

Digitální mapa Brna jednotný systém tvorby a údržby dat

Dana Glosová, Lenka Hřčková a Petr Šebesta, Magistrát města Brna a T-MAPY, spol. s r.o.

V současné době si sotva lze představit fungování informačního systému obce či města bez geografických dat. Potřeba jednotného mapového díla vyplývá z přirozené nutnosti, aby všechny zainteresované strany vycházely při své práci ze stejných grafických podkladů. Jen tak může být zajištěna vzájemná kompatibilita využívaných dat s daty nově vznikajícími.

Požadavky na zvýšení kvality vybraných geodat na území města Brna a vytvoření jednotného homogenizovaného mapového díla se projeví zejména při řešení komplexních analytických úloh, kdy bylo nutné kombinovat např. data o nemovitém majetku města s údaji o dopravní infrastruktuře nebo životním prostředí. Z těchto důvodů byl zahájen projekt, který díky postupné integraci datových i technologických zdrojů Magistrátu města Brna se zdroji dalších organizací povede k vybudování jednotného systému správy a údržby polohopisných dat. Všem zúčastněným subjektům i dalším uživatelům tento systém umožní využívat aktuální, kvalitní a velmi přesný polohopisný podklad.

OKNO DO HISTORIE

Digitální mapa města Brna (DMMB)

Pokrytí území města Brna jednotným celoplošným mapovým dílem velkého měřítka je myšlenka stará více než 40 let. Digitální podoba tohoto díla začala vznikat v průběhu 70. let minulého století na zakázku Magistrátu města Brna. Šlo spíše o budování číselné datové báze než o vektorovou kresbu v dnešním slova smyslu. K prvním projektům na téma DMMB a k prvním praktickým krokům došlo na přelomu 80. a 90. let.

Rozsah tvorby DMMB byl dán zájmovým územím magistrátu:

- › 48 katastrálních území,
- › celková výměra 23 000 ha,
- › přibližně 240 000 parcel,
- › 1000 km uliční sítě.

Digitální mapa města Brna vznikala v průběhu několika etap a z řady datových zdrojů, z nichž nejdůležitější jsou:

Základní mapa velkého měřítka (ZMVM)

Tvorbu této mapy zajišťovala Krajská geodetická a kartografická správa, v počátcích budování dnešní digitální mapy pokrývala šest katastrálních území.

Technická mapa města (TMM)

Technická mapa města vznikala technologií obdobnou pro tvorbu ZMVM a byla doplněna o polohopisné prvky, které nejsou obsahem katastru nemovitostí, a v některých oblastech i o rozvody inženýrských sítí (ty byly ve větší míře zpracovávány pouze graficky). Práce probíhaly po mapových listech 1 : 500 a ve svém výsledku pokrývaly centrum města – celkem 10 katastrálních území nebo jejich významných částí. Tvorba ZMVM a TMM byla realizována v letech 1977–1993.

Dále byly využity *vektORIZOVANÉ RASTROVÉ OBRAZY MAP KN (dříve EN)*, založené v systému JTSK, vedené katastrálním úřadem číselně (využití RES) nebo graficky, a *vektORIZOVANÉ SOUBORY MAP KN* v systému sv. Štěpán, vedené pouze graficky.

