

## Obsah

|   |    |  |    |
|---|----|--|----|
| Doc. Ing. Jiří Šíma, CSc.<br><b>Základní báze geografických dat (ZABAGED®)<br/>– dílo jedné generace českých zeměměřičů</b> . . . . .                       | 73 | <b>Z MEDZINÁRODNÝCH STYKOV</b> . . . . .     | 91 |
| Ing. Tomáš Mikita, Ph.D.<br><b>Využití dat digitálního modelu povrchu 1. ge-<br/>nerace pro výpočet potenciálu solární energie<br/>v zástavbě</b> . . . . . | 84 | <b>SPOLOČENSKO-ODBORNÁ ČINNOST</b> . . . . . | 92 |
| <b>Z ČINNOSTI ORGÁNŮ A ORGANIZACÍ</b> . . . . .   | 89 | <b>MAPY A ATLASY</b> . . . . .               | 93 |
|   |    | <b>ZPRÁVY ZE ŠKOL</b> . . . . .              | 94 |
|   |    | <b>LITERÁRNÍ RUBRIKA</b> . . . . .           | 95 |
|   |    | <b>OSOBNÍ ZPRÁVY</b> . . . . .               | 96 |

## Základní báze geografických dat (ZABAGED®) – dílo jedné generace českých zeměměřičů

Doc. Ing. Jiří Šíma, CSc.,  
Praha

### Abstrakt

*Kořeny zrodu koncepce ZABAGED počátkem devadesátých let a její postupná realizace v letech 1994 až 2014. Galerie významných osobností, které se zasloužily o vývoj a aplikace moderních technologií sběru a zpracování geografických dat pro tento účel.*

### **Fundamental Base of Geographic Data (ZABAGED®) – the Work of one Generation of Czech Surveyors**

### Abstract

*Roots of origin of the ZABAGED conception at the beginning of nineties and its successive implementation from 1994 to 2014. Display of outstanding personalities who played an important role in development and application of modern technologies of geographic data collection and processing for that purpose.*

**Keywords:** *geographic information, vectorial database, digital terrain model, state map series, generalization, Czech Republic*

## 1. Úvod

V roce 2016 je více než vhodné si připomenout 25 let od prvních kroků k vybudování základní báze geografických dat pro potřeby orgánů státní správy a územní samosprávy a k realizaci zásadních opatření pro modernizaci tvorby a vedení státních mapových děl ve středních měřítkách.

Na počátku devadesátých let 20. století byly v tehdejší České a Slovenské Federativní Republice (ČSFR) zaznamenávány stále častější případy využití geografických informačních systémů (GIS) pro poznávací a rozhodovací činnosti výše zmíněných orgánů. Všeobecně byl pocítován nedostatek kvalitních, aktuálních a konzistentních geografických dat, spojených s určitým místem na Zemi, která představují až 90 % hodnoty GIS. Běžně docházelo k nekoordinovanému a opakovanému sběru digitálních rastrových a vektorových dat, často jen digitalizací dostupných otisků státních mapových děl, a tak k plýtvání pracovními kapacitami i finančními zdroji.

V červnu 1991 byl v Southamptonu přiznán ČSFR, jako první z postkomunistických zemí, statut pozorovatele v Evropském výboru představitelů národních zeměměřických

služeb (Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle – CERCO), který umožnil sledovat stav a vývojové trendy v nejvyspělejších evropských státech, pokud šlo o postupy konverze topografických map středních měřítek do digitální formy, tvorbu digitálních bází kartografických dat a digitálních bází topografických dat v odpovídající úrovni podrobnosti a přesnosti. Zjištěné poznatky byly základem pro přípravu a zahájení prací na koncepci Základní báze geografických dat v tehdejší Zeměměřickém ústavu na sklonku roku 1991.

## 2. Inspirativní příklady z vyspělých evropských zemí

Na začátku devadesátých let se řada evropských zemí orientovala nejprve na vytváření digitálních bází kartografických dat v rastrové formě počínaje nejmenšími měřítky topografických map (Německo, Nizozemsko, Švédsko – 1 : 250 000, Norsko – 1 : 50 000). Pouze Velká Británie již vykazala ukončenou vektorovou digitalizaci základních map v měřítku 1 : 1 250 ve velkých městech a její pokračování v extravilánech v měřítku 1 : 2 500 [1].

V roce 1992 zveřejnilo Dánsko koncepci vektorové master databáze geografických dat vzniklé digitalizací topografické mapy 1 : 10 000, určenou pro počítačovou tvorbu topografické mapy v měřítku 1 : 25 000 a vytvoření generalizovaných databází menší podrobnosti – 1 : 75 000 pro tvorbu topografických map v měřítkách 1 : 50 000 a 1 : 100 000 a také 1 : 200 000 pro tvorbu topografických map v měřítkách 1 : 200 000 a 1 : 500 000 [2].

V Německu byla dopracována koncepce Úředního topograficko-kartografického informačního systému (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem – ATKIS), zahrnující tvorbu digitálních modelů území (Digitale Landschaftsmodelle – DLM), vycházejících ze základního modelu (Basis DLM) v úrovni podrobnosti topografické mapy v měřítku 1 : 25 000. Zdrojem k jeho naplňování byla především vektorizovaná Deutsche Grundkarte 1 : 5 000, na území bývalé Německé demokratické republiky pak topografická mapa v měřítku 1 : 10 000 a dále aktuální data z topografických mapovacích prací.

Z tohoto modelu se měly odvozovat digitální báze kartografických dat pro počítačovou tvorbu topografických map v měřítkách 1 : 10 000 a 1 : 25 000 a generalizací následně model DLM 50 pro tvorbu topografických map v měřítkách 1 : 50 000 a 1 : 100 000, a dále modely DLM 250 a DLM 1 000 pro tvorbu topografických map v měřítkách 1 : 250 000 a 1 : 1 000 000.

Na počátku devadesátých let však ještě nebyly ani v Německu k dispozici efektivní nástroje modelové generalizace a proto byl zpočátku budován popsáním způsobem pouze Basis-DLM, a DLM 250 a DLM 1 000 byly vytvořeny oddělenou digitalizací mapy JOG 250 a topografické mapy 1 : 1 000 000 bez vzájemných vazeb a shodných typů objektů. K plné realizaci vytvoření DLM 50, DLM 250 a DLM

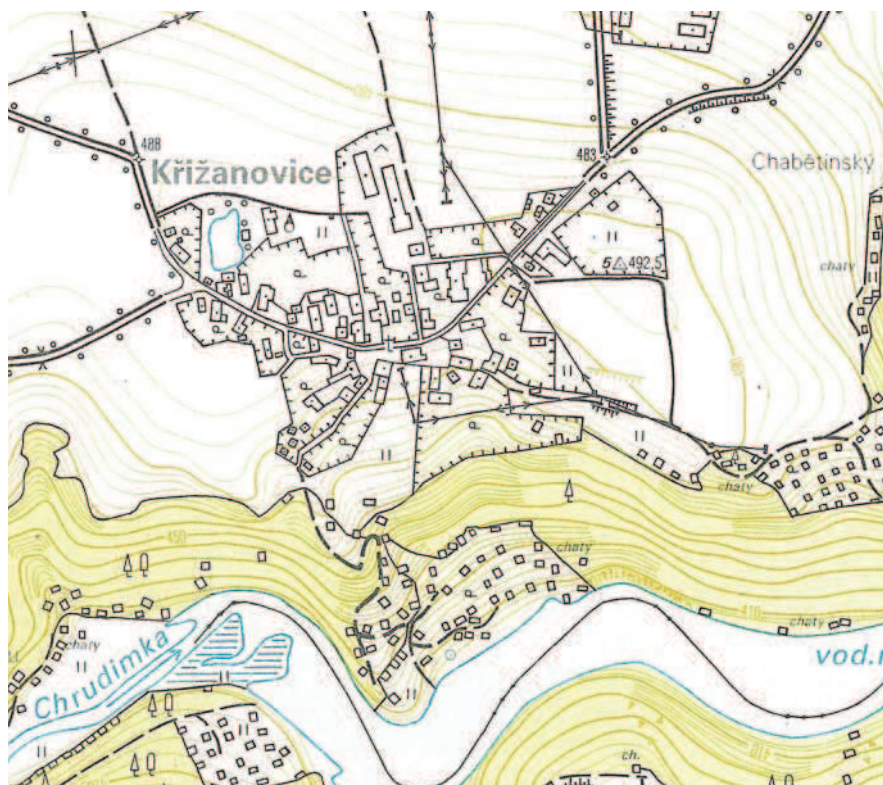
1 000 ze základního DLM nástroji modelové generalizace a k uplatnění automatizované kartografické generalizace včetně tvorby symbolů pro počítačovou tvorbu celé měřítkové řady topografických map (DTK 10, DTK 25, DTK 50, DTK 250, DTK 1 000) došlo až po roce 2000.

