

PROJEKCE TECHNOLOGICKÉHO VÝVOJE V OBLASTI GEOINFORMATIKYKarel JEDLIČKA¹, Jiří HORÁK², David KOCICH², Tomáš INSPEKTOR², Václav ČADA¹¹ Katedra geomatiky, Fakulta aplikovaných věd, Západočeská univerzita, Univerzitní 8, 306 14, Plzeň, Česká republika¹ smrcek@kgm.zcu.cz, cada@kgm.zcu.cz² Institut geoinformatiky, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava., 17. listopadu 15, 708 33, Ostrava, Česká republika² jiri.horak@vsb.cz, david.kocich@vsb.cz, tomas.inspektor@vsb.cz**Abstrakt**

Příspěvek představuje analýzu trendů technologického vývoje v oblasti geoinformatiky. Studie je rozdělena na dvě části. Nejprve se věnuje krátko a střednědobé projekci, kdy projektuje pravděpodobnou reakci geoinformatických oborů na objevující se nebo i již zavedené technologické novinky v jiných oborech. Tato část studie popisuje pravděpodobný vývoj v oblastech sběru, zpracování, analýzy, modelování a simulací a výsledné prezentace dat. Dlouhodobá projekce pak ukazuje, že ani analýzou informací z nejcitovanějších článků základního výzkumu se nedokážeme dostat příliš daleko za hranice střednědobé předpovědi, protože nelze predikovat singulární události, které mají často zásadní dopad.

Abstract

The contribution introduces an analysis of technological trends in the field of geoinformatics. The study is divided into two sections. The first section focuses to short and middle term predictions. It describes a presumable reactions of geoinformatics to technologies already established and used in other disciplines as well as reactions to emerging technologies. This part of the study describes a presumable development in the field of data collection, analysis, modelling, simulation and presentation. Second section consists of long term prediction attempt. It shows that even using most cited scientific articles from basic research does not allow us to see too far beyond horizon of the middle term prediction, because it is not possible to predict singular events, which can have a crucial impact.

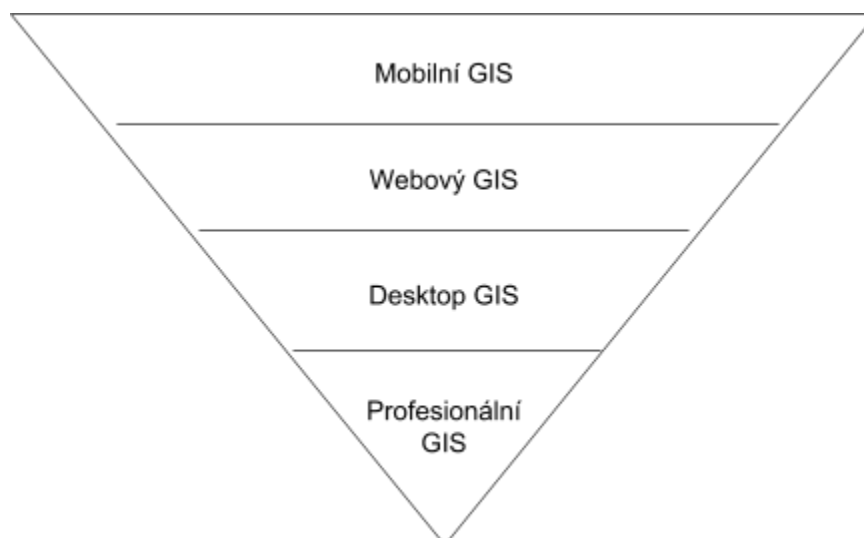
Klíčová slova: projekce; technologický vývoj; geoinformatika**Keywords: projection; technological development; geoinformatics****Poděkování projektu**

Autoři byli podpořeni z projektu TB9500MV005: Návrh doporučujících národních kurikul v oblasti prostorových informací, TAČR.

1 Úvod

Zkušenosti z dosavadního vývoje GIS ukazují, že v případě technologického vývoje jde spíše o evoluční než revoluční proces reagující na dvě oblasti: aktuální potřeby uživatelů a technické průlomy, Berry (2013).

S tím, jak se s dostupnějšími technologiemi rozšiřuje uživatelská základna geoaplikací, dochází k její diferenciaci (Berry, 2013). Tak jako i v jiných oblastech platí, že největší skupina uživatelů má o (geo)technologickém pozadí používané technologie jen minimální povědomí Berry (2013), obr. 1.



Obr. 1.1. Typická pyramida uživatelů GIS, Babinsky (2014).

Zvětšující se mezera mezi laickými koncovými uživateli a profesionály v oboru pak způsobuje, že v oblasti vývoje geotechnologií lze nalézt dva proudy (Berry 2013). První je zaměřen na laické uživatele a poskytuje jim uživatelsky přívětivé aplikace, řešící jednoduché úkoly. Druhý proud se zaměřuje na vývoj robustních integrálních systémů až platforem pro GIS profesionály.

