

GIS

ve strategii plánování a optimalizace radiových sítí mobilního operátora

Karel Mikuláščík, T-Mobile Czech Republic a.s.

Mít možnost se po návratu z měřicího výjezdu podívat, jak nám to kde funguje, mít možnost na první pohled ukázat, kde se nejvíce telefonuje, kde se nejvíce datuje, kde padá více hovorů než je v síti obvyklé, zkontrolovat nastavení vybraných parametrů sítě a identifikovat případné problémy. Zobrazit a v dobré kvalitě publikovat, kde jsou spuštěné nové stanice, kolik LTE pásem je kde k dispozici nebo třeba rozdělit práce na síti v požadované oblasti na několik dílů – to jsou úlohy jako dělané pro ArcGIS Desktop.

GIS V PROSTŘEDÍ MOBILNÍHO OPERÁTORA

Mobilní operátoři spravují technologickou infrastrukturu zajišťující dnes zásadní část veřejné hlasové komunikace a bezdrátového přístupu k internetu prostřednictvím mobilních sítí druhé, třetí i čtvrté generace. Nejviditelnější



Obr. 1. Anténní systémy a rádiové jednotky základnové stanice.

částí infrastruktury jsou koncové prvky sítě – základnové stanice – BTS (Base Transceiver Station). BTS obsluhuje nejčastěji tři buňky (sektory). Obsahuje v daném systému tři nezávislé anténní systémy a vysílače (TRX – Transceiver), které mají řešit komunikaci mobilních terminálů ve třech

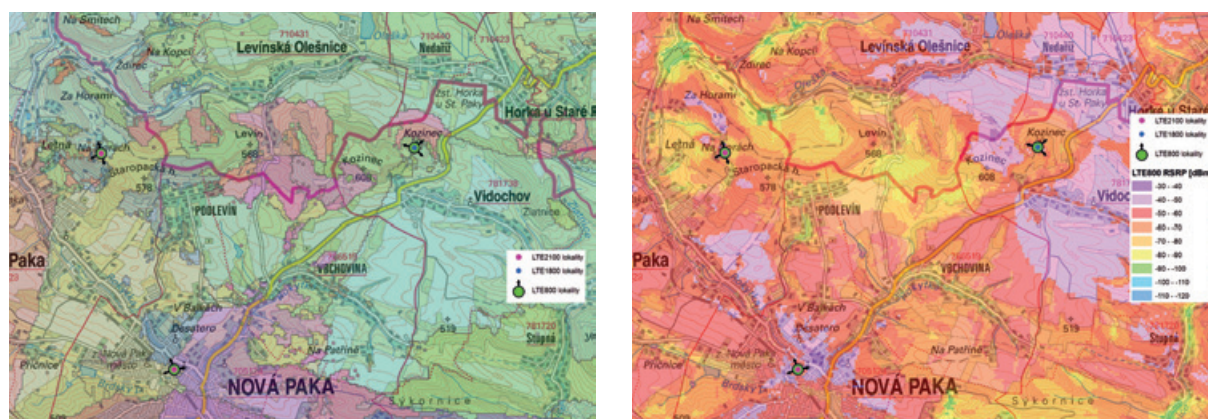
pokud možno co nejlépe geograficky separovaných oblastech pod základnovou stanicí. Městské základnové stanice bývají vybavovány technologií pro všechny dnes používané mobilní systémy – GSM (2G), UMTS (3G) a LTE (4G). Stanice mimo města jsou pak většinou osazeny technologií pro GSM a LTE. Základnové stanice jsou datovými linkami propojeny s řídicími prvky sítě a odtud pak dále do ostatních mobilních i fixních hlasových sítí a do světa internetu. Technologie operátora se v našich podmínkách rozkládá na několika tisících lokalit s desetitisíci buňkami napříč všemi generacemi sítí.

Mobilní operátor pracuje s geografickými informacemi v různých softwarových nástrojích pro potřeby inventarizace, vizualizace i analýzy. Definice fyzického umístění základnových stanic, buněk jednotlivých systémů i dalších prvků sítě je provází po celou dobu životního cyklu – od plánování po realizaci, provoz až k deinstalaci. Prvotní úkoly GIS začínají tím, jak se na BTS dostat, pokračují čtením a přípravou podkladů pro práci s katastrem nemovitostí a podklady pro plánování a přípravu projektové dokumentace.

