

# GEODETICKÝ a KARTOGRAFICKÝ

# obzor

# opzori

Český úřad zeměměřický a katastrální  
Úrad geodézie, kartografie a katastra  
Slovenskej republiky

8/2020

Praha, srpen 2020  
Roč. 66 (108) ● Číslo 8 ● str. 149–172



## Obsah

Ing. Karel Brázdil, CSc., RNDr. Jana Pressová,  
doc. Ing. Jiří Šíma, CSc.  
**Realizovaná zpřesnění polohy vybraných objektů  
Základní báze geografických dat (ZABAGED®) ... 149**

Bc. Ladislav Semrád,  
Mgr. Bc. Zdeněk Stachoň, Ph.D.,  
Mgr. Luděk Krtička  
**Poruchy barvocitu a mapy pro orientační běh ... 161**

**Z MEDZINÁRODNÝCH STYKOV ..... 169**

**SPOLEČENSKO-ODBORNÁ ČINNOST ..... 170**

**NEKROLOGY ..... 171**

**Z GEODETICKÉ, KARTOGRAFICKÉ PRAXE ..... 171**



 **MĚSTSKÉ MUZEUM V SEDLČANECH A ZEMĚMĚŘICKÝ ÚŘAD**  
**VÁS SRDEČNĚ ZVOU NA VÝSTAVU** 

# **TRIANGULAČNÍ VĚŽE**

## **SEDLČANSKA A OKOLÍ**

**24. 9. – 22. 11. 2020**

### **MĚSTSKÉ MUZEUM V SEDLČANECH**

**[www.muzeum-sedlcany.cz](http://www.muzeum-sedlcany.cz)**

**OTEVÍRACÍ DOBA**  
září: út-ne 9-16 hod. (st do 17 hod.)  
říjen a listopad: út-pá 9-12 hod. a 13-16 hod., ne 13-16 hod.

## Realizovaná zpřesnění polohy vybraných objektů Základní báze geografických dat (ZABAGED®)

Ing. Karel Brázdil, CSc.,  
RNDr. Jana Pressová,  
doc. Ing. Jiří Šíma, CSc.,  
Zeměměřický úřad

### Abstrakt

*Základní báze geografických dat je vektorový digitální model území České republiky, který spravuje Zeměměřický úřad. Polohová přesnost vybraných typů objektů, specifikovaných v Katalogu objektů ZABAGED®, je od doby počátku vzniku databáze v roce 1994 systematicky zvyšována. Článek se věnuje popisu rozsáhlých projektů, které k tomuto účelu významně napomohly v období od roku 2012.*

### Implemented Improvements of the Positional Accuracy of Selected Objects in the Fundamental Base of Geographic Data (ZABAGED®)

### Abstract

*The Fundamental Base of Geographic Data is a vector digital landscape model of the Czech Republic administered by the Land Survey Office. The positional accuracy of selected object types, specified in the ZABAGED® Object Catalogue, has been systematically increased since the database formation in 1994. The article deals with description of large projects that have significantly contributed to this purpose since 2012.*

**Keywords:** geographical database, positional accuracy, building, road, motorway, railway track, watercourse and surface, electric line

### 1. Úvod

Polohopisná složka Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) byla původně získána vektorizací aktualizovaných tiskových podkladů Základní mapy ČR 1 : 10 000 (ZM 10) v období 1994 až 2000, avšak s vynecháním intravilánů obcí, kde bylo mnoho případů odsunů kartografické kresby budov a bloků budov od průjezdních komunikací, aby mohly být zobrazeny stanovenou mapovou značkou, jejíž šířka obvykle přesahovala skutečnou šířku komunikace v tom místě. Doplnění vektorové kresby budov a bloků budov v intravilánu bylo následně uskutečněno v letech 2000 až 2003 analytickým stereofotogrammetrickým vyhodnocením z dostupných leteckých měřických snímků v měřítkách 1 : 23 000 až 1 : 26 000, pokrývajících v tomto období již celé území České republiky [1]. Původní střední polohová chyba většiny kresby na analogové ZM 10 byla 8 m. Přesnost zobrazení budov a bloků budov však byla v důsledku uvedeného odsunutí kresby od komunikací i výrazně horší, až 15 m. Proluky mezi budovami menší než 3 m byly zanedbávány a tak ve skutečnosti jednotlivé budovy byly zakreslovány jako kompaktní bloky budov. Zmíněné stereofotogrammetrické vyhodnocení budov a již první plošná aktualizace ZABAGED® v letech 2000 až 2005 vedly ke zlepšení polohové přesnosti tam, kde při překrytí ortofota vektorovým obrazem ZABAGED® byly zjištěny polohové odchylky větší než 5 m. Jedním ze základních principů správy ZABAGED® v tomto období však bylo udržet databázi jako geometricky generalizovanou pro tvorbu ZM 10. Z toho pak vyplývalo, že i přesněji zaměřené objekty byly geometricky zjednodušovány a adaptovány na méně přesnou okolní situaci.

Tento přístup byl zásadně změněn po vytvoření nového výškopisu celého území ČR z dat leteckého laserového ske-

nování, které se uskutečnilo v letech 2010 až 2013. Vznikla totiž situace, kdy nový výškopis ve formě Digitálního modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G) výrazně převýšil polohovou přesnost dosavadní vektorové části ZABAGED®. Společným zobrazením jejího polohopisu se zobrazením nového výškopisu v aplikacích geografického informačního systému (GIS) byly odhaleny četné nesoulady polohopisu i výškopisu ZABAGED®.

Z již uvedeného důvodu změnil Zeměměřický úřad v roce 2014 uvedený princip správy ZABAGED®, přičemž ji začal považovat za základní geografickou databázi polohové (a výhledově i prostorově) nejpresnějších geografických informací, které má Zeměměřický úřad k dispozici. Změnil se výše uvedený princip správy dat tak, že základním principem je spravovat data negeneralizovaná (s maximální přesností) tak, aby byla co nejlépe použitelná v digitálních aplikacích GIS. Generalizace dat pro jejich kartografické použití má být prováděna až v kartografických produkčních linkách, přičemž způsob a míra generalizace je závislá na druhu a měřítku mapy. V Konceptu rozvoje zeměměřictví na léta 2015 až 2020, č.j. ZÚ-04666/2014-10001 ze dne 21. 11. 2014 [3], vyjádřil Zeměměřický úřad ambici dosáhnout pro dobře vymezené geografické objekty nezakryté vegetací polohové přesnosti ZABAGED® charakterizované střední polohovou chybou  $m_p = 1$  m. Zdroji polohových informací o jednotlivých geografických objektech ZABAGED® jsou v současné době i data z jiných databází, např. z Databáze bodových polí, ze souboru geodetických informací (SGI) Informačního systému katastru nemovitostí (ISKN), případně z tematických databází jiných resortů, pokud je věrohodně garantováno jejich lepší geometrické a polohové určení, než je v případě původních dat ZABAGED®. Nicméně, základním zdrojem geometrických a polohových informací o celé řadě objektů ZABAGED® je ortofotografické zobrazení České republiky (Ortofoto ČR).



I nadále jsou používány barevné letecké měřické snímky, vyhodnocované ve 3D digitálními stereofotogrammetrickými metodami, v superpozici s výškopisnými daty DMR 5G.

Cílem tohoto článku je poskytnout podrobnější informace o metodách geometrického a polohového (a u řady objektů i prostorového) zpřesňování vybraných typů objektů ZABAGED® a informovat o dosaženém stavu zpřesnění polohopisu ZABAGED® v letech 2012 až 2020.

## 2.

## Zpřesnění polohy vybraných typů objektů ZABAGED® s využitím dat leteckého laserového skenování

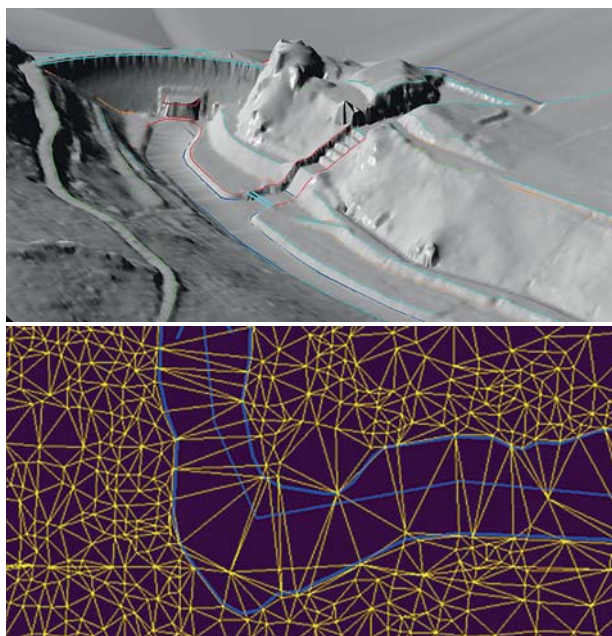
V návaznosti na projekt leteckého laserového skenování celého území státu a následnou tvorbu digitálních modelů reliéfu (především DMR 5G), byla v Zeměměřickém úřadě v letech 2011 až 2012 uskutečněna řada analýz a testování, jejichž cílem bylo využití těchto nových dat k polohovému zpřesnění polohopisu ZABAGED® a také pro potvrzení existence stávajících nebo identifikaci nových objektů. Praktickým výsledkem byla realizace projektu cíleného polohového zpřesnění vybraných typů objektů ZABAGED®, a to s využitím dat DMR 5G a Ortofoto ČR pro objekty komunikací a vodstva vedených ve 2D a dále pro čáry a body terénní kostry, vedených ve 3D, s využitím stereofotogrammetrického vyhodnocování těchto objektů z barevných leteckých měřických snímků při současně superpozici s daty DMR 5G. Požadavkem bylo dosáhnout absolutní polohové přesnosti, vůči Souřadnicovému systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK), vyjádřené střední polohovou chybou 1 m u vybraných typů objektů. Po pilotním ověření metod, navržených postupů i odhadů časové náročnosti, bylo na konci roku 2012 již zahájeno zpřesňování komunikací.

### 2.1 Typy objektů

V rámci tohoto projektu byla cíleně zpřesňována poloha objektů ZABAGED® z kategorie **Komunikace**: silnice, dálnice, neevidovaná silnice, železniční trať, železniční vlečka, a dále objektů z kategorie **Vodstvo**: vodní tok a břehová čára. Současně s takto vybranými typy objektů byly zpřesněny všechny prvky ležící na nich či poblíž, např. propustky, mosty a lávky. Z 3D objektů v kategorii **Terénní reliéf** byly zpřesněny: kótovaný bod, terénní stupeň, sráz, pata terénního útvaru, rokle a výmol. Vyhodnocovaly se i další objekty, pokud je bylo možno identifikovat v podkladových datech (zeď, most, hradba, opevnění, přehradní hráz, jez a vodopád).

### 2.2 Podklady a použité metody

Základními podklady pro ověření polohy objektu a její zpřesnění byly produkty vytvořené z dat DMR 5G, zejména mračna bodů a stínovaný model v barevné i šedé variantě (viz **obr. 1**), Ortofoto ČR vytvořené z aktuálních leteckých měřických snímků ortogonalizací s využitím rastrového Digitálního modelu reliéfu 4. generace a letecké měřické snímky pro stereofotogrammetrické vyhodnocení, pořízené digitálními kamerami s průměrným rozlišením pixelu obrazu 0,18 m na zemi. V případě nejasností byla situace ověřována topografickým šetřením v terénu. Šlo především



*Obr. 1 DMR 5G – podkladová data ve formě šedého stínovaného terénního reliéfu a nepravidelné trojúhelníkové sítě (TIN) s vyhodnocenými vektorovými prvky ZABAGED® ve 2D a 3D*

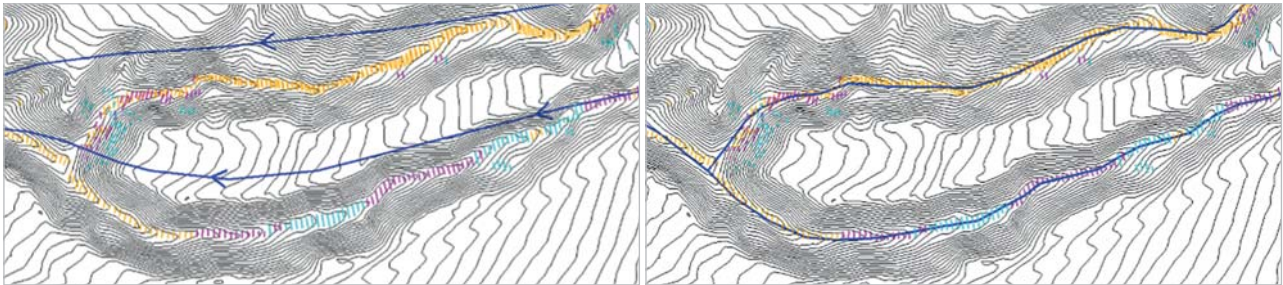
o vodní toky zakryté souvislou vegetací, kdy se šetřila jejich existence a poloha osy toku, jeho směr, napojení na další toky, vydatnost a místo zaústění toku. Součástí zpřesnění prvků komunikací byla i kontrola a případná úprava geometrie – přímosti úseků nebo plynulosti oblouků komunikací podle skutečnosti.

Základními softwarovými nástroji byly APV ZABAGED, Microstation V8, Atlas DMT a PhoTopoL. Pro urychlení práce s obsáhlými datovými soubory v APV ZABAGED byla vytvořena různá makra či drobné aplikace, které redukovaly objem podkladových dat (především DMR 5G) a zvýraznily členitost terénu. Byly například vytvářeny technické vrstevnice s volitelným intervalem (0,25 m a 0,5 m) se zobrazením spádovek a s barevným zvýrazněním uzavřených vyvýšenin a sníženin, vybírány body DMR 5G pouze v pásech kolem silnic, železnic a vodních toků a zvýrazněna nejnižší místa podél vodního toku (**obr. 2**). Pro identifikaci průběhu břehových čar vodních toků a vodních ploch se v místech zakrytých vegetací převážně používal DMR 5G ve formě nepravidelné trojúhelníkové sítě (TIN).

Objekty terénního reliéfu byly vyhodnocovány primárně ve 3D a osvědčilo se využití kombinace softwaru PhoTopoL a Atlas DMT umožňující stereofotogrammetrické vyhodnocení leteckých měřických snímků se současným zobrazením DMR 5G ve tvaru TIN nad stereomodelem. V některých lokalitách bylo stereofotogrammetrické vyhodnocení podporou i pro přesnější identifikaci průběhu vodních toků a břehových čar. Na základě vyhodnocení objektů ve 3D byly pak v APV ZABAGED vytvářeny jejich polohopisné reprezentace ve 2D.

### 2.3 Dosažené výsledky

Zobrazení výše uvedených geografických objektů se polohou i geometrií zpřesnilo. **Tab. 1** uvádí statistický přehled rozdílů délek linií, reprezentujících zpřesňované typy



Obr. 2 Z dat DMR 5G generované vrstevnice a tzv. údolíčka, vyjadřující nejnižší místa (barevné úsečky vyznačující minima na řezu kolmo k vodnímu toku); nalevo je stav v ZM 10 před zpřesněním, napravo již zpřesněná poloha vodního toku

Tab. 1 Přehled změn délky, počtu prvků a vertexů u vybraných typů objektů

Typ objektu Stav k datu ►	Počet prvků / úseků		Celková délka [km]		Počet vertexů	
	7/2012	7/2019	7/2012	7/2019	7/2012	7/2019
železniční trať	5 200	5 369	9 428	9 345	259 834	344 299
železniční vlečka	7 622	7 866	2 626	2 179	74 436	78 939
silnice, dálnice	38 450	39 660	58 242	58 409	2 141 200	2 982 885
silnice neevidovaná	9 416	11 078	6 078	6 379	242 109	357 392
břehová čára	165 316	190 585	41 169	43 748	2 846 674	4 749 262
vodní tok	304 994	346 309	112 065	115 670	5 411 745	11 471 949
pata terénního útvaru	8 504	205 983	2 059	27 957	87 022	2 618 649
stupeň, sráz	1 082 051	797 812	185 477	117 575	10 194 606	13 369 219

objektů, počty jednotlivých úseků a počty jednotlivých vyhodnocených bodů (vertexů). V období let 2012 až 2019 vzrostla délka břehových čar v ZABAGED® o 6 %, os vodních toků o 3 %. Počet lomových bodů břehových čar vzrostl o 66 % a o 112 % v případě os vodních toků, čímž se podstatně zvýšil počet lomových bodů na 1 km délky – 109 bodů/km pro břehovou čáru a 99 bodů/km pro osu vodního toku. Podíl délek, které byly zpřesněním modifikovány, činí 86 % pro břehové čáry a 92 % pro osy vodního toku.

Rozloha vodních ploch se zvětšila o 4 %, na čemž se nejvíce podílí jednak zvětšení stávajících vodních ploch (ale pouze stojatých) a jednak vznik nových vodních ploch, kromě několika velkých, především velkého množství malých ploch, které pravděpodobně již existovaly před zpřesněním, ale dosud nebyly obsahem ZABAGED®, neboť jejich zakrytí vegetací na ortofotu ztěžovalo nebo i znemožňovalo jejich identifikaci.

V případě evidovaných komunikací (silnice, dálnice, železniční trať) nedošlo zpřesněním k výrazné změně jejich délky. Počet registrovaných bodů vzrostl u os silnic a dálnic o 37 % a u os železničních tratí o 33 %. Liší se výsledná hustota vyhodnocených bodů na ose, kdy u silnice a dálnice dosahuje průměrně 51 bodů/km a u železničních tratí, které mají více rovných úseků, průměrně 37 bodů/km. Podíl délek, které byly zpřesněním modifikovány, je 83 % pro silnice, dálnice a 90 % pro železniční trať. Délka neevidovaných silnic vzrostla o 5 % a naopak, vlečky byly po ověření v terénu významně rušeny – ubylo 17 % jejich délky.

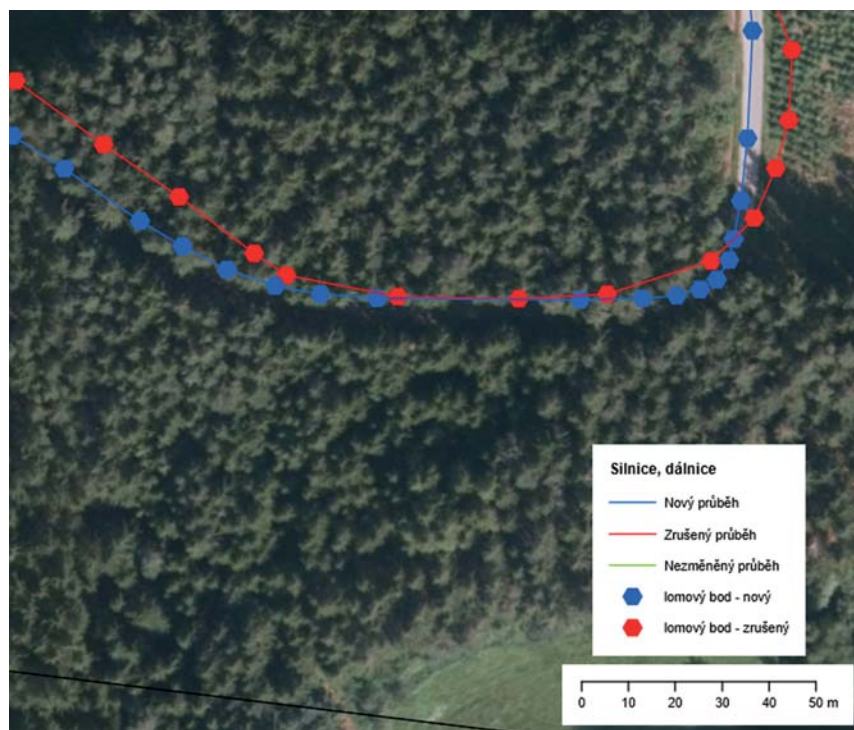
K významnému zpřesnění polohy os zpřesňovaných komunikací došlo především v lesních úsecích (obr. 3), v tunelech a také v lokalitách křižovatek, které byly upraveny dle skutečného průběhu.

Na pracích spojených s polohovým zpřesněním komunikací, vodstva, čar a bodů terénní kostry, se podílelo v letech 2012 až 2019 cca 80 zaměstnanců s různou mírou zapojení, kteří odpracovali celkem 347 199 hodin, přičemž 37 % bylo věnováno stereofotogrammetrickému vyhodnocení objektů ve 3D, 48,6 % zpracování dat v systému APV ZABAGED (včetně úprav polohy prvků vyhodnocených ve 3D), 2,8 % šetření topografů v terénu a 11,6 % závěrečným obsahovým a topologickým kontrolám včetně uložení dat do produkční databáze ZABAGED®.

**3. Zpřesnění tvaru a polohy staveb v ZABAGED® s využitím dat souboru geodetických informací ISKN**

Po úspěšném zahájení realizace projektu zpřesňování polohy komunikací, vodstva a čar a bodů terénní kostry byl již od roku 2013 připravován úkol zabývající se zpřesněním tvarů a polohy budov a dalších stavebních objektů. Požadavkem bylo nejen jednorázově zpřesnit zobrazení staveb v ZABAGED® podle údajů spravovaných v SGI ISKN, ale i vytvořit systém pro zajištění pravidelné aktualizace těchto objektů v návaznosti na průběžnou aktualizaci dat v ISKN. Bylo tedy nutno přizpůsobit se struktuře tohoto informač-





Obr. 3 Výsledné polohové zpřesnění osy silnice (modrá linie) v zalesněném území



Obr. 4 Obsah katastrální mapy (modrý) v kompozici s Ortofotem ČR; nové budovy jsou vyznačeny polygony se žlutou výplní

ního systému a přejít na základní prvky – hrany (hranice) a značky budovy, a z nich pak následně automatizovaně odvozovat polygony budov a bloků budov (obr. 4).

Cílem projektu bylo pořídit vrstvu linií půdorysů budov a některých dalších staveb, odpovídající fyzické realitě, a to s polohovou přesností charakterizovanou střední poloho-

vou chybou  $m_p = 1,0$  m. Základním principem bylo, že podrobné body vyšší polohové a geometrické kvality (v ISKN charakterizované kódy kvality KK 3, KK 4 a KK 5) byly přebírány z ISKN. Podrobné body „horší kvality“ (zpravidla s kódem KK 8) byly, včetně budov v ISKN chybějících, nově digitalizovány nad Ortofotem ČR, respektive nad jednotli-



Obr. 5 Jednotlivé ortogonalizované snímky s tlačítky pro zobrazování paty budovy z různých stran

vými ortofotosnímky. Vytvořená množina klasifikovaných hran a značek budov (popř. klasifikovaných stavebních objektů) je pracovně nazývána ZABARAK.

Teoretické pojetí a téměř celá technologie byly připravovány odborníky ZÚ (za aktivní podpory firmy Asseco, správce APV ZABAGED). Technologie byla sestavena tak, aby operátor měl k dispozici intuitivní ovládání s rychlým přístupem k ovládacím prvkům, k podkladovým datům a jejich operativnímu výběru, i k možností měnit nastavení zobrazení. Vlastní realizace zpřesňování staveb byla zahájena v roce 2015 a její dokončení je plánováno v roce 2021.

### 3.1 Typy objektů

Popisovaný projekt se především týká budov a bloků budov. SGI ISKN však obsahuje i zákresy dalších stavebních objektů, které bylo vhodné využít pro ZABAGED®. Jde např. o kůlnu, skleník, válcovou nádrž, zásobník, chladicí věž, rozvalinu a zříceninu. Také byla posuzována možnost využití vektorových dat SGI i pro typy objektů ZABAGED®, jejichž geometrickým určením byl dosud jen bod (např. tovární komín, rozhledna, vysílač, vodojem věžový), i možnost rozšíření typů objektů klasifikovaných jako stavební objekty. Z těchto důvodů a s ohledem na požadavek vyšší podrobnosti a přesnější geometrické reprezentace objektů v ZABAGED® byl v 2019 dokončen návrh na úpravu a rozšíření klasifikace objektů ZABAGED® z hlediska stavebních objektů i jejich geometrického vyjádření. Jde např. o tyto typy objektů: hrad, zámek, přístřešek, věžovitá stavba, pozemní nádrž (bazén, nádrž na čištění odpadních vod, sádka), tribuna a stavební objekt zakrytý. Tento návrh bude postupně realizován a výsledky publikovány uživatelům.

### 3.2 Podklady a použité metody

Základním zdrojem pro geometrické zpřesnění tvaru a polohy staveb jsou data ISKN (hranice parcely, hranice vnitřní kresby, značka budovy). Jako další zdroje jsou používány Ortofoto ČR, jednotlivé ortogonalizované snímky (obr. 5) a výstupy zpracování dat leteckého laserového skenování ve formě mračen bodů obarvených podle nadmořské výšky a obsahujících též obrysy staveb. Pro verifi-

kaci dat ISKN je také využívána informace o charakteristice kvality (KK) podrobných bodů, změnové soubory nových a zrušených budov v ISKN od data posledního snímkování a jako podpůrný podklad též další dostupná data na internetu. Všechny práce probíhají v APV ZABAGED.

Projekt zpřesňování tvaru a polohy staveb v ZABAGED® byl rozdělen do dvou etap:

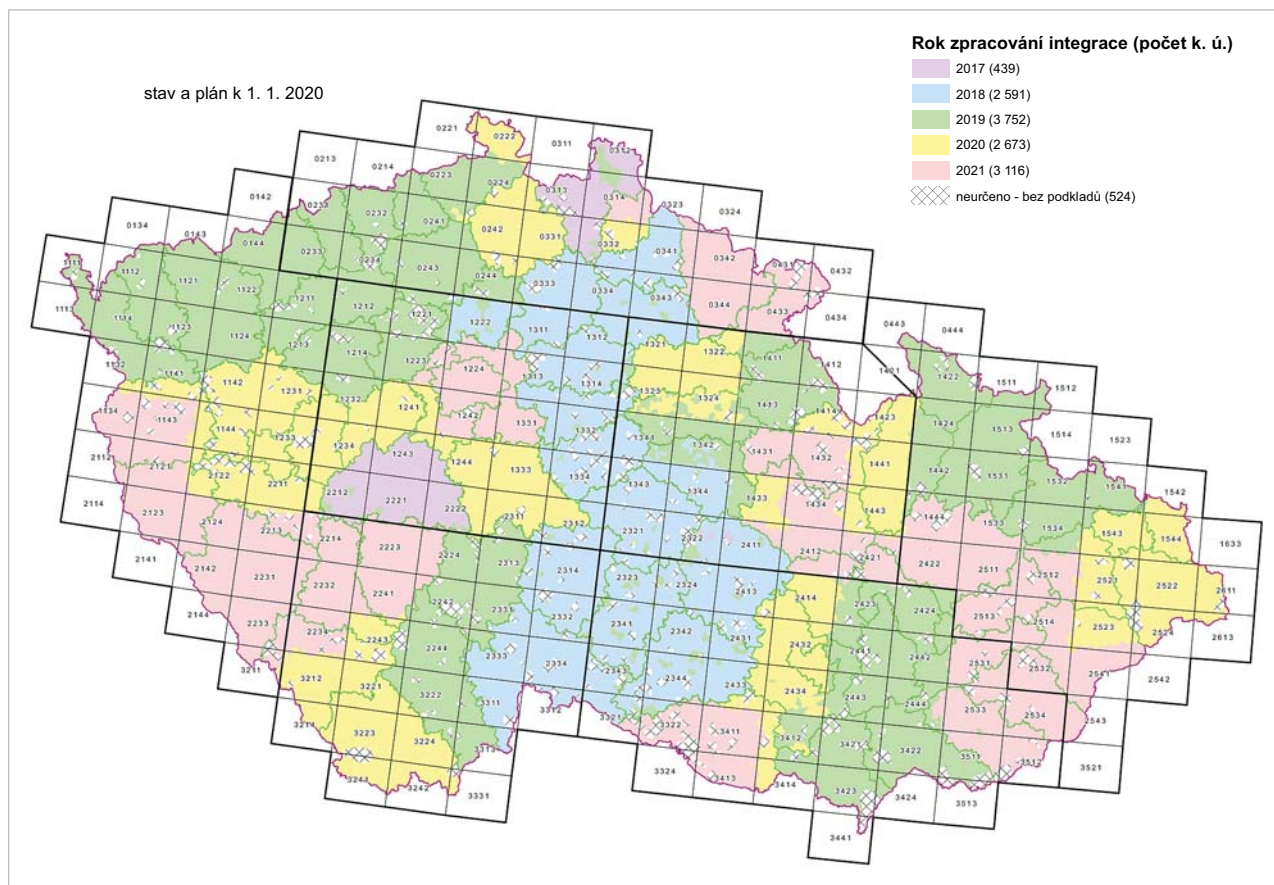
- První etapa (zahájená v roce 2015) byla zaměřena na porovnání zákresu staveb v ISKN se skutečností, respektive se stavem zobrazeným na aktuálním Ortofoto ČR. V případě, že kresba nebo značka odpovídala fyzické realitě, stala se součástí ZABARAK. Nalezené nesoulady byly řešeny vyhodnocením klasifikovaných hran a značek pracovníky Odboru ZABAGED podle přesně stanovených pravidel. Posuzování a ukládání hran a značek probíhá v APV ZABAGED, ale mimo produkční data (data ZABARAK). Dalším výstupem v této etapě je evidence hrubých a systematických nesouladů (pokud jde o existenci, tvar nebo polohu) kresby v SGI ISKN s realitou.
- Druhá etapa (od roku 2017) začíná automatizovaným generováním nových budov a bloků budov v ZABAGED® z kresby hran a značek ZABARAK. Zahrnuje integraci takto nově pořízených zpřesněných budov a bloků budov do produkčních dat ZABAGED® včetně zajištění kontroly vzájemných topologických vazeb na ostatní polohopisné objekty ZABAGED®.

Na etapu integrace navazuje proces pravidelné aktualizace. Nová technologie aktualizace je založena na porovnání aktuálního stavu dat v SGI ISKN a automatizovaném detekování změn vůči stavu původních dat v ISKN. Operátor postupně prochází tyto změny, a pokud je třeba, nejdříve upraví kresbu hran a značek budov v APV ZABAGED – ZABARAK a následně vytvoří upravené nebo nové polygony budov, přičemž musí zajistit dodržení správných topologických vztahů s ostatními prvky polohopisu.

### 3.3 Současné výsledky

Stav realizace tohoto projektu ilustruje přehledná mapa ČR (obr. 6). Fialová, modrá a zelená barva vyznačují oblasti, kde jsou již v roce 2020 nové zpřesněné budovy publikovány uživatelům. Počet zpracovaných katastrálních území v rámci první i druhé etapy v letech 2015 až 2019 ukazuje tab. 2.





Obr. 6 Stav integrace zpřesněných budov do ZABAGED®

Tab. 2 Počty katastrálních území, ve kterých byly realizovány projekty ZABARAK a integrace zpřesněných budov do ZABAGED®

Etapa	2015	2016	2017	2018	2019
I. ZABARAK	980	2 259	1 802	2 207	2 042
II. Integrace budov	–	–	439	2 591	3 752

## 4.

**Ověření absolutní polohové přesnosti vybraných typů objektů ZABAGED® kontrolním geodetickým měřením**

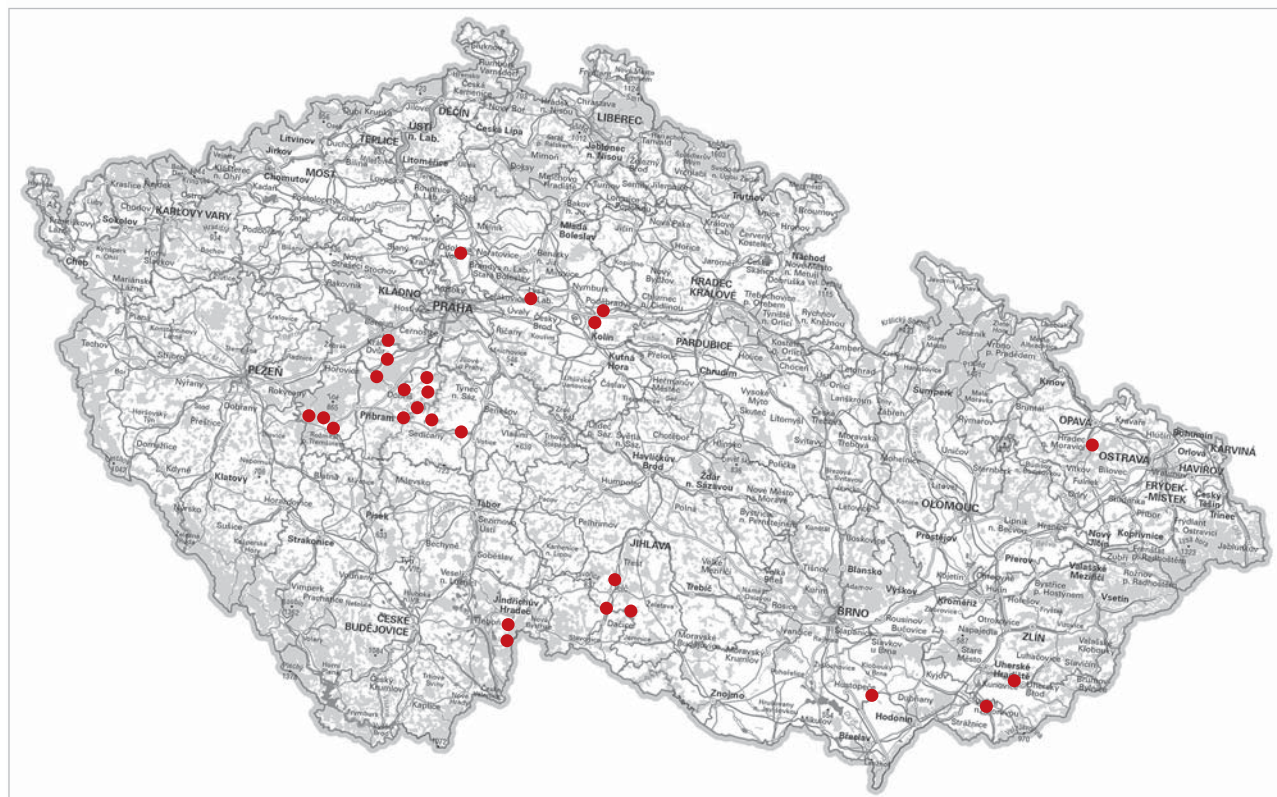
Cílem dále popsané akce v letech 2018 až 2020 bylo ověřit, zda vybrané typy objektů ZABAGED®, dosud zjištěné a zpřesněné postupy popsanými v částech 2 a 3, budou splňovat požadavek střední polohové chyby lepší než 1 m. Do ZABAGED® je převzata řada polohových informací geografických objektů z jiných informačních systémů, například z Databáze bodových polí ČR body základního polohového bodového pole s  $KK = 1$  ( $m_p = 0,015$  až  $0,028$  m) a podrobného polohového bodového pole s  $KK = 2$  ( $m_p = 0,085$  m); ze souboru geodetických informací ISKN pak podrobné body s  $KK = 3$  ( $m_p = 0,198$  m),  $KK = 4$  ( $m_p = 0,368$  m) a  $KK = 5$  ( $m_p = 0,707$  m). Polohová přesnost těchto kategorií bodů je garantována technickými předpisy v působnosti Českého úřadu zeměměřického a katastrálního a je důsledně kontrolována v procesech sprá-

vy geodetických základů a souboru geodetických informací ISKN.

Data o řadě objektů ZABAGED® byla získána digitálním stereofotogrammetrickým vyhodnocením leteckých měřických snímků s obrazovým prvkem (pixel) o rozměru 0,25 m, resp. 0,20 m na zemi se střední polohovou chybou 0,54 m, resp. 0,43 m. Poloha mnoha objektů ZABAGED® byla získána z **Ortofota ČR**, od roku 2010 vytvářeného z digitálních leteckých měřických snímků s rozměrem pixelu 0,25 m a od roku 2016 0,20 m na zemi.

Absolutní polohová přesnost rohů domů a v menší míře jednoduchých sloupů elektrického vedení bez patek byla zjištěna v rámci rozsáhlého projektu **Ověření polohové přesnosti Ortofota ČR na celém státním území (2017 až 2018)** [7]. Výsledkem je  $m_p = 0,28$  m v západní polovině ČR (719 kontrolních bodů) a  $m_p = 0,26$  m ve východní polovině ČR (750 kontrolních bodů). I když polohová přesnost, dosažitelná řadovými pracovníky odboru ZABAGED, bude kolem 0,50 m, stále je Ortofota ČR vynikajícím zdrojem





Obr. 7 Lokality s geodetickým zaměřením kontrolních bodů v letech 2018 a 2019

pro zpřesňování polohy staveb a dalších objektů ZABAGED®, pokud nejsou zakryty souvislým vegetačním krytem.

Projekt **Zhodnocení polohové přesnosti vybraných kategorií geografických objektů ZABAGED®** byl výrazně orientován na lokality (katastrální území), ve kterých je po téměř dokončené digitalizaci katastrálních map (99 % v roce 2019) k dispozici pouze KMD charakterizovaná všeobecně kódem kvality bodu 8, tedy se střední souřadnicovou chybou  $m_y = 1$  m, respektive s polohovou chybou  $m_p = 1,41$  m. V těchto prostorech totiž byla při zpřesňování tvarů a polohy staveb čteně aplikována metoda digitalizace z Ortofota ČR. S ohledem na dokončenou část akce ZABARAK (na počátku roku 2018) bylo pro ověření vybráno 27 lokalit (viz **obr. 7**), a to v krajích Středočeský, Jihočeský, Vysočina, Jihomoravský, Zlínský a Moravskoslezský, přičemž ověřování polohové přesnosti objektů ZABAGED® bylo soustředěno na typy objektů dle Katalogu [6]:

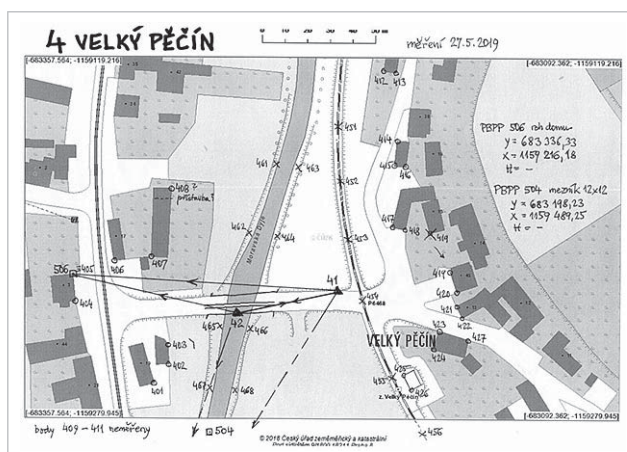
- 1.02 Budova jednotlivá nebo blok budov
- 2.03 Cesta (příčná odchylka osy)
- 2.06 Křižovatka úrovně (bod)
- 2.17 Železniční trať (příčná odchylka osy)
- 2.18 Železniční vlečka (příčná odchylka osy)
- 2.31 Silnice neevidovaná (příčná odchylka osy)
- 3.04 Stožár elektrického vedení (bod)
- 4.02 Vodní tok – úsek nezakrytý vegetací (příčná odchylka linie)
- Vodní tok – úsek zakrytý vegetací (příčná odchylka linie)
- 4.11 Břehová čára – nezakrytá vegetací (příčná odchylka linie)
- Břehová čára – zakrytá vegetací (příčná odchylka linie)

#### 4.1 Geodetické zaměření kontrolních bodů

Kontrolní body byly zaměřeny v S-JTSK polární metodou z dočasných stanovišek zaměřených metodou GNSS – RTK. Celkově bylo zaměřeno 39 stanovišek, ze kterých bylo zaměřeno celkem 839 podrobných kontrolních bodů. Pro polární měření byla využívána totální stanice Leica TCR 1201+ (jejíž směrodatná odchylka při měření úhlů je  $\sigma = 0,3$  mgon a při měření délek laserovým dálkoměrem 2 mm + 2ppm). Stanoviška byla realizována horizontovanými podložkami na stativech bez jakékoliv manipulace během celého trvání měření v příslušné lokalitě. Zaměření polohy stanovišek bylo provedeno metodou GNSS-RTK aparaturou GNSS Trimble R 7 (**obr. 8**) při délce příjmu signálu z navigačních družic 3 – 5 minut a s mezerou mezi 1. a 2. měřením od 60 minut do 2 hodin 10 minut, během které bylo uskutečněno zaměření kontrolních bodů, a mezitím se změnila konstelace navigačních družic.

V každé lokalitě byla zaměřena dvojice nebo trojice vzájemně viditelných stanovišek. Pokud bylo zaměřeno výjimečně pouze 1 stanoviško, pak součástí měření byla směrová orientace na 2 body základního polohového bodového pole. Geodetické práce ve všech lokalitách byly řízeny pomocí měřických náčrtů vypracovaných při předchozí rekognoskaci v terénu. Do něj byly vyznačeny různé typy kontrolních bodů (rohů domů, bodů v ose jednočarého vodního toku nebo páru bodů na obou břehových čarách vodních toků širších než 4 m, body v ose železniční trati nebo vlečky, středy sloupů elektrického vedení, body v ose neevidovaných silnic a ve středu úrovněvých křižovatek).

Z rozdílů dvojího měření prostorové polohy stanovišek a kontrolních bodů byly zjištěny jejich střední chyby (**tab. 3**). Ke zjištění absolutní polohové přesnosti vzhlé-



Obr. 8 Geodetické zaměření stanovišek a kontrolních bodů; měřický náčrt

Tab. 3 Přesnost geodetického určení stanovišek a kontrolních bodů

Počet dvakrát geodeticky určených		$m_{xy}$ [m]	$m_H$ [m]	$m_p$ [m]
stanovišek	kontrolních bodů			
48		0,026	0,032	0,037
	84	0,03	—	0,04

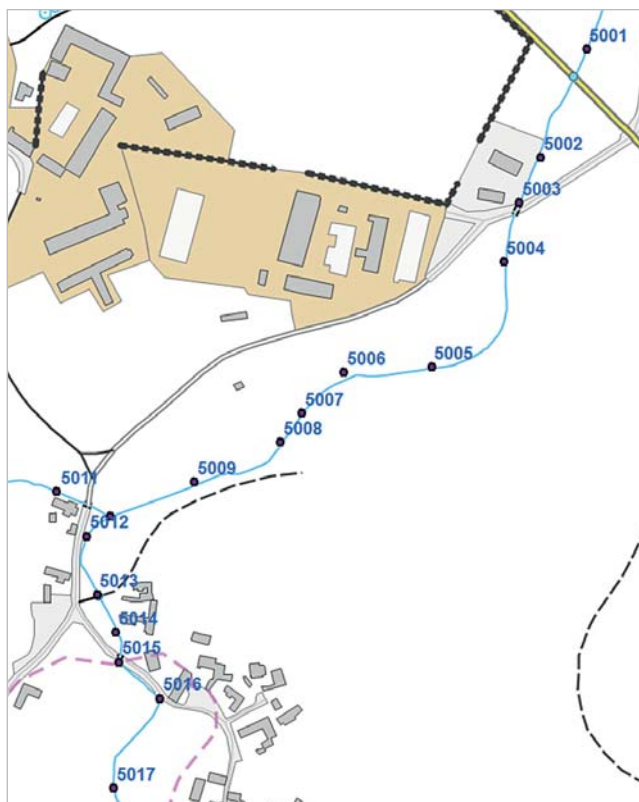
dem k S-JTSK byl uvážení i vliv transformace souřadnic z ETRS89 do JTSK.

#### 4.2 Ověření výsledků zpřesnění polohy vybraných typů objektů vodstva, komunikací a vedení VN a VVN v ZABAGED®

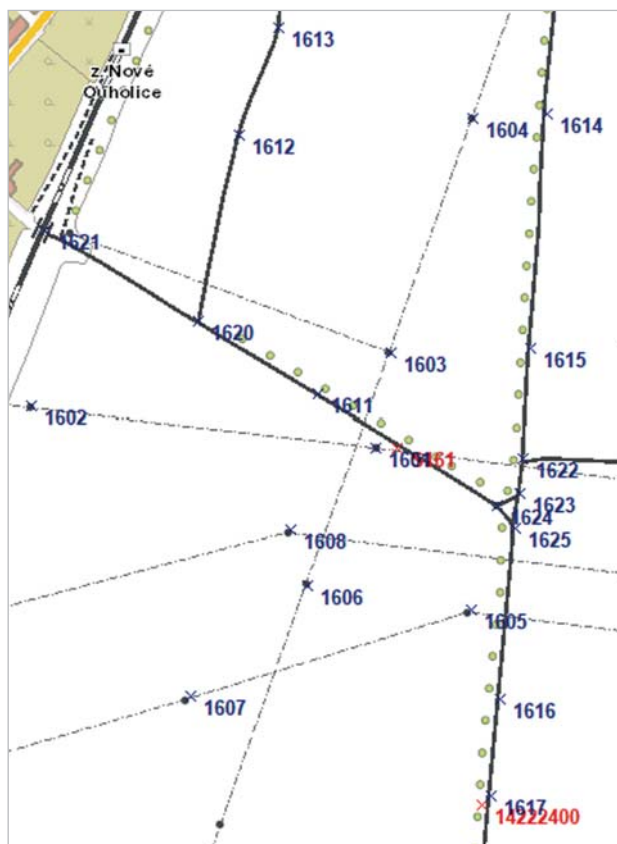
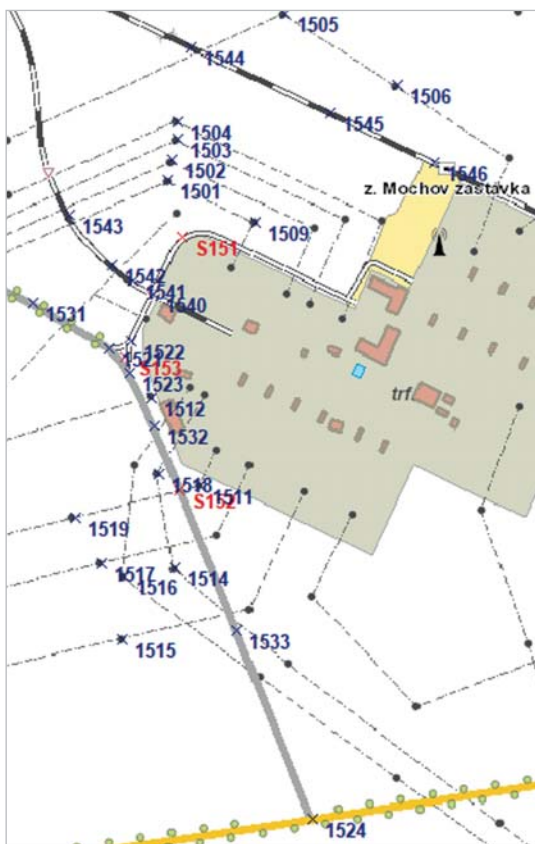
Kontrolní body v ose „jednočarých“ vodních toků do šířky 4 m byly geodeticky zaměřovány mobilní aparaturou GNSS-RTK (roverem – viz **obr. 9 vpravo**) postavenou většinou přímo do osy toku, jestliže okolní stromy nebránily příjmu signálů z navigačních družic. V opačném případě byla aparatura umístěna excentricky a přímo změřena délka ke středu toku kolmo na jeho průběh v daném místě. Měření byla realizována zejména v lokalitě Nalžovice (17 KB) a v lokalitě Nepomuk u Rožmitálu pod Třemšínem v síti polních struh (20 KB).

Body břehové čáry vodních toků širších než 4 m byly zaměřovány polární metodou ze stanovišek použitých vesměs i k měření kontrolních bodů jiného druhu (rohů domů, v ose železniční trati, v ose nevidované silnice, středů sloupů vedení VN a VVN). Vhodné případy byly v lokalitách Velký Pěčín, Branka u Opavy, Nová Říše, Bořetice, Louka u Ostrohu a Podolí nad Olšavou. Vzhledem k dosahu tohoto postupu obvykle do 150 m od stanoviška a zakrytí břehů vzrostlou vegetací je celkový počet zaměřených bodů výrazně menší než v případě rohů domů. Podobná situace nastává i v případě železničních tratí. Naopak, sloupy vedení VN a VVN jsou dobře viditelné, ale jejich středy pro geodetické měření jsou v případech čtyřpatkových vysokých sloupů často obtížně přístupné pro husté křoví uvnitř jejich půdorysu. Poloha kontrolních bodů v ose nevidovaných silnic a středů úrovnových křižovatek (**obr. 10**) byla upřesněna rozměření pásmem.





Obr. 9 Geodetické zaměření osy vodního toku mobilní aparaturou GNSS



Obr. 10 Grafická dokumentace geodetického zaměření sloupů vedení VN a VVN, železniční vlečky, neevidovaných silnic a středů křižovatek

V období 2018 až 2019 bylo jednou měřickou četou během 4 pracovních týdnů zaměřeno:

- 110 kontrolních bodů v ose jednočarých vodních toků a na břehových čarách,
- 47 kontrolních bodů v ose neevidovaných silnic a cest,
- 13 kontrolních bodů ve středech úroňové křižovatky,
- 28 kontrolních bodů v ose železniční trati a vlečky,
- 47 kontrolních bodů jako sloupů vysokého a velmi vysokého napětí.