Vzhledem k závislosti GIT vývoje na vývoji v oblasti IT (ať již HW nebo SW), je relativně snadné popsat pravděpodobné reakce GIT vývoje na již existující obecné technologické novinky, ovšem je poměrně těžké provádět dlouhodobé projekce na zatím neexistující technické průlomů. Podotkneme, že trendy v oblasti IT a jejich dopady na pracovní trh jsou mapovány iniciativou Průmysl 4.0 (Industrie 4.0), jejíž koncept vychází z dokumentu, který byl poprvé představen na veletrhu v Hannoveru v roce 20131. V ČR je tato iniciativa popsána v rámci Bunček et. al (2016).

2 KRÁTKODOBÉ A STŘEDNĚDOBÉ PROJEKCE

Krátkodobou projekcí (cca 5 let dopředu) rozumíme reakci na již existující a v jiných oborech zavedené technologické novinky, střednědobou projekcí (maximálně na 10-15 let) pak reakci na právě se objevující technologické novinky, ale již alespoň popsané např. jako prototypy. Protože časová hranice mezi oběma kategoriemi je nejasná, jsou obě tyto kategorie sloučeny do jedné kapitoly, popisující transfer již existujících nebo právě se objevujících technologií do geo-oblasti.

V oblasti informačních technologií je dobře patrný přesun od desktopových aplikací do prostředí Internetu (web jako operační systém, Strickland (2008)) a s tím související změna nahlížení na samotný způsob využívání aplikací, od poskytování software jako služby, přes poskytování platformy nebo celé infrastruktury jako služby, (Kepes, 2016).

Proto i typické kroky (nejen) v IT projektu (sběr, zpracování, analýza, syntéza a výsledná prezentace dat)² doznají obohacení a změn. S rozšířením mobilních zařízení připojených k internetu je stále více zmiňován pojem Internet věcí (Internet of Things, IoT), tradičně spojovaný především s připojenými vestavěnými zařízeními. Tato data jsou často pořizována velkým množstvím mobilních klientů, ze

¹ <http://www.hannovermesse.de/en/news/key-topics/industrie-4.0/>

² https://sisu.ut.ee/rdm_course1/data-collection-processing-and-analysis, <https://global.oup.com/ushe/product/approaches-to-social-research-9780195372984?cc=us&lang=en&> (chapter 15), atp.

kterých vzniká tzv. device mesh (sít' zařízení), Woods (2015). Cokoliv tato síť produkuje, jsou data, která se přidávají do stále většího informačního oblaku tzv. velkých dat (big data).

Dalším aktuálním tématem jsou tzv. big data. Big data jsou charakterizována třemi hlavními rysy (někdy označovaná jako 3V):

- velký objem (Volume), který lze jen obtížně zpracovat tradičními způsoby a který vyžaduje nové formy ukládání, správy a zpracování dat,
- rychlost (Velocity) sběru a přenosu dat, ale také rychlost potřeby jejich zpracování. Hledají se nové algoritmy efektivní analýzy proudů dat.
- heterogenita dat (Variety), která je spojena s využíváním široké škály zdrojů dat a jejich rostoucí nekonzistencí (viz dále).

“Big data is high volume, high velocity, and/or high variety information assets that require new forms of processing to enable enhanced decision making, insight discovery and process optimization” (Beyer a Laney 2012).

Význam fenoménu dokládá informace firmy IBM, která uvádí, že 90 % dat bylo vytvořeno pouze v posledních dvou letech, přičemž se jedná o objem 2,5 Exabytů denně (IBM 2016). Kvůli neustále se zvyšujícím objemům dat je nutné hledat nové postupy, jak data efektivně zpracovávat, ukládat a analyzovat. Současně díky rychlému nárůstu objemu dat se vytváří mnoho oblastí pro nový výzkum a aplikace.

Základní charakteristika 3V (Volume/Velocity/Variety) byla později doplňována dalšími autory o další „V“. Hashem et al. (2015) přidává hodnotu dat (Value). Bello-Orgaz et al. (2016) doplňuje věrohodnost (Veracity). Lze je popsat následovně:

- Value (hodnota): vztahuje se k procesu analýzy cenných informací z velkých dat. Vznikají nové oblasti použití cenných informací.
- Veracity (věrohodnost): vztahuje se k přesnosti informací a vypovídací hodnotě. Popis kvality dat se udržuje správou metadat. Řeší se zde i otázky soukromí a právní aspekty.

Li et al. (2015) se zmiňují o rozdělení 3V z hlediska prostorových dat a dále je rozšiřují o další 2 oblasti - Visualization a Visibility:

- Visualization: vztahuje se k postupům propojení prezentace dat s lidským myšlením. Tyto postupy pomáhají najít vzory (resp. odlehle hodnoty, shluky), pomocí kterých analytik formuje nové hypotézy a postupy pro vhodné počítačové zpracování.
- Visibility (ve smyslu dostupnosti dat): vztahuje se k možnostem sdílení dat pomocí cloudových technologií (snadné sdílení dat). Po vyřešení otázek kolem některých témat (historická metadata) dojde k výraznému obohacení a propojení dalších informací s aktuálními daty.