Součástí ATKIS je též digitální výškový model (Digitales Höhenmodell – DHM), vznikající z historických důvodů odděleně, převážně vektorizací vrstevnic topografických map, a také digitální ortofota (digitale Orthophotos – DOP).

Na XIV. zasedání CERCO v Ankaře (v září 1992) byl již předložen český referát o tvořící se koncepci ZABAGED, který vyvolal značnou pozornost a byl v kuloárech kladně hodnocen.

V roce 1993 došlo k rozdělení ČSFR na Českou republiku (ČR) a Slovenskou republiku (SR) a obě země se staly na XV. zasedání v Helsinkách v červnu 1993 samostatnými členy CERCO. V tvorbě a realizaci koncepce báze základních geografických dat se však vydaly odlišnými cestami.

Zatímco ČR, jako většina evropských států, vyšla z rasterizace a vektorizace aktualizovaného státního mapového díla největšího disponibilního měřítko – Základní mapy ČR 1 : 10 000 (**obr. 1**) u vědomí toho, že tento obrovský soubor geografických dat, periodicky aktualizovaný v sedmdesátých a osmdesátých letech 20. století, představuje hodnotu kolem 1 miliardy korun, SR se vydala „francouzskou cestou“, tj. vytvořením vektorové topografické databáze (ZB GIS) analytickým nebo digitálním fotogrammetrickým vyhodnocením nově pořízených leteckých měřických snímků celého území státu. Tuto koncepci představil Institut Géographique National v Helsinkách [3] jako BD TOPO v úrovni podrobnosti topografické mapy 1 : 25 000 s předpokladem jejího vyhotovení fotogrammetrickým vyhodnocením snímků v měřítku 1 : 30 000 na celém území Francie do konce roku 2007.



Obr. 1 Základní mapa ČR 1 : 10 000 – výchozí zdroj geografických dat pro tvorbu ZABAGED (1994)

### 3. Tvorba koncepce ZABAGED (1992-1994)

Nepříznivou situaci – pokud jde o dostupnost kvalitních, aktuálních, standardních a sourodých geografických dat, nejasné vymezení práv a povinností zúčastněných subjektů a podmínek pro všestranné využití jednou vytvořených dat, konstatovala bývalá Komise vlády ČR pro státní informační systém a v usnesení č. 4/1992 uložila tehdejšímu Českému úřadu geodetickému a kartografickému (ČÚGK) zpracovat projekt Základní báze geografických dat ČR (ZABAGED). Projekt [4] byl vytvořen v tehdejší Zeměměřičském ústavu *Ing. Janem Neumannem, CSc.*, který se do resortu vrátil na počátku roku 1992 po šestiletém působení v Ústavu teorie informace a automatizace Československé akademie věd.

ČÚGK předložil tento projekt Komisi v říjnu 1992, a ta po projednání prohlásila ZABAGED za integrální součást státního informačního systému, což ji ve skutečnosti učinilo společnou geometrickou osnovou všech prostorově orientovaných informačních systémů s adekvátní úrovní podrobnosti (vyjma informačního systému katastru nemovitostí). Usnesením vlády ČR č. 492 z 8. 9. 1993 bylo pak uloženo Českému úřadu zeměměřičskému a katastrálnímu (ČÚZK) předložit do 28. 2. 1994 Koncept ZABAGED ústředním správním orgánům. Po meziresortním projednání byla koncepce schválena dne 1. 11. 1994 předsedou ČÚZK a publikována ve Zpravodaji ČÚZK pod č. j. 5005/1994-1 [5].

Geografická data soustředěná v ZABAGED představují kombinaci prostorových dat (která svou metrikou zobrazují polohu jevů a topologií relace vůči okolí) a popisných dat (atributů), které popisují kvalitativní a kvantitativní charakteristiky územních jevů, popř. jejich jednoznačné identifikátory. Zatímco sběr, zpracování a vedení prostorových dat náleží podle zákona č. 200/1994 Sb., o zeměměřičství, do působnosti ČÚZK, popisná data jsou doménou příslušných správců územních jevů (silnic, železnic, vodních toků apod.). Podmínkou úspěšného vytvoření a dalšího vedení ZABAGED je proto plánovaná úzká meziresortní spolupráce a obecná shoda v integračních klíčích. Výjimkou jsou popisná data technologické povahy dodávaná orgány resortu ČÚZK, která umožňují např. kartografickou vizualizaci nebo generalizaci základních map nové generace vzniklých ze ZABAGED.

V souladu s nařízením vlády č. 116/1995 Sb. a č. 430/2006 Sb. jsou prostorová data v ZABAGED vedena v závazném geodetickém referenčním systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a výškovém systému baltiském – po vyrovnání. Vzhledem k existenci vhodného státního mapového díla – Základní mapy ČR 1 : 10 000 (ZM 10) v analogové formě, konkrétně jejich aktualizovaných tiskových podkladů a rovněž k nutnosti vytvoření ZABAGED v co nejkratším časovém období a s únosnými finančními požadavky na státní rozpočet, bylo rozhodnuto vytvořit Základní bázi geografických dat ČR rastrovou digitalizací aktualizovaných tiskových podkladů (polohopisu, výškopisu, vodstva a areálů vybraných druhů porostů a využití půdy, popisu) 4 555 mapových listů ZM ČR 1 : 10 000 a jejich konverzí do

- *rastrového kartografického modelu* (původně nazvaného ZABAGED/2, později Rastrová reprezentace ZM ČR 1 : 10 000, po roce 2000 Základní mapa ČR 1 : 10 000 – barevná bezešvá,
- *topologickovektorového topografického modelu* (do roku 1998 nazývaného ZABAGED/1, později jen ZABAGED a po získání ochranné známky 30. 12. 2013 ZABAGED®. Jeho

součástí měl být původně *digitální model reliéfu* (DMR) ve tvaru čtvercové mříže, kde velikosti čtverců této sítě jsou proměnlivé a nepřímo úměrné vertikální členitosti reliéfu v daném místě. Síť pak vznikne interpolací mezi vybranými body vektorizovaných vrstevnic, které jsou významné pro vystižení jejich křivosti.

Tato představa DMR však nebyla realizována, nýbrž byl vytvořen model ZABAGED – *výškopis 3D vrstevnice* (obr. 2) a z něj odvozen mřížový model ZABAGED – *výškopis grid 10 m x 10 m*, používaný zejména pro ortogonalizaci leteckých měřických snímků při tvorbě Ortofota ČR v letech 1999-2012.

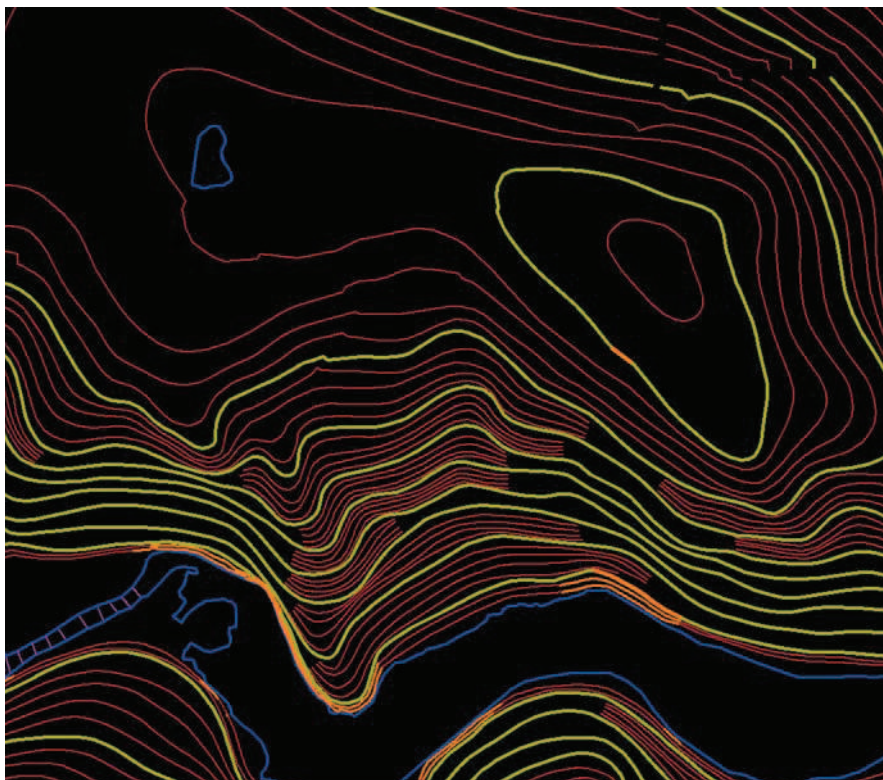
Příprava koncepce byla podpořena i legislativními kroky – vytvořením nové struktury orgánů zeměměřičství a katastru nemovitostí (Zákonem o zeměměřičských a katastrálních orgánech č. 359/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů), vymezením zeměměřičských činností ve veřejném zájmu (Zákonem o zeměměřičství č. 200/1994 Sb. a vyhláškou ČÚZK č. 31/1995 Sb.).

### 4. Realizace Koncepce ZABAGED (1994-2000)

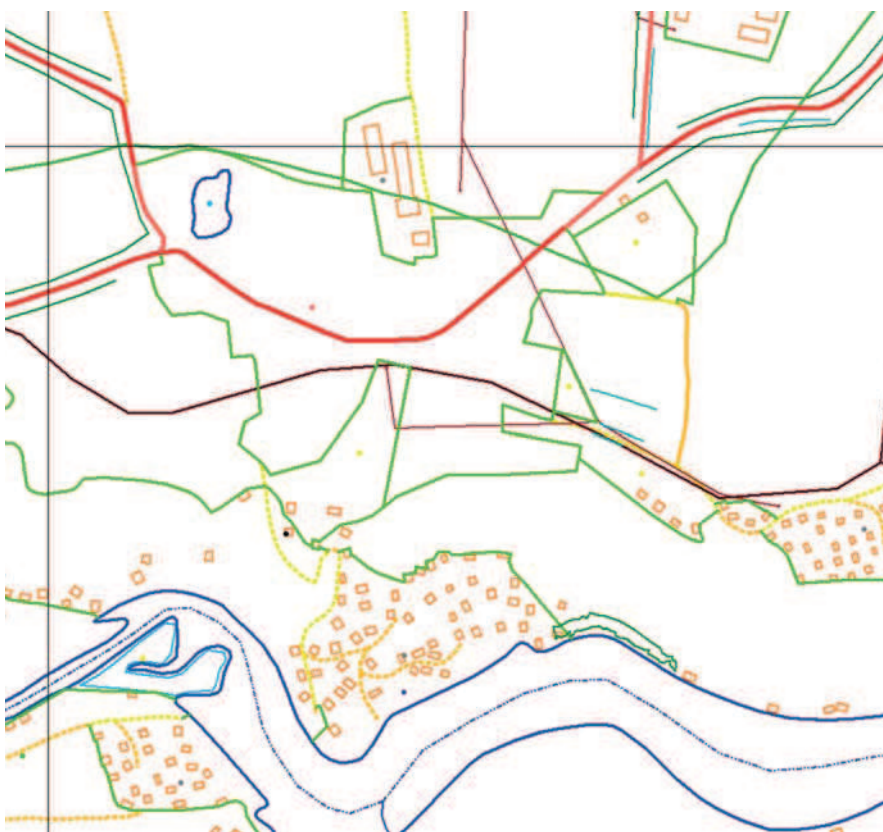
Během jediného roku 1994, při efektivní spolupráci se soukromou firmou, byly naskenovány *existující tiskové podklady* na plastových fóliích 4 555 listů ZM ČR 1 : 10 000, tj. 22 775 tiskových podkladů [6]. Rastrové záznamy byly afinně transformovány do S-JTSK a následně vytvořena *bezešvá digitální barevná rastrová mapa ČR* s označením ZABAGED/2 strukturovaná do čtverců 2 km x 2 km se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami Y a X geodetického referenčního systému S-JTSK. Ke každému čtverci náležela *metadata* obsahující údaje o jeho poloze v S-JTSK a o stáří jeho obsahu. Hustota rastru činila minimálně 200 dpi, použit byl barevný rastrový formát BMP (Windows Bitmap) a později i TIFF (Tagged Image File Format) s hustotou 400 dpi. Pro určité aplikace GIS se ukázalo být vhodnější rastrové zobrazení jednotlivých tematických vrstev mapových listů (digitální rastrové ekvivalenty tiskových podkladů) ve formátech CIT, TIFF a RCW s hustotou 400 dpi, které byly rovněž uživatelům poskytovány.

Původním záměrem akce z roku 1994 bylo dočasně a částečně nahradit postupně vytvářené topografické model ZABAGED/1 v letech 1994-2000, ale pro trvajícím zájmem o rastrový kartografický model bylo rozhodnuto o další aktualizaci tohoto produktu i po roce 2000 začleněním rastrového ekvivalentu ZM 1 : 10 000 vytvořené již kartografickou vizualizací ZABAGED. Navíc, v letech 1995-2000 byly vyhotoveny a komerčně zpřístupněny digitální rastrové ekvivalenty ZM ČR 1 : 25 000, 1 : 50 000 a 1 : 200 000 s obdobnými technickými parametry. Data ZABAGED/2 a další rastrové produkty byly poskytovány za úplatu podle Pravidel užití státních mapových děl vydávaných v působnosti ČÚZK z roku 1994. V následujících 15 letech se staly nejžádanějšími a nejužívanějšími produkty ZÚ.

Topologickovektorový topografický model území ČR ZABAGED/1 (obr. 3) byl zkušebně vytvořen v několika lokalitách již v roce 1994 (cca 100 mapových listů) a systematicky naplňován od roku 1995; od roku 1996 pak s kapacitou až 1 000 listů polohopisu a 600 listů výškopisu ZM ČR v měřítku 1 : 10 000 ročně. Hlavním zdrojem dat byly *aktualizované tiskové podklady* polohopisu, výškopisu, vodstva ZM 10. *Regionální redakce* v 7 katastrálních úřadech I. typu prováděly kompletní revizi tiskových podkladů, aktualizovaných v rámci běžné obnovy státního ma-



Obr. 2 ZABAGED – výškopis 3D vrstevnice



Obr. 3 ZABAGED/1 – polohopis bez detailů v intravilánu obcí (1994-2003)

pového díla, a redakční přípravu pro vektorizaci rastrového záznamu včetně editace objektů podle *Katalogu objektů ZABAGED/1*. V roce 1996 si redakční práce vyžádaly kapacitu 28 pracovníků na katastrálních úřadech.

Zásadní úlohu v tomto procesu sehrála Ústřední redakce ZABAGED v ZÚ vedená RNDr. Eduardem Muřickým, která metodicky sjednocovala postup regionálních redakcí a kontrolovala soulad výsledků revize na rozhraní jejich územní působnosti. Práce zde vykonávalo 7 odborných pracovníků. Principiálním dokumentem se stal popis konceptuálního modelu ZABAGED/1 ve formě Seznamu jevů zobrazených v ZABAGED/1 (ČÚZK č. j. 6093/1994-22) následovaný Katalogem objektů ZABAGED/1 (ZÚ, č. j. 2459/1995-36), Seznamem objektů zobrazených v ZABAGED/1 (ČÚZK, č. j. 4926/1996-22) a Katalogem objektů ZABAGED/1 (ČÚZK, č. j. 1620/1998-22). Jejich tvůrcem byl předčasně zesnulý Ing. RNDr. Jaroslav Uhlíř, CSc. ve spolupráci s RNDr. Eduardem Muřickým a Ing. Lidmilou Penížkovou [7].

106 typů objektů zobrazených v ZABAGED/1 bylo rozděleno do 8 kategorií (sídelní, hospodářské a kulturní objekty, komunikace, rozvodné sítě a produktovody, vodstvo, územní jednotky, vegetace a povrch, reliéf a geodetické body) a jednotlivým typům přiřazeny kódy, převážně převzaté z databáze DIGEST (Digital Geographic Information Exchange Standard), popř. ETDB (European Territorial Data Base) nebo modifikované s ohledem na obsah ZM 10. Většina typů objektů byla dále podrobněji charakterizována pomocí atributů. Ke každému typu objektu byl vyhotoven *Katalogový list* obsahující zejména kód, definici, typ geometrického zobrazení (bod, linie, areál), charakteristiku polohové přesnosti (skupina A-D) a atributy.

Aktualizované tiskové podklady ZM 10 byly skenovány na velmi přesném plošném skeneru FB III s rozlišením 1 016 dpi a vektorizovány na pracovních stanicích v ZÚ podle údajů redakční přípravy s kapacitou cca 19, později až 23 operátorů. Původní databáze ZABAGED/1 byla tvořena jednak grafickými vektorovými soubory a jednak relační databází ORACLE a budována v programovém prostředí MGE/Microstation. Grafické prvky byly rozvrstveny do 60 vrstev, což umožnilo snadnější rozpoznávání, manipulaci a export dat do různých systémů [8]. Kapacitně nejnáročnější prací se ukázala tvorba vektorového topologicky čistého topografického modelu vektorizací rastrových souborů polohopisu, vodstva a výškopisu (vrstevnic). K tomuto účelu byl využit programový produkt firmy Intergraph pro poloautomatickou vektorizaci (GEOVEC).

V roce 1999 byl instalován programový systém MGE Data Manager pro zdokonalení správy ZABAGED/1 jako *bezešvé databáze* celostátního rozsahu. V oboru zpracování geografických dat byly významným přínosem odborné a organizační zkušenosti Ing. Vratislava Plischkeho a Ing. Lidmily Penížkové. Pracovní jednotkou byly mapové listy ZM 10, pracovním prostředím Microstation 3 (později vyšší verze). Byl využit tzv. spaghetti-model, kdy informace o využití půdy a půdním krytu byly vyjádřeny formou hranice a bodu – centroidu, který nesl informace o charakteru území. Všechny prvky byly ukončeny na rámu mapového listu. Organizačně a kontrolami byla zajišťována nezbytná kontinuita prvku na sousedním mapovém listu a topologické vazby mezi prvky. Pro nepřipravenost některých správců územních informačních jevů nebyly až do roku 2001 naplňovány tabulky atributových dat.

Výstupem ze ZABAGED/1 byl vektorový soubor polohopisu ve formátu DGN (případně DXF) a podobný vektorový soubor výškopisu (vrstevnic). Až do doplnění detailů intravilánů v rámci 2. etapy vývoje ZABAGED (po roce 2000)

byl ještě poskytován *rastrový soubor intravilánu* ve formátu CIT, protože polohopis ZABAGED/1 obsahoval v těchto lokalitách pouze vodní toky a průjezdní komunikace. Takto bylo polohopisnou i výškopisnou složkou pokryto celé území ČR v roce 2000.

Detailní a polohově dostatečně přesné vyhodnocení sídel umožnilo teprve vybavení resortu ČÚZK moderní fotogrammetrickou technikou v rámci pomoci švýcarské vlády v roce 1998. Pro fotogrammetrická pracoviště Katastrálních úřadů (KÚ) v Českých Budějovicích, Plzni, Brně a Opavě byly získány analytické vyhodnocovací přístroje Leica SD2000, pro KÚ v Liberci nejpřesnější varianta Leica SD3000, umožňující provádění blokové aerotriangulace leteckých měřičských snímků, a pro ZÚ a KÚ Pardubice dvě digitální fotogrammetrické stanice HPW 770 Leica Helava, které umožnily mj. zahájit éru tvorby ortofot s rozlišením 0,5 m na zemi od roku 1998 pod vedením Ing. Pavla Šidlichovského (ZÚ) a Ing. Tomáše Morávka (KÚ Pardubice), když s malým předstihem byl z programu PHARE získán fotogrammetrický skener PHODIS SCAI fy Zeiss pro digitalizaci analogových snímků na filmu na pracovišti v KÚ Pardubice.

## 5. Tvorba Koncepce 2. etapy vývoje ZABAGED (1999)

Zatímco Koncepce 1. etapy ZABAGED byla autorským dílem, na tvorbě Koncepce 2. etapy vývoje ZABAGED se podílel širší kolektiv odborníků (převážně ze ZÚ) pod patronací předsedy ČÚZK Ing. Jiřího Šímy, CSc. Za nejdůležitější opatření byla považována:

- aktualizace polohopisného obsahu ZABAGED,
  - zpřesnění absolutní polohy některých typů objektů,
  - doplnění detailů intravilánů a atributů,
  - zpřesnění a aktualizace výškopisu ZABAGED,
  - zavedení plošného a průběžného sběru geografických dat pro aktualizaci,
  - využití ZABAGED v technologiích digitální tvorby státních mapových děl středních měřítek.
- Byly formulovány důležité zásady meziresortní spolupráce, zejména s Ministerstvem obrany (MO):
- společný územní postup při leteckém měřičském snímkování pro potřeby resortů MO a ČÚZK,
  - společné využití ortogonalizovaných leteckých snímků pro aktualizaci ZABAGED a Digitálního modelu území 25 (DMÚ 25),
  - využití aktualizovaných geografických dat ZABAGED pro aktualizaci DMÚ 25 jako součásti Vojenského topografického informačního systému.

**Poznámka:** Topologicko-vektorový model území ČR DMÚ 25 vznikl ve stejném časovém období jako ZABAGED/1 na základě vektorizace obsahu vojenské topografické mapy v měřítku 1 : 25 000 v důsledku duality vojenských a civilních státních mapových děl od roku 1969. Liší se obsahem Katalogu topografických objektů (7 kategorií, 112 katalogových listů), databáze byla vytvořena a spravována v programovém prostředí ArcInfo ESRI, kódy vycházely striktně ze standardu NATO DIGEST a jeho katalogu FACC). Původním geodetickým referenčním systémem byl S-42, po vstupu ČR do NATO se změnil na WGS84.

Důležitým rozhodnutím pro 2. etapu vývoje ZABAGED bylo také převést a udržovat všechna základní státní mapová díla středních měřítek do digitální formy na podkladě aktuálních dat ZABAGED.

Z koncepce vyplývalo, že zpřesnění polohy vybraných typů objektů bude provedeno v rámci 1. plošné aktualizace

ce. Mělo být dosaženo fotogrammetrickými metodami – digitálním stereofotogrammetrickým vyhodnocením polohopisu z leteckých měřických snímků a v případě extravilánu a malých intravilánů s řídkou zástavbou superpozicí digitálního ortofota s vektorovým obrazem obsahu ZABAGED/1. Více má být využito aktuálního obsahu digitálních katastrálních map a sběru změnových dat přímo v území nebo od zainteresovaných správců.

Zpřesnění se mělo týkat i výškopisu. Byla předpokládána revize a doplnění vrstevnicového 3D modelu, zejména vrstevnic v údolích řek, doplněním charakteristických hran reliéfu a mříží výškových kót v rovinatém území stereofotogrammetrickým vyhodnocením leteckých měřických snímků na analytických přístrojích a digitálních fotogrammetrických pracovních stanicích.

Bylo deklarováno, že aktualizovaná ZABAGED/1 již nebude zcela odpovídat původní kartografické předloze – ZM ČR 1 : 10 000 a proto se počítá s archivací historických verzí v intervalu 3 let. Bylo plánováno i hledání možností rychlého a operativního přístupu uživatelů k datům ZABAGED/1 i vstupu externích správců pro její aktualizaci (technologie Internetu se začala v ČR hromadně aplikovat až po roce 2000!).

Po realizaci 1. cyklu plošné aktualizace se již ZABAGED neměla jednorázově geometricky zpřesňovat, ale pouze aktualizovat o změny nastalé v zobrazených objektech.

Byly studovány nově se objevivší softwarové nástroje modelové a kartografické generalizace s cílem jejich uplatnění při odvození vektorové databáze menší podrobnosti, zejména pro počítačovou tvorbu ZM ČR v měřítku 1 : 50 000.

Koncepce 2. etapy vývoje Základní báze geografických dat [9] byla schválena předsedou ČÚZK dne 1. 4. 1999 a vydána pod č. j. 1209/1999-1.

## 6.

**Realizace Koncepce 2. etapy vývoje ZABAGED (2000-2009)**

Získané i zakoupené technické a programové vybavení pro tvorbu ortofot z leteckých měřických snímků umožnilo zahájit v resortu ČÚZK (a zčásti též ve Vojenském topografickém ústavu) systematické pokrytí celého území státu bezešvou mozaikou ortogonalizovaných snímků s rozlišením 0,5 m na zemi. V letech 1998-2002 ještě šlo o černobílý rastrový produkt, ale počínaje rokem 2003 o barevné Ortofoto ČR vyhotovované periodicky v intervalu 3 let.

Využití Ortofota ČR umožnilo realizovat v rámci 1. cyklu plošnou (periodickou) aktualizaci ZABAGED v letech 2000 až 2005 a geometrické zpřesnění objektů ZABAGED (obr. 4). Superpozice Ortofota ČR, georeferencovaného do geodetického referenčního systému S-JTSK, s vektorovým obrazem ZABAGED umožnila odstranit hrubé chyby v obsahu jejího polohopisu a aktualizovat jej o nově vzniklé či změněné objekty s tím, že přípustné odchylky měly být menší než 5 m (tj. 0,5 mm na ZM ČR 1 : 10 000) [10].