Vytvoření Hybridní mapy

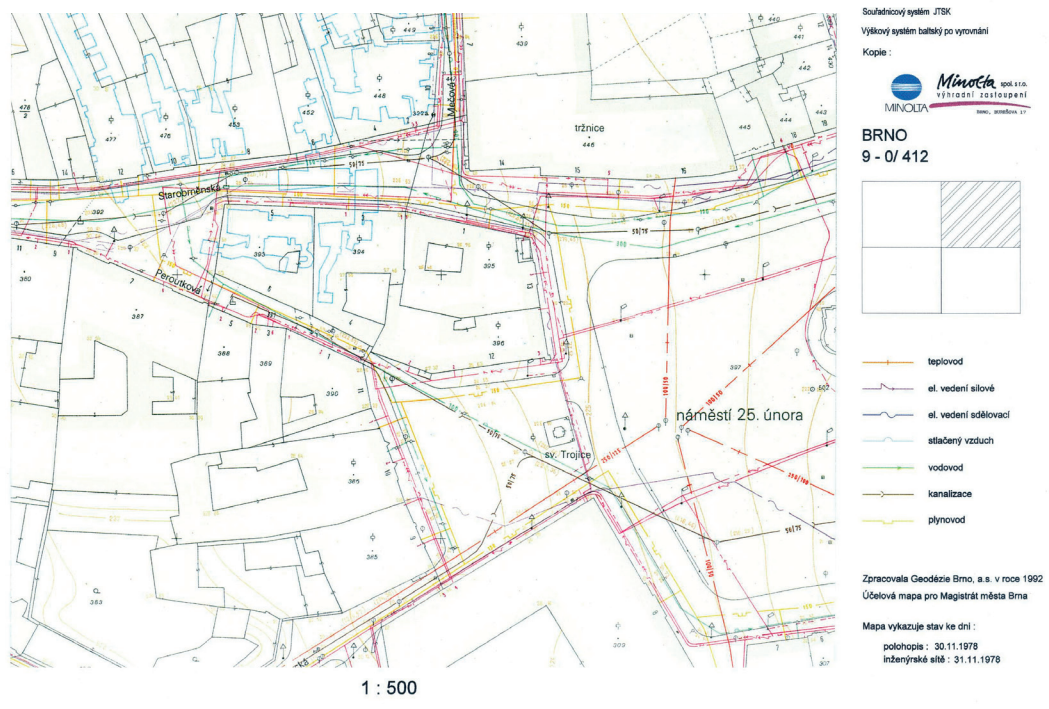
Skloubením výše uvedených zdrojů byl vytvořen souvislý mapový podklad pokrývající území celého města Brna, pro který se vžil název *Hybridní mapa města Brna*. Pro údržbu těchto dat byl použit program MAPA2.

Dalším krokem tvorby jednotného mapového díla bylo tzv. zpřesnění a doplnění dat na těch katastrálních územích, kde obsah Hybridní mapy vznikl prostou vektorizací. Cílem bylo získat mapový podklad těchto území obsahující:

- › tematickou mapu KN,
- › účelový polohopis (jako základ DMMB), který by vykazoval 3. třídu přesnosti,
- › výškopisná data v systému Bpv.

Uliční síť města v délce několika stovek kilometrů byla geodeticky zaměřena a zpracována tak, aby svým obsahem vyhovovala datovému modelu definovanému na Magistrátu města Brna a byla případně použitelná i pro správce jednotlivých inženýrských sítí. Takto vzniklá jednotná digitální

VÝŘEZ Z MAPOVÉHO LISTU TECHNICKÉ MAPY MĚSTA BRNA



Obr. 1. Ukázka zpracování Technické mapy města Brna.

mapa vykazovala v uličních prostorech 3. třídu přesnosti, ostatní území bylo doplněno vektorovou kresbou z map KN. Tato etapa byla ukončena v polovině roku 2000.

Spolu s postupným nahrazováním datové vrstvy KN *Digitální katastrální mapou* byla oddělena vrstva *katastru nemovitostí* a vrstva *Účelové mapy povrchové situace*. Vznikly tak dvě samostatné a zcela nezávislé datové vrstvy polohopisu, uložené v datovém skladu GIS na Magistrátu města Brna a pravidelně aktualizované.

PROJEKT DIGITÁLNÍ MAPY BRNA – CESTA K JEDNOTNÉMU SYSTÉMU

V roce 2014 byl zahájen nový projekt **Digitální mapa Brna (DMB)** za účelem vybudovat systém pro moderní správu, údržbu a publikaci základní sady prostorových dat, zejména měřeného polohopisu. Cílem je zvýšit úroveň a efektivitu správy geodat na území města Brna a současně významně zlepšit kvalitu dat samotných. Řízení projektu ze strany Magistrátu města Brna se ujali pracovníci Oddělení GIS Odboru městské informatiky, tvorba systému a další odborné práce byly svěřeny firmě T-MAPY, spol. s r.o.

DATOVÁ ČÁST

Nejprve byla provedena analýza nejdůležitějších datových zdrojů nezbytných pro tvorbu polohopisného podkladu. Jednalo se o data *Účelové mapy povrchové situace*, *stavební objekty* a data *pasportů*, zejména *pasportu komunikací* a *pasportu zeleně*.