Význam rychlosti získávání a přenosu dat vede některé autory k odlišení či zdůraznění pojmu Fast Data. Označují tím proudy dat, u kterých je zásadní rychlost zpracování proudu dat (Mishne et al., 2013). Fast Data lze rozlišit i podle množství zařízení. Nejprve bylo obvyklé zpracování dat:

- pouze z jednoho zdroje (typicky finančnictví)
- později přibývá použití dat z více zdrojů (s rozmachem IoT a sociálních sítí), kterými jsou mobilní zařízení, vybavení domu, apod., čímž se množství dat znatelně znásobilo a rozrůznilo z hlediska kvality, parametrů, typů zařízení, atd. (Pathirage a Plale, 2015)

Miller (2015) zdůrazňuje potřebu nejen rychleji sbírat a zpracovávat data, ale také mnohem rychleji odvozovat potřebné informace a znalosti, aby bylo dosaženo rychlejšího rozhodování. Také upozorňuje na rostoucí schopnost společně zpracovávat data různých geografických a časových měřítek.

Stále častěji se vedle klasických relačních databází a objektově-relačních databází prosazují alternativní technologie jako NoSQL databáze, linked data či grafové databáze.

Jednou ze současných výzev je také zlepšení řízení časové složky dat. Stále převládá způsob ukládání dat v samostatných datových sadách platných k určitému datu, tedy systém časových řezů či snímků. Takový způsob je často neefektivní, protože při stále rychlejším tempu aktualizace dochází ke změnám jen u malého podílu dat, přitom se neustále duplikuje celý objem dat. Závažnějším problémem ale je, že v takovém systému nelze plnohodnotně provádět časoprostorové analýzy, protože dynamika časové složky je zaznamenána jen velmi omezeně a z toho vyplývají problémy např. při určování autokorelace časových řad či detekci časoprostorových anomálií, analýza časoprostorových vzorů, nemluvě o takových výzvách jako je popis pohybujících se objektů a jejich interakce.

Jednotlivé krátkodobé a střednědobé výzvy vývoje jsou dále organizovány do základních celků v souladu s běžnými procesy v GIS:

2.1 Předpokládané trendy v oblasti sběru dat

- Laický a amatérský sběr dat (tzv. crowd sourcing), produkující velká, (někdy) nestrukturovaná a nikým negarantovaná data. V souvislosti s Internetem věcí (IoT) dojde k pořizování těchto dat nejen mobilními telefony, ale řada těchto dat bude pořizována nějakým typem nositelné elektroniky, viz například^{3,4}.
- Otevírání datových zdrojů pořizovaných státní správou + standardizace způsobů jejich garance.
- Sběr dat nejen za pomoci UAV⁵, ale zcela autonomních agentů (nejen leteckých, které převažují již nyní, ale i pozemních a podvodních).
- Masivní rozšíření mapování ve třech dimenzích, zprvu výběrově v hustě urbanizovaných nebo jinak exponovaných územích.
- Přejít od kontaktních a výběrových metod sběru dat (geodézie, terénní mapování) k nevýběrovým metodám sběru: stále podrobnější dálkový průzkum, zahrnující jak družicové nosiče, tak klasickou i blízkou fotogrammetrii; laserové skenování. Výjimku budou tvořit aplikace inženýrské geodézie vyžadující vysokou přesnost a vytyčovací práce (i ty budou v řadě případů nahrazovány aplikacemi rozšířené reality ~ augmented reality, např.⁶).
- Mapování vnitřních prostor⁷ - ačkoli již dnes je etablována řada systémů pro indoor navigaci založených na vybavení stavebního objektu dodatečnou infrastrukturou⁸, mapování vnitřních prostor zažije velký rozmach v momentě, kdy bude existovat technika pro navigaci uvnitř budov bez nutnosti posilování její infrastruktury, to jako výzvu popisuje např. i Smith (2016).

2.2 Předpokládané trendy v oblasti zpracování a uložení dat

- Národní infrastruktury pro prostorová data již reálně vznikají⁹, ale jsou značně (i přes snahy o homogenizaci) heterogenní, proto úkolem velmi blízké budoucnosti je jejich efektivní využívání.

³ <http://www.wearables.com/>

⁴ <http://www.wearable.com/>

⁵ unmanned aerial vehicle ~ bezpilotní letadlo.

⁶ <https://get.google.com/tango/>

⁷ Různé studie naznačují, že většinu času trávíme uvnitř budov, viz např. Diffey (2011)

⁸ existují studie postavené na Wifi, Bluetooth, pseudosatelitech, RFID čípech nebo na nespočtu dalších technologií.