Plošná aktualizace ZABAGED dále vycházela ze způsobu aktualizace ZM 1 : 10 000 a změnové informace byly zajišťovány pracovníky katastrálních úřadů I. typu, kteří se zabývali aktualizací státních mapových děl. Hlavními aktualizacími zdroji byly měřické snímky, ortofota a terénní topografické šetření. Organizaci prací, jednotné metodické a pracovní postupy, obsahovou a technickou podporu, začlenění změnových informací do databáze zajišťoval v ZÚ Odbor ZABAGED pod vedením RNDr. Eduarda Muřického, později Ing. Vratislava Plischkeho za aktivní pomoci Ing. Lidmily Penížkové. V letech 2000-2003 došlo v rámci aktualizace k doplnění polohopisu ZABAGED o podrobnou kresbu v intravilánech obcí a měst využitím disponibilní foto-



Obr. 4 Superpozice Ortofota ČR s vektorovým obrazem ZABAGED

grammetrické techniky a kooperací s vybranými soukromými firmami (obr. 5).

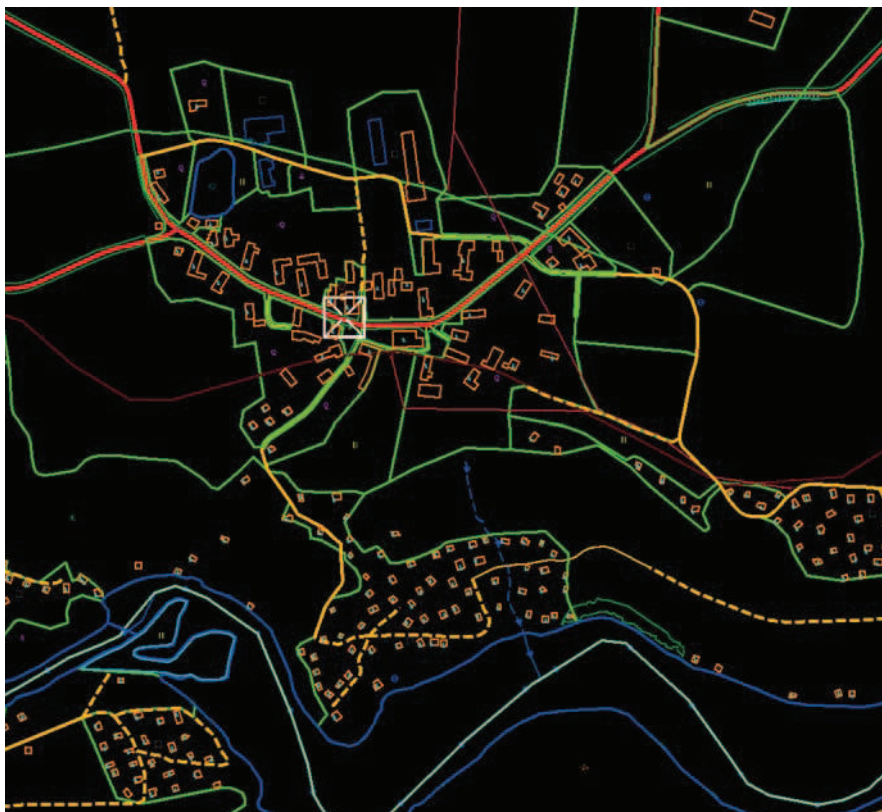
Sběr změnových dat a náprava polohy i geometrie objektů nad ortofotem probíhaly na KÚ ve stejném programovém prostředí jako proběhla vektorizace. Grafická část polohopisu byla zpracována v prostředí Microstation 95 (a vyšších verzí). Zpracované mapové listy byly posílány do ZÚ ve formě digitálních dgn výkresů (nyní po rozřezání dvojlistů šlo o 4 577 mapových listů) a tisků na folii, kde byly vývodkami doplněny zjištěné hodnoty atributů. Operátoři v ZÚ pak zaznamenali uvedené grafické a popisné informace do bezešvé databáze Oracle, resp. vyměnili původní vektorizované výkresy za výkresy se zpřesněnými a aktualizovanými geometrickými a atributovými informacemi. Tyto operace byly prováděny pomocí softwaru MGE Data Manager.

Pokud jde o digitální model reliéfu ZABAGED/1, vzniklý v druhé polovině devadesátých let let vektorizací vrstevnic na tiskových podkladech výškopisu ZM 10, ten vykazoval řadu nedostatků, zejména v místech chybějících nebo přerušovaných vrstevnic, v blízkosti vodních toků a v údolních nivách, kde byl reliéf vystižen jen minimem vrstevnic. Také chyběla většina terénních hran, které byly vedeny pouze v polohopisu ve 2D. Náprava byla realizována v letech 2005-2008 fotogrammetrickým vyhodnocením chybějících výškových dat na analytických přístrojích SD2000/3000, vybavených softwarem PRO600, a Planicomp P33, později zejména na digitálních fotogrammetrických pracovních stanicích Dephos. Zde byl také konfrontován mřížový model ZABAGED – výškopis grid 10 m x 10 m s 3D modelem území z leteckých měřických snímků a jeho výškové kóty případně „usazovány“ na terén. Autorem efektivní technologie, rovněž řídícím tuto akci, byl Ing. Pavel Šídlichovský.

Kromě úspěšného průběhu plošné aktualizace ZABAGED byly postupně vytvářeny podmínky pro zavedení dalšího způsobu aktualizace a to tzv. *průběžné aktualizace* ZABAGED. Na základě smluvně zajištěných dat od externích správců jsou od té doby a v rozsahu celé ČR aktualizovány vybrané typy objektů ZABAGED (zejména jejich atributové údaje). První spolupráce byla navázána s Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR, Ředitelstvím silnic a dálnic ČR, Centrem dopravního výzkumu, v. v. i. a Výzkumným ústavem vodohospodářským TGM.

Velkým přínosem byly změny v organizační struktuře resortu ČÚZK k 1. 1. 2004: dosavadní pracoviště odborů státních mapových děl na katastrálních úradech I. typu se stala součástí ZÚ pod vedením ředitele zeměměřické sekce. Od roku 2006 pak byla všechna pracoviště zabývající se plošnou aktualizací ZABAGED soustředěna do Odboru sběru dat ZABAGED vedeného Ing. Pavlem Šídlichovským a později RNDr. Janou Pressovou. Pracovníci zabývající se centrální správou dat, spoluprací s externími správci a rozvojem systému ZABAGED, vytvořili Odbor správy ZABAGED, který nejdříve vedl Ing. Karel Brázdil, CSc., později Ing. Pavel Šídlichovský. Agendami kolem ZABAGED se tak zabývalo až 196 pracovníků [11].

Používaný systém MGE Data Manager + Oracle byl navržen a užíván pro *naplňování* polohopisné databáze. S pokrokem techniky a novými požadavky na rychlost aktualizace bylo nutno uvažovat o změně systému *vedení* databáze. Proto byl v lednu 2006 zahájen projekt, jehož cílem bylo vytvoření systému, který umožnil provádět aktualizaci polohopisu ZABAGED v režimu on-line. Nový systém [12] byl navržen, implementován a zprovozněn v průběhu následujících 12 měsíců, včetně migrace dat a vyškolení uživatelů. Realizaci zajistily společnosti BERIT, a. s.



Obr. 5 Polohopis ZABAGED doplněný detaily v intravilánu obcí (od roku 2004)

a Bentley System ČR, s. r. o. Implementaci v ZÚ koordinovala *Ing. Danuše Svobodová*, v té době ředitelka zeměměřičské sekce, která se opírala o již dříve jmenované vedoucí pracovníky ZABAGED.

Modernizovaný systém Aplikačního programového vybavení (APV) ZABAGED byl navržen a vybudován ve třívrstvé architektuře (klient, aplikační a databázový server), která umožňuje optimalizovat rozsah přenášených dat. Prostorová a popisná data jsou uložena v databázi ORACLE 10G s komponentou Oracle Spatial. Aplikační server je založen na standardech J2EE a hraje hlavní úlohu v architektuře celého systému. Poskytuje standardní služby definované sdružením Open Geospatial Consortium (WFS, WMS, SFS, GML) a s klienty komunikuje na bázi XML/GML. Klientská část systému je postavena na technologii .NET a pro modifikaci dat využívá prostředí systému MicroStation V8 XM edition.

Nový systém podstatně zjednodušil a urychlil procesy aktualizace polohopisu (2. cyklus plošné aktualizace, průběžnou aktualizaci) a změnil organizaci práce. Všichni zainteresovaní pracovníci především tak získali on-line přístup do databáze a pracují v režimu dlouhých transakcí s optimistickým přístupem. V 7 územně detašovaných odděleních Odboru sběru dat ZABAGED (v Praze, Českých Budějovicích, Plzni, Liberci, Pardubicích, Brně a Opavě) byla spojena role topografa a operátora. Zjištěné změny jsou oprávněným pracovníkem přímo zaznamenávány do databáze. Pracovní jednotkou zůstává území mapového listu ZM 10, ale prvky nejsou nuceně ukončeny na rámech mapového listu, ale změny se zpracovávají najednou v celém jejich průběhu. Výsledná aktualizovaná data mohou být snadno a okamžitě podrobena komplexním kontrolám

kvality. Systém APV ZABAGED nabízí i řadu analytických funkcí, kdy každý prvek nese jednoznačný identifikátor, je zaznamenávána jeho historie, zjednodušilo se i poskytování dat uživatelům. Aktualizací ZABAGED a správou systému ZABAGED se v té době zabývalo až 135 zaměstnanců a jejich počet mohl být postupně snižován až na 117 pracovníků v roce 2009.

Významným krokem pro harmonizaci datových sad ZÚ bylo zahájení integrace databáze geografického názvosloví (Geonames) se systémem APV ZABAGED v roce 2009. Do té doby byla Geonames vztažena k názvosloví jednotlivých mapových listů ZM 10. Propojením se ZABAGED došlo k navázání geografických jmen na grafické reprezentace geografických prvků v ZABAGED. O realizaci této významné inovace se zasloužila *Ing. Danuše Svobodová* ve spolupráci s *PhDr. Pavlem Boháčem* a *Irenou Švehlovou*, *prom. fil. a hist.*

Nejrozsáhlejší interní aplikací ZABAGED byla její kartografická vizualizace ve formě *Základní mapy ČR nové generace* – nejprve v měřítku 1 : 10 000 (**obr. 6**) a návazně v měřítkách 1 : 50 000 a 1 : 25 000. K tomu bylo kartografické a polygrafické pracoviště ZÚ v Sedlčanech vybaveno moderní výpočetní a polygrafickou technikou a ve spolupráci se soukromými firmami vybuďovalo ryze digitální technologii vyhotovení uvedených základních map, která umožnila, aby po roce 2004 byla zcela opuštěna klasická kartografická a polygrafická tvorba základních a tematických map středních měřítek vydávaných v působnosti ČÚZK. Podrobnější popis již přesahuje únosný rozsah tohoto článku, avšak je namísto jmenovat vývojové pracovníky odboru kartografie a polygrafie ZÚ, kteří se o rozsáhlé změ-



Obr. 6 Základní mapa ČR 1 : 10 000 ze ZABAGED (2012)



ny v prvních letech realizace Koncepce 2. etapy vývoje ZABAGED zasloužili – *Milana Křížka, Ing. Olgu Volkmerovou* [13] a *Ing. Jaroslavu Bořkovcovou* [14].

#### 7. Další vývoj ZABAGED v letech 2010-2014

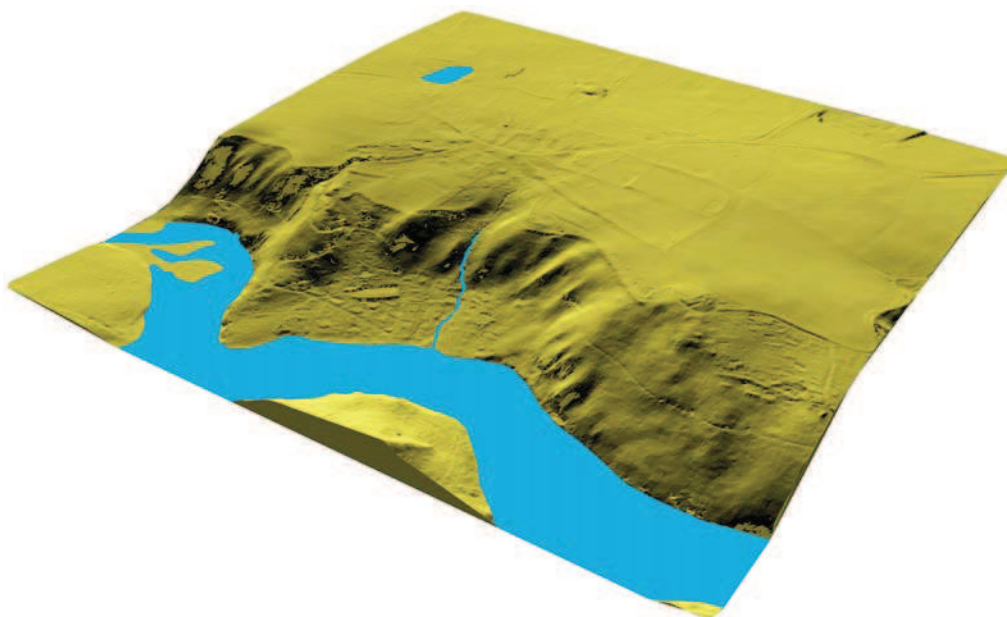
Toto období bylo ve znamení zásadních inovací zdrojů aktuálních geografických dat, které se rovněž využívají pro zkvalitnění dat ZABAGED. Vůdčí osobností těchto akcí byl *Ing. Karel Brázdil, CSc.*

- V roce 2010 bylo nahrazeno dosavadní letecké měřické snímkování na barevný film rastrovým obrazovým záznamem digitálními velkoformátovými kamerami v pásmech PAN, R, G, B a NIR elektromagnetického záření.

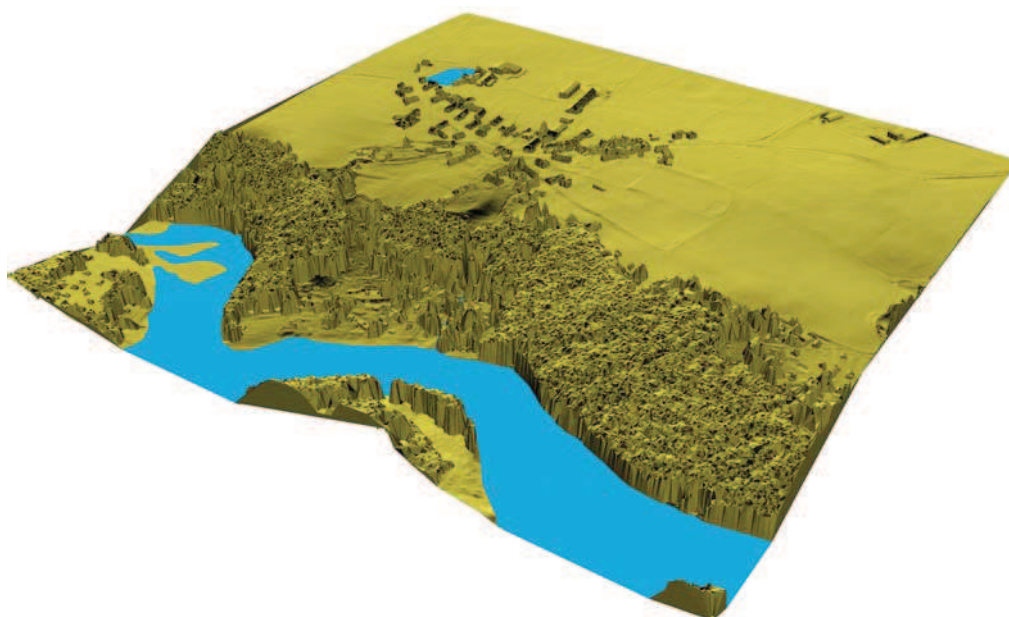
Tento produkt umožnil tvorbu Ortofota ČR s rozlišením 0,25 m na zemi a vyšší radiometrickou kvalitou.

- V letech 2010-2013 bylo v kooperaci s MO a Ministerstvem zemědělství realizováno letecké laserové skenování celého území ČR podle Projektu [15], jehož cílem je mj. výrazné zpřesnění dosavadního výškového modelu ZABAGED, a to náhradou mřížového modelu ZABAGED – výškopis grid 10 m x 10 m mřížovým modelem 5 m x 5 m *Digitální model reliéfu 4. generace* (DMR 4G), postupným vytvořením podrobného *Digitálního modelu 5. generace* (DMR 5G) v letech 2013-2016 (**obr. 7**) a následným vytvořením nového vrstevnicového modelu celého území ČR z dat DMR 5G do konce roku 2017.

Dalším cenným produktem realizace tohoto projektu je postupně vytvářený *Digitální model povrchu 1. generace* (DMP 1G) – **obr. 8**. O vývoj technologií zpracování



Obr. 7 Digitální model reliéfu 5. generace (DMR 5G)



Obr. 8 Digitální model povrchu 1. generace (DMP 1G)

leteckých laserových dat a naplňování těchto modelů se zasloužil zejména *Mgr. Petr Dušánek* a pracoviště ZÚ v Pardubicích.

- V roce 2012 byl uskutečněn přechod z dosavadního tříletého intervalu leteckého měřického snímkování celého území ČR na dvouletý, což mj. přispívá k získání čerstvých změnových dat pro plošnou aktualizaci ZABAGED.

Již v roce 2010 byla realizována změna dosavadního programového prostředí a spuštěn Informační systém státního mapového díla ZÚ, vytvářený od roku 2008 ve spolupráci s firmou T-mapy, s. r. o., na platformě ArcGIS [16]. Bylo to konkrétně v období, kdy vedl Odbor kartografie a polygrafie ZÚ *RNDr. Ing. Michal Traurig*. V roce 2011 byla dokončena integrace databáze geografických jmen *Geonames* se ZABAGED, což přispělo zejména k automatizované tvorbě státních mapových děl vytvářených v ZÚ.

Od roku 2009 je správa a aktualizace dat ZABAGED stabilizována a probíhá v úzké spolupráci Odboru sběru dat ZABAGED pod vedením *RNDr. Jany Pressové* (plošná aktualizace polohopisu i výškopisu, aktualizace Geonames) a Správy ZABAGED (průběžná aktualizace, správa systému APV ZABAGED) pod vedením *Ing. Pavla Šidlichovského*. Oba odbory měly v roce 2013 dohromady 109 zaměstnanců.

V letech 2010-2012 byl uskutečněn 3. cyklus plošné aktualizace a následně zahájen 4. cyklus. S rozvojem Internetu nejsou zdrojem informací pro plošnou aktualizaci pouze Ortofoto ČR, letecké měřické snímky, terénní šetření včetně dotazování obcí, ale i volně přístupné, tematicky zaměřené webové stránky nebo mapové služby (např. LPIS, ISKN) orgánů a organizací státní správy. Stále větší rozsah a důležitost však získává *průběžná aktualizace*. Některé typy objektů jsou aktualizovány v rozsahu celé ČR 1-4x ročně. V souvislosti se vznikem Registru územní identifikace, adres a nemovitostí (RÚIAN) dochází i k propojení s Informačním systémem územní identifikace (ISÚI), kdy jsou všechny nově navržené ulice nebo změny průběhu definiční čáry ulice aktualizovány obcemi užitím systému APV ZABAGED.

V rámci průběžné aktualizace je kromě institucí, již zmíněných v části 6, navázána spolupráce se správci dalších informačních systémů (např. SŽDC, ŘLP, ČHMÚ, ČSÚ, Česká pošta, obce). Na základě dalších požadavků uživatelů i v souvislosti s intenzivním využíváním dat správců, jimi užívané struktury dat a definice geografických prvků, dochází i k úpravě datového modelu ZABAGED. Schválení a zakotvení těchto změn je pravidelně publikováno v dokumentu Katalog objektů ZABAGED® [17], který spravuje od roku 2005 *RNDr. Jana Pressová*. V současné době obsahuje 116 typů geografických objektů s více než 350 typy atributů.

V souvislosti s aktivitami v rámci INSPIRE byla zahájena spolupráce se státními zeměměřickými službami sousedních států s cílem harmonizovat geografická data v blízkosti státních hranic a vyměňovat si zkušenosti se správou geografických databází. V letech 2009 až 2011 byl realizován projekt Homogenizace geodat na hranicích v rámci *Programu Cíl3/Ziel3* na podporu příhraniční spolupráce mezi ČR a Svobodným státem Sasko [18]. Získané zkušenosti byly pak využity pro pokračování bilaterální spolupráce se zeměměřickými službami Bavorska, SR a Polska.

V roce 2010 došlo k obnově stereofotogrammetrické techniky, používané pro aktualizaci především vrstevnicového modelu ZABAGED, a byl vybrán systém PhoTopoL Digit Solo v kombinaci se systémem Atlas DMT, které umožňují stereoskopické vyhodnocování digitálních měřických

snímků a práci s podrobným digitálním modelem terénu získaným z dat z leteckého laserového skenování. Proběhlo testování využití dostupných nástrojů a softwaru pro zkvalitnění geometrie dat ZABAGED ve spolupráci s Přírodovědeckou fakultou UK.

V roce 2013 tak mohla začít nová etapa geometrického zpřesňování vybraných objektů ZABAGED – komunikací (silnic, železničních tratí) a vodstva (vodních toků a břehových čar vodních toků a vodních ploch). Dále probíhá revize všech terénních stupňů, kótovaných bodů, a pokud jsou identifikovatelné, tak i dalších typů objektů, jako jsou mosty, opěrné zdi, vodopády, přehradní hráze, jezy, rokly a výmoly. Díky topologické provázanosti geografických prvků v ZABAGED je v rámci zpřesňování zlepšena poloha i dalších prvků. Pro terénní šetření, především pro ověřování průběhu vodních toků, jsou s úspěchem využívána nově pořízená mobilní zařízení GIS s přijímačem GNSS.

Počínaje rokem 2013 se též soustředil zájem vývojových pracovníků na zpřesnění absolutní polohy a geometrického tvaru budov a dalších staveb. Potenciálním zdrojem jejich „nápravy“, tj. dosažení polohové přesnosti lepší než 1 m, jsou data digitální katastrální mapy (DKM), klasifikovaná mračna bodů z leteckého laserového skenování, jednotlivé ortofotosnímky ortogonalizované v celé jejich ploše a Ortofoto ČR. Zkoušky byly realizovány v roce 2012 v Pardubicích za účasti autora tohoto článku [19]. Jejich výsledky ilustrují cesty k žádoucímu zpřesnění polohopisu ZABAGED®, aby se v budoucnu mohl stát hlavním datovým zdrojem pro tvorbu *Základní topografické mapy ČR v měřítku 1 : 5 000*.

V závěru roku 2013 ukončil aktivní činnost odchodem do důchodu ředitel ZÚ *Ing. Jiří Černošský*, který ZÚ vedl v letech 1994-2013 (shodou okolností po celou dobu budování ZABAGED). Ač sám geodet – triangulátor, považoval tvorbu a správu ZABAGED za nejvýznamnější činnosti ZÚ a vždy jim věnoval maximální pozornost a podporu.

## 8. Úloha ZABAGED® v Konceptci rozvoje zeměměřičtví v letech 2015 až 2020

Od začátku roku 2014 připravovala skupina odborníků ZÚ pod vedením ředitele *Ing. Karla Brázdila, CSc.*, dokument *Koncepce rozvoje zeměměřičtví v letech 2015 až 2020* [20], který po předložení v závěru roku doporučil předseda ČÚZK *Ing. Karel Večeře* k realizaci. Pokud jde o další vývoj a aplikace ZABAGED®, tato koncepce předpokládá uskutečnění následujících cílů:

- harmonizovat polohopisný obsah ZABAGED® s budovami v RÚIAN a s obdobnými bázemi geografických dat na hranicích se sousedními státy (Německo, Polsko, Rakousko a SR),
- realizovat vazby na jiné informační systémy veřejné správy bilaterálně nebo prostřednictvím nástrojů Geoinfostrategie ČR,
- zvýšit absolutní polohovou přesnost vybraných typů objektů až na  $m_{xy} < 0,75$  m, aby ZABAGED® byla optimálním podkladem pro úlohy územního plánování (**obr. 9**) a pro většinu informačních systémů územní samosprávy, orientovat frekvenci průběžné aktualizace ZABAGED® na prostory většího výskytu změn, které budou indikovány metodami dálkového průzkumu Země,
- do konce roku 2017 zajistit interoperabilitu ZABAGED® s databázemi INSPIRE a geografická data vybraných témat INSPIRE převést do požadované formy,



Obr. 9 Automatická kartografická vizualizace kompozice ZABAGED® pro účely územního plánování

- využit ZABAGED® pro digitální tvorbu současných základních i tematických map ČR, vydávaných v působnosti ČÚZK až do doby vydání nové řady Základních topografických map ČR od měřítka 1 : 5 000 po měřítko 1 : 250 000 v roce 2023.

Součástí ZABAGED® se stanou výškopisné databáze DMR 5G, DMP 1G a nový vrstevnicový model území ČR. S tím souvisí realizace těchto dalších předpokladů:

- nový vrstevnicový model území ČR se základním intervalem vrstevnic 1 m bude vytvořen z dat leteckého laserového skenování zpracovaných v produktu DMR 5G do konce roku 2017,
- v roce 2017 bude zahájena aktualizace DMR 5G a DMP 1G leteckým laserovým skenováním vytipovaných lokalit technickými prostředky resortů ČÚZK a MO.

Geoportál ČÚZK se stane centrálním přístupovým místem pro získání všech produktů vydávaných v působnosti resortu ČÚZK.

## 9. Závěr

Vytvořením koncepce a realizací topologicko-vektorové topografické báze geografických dat a návazných kartografických databází pro počítačovou tvorbu základních státních mapových děl středních měřítek se ČR zařadila mezi technicky nejvyspělejší evropské země, pokud jde o sběr a zpracování prostorových dat popisujících územní realitu. Zásahu na tom mají vynikající odborníci, jejichž odborné znalosti a pracovní nasazení výrazně převyšovaly soudobou úroveň, a také porozumění a podpora vedou-

cích představitelů ČÚZK a ZÚ při personálním a investičním zajištění této rozsáhlé akce.

*Autor děkuje za podrobné informace a cenné připomínky Ing. Janu Neumannovi, CSc., RNDr. Janě Pressové a Ing. Lidmile Penížkové.*

## LITERATURA:

- [1] ŠÍMA, J.: Evropské cesty modernizace státních mapových děl (XIII. Plenární zasedání CERC0 v Southamptonu, 5.-7. 6. 1991). Geodetický a kartografický obzor 37/79, 1991, č. 11, s. 245-248.
- [2] ŠÍMA, J.: XIV. plenární zasedání CERC0 v Ankaře. Geodetický a kartografický obzor 39/81, 1993, č. 1, s. 15-17.
- [3] ŠÍMA, J.: Současný obraz o činnosti geodetických a kartografických služeb členských států Rady Evropy. Geodetický a kartografický obzor 39/81, 1993, č. 11, s. 240-244.
- [4] NEUMANN, J.: Základní báze geografických dat České republiky. Geodetický a kartografický obzor 39/81, 1993, č. 5, s. 101-105.
- [5] Koncepce Základní báze geografických dat (ZABAGED). Český úřad zeměměřický a katastrální, č. j. 5005/1994-1.
- [6] NEUMANN, J.: ZABAGED/2 digitální barevná rastrová mapa České republiky. Geodetický a kartografický obzor 40/82, 1994, č. 6, s. 164-157.
- [7] UHLÍŘ, J.: Tvorba katalogu objektů ZABAGED/1. Geodetický a kartografický obzor 41/83, 1995, č. 9, s. 187-190.
- [8] UHLÍŘ, J.-PLISCHKE, V.: Současný stav Základní báze geografických dat. Geodetický a kartografický obzor 43/85, 1997, č. 8-9, s. 157-162.
- [9] Koncepce 2. etapy vývoje Základní báze geografických dat (ZABAGED). Český úřad zeměměřický a katastrální, č. j. 1209/1999-1.
- [10] ŠÍMA, J.: Základní státní mapová díla středních měřítek – tvorba a údržba po roce 2000. Habilitační přednáška, ČVUT, Praha, 2004, 27 s. ISBN 80-01-02967-0.

- [11] ČERNOHORSKÝ, J.: Dvacet let Zeměměřického úřadu. Geodetický a kartografický obzor 59/101, 2013, č. 7, s. 137-167.
- [12] SOVADINA, M.-SVOBODOVÁ, D.: Modernizace technologií správy a aktualizace ZABAGED®. Sborník konference DATAKON 2007. Brno, Masarykova univerzita, 2007. ISBN 978-80-7355-076-9.
- [13] KRÍŽEK, M.-VOLKMEROVÁ, O.: Digitální zpracování tiskových podkladů ZM ČR 1 : 10 000 na základě ZABAGED. Geodetický a kartografický obzor 45/87, 1999, č. 7-8, s. 152-158.
- [14] KRÍŽEK, M.-BOŘKOVCOVÁ, J.: Vektorová ZM ČR 1 : 50 000 odvozená ze ZABAGED. Geodetický a kartografický obzor 47/89, 2001, č. 8-9, s. 180-186.
- [15] BRÁZDIL, K.: Projekt tvorby nového výškopisu území České republiky. Geodetický a kartografický obzor 55/97, 2009, č. 7, s. 144-151.
- [16] TRAUŘIG, M.-LANGR, J.: Informační systém státního mapového díla Zeměměřického úřadu. Geodetický a kartografický obzor 57/99, 2011, č. 8, s. 180-185.
- [17] Katalog objektů ZABAGED®. Zeměměřický úřad, č. j. 1620/1998-360, č. j. 4415/2000-360, č. j. 81/2009-360, č. j. 576/2010-360, č. j. 80/2011-360, č. j. ZÚ-00206/2012-13600, č. j. ZÚ-00286/2013-13600, č. j. ZÚ-00108/2014-13600, č. j. ZÚ-00031/2015-13600.
- [18] GEDRANGE, C.-NEUBERT, M.-RÖHNERT, S.: Cross-Border Harmonisation of Spatial Base Data between Germany and the Czech Republic. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research, 2011, č. 6, s. 53-72.
- [19] ŠÍMA, J.: Ověření zdokonalené technologie nápravy staveb v ZABAGED®. Geodetický a kartografický obzor 60/102, 2014, č. 4, s. 82-88.
- [20] BRÁZDIL, K. a kol.: Koncepce rozvoje zeměměřictví na léta 2015 až 2020. Geodetický a kartografický obzor 61/103, 2015, č. 7, s. 137-146.

Do redakce došlo: 24. 9. 2015

**Lektoroval:**  
**Ing. Jiří Černožský,**  
**Praha**

## Využití dat digitálního modelu povrchu 1. generace pro výpočet potenciálu solární energie v zástavbě

**Ing. Tomáš Mikita, Ph.D.,**  
**Ústav hospodářské úpravy lesů**  
**a aplikované geoinformatiky,**  
**Lesnická a dřevařská fakulta,**  
**Mendelova univerzita v Brně**

### Abstrakt

*Digitální model povrchu 1. generace (DMP 1G), vytvářený v rámci nového výškopisu České republiky, umožňuje získat přesnou polohovou i výškovou informaci o objektech na zemském povrchu včetně vegetace a budov. Technologie tvorby nového výškopisu je založena na zpracování dat leteckého laserového skenování do podoby souvislého digitálního modelu reliéfu a povrchu ve formě nepravidelné sítě (TIN) výškových bodů. Data DMP 1G po transformaci do podoby plošného rastrového modelu umožňují u budov modelovat tvar, sklon i orientaci střech a jsou tak využitelná například pro modelování distribuce solární radiace. Cílem práce je zhodnotit možnosti využití těchto dat pro výpočet solárního potenciálu střech budov na území města Vrbno pod Pradědem pro instalaci fotovoltaických panelů.*

### Usage of the First Generation Digital Surface Model for the Calculation of the Solar Potential of Buildings

### Abstract

*The first generation Digital surface model (DMP 1G) created within the project of new altimetry of the Czech Republic allows to get an accurate positional and height information about objects on the Earth's surface including vegetation and buildings. Technology of its creation is based on the processing of airborne LiDAR data to the form of continuous digital elevation model represented by triangle irregular network of height points. Data DMP 1G after transformation into a continuous raster model allow to determine the shape, slope and aspect of the building roofs and can be thus useful for modelling of the distribution of solar radiation. The aim of this work is thus to evaluate usage of these data for the calculation of solar potential of buildings in the location of the town Vrbno pod Pradědem for purpose of installation of photovoltaic panels.*

**Keywords:** LiDAR, altimetry, Czech Republic, Solar Radiation, photovoltaic panel

## 1. Úvod

Z hlediska životního prostředí je získávání elektrické energie ze slunečního záření velmi šetrným a čistým způsobem. S rozvojem technologie solárních panelů postupně stoupá jejich účinnost a stávají se tak dostupným zdrojem elektrické energie. Před rokem 2012 docházelo především k intenzivní výstavbě velkoplošných solárních elektráren a s tím spojené degradaci krajinného rázu a záboru zemědělské půdy. Po roce 2012 došlo k úpravě legislativy a skončila podpora výstavby těchto velkých zdrojů a v současnosti je preferována instalace solárních panelů na stře-

chách budov, především rodinných domů. Účinnost instalovaných solárních panelů je dána celou řadou faktorů, kromě geografické polohy (intenzita slunečního záření) hraje největší roli sklon a orientace střechy domu (optimální sklon 30-35 %, optimální orientace jižní), rovněž poloha střechy vůči okolním objektům (stínění okolními objekty včetně vegetace a jiných budov) a také celková doba slunečního svitu daná jak klimatickými poměry, tak rovněž okolním horizontem. Jiný potenciál bude mít střecha budovy v otevřené krajině na jižním svahu o optimálním sklonu a jiný naopak střecha domu v sevřeném údolí v blízkosti lesních porostů, kde doba slunečního svitu bude ome-