Účelová mapa povrchové situace (ÚMPS)

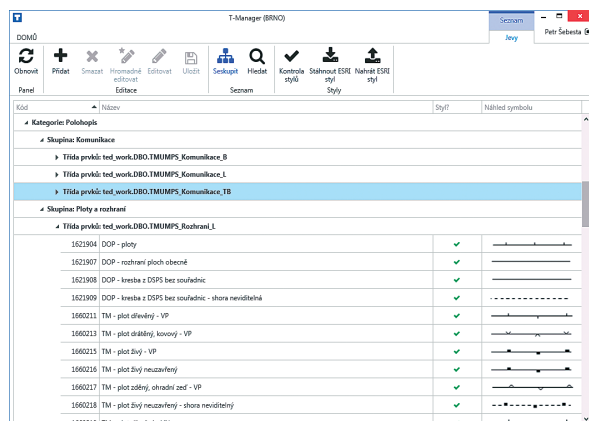
Mapa je od roku 2000 udržována externím dodavatelem, firmou GB-geodezie, spol. s r.o. Jejím základem jsou geodeticky měřená data uličních prostor. Je tvořena vrstvou polohopisu, výškopisu a popisu.

ÚMPS byla od svého vzniku tvořena čistě v prostředí CAD z dokumentací skutečného provedení staveb a dalších dostupných měření.

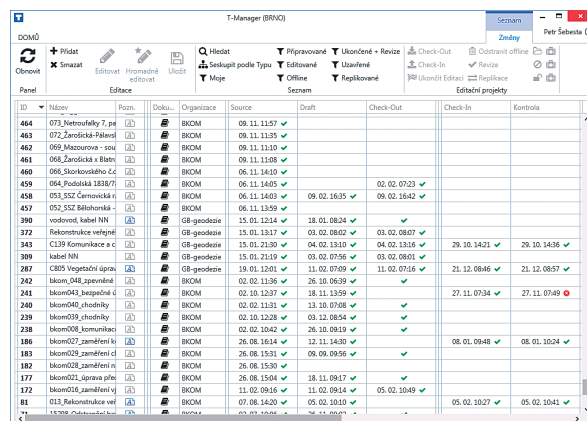
Aktuální data ÚMPS jsou primární referenční datovou sadou pro GIS města Brna, slouží však i projektantům a správcům inženýrských sítí a pasportů jako podkladová mapa pro tvorbu odborných a tematických dat. Přestože se ÚMPS stala jednotným polohopisným základem pro celé území Brna, tematická data byla často tvořena a aktualizována v jiných technologiích a systémech, většinou odděleně od dat referenčních nebo v lepším případě nad neaktuálním stavem ÚMPS.

Stavební objekty

Stavební objekty jsou samostatnou datovou vrstvou v rámci GISMB. Vrstva je průběžně aktualizována z dat RÚIAN a zpřesňována ve vazbě na ÚMPS, pro potřeby uživatelů je kartograficky upravována a doplňována o další informace a objekty neevidované v celostátním registru. Vrstva stavebních objektů byla primárně vytvořena nad podkladem katastrální mapy a databází IBO (Identifikační body objektů) a byla průběžně udržována a aktualizována. Od roku 2012 probíhala její plošná revize. Linie obvodů jednotlivých



Obr. 2. Ukázka z aplikace T-Manager – Správa datového modelu.



Obr. 3. Ukázka z aplikace T-Manager – Evidence změn.

stavebních objektů byly uvedeny do souladu s polohopisem ÚMPS, zpřesněny a doplněny.

Pasport komunikací

Pasport je veden ve společnosti Brněnské komunikace a.s. (BKOM), což je organizace zřizovaná statutárním městem Brnem. Pasport komunikací je tvořen, spravován a aktualizován v informačním systému firmy CDSw. Pro účely projektu byla využita zejména data z aplikací SITINFO a TEPAOS. Jako referenční podklad Pasportu komunikací je dlouhodobě využívána ÚMPS, do dat pasportu však byla zapracována i další zaměření, např. z běžné údržby komunikací.

Pasport zeleně

Pasport zeleně je v Brně tvořen na jednotlivých úřadech městských částí. Stav zpracování je různý, před 10 lety vedla plnohodnotný pasport pouze jedna městská část. V současnosti existují aktuální a kompletní data na třetině městských částí, na ostatních je pasport zeleně rozpracovaný, případně jsou vytvořeny alespoň základní plochy zeleně. Tato data jsou součástí GISMB a jsou vedena v jednotné webové aplikaci. Městské části jsou Magistrátem města Brna metodicky řízeny, data pasportu zeleně tvoří v jednotném datovém modelu a k dispozici mají veškeré potřebné mapové podklady.