⁹ v ČR viz: <http://inspire.gov.cz/narodni-infrastruktura>

- Evropská infrastruktura pro prostorová data je formulována direktivou INSPIRE (2007)¹⁰, která poskytuje pravidla pro harmonizaci národních infrastruktur. Její plná implementace ve všech zemích EU je plánována do r. 2021¹¹.
- Kromě výše zmíněných dat garantovaných vždy konkrétním přispěvatelem do infrastruktury prostorových dat bude potřeba se adaptovat na často nestrukturované nebo špatně strukturované zdroje dat od běžných uživatelů (Voluntary Geographic Information + crowdsourcing) nebo i od státní správy a zejména samospráv nevládajících problematiku geodat, avšak přesto v rámci Smart Cities a Open Data iniciativ svá (i prostorová) data otevírajících.
- Tato nestrukturovaná VGI data budou rychle nabývat charakteru big data¹². Ke slovu tak přijdou alternativy relačních databází, ať již NoSQL DB, stromové databáze, atp. V současnosti asi nejsilnější trendem jsou databáze pro práce s linked daty (zde se znovu objevuje dříve zapadlý koncept grafových/síťových databází), na to navazují linked data jako taková a sémantický web.
- Zpracování big data vyžaduje efektivní zpracování velkých objemů dat (řádově terabyty a více).
- Různorodost big data se projevuje požadavky na zpracování rozdílných zdrojů dat, jejichž rozdíly mohou být zásadní z hlediska typu (měření, text, video, obraz, zvuk, blogy), ale také z hlediska struktury, neurčitosti, vlastnictví a licenčních omezení. Současně se projevuje nutnost řešení nekonzistencí (strukturní, prostorové, časové, sémantické) mezi zdroji dat.
- Relační databáze nezaniknou, ale přestanou být používány jako nástroj řešící jakékoli uložení (geo)dat, jejich role se zmenší.
- V souvislosti s větším zastoupením špatně strukturovaných až nestrukturovaných dat bude docházet k smývání rozdílu mezi daty s prostorovou složkou a bez ní. Dojde zřejmě k většímu příklonu k objektovému vidění¹³ geoprůvku (geoobjektu), kdy prostorová složka bude vyjádřena jako vlastnost geoprůvku.
- S mapováním vnitřního prostoru a se sběrem dat ve 3D (viz předchozí kapitola) úzce souvisí větší penetrace 3D formátů do GIS, resp. další sblížení až prolínání světů CAD a GIS, zmizí hranice mezi CAD systémem vhodným pro tvorbu a editaci 3D geometrie a GIS pro její propojení na atributové databáze a následnou správu, analýzu a modelování.
- Harmonizace dat, integrace a fúze dat z různých zdrojů - v budoucnosti lze předpovídat postupy sofistikované extrakce sekundárních prostorových dat, automatizované řešení nekonzistencí, automatizované postupy generalizace - např. generování osy komunikací (line extraction), resp. osy jízdních pruhů z množství automobilových GNSS tras; generování dopravní sítě pro chodce (path extraction); generování optimálních a doporučených tras pro navigaci a jiné potřeby; generování vektorových objektů z dat DPZ vč. georeferencovaného videa; analýza pohybu objektů (analysis of movement).
- Pokročilé zpracování dat ze sociálních sítí vč. identifikace skupin, trendů, detekce anomálií.
- Uspořádávání dat pomocí tzv. OLAP kostek¹⁴. Příkladem může být metodika organizace multidimenzionálních databází a OLAP řešení pro prevenci kriminality, kterou připravili v rámci projektu GISBS Horák (2015) a Horák et al. (2016).

2.3 Předpokládané trendy v oblasti analýzy dat a interpretace těchto analýz

- Modifikace (rozšíření) stávajících analytických nástrojů GIS pro práci s výškovou a časovou dimenzí (analýza 3D a 4D dat).

¹⁰ informace v češtině zde: <http://inspire.gov.cz/o-inspire>.

¹¹ viz INSPIRE road map na: <http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/44>

¹² existuje mnoho definic big dat (diskuze např. v Press (2014), pro účely tohoto textu mluvíme o datech, která jsou, vzhledem ke svému objemu a/nebo (chybějící/nevhodné) struktuře nezpracovatelná klasickými databázovými nástroji.

¹³ tak, jak jej chápe objektový přístup k GIS, resp. objektově orientované programování (OOP)

¹⁴ <http://olap.com/learn-bi-olap/olap-bi-definitions/olap-cube/>

- Vývoj nástrojů umožňující práci s novými zdroji dat (viz výše), zejména analýzy nestrukturovaných dat, hledání vzorů v těchto datech, data mining¹⁵ (provázání s kybernetikou, vzrůstání role prostorové statistiky).
- Další rozvoj intuitivních (často grafických) nástrojů pro sestavení modelu pro analýzu geodat spolu se zpracováním geodat na vzdáleném serveru (v cloudu) umožní přiblížit analytické nástroje GIS širší populaci (bude tedy docházet k další laicizaci).
- Integrace konceptů neurčitosti do analytických postupů. Důvodů pro jejich zvýšené využití je několik:
 - heterogenita datových zdrojů, kde každý má své parametry kvality a z toho plynoucí nutnost správně vyhodnotit získané výsledky,
 - potřeba zlepšení rozhodování – lepší práce s nejistotou v datech i ve zpracování, zahrnutí úrovně rizika.
- Společné čas-prostor-atributové analýzy. Detekce anomálií, současně se projevujících v čase, prostoru a popisu událostí (např. kriminalita).
- Zásadnější změnou z hlediska zpracování Big a Fast data je skutečnost, že se bude prosazovat více data-driven modelování (Miller, 2015). Na rozdíl od tradičního přístupu vytvoření konceptu modelu, vč. hypotéz, doplnění příslušné logiky a pravidel a pak následně prověřování příslušných hypotéz, se obrácíme více k technikám data miningu (a rovněž strojového učení a některé další možnosti geocomputation), tj. odvozování vztahů, závislostí, priorit, vzorů, anomálií atd. přímo z dat, hledáním statisticky významných informací bez ohledu na jakékoliv výchozí hypotézy.
- Mobility mining (Giannotti, Pedreschi, 2008).
- Business Intelligence - dovednosti, znalosti, technologie, aplikace, kvalita, rizika, bezpečnostní otázky a postupy používané v podnikání pro získání lepšího pochopení chování na trhu a obchodních souvislostech. Za tímto účelem provádí sběr, integraci, analýzu, interpretaci a prezentaci obchodních informací. Mohou zahrnovat samotné shromážděné informace nebo explicitní znalosti získané z informací¹⁶.
- Velkou otázkou je nasazení analytických funkcí GIS do procesu rozhodování o území. Analytický koncept GIS je přítomen prakticky od začátku jejich vývoje, ovšem jeho prosazování do rozhodovacího procesu je velmi regionálně a aplikačně rozdílné: například se daleko více využívá v severní Americe, která historicky není zdaleka tak rozparcelována jako Evropa. Dále existuje celá řada environmenálních GI studií, jejichž výsledky jsou ale ve výsledku přebity politickým nebo mocenským zájmem. Velký potenciál má využití GIS v územním plánování¹⁷, ovšem s výše uvedenými riziky. Možná pomůže právě výše také zmíněná laicizace ovládnutí analytických nástrojů a tím zapojení aktivní veřejnosti - zde je ovšem zvýšené riziko chybných nebo i úmyslně zavádějících interpretací výsledků analýz (podobně jako je tomu u interpretace mapových výstupů z GIS, viz dále). Dalšími možnými tahouny v oblasti těchto analýz jsou firmy motivované hledáním zisku resp. šetřením nákladů (pojistná rizika, budování inženýrských sítí, sítí mobilního připojení, hledání nových trhů, atp.).

2.4 Předpokládané trendy v oblasti modelování a simulací

V oblasti modelování se předpokládá rozvoj využívání zejména dynamických modelů, které popisují statické i dynamické vlastnosti systému. Výstupem takových modelů je časový průběh modelované veličiny, lze sledovat přechody od jednoho stavu systému k dalšímu a monitorovat a analyzovat tak například průběh neustálených systémů. Výhodou těchto modelů je schopnost implementace (Grigoryev, 2016) nelineárního chování, "paměti", neintuitivních vlivů mezi proměnnými, časových

¹⁵ více informací například zde http://www.sas.com/en_us/offers/sem/data-mining-from-a-z-104937.html

¹⁶ https://cs.wikipedia.org/wiki/Business_Intelligence

¹⁷ Uvědomme si, že území je limitovaný zdroj, který stát nemůže získat prakticky jinak než konfliktem se sousedními státy.

a příčinných závislostí. Navíc všechny tyto faktory dovolují kombinovat s nejistotou a velkým počtem proměnných.

Dynamické simulační modelování bude využívat pro prostorové úlohy zejména metody multiagentového modelování, která může oscilovat od velmi detailních modelů, kde agenti představují jednotlivé fyzické objekty, až po vysoce abstraktní modely. Pracuje se se stochastickým generováním agentů podle jistých distribucí pravděpodobnosti, využívají se reálná omezení. Simulační a modelovací systémy budou stále více propojovány s vizualizací (tedy např. možnost vizualizovat vytváření jednotlivých agentů, vizualizovat jejich mobilitu, reaktivitu, vývoj, zánik, a to vše v prostředí, které se svými parametry i vzhledem blíží realitě, včetně vývoje prostředí v čase. Součástí simulací jsou také experimenty, analýzy citlivosti, hledání optimálních řešení a predikce. Méně preferovaným řešením pak budou celulární automaty, resp. obecněji konečné automaty.

Stále více se bude prosazovat modelování jednotlivých individuí se snahou o využívání znalostí o jednotlivcích. Na chování kolektivu (komunity) se bude usuzovat na základě opakovaných simulací chování členů této komunity.

Současně s rozvojem vizualizace bude větší důraz kladen na vizualizaci jednotlivých objektů, jak statických, tak dynamických. Vizualizace pohybu jednotlivců a proudů, či vývoje systémů a jiných dynamických projevů bude stále více vyžadovanou součástí modelování a simulací.

Rovněž stále více bude požadována nikoliv analýza či model systému, ale predikce jeho budoucího stavu pro daný budoucí čas, pro simulace dopadů událostí, příprava a hodnocení jednotlivých prediktivních scénářů. Je přirozené, že predikce budoucího stavu či stavů bude muset účinně integrovat nejistoty v datech, scénářích a modelovacích přístupech.

Někteří autoři přímo mluví o prediktivní analytice (Siegel, 2014), ve vazbě na big data, která nepovažuje za důležité vytváření teorií a hypotéz, ale efektivní vytváření predikcí až na individuální úrovni ze znalostí získaných ze zpracování velkého objemu dat a znalostí organizace.

2.5 Předpokládané trendy v oblasti vizualizace dat

- Zjednodušování obsahu mapového pole a často až laické/amatérské zpracování mapové symboliky dané několika trendy:
 - Lepší dostupností nástrojů pro tvorbu map pro kartografické laiky a nadšené amatérské tvůrce map
 - Nutnost přizpůsobit se (ve srovnání s klasickou mapou) malému obrazovému poli s omezeným rozlišením
 - Přejdem z desktopových klientů (zde myšlen jak desktop GIS, tak i webový prohlížeč) na mobilní platformy (telefon/tablet).
 - Změna způsobu používání mapy. Řada map, dříve určených pro navigaci, již dnes není používána k určení polohy uživatele (tu obstará GNSS). Mapa je pak používána pouze k určení směru pohybu do cíle, méně již zjišťování kontextu polohy: co se nachází v okolí, identifikace míst.
- Masivní rozšíření zobrazování vícerozměrných a dynamických dat (3D s časovou složkou) a to nejen v perspektivním zobrazení (již dnes), ale i v plném 3D, jak virtuálním (různé typy holografických displejů, případně virtuální realita), tak materializovaném (pro mapové výstupy se v budoucnu zřejmě potvrdí technologie 3D tisku jako nejperspektivnější, popis technologie např. Blain (2014)).
- Technologie pro virtuální realitu musí nejprve překonat fyziologické potíže postihující jejich uživatele po relativně krátké době používání, než se masivněji rozšíří, potom lze ale čekat jejich široké rozšíření, bude se jednat o podobný technologický skok, jako vynález grafického uživatelského rozhraní a jeho ovládání myší (oproti dřívější příkazové řádce). To samozřejmě výrazným způsobem ovlivní způsob prezentace prostorové informace.

- Rozšířená realita - tedy zobrazování reálné scény doplněné informacemi z prostorové databáze se nejdříve¹⁸ prosadí v navigacích, ale najde řadu dalších aplikací, zřejmě zejména v logistických centrech a vznikají budou i další aplikace¹⁹.
- Řešení otázek vizualizace neurčitosti (nejistoty) dat a procesu zpracování (viz např. Shi, 2010, nebo Kubíček, 2012).

2.6 Další trendy

- GIS pro řízení oprav na technologických zařízeních (použití 3D tiskáren pro opravu poškozených míst na produktovodech, stožáry, komíny apod.)
- GIS pro logistické řízení UAV při dodávce zboží, krizových operacích, záchranných atd.
- nositelné technologie (wearable technologies): chytré hodinky, náramky a brýle pro sběr dat o velkých objemech, ve kterých lze následně vyhledávat vzory. Děje se tak již v různých sportovních odvětvích, lze ale čekat nasazení v jiných aplikacích (např. vyskytuje-li se na určitých místech ve městě nadměrně vyšší srdeční tep u většiny procházejících, zejména v odpoledních hodinách, jedná se o stresující místa (např. nevhodně řízené křižovatky?). Dalšími z nositelných senzorů, umožňující následnou analýzu velkého objemu dat, jsou např. inerciální referenční systémy (např. gyroskopy, akcelerometry)

2.7 Shrnutí krátkodobé a střednědobé projekce

Vzhledem k výše uvedenému je patrné, že bude pokračovat výrazné prorůstání informatiky a informačních technologií do geomatiky a geoinformatiky. Velký důraz bude kladen na automatizaci procesů od sběru, přes zpracování, analýzu, až po vizualizaci dat v uživatelsky přívětivé formě (například prec. farming).

Význam geodat naroste s jejich používáním v navigaci autonomních dopravních prostředků (ať již pozemních, leteckých nebo i námořních). Zde zejména vzroste potřeba garance dat - pro automatizované řízení je např. zásadní raději s větší pravděpodobností znát neurčitější polohu, než obráceně (nahlaš, kde jsi s 99% pravděpodobností, klidně s menší přesností, než přesně s 90% pravděpodobností).

V souvislosti s neustále se rozšiřujícími bázemi dat, roste i potřeba metakatalogů a jejich využití při hledání vhodných dat. Zde poznamenejme, metakatalogy pro prostorová data musí projít podobným vývojem jako katalogy na internetu v závěru minulého století - přerodem z čistých katalogů na vyhledávací stroje ("prostorový google").

3 DLOUHODOBÁ PROJEKCE JAKO REAKCE NA BUDOUCÍ TECHNOLOGICKÉ PRŮLOMY

Dlouhodobou projekcí (na 15 let) rozumíme odhad vývoje reagující na nové, v současnosti pouze předpokládané, případně zcela neznámé objevy. Zde můžeme vycházet pouze z článků současného základního výzkumu, nastiňujícího možné aplikace, jinak bychom se pouštěli již na půdu vědecké fikce. Chceme-li do budoucnosti nahlédnout prismatickým způsobem základního výzkumu, můžeme provést analýzu vědeckých článků. Vzhledem k zaměření tohoto textu byly navrženy a zpracovány následující analýzy:

1. Analýza abstraktů a klíčových slov z 20 nejcitovanějších článků databáze WoS z oborů informatika a computer science od r. 2013. (obr. 3.1, 3.2, tab. 3.1)
2. Analýza abstraktů a klíčových slov z 20 nejcitovanějších článků databáze WoS z oborů GIS, geoinformatics a geomatics science od r. 2013. (obr. 3.3, 3.4, tab. 3.2)

¹⁸ nejdříve to samozřejmě bude v herním průmyslu, viz např. Pokémon GO

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nianticlabs.pokemongo&hl=en>

¹⁹ Např. aplikace vytvářející 3D obraz z vrstevnicového plánu: LandscapAR augmented reality, <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.berlin.reality.augmented.landscapar>

Tab. 3.1. Četnosti nejčastějších klíčových slov z 20 nejcitovanějších WoS článků z informatiky

keywords	Počet
industrial informatics	6
enterprise systems	5
Internet of Things (IoT)	4
system integration	2
radio-frequency identification (RFID)	2
SYSTEM	2
ARCHITECTURE	2
wireless sensor networks (WSNs)	2

**Obr 3.3.** Word cloud z anotací 20 nejcitovanějších WoS článků z GIS, geoinformatiky a geomatiky



Obr 3.4. Word cloud z klíčových slov 20 nejcitovanějších WoS článků z GIS, geoinformatiky a geomatiky

Tab. 3.2. Četnosti nejčastějších klíčových slov

keywords	Počet
Remote sensing	5
GIS	4
Landslides	3
Susceptibility	2
Frequency ratio	2
Geographic information systems (GIS)	2
Iran	2
Landslide susceptibility	2
air pollution	2
Logistic regression	2
Weights of evidence	2

3.1 Shrnutí dlouhodobé projekce

Z výše uvedených analýz je patrné, že ani analýzou vědeckých článků se nedostáváme příliš daleko za horizont krátko a střednědobé předpovědi ~ objevují se v nich v převážné většině případů stejná nebo podobná témata jakou jsou ta identifikovaná již v předchozí kapitole. Důvodem je to, že lidský vývoj ovlivňují dopředu nepředvídatelné jevy, s dalekosáhlým dopadem na život celé společnosti (např. v IT úspěch společnosti Google na poli vyhledávání), tzv. černé labutě, viz např. Taleb (2011). Autor stejnojmenné knihy tvrdí, že příčinou naší nepřipravenosti na podobné zlomové události je především setrvačnost našeho myšlení v podobě přílišné důvěry ve statistiky a prognostiky, přehnaného

kategorizování, hledání "logiky" vývoje či soustředování se na specifika tam, kde bychom měli přemýšlet spíše v obecných kontextech.

Za předpokladu, že takováto zlomová událost nepříjde, lze nicméně alespoň v obecné rovině očekávat plynulé a zrychlující se prolínání normálního prostoru a kyber prostoru, resp. off-line a on-line světa, do tzv. on-life²⁰, podrobněji, včetně historie nastíněné např. zde²¹. Internet věcí tak bude pronikat do našeho světa stále hlouběji, geoinformatiky a geomatiky se nejvíce dotkne v oblasti dopravy (nově i autonomní, jak pozemní tak vzdušné), chytrých měst, inteligentních budov, tedy v oblasti pasivní i aktivní inteligentní infrastruktury prostorových dat, Populárně shrnuto např. zde Pietraš (2016), resp. podrobněji v Floridi (2014).

4 LITERATURA

- Babinsky, G. (2014). The State of GIS in Washington & Oregon. Oregon *The 2014 GMI Metric Survey*. Online: <http://www.slideshare.net/gbabinski/the-state-of-gis-in-washington-oregon-the-2014-gmi-metric-survey/7>. [citováno 8.11.2016]
- Bello-organ, G., Jung J., J., a Camacho D., (2016). Social big data: Recent achievements and new challenges. *Information Fusion* [online]. 3., roč. 28, s. 45–59. ISSN 1566-2535. Dostupné z: doi:10.1016/j.inffus.2015.08.005
- Berry, J.K. (2013). *Map Analysis*. BASIS Press. Online: <http://www.innovativegis.com/basis/mapanalysis/>. [citováno 8.11.2016]
- Beyer, M., A., Laney D., (2012). *The Importance of "Big Data": A Definition*. Gartner.
- Blain, L. (2014). Layered paper 3D printers: Full color, durable objects at a fraction of the cost. *New Atlas*. Online: <http://newatlas.com/mcor-iris-paper-3d-printer/32903/> [citováno 8.11.2016]
- Bunčeka, M. et. al. (2016). *Národní Iniciativa Průmysl 4.0*. Svaz průmyslu a dopravy České republiky. Online: http://www.spcr.cz/images/2015_02_03_Prumysl_4_0_FINAL.PDF. [citováno 8.11.2016]
- Diffey, B. L. (2011). An overview analysis of the time people spend outdoors. *British Journal of Dermatology*, 164(4), 848-854. DOI: 10.1111/j.1365-2133.2010.10165.x
- Directive, I. N. S. P. I. R. E. (2007). Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). *Published in the official Journal of European Union*.
- Floridi, L. (2014). *The fourth revolution: How the infosphere is reshaping human reality*. OUP Oxford. ISBN-13: 978-1522663584
- Giannotti F., Pedreschi D. (2008): *Mobility, Data Mining and Privacy*. Springer.
- Grigoryev Ilya: *AnyLogic 7 in three days*. 2016. ISBN-13: 978-1508933748. 256 stran.
- Hashem, Ibrahim Abaker Targio, Ibrar Yaqoob, Nor Badrul Anuar, Salimah Mokhtar, Abdullah Gani A Samee Ullah Khan, 2015. The rise of "big data" on cloud computing: Review and open research issues. *Information Systems* [online]. 1., roč. 47, s. 98–115. ISSN 0306-4379. Dostupné z: doi:10.1016/j.is.2014.07.006
- Horák J., Ivan I., Horáková B., Drozdová M., Bala P.: OLAP pro socio-ekonomické průzkumné analýzy a prevenci kriminality. In sborník „GIS Ostrava 2016 - Geoinformatika pro společnost“, Ostrava, 7 stran. http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2016/sbornik/papers/gis201656785ad9ae229.pdf
- Horák J.: Metodika tvorby multidimenzionální databáze pro prevenci kriminality. Certifikovaná metodika. MV ČR 2015
- Horák, J. (2014). Vymezení rolí a povolání v oblasti geoinformačních technologií. *GIS Ostrava 2014*. Editoři: Tomáš Inspektor, Jiří Horák, Jan Růžička. ISBN 978-80-248-3310-1. ISSN 1213-239X. Online: http://gisak.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2014/sbornik/papers/gis2014523d62af0522f.pdf. [citováno 8.11.2016]

²⁰ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/onlife-initiative>

²¹ http://ceskapozice.lidovky.cz/lidske-vnimani-se-meni-a-ztraci-exkluzivitu-fzz-/recenze.aspx?c=A160719_102823_pozice-recenze_lube

- IBM, 2016a. *IBM Streams* [online] [vid. 19. únor 2016]. Dostupné z: <http://www-03.ibm.com/software/products/en/ibm-streams>
- Kepes, B. (2016). Understanding the Cloud Computing Stack: SaaS, PaaS, IaaS. *RACKSPACE SUPPORT NETWORK*. Online: <https://support.rackspace.com/white-paper/understanding-the-cloud-computing-stack-saas-paas-iaas/>. [citováno 8.11.2016]
- Kubíček P. (2012): Vybrané aspekty vizualizace nejistoty geografických dat. Habilitační práce. Univerzita obrany Brno
- Li, Songnian, Suzana DRAGICEVIC, Francesc Antón CASTRO, Monika SESTER, Stephan WINTER, Arzu COLTEKIN, Christopher PETTIT, Bin JIANG, James HAWORTH, Alfred STEIN a Tao CHENG, 2015. Geospatial big data handling theory and methods: A review and research challenges. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* [online]. 1.1. [vid. 19. únor 2016]. ISSN 0924-2716. Dostupné z: doi:10.1016/j.isprsjprs.2015.10.012
- Miller (2015): Space-Time Data Science for a Speedy World. *I/S: A journal of Law and Policy for the Information Society*. Vol. 10:3, 2015.
- MISHNE, Gilad, Jeff DALTON, Zhenghua LI, Aneesh SHARMA a Jimmy LIN, 2013. Fast Data in the Era of Big Data: Twitter's Real-time Related Query Suggestion Architecture. In: *Proceedings of the 2013 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data* [online]. New York, NY, USA: ACM, s. 1147–1158 [vid. 20. únor 2016]. SIGMOD '13. ISBN 978-1-4503-2037-5. Dostupné z: doi:10.1145/2463676.2465290
- PATHIRAGE, Milinda A Beth PLALE, 2015. Fast Data Management with Distributed Streaming SQL. *arXiv:1511.03935 [cs]* [online]. 12.11. [vid. 1. prosinec 2015]. Dostupné z: <http://arxiv.org/abs/1511.03935>
- Pietraš, P. (2016). Lidské vnímání se mění a ztrácí exkluzivitu. Česká pozice. Lidové noviny. Online: <http://ceskapozice.lidovky.cz/lidske-vnimani-se-meni-a-ztraci-exkluzivitu-fzz-/recenze.aspx> [citováno 8.11.2016]
- Press, G. (2014). 12 Big Data Definitions: What's Yours? *Forbes.com*. Online: <http://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/09/03/12-big-data-definitions-whats-yours/>. [citováno 8.11.2016]
- Shi W. (2010): Principles of modeling Uncertainties in Spatial Data and Spatial Analysis. CRC press. 2010
- Siegel E. (2014): Kdo klikne koupí, lže nebo zemře. BizBooks Brno 2014.
- Smith, S. (2016). GIScafé's 2016 Trends Report. *GIScafé Blogs*. Online: <http://www10.giscafe.com/blogs/gissusan/2016/01/08/giscafes-2016-trends-report/> [citováno 8.11.2016]
- Strickland, J. (2008). How Web Operating Systems Work. *HowStuffWorks.com*. Online: <http://computer.howstuffworks.com/web-operating-system.htm>. [citováno 8.11.2016]
- Taleb, N. N. (2011). *Černá labuť. Následky vysoce nepravděpodobných událostí*. Praha: Paseka, 440 s. ISBN 978-80-7432-128-3.
- Woods, V. (2015). *Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2016*. Gartner Inc. <http://www.gartner.com/newsroom/id/3143521>. [citováno 8.11.2016]