Z neradiových prvků stojí za zmínku propoje optickými kabely, které nabývají velkého významu pro síť vysokorychlostního internetu. Prostředky GIS zde slouží k evidenci tras vedení těchto spojů.

Rádiové prvky se prvně uplatňují v mikrovlnných spojih. Mikrovlnné spoje připojují do centrální sítě ty základnové stanice, u kterých (zatím) nebylo možné zřídít připojení optickými kabely. Mikrovlnné linky podle délky skoku od desítek metrů až po desítky kilometrů využívají frekvenční pásma 7–80 GHz. Prostředky GIS se zde ověřuje viditelnost z bodu A do bodu B a při vlastním návrhu spočívajícím také v určení průměru a typu antén se počítá útlum pro různá frekvenční pásma a výsledná kvalita linky.

Nejpodstatnější kmitočty využívané pro obsluhu koncových uživatelů mobilní sítě jsou v případě druhé generace sítě GSM pásma 900 a 1800 MHz, pro třetí generaci se jedná o frekvenční pásmo 2100 MHz a u sítí čtvrté generace – LTE



Obr. 2. Predikované rozložení bestserverů a výkonových úrovní signálu RSRP v síti LTE 800 MHz, použitá pásma LTE na základních stanicích.

rychlá data proudí v pásmech 800, 1800, 2100, 2600 MHz. Se zvyšujícím se kmitočtem roste útlum šíření na větší vzdálenosti, zároveň ale zpravidla přibývá dostupná šířka pásma a ubývá rušení od ostatních základnových stanic. Čím více LTE pásem je na BTS k dispozici, tím lze obsloužit více uživatelů rychlejším datovým připojením.

DATOVÉ ZDROJE

Pro plánování a optimalizaci mobilních sítí disponujeme třemi typy dat. Jedná se o data predikovaná, data naměřená v terénu a o statistiky a parametry získané ze sítí. Vybrané datové sady se pravidelně generují a ukládají na firemní GIS server. Odtud je pak čerpají další aplikace (například internetové mapy pokrytí) i jednotliví uživatelé. Pro potřebu vizualizace vývoje stavu i optimalizace sítí se však většina používaných vrstev generuje jednorázově.

PREDIKOVANÁ DATA

Důležitým zdrojem dat pro plánování i optimalizaci mobilních sítí je softwarový nástroj provádějící výpočty pokrytí radiových sítí. Tento nástroj (nazýváme jej pro zjednodušení „plánovací“) slouží k predikci šíření elektromagnetických vln radiových frekvencí používaných v mobilní komunikaci. Základním výstupem jsou pro každou buňku rastrová data pro určité území, kde má každý čtverec o délce strany v desítkách metrů přidělenou svoji úroveň signálu definovanou většinou pro terminál ve výšce 1,5 metru a určité procento pravděpodobnosti v čase a prostoru (většinou 50 %, resp. 95 %). Z úrovní signálu pak plánovací software, případně též nadstavby pro ArcGIS, počítají další charakteristiky – bestservery (dominantní vysílače na konkrétním místě splňující podmínku minimální prahové úrovně signálu), odstup radiového signálu od šumu/interference, datové rychlosti a podobně. Pracuje se zde se vztahy mezi jednotlivými radiovými buňkami v síti až desetitisíců prvků.

Plánovací nástroj například také přiděluje kmitočty resp. kódy pro jednotlivé buňky v síti a spravuje relace mezi jednotlivými prvky sítí umožňující mobilitu účastníků.

U hlasového hovoru se jedná o proceduru předání z jedné buňky na druhou (handover). Plánovací nástroj zohledňuje terénní profil, vegetaci a volitelně též zástavbu. Velký vliv na výsledek výpočtu i na jeho reálnost má vyzařovací diagram a parametry nastavení antény – azimut a mechanický i elektrický náklon vůči zemní rovině. Z pohledu celé sítě poskytuje data potřebná pro výpočet pokrytí obyvatel a území i přípravu map pokrytí, ukazuje také „bílá místa“ v síti. Takto získaná data pokrývají v našem případě území celé ČR a přinášejí představu o pravděpodobném stavu sítě i na místech, kam je obtížné se fyzicky nebo formálně dostat. Vyjma rastrových dat umožňuje plánovací nástroj exportovat po nadefinování zlomových hodnot také rovnou vrstvy s polygony (v podobě souboru shapefile).

NAMĚŘENÁ DATA

K měření sítě se používají především měřicí telefony a scannery. Jako měřicí telefony slouží většinou chytré telefony s operačním systémem Android vybavené speciálním softwarem umožňujícím prohlížet a logovat rozličné, nejen radiové parametry a události související s interakcí terminálu a mobilní sítě. Vybrané informace jsou dostupné na obrazovce telefonu, s více možnostmi lze pracovat na notebooku. Do telefonu nebo notebooku se také ukládají vybrané informace doplněné GPS souřadnicemi. Telefonům se také v rámci testování výkonnosti sítě nastavují programy, podle kterých si samy mezi sebou telefonují, stahují a nahrávají data z internetových serverů, streamují video a například simulují prohlížení webových stránek. Pro každou generaci sítě, případně mobilního operátora, je nutné použít jiný telefon. Výsledky měření závisí na umístění telefonů a simulují reálné použití uživatelem.

Scanner je zařízení se separátně umístěnými anténami umožňující dle potřeby najednou měřit signálové úrovně ve všech pásmech a systémech používaných mobilními operátory. Scanner pouze pasivně měří signály dostupné v dané lokalitě – především výkonové úrovně signálu, odstup signál–šum a podobně. Antény obvykle umístěné na střeše



Obr. 3. Měření výkonové úrovně LTE signálu RSRP v pásmu 2100 MHz. Praha, Staroměstské náměstí.

automobilu mají v tomto případě jednoznačně definované parametry.

Data se pro zpracování v ArcGIS exportují počítačovými programy dodanými s měřicími zařízeními.

Pro zpracování je nutná identifikace zdrojů jednotlivých signálů. Oba typy zařízení se nejčastěji vozí v automobilech, využívají se též měřicí batohy pro pěší měření nebo improvizovaná pracoviště ve vlaku. Naměřená data přinášejí reálný obraz sítě v daném místě, například i uvnitř vysokých budov, v pro radiový signál těžko prostupných výrobních halách a podobně.

Měření sítě má za úkol ověřit a porovnat pokrytí naplánované a reálné a hledat případné nedostatky. Sofistikovanější přístupy pak simulují reálný hlasový a datový provoz s cílem odhalit místa, kde nastávají nějaké problémy končící například pádem hovoru nebo přerušením toku dat. Část měření je zaměřena také na řešení zákaznických stížností nebo na testování aplikace změn systémových parametrů radiové sítě. Ty mohou být celosíťové, oblastní, případně pouze pro vybrané buňky.

DATA A STATISTIKY ZE SÍTĚ

V mobilní síti je řada parametrů, které jsou definovány na základě územní příslušnosti elementů sítě. Jejich nastavení má vliv na funkčnost a kvalitu provozu v síti. Například

se jedná o definované oblasti, kde je mobilní účastník v síti vyhledáván, pokud má příchozí hovor.

Řídící prvky mobilní sítě ukládají informace o bezpečnosti událostí, které nastávají při komunikaci uživatelského terminálu se sítí. Na základě těchto informací se v síti vyhledávají a řeší případné problémy. Koncentrací výsledků jednotlivých událostí vztahených k danému elementu sítě vznikají například statistiky úspěšnosti sestavení hovorů, objemu přenesených dat, zdařených handoverů nebo nejčastější vzdálenosti mobilních terminálů od základnové stanice pro danou buňku.

PRÁCE S DATY GIS

Bodové prvky nejčastěji reprezentují síťové elementy nebo naměřené hodnoty. Liniové prvky pak mikrovlnné spoje, handoverové relace (obr. 4) nebo spojnice naměřených bodů s odpovídajícími vysílači. Vrstvy s polygony reprezentují například územně správní celky, oblasti s definovanými parametry v síti nebo predikované úrovně signálu (obr. 2).

Nejčastěji zpracovávané téma se týká naměřených výsledků. Bodové prvky se obarvují na základě zkoumaného parametru podle úrovně (obr. 3), případně kategorie, na parametru může záviset i velikost prvku, stavové události dostávají specifické symboly. Je možné porovnávat různá měření na stejných nebo podobných trasách