	RASTERCOLUMN_MASK	SRID
	221	RasterColumn	D5331093M087	VYVOJ	RASTER	RASTER	10.7.2008	DEFAULTS	1	0	256	106

SDECOLUMN_REGISTRY

TABLE_NAME	OWNER	COLUMN_NAME	SDE_TYPE	COLUMN_SIZE	DECIMAL_DIGITS	DESCRIPTION	OBJECT_FLAGS	OBJECT_ID
D5331093M087	VYVOJ	FOOTPRINT	8				66640	2669
D5331093M087	VYVOJ	OID	2	10			3	
D5331093M087	VYVOJ	RASTER	9			RasterColumn	52482	221

SDELAYERS - 1. část

LAYER_ID	DESCRIPTION	DATABASE_NAME	OWNER	SPATIAL_COLUMN	EFLAGS	LAYER_MASK	G_SIZE1	G_SIZE2	G_SIZE3	MINX	MINY	MAXX	MAXY
2669		D5331093M087	VYVOJ	FOOTPRINT	1.09E+09	0	0	0	0	43499.75	5466000.25	43999.75	5470000.25

SDELAYERS - 2. část

CDATE	LAYER_CONFIG	OPTIMAL_ARRAY_SIZE	STATS_DATE	MINIMUM_ID	SRID	MINZ	MINM	MAXZ	MAXM	SECONDARY_SRID
10.7.2008	DEFAULTS			1	105	0				