Správa městských parků a uličních stromořadí je svěřena příspěvkové organizaci Veřejná zeleň města Brna, p.o. Tato společnost má rovněž k dispozici aplikaci Pasport zeleně v rámci GISMB. Pasport komunikační zeleně je veden a udržován ve společnosti BKOM, v aplikaci ZELEN, která je součástí informačního systému firmy CDSw.

Postup datových prací

Při analýze dostupných dat byly zjištěny hlavní typy topologických nesouladů a odchylek mezi jednotlivými datovými zdroji.

Nejprve došlo k porovnání dvou nejdůležitějších měřených mapových podkladů, které pokrývají celé území města

Brna, a to pasportu komunikací (TEPAOS) a ÚMPS. Obě tato mapová díla prošla dlouholetým vývojem a byla tvořena odděleně v různých technologiích a systémech. Přestože probíhala vzájemná výměna dat a TEPAOS byl vytvářen nad ÚMPS, došlo při tvorbě ploch ručním nebo poloautomatizovaným způsobem k topologickým nesouladům a odchylkám. Naopak ÚMPS byla v některých lokalitách proti datům TEPAOS neúplná a neaktuální. Z těchto důvodů byla nad územím celého města Brna provedena geometrická homogenizace plošných vrstev pasportu komunikací vedených v systému TEPAOS s polohopisem ÚMPS. Vzniklé geometrie prvků, tedy polygonové třídy dat pasportu komunikací topologicky provázané s ÚMPS, byly importovány zpět do systému TEPAOS, aby bylo možné kontinuálně pracovat s plnohodnotným pasportem se zachováním kompletních pasportních informací o komunikacích.

Naopak v oblastech, kde hranice ploch pasportu komunikací měly doložený aktuálnější průběh, byly zpřesněny vrstvy polohopisu ÚMPS.

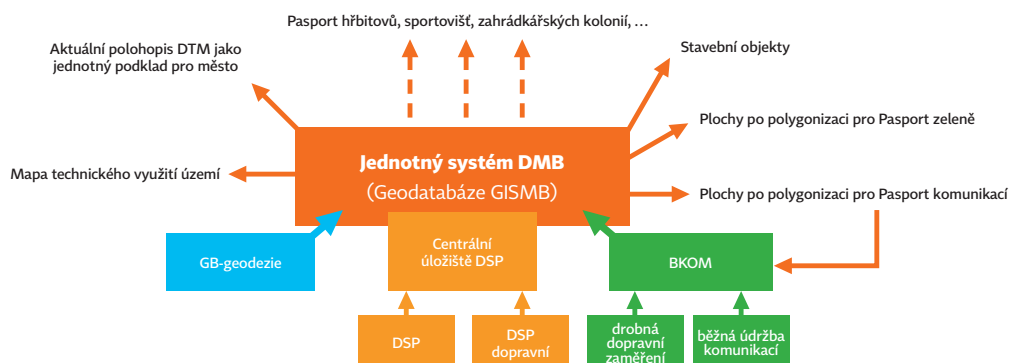
Vrstva stavebních objektů byla pro projekt DMB připravena díky již dříve provedené revizi. Datové práce se však v některých případech dotkly i polygonů budov a ty musely být rovněž sjednoceny s ostatními vrstvami polohopisu.

Zapojení pasportu zeleně bylo zahrnuto až do další etapy projektu. Na městských částech stále pokračují práce na pasportech a aktualizaci dat, aby do projektu vstoupila data o zeleni v co nejlepším stavu.

Značná pozornost byla věnována přípravě geodatabáze DMB. Její kompletní datový model obsahuje více než 1000 jevů rozdělených do 56 skupin v 17 kategoriích a je založen ve 3D. Do geodatabáze byla vložena homogenizovaná a nejaktuálnější data polohopisu a výškopisu ÚMPS.

SYSTÉMOVÁ ČÁST

Současně s probíhajícími datovými pracemi byl tvořen aplikační systém DMB, tedy software pro řízení veškerých činností při správě datového skladu. Systém obsahuje tyto moduly:



Obr. 4. Schéma procesu aktualizace dat.

Správa datového modelu

Tento modul umožňuje editovat sledované jevy, přiřazovat jim logická a topologická pravidla a začleňovat je do vyšších logických celků. Zároveň je zde ke každému jevu uložena vizualizace v prostředí Esri a Bentley. V neposlední řadě modul obsahuje nástroj na definici typů změny, pomocí kterého může administrátor ovlivnit, jakým způsobem budou jednotlivé jevy v systému aktualizovány.

Evidence dokumentací

Zobrazuje přehled dokumentací včetně příloh s grafickými daty v několika možných formátech (DGN, SHP, ...), které jsou importovány do systému a před vlastním předáním editorům poloautomaticky vyhodnoceny pro maximální zjednodušení ruční práce při implementaci.

Evidence změn

Každá dokumentace se do systému vkládá prostřednictvím změny s unikátním ID, každý prvek dotčený příslušnou změnou si nese i příznak této změny a je zpětně spárovatelný s atributy dokumentace (tzn. zpětně lze zjistit, kdo a na základě jakého podkladu editoval libovolný prvek v systému).

Evidence procesů

V průběhu zpracování každé dokumentace je postupně spouštěna řada procesů (import vstupních geometrií a souřadnic, příprava vstupních dat, kontroly topologie, kontroly naplnění atributů, ...), které jsou průběžně logovány. Spouštění těchto procesů je automatizovaně řízeno tak, aby systém plně vytižil hardware, na kterém je provozován, a neblokoval prioritní procesy.

Evidence kontrol

Všechny kontroly a jejich výsledky provedené nad zpracovávanými změnami se rovněž ukládají a jsou k dispozici editorům a administrátorům systému.

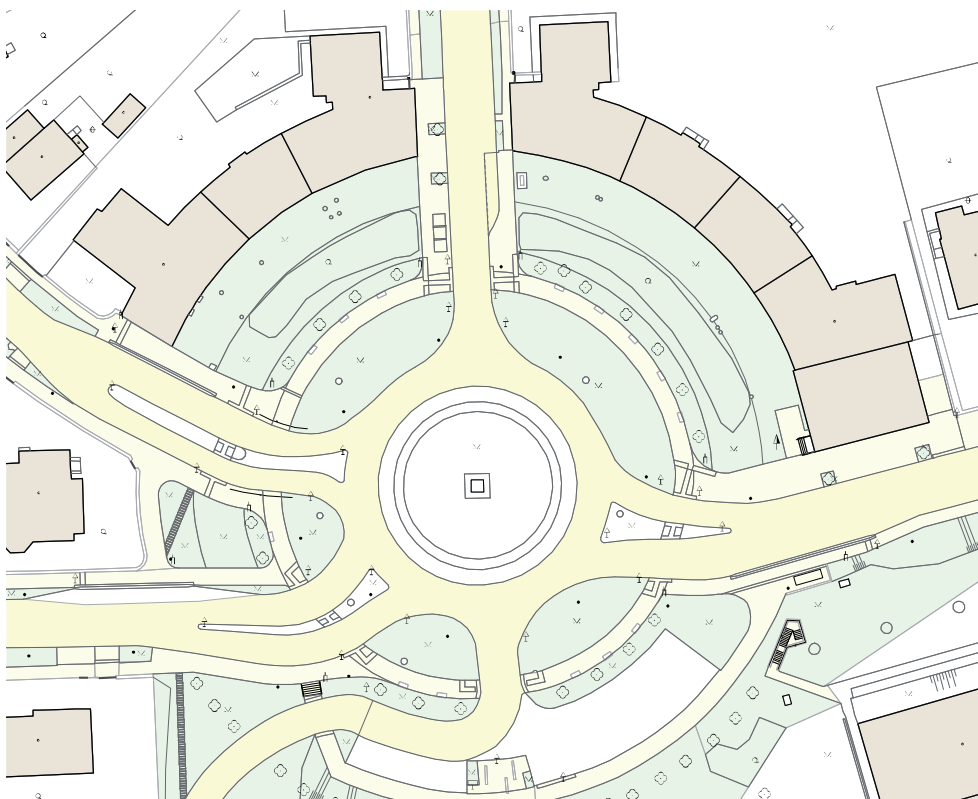
Editací nástroj

Editací nástroj je samostatná aplikace, která je vytvořena na základě zkušeností s editací v prostředí Esri i v CAD aplikacích. Je plně optimalizována pro zapracování změn do systému DMB a průběžně doplňována o další funkce dle přání a potřeb editorů.

ORGANIZAČNÍ ČÁST

V první etapě byli do projektu organizačně zapojeni pracovníci GB-geodezie, spol. s r.o., a BKOM. Bylo dohodnuto workflow pro zapracování změn. Veškeré dostupné dokumentace skutečného provedení staveb a další geodetická měření jsou evidovány v aplikaci GISMB a ukládány do centrálního úložiště v rámci geodatabáze DMB. Řízení a kontroly celého procesu jsou na straně magistrátu. Jednotlivé dokumentace skutečného provedení staveb, případně další dostupná zaměření, jsou rozdělovány mezi operátory (pracovníky GB-geodezie a BKOM) a zapracovávány do pracovní databáze. Pokud po ukončení editace proběhnou všechny kontroly úspěšně, aktualizovaný polohopis je uložen do ostré databáze. Po ukončení editací je provedena polygonizace. Aktualizované polygony (tzv. díly MTVÚ) jsou importovány do systému TEPAOS, kde se stávají aktivní referenční vrstvou, ze které musí být odvozeny prvky pasportu komunikací. Dojde-li naopak ke změně v pasportu komunikací, která ovlivní i polohopis, odchází o této změně záznam do systému DMB, který vyvolá povinnost zapracování změny do primárních tříd DMB. Tím je zajištěna současná a vzájemná aktualizace referenčních dat (polohopisu) a tematických dat pasportu komunikací, což zamezí vzniku topologických nesouladů a odchylek mezi těmito dvěma datovými sadami.

Cílem systému DMB je sjednotit a optimalizovat průběžnou aktualizaci prostorového znázornění jednotlivých prvků všech dříve uvedených děl. Ve výsledku by se každá aktualizace libovolné sady měla nejprve promítnout do ÚMPS, geometrické určení prvků pasportů a další navazující evidenční úlohy pak budou vytvářeny jako odvozeniny ÚMPS.



Obr. 5. Mapa technického využití území.

Základní odvozenou vrstvou, která tímto procesem vzniká, je *Mapa technického využití území*.

Mapa technického využití území (MTVÚ)

První verze MTVÚ byla vytvořena v produkční lince DMB po provedení geometrické homogenizace dat a po dokončení prvotních revizí. Je koncipována jako souvislá polygonová vrstva (s překryvy v místech výskytu mimoúrovňových jevů), která je vytvořena pro celé území statutárního města Brna. Její geometrická složka je odvozena z primárních datových vrstev DMB, elementární plochy jsou podle situace sdružovány do ploch, které mají shodné technické využití.

Při prvotním naplnění byly pro kategorizaci ploch použity informace obsažené v ÚMPS a pasportu komunikací. V současné době pokračují práce na verifikaci kategorií z dalších dostupných, kvalitně zpracovaných podkladů.

Základní klasifikace obsahuje 12 skupin kategorií, z nichž některé budou dále podrobněji členěny.

MTVÚ se stane základní plošnou polohopisnou vrstvou zachycující skutečný stav území. Předpokládáme, že bude využívána zejména jako referenční kartografický podklad pro podkreslení a pořizování tematických vrstev velkého měřítka.

MTVÚ bude zároveň sloužit jako zdroj geometricky správně vymezených ploch pro sestavování a plnění tematických a účelových vrstev. Tento postup zajistí zachování jednotné geometrické reprezentace stejného prvku v různých datových sadách pro různé účely (budovy, plochy zeleně, obrusné vrstvy vozovky, ...).

DALŠÍ ETAPY PROJEKTU

V roce 2016 bude nutné rozbíhající se systém zbavit dětských nemocí a uvést do rutinního provozu ve všech spolupracujících organizacích.

V navazujících etapách projektu budou do systému DMB postupně zapojováni správci dalších tematických datových sad. Prioritní je zapracování dat pasportu zeleně, plánuje se rozšíření systému o data inženýrských sítí, případně dalších pasportních nebo evidenčních vrstev.

Postupně se tak bude naplňovat základní cíl projektu – vytvoření celoměstského systému, v němž budou integrovány informační systémy, datové a odborné zdroje Magistrátu města Brna se zdroji dalších organizací. <<

RNDr. Dana Glosová a Ing. Lenka Hřčková, Magistrát města Brna
Ing. Petr Šebesta, T-MAPY, spol. s r.o.
Kontakt: glosova.dana@brno.cz, hrckova.lenka@brno.cz,
petr.sebesta@tmapy.cz