#### 4.3 Ověření výsledků zpřesnění tvaru a polohy budov v ZABAGED® využitím dat souboru geodetických informací ISKN

Geodetické ověření polohové přesnosti rohů budov v květnu 2018 tvořilo podstatnou část těchto prací v 5 ze 7 lokalit v okrese Příbram (viz **tab. 4**). Jednotlivé lokality se lišily zejména druhem zástavby (souvislá městská, rozptýlená vesnická, rodinné vilky) a jejím stářím (19. století až 2. polovina 20. století, kdy byla řada domů doplněna do

existujících map v měřítku 1 : 2 880 pomocí geometrických plánů). I když zvážený aritmetický průměr středních polohových chyb z těchto lokalit v tabulce vyznívá příznivě ( $m_p = 0,49$  m), výskyt několika maximálních polohových chyb (až 1,82 m), které by měly plnit funkci mezní polohové chyby v operátu katastru nemovitostí, svědčí reálné úvaze považovat střední polohovou chybu rohů domu za bližší k hodnotě 1 m.

Rozsah geodetického ověření polohové přesnosti rohů budov, převzatých většinou v rámci projektu ZABARAK z katastrálních map digitalizovaných (KMD) v 11 lokalitách (viz **tab. 5**), realizovaného v květnu 2019, byl více než dvojnásobný a poskytl již reprezentativní výsledky, které by mohly vést k charakteristické střední polohové chybě až  $m_p = 0,5$  m, nebýt několika případů v lokalitách Libice nad Cidlinou a Louka u Ostrohu, kde byly evidentně do ZABAGED® převzaty chybně zobrazené rohy domů v KMD Libice nad Cidlinou (KB 615, 658 a 659) a rohy střech v lokalitě Louka u Ostrohu (KB 933-939). V ostatních 9 lokalitách byly konstatovány střední polohové chyby menší a homogenní (viz např. **obr. 11** – k. ú. Nová Říše).

**Tab. 4** Výsledky geodetického ověření zpřesněných budov v roce 2018

Lokalita (katastrální území)	počet KB	$m_x$ [m]	$m_y$ [m]	$m_p$ [m]	$d_{max}$ [m]
Stará Huť	28	0,478	0,228	0,48	1,37
Nový Knín	19	0,282	0,102	0,30	1,09
Malá Hraštice	31	0,127	0,334	0,36	1,37
Kosova Hora	31	0,318	0,307	0,44	1,82
Buková u Rožmitálu pod Třemšínem	23	0,680	0,662	0,95	1,66
<b>Celkem</b>	<b>132</b>	<b>0,365</b>	<b>0,329</b>	<b>0,49*)</b>	

\*) zvážený aritmetický průměr, kde  $p = n$  (počet kontrolních bodů v lokalitě)

**Tab. 5** Výsledky geodetického ověření zpřesněných budov v roce 2019

Lokalita (katastrální území)	počet KB	$m_x$ [m]	$m_y$ [m]	$m_p$ [m]	$d_{max}$ [m]
1 Staňkov	37	0,184	0,155	0,240	0,80
2 Žíteč (2A + 2B)	50	0,061	0,068	0,091	0,47
3 Nová Říše (3A + 3B)	55	0,096	0,072	0,120	0,73
4 Velký Pěčín	20	0,145	0,157	0,214	0,82
5 Mysliboř	31	0,087	0,103	0,135	0,90
6 Libice nad Cidlinou	18	0,211	0,677 !!	0,709 !!	1,28 !
7 Opočnice	27	0,079	0,137	0,158	0,98
8 Bořetice (8B)	10	0,340	0,336	0,478	0,86
9 Louka u Ostrohu	19	0,822 !	0,354	0,895 !!	1,40 !
10 Podolí nad Oslavou	4	0,250	0,362	0,440	0,67
11 Branka u Opavy	19	0,207	0,136	0,248	0,59
<b>Celkem</b>	<b>290</b>	<b>0,226</b>	<b>0,232</b>	<b>0,276 *)</b>	

\*) zvážený aritmetický průměr, kde  $p = n$  (počet kontrolních bodů v lokalitě)





Tab. 6 Promítnutí výsledků geodetického ověření do Katalogu [6]

Kód	Typ objektu v ZABAGED®	Střední polohová chyba $m_p$ [m]	
		z výsledků geod. ověření	doporučená (typizovaná)
1.02	Budova jednotlivá nebo blok budov (n = 422)	0,34	1,0
2.03	Cesta (příčná odchylka osy) (n = 1)	0,4	1,0
2.06	Křižovatka úrovně (bod) (n = 13)	1,66	1,5
2.17	Železniční trať (příčná odchylka osy) (n = 17)	0,11	0,5
2.18	Železniční vlečka (příčná odchylka osy) (n = 17)	0,5	0,5
2.31	Silnice neevidovaná (příčná odchylka osy) (n = 47)	0,4	0,5
3.04	Stožár elektrického vedení (bod) (n = 39)	1,43	1,5
4.02	Vodní tok – nezakrytý vegetací (příčná odchylka) (n = 49)	1,03	1,0
	Vodní tok – zakrytý vegetací (příčná odchylka linie)	–	1,5
4.11	Břehová čára – nezakrytá (příčná odchylka linie) (n = 32)	1,06	1,5
	Břehová čára – zakrytá vegetací (příčná odchylka linie)	–	2,0

\*) zvážený aritmetický průměr, kde  $p = n$  (počet kontrolních bodů v lokalitě)

a u mnoha geografických objektů a jejich podrobných bodů i přesnosti podstatně lepší, a to zejména v případě budov. Ze statistiky o počtech bodů v ISKN vyplývá, že je zde evidováno cca 20 mil. podrobných bodů. Z toho 2/3 bodů je vedeno s kódem kvality 3, tedy se střední polohovou chybou  $m_p = 0,19$  m. I přes občasnou kritiku kvality a aktuálnosti katastrálních map, nyní již převážně digitalizovaných do vektorové formy, a údajný výskyt bodů, které překračují zde deklarovanou polohovou přesnost podrobných bodů, lze pro potřeby ZABAGED® akceptovat i podrobné body, které překračují až pětinašobek uvedené polohové chyby pro body charakterizované v ISKN kódem kvality 3 a až 2,5násobek polohové chyby stanovené pro kód kvality 4. Větší opatrnosti je třeba v případě využití podrobných bodů z katastrálních map digitalizovaných (typu KMD), jejichž střední polohová chyba je deklarována hodnotou 1,41 m. Výsledky jejich geodetického ověření, popsané v části 4, však ukázaly, že v mnoha lokalitách nebyla zjištěna maximální polohová chyba větší než 2 m.

Z analýzy polohy podrobných bodů objektů ZABAGED®, určených stereofotogrammetrickým vyhodnocením a digitalizací nad Ortofotem ČR [7] pak vyplývá, že u objektů dobře identifikovatelných na leteckých měřicích snímcích a geometricky dobře vymezených zřetelnou hranicí je dosahováno střední polohové chyby lepší než  $m_p = 1$  m. Tato limitní hodnota je překračována zejména u úrovnových křižovek, stožárů elektrického vedení, os vodních toků a břehových čar v místech zakrytých vegetací a podobnou situaci lze také předpokládat u přesně nevymezených hranic kultur a porostů.

Pro charakteristiku přesnosti některých typů objektů, popsaných v Katalogu objektů ZABAGED® [6], bylo doporučeno používat typizované střední polohové chyby (viz tab. 6). Střední polohová chyba má charakter dvojzsměrné chyby se všemi hodnotami kladnými, přičemž četnost chyb do jednonásobku střední chyby je pouze 39,3 %, do dvojnásobku 86,5 % a 13,5 % chyb může přesáhnout tuto hodnotu.

V části 4 popsané geodetické ověření polohové přesnosti vybraných typů objektů ZABAGED® vychází z objemu měření (zejména v případě budov), které lze považo-

vat za dostačující z hlediska teorie chyb. Zeměměřický úřad si je však vědom, že kvalita dat může být lokálně mírně odlišná v závislosti na pečlivosti pracoviště, které je sbírá a zejména na množství disponibilních kvalitních dat z ISKN, respektive na kvalitě původních katastrálních map. Úřad proto předpokládá pokračovat v ověřování přesnosti vybraných typů objektů ZABAGED® v dalších krajích a lokalitách v roce 2020.

#### LITERATURA:

- [1] ŠÍMA, J.: Základní báze geografických dat – dílo jedné generace českých zeměměřičů. Geodetický a kartografický obzor, 62/104, 2016, č. 4, s. 73-84.
- [2] ŠÍMA, J.: Ověření zdokonalené technologie nápravy staveb v ZABAGED. Geodetický a kartografický obzor, 60/102, 2014, č. 4, s. 82-88.
- [3] BRÁZDIL, K. a kol.: Koncepce rozvoje zeměměřičství na léta 2015 až 2020. Geodetický a kartografický obzor, 61/103, 2015, č. 7, s. 137-146.
- [4] PRESSOVÁ, J.: Kam kráčí ZABAGED®. Konference GIS Esri v ČR 2018, ARCDATA, s. r. o. Dostupné na <https://www.youtube.com/watch?v=DhuXm5ayeUk>.
- [5] ŠÍMA, J.: Zhodnocení polohové přesnosti vybraných kategorií geografických objektů ZABAGED®. Technická zpráva. Zeměměřický úřad, č.j. ZÚ-02169/2020-13400. 2019, 16 s.
- [6] Katalog objektů ZABAGED®, verze 3.0, ve znění dodatku č. 1 a č. 2, Zeměměřický úřad, č.j. ZÚ-01658/2016-13600, č.j. ZÚ-03952/2017-13600, č.j. ZÚ-01160/2018-13600. 2018, 158 s.
- [7] ŠÍMA, J.: Ověření polohové přesnosti Ortofota ČR na celém státním území (2017-2018). Geodetický a kartografický obzor, 65/107, 2019, č. 11, s. 253-258.
- [8] NECKÁŘ, P.: Zpřesnění komunikací, vodstva, bodů a čar terénní kostry s využitím dat leteckého laserového skenování. Závěrečná zpráva. Zeměměřický úřad, č.j. ZÚ-02128/2020-13600. 2020, 17 s.

Do redakce došlo: 18. 3. 2020

**Lektoroval:**  
plk. gšt. Ing. Jan Marša, Ph.D.,  
Vojenský geografický  
a hydrometeorologický úřad  
generála Josefa Churavého



## Poruchy barvocitu a mapy pro orientační běh

Bc. Ladislav Semrád,  
Mgr. Bc. Zdeněk Stachoň, Ph.D.,  
Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta  
Masarykova univerzita,  
Mgr. Luděk Krtička, Přírodovědecká fakulta,  
Ostravská univerzita

### Abstrakt

Článek se zabývá problematikými částmi mapového klíče při čtení barevných map při orientačním běhu. Jsou uvedeny poruchy barvocitu a znakový klíč předepsaný Mezinárodní federací orientačního běhu (IOF). Na základě starších výzkumů jsou představeny problematické znaky i s názornými ukázkami. Následně je prezentováno několik návrhů na úpravu mapového klíče a jejich vlastní testování v terénu. Při testu byl měřen čas a vyplňován dotazník, zaměřený na subjektivní hodnocení výkonu. Výsledky tak tvoří kombinaci kvantitativních a kvalitativních indikátorů. Práce poskytuje východiska pro možné úpravy klíče ISOM 2017-2 v budoucnosti.

### Issue of Colour Blindness and the Maps for Orienteering

### Abstract

The article deals with visually problematic parts of the list of symbols for orienteering. Colour vision impairments and the IOF prescribed symbol set are introduced. Then, problematical symbols, included examples, based on previous survey, are shown. The practical part comes with few suggestions on how to adjust symbols, and their follow-up testing in the terrain. During the test, the time between control points was measured, and runners were asked to fill out a questionnaire subjectively evaluating their performance. The results are thus a combination of qualitative and quantitative indicators and provide starting points for modifications of map key ISOM 2017-2 for orienteering maps, in the future.

**Keywords:** orienteering, list of symbols, ISOM, colour, map

## 1. Úvod

Orientační běh (dále OB) je sportovní disciplína, která klade vysoké nároky na pochopení podrobné mapy, vytvořené ve speciálním znakovém klíči a sloužící k navigaci v terénu. Existuje však nezanedbatelná část populace, která se získáním přesných informací z mapy může mít problémy, protože trpí jednou z poruch barevného vidění.

Cílem této práce je na základě předchozích výzkumů v této oblasti identifikovat problematické kombinace symbolů ve znakovém klíči pro OB a navrhnout a otestovat některé úpravy, které by pomohly osobám trpícím poruchou barvocitu se čtením těchto map. Tato práce tak částečně navazuje na práci Mapové komise Mezinárodní federace orientačního běhu (IOF), která se v posledních letech touto problematikou také zabývá.

K porovnání navržených úprav se současnou specifikací dojde pomocí praktického testu v terénu, přičemž upravenými barvami na mapě bude simulována porucha barevného vidění běžcům bez poruchy barvocitu. Ke zhodnocení výsledků poslouží mezičasy z jednotlivých postupů a odpovědi z dotazníků, využívající metodu Likertovy škály.

## 2. Poruchy barvocitu

Poruchou barvocitu se rozumí stav, kdy jedinec vnímá některé barvy jinak než většina populace. Většinou se jedná o poruchu jednoho ze tří typů barevných fotoreceptorů. Podle Birche [1] trpí nějakou z poruch barvocitu okolo 8 % mužské populace, zatímco u žen se udává výskyt 0,4 %.

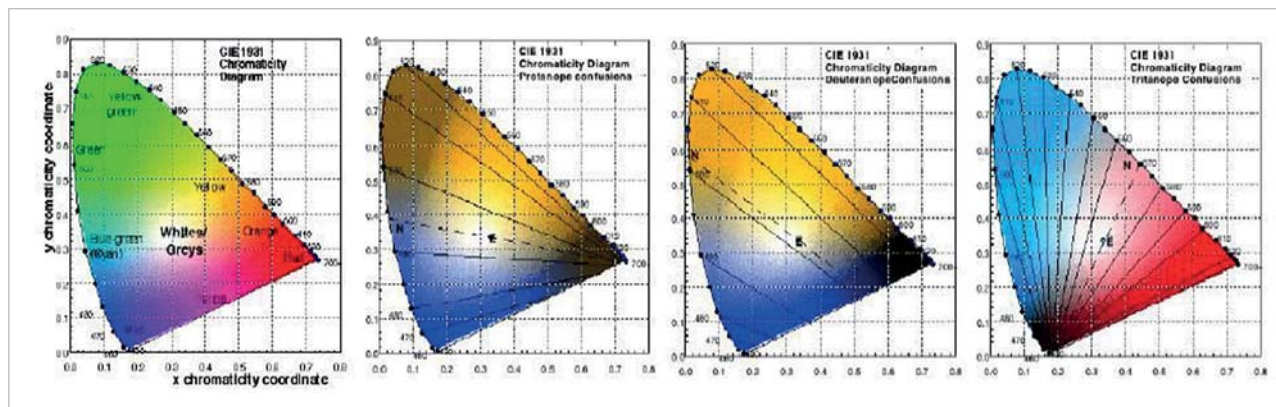
Tato selektivnost je způsobena tím, že recesivní gen, který obvykle problémy s barevným viděním způsobuje, je vázaný na chromozom X, a ten mají muži jen jeden, zatímco ženy dva. Swift [2] pak udává, že poruchy barvocitu se vyskytují častěji u europoidní rasy (8 %) než u mongoloidní (5 %) nebo negroidní (3 %).

### 2.1 Dělení poruch

Olson a Brewer [3] dělí jednotlivé typy poruch podle toho, kolik ze tří základních barev člověk vnímá. Při takzvané anomálii vnímají osoby všechny tři barvy, ale jedna z nich je oslabena a odlišuje se tak od normálu. Na druhé straně dichromazie, neboli anopie značí úplný výpadek čípků pro konkrétní barvu. Předpona poruchy pak udává, jaké fotoreceptory jsou defektní, a tedy jakou barvu osoba vnímá omezeně nebo vůbec.

- Deuteranomálie, Deuteranopie: necitlivost na zelenou barvu, záměna s červenou.
- Protanomálie, Protanopie: necitlivost na červenou barvu, záměna se zelenou.
- Tritanomálie, Tritanopie: necitlivost na modrou barvu, záměna se žlutou.

Nejběžnější poruchou je deuteranomálie, kterou trpí okolo 5 % mužské populace. Přibližně jednaprocentní zastoupení pak má protanomálie a oba závažnější ekvivalenty těchto poruch [1]. Naopak tritanomálie, necitlivost na modrou barvu je velmi vzácná, podobně jako kompletní monochromazie, při které osoba vidí pouze černobíle. Ve výsledku má pak naprostá většina osob s poruchou barvocitu velmi podobné problémy. Deuteranomálie i protano-



Obr. 1 CIE diagram různými typy vidění (zleva běžné trichromatické vidění, protanopie, deuteranopie a tritanopie), převzato z [4]

Tab. 1 PMS a CMYK hodnoty pro barvy v ISOM, vytvořeno dle: [6]

Barva ISOM	PMS označení	Barevný model CMYK			
		Azurová	Purpurová	Žlutá	Černá
Černá	Process Black	0	0	0	100
Hnědá	471	0	56	100	18
Žlutá	136	0	27	79	0
Modrá	299	100	0	0	0
Zelená	361	76	0	91	0
Fialová	Purple	35	85	0	0

málie zaměňuje odstíny zelené a červené, které vnímají jako nepěkné žlutohnědé odstíny (obr. 1). Obě tyto poruchy se tak často zastřešují termínem červeno-zelená porucha [3] a právě k ní je vztažena praktická část textu.

### 3. Mapy pro orientační běh

Historie map pro OB a historie samotného OB jsou vzhledem k postavení mapy v tomto sportu kompletně provázané. Proces tvorby map a jejich kvalita prošly mnoha změnami. Důležitými milníky pak jsou 22. 5. 1961, kdy byla ustanovena IOF a rok 1965, kdy ji následovala Mapová komise IOF. První vydání oficiálního znakového klíče pro OB s názvem International Specification for Orienteering Maps (ISOM) bylo ratifikováno v roce 1969. Jednou z největších diskuzí v těchto raných letech byla barva pro les. Tento areálový znak byl prakticky v každé zemi tradičně spojován se zelenou na topografických mapách. Postupně byl akceptován norský návrh z roku 1965 použít bílou barvu (barva papíru sama o sobě) pro les znamenající dobrou průběžnost [5]. Tato změna umožnila o několik let později využití zelené pro řadu mapových znaků souvisejících s průběžností vegetace a pro zachycení významných vegetačních objektů. Znakové klíče byly postupně doplňovány v nepravidelných vydáních přibližně každých 10 let. Poslední velká změna pochází z roku 2017, která ovšem byla v roce 2019 mírně upravena a opětovně vydána pod ná-

zvem ISOM 2017-2. V originále je dostupná na stránkách zmiňované Mapové komise IOF [6].

#### 3.1 Mapový klíč ISOM 2017-2

Kromě samotné definice jednotlivých značek a jejich použití jsou v dokumentu popsány i všeobecné požadavky na vzhled, význam a obsah mapy. Zásadní pak je zobrazit veškeré faktory, které mohou ovlivnit rychlost běhu a viditelnost. Na druhou stranu, mapa nesmí být objekty přeplněná a musí být dobře čitelná i ve vysoké rychlosti a za zhoršených světelných podmínek. Proto se klade velký důraz na generalizaci a jsou zavedeny minimální rozměry objektů, které mohou být do mapy zaneseny, a stejně tak minimální povolené mezery mezi znaky.

##### 3.1.1 Barvy v ISOM-2

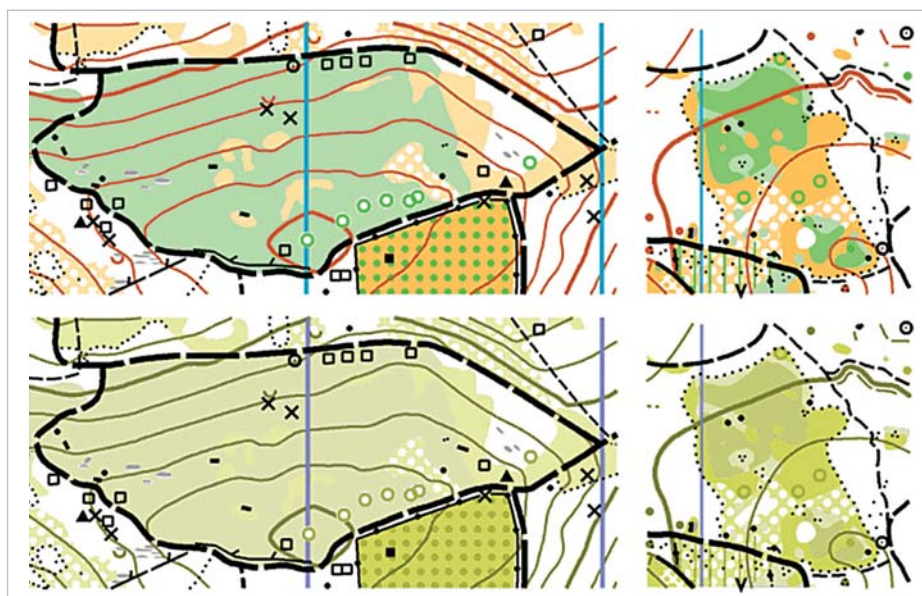
Na mapách pro OB se vyskytuje osm základních barev. Jsou to žlutá, zelená, šedá, hnědá, modrá, černá, fialová a bílá. Ty jsou pro jednoznačnost definovány pomocí Pantone Matching System a čtyřbarevného CMYK modelu (tab. 1). Další odstíny jsou pak odvozeny procentuálním podílem ze základní barvy.

Barevné schéma znaků v mapovém klíči bylo sestaveno ve snaze udělat mapu lehce interpretovatelnou čistě na základě barevných asociací. Podrobný popis znaků a je-





Obr. 2 Zjednodušený přehled symbolů ISOM, převzato ze [7]



Obr. 3 Odstíny žluté a zelené normálním (nahore) a deuteranopickým viděním, převzato [8], upraveno v programu ColorOracle

jich barevné znázornění lze najít přímo ve znakové části mapového klíče [6]. Pro základní představu postačí zjednodušená legenda, která je součástí výukových map pro školy (obr. 2).

#### 4. Poruchy barvocitu u orientačních běžců

Poruchami barvocitu u orientačních běžců se v posledních letech zabývala také Mapová komise IOF, především v návaznosti na vytvoření znakového klíče ISOM 2017. V rámci projektu byl vytvořen dotazník určený pro orientační běžce s poruchou barvocitu, ve kterém dotazovaní hodnotili aktuální stav a pomáhali s identifikací problematických značek a kombinací. Z něj lze vyčíst i jisté obecné zákonitosti, přičemž nejmarkantnějším problémem jsou drobné plochy nebo bodové znaky skryté ve větším areálu

v podobné barvě. Některé z identifikovaných problémů byly vyřešeny s příchodem ISOM 2017, případně ISOM 2017-2, u jiných bude třeba vhodné způsoby teprve nalézt.

##### 4.1 Identifikované problémy

Zatím nevyřešena zůstává otázka areálových znaků, které jsou určeny pro zobrazování průchodnosti vegetace. OB mapa obsahuje tři odstíny zelené (100%, 60% a 30%), dva odstíny žluté (100% a 50%) a tzv. olivově zelenou (100% žlutá + 50% zelená). Některé kombinace těchto barev jsou pro osoby s poruchou barvocitu matoucí, protože jsou téměř nerozlišitelné. Typicky se jedná o 30% zelenou a 50% žlutou, 60% zelenou a 100% žlutou, 100% žlutou a olivovou, ale v extrémnějších případech může dojít k záměně žlutých nebo zelených odstínů mezi sebou (obr. 3).



## 5. Návrh úpravy mapového klíče

Pro praktický výzkum bylo zvoleno odlišování zelených a žlutých odstínů (viz část 4). Zvláště ve specifickém prostředí českého OB, kde se velmi dbá na podrobné vykreslení detailů v porostově pestrých oblastech pak odlišování žlutých a zelených tónů ještě více nabývá na důležitosti. K návrhu úprav žlutých odstínů byla připojena také úprava značky č. 520, která symbolizuje oblasti se zákazem vstupu [6] a je vyjádřena olivově zelenou. Nesprávná identifikace takto označených oblastí totiž neznamená pouze časovou ztrátu, ale diskvalifikaci.

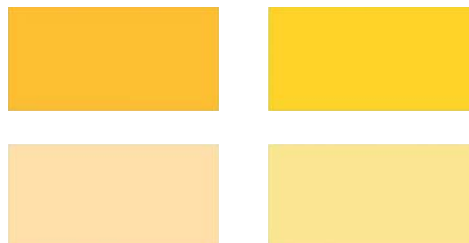
Zároveň bylo třeba nalézt takové řešení, které by nesnížilo kvalitu klíče pro běžce bez poruchy barvocitu. Aby symboly nadále dodržovaly základní barevnou logiku, uvedenou v ISOM 2017 a znakový klíč tak zůstal logicky uchopitelný a nepřinesl příliš velkou „revoluci“. Některé možnosti úprav byly zmíněny v prezentaci *Solutions for orienteers with colour vision defects* [9] na 18. Mezinárodní konferenci o mapování pro orientační běh (ICOM) v Praze. Jejich společným znakem je změna struktury mapové značky. Kódování informace nejen barvou, ale přidáním rastrů má potenciál být vhodným řešením pro osoby s poruchou barvocitu a byla mu proto dále věnována pozornost.

### 5.1 Navržené změny

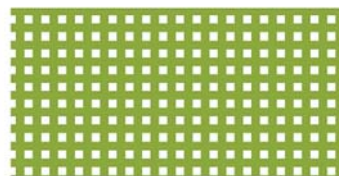
Klíčovou částí návrhu byla úprava žluté barvy, po níž bylo mimo jiné voláno v rámci dotazníkových šetření prováděných v minulosti. V mapovém klíči ISOM 2017 je žlutá barva definována jako PMS 136 a převedena do CMYK kódu C: 0, M: 27, Y: 79, K: 0. Aby došlo k minimalizaci vlivu na osoby s červeno-zelenou poruchou, bylo rozhodnuto snížit podíl purpurové složky ve výsledném tónu a učinit tak barvu čistší. Žlutá složka byla naopak posílena v zájmu

vytvoření velmi jasného odstínu. Výsledné složení vychází opět z PMS 116, jehož CMYK ekvivalentem je C: 0, M: 14, Y: 100, K: 0. 50% žlutá, využívaná pro Zn. 403 a 404 [6] byla definována přesným podílem CMYK hodnot, tedy C: 0, M: 7, Y: 50, K: 0. Výsledné barvy vypadají již na první pohled odlišně a jsou více podobné čistě žluté (obr. 4).

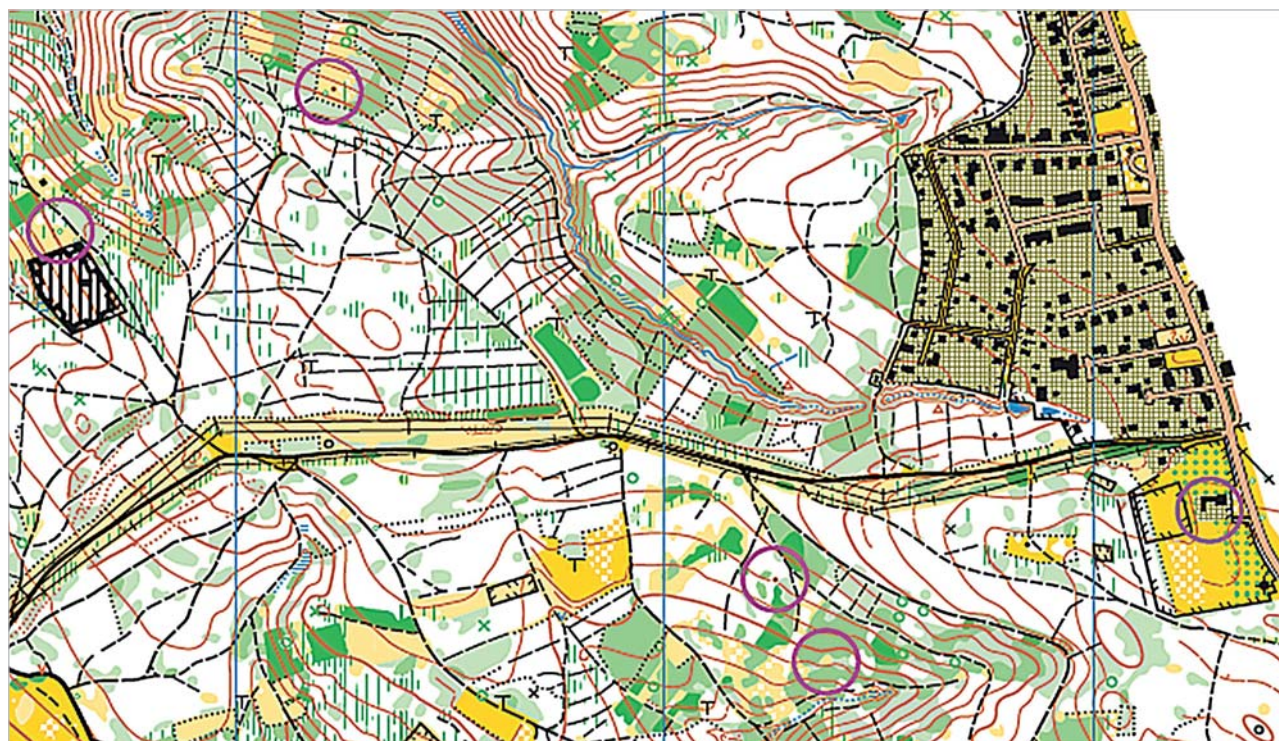
Úprava Zn. 520 pro oblast se zákazem vstupu vychází z prezentace [8] a upravuje strukturu areálového znaku. Výsledkem je tak síť v původní olivové barvě s bílými čtverci tvořící rastrový vzor (obr. 5). Veškeré úpravy pak jsou použité na obr. 6.



Obr. 4 Původní (vlevo) a nové odstíny (vpravo) 100% žluté (nahore) a 50% žluté (dole), vlastní zpracování v programu OCAD 11



Obr. 5 Nový návrh Zn. 520, vlastní zpracování v programu OCAD 11



Obr. 6 Ukázka mapy zahrnující navržené úpravy, mapa Zavírává [11], vlastní zpracování v programu OCAD 11



## 5.2 Testování v terénu

Protože jednou ze zásad mapového klíče je jeho využitelnost v praxi, proběhlo testování upraveného mapového klíče v terénu. Participantů byli účastníci tréninku SK Žabovřesky Brno (ZBM) starší 14 let, doplnění o další dobrovolníky. Jednalo se o orientační běže bez poruchy barevného vidění.

Pro potřeby testu byli participanté spárováni do dvojic tak, aby každá dvojice obsahovala běžce s co nejpodobnější výkonností dle srovnání dlouhodobých výkonů v oficiálních závodech. Jejich úkolem bylo absolvovat 4,5 km dlouhou trať o 11 kontrolách na upravených mapách. Jeden ze dvojic obdržel mapu ve stávajícím mapovém klíči ISOM 2017 (dále jen varianta I) a druhý mapu, která obsahovala změny navržené v této práci (dále varianta U). Barevnost map pro oba běžce ze dvojice byla navíc upravena tak, aby simulovala deuteranopické vidění, kdy každou ze stávajících barev přítomných v ISOM 2017 nebo variantě U nahradil její ekvivalent získaný ze simulátoru deuteranopického vidění ColorOracle [10].

Testování bylo realizováno na počátku dubna a lokalizováno na místo zvané U Buku, v katastru obce Bílovice nad Svitavou. Byl využit okolní zalesněný prostor, který pokrývá OB mapa Zavírává z roku 2015 [11]. Jedná se o poměrně kopcovitý terén s hustou sítí lesních cest a pěšin a porostově velmi pestrý, ovšem vzhledem k brzkému jarnímu termínu testu byla průběžnost a především průhlednost porostů lepší. S uvedeným typem terénu měli všichni účastníci značné zkušenosti.

Po představení pokynů byli účastníci v intervalu 1,5 minuty vypouštěni na trať. Startovní pořadí nebylo nijak determinováno. Další technické parametry jako způsob označení kontrol a časomíra odpovídaly standardům závodů Českého svazu orientačních sportů. Použitý typ elektronického měření času Sportident umožňoval spolehlivý a přesný výpis výsledků i s mezcasy, které byly využity v pozdější analýze.

K vyhodnocení vhodnosti navržených úprav bylo využito času potřebného pro absolvování jednotlivých dílčích úseků mezi kontrolami i celé trati, a navíc také dotazníku, administrovaného v cíli trati. V něm byla pomocí otázek s odpověďmi na Likertově škále zjišťována problematická místa a situace, a také úspěšnost při realizaci navigačního plánu. Odpovědi z Likertovy škály pak byly jednoduše statisticky zpracovány a tím bylo umožněno kvalitativní porovnání obou variant mapového klíče.

## 5.3 Hypotézy

V souvislosti s provedeními úpravami mapového klíče (především žluté barvy) bylo nutné zjistit případné vlivy na výkon běžců s využitím simulace poruchy barvocitu.

Vzhledem k navrženým úpravám by požadovaným výsledkem měl být pozorovatelný pozitivní vliv na čitelnost mapy a tím i na kvalitu práce s mapou při navigaci v terénu. Na každém postupu se však tyto vlivy nemusí projevit v důsledku proměnlivého charakteru postupů a kontrol. V této souvislosti byly stanoveny čtyři pracovní hypotézy.

První hypotézou H1 je, že běžci s upraveným mapovým klíčem (skupina U) absolvují trať v průměru rychleji, než jejich kolegové s mapou v ISOM 2017 (skupina I).

H2 a H3 naopak vycházejí z cílových dotazníků a zabývají se tím, co běžci vyčetli z mapy. H2 je zaměřená na vliv barev na chybovost. Je tedy očekáváno, že skupina U bude

dělat méně chyb, případně tyto chyby nebudou způsobeny upravenými barvami. H3 pak předpokládá lepší identifikaci a pochopení polohopisných situací v mapě u skupiny U, což ovšem nemusí souviset přímo s navigací a výkonem.

Proto byly v dotazníku i otázky týkající se subjektivního hodnocení výkonu, tedy čistoty provedení a jistoty při realizaci. H4 očekává, že skupina U bude hodnotit svůj výkon jako čistější a jistější než skupina I. Stejně jako u ostatních hypotéz jsou největší rozdíly očekávány na náročnějších kontrolách v porostově pestrých oblastech.

## 5.4 Výsledky

Základním výstupem z testování je tabulka, která obsahuje časové rozdíly v rámci dvojic na každém úseku mezi po sobě následujícími kontrolami v sekundách (tab. 2). Modrá značí rychlejší mezičas ve prospěch běžce na variantě U, červená rychlejší mezičas na variantě I. Podtržené hodnoty byly označeny jako extrémní a nebyly zahrnuty do výpočtu průměru a mediánu. Hodnoty v posledních 4 řádcích vycházejí z dotazníkového šetření. První dvě reprezentují průměry za celý vzorek participantů spočtené z jejich odpovědí na Likertově škále od 1 do 7. Pro všechny kontroly se jedná o tyto dvě otázky:

- Absolvoval(a) jste postup čistě, jistě a podle plánu? Ano = 1, Ne = 7 (Dále Čistota provedení).
- Souvisela Vaše případná chyba nějak s barevností mapy? Ano = 1, Ne = 7 (Dále Problémy s barvami).

Poslední dva řádky ukazují rozdíly průměrných bodů mezi sledovanými skupinami. Modře jsou označeny buňky ve prospěch varianty U. Tzn. vyšší míra jistoty než běžci na variantě I. Červené pole značí větší jistotu skupiny I. U druhé otázky značí modrá barva subjektivně menší vliv barevně defektního vidění na případnou chybu skupiny U než u skupiny I. U červeně označených kontrol byl vliv na skupinu U vyšší než na skupinu I.

Je tak možné rozlišit, u kterých kontrol měla na rozdíly v čase vliv právě deuteranopická simulace (především kontroly 2, 6 a 7), které jsou proto vhodné pro zkoumání vlivu navržených změn. Další postupy byly spíše jednodušší a časové rozdíly mezi skupinami tak mohly být pravděpodobně způsobeny jinými faktory mimo oblast zájmu.

Největší rozdíl v průměrných časech tak můžeme pozorovat na 1. a 5. kontrole, v obou případech přes 12 sekund. Naopak u některých kontrol je rozdíl menší než 1 sekunda (7., 8. a 11. kontrola). Rozdíl průměrů celkových časů je pak 21 sekund ve prospěch varianty U, zato medián je záporný, ačkoliv jednotlivé mediány mluví spíše v neprospěch varianty I. Směrodatná odchylka dosahuje nejvyšších hodnot u kontrol č. 1, 2 a 7, což jsou také kontroly, u kterých bylo v dotaznících reportováno nejvíce chyb (průměr 3 a více bodů na Likertově škále). Kontroly 2 a 7 byly spolu s 6. kontrolou nejproblematictější i z hlediska barev. Celkově pak zatímco běžci na variantě I zvládali své postupy proti skupině U jistěji a s méně chybami, tak běžci na variantě U měli méně problémů s barvami než skupina I.

## 5.5 Diskuse

První z hypotéz (H1) předpokládala rychlejší absolvování trati běžci s upraveným mapovým klíčem (U). Rozdíl průměrů celkových časů mluví ve prospěch skupiny U, ale je

**Tab. 2** Statistika časových rozdílů na postupech v sekundách v rámci testovaných dvojic (I – U); modrá barva značí lepší výsledek skupiny U, červená skupiny I; podtržené hodnoty byly označeny jako extrémní a nebyly zahrnuty do výpočtů; čistota provedení a problém s barevností je výsledek hodnocení pomocí Likertovy škály

Číslo dvojice	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	Cíl	Celkem
1	-10	<u>200</u>	21	27	-13	-13	-15	-1	11	-22	15	18	218
2	-7	-27	3	-2	-9	-1	-7	-36	4	3	-52	1	-130
3	-30	-12	7	-10	10	5	-3	13	-36	13	-1	-1	-45
4	20	99	4	6	-16	12	138	41	28	22	52	5	411
5	-58	-93	-5	21	21	44	2	3	11	22	-12	-4	-48
6	-46	-58	50	12	<u>38</u>	<u>75</u>	-76	-43	21	<u>70</u>	-45	-11	-13
7	16	<u>-200</u>	-7	-12	33	-8	-8	45	52	-43	-18	7	-143
8	<u>210</u>	<u>146</u>	56	33	28	<u>95</u>	29	-45	31	16	9	9	<u>617</u>
9	24	71	-1	-23	<u>72</u>	-8	<u>298</u>	5	-11	-19	6	10	424
10	<u>387</u>	121	-2	<u>60</u>	<u>53</u>	-16	25	<u>114</u>	-10	19	18	8	<u>777</u>
11	3	<u>-147</u>	-1	-24	11	-48	-50	-20	41	<u>74</u>	44	-8	-125
12	87	-7	<u>-115</u>	<u>-44</u>	<u>-50</u>	<u>-91</u>	11	54	<u>-317</u>	-60	38	0	<u>-494</u>
13	53	-21	-11						-10	<u>81</u>	<u>115</u>		
14	-199	-54	14	<u>-47</u>	29	-36	<u>-159</u>	33	-86	<u>-68</u>	-21	<u>25</u>	<u>-569</u>
15	-13	20	6	<u>-57</u>	27	7	-53	-59	-83	<u>-113</u>	-25	4	-339
Průměr bez extrémů	-12,3	3,5	9,6	2,8	12,1	-5,6	-0,6	-0,8	-2,6	-4,9	0,6	2,9	21,0
Medián bez extrémů	-7	-12	3,5	2	16	-8	-5	3	7,5	8	2,5	4	-46,5
Směrod. odch. z abs. hodnot	103,8	63,5	30,2	18,7	18,9	31,8	79,7	28,9	75,5	31,3	27,6	6,7	239,1
Čistota provedení	3,0	4,2	1,8	2,0	2,1	2,4	3,8	1,9	2,0	2,8	2,4		2,6
Problémy s barvami	6,3	4,8	6,7	6,1	6,3	5,7	5,5	6,4	6,5	6,2	6,2		6,1
Čistota provedení	0,7	-0,3	-0,8	-0,6	0,3	0,5	-1,2	0,0	-0,8	-0,5	-0,5		-0,3
Problémy s barvami	-0,5	-0,7	0,0	0,3	-0,3	-0,4	-0,2	0,0	0,0	-0,5	-0,7		-0,3

nutné si mezičasy prostudovat podrobněji. Nejvíc získala skupina U na 5. kontrole. Naopak obtížnější kontroly dopadly ve prospěch skupiny I (1, 6, 10). Vše nasvědčuje tomu, že i přes provedenou korekci byla skupina U běžecy silnější. Vliv úprav v mapovém klíči na rychlost tedy nebyl dostatečně prokázán a H1 nemůže být potvrzena.

Klíčovým cílem práce bylo, aby úpravy zlepšily odlišování otevřených ploch a snížily vliv defektního vidění na chyby běžců. Výsledky z této části výzkumu jsou uspokojivé. U většiny kontrol i v souhrnu uváděla skupina U menší vliv defektního vidění a špatné interpretace barev na své chyby. Největší rozdíly, přes 0,5 bodu na Likertově škále ve prospěch skupiny U, se vyskytovaly na kontrolách 1, 2, 10 a 11, což jsou kontroly s podrobnou kresbou porostů a různé, zaměnitelné barvy na sebe přímo navazují bez dělicí linie. Také v odpovědích na otázky, ve kterých se jed-

nalo primárně o identifikaci jistých symbolů nebo situací, uváděla skupina U průměrně vyšší hodnoty na Likertově škále než skupina I. Související hypotézy (H2 a H3) tak mohou být prohlášeny za potvrzené.

Naplnění H4 je velmi rozporuplné, nelze jednoznačně potvrdit ani vyvrátit vliv úprav v mapovém klíči na čistotu absolvování a míru jistoty na postupu. Nejproblematictější byly dle očekávání první dvě kontroly, kdy běžci ještě nebyli navyklí na použitý klíč (efekt zácvičku). Kromě nich dělala velké problémy i, nejspíše podceněná, kontrola 7. Ze subjektivního hodnocení běžců vyplývá, že byli více nejistí ve skupině U, ačkoliv na základě určování chyb z mezičasu je statistika vyrovnaná a mezičasy měli rychlejší než skupina I (tab. 2). Pozitivní vliv úprav v mapovém klíči při simulaci deuteranopie na mapovou jistotu a výkon běžců nebyl v dostatečné míře pozorován.



Návrh na úpravu Zn. 520 nemohl být vzhledem k dispozicím vybraného terénu dostatečně otestován, ale v dodatečném hodnocení z pohledu zdravého běžce byl hodnocen spíše pozitivně.

Nutno také dodat, že 30 běžců je pro potřeby testování malý počet, zvláště když jsou rozděleni do dvou skupin. Do pokusu také vstupuje velké množství lidského faktoru, které nelze postihnout. Obě složky výkonu, běžecká i mapová, mohou být výrazně ovlivněny tím, že běžec má jednoduše, špatný den a otázky se z velké části zajímaly o subjektivní a těžko porovnatelné názory participantů. Rozdělení do skupin, vycházející z výkonnosti při testu, nebralo v úvahu další proměnné, jako například věk.

## 6. Závěr

Realizované testování v terénu prokázalo, že navržené úpravy, především nová definice žluté barvy, přispívají při simulaci deuteranopického vidění k lepšímu rozpoznávání objektů na mapě. Naopak vliv na samotné aspekty výkonu, tedy rychlost a chybovost běžců, nebyl při testu pozorován v dostatečné míře, což ale může být ovlivněno okolnostmi testování, například typem terénu, výběrovým vzorkem participantů nebo charakterem trati. Stejně tak by vliv úprav na navigaci mohl být více pozorovaný třeba u začínajících běžců s poruchou barvocitu, protože ještě nemají vypěstované vlastní robustní návyky. Participantů se navíc vyjádřili, že jim navržené změny nedělají z pohledu běžce bez poruchy barvocitu problémy, takže zavedení úprav by nemělo mít žádné nebo minimální negativní dopady na vnímání mapy. Tyto případné změny v mapovém klíči tak mohou být doporučeny Mapové komisi IOF ke zvážení a možnému zahrnutí do příští aktualizace mapové specifikace.

## LITERATURA:

- [1] BIRCH, J.: Diagnosis of defective colour vision. New York, Oxford University Press, 2001, 187 p.
- [2] SWIFT, G.: Colors for the Colorblind. Designmatrix, 1997, <http://www.-designmatrix.com/pl/cyberpl/cftcb.html>.
- [3] OLSON, J.-BREWER, C.: An Evaluation of Color Selections to Accommodate Map Users with Color Vision Impairments. Annals of the Association of American Geographers, 87, 1997, No. 1, pp. 103-134.
- [4] LONG, J.-JUNGHANS, B.: Orienteers with poor colour vision require more than cunning running. Clinical & experimental optometry: journal of the Australian Optometrical Association, 91, 2008, No. 6, pp. 515-5.
- [5] ZENTAL, L.: Legibility of Orienteering Maps: Evolution and Influences. The Cartographic Journal, 48, 2011, No. 2, pp. 108-115. <https://doi.org/10.1179/1743277411Y.0000000008>.
- [6] MAP COMMISSION IOF: ISOM 2017-2 - International Specification for Orienteering Maps. 2019, <https://orienteering.sport/iof/resources/mapping/>.
- [7] LEŠTÍNSKÝ, T.: Andrlův chlum areál pevných kontrol 1 : 10 000. KOB Ústí nad Orlicí, 2012.
- [8] CHISSICK, D.: Colour blindness. 2012, Dan Chissick's orienteering blog, <https://dchissick.wordpress.com/2012/02/20/colour-blindness/>.
- [9] KRTIČKA, L.-UPPILL, A.: Solutions for orienteers with colour vision defects. Praha, 18<sup>th</sup> International Conference on Orienteering Mapping, 5. 10. 2018, <https://orienteering.org/presentations-from-icom-2018/>.
- [10] JENNY, B.-KELSO, N.: Color Design for the Color Vision Impaired. Cartographic Perspectives. 58, 2007, No. 9, pp. 61-67, <http://dx.doi.org/10.14714/CP58.270>.
- [11] MATULA, P.: Zavíravá 1 : 15 000. TJ Tesla Brno, 2015.

Do redakce došlo: 18. 2. 2020

**Lektoroval:**  
**doc. Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D.,**  
**ČVUT v Praze**

# 26. SETKÁNÍ UŽIVATELŮ PRODUKTŮ A SLUŽEB SPOLEČNOSTÍ GEPRO & ATLAS

13. A 14. ŘÍJNA 2020  
HOTEL OLŠANKA  
PRAHA

## KALENDÁŘ VYBRANÝCH ZAHRA NIČNÍCH ODBORNÝCH AKCÍ *srpen až prosinec 2020*



**26. a 27. 8.**

10<sup>th</sup> Session of the United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management formou webináře

<http://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/10th-Session>



**21. – 25. 9.**

EuroCarto 2020 formou webináře

<http://eurocarto2020.org>



**20. a 21. 10.**

13<sup>th</sup> European Forum for Geography and Statistics Conference formou webináře

<http://www.efgs.info/2020/07/02/invitation--for-efgs-2020-webinar>



**23. a 24. 11.**

6<sup>th</sup> International Conference on GIS and Remote Sensing formou webináře

<http://gis-remotesensing.environmentalconferences.org>



**30. 11. – 4. 12.**

Konference ISPRS - GI4DM Geoinformation for Disaster Management Sydney, Austrálie

<http://www.gi4dm.net/2020/>

## KALENDÁŘ VYBRANÝCH DOMÁCÍCH ODBORNÝCH AKCÍ *srpen až prosinec 2020*

**8. – 10. 9.**

GEOGRAFIE PRO UDRŽITELNÝ ROZVOJ MĚST A REGIONŮ  
Kampus ZČU v Plzni

<http://konference.geography.cz/konference/geografie-pro-udrzitelny-rozvoj-mest-a-regionu>

**10. a 11. 9.**

GeoKARTO 2020

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach

<https://geografia.science.upjs.sk/index.php/geokarto-2020>

**14. a 15. 9.**

23. SETKÁNÍ UŽIVATELŮ PRODUKTŮ A SLUŽEB SPOLEČNOSTI T-MAPY

Kongres hotel Jezerka, Ústupy u Seče

<https://www.tmapy.cz/setkani2020>

**16. a 17. 9.**

CADFÓRUM 2020 - CAD/CAM, PDM A BIM ŘEŠENÍ V PRAXI

Hotel Avanti, Brno

<http://konference.cadforum.cz/>

**23. a 24. 9.**

14. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE GEODÉZIE A KARTOGRAFIE V DOPRAVĚ

Clarion Congress Hotel, Olomouc

<http://csgk.fce.vutbr.cz/public/aktualitaDetail.asp?id=346>

**24. 9.**

GIS V PLÁNOVÁNÍ MĚST A REGIONŮ 2020

Vysoká škola regionálního rozvoje a Bankovní institut, Praha

<http://www.cagi.cz/konference-gis-v-planovani--mest-a-regionu-2020>

**13. a 14. 10.**

SETKÁNÍ UŽIVATELŮ GEPRO & ATLAS

Praha, hotel Olšanka

<http://www.gepro.cz/setkani>

**20. 10.**

KATASTR NEMOVITOSTÍ V PRÁVNÍ A TECHNICKÉ PRAXI

Hotel Atom v Třebíči

<http://csgk.fce.vutbr.cz/public/aktualitaDetail.asp?id=351>

**21. – 23. 10.**

XXVII. KONFERENCE SPOLEČNOSTI DŮLNÍCH MĚŘIČŮ A GEOLOGŮ, Z.S.

Hotel Zámeček v Mikulově

<http://www.sdmg.cz/news/pozvanka-na-konferenci-2020>

**22. a 23. 10.**

TRIMBLE GIS EXPRESS 2020

Noem Arch Brno (22.10.) a KC Greenpoint Praha (23.10.)

<https://geotronics.cz/gis-express/>

**4. a 5. 11.**

GIS ESRI V ČR

formou webináře

<http://www.arcdata.cz/zpravy-a-akce/akce/konference>





## Z MEDZINÁRODNÝCH STYKOV

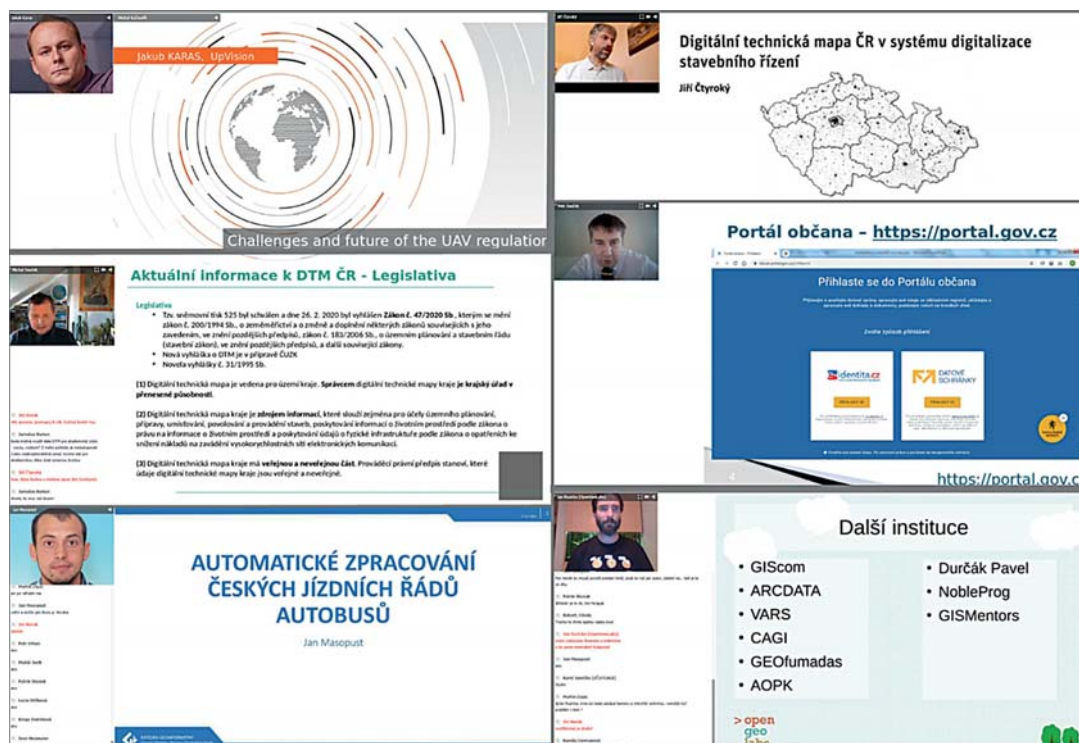
## Sympóziu GIS Ostrava 2020 – Prostorová data pro Smart City a Smart Region (videokonferencia)

Začiatkom roka 2020 všetko nasvedčovalo tomu, že komunita odborníkov z oblasti geografických informačných systémov (GIS) po dlhom roku sa znova stretne na sympóziu GIS Ostrava. V hojnom počte zaplní prednáškové miestnosti, a priestory Nové auly kongresového centra Vysoké školy báňské sa na dva dni naplnia vášnivými diskusiami o aktuálnych trendoch v oblasti GIS, o rozbehnutých projektoch a v súčasnosti riešených problémoch v odbore. Všetci sme sa tešili, že po roku znova uvidíme známe tváre, potrasíme si rukami, a medzi jednotlivými tematickými sekciami počas prestávky pri káve a koláčiku sa pozhovárame o tom, na čom aktuálne pracujeme, čo nás teší, prípadne trápi v odbornom i osobnom živote. Nerátali sme ale s tým, že začiatkom roka si budeme musieť poradiť s epidemiou koronavírusu SARS-CoV-2, ktorá medzitým prerástla v pandémiu. Postupne sa zavádzali rôzne obmedzenia, ktoré nám aj v súčasnosti pomáhajú v úspešnom boji proti novému koronavírusu, a takto prišli na rad aj podujatia, na ktorých sa zhromažďuje väčšie množstvo ľudí. Výnimkou nebolo ani sympóziu GIS Ostrava. Čakalo sa už iba na potvrdenie od organizátorov. Namiesto úplného zrušenia alebo posunutia termínu nás potešili, a tohtoročné sympóziu pretransformovali do virtuálnej podoby. Účastníci sympózia si mohli vypočuť prednášky tohto roku netradične z pohodlia svojich domovov. Vďaka naozaj rýchlej reakcie zo strany organizátorov, schopnosti prispôbenia sa aktuálnej situácie sme sa znovu mohli zúčastniť tohto každoročného podujatia.

Sympóziu GIS Ostrava sa tohto roku zamerala na priestorové dáta pre Smart City a Smart Region. V úvode prvého dňa (18. 3.) sa uskutočnil seminár GISáček a rôzne workshopy. Jeden z workshopov sa zaoberal s možnosťami využitia jazyka R ako skriptovacieho nástroja pre GIS, v podaní Jána Čahu z Mendelovej univerzity v Brne. Využitie jazyka R a prácu s ňou demonštroval

v prostredí opensource softvéru QGIS a v prostredí ArcGIS, resp. ArcGIS Pro. Po workshopoch nasledovalo slávnostné otvorenie sympózia a úvodný príhovor od Michala Kačmaříka. Po ňom nasledovali hlavný rečníci podujatia. Francesco Nex z University of Twente prednášal o nových technológiách z oblasti Unmanned Aerial Vehicle (UAV) a geomatiky, a Jakub Karas (obr. 1) z firmy UpVision prezentoval dopady a budúcnosť regulácií používania bezpilotných lietadiel. Venoval sa vykonávaciemu nariadeniu komisie Európskej únie 2019/947 z 24. 5. 2019, o pravidlách a postupoch prevádzky bezpilotných lietadiel, ktoré sa uplatňuje od 1. 7. 2020. Ako je už dobrým zvykom, sympóziu sa rozdelilo do dvoch paralelne prebiehajúcich sekcií. Prvá sekcia sa venovala tematike digitálnej technickej mapy (DTM). Jiří Čtyrský (obr. 1) z Institutu plánování a rozvoje hlavního města Prahy prezentoval DTM Českej republiky v systéme digitalizácie stavebného konania. V tejto sekcii sa prezentoval aj Michal Souček (obr. 1), ktorý poskytol poslucháčom aktuálne informácie k DTM Českej republiky a stav prípravy projektov pre tvorbu DTM, resp. digitálnej mapy verejnej správy na úrovni krajov. Druhá sekcia, prebiehajúca v anglickom jazyku sa zaoberala problematikou 2D a 3D mapovania. Václav Šafář z Vysoké školy banskej – Technická univerzita Ostrava prednášal o využití technológie UAV v katastrálnom mapovaní Českej republiky. Z pohľadu nového mapovania a aktualizácie katastrálnych map najväčšou výzvou je dosiahnuť čo najvyššiu možnú efektivitu, a zároveň zachovať požadovanú presnosť, čo znamená polohovú presnosť 0,14 m všetkých bodov v registri. Na siedmich testovacích územiach bolo použité množstvo bodov v kombinácii so snímkami z ortofotomozajky. Výsledky výskumnej úlohy ukazujú, že nové mapovanie pomocou technológie UAV vo veľkej miere spĺňa požiadavky na definovanú požadovanú presnosť. Posledná sekcia prvého dňa sa zamerala na geoinformačné infraštruktúry. Petr Souček (obr. 1) z Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK) prednášal o postavení a úlohe ČÚZK v českém E-Governmente. Dagmar Kusendová z Univerzity Komenského v Bratislave vo svojej prednáške sa zamerala na geografické informačné systémy v správe miest, čiže informatizáciu samospráv na území Slovenska.

Druhý deň sympózia (19. 3.) otváral tematický blok „Softvér a modelovanie“, kde Jan Masopust (obr. 1) z Univerzity Palackého v Olomouci prednášal o automatickom spracovaní českého cestovného poriadku autobusov. Druhá sekcia dňa (v anglickom jazyku) sa venovala téme „Environmental mapping and



Obr. 1 Prezентujúci: vľavo shora dole – Jakub Karas, Michal Souček, Jan Masopust, vpravo shora dole – Jiří Čtyrský, Petr Souček a Jan Růžička

monitoring", kde medzi prednášajúcimi bola aj Monika Winczek z University of Agriculture in Krakow, ktorá sa zaoberala využitím mračna bodov, získaných pomocou rôznych technológií pre účely Smart City. Svoju príkladovú štúdiu uskutočnila na území Jordan Park v Krakove. Predmetom merania u 16 stromov bola výška a šírka ich korún. Využili sa technológie UAV, terestrické laserové skenovanie a airborne laser scanning (ALS) alebo pod viac známym názvom, Light Detection And Ranging (LiDAR), ktorých výsledky sa nakoniec porovnali medzi sebou. Nasledovala sekcia Building Information model (BIM) a 3D, v ktorej vystúpil aj Róbert Cibula zo Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra s prezentáciou „3D geológia na Štátnom geologickom ústave Dionýza Štúra“, v rámci ktorej oboznámil účastníkov s ich 3D Geoportálom. Následne počas dňa boli na programe ďalšie sekcie ako „Smart City“, anglická sekcia „Change detection, environmental mapping“, kde prezentovala dvojica z University of Helsinki, Ville Luoma a Tuomas Yrttimaa, o využití kombinácie technológie UAV a TLS na zisťovanie zmien atribútov stromov a lesného porastu. Posledné sekcie sympózia sa zaoberali hlavne diaľkovým prieskumom Zeme a UAV, a vzdelávaním v odbore GIS.

Na konci poslednej prednášky záverečné slovo si vzal Jiří Horák, a poďakoval sa všetkým, že aj v týchto ťažkých časoch sa podarilo uskutočniť sympóziu GIS Ostrava 2020. Treba vyzdvihnúť, že organizátori túto prekážku zdolali bravúrne, a patrí im naozaj veľké poďakovanie za všetok vynaložený úsilie a za hladký priebeh konferencie, v podstate bez vážnejších technických komplikácií. V neposlednom rade patrí obrovská vďaka aj samotným prezentujúcim, ktorí boli ochotní v sťažených podmienkach predniesť svoje zaujímavé a informáciami nabité príspevky. Pevne veríme, že o rok si to zopakujeme, ale už nie vo virtuálnom svete.

Informácie ohľadom sympózia a samotných príspevkov sú dostupné na stránke <http://gisak.vsb.cz/gisostrava/cz/index.php>.

Ing. Kinga Dombiová,  
Výskumný ústav geodézie a kartografie v Bratislave



## SPOLEČENSKO-ODBORNÁ ČINNOST

### 55. Geodetické a informační dny se konaly v Brně

Ve dnech 3. a 4. 3. 2020 se uskutečnil 55. ročník Geodetických informačních dnů v Brně, který jako obvykle pořádal Spolek zeměměřičů Brno (SZB). Program konference byl sestaven do tematicky orientovaných bloků, mezi které patřil tradičně katastr nemovitostí, geografické informační systémy (GIS) a inženýrská geodézie, připomněla se též staronová jako e-government nebo soudobá kartografie a představila se i témata velmi aktuální, a to digitální technická mapa (DTM) a digitální mapa veřejné správy (DMVS). Negativně se na počtu účastníků konference projevil globálně se rozšiřující problém s výskytem onemocnění covid-19, který byl také organizátory předem zvažován. Zejména první den konference tak už v předstihu byly dodržovány parametry maximálního počtu osob v místnosti se současným umožněním rozestupů minimálně 2 metry, a k dispozici byly všem účastníkům dezinfekční prostředky. Začátek pandemie našťastí neovlivnil rozsah, obsah a kvalitu přednášených příspěvků, takže si všichni odvážní účastníci (obr. 1) mohli komfortně vychutnat pečlivě připravená vystoupení přednášejících.

Program konference sestával z 18 odborně zaměřených příspěvků, které byly prokládány firemními vstupy. Tento model vhodným způsobem zprostředkovává sdílení informací o dění v jednotlivých resortech a oborových odvětvích v kombinaci s představením nejnovějších prodejních novinek na trhu s geodetickým vybavením a ukázkami nejnovějších realizovaných projektů, které mohou být ostatním inspirací.

Na úvodu konference dostali slovo představitelé resortů geodézie, kartografie a katastru nemovitostí České republiky (ČR) a Slovenské republiky (SR). Karel Večeře (předseda Českého úřadu zeměměřického a katastrálního – ČÚZK, obr. 2) otevřel téma změny zeměměřického zákona, záměru o první komplex-

nější revizi předpisu od roku 1993. Mezi řešené oblasti patří vymezení měřicích činností, ověřování výsledků zeměměřických činností nebo třeba reakce na evropskou směrnici o otevřených datech, z nichž každé by bylo možné věnovat samostatný příspěvek (což SZB má v plánu na dalších seminářích). Michal Leitman (ředitel katastrálního odboru, Úrad geodézie, kartografie a katastra SR – ÚGKK SR), představil téma obdobné, změnu katastrálního zákona, a to v oblastech rozšíření vedení cen pozemků nebo úpravu institutu opravy chyb v katastru, upozornil na roční výročí portálu ESKN, které aktuálně umožňuje přihlášení prostřednictvím elektronického občanského průkazu, nebo používání elektronického geometrického plánu, který není nutné následně přikládat k listině na zápis do katastru. Petr Souček (ČÚZK) pak prezentoval aktivity ČÚZK v českém eGovernmentu a jeho otisk v projektech NIA (národní bod pro identifikaci a autentizaci), portál občana, otevřená data a účelové územní prvky.

V dalším bloku dostala prostor kartografie, ve které Přemysl Jindrák (Zeměměřický úřad – ZÚ) představil velmi ambiciózní záměr ZÚ vybudovat nové státní mapové dílo, poplatné novým standardům a technologiím. Jan Ptáček (ředitel Kartografie PRAHA, a. s.) uvedl produktovou řadu, kterou firma dodává nejen na český trh, a Alena Vondráková (Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci) se věnovala specifikům kartografické tvorby pro určité potřeby koncových uživatelů, zejména pro osoby slabozraké. Účastníci si mohli vyzkoušet „přečíst“ i haptickou mapu centra Brna.

Tématu GIS se věnoval Pavel Kubíček (Brněnské komunikace, a. s.), konkrétně jejich využitím při řízení rezidentního parkování v Brně, které vyvolalo velký ohlas s bohatou diskusí plnou praktických otázek. Stejně praktický příspěvek zazněl i od Kornéla Czírka (SkyMaps, s. r. o.), od něhož v příspěvku s názvem Podpora chytrého zemědělství s využitím dat z dronů a technologie GIS posluchači viděli i videonahrávku přesného aplikování postřiků, které ušetří až 70 % herbicidů namísto plošné aplikace. Monika Bláhová a Lucie Kudláčková (Ústav výzkumu globální změny Akademie věd ČR) seznámily posluchače s obsahem Portálu Intersucho a jeho třemi pilíři monitoringu a interpretaci zjištění. Reportérem pro portál může být kdokoli, kdo má zájem o zapojení do monitoringu sucha nebo fenologie. Nad přínosy GIS a strastmi při jeho naplňování se podělili zástupci Magistrátu města Jihlavy Jaroslav Škrobák a Jana Košábková.

První přednáškový den zakončil Petr Vachůt (Muzeum města Brna) představením antropologické 3D digitální rekonstrukce obličeje barona Trencka na základě forenzního vyšetření mumie. Kromě Muzea města Brna se na velmi zajímavém projektu podíleli i Antropologický ústav PŘF MU, Ateliér grafického designu a multimédií FAI MU a Kapucínský klášter, kde je model i vystaven. Výsledky projektu budou shrnuty v knize Baron Trenck Nová tvář legendy vydané v druhé polovině roku 2020.

Druhý den konference se věnoval tématu DTM a DMVS. Karel Štencel (místopředseda ČÚZK) představil celý záměr projektu a plánované vrstvy digitální mapy, Jiří Formánek (ČÚZK) popsal, jak bude fungovat centrální komponenta DTM/DMVS a Jiří Čtyrský (Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy), který vystoupil už den předem, k tématu doplnil část spadající pod kompetenci krajských úřadů.



Obr. 1 Účastníci konference





Obr. 2 K. Večeře a téma změny zeměměřického zákona

Ani v letošním roce nechyběla problematika katastru nemovitostí. Vladimír Šterbáček (Katastrální úřad pro Jihomoravský kraj, Katastrální pracoviště Brno-město) uvedl, co se od katastrálního úřadu očekává při provádění revizí katastru nemovitostí, co vše je nutné prostudovat, jak se připravit na jednání s orgány veřejné moci, a vybrat, se kterými orgány by jednání měla proběhnout (tajemník, doprava, památkáři, odbor vnitřních věcí apod.) a jak by průběh a výsledek jednání měl vypadat. Pavel Šváb (Katastrální úřad pro Pardubický kraj, Katastrální pracoviště Svitavy) se zaměřil na postupy při novém mapování, možnostech a zkušenostech s prováděním zjišťování průběhu hranic současně s vlastním měřením a využití tabletu s aplikací pro zaznamenávání výsledků šetření.

Konferenci završila tradiční témata věnovaná dopravním stavbám, nejprve Ludvika Neumannová (Správa železnic, s. o.) prezentovala metodiku záborového elaborátu, která definuje obsah dokumentace a datový standard výměnného formátu záborových elaborátů, kompatibilního se standardem Ředitelství silnic a dálnic ČR, a přispívá ke sjednocení postupů a standardizaci dat, a následně Stanislav Madron (GMtech, s. r. o.) detailně popsal obsah výměnného formátu záborových elaborátů a ukázal aplikaci pro majetkoprávní vypořádání stavby a její klíčové funkce.

Příspěvky z konference lze shlédnout na stránkách [www.spolekzememeri-cubno.cz](http://www.spolekzememeri-cubno.cz), a pokud si při jejich zhlédnutí čtenář uvědomí, že bez souvisejícího mluveného slova není jejich obsah zcela zřejmý, může si zapsat upomínku na další ročník konference v březnu příštího roku. Budeme se těšit.

Ing. Bc. Vladimíra Žufanová, Ph.D.,  
Spolek zeměměřičů Brno,  
foto: Spolek zeměměřičů Brno



## NEKROLOGY

### Zemřel Ing. Jiří Novotný



Dne 21. 4. 2020 zemřel v Poličce ve věku 87 let Ing. Jiří Novotný.

Narodil se 30. 3. 1933 v Praze, studium na ČVUT, oboru zeměměřického inženýrství dokončil v roce 1957. Svou profesní činnost zahájil na pracích při hospodářsko-technických úpravách po v Agropjektu Brno (1957-1958) a dále působil jako projektant ve Stavebním podniku Svitavy (1958-1959). Od roku 1960 pracoval jako geodet na Oblastním ústavu geodézie a kartografie Brno, pracoviště Polička. Po reorganizaci resortních organizací se stal

ředitelem Střediska geodézie ve Svitavách a v roce 1973 ředitelem n. p. Geodézie Pardubice, Krajské geodetické a kartografické správy. V roce 1984 se stal vedoucím Koncernového geodetického střediska energetiky, zřízeného Českými energetickými závody, a. s. V té době již spolupracoval s Dr. Ing. Aloisem Jelínkem na problematice sledování a vyhodnocování deformací systémů základů pod turbínou. Výsledkem spolupráce byl Metodický návod Měření vývoje deformací systémů základ – turbína, který se stal závazným předpisem v rámci Pravidel pro elektrizační soustavu č. 51 z roku 1988 v koncernu Českých energetických závodů a Slovenských energetických podniků.

Koncernové geodetické středisko energetiky se později zabývalo i měřeními a vyhodnocováními svislých i vodorovných posunů základů turbosoustrojí, posuzováním vlivu přetvoření základu na deformační změny soustrojí, zajišťováním podkladů ke zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti provozu turbosoustrojí a prodloužení jeho životnosti na tepelných a jaderných elektrárnách v Československu.

Po privatizaci tohoto střediska v roce 1994 pracoval Ing. Novotný ve firmě SMALL, spol. s r. o. jako garant a vedoucí střediska geodetických prací, aktivně se účastnil konferencí a seminářů se zeměměřickou tematikou, pracoval na novelizacích technických předpisů a zejména pak předával své bohaté zkušenosti mladším kolegům v týmu, který vedl až do posledních chvil svého života.

Jeho úspěšné, obětavé a vysoce profesionální práce si vážili nejen nejbližší spolupracovníci, ale i odborníci z oblasti katastru nemovitostí, pozemkových úprav, stavebnictví a zejména energetiky. Uzavřel se tak život pracovního, skromného a poctivého člověka. Vzdáváme čest jeho památce.



## Z GEODETICKÉ A KARTOGRAFICKÉ PRAXE

### Půl století vývoje a využití digitálního modelu reliéfu v Česku

Podnětem k zahájení vývojových prací autorem příspěvku ve Výzkumném ústavu geodetickém, topografickém a kartografickém byla jeho účast na sympoziu Mezinárodní fotogrammetrické společnosti (ISP) v Paříži v červnu 1967<sup>1)</sup> a souběžně i požadavek organizací, projektujících zejména budoucí dálnice na různých místech tehdejší Československé socialistické republiky, na poskytnutí souboru digitálních dat o terénním reliéfu, který by umožnil počítačové zpracování více variant trasy v nezastavěném území a volbu optimální varianty splňující požadované parametry s minimem objemu zemních prací.

Na zmíněném sympoziu byly představeny 3 metody tvorby a použití digitálního modelu terénu (v tehdy užívané terminologii):

- francouzská metoda bodového rastru (Service Spécial des Autoroutes, Paris),
- švédská metoda terénních čar (Nordisk ADB, Stockholm),
- finská polyedrická metoda (Viatek Consulting Group, Helsinki).

Podrobná analýza těchto technologií a specifické tuzemské podmínky (disponibilita přesných fotogrammetrických univerzálních přístrojů s registrací modelových souřadnic do děrné pásky, dostupnost a parametry tehdejších samostatných počítačů) následně vedly k výzkumným a vývojovým pracím ve VÚGTK v letech 1968-1970, jejichž výsledkem byla:

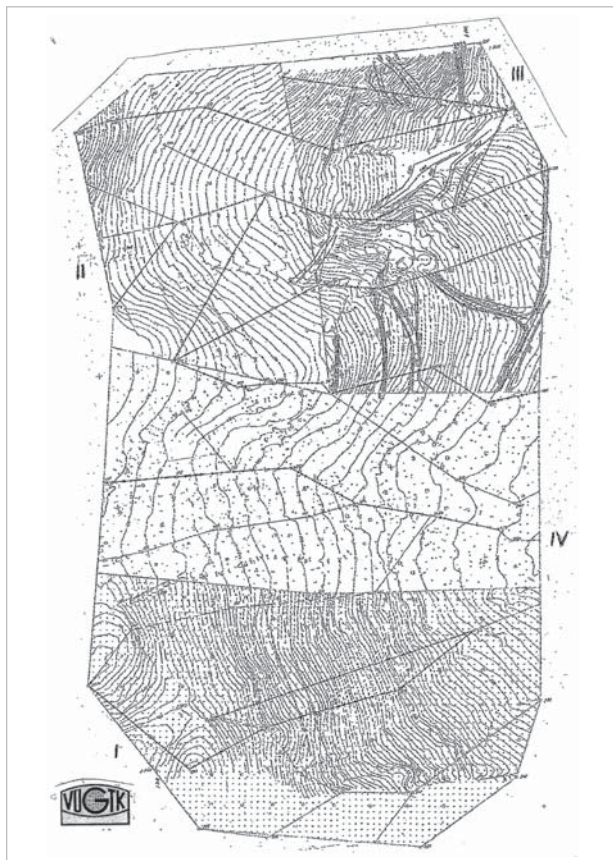
- analýza tehdejších zahraničních systémů digitálního modelování terénu<sup>2)</sup>,
- vývoj vlastního systému označeného jako CS-DTM,
- ověření jeho funkčnosti na obsáhlém souboru fotogrammetricky získaných prostorových dat na fotogrammetrickém zkušebním bodovém pole Pecný (obr. 1).

Obsahoval 4 druhy fotogrammetricky získaných dat a k nim příslušné geodeticky zaměřené podélné profily:

- I. Body v pravidelném čtvercovém rastru 2 x 2 m,
- II. Digitální záznam fotogrammetricky vyhodnocených vrstevnic s intervalem 2 m,

1) ŠIMA, J.: Symposium MFS o digitálním modelu terénu v Paříži. Geodetický a kartografický obzor, 13 (55), 1967, č. 11, s. 312-313.

2) ŠIMA, J.: Analýza některých systémů digitálního modelování terénu. Geodetický a kartografický obzor, 16 (58), 1970, č. 2, s. 38-40.



Obr. 1 Kontrolní data na fotogrammetrickém zkušebním bodovém poli Pecný

III. Digitální záznam fotogrammetricky vyhodnocených vrstevnic s intervalem 1 m a soubor terénních hran,

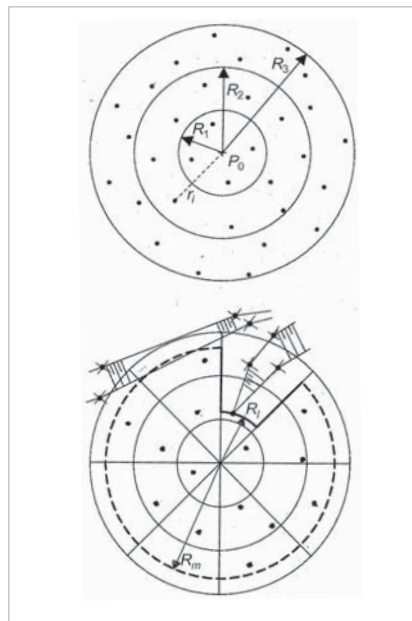
IV. Soubor bodů napodobující hustotou a rozložením tachymetrické měření lokality.

Tento materiál byl v roce 1968 poskytnut v rámci činnosti Technické komise 5 ISP výše uvedeným organizacím a dosažené zkušenosti diskutovány na workshoppu konaném v roce 1969 v Modre Harmónii.

Výsledky výzkumných prací ve VÚGTK byly dokumentovány zejména ve 3 výzkumných zprávách z roku 1968. CS-DTM byl založen na kombinaci některých principů francouzské a finské metody. Cílem bylo interpolovat v souboru bodů na povrchu terénu (terénního reliéfu), získaných geodetickým nebo fotogrammetrickým měřením, vyjádřených souřadnicemi a nadmořskou výškou v použitých referenčních systémech a uložených v paměti samočinného počítače, body příslušející zvolené variantě osy dálnice, konkrétně pak **body, které jsou součástí jejího podélného a příčného profilů**. Jediný digitální model dostatečně širokého územního pruhu tak umožnil volbu, propočet a zhodnocení výsledných parametrů dálnice k nalezení optimální varianty z hlediska provozního i minimalizace nákladů na realizaci stavby.

CS-DTM respektoval dvojí druh bodů vyskytujících se na terénním reliéfu, a to body **regulární**, v nichž bylo možno na hladké ploše konstruovat tečnou rovinu, a body **singulární** na terénních hranách a ostrých vrcholech. K interpolaci výšky požadovaného bodu byla použita kvadratika, přičemž váha výšky okolních bodů klesala až s třetí mocninou jejich vzdálenosti od tohoto bodu (viz **obr. 2**). Výška bodu mezi dvěma terénními hranami byla pak interpolována v rovině dané třemi nejbližšími body nebo hyperbolicou přímkovou plochou pomocí 4 bodů.

Překážkou rozšíření této technologie při projektování dopravních a inženýrských staveb v 70. letech byly vlastnosti tehdy dostupných záznamových médií (děrné štítky a pětistopá nebo osmistopá děrná páska), počítače s kapacitou operační paměti 32 – 96 K a maximálně ještě s vnější magnetickou páskovou pamětí s kapacitou několika milionů slov. Digitální model reliéfu tak mohl ob-



Obr. 2 Schéma výpočtu výšky bodu CS-DTM na hladké ploše a v přítomnosti singulárních bodů na hranách

sáhnout nejednou 1000 – 3000 bodů. Rychlost výpočtu bodů podélného a příčného profilů určité varianty trasy komunikace pak byla pouze 1 – 15 bodů/s.

Navíc byl na překážku určitý odpor projektových organizací vůči změnám zaběhnutých technologií se značným podílem grafických prací, založených na využití topografických map středních měřítek a geodetický nebo fotogrammetricky pořízených účelových map v měřítku 1 : 1000 nebo 1 : 2000. Výjimkou byl národní podnik Doprastav Bratislava, kde bylo pro zavádění digitálních modelů terénu větší pochopení.

Nicméně, v období let 1968–2010 byla široce využívána metoda pozemní a letecké fotogrammetrie se záznamem modelových souřadnic a výšek bodů na příčných profilech zásob sypaných hmot (uhlí, rud, fosfátů) v průmyslových podnicích a na skryvkových řezech povrchových hnědouhelných dolů. Principem bylo opakované vyhodnocení stavu těčny profilů a výpočet objemu nebo jeho změny k určitému datu.

Zásadní oživení vývoje a využití digitálního modelu reliéfu v Česku nastalo v souvislosti s realizací projektu **leteckého laserového skenování** celého území ČR v letech 2010–2013.

Jeho prvním výsledkem byl digitální model reliéfu 4. generace (DMR 4G) ve tvaru mřížky o rozměrech 5 x 5 m, orientované ve směru os Y a X souřadnicového referenčního systému JTSK v roce 2014 (objem produktu cca 3,3 mld bodů); dalším výsledkem pak digitální model reliéfu 5. generace (DMR 5G) ve formě nepravidelné trojúhelníkové sítě (TIN) o průměrné hustotě 1,5 bodu/m<sup>2</sup> (objem produktu cca 9,6 mld. bodů) v roce 2016 a následně ještě digitální model povrchu 1. generace (DMP 1G) rovněž ve formě TIN a zobrazující v zastavěném a zalesněném území střechy staveb a vrcholy porostů (objem produktu cca 13 mld bodů).

Od roku 2017 zajišťuje Zeměměřický úřad lokální aktualizace těchto modelů vlastním leteckým laserovým skenerem Leica ALS80 ve spolupráci s útvarem dopravního letectva Armády České republiky. Pro potřeby projektování a údržby dálnic požívají zejména některé velké soukromé firmy lokální digitální modely reliéfu a povrchu zájmových pásů území s výrazně větší hustotou (5 i více bodů/m<sup>2</sup>) k dosažení střední výškové chyby 0,15 m i menší, přičemž je jako nosič laserového skeneru často využíván úsporný bezpilotní létající prostředek (dron). Současná výpočetní technika umožňuje projektovat dopravní a inženýrské stavby s využitím zmíněných digitálních modelů reliéfu způsobem, rychlostí a nákladovostí před 50 lety zcela nepředstavitelnými.

Doc. Ing. Jiří Šíma, CSc.,  
Praha



**GEODETIČKÝ A KARTOGRAFIČKÝ OBZOR**  
**recenzovaný odborný a vědecký časopis**  
**Českého úřadu zeměměřického a katastrálního**  
**a Úřadu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky**

**Redakce:**

**Ing. Jan Řezníček, Ph.D.** – vedoucí redaktor  
Zeměměřický úřad, Pod sídlištěm 1800/9, 182 11 Praha 8  
tel.: 00420 284 041 530

**Ing. Darina Keblůšková** – zástupce vedoucího redaktora  
Úřad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky,  
Chlumeckého 2, P.O. Box 57, 820 12 Bratislava 212  
tel.: 00421 220 816 053

**Petr Mach** – technický redaktor  
Zeměměřický úřad, Pod sídlištěm 1800/9, 182 11 Praha 8  
tel.: 00420 284 041 656

e-mail redakce: [gako@egako.eu](mailto:gako@egako.eu)

**Redakční rada:**

**Ing. Katarína Leitmannová** (předsedkyně)  
Úřad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky

**Ing. Karel Raděj, CSc.** (místopředseda)  
Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v. v. i.

**Ing. Svatava Dokoupilová**  
Český úřad zeměměřický a katastrální

**Ing. Robert Geisse, PhD.**  
Stavebná fakulta Slovenskej technickej univerzity v Bratislave

**doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.**  
Fakulta stavební Českého vysokého učení technického v Praze

**Ing. Michal Leitman**  
Úřad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky

**Vydavatelé:**

Český úřad zeměměřický a katastrální, Pod sídlištěm 1800/9, 182 11 Praha 8  
Úřad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky, Chlumeckého 2, P. O. Box 57, 820 12 Bratislava 212

**Inzerce:**

e-mail: [gako@egako.eu](mailto:gako@egako.eu), tel.: 00420 284 041 656 (P. Mach)

**Sazba:**

Petr Mach



Vychází dvanáctkrát ročně, zdarma.  
Toto číslo vyšlo v srpnu 2020, do sazby v červenci 2020.



ISSN 1805-7446

<http://www.egako.eu>  
<http://archivnimapy.cuzk.cz>  
<http://www.geobibline.cz/cs>



**Český úřad zeměměřický a katastrální**



**Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky**