

GEODETICKÝ a KARTOGRAFICKÝ

obzor

opzor

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

11/2020

Praha, listopad 2020
Roč. 66 (108) ● Číslo 11 ● str. 217–240

Obsah

Predstavujeme nového podpredsedu ÚGKK SR
Ing. Vladimíra Raškoviča 217

Doc. RNDr. Petr Kubiček, CSc., aj.
Využití prostorové syntaxe pro formalizaci pohybu osob 218

Ing. Juliána Chudá
Ručné mobilné laserové skenovanie a technológia SLAM v lesnom prostredí – posúdenie polohovej presnosti objektov a využiteľnosti technológie ... 228

Z MEZINÁRODNÍCH STYKŮ 233

SPOLEČENSKO-ODBORNÁ ČINNOST 235

LITERÁRNÍ RUBRIKA 237

MAPY A ATLASY 238

OSOBNÍ ZPRÁVY 240



Geografická sekce, Knihovna geografie a Mapová sbírka pořádají výstavu

GEOGRAFICKÝ ÚSTAV PŘF UK 1920 – 1940: oni byli první



22. 9. – 31. 12. 2020

Denně: 9.00 – 17.00

Vstup volný

Předsálí Mapové sbírky
a Knihovna geografie
PřF UK, 2. patro
Albertov 6, Praha 2



Predstavujeme nového podpredsedu ÚGKK SR Ing. Vladimíra Raškoviča



Uznesením vlády Slovenskej republiky (SR) č. 39 z 30. 9. 2020 bol s účinnosťou od 1. 10. 2020 do funkcie podpredsedu Úradu geodézie, kartografie a katastra (ÚGKK) SR vymenovaný Ing. Vladimír Raškovič. Do funkcie ho uviedol predseda ÚGKK SR Ing. Ján Mrva. Ing. Vladimír Raškovič sa narodil 7. 11. 1958 v Nitre. Stredoškolské štúdium absolvoval v rokoch 1974 až 1978 na Gymnáziu Párovská ul. v Nitre. V rokoch 1978 až 1983 študoval odbor geodézia a kartografia na Stavebnej fakulte (SvF) Slovenskej technickej univerzity (STU) v Bratislave. Je autorizovaným geodetom, v roku 1988 získal oprávnenie overovať výsledky geodetických a kartografických prác. V roku 1996 bol zakladajúcim členom Komory geodetov a kartografov (KGK) podľa zákona Národnej rady SR č. 216/1995 Z. z. o Komore geodetov a kartografov v znení neskorších predpisov a od roku 2008 do roku 2016 bol členom predstavenstva KGK.

Ing. Vladimír Raškovič po ukončení vysokoškolského štúdia v roku 1983 nastúpil do Geodézie n. p. Bratislava, do oddielu evidencie nehnuteľností Nitra, kde vykonával geodetické práce. Neskôr sa podieľal na zavádzaní automatizovaného spracovania výsledkov merania a tvorbou aplikačného softvéru pre geodetické činnosti. Od roku 1990 bol vedúci oddielu nehnuteľností na pracovisku v Nitre. V roku 1991 odišiel do súkromnej sféry ako samostatne zárobkovo činná osoba, kde sa venoval geodetickým a kartografickým prácam, prácam na úseku katastra nehnuteľností, mapovaniu, projektom pozemkových úprav a tvorbe aplikačného softvéru. Do roku 1992 vykonával aj znaleckú činnosť v odbore geodézia a kartografia. Publikoval v odborných časopisoch a prednášal.

V roku 2016 prešiel na Výskumný ústav geodézie a kartografie (VÚGK) na pozíciu riaditeľa. Ako riaditeľ VÚGK podporoval tvorbu inovatívnych riešení k štrukturalizácii katastrálnych údajov a poskytovania informácií z oblasti geodézie a kartografie, navrhoval riešenia pri problematike rozdrobenosti vlastníctva pozemkov, vypracovával návrhy a štúdie na zlepšenie poskytovaných informácií z oblasti geodézie a kartografie. Odborne publikoval v karentovaných časopisoch, odborných časopisoch a prednášal na geodetických podujatiach.

Medzi jeho obľúbené športy patrí cyklistika a lyžovanie. Je aktívnym členom hudobnej skupiny.

Práca vo vlastnej firme a komunikácia so zákazníkmi bola dobrým predpokladom pre manažovanie a riadenie väčšieho kolektívu na VÚGK. Tieto skúsenosti nadobudnuté pri manažovaní a riadení prevádzok v súkromnom sektore a v rezorte geodézie, kartografie a katastra dávajú Ing. Vladimírovi Raškovičovi predpoklad k úspešnému plneniu úloh v novej riadiacej funkcii podpredsedu ÚGKK SR.

Práca vo vlastnej firme a komunikácia so zákazníkmi bola dobrým predpokladom pre manažovanie a riadenie väčšieho kolektívu na VÚGK. Tieto skúsenosti nadobudnuté pri manažovaní a riadení prevádzok v súkromnom sektore a v rezorte geodézie, kartografie a katastra dávajú Ing. Vladimírovi Raškovičovi predpoklad k úspešnému plneniu úloh v novej riadiacej funkcii podpredsedu ÚGKK SR.

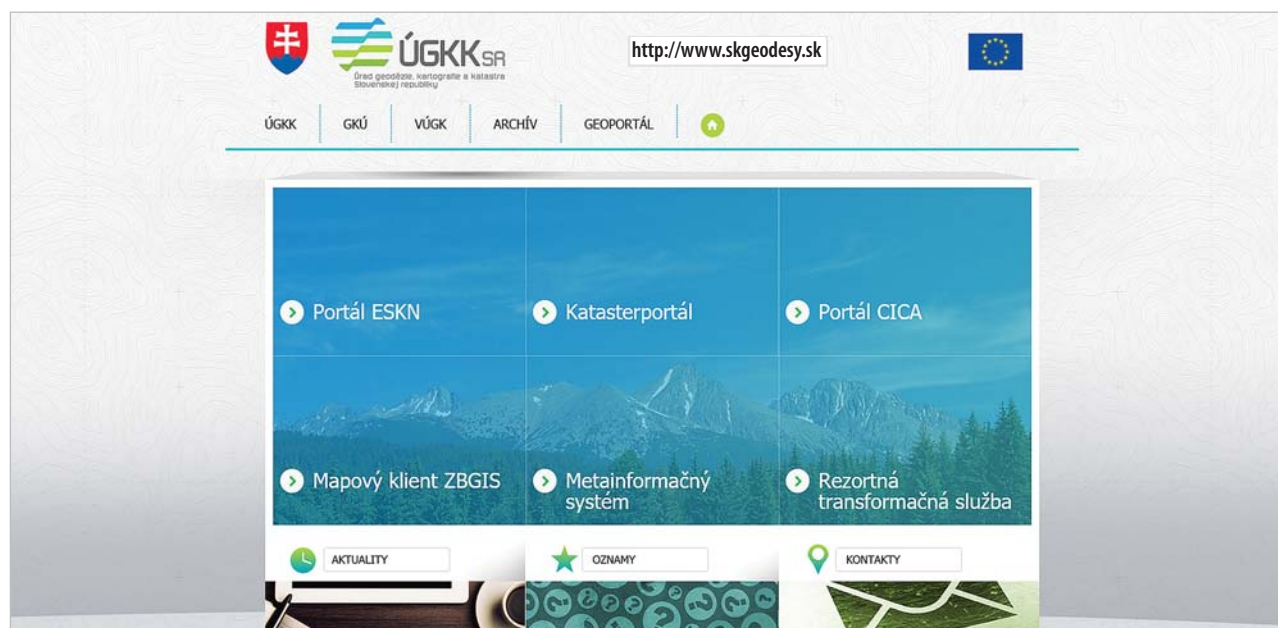
Práca vo vlastnej firme a komunikácia so zákazníkmi bola dobrým predpokladom pre manažovanie a riadenie väčšieho kolektívu na VÚGK. Tieto skúsenosti nadobudnuté pri manažovaní a riadení prevádzok v súkromnom sektore a v rezorte geodézie, kartografie a katastra dávajú Ing. Vladimírovi Raškovičovi predpoklad k úspešnému plneniu úloh v novej riadiacej funkcii podpredsedu ÚGKK SR.

Práca vo vlastnej firme a komunikácia so zákazníkmi bola dobrým predpokladom pre manažovanie a riadenie väčšieho kolektívu na VÚGK. Tieto skúsenosti nadobudnuté pri manažovaní a riadení prevádzok v súkromnom sektore a v rezorte geodézie, kartografie a katastra dávajú Ing. Vladimírovi Raškovičovi predpoklad k úspešnému plneniu úloh v novej riadiacej funkcii podpredsedu ÚGKK SR.

Práca vo vlastnej firme a komunikácia so zákazníkmi bola dobrým predpokladom pre manažovanie a riadenie väčšieho kolektívu na VÚGK. Tieto skúsenosti nadobudnuté pri manažovaní a riadení prevádzok v súkromnom sektore a v rezorte geodézie, kartografie a katastra dávajú Ing. Vladimírovi Raškovičovi predpoklad k úspešnému plneniu úloh v novej riadiacej funkcii podpredsedu ÚGKK SR.

Práca vo vlastnej firme a komunikácia so zákazníkmi bola dobrým predpokladom pre manažovanie a riadenie väčšieho kolektívu na VÚGK. Tieto skúsenosti nadobudnuté pri manažovaní a riadení prevádzok v súkromnom sektore a v rezorte geodézie, kartografie a katastra dávajú Ing. Vladimírovi Raškovičovi predpoklad k úspešnému plneniu úloh v novej riadiacej funkcii podpredsedu ÚGKK SR.

Práca vo vlastnej firme a komunikácia so zákazníkmi bola dobrým predpokladom pre manažovanie a riadenie väčšieho kolektívu na VÚGK. Tieto skúsenosti nadobudnuté pri manažovaní a riadení prevádzok v súkromnom sektore a v rezorte geodézie, kartografie a katastra dávajú Ing. Vladimírovi Raškovičovi predpoklad k úspešnému plneniu úloh v novej riadiacej funkcii podpredsedu ÚGKK SR.



Využití prostorové syntaxe pro formalizaci pohybu osob

Doc. RNDr. Petr Kubiček, CSc.¹⁾, Mgr. Dajana Snopková¹⁾,
Mgr. Bc. Zdeněk Stachoň, Ph.D.¹⁾, Ing. Ondřej Uhlík³⁾,
Mgr. Vojtěch Juřík, Ph.D.²⁾, Mgr. Bc. Pavel Ugwitz¹⁾,
Mgr. Čeněk Šašíka, Ph.D.²⁾, Ing. Petra Okřinová³⁾,
Ing. Jiří Apeltauer, Ph.D.⁴⁾, doc. Mgr. Tomáš Apeltauer, Ph.D.³⁾,
¹⁾ Geografický ústav PřF, Masarykova univerzita, Brno,
²⁾ Psychologický ústav FF, Masarykova univerzita, Brno,
³⁾ Ústav automatizace inženýrských úloh a informatiky,
FAST, Vysoké učení technické, Brno,
⁴⁾ Ústav pozemních komunikací, FAST, Vysoké učení technické, Brno

Abstrakt

Agentní modely jsou jednou z metod využívaných pro výpočet bezpečné kapacity budovy v případě evakuace. Agentní modely však často neberou v potaz psychologické aspekty ovlivňující lidské rozhodování ani volbu navigačních strategií. Klíčovým aspektem během navigace je i samotná konfigurace prostoru. Teorie prostorové syntaxe umožňuje popis prostoru kvantitativními charakteristikami, které prokazatelně korelují s lidskými aktivitami a volbou tras. V tomto příspěvku diskutujeme výsledky SWOT analýzy využití metody prostorové syntaxe pro zpřesnění agentního evakuačního modelu. Výsledky pilotní studie ve virtuálním prostředí potvrzují, že prostorová konfigurace ovlivňuje lidské rozhodování i během evakuace.

Use of Space-syntax for Formalizing the Movement of People

Abstract

Agent-based models are one of the used methods for calculating the safe building capacity in case of evacuation. However, they often do not consider psychological aspects, influencing human decision-making and choice of navigation strategies. Another critical point during navigation is the configuration of the space itself. Space syntax theory describes spaces using quantitative characteristics that are demonstrably correlated with human activities and route choices. In this paper, we discuss the results of a SWOT analysis of the use of space syntax methods to refine the agent evacuation model. The results of the pilot study in a virtual environment confirm that the spatial configuration influences human decision-making even during evacuation.

Keywords: navigation, evacuation behaviour, agent-based modelling, visual accessibility, virtual reality

1. Úvod

Pochopení chování lidí uvnitř staveb je základem pro celou řadu aplikací, které mohou v případě mimořádné události přispět ke zlepšení bezpečnosti osob v budovách. Aspekty bezpečnosti a ochrany osob jsou přitom důležité napříč celým životním cyklem staveb. Již ve fázi plánování a projektování staveb jsou používány modely k výpočtu a simulacím bezpečného opuštění budovy v případě požáru. Následně je kontrolováno, zda návrh a prostorové uspořádání stavby odpovídá předpokládané kapacitě osob. Tradiční výpočty se spoléhají pouze na změnu hmotnostního toku a rychlosti podle hustoty místnosti [1]. V současné době se čím dál tím více využívají výstupy simulací založených na agentech, kde se agenti „rozhodují“ na základě nejkratší trasy nebo interakce s jinými agenty. Pro dosažení realističtějších výpočtů je však do agentních modelů vhodné zahrnout sociální a psychologické aspekty, které ovlivňují lidské chování a rozhodování [2], [3] během evakuace.

Pro studium těchto aspektů se využívá zpětná analýza reálných evakuací nebo evakuačních cvičení, a v poslední době také simulace ve virtuálních prostředích. Využití virtuálních prostředí přináší možnost simulace situací, které jsou příliš nebezpečné, nemožné nebo nákladné pro replikaci v reálném prostředí [4]. Dalšími výhodami je také možnost kontroly intervenujících proměnných, nižší náklady, přesnost měření a relativně vysoká ekologická validita pro-

vedeného experimentu za předpokladu vysoké míry realismu užitého prostředí [5]. Virtuální realita (VR) jako simulované prostředí vytvářející iluzi skutečného nebo imaginárního světa je v současnosti stále dostupnější a její nasazení se rychle rozšiřuje z herního průmyslu do oblasti stavebnictví, zdravotnictví, vzdělávání a do řady dalších domén. V případě stavebnictví postupně dochází mimo jiné k propojení virtuální reality s informačními modely budov (BIM – building information modelling). Tyto modely je možné využít za určitých podmínek jako vstup pro tvorbu virtuálních prostředí a umožnit tak uživatelské testování některých vlastností stavebních objektů ještě ve fázi návrhu. Jako příklad lze uvést testování požárních evakuačních plánů nebo simulaci zásahu bezpečnostních jednotek v prostředí letiště či v jiných stavbách včetně kritické infrastruktury. Dosud opomíjenou otázkou je nicméně validita využití virtuálního prostředí pro tvorbu predikcí o prostředí reálném. Pro efektivní využití této technologie je nezbytné analyzovat omezení, která přináší a bez jejichž respektování by nevyhnutelně docházelo k nesprávným závěrům analýz.

Dílním problémem při uživatelských studiích zaměřujících se na navigaci nebo evakuaci je také fakt, že lze jejich závěry jen těžko generalizovat, jelikož jsou vztaženy ke konkrétnímu použitému prostředí. Teorie prostorové syntaxe umožňuje objektivizovaný popis jakéhokoli prostoru prostřednictvím kvantitativních metrik. Teorie prostro-

rové syntaxe vznikla za účelem objektivizace popisu vztahů mezi lidským chováním, aktivitami, společenskými fenomény a prostorovými strukturami prostřednictvím měřitelných charakteristik prostoru [6], [7]. Od její původní formulace byla dále rozšiřována a doplňována o další aspekty, jako je například viditelnost [8]. Víceré studie prokázaly korelaci mezi metrikami prostorové syntaxe a pohybem lidí ve městech [9], [10], [11], nebo v budovách [12], [13], [14]. Uvedené studie se však zabývají navigací za běžných podmínek, které se ve své podstatě zásadně liší od evakuace.

Cílem tohoto příspěvku je sumarizace a vytvoření přehledu metrik prostorové syntaxe, které je možné využít pro studium navigačního chování a rozhodování. Dále příspěvek analyzuje a diskutuje specifika těchto metrik pro účely zpřesnění agentního modelu evakuace v prostoru budov. Příspěvek ve stručnosti prezentuje také pilotní experiment, ve kterém byly ověřeny základní předpoklady využití metody prostorové syntaxe pro studium evakuačního chování v budovách. V závěru jsou stanovena doporučení a diskutovány návrhy metrik vhodných pro implementaci v agentním modelování evakuačních situací.

tikální navigace a další. Nezpochybnitelnou roli hraje také uživatelská neznalost prostorů budovy [18], architektonická „čitelnost“ (odlišitelnost jednotlivých objektů), vizuální přístupnost, komplexnost uspořádání prostoru a přítomnost a rozmístění informačního značení [19]. Tyto všechny faktory vstupují do procesu hledání trasy a ovlivňují rozhodování uživatelů.

V současnosti studium problematiky navigace v interiéru nabývá na aktuálnosti a s ní také výzkum přechodných prostředí (transitional spaces) mezi exteriérem a interiérem [20]. Z pohledu návštěvníka či uživatele budovy/stavby a jejich vzájemné interakce lze odlišit dle [21] tři různé základní způsoby, jak k takové interakci může dojít (**obr. 1**): **zvenku dovnitř** (*outside-to-inside*), **uvnitř** (*inside*) a **zevnitř ven** (*inside-to-outside*). U každého z těchto způsobů se rozlišují další dvě podoby interakcí, a to, když je člověk **nehybný** (*statický* – *stationary*) a když je **v pohybu** (*dynamický* – *moving*). Pro potřeby teoretického rámce prezentované studie jsou zásadní dynamické způsoby dvou posledně jmenovaných interakcí, kdy se v případě evakuace jedná zpravidla o hledání cesty, nalezení východu a opuštění budovy.

2. Současný stav poznání / Rešerše

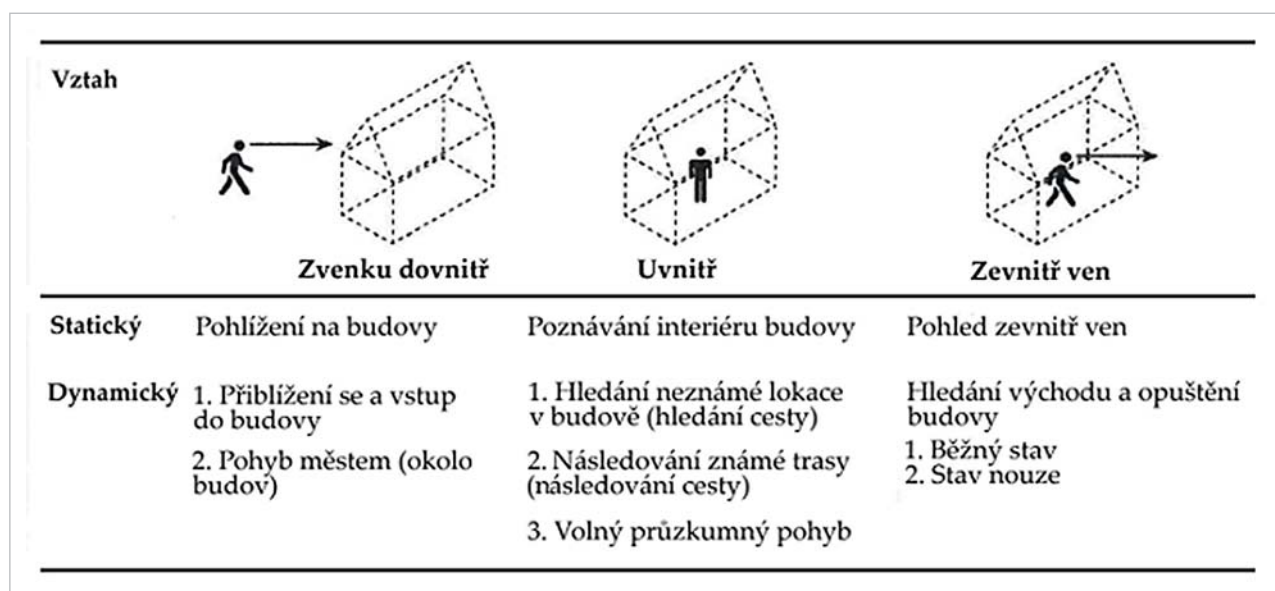
V následující části je uveden přehled klíčové literatury ke čtyřem oblastem řešeným v rámci našeho dlouhodobého výzkumu, jmenovitě jsou jimi navigace uvnitř budov, evakuační chování, teorie prostorové syntaxe a agentní modelování evakuace.

2.1 Navigace uvnitř budov

Problematika navigace ve vnitřním prostředí bývá označována také jako navigace v interiéru (např. [15], [16], [17]). Od navigace v exteriéru se liší některými zásadními faktory, jako je například omezenost pohybu, více překážek ve výhledu na vzdálenější objekty, kombinace přirozeného a umělého osvětlení, nutnost kombinace horizontální a ver-

2.2 Evakuace

Evakuace je tedy příkladem **dynamické interakce** člověka s budovou typu **zevnitř ven**. Cílem osob je zpravidla snaha nalézt východ a co nejrychleji bezpečně opustit budovu a jejich navigační strategie se liší podle toho, zda k opuštění budovy dochází za normálních podmínek nebo v případě krizové situace (evakuace). Na problematiku opuštění budov v případě krizové situace lze pohlížet ze dvou odlišných perspektiv. Jedna zahrnuje modelování chování davu na agregované úrovni a zabývá se například nekoordinovanými pohyby davu v zúžených místech, vzniku „stádního“ reflexu (sledování směru pohybu davu), či například ignorování značených únikových cest [23]. Uvedené modely berou do úvahy zkušenosti z reálných evakuací či jejich nácviku (viz dále). Druhá výzkumná linie se zaměřuje na individuální kognitivní procesy související se stresem



Obr. 1 Obecný rámec interakce mezi uživatelem a stavbou (upraveno dle [21], [22])

při krizových situacích, které zahrnují například zpětné trasování k původnímu vstupu na místo hledání nejbližšího východu [24] (viz dále) či tzv. „tunelové vidění“ omezující schopnost sledování evakuačního značení.

Proulx [25] rozčlenil faktory, které ovlivňují lidské chování během evakuace při vypuknutí požáru do tří kategorií: návštěvník, budova a požár (poslední kategorie není v rámci studie řešena).

Faktory návštěvníků zahrnují jejich osobnostní charakteristiky, předešlé zkušenosti s evakuací a jejím nácvikem, případně míru znalosti budovy. V minulosti převažoval názor, že lidé se během evakuace chovají iracionálně a podléhají panice. Toto tvrzení však bylo vyvráceno, jelikož na základě sledování skutečných evakuací bylo prokázáno, že se takové chování vyskytuje pouze zřídka [26], [25]. Chování v krizových situacích sice může vypadat pro vnějšího pozorovatele (nebo také např. zpětně) iracionálně, ale ve skutečnosti se lidé rozhodují na základě aktuálně dosažitelných, a tudíž často limitovaných informací [27]. Účastníci skutečných evakuací sami často vypovídají, že zažívali „paniku“. Konotace tohoto výrazu je obecně vnímána jako synonymum pro vystrašení, vyděšenost, nervozitu nebo úzkost, ale z principu neimplikuje iracionální jednání [25].

Na začátku procesu evakuace se lidé nechovají podle obecných očekávání. Podle více studií [28], [29], [25], [24] lidé nezačnou opouštět budovu ihned po zaslechnutí požárního poplachu, ale často ještě chvíli zůstávají při plnění svého aktuálního úkolu. Délka této „fixace na úkoly“ závisí na jejich předchozích zkušenostech s evakuací, na aktivitách a chování ostatních přítomných osob nebo na přítomnosti dalších viditelných podnětů indikujících problém (např. oheň, kouř).

V otázce *charakteristik budovy* se jedná o její prostorové členění, komplexitu, ale také o přítomnost evakuačního značení. Lidé nemají tendenci řídit se evakuačním značením a pokyny, často namísto toho používají strategii „zpětného navádění“, neboli vrácení se po trase příchodu (tzv. retracing) [25], [24]. Lidé také často používají jiný než určený nouzový východ [30], například v závislosti na chování ostatních – při taktických cvičeních Integrovaného záchranného systému Hasičského sboru hlavního města Prahy [31] jsme pozorovali jedince, kteří dávají přednost otevřenému východu, sledují tak frontu ostatních evakuujících, namísto použití jiných, byť bližších a přístupných zavřených dveří. Podle Sime [32] nebo Haghani a Sarvi [33] je totiž výběr východu ovlivněn nejen jeho blízkostí, ale také otevřeností, viditelností, známostí a počtem lidí, kteří se k němu pohybují.

Ze tří původních faktorů definovaných Proulxem [25] lze modifikovat a uzpůsobit pouze faktor vlastnosti budovy, a to ideálně již v procesu jejího návrhu tak, aby se předešlo dalším nákladům. Prostorovou konfiguraci budovy lze doplnit vhodným umístěním evakuačního značení a usnadnit tak racionální rozhodování evakuujících a omezit případné ztráty na životech.

2.3 Teorie prostorové syntaxe – formalizovaný popis prostoru

Teorie prostorové syntaxe vznikla za účelem objektivizace popisu vztahů mezi lidským chováním, aktivitami, společenskými fenomény a prostorovými strukturami prostřednictvím měřitelných charakteristik prostoru [6], [7]. Na rozdíl od kognitivních, nebo behaviorálních teorií, které se více zaměřují na chování jednotlivců, teorie prostorové

syntaxe usiluje o to zachytit, jak společnost vytváří, modifikuje a využívá prostor a jak je tímto prostorem dále ovlivňována.

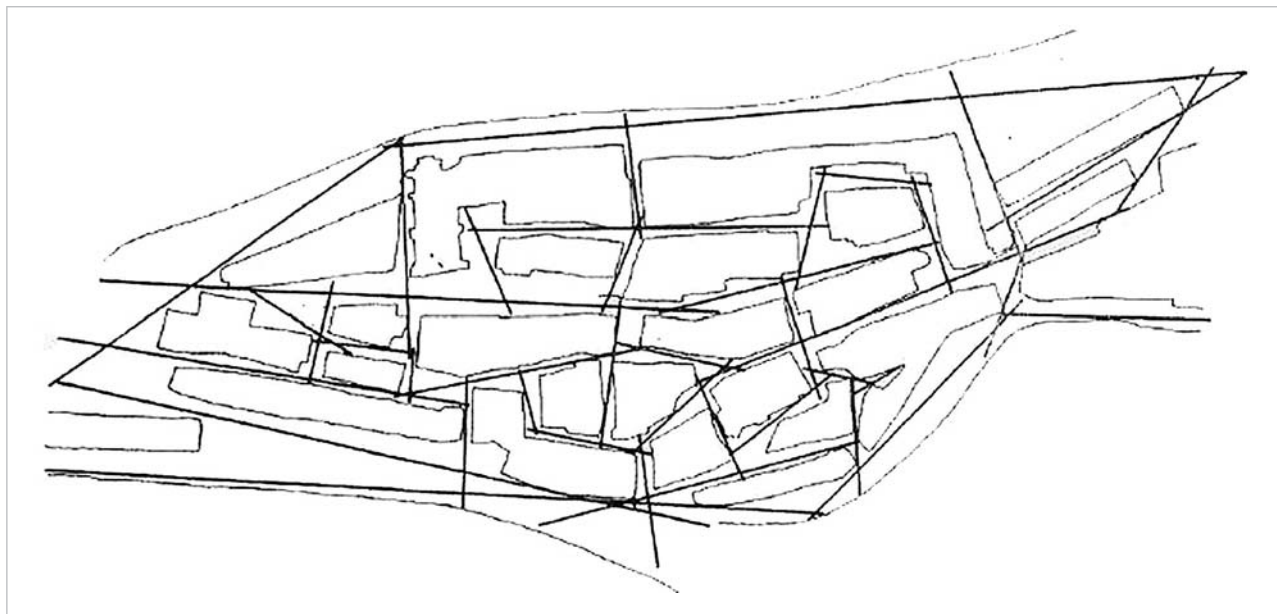
Postupem času se do popředí výzkumu dostal pohyb obyvatel ve městech v rámci jednotlivých funkčních oblastí, kde byla prokázána silná závislost mezi intenzitou migračních proudů a mírou integrace nejfrekventovanějších komunikací. Tento silný vztah mezi prostorem a pohybem (zejména pohyb chodců, ale v menší míře také pohyb vozidel) se stal základním kamenem výzkumu prostorové syntaxe, protože jeho prediktivní schopnost odhadnout sílu migračních proudů a obsazenosti prostoru uživateli se stala neocenitelnou zejména pro architektu a urbanisty [34].

V současné době existuje několik různých výzkumných proudů prostorové syntaxe, které můžeme na základě způsobu výpočtu podle Dalton a kol. [35] rozdělit na *geometrické, konfigurační, vizuální metody a metody informační teorie*.

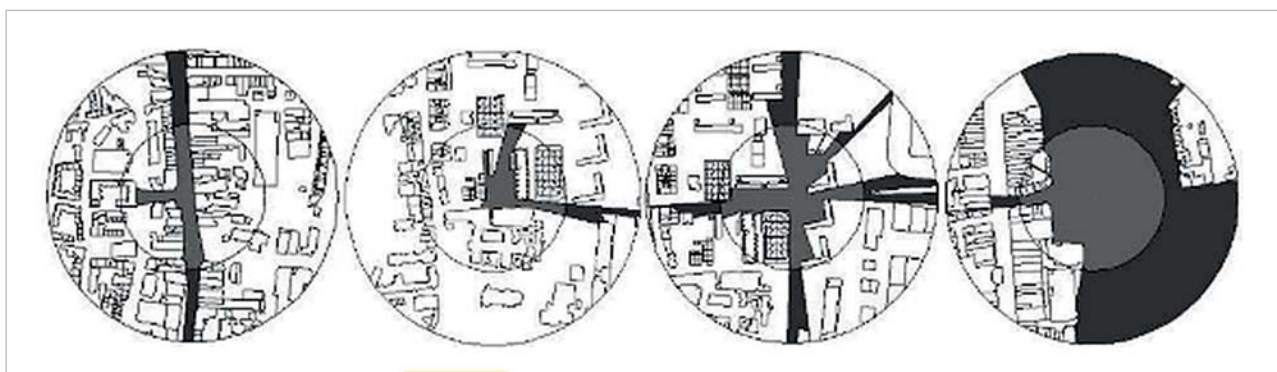
Mezi *geometrické metriky* zahrnujeme délku segmentů, šířku koridorů, relativní vzdálenosti, zakřivení, linearitu a hranatost prostoru. Pokud uvažujeme optimální evakuační trasu, měla by být přirozeně co nejkratší. Avšak lidské mentální představy prostoru se vyznačují nepřesnostmi a zkresleními [36], která mohou vést k neefektivní volbě trasy. Proto například lidé při každodenním dojíždění ve městech spíše sledují trasy, které jsou přímé, bez výraznější změny úhlů mezi startem a cílem [9], [10], [11], nebo zahrnují co nejméně odbočení, než aby volili trasy nejkratší. Podle studie [37] mají lidé tendenci se na začátku trasy vydat rovným směrem (namísto odbočení). Celkové rozhodování lidí při hledání cesty je mnohem více ovlivněno topologií než přesnou geometrií a je vždy výsledkem předešlých zkušeností a poznání [9].

Konfigurační metody ve výpočtech zahrnují právě topologii a vztahy mezi segmenty (koridory) a prostorovými jednotkami (místnostmi) a jejich umístění v rámci celého hierarchicky propojeného systému (budovy, stavby, prostor). Prvními prostorovými prvky v této kategorii byly hranice, konvexní prostory a páteřní linie (**obr. 2**), které je propojovaly [7]. Jako součást identifikace páteřních linií Peponis a kol. [38] dále definoval tzv. koncept integračního jádra – soubor nejpropojenějších chodeb, které tvoří hlavní osy navigace v budově. Toto integrační jádro dokáže poměrně přesně predikovat například pohyb chodců ve městě [39], kdy lidé preferují známé cesty a opouštějí je spíše v nezbytných případech, např. pro dosažení konkrétního cíle. Další metrika – hustota propojení, která byla představena O’Neillem [40], bere v úvahu počet směrových možností v rozhodovacím bodu. Každé křižovatce je možné přiřadit hodnotu odpovídající počtu možných cest. Hodnoty hustoty propojení také pozitivně korelovaly s časem stráveným v dané oblasti [14].

Vizuální dostupnost je jedním z klíčových faktorů ovlivňujících rozhodování během navigace [19]. Při jejím zahrnutí do analýzy prostorové konfigurace prostředí výsledné modely lépe vysvětlují lidské rozhodování [41], [42]. V roce 1979 Benedikt [43] vytvořil první metodu objektivního popisu vizuální dostupnosti prostoru prostřednictvím tzv. isovistů (**obr. 3**). Isovisy zachycují v půdorysu prostor viditelný z daného bodu prostřednictvím polygonu, který je projektován ve výšce očí (viditelnost), nebo kotníků (průchodnost). Tyto polygony lze popsat pomocí několika kvantitativních metrik [44], které prokazatelně korelují s lidským rozhodováním během navigace a dokáží ho částečně predikovat [45], [44]. Například jednoduchá metrika – velikost viditelné plochy, může být použita k popisu míry pros-



Obr. 2 Axiální mapa – identifikace páteřních linií v prostoru, [7]



Obr. 3 Isovisity v prostředí města – zleva: centrum, sídliště, park (převzato z [48]), tmavou je znázorněna plocha viditelná z centrálního bodu, pro který je isovist konstruován (světle šedá – hranice viditelnosti 200 m, tmavě šedá – hranice viditelnosti 400 m)

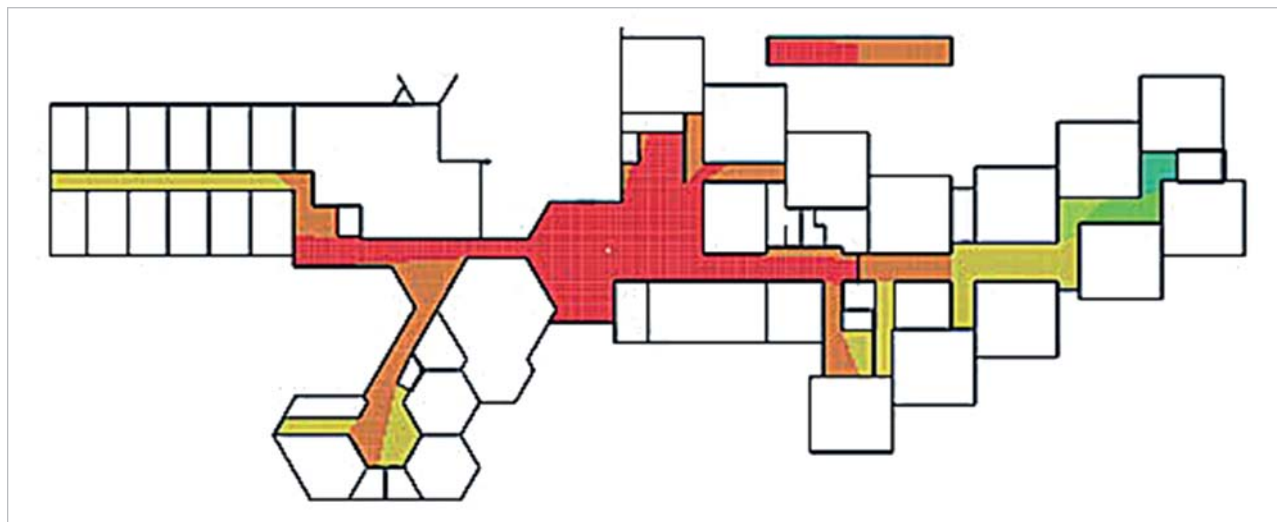
tornosti prostředí [44], [46], která je považována za hlavní faktor používaný k popisu základní kvality architektonického prostoru z hlediska jeho užití a dostupných funkcí. V případě interiérů budov bylo zaznamenáno využití 3D isovistů [47], [34], které dále rozšiřuje původní Benediktův koncept. Jedná se však o nedávné studie a metodika výpočtu 3D isovistů nebyla doposud sjednocena. Výsledky silně korelují s metodou 2D isovistů, ale jsou výpočetně náročnější.

Metoda isovistů byla dále rozšířena [8] tak, aby bylo možné výpočet metrik aplikovat na celé prostředí najednou a vytvořit graf viditelnosti (obr. 4). Analýza grafů viditelnosti prokázala vztah mezi viditelností a celkovou vzdáleností absolvovanou během hledání knih v neznámé knihovně [14]. S využitím této metody [49], [42], [14], [13] výzkumníci prokázali existenci významných rozdílů při navigaci ve vícepatrové budově mezi každodenními uživateli a nováčky. Nováčky při hledání konečného cíle využívali více integrované segmenty a drželi se centrálních chodeb, výrazných bodů a známých částí budovy, a to i za cenu toho, že museli urazit delší vzdálenosti. Každodenní uživatelé se při hledání destinací nejdříve dopraví na dané patro

a posléze postupují k cíli. Pro nováčky a zkušené uživatele jsou tedy typické trasy s odlišnými hodnotami prostorových metrik.

Již uvedené studie vychází z pozorování lidského chování během navigace za normálních podmínek, a proto je třeba dále rozšířit výzkum jejich závěrů pro kontext evakuace, která se od normálních podmínek zásadně liší. Teorie prostorové syntaxe má také několik dalších nedostatků. Nezachycuje například vliv orientačních bodů, značení, nebo vnější vzhled prostředí (povrchy, textury, osvětlení, barva) a taktéž nezahrnuje individuální rozdíly [50]. Historicky bylo hlavním přínosem teorie prostorové syntaxe zjištění, že lidské poznání vnímá prostorové vztahy prostředí více topologicky než metricky [51]. Montello [50] a Ratti [52] však argumentují, že existuje mnoho důkazů toho, že někteří lidé jsou citliví na metrické vlastnosti prostorových dispozic (odhadování vzdáleností, zapamatování směrů apod.).

Teorie prostorové syntaxe jako metoda, kterou lze použít k popisu všech prostorových konfigurací budovy, poskytuje vhodný způsob, jak zobecnit určitá pravidla o lidském chování a zároveň vyloučit vliv dané specifické budovy. Zobecněná zjištění spojená s prostorovými charak-



Obr. 4 Analýza grafu viditelnosti, metrika „hloubka kroku“ (step depth) (převzato z [42])

teristikami pak mohou být dále použita například právě v agentních simulacích evakuace [53].

2.4 Agentní modelování evakuace

Pokročilé nástroje mikroskopického agentního modelování v současné době umožňují numericky simulovat pohyb osob (agentů), a pomocí sady parametrů do určité míry reprodukovat lidské chování [54]. Existuje řada příkladů nasazení těchto modelů při posuzování evakuačního procesu v objektech [55]–[58]. Pohyb agentů je v modelu vymezen zadanou geometrií prostoru, zpracovanou optimálně v CAD, popř. BIM nástrojích. Numerické výpočty probíhají v časových krocích. V každém časovém kroku na agenta působí okolní prostředí v podobě ostatních agentů, geometrie prostoru, či dalších parametrů (např. přítomnosti kouře atp.), které mají přímý vliv na charakteristiky pohybu agenta v dalším časovém kroku [54]. Těmito charakteristikami jsou pozice v prostoru, aktuální rychlost pohybu či intenzita vlivu jiného parametru (expozice kouři). V průběhu simulace se pak tyto interakce vyhodnocují standardními metrikami, jako jsou lokální hustota [54] a doba evakuace.

Agentní evakuační modelování (ABEM) je implementováno například v nástroji *Pathfinder* [59]. Do modelu vstupuje geometrie prostorů reprezentovaná triangulační sítí a sada parametrů, které umožňují agentům předepsat základní chování – tj. například formou upřednostnění kratší trasy na úkor kongescí v rámci místnosti či naopak, případně lze simulovat znalost budovy tím, že si agent automaticky zvolí nejkratší cestu k cíli. Nelze však postihnout částečnou znalost budovy, případně zkreslení představ o jejím půdorysu a další faktory. Pohyb agentů je možné simulovat ve dvou základních módech. Kromě *obvyklého* módu, ve kterém je pohyb agentů určen pouze jejich rychlostí a propustností dveří (což více odpovídá standardním normativním výpočtům požární bezpečnosti [1], [60]), je k dispozici *steering* mód. V tomto módu agenti modifikují svoje volby tras na základě interakce s jinými agenty, snaží se vyhýbat překážkám a podobně. Výstupem modelu jsou hustotní mapy [61], které umožňují vizuální interpretaci výsledků simulace.

3. SWOT analýza

Dlouhodobým cílem našeho výzkumu je zpřesnit existující agentní model *Pathfinder* o behaviorální aspekty vyplývající z analýzy lidského chování během evakuace. Jednou z využívaných metod je již zmíněná metoda prostorové syntaxe. Obr. 5 shrnuje silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby možného využití metody prostorové syntaxe v agentních evakuačních modelech.

3.1 Silné stránky a příležitosti

Vstupními daty pro agentní modelování je kromě jiného konkrétní 3D digitální model budovy, který také slouží jako podklad pro výpočet metrik prostorové syntaxe. V případě zapojení metody prostorové syntaxe do procesu simulace lze v prvním kroku ze stejného modelu budovy (bez nutnosti dalších dat) vypočítat potřebné prostorové metriky a definovat dílčí prostorové struktury. Vypočtené výstupy se liší podle typu použitých metrik, obvykle se však jedná o rastr. Výsledný rastr je možné použít pro výpočet vah pro segmenty tras v jednotlivých koridorech, a tudíž není posléze nutné upravovat zbylé parametry agentů.

Předěšlé studie ukazují, že pro různé skupiny (např. nováčky a znalé uživatele) jsou typické trasy s odlišnými hodnotami prostorových metrik [49], [14], [63]. Je možné tedy do modelu zahrnout různé navigační strategie, které zohledňují odlišnou úroveň znalosti prostředí.

Agentní evakuační modely jsou architekti využívány již ve fázi návrhu budovy, aby bylo možné předejít nedokonalostem v návrhu ještě před zahájením samotné výstavby. Metody prostorové syntaxe nejsou využívány jen pro experimentální studium navigačního chování, ale také poskytují architektům analytickou podporu při návrhu budov a zejména pro přehled o míře komplexnosti budovy pro navigaci [34], nebo o pocitech, které mohou prostory v lidech vyvolávat [46].

3.2 Slabé stránky a hrozby

Na základě zjištěných slabých stránek a hrozeb byly definovány následující výzkumné otázky, které jsou v násled-

Silné stránky <ul style="list-style-type: none"> ● nevyžaduje další vstupní data ● kalkulace metrik přímo z modelu budovy ● snadná kombinace s ostatními parametry ABEM 	Slabé stránky <ul style="list-style-type: none"> ● možnost postihnout skupinové (ne individuální) rozdíly ● nepoužívanější metriky viditelnosti jsou limitovány např. kouřem
Příležitosti <ul style="list-style-type: none"> ● implementace rozdílných strategií vyhledávání tras na základě vypočtených metrik ● další využití vypočtených metrik architektury ● metriky viditelnosti limitovány kouřem – možnost modelování šíření 	Hrozby <ul style="list-style-type: none"> ● studie využívající prostorové syntaxe jsou vykonávány v standardních podmínkách, bez vlivu stresu nebo davové psychózy ● dynamická změna prostorových parametrů budovy během evakuace (vznikající bariéry blokující koridory, propad stropů apod.)

Obr. 5 SWOT analýza implementace teorie prostorové syntaxe v agentním modelování [62]

dující části popsány a dále diskutovány spolu s návrhem jejich řešení:

- Ovlivňuje prostorová konfigurace budovy volbu trasy během evakuace? Lze pro popis tohoto vlivu využít metody prostorové syntaxe? (část 4.1)
- Jak se mění prostorová konfigurace budovy během evakuace a jak je možné tyto změny zahrnout do výpočetního modelu? (část 4.2)
- Lze pro účely modelování evakuace zanedbat vliv individuálních rozdílů? (část 4.3)
- Které z metrik prostorové syntaxe jsou nejvhodnější pro využití v agentních modelech? (část 4.4)

4.

Diskuze a pilotní studie zjištěných slabých stránek a hrozeb

Stanovené výzkumné otázky odvozené z identifikovaných slabých stránek a hrozeb provedené SWOT analýzy, která vzala do úvahy současný stav výzkumů v zájmových oblastech, jsou dále diskutovány.

4.1 Možnost využití teorie prostorové syntaxe při studiu navigace během evakuace

Studie využívající metriky prostorové syntaxe k popisu navigačního chování, zmíněné v části 2.3, pozorují lidi během každodenních navigačních úkolů za standardního stavu provozu budovy. Nelze bez námitek předpokládat, že tato zjištění lze použít ve scénářích evakuace, kdy jsou lidé ovlivněni stresem, časovou tísň, aktuální hrozbou, nedostatkem informací, chováním a pokyny ostatních evakujících, a často také např. při snížené viditelnosti.

4.1.1 Pilotní studie

Vliv prostorové konfigurace na navigační chování i během evakuace, jsme se rozhodli ověřit v rámci pilotní studie

[64]. Studie proběhla ve virtuální realitě fiktivní budovy hotelu, kde měli účastníci po vstoupení do vestibulu (obr. 6) za úkol najít hotelový pokoj, který se nacházel na druhém patře.

V hotelových pokojích vykonávali snadný úkol pro rozptýlení (zalévali květiny) během kterého se spustil požární alarm a účastníci byli vyzváni k opuštění budovy. Byly vytvořeny čtyři varianty hotelu, které se lišily v prostorové konfiguraci chodeb na druhém patře. Bylo manipulováno s šířkou chodeb, která ovlivňuje např. metriku velikosti viditelné plochy (obr. 7), a také se směrem příchodní cesty do apartmánu 212 a evakuační trasy značené evakuačními šipkami.

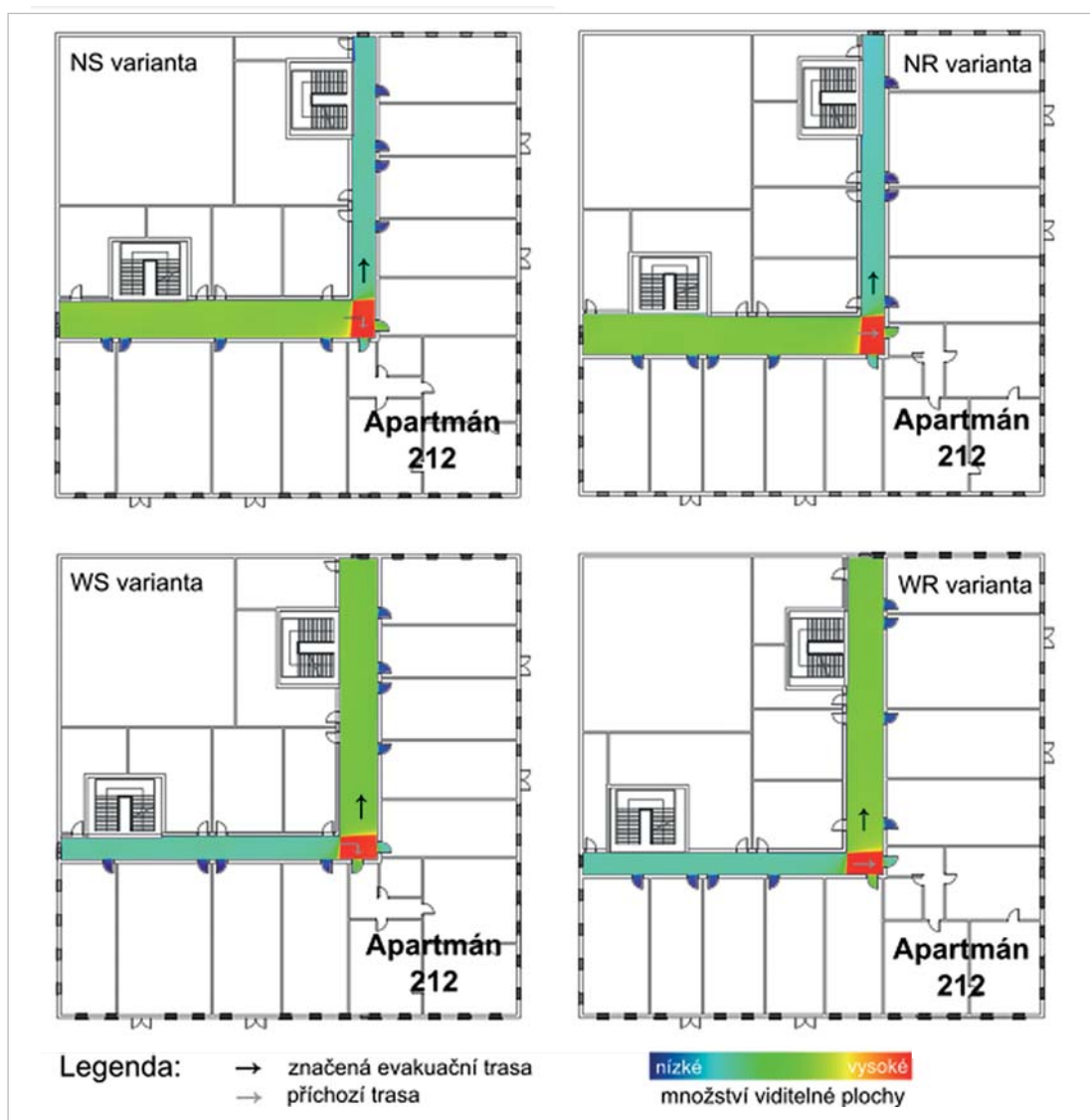
V rámci průchodu virtuálním prostředím byla zaznamenávána data o pohybu a interakci uživatelů [66]. Po skončení průchodu účastníci odpovídali prostřednictvím elektronického dotazníku, kde jsme zjišťovali také to, zda zaznamenali přítomnost a následně využívali evakuační značení a evakuační plán, který byl přítomen na zdi při vstupu do apartmánu. Hlavním cílem bylo zjistit, jak odlišná prostorová konfigurace ovlivní volbu trasy při východu z apartmánu v průběhu evakuace. Soustředili jsme se na to, zda účastníci zvolili užší, nebo širší koridor (s vyšší viditelností), jak bylo jejich rozhodnutí ovlivněno tím, která chodba vedla rovně a která odbočovala, a také přítomností evakuačního značení.

Celkem se studie zúčastnilo 72 účastníků (42 žen a 30 mužů). Výsledky ukázaly, že v případě, kdy evakuační trasa vedla úzkou chodbou a účastník byl nucen zatočit doprava, statisticky významně více účastníků zvolilo pro východ stejnou trasu, kterou přišli (tu která nebyla označena jako evakuační). Šířka chodby také ovlivnila to, zda si účastníci všimli evakuačního značení. V případě, kdy evakuační trasa vedla širším koridorem, si jej všimli častěji.

Pilotní studie prokázala, že odlišná prostorová konfigurace vedla k odlišným navigačním strategiím a volbě odlišné evakuační trasy. Zahrnutí těchto metrik do agentních simulací může vést k přesnějším výsledkům, které více odrážejí reálné chování uživatelů.



Obr. 6 Pohled do vestibulu po vstupu do budovy; úkolem participanta je vzít modrou konev



Obr. 7 Analýza grafu viditelnosti – metrika viditelné oblasti (vypočteno podle [65], zdroj: [64]) ve čtyřech různých variantách prostředí použitých v studii (při opuštění apartmánu 212: NS – evakuační trasa vede užší chodbou rovně, NR – evakuační trasa vede užší chodbou doprava, WS – evakuační trasa vede širší chodbou rovně, WR – evakuační trasa vede širší chodbou doprava)

4.2 Dynamická změna prostorových parametrů budovy

V průběhu krizové události, která má za následek nutnost evakuace, může dojít ke vzniku různých událostí, které dynamicky ovlivňují prostory budovy. Rozšiřující se požár, únik plynu, zborcení stropů a jiné okolnosti mohou zatarasit cesty a zamezit tak pohybu v určitých koridorech a místnostech. V průběhu evakuace tak dochází k dynamickým změnám prostorových parametrů budovy, čímž se mění i vypočtené hodnoty jak globálních, tak lokálních metrik prostorové syntaxe. Prostorové metriky by se proto během simulace měly po vzniku výše popsaných událostí přepočítat. Výpočet prostorových metrik však v případě komplexnějších budov může být značně výpočetně náročný. Proto je potřebné identifikovat adekvátní míru přesnosti, případně definovat část modelu budovy, se kterou je potřeba pracovat. Přesto je vhodné s možností dynamické změny prostorových parametrů budovy do budoucna počítat.

4.3 Studium skupin a individuálních rozdílů

Jednou z opodstatněných kritik teorie prostorové syntaxe je, že potlačuje individuální rozdíly, které jsou klíčové k pochopení environmentální psychologie [50]. Jednotlivce je však možné agregovat do skupin, se kterými už metoda prostorové syntaxe počítá. Individuální rozdíly nejsou řešeny ani v rámci agentního modelování, kde taktéž dochází k agregaci do skupin. Tento nedostatek je proto možné v našem případě ignorovat.

4.4 Výběr vhodných metrik

Jak již bylo uvedeno, existuje několik typů metrik prostorové syntaxe. Troffa a Nenci [67] či Hölscher a Brösamle [68] uvádí, že metriky založené na viditelnosti nejlépe vysvětlují lidské rozhodování. Weisman [19] taktéž zahrnul viditelnost (spolu s architektonickou diferenciací, složitostí uspořádání chodeb a cest a informacemi obsaženými v dostupných navigačních pomůckách – mapy, značení) jako nejdůležitější faktor usměrňující chování člověka při hledání cesty. Avšak viditelnost může být značně omezena v případě vypuknutí požáru, který reprezentuje drtivou většinu evakuačních scénářů. Nicméně to neznamená, že metody prostorové syntaxe založené na viditelnosti jsou pro tento případ nepoužitelné. Naopak, nabízí se možnost toto snížení viditelnosti integrovat do výpočtů isovistů, nebo grafu viditelnosti, což by například v případě metrik vyplývajících z dispozice budovy nebylo možné.

Metody isovistů a analýza grafu viditelnosti jsou úzce propojeny. Isovisť se používají v případě, že potřebujeme zjistit viditelnost z jednoho specifického bodu (např. bod rozhodování na křižovatce). Pokud počítáme charakteristiky pro celou budovu, pracujeme již s grafem viditelnosti. Metriky se počítají zvláště pro každé patro, lze je však propojit, viz [42]. Výstupem analýzy je rastr s hodnotami metrik (viditelná plocha neboli míra konektivity, perimetr, kompaktnost, okluzivita, délka dohledu, a jiné, viz např. [65] pro každé místo v budově. V pilotní studii jsme pracovali s metrikou viditelné plochy (konektivitou), která se mění s odlišnou šířkou koridorů. Volba konkrétní metriky se může lišit pro analýzu různých rozhodovacích bodů nebo navigačních strategií.

5. Závěr

Při navrhování prostředí, ať už na úrovni měst či budov, bývá přijímáno mnoho opatření k zajištění bezpečnosti civilistů. V případě vzniku požárů uvnitř staveb musí být dodrženy přísné normy týkající se mimo jiné kapacity přítomných osob. Využití BIM modelů umožňuje řešení bezpečnosti a ochrany již v procesu návrhu budov a okolních struktur. Pro výpočet maximální bezpečné kapacity budov se využívají různé výpočetní metody a v poslední době se stále častěji objevují modely založené na agentním modelování. Agentní evakuační modely pracují s 3D modelem budovy a množstvím dalších vstupních parametrů, kterými je možné ovlivnit základní charakteristiky agentů (rychlost pohybu, reakční čas, pohlaví apod). Pro trasování se využívá algoritmus nalezení nejkratší trasy, v případě sofistikovanějších modelů jsou také zahrnuty aspekty interakce agentů navzájem. Agenti většinou mají globální povědomí o budově a přesně vědí, kde leží jejich cílový bod a která cesta k němu je nejúčinnější. To však neplatí v reálných situacích, kdy se lidé často rozhodují v časové tísní, pod vlivem stresu, nebo pouze na základě informací dostupných v jejím bezprostředním okolí. Jejich navigační výkon je vysoce ovlivněn úrovní znalosti budovy [63], [49] a často si nevybírají nejkratší cestu, spíše sledují tu s „nejmenším počtem odbočení“ nebo „nejmenším úhlem“ [9], [10], [11]. Mentální mapa prostorových znalostí agentů by z důvodu realističtějšího zachycení chování uživatelů v případě navigace měla také podléhat zkrácení, které je typické pro mentální kognitivní mapy u lidí. Například pro jednorázové návštěvníky by měla obsahovat pouze potenciální cestu, která byla provedena při vstupu do budovy a na přesné místo, odkud začíná simulace evakuace. Tyto kognitivní mapy je možné definovat jako pravděpodobnost volby jednotlivých segmentů vedoucí k vykonání evakuační trasy.

Teorie prostorové syntaxe nabízí možnost, jak tyto potenciální trasy určit pro jakoukoliv budovu. Prostory budov lze popsat prostřednictvím prostorových metrik, které korelují s frekvencí užívání jednotlivých koridorů a částí. Použití teorie prostorové syntaxe v agentním evakuačním modelování však není přímočaré. V příspěvku jsme se zaměřili na hlavní problémy identifikované ve SWOT analýze, ke kterým jsme se dále pokusili naznačit a diskutovat jejich možná řešení. Vykonaná pilotní studie [63] potvrdila, že prostorové metriky budovy mají vliv na volbu trasy i během evakuace. Konkrétně byla zjištěna závislost mezi zvolenou evakuační trasou a šířkou a směrem koridorů (chodeb). Uvedená zjištění umožňuje navázat na předešlé studie využívající metodu prostorové syntaxe, které se zaměřovaly na studium navigace v běžných podmínkách provozu budovy. Námi vykonaná studie má však několik omezení. Použité prostředí se vyznačovalo poměrně jednoduchou prostorovou konfigurací snadnou pro navigaci. Výsledky se mohou lišit v případě komplexnějšího půdorysu budovy. Taktéž je potřeba adresovat otázku validity využití virtuálního prostředí coby výzkumného nástroje. V současné době je realizována komplexní srovnávací studie uskutečněná v reálném a virtuálním prostředí.

Prezentovaná SWOT analýza [62] sloužila k nalezení konkrétních metrik prostorové syntaxe, které by byly nejvhodnější pro použití v agentním modelování. Klíčovým faktorem ovlivňujícím rozhodování během navigace je viditelnost [19]. Zejména v případě evakuace způsobené vypuknutím požáru, je viditelnost ovlivňována například přítomností kouře a může značně ovlivnit volbu postupu

evakuujících. Metriky viditelnosti nebyly součástí teorie prostorové syntaxe od jejího počátku, s postupem času se však ukázalo, že právě ony při zahrnutí do analýz nejlépe vysvětlují lidské rozhodování [67], [68]. Mezi metriky viditelnosti patří například: viditelná plocha neboli míra konektivity, perimetr, kompaktnost, okluzivita, délka dohledu a další. V pilotní studii byla použita metrika konektivity. Pro finální rozhodnutí, kterou z metrik viditelnosti zahrnout do výpočtu modelu je nutné vykonat další studie v různě komplexních prostředích.

V budoucnu bude nutné mimo jiné prověřit technické možnosti a limitace integrace výpočtu prostorových metrik do existujícího modelu *Pathfinder*. Výhodou je, že pro výpočet nejsou potřebná další data a je možné pracovat pouze se vstupním modelem budovy, který je již v současné době vyžadován před realizací staveb. Po zapojení výpočtu bude možné porovnat výsledky simulace se současným stavem, případně s výsledky vykonaných behaviorálních studií ve virtuální realitě a v reálném prostředí.

LITERATURA:

- [1] SFPE. Guide to Human Behavior in Fire. 2019.
- [2] KULIGOWSKI, E. D.-PEACOCK, R. D.: A Review of Building Evacuation Models. National Institute of Standards and Technology, 2005.
- [3] SANTOS, G.-AGUIRRE, B. E.: A Critical Review of Emergency Evacuation Simulation Models. Proceeding Conf. Building Occupant Mov. Dur. Fire Emergencies, 2004.
- [4] VINCENZI, D. A.-WISE, J. A.-MOULOUA, M.-HANCOCK, P. A.: Human factors in simulation and training. 2008.
- [5] KINATEDER, M. et al.: Virtual reality for fire evacuation research. Fed. Conf. Comput. Sci. Inf. Syst. FedCSIS, 2014, vol. 2014-Januar, p. 313-321.
- [6] HILLIER, B.-LEAMAN, A.-STANSALL, P.-BEDFORD, M.: Space Syntax. Environ. Plan. B, 1976, vol. 3, p. 147-185.
- [7] HILLIER, B.-HANSON, J.-PEPONIS, J.: What do we mean by building function? Des. Build. Util., 1984, p. 61-72.
- [8] TURNER, A.-DOXA, M.-O'SULLIVAN, D.-PENN, A.: From isovists to visibility graphs: a methodology for the analysis of architectural space.
- [9] HILLIER, B.-IIDA, S.: Network and psychological effects in urban movement. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 2005.
- [10] GOLLEDGE, R. G.-DOUGHERTY, V.-BELL, S.: Acquiring Spatial Knowledge: Survey Versus Route-Based Knowledge in Unfamiliar Environments. Ann. Assoc. Am. Geogr., 1995.
- [11] DALTON, R. C.: The Secret Is To Follow Your Nose. Environ. Behav., 2003, vol. 35, no. 1, p. 107-131.
- [12] HÖLSCHER, C.-MEILINGER, T.-VRACHLIOTIS, G.-BRÖSAMLE, M.-KNAUFF, M.: Up the down staircase: Wayfinding strategies in multi-level buildings. J. Environ. Psychol., 2006, vol. 26, no. 4, p. 284-299.
- [13] LI, R.-KLIPPEL, A.: Wayfinding Behaviors in Complex Buildings: The Impact of Environmental Legibility and Familiarity. Environ. Behav., 2016, vol. 48, no. 3, p. 482-510.
- [14] LI, R.-KLIPPEL, A.: Using space syntax to understand knowledge acquisition and wayfinding in indoor environments. Proc. 9th IEEE Int. Conf. Cogn. Informatics, ICCI, 2010, p. 302-307.
- [15] BUTZ, A.-BAUS, J.-KRÜGER, A.-LOHSE, M.: A hybrid indoor navigation system. International Conference on Intelligent User Interfaces, Proceedings IUI, 2001, p. 25-32.
- [16] MONTELLO, D. R.: Spatial cognition and architectural space: Research perspectives. Architectural Design, 2014.
- [17] KARIMI, H. A.: Indoor wayfinding and navigation. 2015.
- [18] GÄRLING, T.-LINDBERG, E.-MÄNTYLÄ, T.: Orientation in buildings: Effects of familiarity, visual access, and orientation aids. J. Appl. Psychol., 1983.
- [19] WEISMAN, J.: Evaluating architectural legibility: Way-Finding in the Built Environment. Environ. Behav., 1981.
- [20] KRAY, C.-FRITZE, H.-FECHNER, T.-SCHWERING, A.-LI, R.-ANACTA, V. J.: Transitional spaces: Between indoor and outdoor spaces. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 2013.
- [21] DALTON, R. C.-KRUKAR, J.-HÖLSCHER, C.: Architectural cognition and behavior. Handbook of behavioral and cognitive geography.
- [22] ŠVEDOVÁ, H.: Hodnocení vlivu výraznosti rozhodovacích bodů na navigaci. Masarykova univerzita, 2020.
- [23] HELBING, D.-FARKAS, I.-VICSEK, T.: Simulating dynamical features of escape panic. Nature, 2000.
- [24] JOHNSON, C. W.: Lessons from the evacuation of the World Trade Center. 2005.
- [25] PROULX, G.: Occupant behaviour and evacuation Proulx. G. NRCC-44983 Occupant Behaviour and Evacuation, 2001, p. 219-232.
- [26] QUARANTELLI, E.: Sociology of Panic. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 2001.
- [27] CORNWELL, B.: Bonded Fatalities: Relational and Ecological Dimensions of a Fire Evacuation. Sociological Quarterly. 2003.
- [28] PROULX, G.-SIME, J.: To Prevent 'Panic' In An Underground Emergency: Why Not Tell People The Truth? Fire Saf. Sci., 1991.
- [29] FAHY, R.-PROULX, G.: Human Behavior In The World Trade Center Evacuation. Fire Saf. Sci., 1997.
- [30] WOOD, P. G.: The behaviour of people in fires. Fire Res. Stn., 1972, vol. 953, p. 1-113.
- [31] GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČR: V budově Nové radnice v Praze vypukl cvičný požár, událost prověřila všechny složky IZS. 2020. [Online]. Dostupné na: <https://www.hzscr.cz/clanek/v-budove-nove-radnice-v-praze-vypukl-cvicny-pozar-udalost-proverila-vsechny-slozky-izs.aspx>.
- [32] SIME, J. D.: Affiliative behaviour during escape to building exits. J. Environ. Psychol., 1983.
- [33] HAGHANI, M.-SARVI, M.: Human exit choice in crowded built environments: Investigating underlying behavioural differences between normal egress and emergency evacuations. Fire Saf. J., 2016.
- [34] DALTON, R. C.-HÖLSCHER, C.-SPIERS, H. J.: Navigating Complex Buildings: Cognition, Neuroscience and Architectural Design. Stud. Vis. Spat. Reason. Des. Creat., 2015.
- [35] DALTON, R. C.-HÖLSCHER, C.-PECK, T.-PAWAR, V.: Judgments of building complexity & navigability in virtual reality. Spatial Cognition, 2010.
- [36] EVANS, G. W.: Environmental cognition. Psychol. Bull., 1980.
- [37] BAIENSON, J. N.-SHUM, M. S.-UTTAL, D. H.: The initial segment strategy: A heuristic for route selection. Mem. Cogn., 2000, vol. 28, no. 2, p. 306-318.
- [38] PEPONIS, J.-ZIMRING, C.-CHOI, Y. K.: Finding the building in wayfinding. Environ. Behav., 1990.
- [39] PENN, A.-DALTON, N.: The architecture of society: stochastic simulation of urban movement. Simulating Societies, 1994.
- [40] O'NEILL, M. J.: Evaluation of a conceptual model of architectural legibility. Environ. Behav., 1991.
- [41] TROFFA, R.-NENCI, A. M.: Escape: wayfinding strategies and emergency. Cogn. Process., 2009, vol. 10, no. 52, p. 331-333.
- [42] BRÖSAMLE, M.-HÖLSCHER, C.-VRACHLIOTIS, G.: Multi-level complexity in terms of space syntax: a case study. 6th Int. Sp. Syntax Symp., 2007, p. 44:1-12.
- [43] BENEDIKT, M. L.: To take hold of space: isovists and isovist fields. Environ. Plan. B Plan. Des., 1979.
- [44] FRANZ, G.-WIENER, J. M.: Exploring isovist-based correlates of spatial behavior and experience. Proc. 5th Int. Sp. Syntax Symp., 2005, p. 503-517.
- [45] MEILINGER, T.-FRANZ, G.-BÜLTHOFF, H. H.: From isovists via mental representations to behaviour: First steps toward closing the causal chain. Environ. Plan. B Plan. Des., 2012, vol. 39, no. 1, p. 48-62.
- [46] DOSEN, A. S.-OSTWALD, M. J.: Lived space and geometric space: comparing people's perceptions of spatial enclosure and exposure with metric room properties and isovist measures. Archit. Sci. Rev., 2017, vol. 60, no. 1, p. 62-77.
- [47] BHATIA, S.-CHALUP, S. K.-OSTWALD, M. J.: Analyzing architectural space: identifying salient regions by computing 3D isovists. 2012.

- [48] DAVIES, C.-MORA, R.-PEEBLES, D.: Isovists for Orientation: can space syntax help us predict directional confusion? *Sp. Syntax Spat. Cogn. Work.* '06, 2006, no. May 2014, p. 81-92.
- [49] HÖLSCHER, C.-MEILINGER T.-VRACHLIOTIS, G.-BRÖSAMLE, M.-KNAUFF, M.: Finding the way inside: Linking architectural design analysis and cognitive processes. *Lecture Notes in Artificial Intelligence* (Subseries of Lecture Notes in Computer Science), 2005.
- [50] DALTON, N. S.-DALTON, R. C.-MARSHALL, P.: Three dimensional isovists for the study of public displays. no. *Montello* 2007, p. 1-9.
- [51] PENN, A.: Space syntax and spatial cognition: Or why the axial line? *Environ. Behav.*, 2003, vol. 35, no. 1, p. 30-65.
- [52] RATTI, C.: Space syntax: Some inconsistencies. *Environ. Plan. B Plan. Des.*, 2004, vol. 31, no. 4, p. 487-499.
- [53] PENN, A.-TURNER, A.: Space syntax based agent simulation. *Pedestr. Evacuation Dyn.*, 2001, no. June, p. 99-114.
- [54] SCHADSCHNEIDER, A.-KLINGSCH, W.-KLÜPFEL, H.-KRETZ, T.-ROGSCH, C.-SEYFRIED, A.: Evacuation Dynamics: Empirical Results, Modeling and Applications. *Extreme Environmental Events*, 2011.
- [55] KASERKA, S.-KASORO, N.-KYAMAKYA, K.-DOUNGMO GOUFO, E. F.-CHOKKI, A. P.-YENGO, M. V.: Agent-Based Modelling and Simulation for evacuation of people from a building in case of fire. *Procedia Computer Science*, 2018.
- [56] TRIVEDI, A.-RAO, S.: Agent-Based Modeling of Emergency Evacuations Considering Human Panic Behavior. *IEEE Trans. Comput. Soc. Syst.*, 2018.
- [57] YANG, X. X.-DONG, H. R.-YAO, X. M.-BIN SUN, X.: Pedestrian evacuation at the subway station under fire. *Chinese Phys. B*, 2016.
- [58] RONCHI, E.-URIZ, F. N.-CRIEL, X.-REILLY, P.: Modelling large-scale evacuation of music festivals. *Case Stud. Fire Saf.*, 2016.
- [59] THUNDERHEAD ENGINEERING CONSULTANTS: Agent Based Evacuation Simulation. 2019. [Online]. Dostupné na: <https://www.thunderheadeng.com/pathfinder/>.
- [60] THUNDERHEAD ENGINEERING: Pathfinder User Manual. 2020. [Online]. Dostupné na: <https://support.thunderheadeng.com/docs/pathfinder/2020-2/user-manual/>.
- [61] THUNDERHEAD ENGINEERING CONSULTANTS: Contour Plots for Advanced Visualization in Pathfinder. 2019. [Online]. Dostupné na: <https://www.thunderheadeng.com/2015/05/contour-plots-for-advanced-visualization/>.
- [62] SNOPOKOVÁ, D.: Application of Space Syntax Theory in Agent-based Evacuation Modelling. 14th International Conference on Spatial Information Theory, Regensburg, Germany, 2019.
- [63] LI, R.-KLIPPEL, A.: Wayfinding Behaviors in Complex Buildings: The Impact of Environmental Legibility and Familiarity. *Environ. Behav.*, 2016.
- [64] SNOPOKOVÁ, D. et al.: The Influence of Building Spatial Configuration on the Retracing Evacuation Strategy: A Virtual Reality game-based experiment. *Spat. Cogn. Comput.*
- [65] MCELHINNEY, S.: Isovist_2.2: a basic user guide, v1.4. 2018. [Online]. Dostupné na: https://isovists.org/user_guide/.
- [66] UGWITZ, P.-JURÍK, V.-ŠAŠINKA, Č.-ŠAŠINKOVÁ, A.-STACHOŇ, Z.: Toggle Toolkit: Experimental Design Creation in Unity.
- [67] TROFFA, R.-NENCI, A. M.: Escape: Wayfinding strategies and emergency. *Cogn. Process.*, 2009.
- [68] HÖLSCHER, C.-BRÖSAMLE, M.: Capturing Indoor Wayfinding Strategies And Differences In Spatial Knowledge With Space Syntax. 6th Int. Sp. Syntax Symp., 2007.

Do redakce došlo: 3. 6. 2020

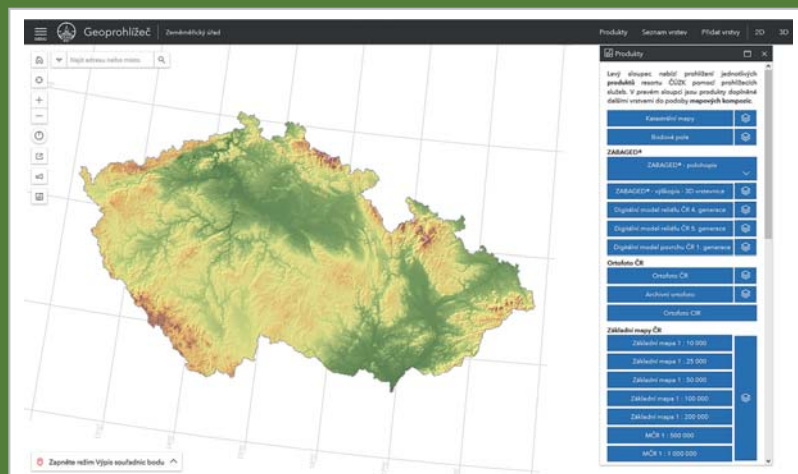
Lektoroval:

Ing. Karel Jedlička, Ph.D.,

Fakulta aplikovaných věd, ZČU v Plzni

NOVÉ APLIKACE

• GEOPROHLÍZEČ
• ARCHIV
• ANALÝZY VÝŠKOPISU



- jednoduchý způsob ovládání,
- přizpůsobení obsahu pro různá zařízení,
- přepínání mezi 2D a 3D scénou,
- přímý nákup digitálních produktů.

<https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec>
<https://ags.cuzk.cz/archiv>
<https://ags.cuzk.cz/av>


ZEMĚMĚŘICKÝ ÚŘAD

Pod sídlíštěm 1800/9, 182 11 Praha 8

<https://geoportal.cuzk.cz>

Ručné mobilné laserové skenovanie a technológia SLAM v lesnom prostredí – posúdenie polohovej presnosti objektov a využiteľnosti technológie

Ing. Juliána Chudá,
Katedra plánovania lesných
zdrojov a informatiky,
Lesnícka fakulta,
Technická univerzita vo Zvolene

Abstrakt

Vyhodnotenie polohovej presnosti objektov odvodených z mračna bodov, získaného ručným laserovým skenerom, využívajúcim technológiu simultánneho určenia polohy a mapovania. Posudzuje sa polohová presnosť mračna bodov po transformácii z lokálneho do bežne používaného súradnicového systému a tiež využiteľnosť a potenciál technológie a zariadenia pre riešenie úloh v nadväznosti na lesné prostredie.

Handheld Mobile Laser Scanning and SLAM Technology in Forest Environment – Assessment of Positional Accuracy and Usability of Technology

Abstract

The positional accuracy of the object, acquired from point cloud obtained as a product of the handheld mobile laser scanner (HMLS) working with simultaneous localization and mapping technology, was evaluated. The accuracy after transformation from the local coordinate system to the coordinate system, which is commonly used, was assessed, as well as the potential of using technology and HMLS for tasks, concerned with the forest environment.

Keywords: Simultaneous Localization and Mapping (SLAM), Handheld Mobile Laser Scanner (HMLS), Inertial Measurement Unit (IMU), Global Navigation Satellite Systems (GNSS)

1. Úvod

V obhospodarovaní prírodných zdrojov je vykonávaných mnoho činností závislých na presnej lokalizácii. Na určovanie polohy sú v dnešnej dobe najviac využívané globálne navigačné satelitné systémy (GNSS). Avšak využiteľnosť a tiež presnosť meraní spomínanou technológiou je závislá na mnohých faktoroch (počet dostupných družíc, vlastnosti prostredia a pod.). Vhodnou alternatívou, ktorá je čiastočne schopná eliminovať nepriaznivý vplyv faktorov lesného prostredia, je špecifický typ mobilného laserového skenovania, na báze nesených skenovacích zariadení: technológia simultánneho určenia polohy a mapovania.

2. Problematika a alternatívne metódy zberu údajov v lesnom prostredí

Tradičné lesnícke techniky, založené na manuálnom zbere ľahko merateľných charakteristík (obvod kmeňa, výška) spolu s časovo, logisticky a finančne náročným zberom vzoriek (často deštruktívnymi metódami), môžu byť efektívne nahradené detailnejšími a presnejšími meraniami. Alternatívou k spomínanému prístupu je laserové skenovanie. Laserové skenovanie ponúka trojdimenzionálne výstupy záujmového územia, ktoré sú kľúčom k redukcii chýb (napríklad spresnenie odhadov hrúbky kmeňov v rôznej výške, výška nasadenia koruny, odhad prírastku, biomasy a pod.) [1]. Pozemné laserové skenovanie je, aj napriek svojim benefítom, v lesnom prostredí pomerne komplikované z toho dôvodu, že morfológicky bohato štruktúrované prostredie nie je možné vierohodne zaznamenať len z jedného stanoviska. Pre zaznamenanie jednej lokality

je vyžadované opakované skenovanie a následné kancelárske spracovanie, ktoré je náročné na čas, výpočtovú kapacitu a vyžaduje si určitý stupeň vedomostí a zručností.

V lesníckej praxi je hojne využívaným spôsobom zberu údajov letecká fotogrametria v kombinácii s leteckým laserovým skenovaním. Je nástrojom pre tvorbu mapového diela vo forme ortofotomáp a súčasne je možné interpretáciou materiálu odvodiť rôzne vlastnosti porastov. Ich detail je však viazaný na kvalitu a vlastnosti snímkového materiálu. Limitujúcim faktorom je v tomto prípade vysoká cena celkového procesu zberu a spracovania údajov, náročnosť na čas a vedomosti a tiež fakt, že presnosť výsledkov (vzhľadom na presnosť určenia polohy objektov pod clonou lesného porastu) je silne ovplyvňovaná nie len rozlíšením snímkového materiálu, ale aj presnosťou použitých vlícovacích bodov, ktoré sú získavané technológiou GNSS.

Prostredie lesných porastov je veľmi špecifické a často sa stretávame s problémom výrazného zhoršenia kvality prijatého signálu GNSS, jeho sily, nevyhovujúcou geometriou postavenia satelitov prípadne celkovou nedostupnosťou signálu. Toto všetko je spôsobené špecifickosťou, ktorá vyplýva z rozmanitej morfologickej variability vegetačného krytu lesných porastov a premenlivých terénnych podmienok [2]. Je však vhodné upozorniť, že s podobnými problémami sa stretávame taktiež v zastavaných aglomeráciách avšak v menšom rozsahu.

V oblasti výskumu lesných ekosystémov je čoraz viac využívaná technológia pozemného laserového skenovania, pričom sa súčasne vyvíjajú nové aplikácie, ktorých cieľom je rozšíriť rozsah meraní v špecifických podmienkach [2]. Za krok v pred je považované pozemné laserové skenovanie s použitím nesených zariadení.

2.1 Ručné mobilné laserové skenery

Ručné laserové skenovacie systémy sú navrhnuté na dokumentovanie a meranie rozmerných statických objektov, ktoré sa v súčasnosti uplatňuje v mnohých oblastiach, ako je ochrana kultúrnych pamiatok, letecký a kozmický priemysel, výroba automobilov a pod. Technológie založené na princípe optického snímania sú známe najmä výhodami, ako je vysoká presnosť, rýchlosť, vysoká účinnosť a bezkontaktnosť [3].

Ručné mobilné laserové skenery (z angl. Handheld Mobile Laser Scanner – HMLS) v reálnom čase získavajú údaje o porastoch v podobe mračien bodov. Súčasťou zariadenia je inerciálna meracia jednotka (z angl. Inertial Measurement Unit – IMU), ktorá umožňuje zaznamenávať trajektóriu pohybu zariadenia za predpokladu absencie príjmu GNSS signálu. IMU obsahuje 3 akcelerometre a 3 gyroskopy. Ich osi vytvárajú ortogonálnu triádu a merajú uhlové zrýchlenia a špecifické sily, ktorým je IMU vystavená. Súčasťou jednotky je prijímač, ktorý definuje východiskovú polohu a orientáciu zariadenia [1]. Obr. 1 zachytáva HMLS a zber údajov o lesnom poraste v praxi.

2.2 SLAM – Simultánne určenia polohy a mapovanie

Simultánne určenia polohy a mapovanie spočíva v súbežnej konštrukcii modelu prostredia a odhadu polohy robota/zariadenia v snímanom prostredí. Technológia zaznamenala v uplynulých 30 rokoch ohromujúci pokrok. To umožnilo rozsiahle aplikácie v mnohých odvetviach (napríklad stabilné využívanie tejto technológie v priemysle) [4].

Systém spája dve súčasne prebiehajúce technológie zberu údajov. Odhad pozície zariadenia senzormi na ňom umiestnenými a konštrukciu modelu prostredia, ktoré senzory zachytávajú. V jednoduchých prípadoch je pohyb zariadenia opísaný jeho polohou a orientáciou, avšak do výpočtov môžu byť zahrnuté aj iné veličiny, napríklad rýchlosť pohybu zariadenia, skreslenie snímača a rôzne kalibračné parametre. Model prostredia je reprezentáciou aspektov záujmu, ktoré sú prvkami opisujúcimi zaznamenávané prostredie [5]. Technológia SLAM nutne nevyžaduje známe orientačné body, ak je možné lokalizáciu vykonať spoľahlivo. Popularita technológie narastá s vývojom vnútorných aplikácií mobilnej robotiky. SLAM tiež poskytuje príťažlivé alternatívne vytváranie máp, v rôznych odvetviach za konkrétnym účelom [6].

3. Posúdenie presnosti určenia polohy objektov

Cieľom experimentu so zariadením využívajúcim technológiu SLAM je preskúmať alternatívnu metódu zberu polohových informácií o objektoch pod clonou lesného porastu, zistiť, či presnosť bude vyhovujúca aj za predpokladu absencie signálu GNSS v skúmanej lokalite, a tiež či môže byť technológia GNSS len prostriedkom na prevod zozbieraných údajov z lokálneho súradnicového systému do iného, bežne používaného, tak, ako v ďalej popisovanom experimente.

3.1 Príprava experimentu a zber údajov

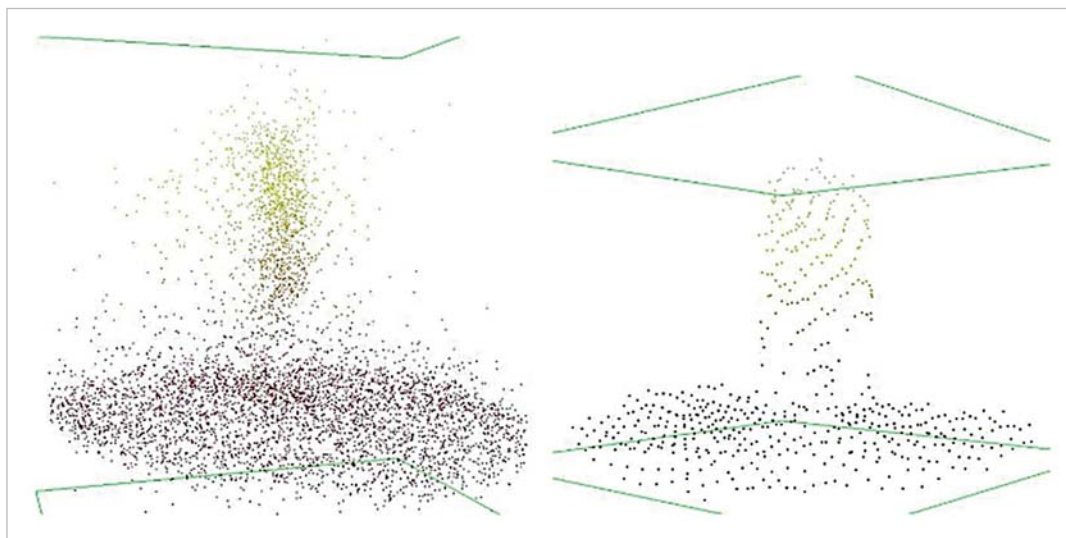
Dôležitým parametrom pre výber výskumnej plochy bola existencia voľných plôch bez súvislého zápoja korún stro-



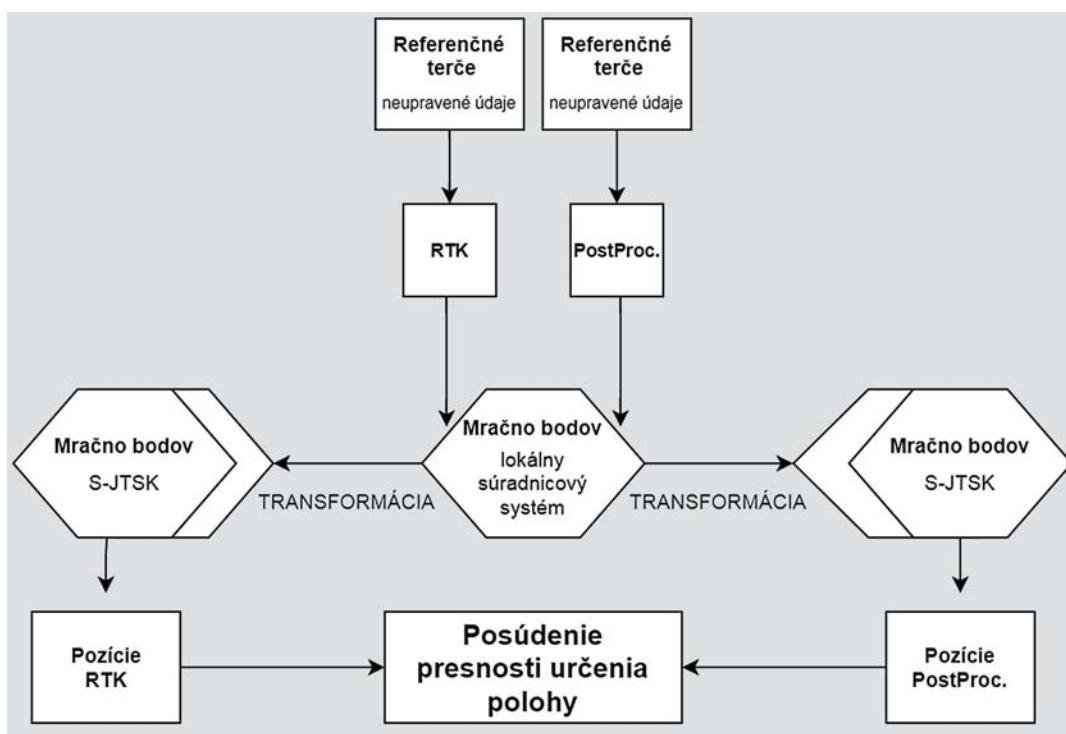
Obr. 1 Zber údajov ručným laserovým skenerom využívajúcim SLAM

mov v jej blízkosti, kvôli zhutneniu referenčného bodového poľa. Výskumná plocha je zriadená na území Vysokoškolského lesníckeho podniku Technickej univerzity vo Zvolene, kde sa nachádza porast s miernymi sklonovými podmienkami vo veku 115 rokov, vekovo a štruktúrne vyrovnaný s dominantným zastupením (93%) dreviny Dub zimný (*Quercus petraea* Mill.), priemernou výškou 26 m a priemernou hrúbkou kmeňov 35 cm vo výške 1,3 m nad terénom. Na kruhovej ploche s polomerom 16 m bolo zmeraných 43 stromov.

Referenčnými údajmi sú pozície osí kmeňov zozbierané elektronickým tachymetrom Topcon 9000 v kombinácii s anténou GNSS Topcon Hiper SR. Pri určovaní pozícií objektov pod clonou porastu bolo potrebné v prvom kroku zhustiť bodové pole na voľnom priestranstve, kvôli eliminácii nepriaznivých vplyvov porastu na kvalitu signálu GNSS. Zhutnenie bodového poľa bolo vykonané 15 minútovým záznamom satelitných observácií, na každom konkrétnom stanovisku a dodatočným spracovaním fázového merania post-procesingom RINEX dátami pre príslušný časový interval. Výsledkom sú signalizované a trvalo stabilizované body – stanoviská pre elektronický tachymeter, v súradnicovom systéme Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S-JTSK) a Baltskom výškovom systéme po vyrovnaní, z ktorých boli polárnou metódou pomocou uhlového odsadenia zmerané pozície osí kmeňov stromov. Aj keď sa pri meraniach v lesných porastoch praktickejšie osvedčil vyššie popísaný postup zhutnenia bodového poľa, zhutnenie bolo tiež vykonané kinematickou metódou merania pozície v reálnom čase, zhodným zariadením. Zaujímala nás prípadná prítomnosť a veľkosť odchýlok pri použití týchto údajov počas ďalšieho spracovania údajov. Boli tiež zmerané pozície referenčných terčov, rozmiestnených po výskumnej ploche, ktoré budú využité pri trans-



Obr. 2 Názorný príklad referenčného terča pred úpravou (vľavo) a po úprave (vpravo) pre potreby automatizovaného odvodenia lokálnych súradníc jeho stredu



Obr. 3 Schematické znázornenie spracovania údajov pri posúdení presnosti určenia polohy objektov

formácii mračna bodov z lokálneho súradnicového systému do S-JTSK.

Skenovanie výskumnej plochy prebehlo podľa expertom navrhutej schémy ručným laserovým skenerom ZEB-REVO. Zariadenie zbiera údaje rýchlosťou 43 000 bodov za sekundu, v dosahu 30 m s presnosťou 1 – 3 cm v závislosti od podmienok prostredia. Zariadenie sa skladá z laserového skenera, ktorý je pripojený k IMU. Algoritmus SLAM kombinuje údaje laserového skenovania s údajmi o pohybe zariadenia, zaznamenaných pomocou IMU, na vytvorenie presných 3D mračien bodov. Výsledným produktom je mračno bodov v lokálnom súradnicovom systéme.

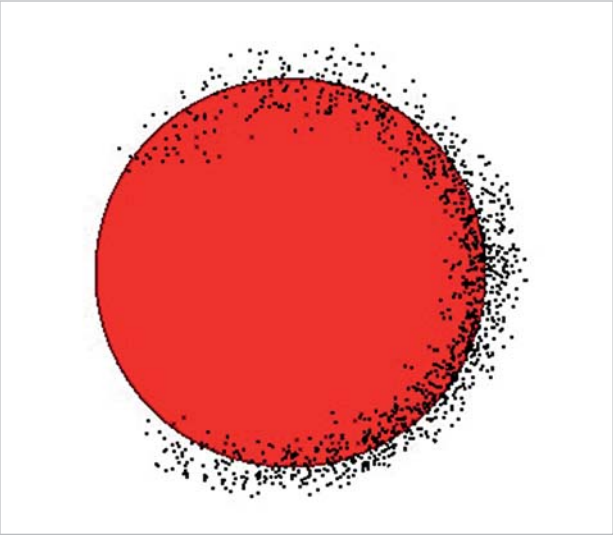
3.2 Spracovanie údajov

Spracovanie údajov začalo odvodením lokálnej pozície referenčných terčov rozmiestnených po výskumnej ploche, nasledovala manuálna filtrácia šumu na parciálnych mračnách obsahujúcich objekty referenčných terčov a následný výpočet pozície stredu terča (obr. 2).

Transformácia bola vykonaná identifikáciou dvojíc tožných bodov nástrojom pre vyrovnanie bodových mračien v programe CloudCompare Zephyrus 2.10.2. Schematické znázornenie postupu spracovania údajov je znázornené na schéme na obr. 3.

Kedže v rámci merania referenčných údajov boli zozbierané informácie o polohe stromov vo výške 1,3 metra, bol vytvorený 10 cm široký výrez mračna bodov v zvolenej výške. Na základe algoritmu pre odvodenie hrúbky stromov boli automatizovane získané údaje o polohe zhľukov bodov, zodpovedajúcich pričnému rezu mračnom bodov v zvolenej výške. Údaj o hrúbke stromu je počítaný na podklade kružnice, najlepšie popisujúcej zhľuk bodov v príslušnom reze. Jej stred zodpovedá pozícií stromu (obr. 4). Zhľuky, v ktorých počet bodov nedosiahne minimálny limit a vzájomnú vzdialenosť bodov medzi sebou, sú z výstupného mračna bodov odstránené. Bolo odvodených 48 zhľukov reprezentujúcich stromy.

Nakoľko sa na výskumnej ploche nachádza kvalitný pomerne homogénny, vekovo a hrúbkovo málo diferencovaný porast, nie je príčinou vyššieho počtu odvodených zhľukov bodov prítomnosť rušivých elementov (podrast, druhá etáž výrazne nižšieho veku, nízko nasadené konáre stromov, olistenie). Príčinou je dosah snímača zariadenia, ktorý zaznamenal objekty (stromy) aj mimo výskumnej plochy aj napriek ich relatívne širokým rozstupom a veľkej vzdialenosti od trajektórie a výrobcom deklarovaným tvrdením, že prostredie má vplyv na dosah zariadenia (7 identifikovaných stromov, nezahrnutých vo výpočtoch, pretože sa sústredíme na objekty na výskumnej ploche, nie mimo nej).



Obr. 4 Ukážka zhľuku bodov reprezentujúcich kmeň stromu v pričnom reze

3.3 Vyhodnotenie výsledkov a posúdenie polohovej presnosti

Aj napriek vyššiemu počtu odvodených zhľukov bodov reprezentujúcich stromy (48 zhľukov) sa podarilo stotožniť s referenčnými údajmi 38 stromov (tab. 1). Dôvodom výpadku objektov je fakt, že konkrétny strom nebol zaznamenaný v dostatočnom rozsahu (z viacerých uhlov). To znamená, že počet bodov na povrchu kmeňa nebol dostačujúci na vytvorenie zhľuku. Z referenčnej vzorky 43 stromov bolo identifikovaných 38 stromov, ktoré boli používané do výpočtov.

Pri hodnotení polohovej presnosti údajov porovnávame navzájom usporiadané dvojice údajov, referenčné a odvodené hodnoty. Výpočet sa opiera o metodiku kvantitatívnej validácie [7]. Najväčší podiel zložky chyby (RMS) odvodenia polohy objektov bol zaznamenaný v smere osi Y, keď boli pri georeferencovaní použité údaje zozbierané metódou RTK (zber údajov v reálnom čase), kedy hodnota ukazovateľa systematickej zložky chyby nadobudla hodnotu 26,1 cm (tab. 2).

Hodnoty ostatných premenných sa pohybovali v intervale do 15 cm čo je považované za dobrý výsledok vzhľadom na podmienky. Spomínaná hodnota tiež vykazuje najväčší podiel systematickej zložky chyby reprezentovanej aritmetickým priemerom (tab. 3 - eYr: aritmetický priemer = -0,214; smerodajná odchýlka = 0,151).

Tab. 1 Počet poloautomatizovane odvodených stromov podľa zdrojov údajov pre transformáciu mračna bodov (celkový počet referenčných stromov je 43)

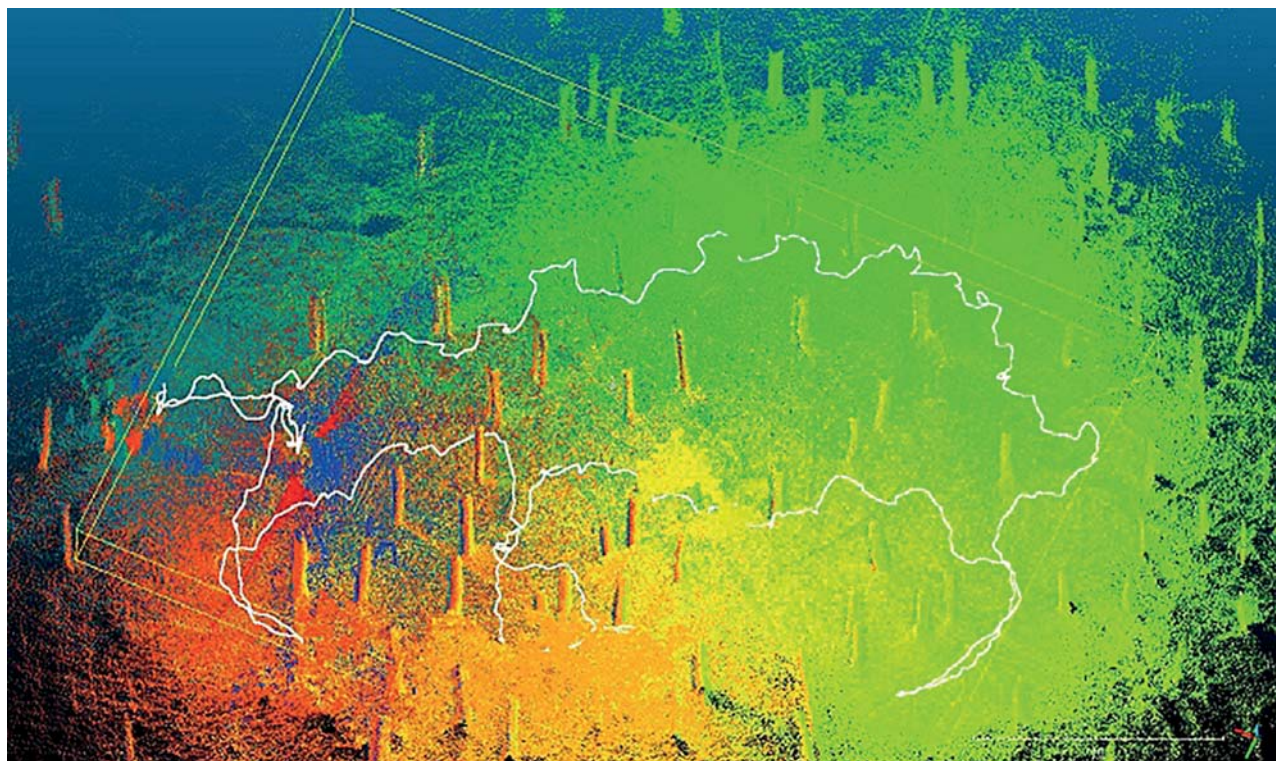
Zdroje údajov pre transformáciu	
RTK	PP
38 (zo 43)	38 (zo 43)

Tab. 2 Porovnanie strednej kvadratickej chyby diferencií (e) hodnôt v smere jednotlivých osí získané porovnaním postprocesingových (p) a RTK (r) údajov s referenčnými

[m]	eXp	eYp	eZp
RMS (PP)	0,125	0,152	0,104
RMS (RTK)	0,132	0,261	0,095

Tab. 3 Porovnanie štatistických charakteristík diferencií (vypočítaných ako rozdiel referenčných a odvodených pozícií v smere jednotlivých osí) pre stromy odvodené z mračna bodov, transformovaného pomocou údajov z PP a RTK a referenčných pozícií stromov

[m]	PP			RTK		
	eXp	eYp	eZp	eXr	eYr	eZr
minimum	-0,176	-0,235	-0,193	-0,159	-0,471	-0,189
maximum	0,198	0,226	0,126	0,217	-0,004	0,045
priemer	0,028	0,022	-0,079	0,052	-0,214	-0,08
smerodajná odchýlka	0,123	0,152	0,066	0,123	0,151	0,054



Obr. 5 Trajektória pohybu zariadenia ZEB REVO

Aj keď operátor pri zbere údajov postupoval podľa pokynov výrobcu, uzavrel pohyb po výskumnej ploche slučkou na mieste štartu snímania, meranie neprebiehalo kontinuálne (obr. 5), to znamená, že v určitých lokalitách, podľa subjektívneho posúdenia vizualizácie zosnímaného prostredia sústredil zariadenie na zaznamenanie mračna vysokej hustoty.

Tento spôsob zberu údajov je postačujúci pri snímaní objektov statických, rovnorodých, v uzavretom jasne definovanom priestore (napr. budovy, výrobné haly, technické objekty, pamiatka a podobne) keďže SLAM zariadenia zo svojej technologickej podstaty prepočítavajú svoju polohu vzhľadom na zaznamenané objekty. Nakoľko je však našim cieľom zisťovanie údajov o lese, je nutné prispôbiť zber údajov prostrediu a tým zvýšiť polohovú presnosť objektov.

4. Záver

V príspevku chceme poukázať na fakt, že implementáciou nových technológií zberu a spracovania údajov dosiahneme značný progres nie len vo výskumnej činnosti, ale aj v praktickej sfére, kde je v dnešnej dobe intenzívne vyžadovaný. Práce viacerých autorov venujúce sa využívaniu ručných laserových skenerov v lesnom prostredí poukazujú na potenciál využívania technológie v lesníckej praxi [8], [9]. Za najvýraznejší progres v spomínanej problematike je považovaná možnosť jednoduchého, opakovateľného, kontrolovaného zberu údajov pomocou nových nástrojov, ktorých výstupy sú relevantné pre výskum a prax v mnohých oblastiach ekológie a iných environmentálnych vied, lesníctvo nevynímajúc [2], [10]. Zastávame názor, že vhodnou manipuláciou pri zbere údajov, sa pri

vhodnom následnom spracovaní dá presnosť určenia zvýšiť a posunúť rádozo z decimetrov, na centimetrové až milimetrové hodnoty. Kľúčom však je precízny a premyslený systém zberu údajov.

Ručné laserové skenery využívajúce technológiu SLAM svojou koncepciou umožňujú užívateľom rýchly zber údajov, využiteľných v rôznych odvetviach výskumu. Výskumy podporujú predpoklad, že je v silách malého kolektívu pracovníkov údaje efektívne zhromažďovať, spracovávať a vyvíjať aplikácie. Z výskumu vyplýva, že aj pri použití relatívne jednoduchšieho modelu zariadenia (ZEB REVO) je možné získať veľmi kvalitné údaje.

V práci sa nám pri transformácii mračna bodov údajmi z postprocesingu podarilo dosiahnuť priemernú výšku diferencií súradníc pod päť centimetrov v smeroch osí X a Y so smerodajnou odchýlkou dosahujúcou hodnoty 0,123 m pre os X a 0,152 m pre os Y (tab. 3).

Prieskumy odhadujú, že zber údajov ručným laserovým skenerom je približne 12-krát rýchlejší ako je pri použití pozemného laserového skenovania (z angl. Terrestrial Laser Scanning – TLS). Tiež preukazujú, že zariadenia sú približne 40-krát rýchlejšie ako TLS pri prieskume zložitej topografie. V tej istej štúdii sa tiež dospelo k záveru, že aj pri obmedzení hustoty a presnosti údajov uvedených v systéme ZEB REVO by jeho užitočnosť v náročných prostrediach z neho robila vysoko praktické riešenie [9]. Ručný laserový skener je schopný zosnímať oveľa väčšiu oblasť za hodinu prieskumu ako TLS zariadenie alebo ako je schopný zaznamenať pracovník bežne používanými technológiami. Je tu znateľná perspektíva skrátenia času na zber údajov, nižšia náročnosť na ľudskú prácu a predpoklad efektívneho zberu údajov s vysokým potenciálom využitia a spracovania (napríklad na určovanie zásoby porastov, výpočet porastových veličín, evidencia, inventarizácia, prípadne dokumentácia a archivácia údajov do budúcnosti).

Podakovanie:

Za finančnú podporu ďakujeme Internej projektovej agentúre TUZVO (č. projektu 12/2019).

LITERATÚRA:

- [1] DASSOT, M.-CONSTANT, T.-FOURNIER, M.: The use of terrestrial LiDAR technology in forest science. Application fields, benefits and challenges. In: *Annals of Forest Science*. 2011, vol. 68, no. 5, p. 959–974. ISSN 1297-966X.
- [2] TUČEK, J.-KARDOŠ, M.-TOMAŠTÍK, J.: Prvé skúsenosti s použitím neseného inerciálneho navigačného systému v lesnom prostredí. *Správy lesníckeho výskumu*. 2016, 61 (3), s. 203–212.
- [3] WANG, X.-XIE, Z.-WANG, K.-ZHOU, L.: Research on a Handheld 3D Laser Scanning System for Measuring Large-Sized Objects. In: *Sensors*. 2018, vol. 18, no. 10, 3567 pp.
- [4] CHEN, Y.-TANG, J.-JIANG, C.-ZHU, L.-LEHTOMÄKI, M.-KAARTINEN, H.-KAJALA-LUOTO, R.-WANG, Y.-HYYPÄ, J.-HYYPÄ, H.-ZHOU, H.-PEI, L.-CHEN, R.: The accuracy comparison of three simultaneous localization and mapping (SLAM) - based indoor mapping technologies. In: *Sensors*. 2018, vol. 18, 3228 pp.
- [5] CADENA, C.-CARLONE, L.-CARRILLO, H.-LATIF, Y.-SCARAMUZZA, D.-NEIRA, J.-REID, I.-LEONARD, J.: Past, present, and future of simultaneous localization and mapping: Toward the robust-perception age. In: *IEEE Transactions on Robotics*. 2016, vol. 32, no. 6, p. 1309–1332.
- [6] YADAV, M.-SINGH, A. K.-LOHANI, B.: Computation of road geometry parameters using mobile LiDAR system. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 2018, vol. 10, p. 18–23.
- [7] YANG, Y.-MONSERUD, R. A.-HUANG, S.: An evaluation of diagnostic tests and their roles in validating forest biometric models. In: *Canadian Journal of Forest Research*, 2004, vol. 34, no. 3, p. 619–629, ISSN 2352-9385.
- [8] QUINTON, J. N.-JAMES, M. R.: Ultra-rapid topographic surveying for complex environments: The hand-held mobile laser scanner (HMLS). *Earth Surf. Process. Landf.* 2013, 39, p. 138–142.
- [9] RYDING, J.-WILLIAMS, E.-SMITH, M. J.-EICHORN, M. P.: Assessing Handheld Mobile Laser Scanners for Forest Surveys. *Remote Sens.* 2015, 7, p. 1095–1111.
- [10] WATT, P. J.-DONOGHUE, D. N. M.: Measuring forest structure with terrestrial laser scanning. In: *International Journal of Remote Sensing*. 2005, vol. 26, no. 7, p. 1437–1446.

Do redakcie došlo: 19. 1. 2020

Lektoroval:
Ing. Michal Volkmann,
Výzkumný ústav geodetický,
topografický a kartografický, v. v. i.



Z MEZINÁRODNÝCH STYKŮ

INSPIRE konferencie Dubrovnik 2020

Ve dňoch 11. až 14. 5. 2020 sa měl v Dubrovniku uskutočniť ďalší ročník evropskej INSPIRE konferencie. Bohužel pandémie ochorenia covid-19 ovplyvnila i túto udalosť. Nicméně ti, ktorí sa chceli dozvedieť o aktuálnych trendoch a stratégiách v oblasti INSPIRE, neprišli zkrátka. Konferencie bola ve zkrátené podobe presunutá do virtuálneho prostredia a konala sa na začiatku júna.

Akce probíhala 8 dní a celkem zaznělo 31 workshopů, které vyslechlo 1 230 účastníků z 28 zemí. Více než polovina účastníků byli, podle očekávání, zástupci úřadů státní správy a samosprávy. Mezi hlavními tématy, která zazněla, lze

jmenovat problematiku dat s vysokou hodnotou (HVD), využití (INSPIRE) dat, „chytrá města“, validaci a testování, monitoring a mnoho dalších.

Z pohledu implementace INSPIRE a plnění legislativních požadavků byl zřejmě nejdůležitější workshop věnující se evropskému INSPIRE geoportálu a výsledkům monitoringu z roku 2019. Tento rok proběhl monitoring poprvé plně automaticky. Celkem bylo zkontrolováno více jak 260 000 metadatových záznamů, ale pouze necelých 40 % z nich odpovídalo požadavkům kladeným INSPIRE legislativou. Pro budoucí rychlejší zpracování výsledků a zamezení výpadků systému je na straně INSPIRE geoportálu plánováno posílení infrastruktury.

V rámci workshopu s názvem Supporting the democratization of data usage byl zveřejněn zajímavý průzkum o využití dat, provedený v rámci finského národního geoportálu. Většina z necelého 1 000 respondentů používá geoportál a jím poskytovaná data pro pracovní účely. V těchto případech jsou nejvíce využívány informace z katastru nemovitostí a o lesnictví. Pro nepracovní účely byl geoportál používán především pro plánování sportovních tras.

Část prezentací se věnovala převážně technickým tématům, která se zčásti překrývala s workshopy, které zazněly na INSPIRE Helsinki 2019. Lze jmenovat několik z nich. Harmonizaci a poskytování dat s geometrií pokrytí (coverage data) se tradičně věnoval Jordi Escrivá (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya) a Peter Baumann, který je editorem OGC standardu pro WCS (Web Coverage Service). Standard OGC API – Features, který je nástupcem WFS služeb, byl spolu s možnostmi alternativního kódování popsán v sekci OGC API – Features, a game changer. Možnostmi publikování WFS služeb pomocí open-source Geoserver a HALE se zabýval Nuno Oliveira z Geosolutions...

Jedním z workshopů s největším počtem účastníků byl INSPIRE Reference Validator: Status & next steps (obr. 1). První část webináře byla věnována především uživatelům. Byla zmíněna stránka INSPIRE Validation community na platformě GitHub, kde je možné najít všechny potřebné informace o budoucím vývoji tohoto nástroje a kde je zároveň možné hlásit chyby nalezené v testech. Zajímavou informací je, že je pro tento důležitý nástroj vyvíjeno zcela nové prostředí, které bude více intuitivní při výběru potřebných testů. Druhá část workshopu na referenční validátor byla cílena na vývojáře a technické pracovníky spravující lokální instance validátoru. Součástí byl také návod na vytvoření lokální instance s použitím Docker image nebo také stručný popis ETF Web API, s jehož použitím je validátor vytvořen.

Ačkoliv současná situace donutila organizátory přesunout toto tradiční setkání do virtuálního prostředí a omezit počet příspěvků, konference přinesla zajímavá zjištění. Například INSPIRE Referenční validátor potvrdil svou roli ústředního nástroje pro implementaci. Z několika bylo z prezentací patrné, že



Obr. 1 Workshop INSPIRE Reference Validator: Status & next steps – ukážka z prezentácie na využití Docker image pro vytvoření vlastní instance validátoru

datové modely INSPIRE nejsou široce rozšířené, pokud jejich využití nenařizuje zákon. Stejně tak použití alternativního kódování (např. Geopackage) není zatím příliš implementováno. Zároveň byla zmíněna potřeba otevřených a transparentních licencí nebo také požadavek na lepší propagaci INSPIRE jako „best practise framework“.

V průběhu konference byly účastníkům rozeslány dotazníky, ve kterých se mohli vyjádřit ke spokojenosti s jejím průběhem. V pátek 12. 6. byla konference zakončena vyhodnocením tohoto průzkumu. Většina respondentů hodnotila konferenci kladně. Jako hlavní benefity online prostředí byly uváděny: snadná účast na několika workshopech „bez nutnosti obětovat celý týden“ a neomezený počet účastníků na jednotlivých prezentacích. Na druhou stranu je pro většinu účastníků setkání tvář v tvář s kolegy z jiných zemí a institucí nedílnou součástí úspěšné INSPIRE konference. Do budoucna je proto plánován takový formát konference, kdy dojde ke spojení virtuálního a „klasického“ modelu.

Všechny workshopy a prezentace jsou dostupné online na stránkách Evropské komise: <http://inspire.ec.europa.eu/conference2020/virtualprog>.

Další INSPIRE konference je opět plánována v Dubrovniku. Původně se měla uskutečnit v květnu příštího roku, ale podle posledních informací uvedených na stránkách konference bylo datum konání přesunuto až na 3. až 12. 9. 2021.

Mgr. Veronika Kúsová,
Zeměměřický úřad

Konferencia – Trianon v dokumentoch

Dňa 4. 6. tohto roku uplynulo 100 rokov od podpísania Trianonskej mierovej zmluvy, ktorá ako jedna z piatich parížskych mierových zmlúv pomohla nastoliť mier v Európe po prvej svetovej vojne. Zároveň určila hranice Maďarska, čím stanovila aj priebeh československo-maďarskej hraničnej čiary ako základ dnešnej slovensko-maďarskej štátnej hranice. Vzhľadom na význam a charakter tohto výročia pripravili pracoviská archívov, správy štátnych hraníc Ministerstva vnútra Slovenskej republiky (MV SR) v spolupráci s Historickým ústavom Slovenskej akadémie vied vedeckú konferenciu, ktorá sa konala v dňoch 9. a 10. 9. 2020 v priestoroch Univerzitnej knižnice v Bratislave.

Podpisom Trianonskej mierovej zmluvy (obr. 1) sa zavŕšil dvojročný proces vyčleňovania Slovenska z Uhorského kráľovstva. Vnímanie obsahu tejto zmluvy je však z pohľadu Slovákov a Maďarov rozdielny. Slováci zavŕšili podpisom zmluvy svoje aktivity o národné sebaurčenie a naopak, Maďari prišli o rozsiahle územia bývalého Uhorska. Táto skutočnosť aj napriek veľkému časovému odstuhu od podpisu zmluvy ešte stále vyvoláva nacionálne vášne, ale na druhej strane, po uplynutí 100 rokov je už vhodný čas na odborné hodnotenie tohto aktu a jeho dôsledkov odborníkmi – historikmi.

Samotný podpis zmluvy trval niekoľko minút, ale uvedenie do praxe trvalo niekoľko rokov. Riaditeľ odboru správy štátnych hraníc MV SR Peter Šlahor



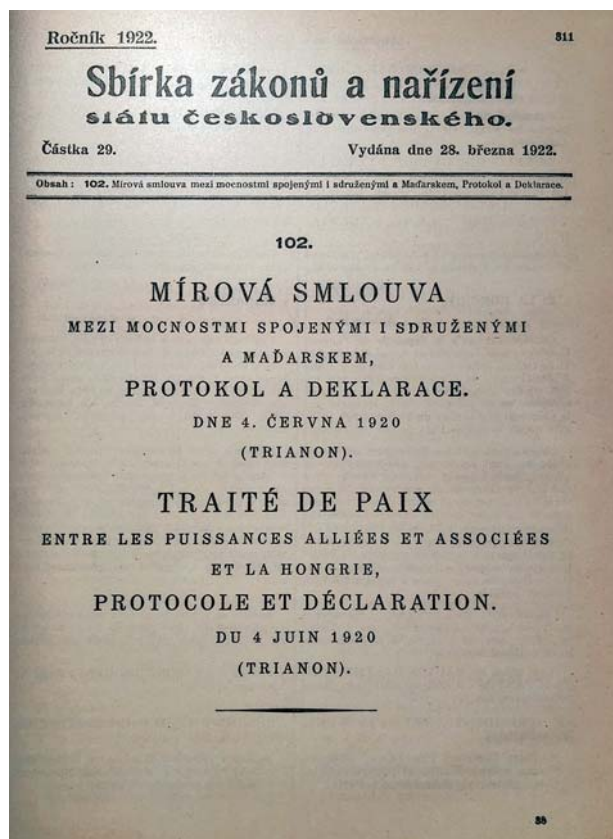
Obr. 1 Grand Trianon – miesto podpisu mierovej zmluvy vo Versailles

(obr. 2) priblížil účastníkom konferencie samotný výkon rozhraničenia československo – maďarskej štátnej hranice. Vykonala ho rozhraničovací komisár v rokoch 1921–1926 v intenciách generálneho určenia podľa Trianonskej zmluvy, zakresleného do mapy malej mierky. V komisii boli zastúpené víťazné mocnosti, zástupca Československa a zástupca Maďarska, ale aj technickí experti ako geodeti, topografi a kartografi. Tí vykonali v priebehu 4–4,5 roka samotné vytýčenie a vyznačenie štátnej hranice v teréne o celkovej dĺžke 832 km. Prednásajúci vyslovil veľký rešpekt práci vtedajších geodetov, ktorí nám zanechali veľmi precízne a prehľadne vyhotovené hraničné dokumentárne dielo, ktoré podrobne a jednoznačne znázorňuje a popisuje priebeh hraničnej čiary.

Trianon bol viac ako len podpísanie mierovej zmluvy (obr. 3). Vytýčenie novej hranice medzi dvoma štátmi malo obrovský dopad na národnostné zmie-



Obr. 2 Ing. Peter Šlahor – riaditeľ odboru správy štátnych hraníc MV SR



Obr. 3 Trianonská mierová zmluva publikovaná v Zbierke zákonov a nariadení

šané obyvateľstvo žijúce na území dnešného južného Slovenska. Nová štátna hranica rozdelila chotáre, mosty, mestá a tým hlboko zasiahla do života obyvateľov. Mnohí roľníci mali „zo dňa na deň“ svoje polia na druhej strane štátnej hranice. Ďalší vykonávali v pohraničí svoje povolanie alebo pracovali u tamjších zamestnávateľov a viacerých hranica odrezala od príbuzných. Problémom malého pohraničného styku na maďarsko-slovenskej hranici sa venoval Milan Belej zo Štátneho archívu v Nitre. V rokoch 1918–1922 nebol malý pohraničný styk riadený žiadnou bilaterálnou dohodou, ale obyvatelia mohli prekročiť hranicu s priepustkou vydávanou na základe dohôd miestnych úradov. Až v roku 1922 bola pripravená československo-maďarská obchodná zmluva, ktorá upravovala malý pohraničný styk. Nebola síce nikdy schválená, ale bola rešpektovaná a obidva štáty sa ňou riadili. Vybavenie povolenia však bolo časovo náročné a častokrát roľníci prišli aj o úrodu na opačnej strane štátnej hranice, ktorú nestihli kvôli byrokratickému prístupu zozbierať. Až po roku 1927 sa pravidlá malého pohraničného styku ustálili a už prebiehal v liberálnejších podmienkach ako v predošlom období.

O dopade trianonskej zmluvy na mesto Lučenec a novohradskú oblasť hovorila Kristína Becaniová zo Štátneho archívu v Banskej Bystrici, pracovisko Archív Lučenec. Myšlienka československej štátnosti sa v Novohrade presadzovala ťažko. Maďari by túto oblasť boli radi pripojili k Maďarsku, preto tam Maďarská národná rada vyslala vojsko. Územie Slovenska v novembri 1918 obsadilo aj československé vojsko, preto sa v meste Lučenec a aj v novohradskej župe odohralo viacero vojenských stretov. Až v lete 1919, po páde Maďarskej republiky rád, sa štátna hranica v tejto oblasti ustálila na rieke Ipel'. Vymedzením hranice v lokalite Salgótarján (južne od Filakova), kde rozhraničovací komisia nevedela dospieť k dohode, sa však musela zaoberať aj Spoločnosť národov. Vznik československo-maďarskej hranice mal dopad aj na kultúrne dedičstvo. O osude umeleckých pamiatok, obrazov, sôch, oltárov, zvonov, pomníkov hovoril Tomáš Kowalski z Pamiatkového úradu SR. Napriek tomu, že hneď po vzniku Československej republiky (ČSR) bol prijatý zákon na ochranu hmotných súčastí kultúrneho dedičstva a zákaz ich vývozu mimo územia ČSR, veľa prívržencov maďarskej vlády utiekalo z ČSR do Maďarska a so sebou odvážali veľa umeleckých pamiatok a zbierok z múzeí. Až s odstupom mnohých rokov sa kultúrne pamiatky vrátili na svoje miesta.

Hranica medzi ČSR a Maďarskom sa významne zmenila v roku 1938 ako následok podpisu Mníchovskej dohody. Prvou viedenskou arbitrážou donútilo Nemecko a Taliansko Československo vzdať sa značnej časti južného Slovenska (cca ¼ územia) a juhozápadnej časti Podkarpatskej Rusi v prospech Maďarska. Koniec 2. svetovej vojny v Európe priniesol obnovenie ČSR a obnovenie štátnych hraníc v intenciách predmníchovských hraníc. Výnimkou však bola strata Podkarpatskej Rusi v prospech Sovietskeho zväzu a získanie obcí Jarovce, Rusovce a Čunovo od Maďarska. V súvislosti s povojnovou obnovou československo-maďarskej hranice boli navrhnuté a Zmluvou medzi ČSR a Maďarskou ľudovou republikou o úprave režimu na štátnych hraniciach v roku 1956 potvrdené „drobnejšie poruchy československo-maďarských štátnych hraníc“, ktoré boli územne navzájom vykompenzované. Po 1. 1. 1993 Slovenská republika prevzala po zaniknutej Českej a Slovenskej federatívnej republike všetky záväzky, pokiaľ sa týkali územia Slovenska. Tým boli určené a v podstate aj vyznačené ostatné štátne hranice Slovenska. Tento stav sa v teréne potvrdil ešte v roku 1993 rýchlym premlávaním iniciálok „CS“ na „S“ na exponovaných hraničných znakoch.

V roku 2016 bola podpísaná nová Zmluva medzi Slovenskou republikou a Maďarskom o štátnej hranici a 1. 3. 2019 vstúpila do platnosti. Pre Slovensko je dôležité, že nová zmluva sa odvoláva na Trianonskú zmluvu, ktorá nebola spomenutá v žiadnej z predchádzajúcich dohôd o hranici. Okrem zmien hranice na rieke Ipel', či z dôvodu výstavby kanalizácie obcou Somoskőújfalu pri Šiatorskej Bukovinke vytvorila nová zmluva podmienky na vyhotovenie nového hraničného dokumentárneho diela, zmenila pohyblivý charakter hraničnej čiary na vodách na nepohyblivú a stanovila nové zásady správy štátnych hraníc.

Slovensko-maďarská hranica má za sebou storočnú, neľahkú históriu. Konferencia bola dôstojným príspevkom k pripomenutiu si významnej udalosti ako je podpis Trianonskej mierovej zmluvy. Organizátori majú v pláne dodatočne vydať zborník prednášok, čo bude veľmi cenná publikácia zahrnujúca

rôzne aspekty pohľadu na dôsledky Trianonskej zmluvy. Nová zmluva z minulého roka, rešpektujúca Trianonskú zmluvu dáva signál o zlepšujúcich sa vzájomných slovensko – maďarských zahraničných vzťahoch.

Ing. Katarína Leitmannová,
ÚGKK SR



SPOLEČENSKO-ODBORNÁ ČINNOST

Setkání místopředsedy redakční rady GaKO Ing. Karla Raděje, CSc. s autorkou výstavy Translokační plány židovských obydlí v 18. století ThDr. Mgr. Šárkou Steinovou

Dne 6. 10. 2020 proběhlo ve výstavním sále Národního archivu v Praze setkání místopředsedy redakční rady GaKO Ing. Karla Raděje, CSc. s autorkou výstavy Translokační plány židovských obydlí v 18. století ThDr. Mgr. Šárkou Steinovou. Při té příležitosti došlo, v rámci komentované prohlídky výstavy, k rozhovoru o výstavě, její přípravě a realizaci. Setkání se zúčastnil také PhDr. Filip Paulus (druhý z autorů výstavy). Výstavu připravil Národní archiv pod záštitou Jana Hamáčka, 1. místopředsedy vlády a ministra vnitra České republiky, jeho excellence Daniela Merona, velvyslance státu Izrael v České republice a České komise pro UNESCO. Probíhala od 10. 9. do 18. 10. 2020 a byla zahájena 9. 9. vernisáží.



K. Raděj (vlevo) s autory výstavy Š. Steinovou a F. Paulusem



Vernisáž výstavy – zleva Mgr. Pavel Baudisc (Národní archiv), J. E. Daniel Meron (Velvyslanec státu Izrael v ČR) a Ing. Jiří Drozda (VÚGTK), foto: Národní archiv

O čem je výstava?

Výstava Národního archivu představuje soubor translokačních plánů židovských obydlí, které byly v roce 2019 prohlášeny za Archivní kulturní památku. Jedná se o soubor neobyčejné hodnoty, který je zcela ojedinělý ve světovém kontextu, a proto je v současné době uvažován naší zemí jako vážný kandidát k zápisu do prestižního, přísně výběrového registru Pamět světa, který vede UNESCO. Registr Pamět světa je postupně a náročně budovaný soubor světově nejvýznamnějších a nejvýzacnějších dokumentů představujících společné dokumentární dědictví lidstva.

Co jsou translokační plány?

Vznik translokačních plánů souvisel s řadou konfliktů minoritní židovské komunity s majoritní křesťanskou společností, vyplývající z hospodářsko-politické situace v českých zemích. Vstřícný postoj prvních habsburských panovníků na českém trůně k židovské komunitě byl motivován především ekonomickými zájmy. Velký vliv na změnu dané situace měl na počátku 18. století císař Karel VI. a jeho dvůr, který vystupoval jako ochránce křesťanské víry. V souvislosti s panovníckými nařízeními byla přijímána zejména během let 1725 až 1727 proti židovská opatření včetně tzv. translokačního reskriptu (2. 8. 1726). Jeho podstata spočívala v souboru nařízení určujících, jakým způsobem bude řešeno soužití židovského obyvatelstva s křesťanským. Základním úkolem bylo zachycení podoby židovského osídlení v rámci dané lokality a nalezení optimálního řešení (např. vystěhování, směna domů, zazdění oken, přemístění hlavního vchodu, zbourání apod.). Původní záměr i jednoduše popsat danou situaci byl v průběhu akce doplněn u řady lokalit o kartografické zobrazení, které v mnoha ohledech překročilo samotný popis. Z toho důvodu se na plánech neobjevují pouze židovské objekty, ale řada dalších stavebních i architektonických prvků (např. církevní objekty, hospodářské budovy i civilní objekty, prvky krajinné kompozice). Plány tak dodnes sehrávají výraznou roli v představě, jak vypadal obraz kulturní krajiny v 18. století a od roku 2018 jsou Archivní kulturní památkou.

Co mohou návštěvníci na výstavě vidět?

Výstava je koncipovaná do několika celků. Především na osmi velkých panelech prezentuje základní informace o translokačních plánech, jejich vzniku, autorech, míře dochování, způsobu zpracování a popisu, co lze všechno na plánech vidět. Druhá část výstavy je umístěná po obvodu výstavního sálu a prezentuje 20 konkrétních českých a moravských lokalit spolu s indikační skicou a současným leteckým snímkem. V rámci třetí části si mohou návštěvníci prohlédnout 14 originálních kartografických dokumentů z Národního archivu, Moravského zemského archivu v Brně, Vlastivědného muzea v Šumperku a Městského muzea v Kojetíně a zároveň kopii vzácné mezzotinty císaře Karla VI., která se dochovala jako jediná na území bývalé habsburské monarchie. V současné době probíhá její složité restaurování.



Výstavní sál

Jak dlouho trvala příprava výstavy?

Realizace výstavy netrvala zase až tak dlouho, protože jí předcházelo vydání dvoujazyčné interdisciplinární monografie „Krajina a urbanismus na rukopisných plánech z 18. století. Landscape and urbanism in manuscript plans from the 18th century. Translokační plány židovských obydlí v zemích Koruny české v letech 1727–1728. Translocation plans of Jewish Settlements in the Lands of the Bohemian Crown from the period of 1727–1728.“ K tématu jsme měli spoustu informací, nicméně na druhé straně bylo těžké vypíchnout základní informace pro návštěvníka, který o translokačních plánech nikdy neslyšel. Složitější bylo také dojednání zápůjček plánů z jiných pamětových institucí, ale nakonec se nám vše podařilo.



Rukopisná kolorovaná perspektiva města Loštic z roku 1727



Š. Steinová ukazuje jednu z mnoha zajímavostí

Spolupracovali jste s někým na výstavě?

Na výstavě a především na již zmíněné monografii jsme spolupracovali s Výzkumným ústavem geodetickým, topografickým a kartografickým, v. v. i. Byla zpracována webová aplikace <http://www.vugtk.cz/plany/cs/>, zpřístupňující výsledky aplikovaného výzkumu plánů židovského osídlení z let 1727–1728 díky specializované mapě s odborným obsahem. Jednotlivé lokality zobrazené na plánech židovského osídlení jsou zakresleny na přehledové mapě ČR a aplikace umožňuje prohlížení plánů včetně dochovaných archivních dokumentů, jejich porovnání s jinými kartografickými podklady, především s indikačními skicami Stablního katastru a aktuálními leteckými snímky. Zároveň je možné zobrazit data získaná na základě detailního průzkumu plánů vztahující se k dané lokalitě. Data je možné zobrazit a exportovat formou „přehledové karty“ s náhledovým snímkem konkrétního plánu. Aplikace umožňuje vyhledávat nebo filtrovat plány židovského osídlení podle několika kritérií. V současné době je možné vidět v aplikaci 136 lokalit s židovským osídlením, nicméně jsme našli další translokační plány, které budou prostřednictvím aplikace postupně zveřejňovány.

Výstava je v Národním archivu instalovaná do 18. 10. Nabízí se tedy otázka, zda bude ještě někde k vidění?

Ano, výstavu jsme koncipovali jako putovní. Ještě před zahájením o ni požádalo město Holešov, které každoročně pořádá v červenci týdenní festival židovské kultury Ha-Makom a odbornou konferenci Židé a Morava. Dále bude k vidění výstava v Židovském muzeu v Praze v termínu od 2. 11. 2020 do 11. 1. 2021. Jedná se také o prezentaci výstavy i v zahraničí, konkrétně v Bruselu, Washingtonu a Jeruzalémě.

Děkuji za rozhovor.

Ing. Karel Raděj, CSc.,
Výzkumný ústav geodetický,
topografický a kartografický, v. v. i.,
foto: Petr Mach,
Zeměměřický úřad

**LITERÁRNÍ RUBRIKA**

KRAJINA A URBANISMUS NA RUKOPISNÝCH PLÁNECH Z 18. STOLETÍ, Translokační plány židovských obydlí v zemích Koruny české v letech 1727–1728. Filip Paulus, Šárka Steinová, 2020, vydal Národní archiv, 1. vydání, 448 s., cena 765 Kč, ISBN 978-80-7469-088-4.



Publikace autorů PhDr. Filipa Pauluse a ThDr. Mgr. Šárky Steinové KRAJINA A URBANISMUS NA RUKOPISNÝCH PLÁNECH Z 18. STOLETÍ, Translokační plány židovských obydlí v zemích Koruny české v letech 1727–1728, je vydařené dílo ve všech směrech. Na obsahově pestré a graficky elegantně zpracované publikaci se podíleli spoluautoři Ing. Ondřej Böhme, Ing. Jiří Drozda a doc. PhDr. Ivana Ebelová, CSc., recenzovali Mgr. Daniel Polakovič a Mgr. Michal Beneš, CSc.

Začátek publikace obstarává *Obsah*, následuje *Předmluva* ředitelky Národního archivu Evy Drašarové a *Úvod*, ve kterém autoři nastílní záměry a cíle této monografie – představit badateli/čtenáři jednoduchou a přehlednou formou

soubor kartografických dokumentů a na ně napojených spisů sestavených do následujících devíti kapitol.

První a druhá kapitola *Exkurs do soužití Židů s křesťanským obyvatelstvem v českých zemích v širších souvislostech a Vláda Karla VI. a jeho zásahy do soužití židovského a křesťanského obyvatelstva* stručně představuje komplikované vztahy křesťanské většiny se židovskou menšinou v českých zemích. Zmiňuje např. opatření v oblasti výběru daní, regulace v obchodu a řemeslech či translokaci (přesídlování) židovského obyvatelstva. Třetí kapitola *Přemennosti vzniklé z činnosti státních úřadů souvisejících se vznikem translokačních plánů* se věnuje rozboru prostudovaného archivního materiálu, čtvrtá kapitola *Translokační plány a další vyobrazení* provádí rozbor a identifikaci židovského osídlení a pátá kapitola *Dosavadní literatura o translokačních plánech* pak informuje o stavu dosud publikované literatury s touto problematikou. Šestá a sedmá kapitola *Formy přístupu a zpracování kartografických dokumentů na příkladu translokačních plánů* a *Zhodnocení výsledků databáze a identifikace* se zaměřují na množství metodologických otázek vycházejících ze zpracování dokumentů a plánů, včetně zhodnocení výsledků v databázích a identifikace objektů na indikačních skicách a leteckých snímcích. Znázorněno a vysvětleno je zde pestré množství detailů, které nejsou vždy na první pohled čitelné. V osmé kapitole *Ukázky židovského osídlení z let 1727–1728* jsou uvedeny příklady židovského osídlení na konkrétních ukázkách zastupujících různé urbanistické prvky od největších celků až po malé lokality. Poslední devátá kapitola *Závěr* shrnuje snahy a pohnutky autorů k vytvoření publikace, jejíž výstupy mohou poskytnout doklady pro širší uplatnění archivních dokumentů v dnešní společnosti.

Nejrozsáhlejší částí publikace je pak *Katalog plánů*, který prezentuje jednotlivé plány židovského sídlení ze sbírek a fondů Národního archivu, Moravského zemského archivu v Brně a Zemského archivu v Opavě. Katalog je rozdělen na část Čechy a část Morava a Slezsko, úvod obou částí je doplněn mapou s lokalizací, číslem, názvem lokality a stranou, na které se nachází. Jednotlivá lokality, představená na dvoustraně, obsahuje Rukopisný kolorovaný plán či prospekt a ke každé pak byl přiřazen výřez znázorňující konkrétní židovský objekt, dále také indikační skica a současný letecký snímek objektu. Porovnáním těchto uvedených zdrojů lze vysledovat urbanistický vývoj v proměnách času.



Ukázka z kapitoly Katalog plánů, nejrozsáhlejší částí publikace

Nedílnou součástí publikace je i místní a jmenný rejstřík, doplněný výkladovým slovníkem pojmů.

Každá kapitola byla doplněna překladem textu do anglického jazyka, stejně tak jako popisky obrázků.

Současně s publikací byla vytvořena interaktivní webová aplikace umožňující zobrazení konkrétních plánů a zároveň rozbalovací karta s veškerými informacemi, získanými z existující rozsáhlé databáze. Vznikl ve spolupráci s Výzkumným ústavem geodetickým, topografickým a kartografickým, v. v. i. – <https://plany.nacr.cz>.

Petr Mach,
Zeměměřický úřad



MAPY A ATLASY

400, 300, 200 aneb mapová výročí v roce 2020

Rok 2020 byl poměrně bohatý na mapová výročí, a to děl z území dnešní České republiky, vytvořených v průběhu několika staletí.

400. výročí Sadelerovy mapy

Mapa Egidia Sadelera byla vydána v Amsterdamu v roce 1620 (obr. 1). Je opatřena titulem *Bohemia in suas partes geographice distincta*. Jmenovitě jsou na ní uvedeni autor rytiny Petrus Kaerius (1571–1646, nizozemský kartograf, rytec a knihkupec), autor kresby Egidius Sadeler (1570–1629, belgický grafik na dvoře Rudolfa II.) a vydavatel Joannes Janssonius (1588–1664, nizozemský tiskař a vydavatel).

Mapa je černobílá, ale má podobný obsah i kresbu jako mapa Aretinova (Pavel Aretin, 1570–1640, zpracoval a vydal v roce 1619 jednu z nejznámějších map Čech pod názvem *Regni Bohemiae nova et exacta descriptio* – Nový a přesný popis Království českého, rozměr 77 x 55 cm, měřítko 1 : 504 000). Má stejné měřítko (1 : 504 000), ale je většího formátu (77 x 66 cm). Je obohacena vedutami šesti měst (Praha, Cheb, Čáslav, Chomutov, Louny a Slaný) a je ceněna i etnografy pro kresbu postav při západním a východním rámu reprezentující tehdejší společenské stavy v dobových krojích.

Obsah tvoří hranice Čech a hranice tehdejších 15 krajů, včetně jejich popisu v češtině a němčině. Kladské hrabství, popis sousedních zemí a popis Prahy je v latině, ostatní sídla jsou uváděna v češtině či němčině, české názvy jsou často s německým pravopisem a některé názvy jsou zkromoleny. Při východním okraji mapy jsou vysvětlivky použitých mapových značek pro sídla (města, městečka, vesnice), hrady, tvrze, doly, teplé prameny a sklárny. Hory jsou znázorněny kopečkovou metodou a s výjimkou Krkonoš nejsou uvedena pohoří. Vodní toky jsou zakresleny hustě, místy velmi nepřesně a jen málo jich je popsáno, oproti tomu mapa obsahuje jen zákrsest z Horních Rakous do Prachatic a Českého Krumlova.

300. výročí Müllerovy mapy Čech

Mapa Čech od Johanna Christopa Müllera byla vytištěna v roce 1722, ale

s původním rokem dokončení kresby v roce 1720 (obr. 2). Autor mapy Johann Christoph Müller (1673–1721) se narodil a studoval v Norimberku, pracoval ve Vídni jako vojenský inženýr a později byl pověřen vytvořením mapy celých Uher v měřítku 1 : 550 000. Během prací pojal úmysl zpracovat velký atlas, který by obsahoval mapy všech území tehdejšího Rakouska. Podařilo se mu zpracovat, kromě mapy Čech, ještě mapu Moravy a připravit mapování Slezska. Mapa Čech je složena z 25 sekcí o rozměru 66 x 58 cm, jejich soulep má rozměr 282 x 240 cm, přibližné měřítko mapy je 1 : 132 000. Je bohatě zdobena, fyzické poměry představuje perspektivní kresbou, nechýbí vodstvo a lesy. Velmi podrobně jsou uvedena sídla včetně kategorizace a pozornost je dále věnována i komunikacím, hospodářským poměrům i kulturním pozoruhodnostem. Mapové značky jsou vysvětleny v latině a němčině. Zeměpisné názvy jsou německé (někdy jsou uvedeny české dublety). Mapa obsahuje rozdělení Čech na 12 krajů a kromě vlastního Českého království je zobrazeno Kladsko, Chebský okresek a pohraničí sousedních zemí. Všechny územní celky jsou popsány v latinském jazyce.

Rozměrný soulep byl doplněn přehledným listem ve zmenšeném přibližném měřítku 1 : 649 000 (obr. 3) se sníženým počtem mapových značek a titulem, vyzdobeným českým znakem a pohledem na Prahu. Rozměr listu je asi 58 x 48 cm, popis mapových značek je v latině, názvosloví v němčině.

200. výročí vydání Jüttnerova plánu Prahy tiskem

Plán Prahy dělostřeleckého důstojníka, zeměměřiče a kartografa Josefa Jüttnera (1775 Bernatice – 1848 Praha) vyhotovený již v roce 1816, vytištěn byl až roku 1820 (obr. 4). Hlavní město Čech nemělo počátkem 19. století přesný, geometricky vyměřený a širší veřejnosti přístupný plán. Až na návrh tehdejšího nejvyššího purkrabího Františka Antonína hraběte Kolovrata-Libštejnského (? - ?) svolil roku 1812 císař František I. k jeho vytvoření. Úkol byl svěřen právě Josefu Jüttnerovi. Ten, aby získal přesný podklad k chystanému plánu, přistoupil k soustavné triangulaci Prahy. Na tu pak navázalo skutečné měření všech ulic a náměstí pomocí měřických stolů a následné vyměřování a zakreslování všech domů s dvory a zahradami. Kolorovaný rukopisný plán byl hotov roku 1816 a podává přesný obraz půdorysu Prahy podle stavu z let 1812–1815. Hrabě Kolovrat se také později zasadil, aby plán byl vydán tiskem a tím byl přístupný i širší veřejnosti, což se roku 1820 podařilo. Rytecké práce provedl Josef Jan Alois Drda (1782 Praha – 1833 Praha), nápisy a poznámky technicky provedli Caspar Pluth (1766 – 1822 Praha) a F. A. Musil (? - ?), výtiskla pražská tiskárna Františka Hoffmanna (? - ?), vydala Společnost Českého muzea.



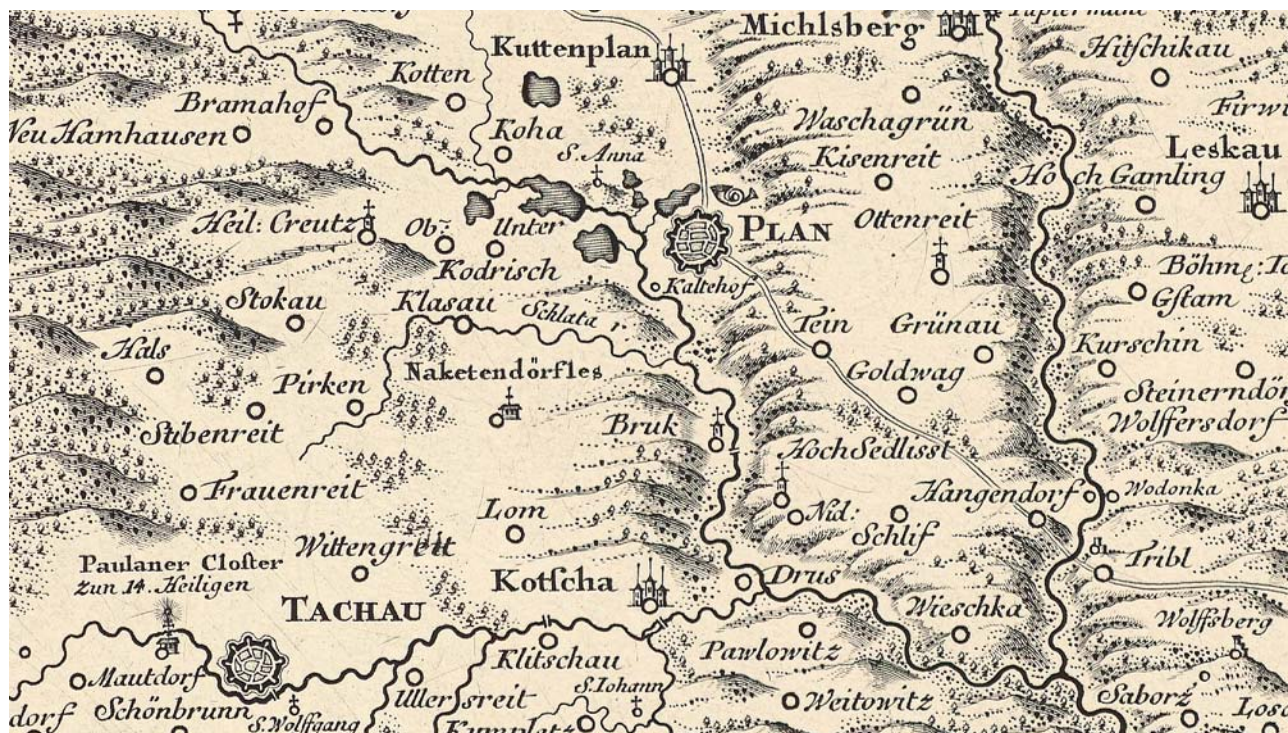
Obr. 1 Sadelerova mapa (výřez)

Moderní faksimile rukopisné kopie plánu z roku 1817 má rozměr 102 x 110 cm, vysvětlivky mapových značek jsou vlevo dole, zástavba je rozlišena podle městských čtvrtí a také byl pořízen seznam významných budov, a ty přímo v plánu označeny čísly, měřítko bylo 1 : 4 320.

Pro výstyk z roku 1820 můžeme uvést rozměry 108 x 114 cm. Jüttnerův plán Prahy byl v devateronásobném zvětšení použit jako podklad velkého papírového, trojrozměrného barevného, do nejmenších podrobností věrného plánu

Prahy v měřítku 1 : 480, který ve dvacátých a třicátých letech 19. století zhotovil Antonín Langweil (1791 Postoloprty – 1837 Praha) a je vystaven v Muzeu hl. m. Prahy.

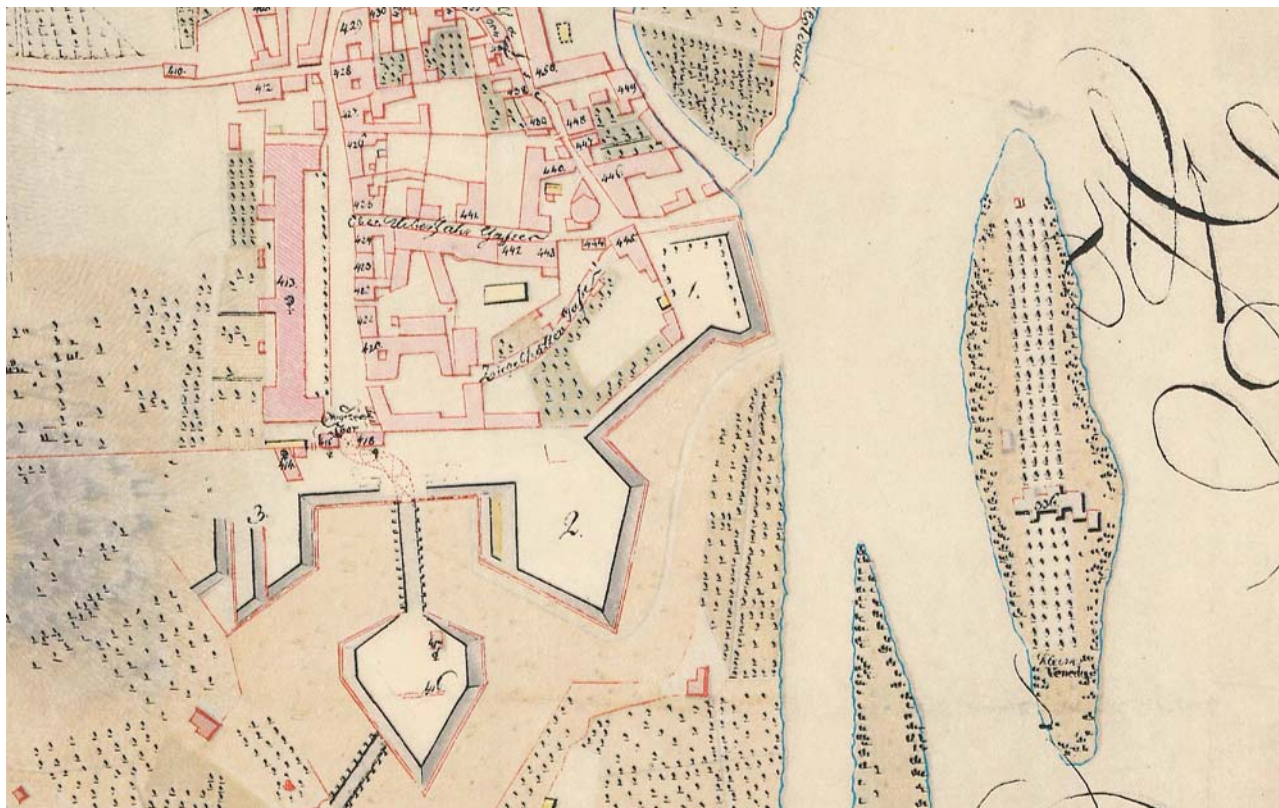
Petr Mach,
RNDr. Tomáš Grim, Ph.D.,
Zeměměřický úřad



Obr. 2 Müllerova mapa Čech (výřez)



Obr. 3 Müllerova mapa Čech, přehledný list (výřez)

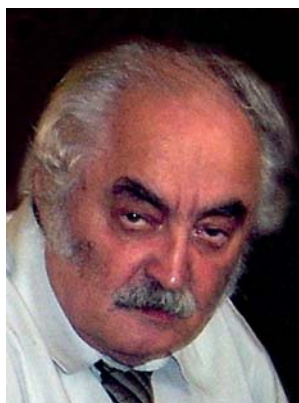


Obr. 4 Jüttnerův plán Prahy (výřez)



OSOBNÍ ZPRÁVY

75 let prof. Ing. Bohuslava Veverky, DrSc.



Významný představitel české kartografie, prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc., se narodil 1. 11. 1945 v Zemské porodnici v Praze, celý život však prožil v její okrajové části Uhřetěvesi (Praha 22). V roce 1964 maturoval na Střední průmyslové škole zeměměřické v Praze. Studium oboru geodézie a kartografie (GaK) na Fakultě stavební Českého vysokého učení technického (FSv ČVUT) v Praze ukončil v roce 1969, poté nastoupil krátce do Kartografie, n. p. Praha, jako kartograf sestavitel. Po ukončení vojenské prezenční služby, vyko-

nané u geodetického oddělení v Českých Budějovicích, přešel do Státního ústavu pro územní plánování v Praze (Terplan Praha). Zde pracoval od roku 1970 až do roku 1974 jako samostatný projektant a programátor analytik, konkrétně v souvislosti s budováním Integrovaného informačního systému o území – ISÚ.

Již v roce 1974 se vrátil na fakultu a nastoupil na katedru mapování a kartografie FSv ČVUT. Zde se od počátku věnoval výuce topografické a matematické kartografie, teorii informačních systémů a jejich programování. Jeho pozoruhodné pracovní nasazení se odrazilo i v dalším profesním růstu. V roce 1981 získal vědeckou hodnost kandidáta geografických věd (CSc.), tři roky nato obhájil habilitační práci a byl jmenován docentem pro obor kartografie a dálkový průzkum Země. V roce 1994 získal titul doktor technických věd (DrSc.). O dva roky později, ve věku 51 let, obhájil před Vědeckými radami FSv a ČVUT profesuru pro obor kartografie.

Od roku 1990 až do roku 1999 působil jako vedoucí katedry mapování a kartografie. V letech 1997–2003 vykonával funkci proděkana FSv ČVUT pro zahraniční styky a vnější vztahy. Na oboru GaK působil v letech 1981–1989 jako garant doktorského studia, sám vedl 12 doktorských prací, z toho 7 úspěšných. Rovněž byl dlouhodobým členem fakultní vědecké rady, Vědecké rady VÚGTK Zdisby a Vědecké rady Institutu pro strategická studia při Ministerstvu obrany.

Je nutno připomenout jeho téměř celoživotní činnost v České kartografické společnosti, kde byl dlouhodobým členem výboru, v závěru předsedou revizní komise; dnes je jejím čestným členem. V zahraničí pracoval ve Standing Commission on Advanced Cartography and Automation (1986–1994) při International Cartographic Association (ICA) jako člen korespondent. V rámci tuzemské vědecké činnosti se podílel na práci řady vědeckých a oborových rad vysokých škol a výzkumných ústavů, např. oborové rady Masarykovy univerzity v Brně (od roku 1991), Západočeské univerzity v Plzni (od roku 2002) a oborové rady Univerzity Karlovy v Praze pro kartografii, geoinformatiku a DPZ. Mimo to pracoval ve dvou vládních organizacích, od roku 1992 v Akreditační subkomisi pro geografii při Akreditační komisi vlády ČR a od roku 1999 v Grantové agentuře vlády ČR v komisi Přírodní vědy. Od roku 2000 zde byl předsedou subkomise 205 Vědy o Zemi a vesmíru.

O významu jeho osobnosti svědčí uvedení jeho jména v publikaci „Kdo je kdo v České republice na přelomu 20. století“ (Praha 1998). Prof. Bohuslav Veverka je autorem více než 140 článků, výzkumných zpráv, skript, učebnic a realizovaných projektů. Velmi čtivé jsou i jeho popularizační statě v regionálním tisku. Nepostradatelnou součástí jeho odborné práce je analýza, odladění a realizace velkého množství algoritmů počítačových programů a procedur v jazycích PL/I, FORTRAN, VISUAL BASIC a PASCAL. Za zmínku stojí speciální aplikace pro vojenskou topografickou službu (AKS DIGIKART) a vývoj souboru programů MATKART pro souřadnicové výpočty v různých kladech listů státních mapových děl. Vědecký výzkum orientoval především na geografické informační systémy, digitální kartografii a kartometrickou analýzu přesnosti starých map. Na odpočinek odešel roku 2012 ve svých 67 letech, s bývalými spolupracujícími pracovišti dále udržuje stálý kontakt.

Do dalších let přejeme jubilantovi pevné zdraví, životní i pracovní pohodu.

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

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.
Stavební 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, tel.: 00420 284 041 656 (P. Mach)

Sazba:

Petr Mach



Vychází dvanáctkrát ročně, zdarma.
Toto číslo vyšlo v listopadu 2020, do sazby v říjnu 2020.



ISSN 1805-7446

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



Český úřad zeměměřický a katastrální



Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky