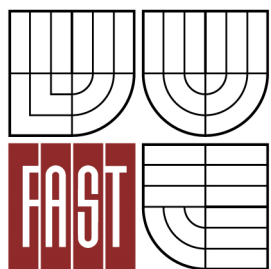




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

POROVNÁNÍ MAPY POKRYTÍ MOBILNÍHO OPERÁTORA S REÁLNÝM POKRYTÍM PROSTŘEDNICTVÍM GIS

COMPARE COVERAGE MAPS OF MOBILE OPERATOR WITH THE REAL COVERAGE IN FIELD
THROUGH GIS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ŠIMON SLOBODNÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. DALIBOR BARTONĚK, CSc.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646T003 Geodézie a kartografie
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Šimon Slobodník
Název	Porovnání mapy pokrytí mobilního operátora s reálným pokrytím prostřednictvím GIS
Vedoucí diplomové práce	doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc.
Datum zadání diplomové práce	30. 11. 2013
Datum odevzdání diplomové práce	30. 5. 2014
V Brně dne 30. 11. 2013	

.....
doc. Ing. Josef Weigel, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Tuček J.: Geografické informační systémy. Principy a praxe. Computer Press, 1998.

Manuály programu ArcInfo dostupné na:

<http://www.esri.com>

<http://www.arcdata.cz>

Datové podklady - správci:

ČUZK Praha

VGHMÚř Dobruška

Mapy pokrytí signálu mobilních operátorů (T-Mobile, Vodafone, O2)

Zásady pro vypracování

1. Seznamte se s problematikou geografických informačních systémů (GIS).
2. Ve vhodně vybraných lokalitách s typickým členěním terénu zjistěte úroveň pokrytí signálem mobilního operátora.
3. Skutečný stav pokrytí z předchozího bodu porovnejte s mapami pokrytí mobilních operátorů v prostředí GIS (ArcGIS popř. Geomedia)

Výstupy: technická zpráva a přílohy.

Předepsané přílohy

.....
doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Cieľom diplomovej práce bolo overiť skutočný stav pokrytia signálom vo vybraných lokalitách so stavom uvedeným v mape mobilného operátora. Zaujímavé lokality s typickým členením sa nachádzajú v Brne a jeho okolí a vyznačujú sa zníženou úrovňou až absenciou signálu. Teoretická časť diplomovej práce rozoberá problematiku geografických informačných systémov, GNSS technológií, mechanizmov šírenia signálu a dostupných mobilných aplikácií využitelných pre geodetické účely. Praktická časť opisuje komunikáciu so samotnými mobilnými operátormi a proces zberu dát a spracovania projektu v softvéri ArcMap.

Kľúčové slová:

Signál. Pokrytie. Mobilný. Operátor. GIS. Arcmap. NetworkRadar. OpenSignal.

Abstract (English)

The objective of the diploma thesis is to compare the actual signal quality in selected locations with the coverage maps of the mobile operator. The places of interest with reduced level of signal strength are located in Brno and its surroundings. Theoretical part of the thesis discusses the issues of geographical information systems, GNSS technologies, mechanisms of signal propagation and mobile applications useful for surveying purposes. The practical part describes the communication with mobile operators, the process of data collection and processing the project using ArcMap software.

Keywords:

Signal. Coverage. Mobile. Operator. GIS. Arcmap. NetworkRadar. OpenSignal.

Bibliografická citace VŠKP

Šimon Slobodník *Porovnání mapy pokrytí mobilního operátora s reálným pokrytím prostřednictvím GIS*. Brno, 2014. 75 s., 17 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27.5.2014

.....
podpis autora

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27.5.2014

.....
podpis autora
Šimon Slobodník

Pod'akovanie:

Týmto chcem pod'akovať vedúcemu diplomovej práce doc. Ing. Daliborovi Bartoňkovi, CSc. za odborné vedenie, metodickú pomoc a cenné konzultácie, ktoré mi ochotne poskytoval pri vypracovaní záverečnej práce.

V Brne, dňa 27.5.2014

.....

Obsah

1.	Úvod.....	11
2.	Geoinformatika a definícia GIS	12
3.	Globálne družicové navigačné systémy	14
3.1	Kinematická metóda v reálnom čase.....	16
3.2	Plánovanie observácie	18
4.	Systémy pre mobilnú komunikáciu.....	20
4.1	Systém GSM	20
4.2	Systém GPRS	21
4.3	Systém EDGE.....	22
4.4	Systém UMTS	22
4.5	Aktuálny stav pokrytia na území ČR.....	23
5.	Elektromagnetické vlnenie.....	25
5.1	Mechanizmus šírenia vln	26
5.2	Šírenie vln v zástavbe	29
6.	Negatívne faktory ovplyvňujúce kvalitu signálu.....	31
6.1	Únik.....	31
6.2	Všeobecné faktory	33
7.	Základná charakteristika antén.....	34
7.1	Zisk antény	34
8.	Užitočné mobilné aplikácie.....	36
8.1	OpenSignal	37
8.2	NetworkRadar	39
9.	Realizácia projektu	40
9.1	Analýza projektu	40
9.2	Komunikácia s mobilnými operátormi.....	41
9.3	Zber mapových podkladov	43
9.4	Výber testovacích lokalít	45
9.5	Založenie projektu	54
9.6	Práca s podkladovými materiálmi	55
9.7	Georeferencovanie rastrov	56
9.8	Vektorizácia bezsignálových plôch	56
9.9	Zber geoinformácií mobilnými aplikáciami.....	57

9.10	Zber geoinformácií GNSS technológiami	58
10.	Výsledky overovania stavu pokrytia	59
11.	Postup vytvorenia 3D modelu	68
12.	Záver.....	69
Zoznam použitých zdrojov.....		70
Zoznam použitých skratiek		72
Zoznam Obrázkov:		73
Zoznam tabuliek:.....		74
Zoznam príloh.....		75
Zoznam príloh v elektronickej podobe.....		75

1. Úvod

Vývoj družicových technológií zažíva v posledných rokoch veľký rozmach. Ešte nedávno bol tento pojem relatívne neznámy a v súčasnosti patrí k štandardnej výbave každého geodeta. Zvyšuje sa presnosť a efektivita jednotlivých meraní a tým aj uplatnenie týchto systémov na geodetickom trhu. GNSS technológie sa dokonca stále viac využívajú v oblasti inžinierskej geodézie pri budovaní lokálnych účelových sietí, vytyčovaní stavieb či meraní posunov stavebných objektov.

Kritickým faktorom, ktorý ovplyvňuje použitie tejto metódy je pokrytie danej lokality mobilným signálom, keďže k presnosti prác na úrovni niekoľkých centimetrov potrebujeme kontinuálne rádiové spojenie s referenčnou stanicou. Geodetické práce sa často-krát presúvajú na miesta mimo zastavaného územia obce, kde sa budujú infraštruktúry, vodohospodárske diela a i. Snaha pokrývať otvorené územie kvalitným signálom je však pre mobilných operátorov minimálna. Súvisí to s návratnosťou investície, ktorú by do nej museli vložiť. K tomu všetkému existuje prirodzená rivalita konkurenčných firiem, a tak sa štatistiky o pokrytí miestami prikresľujú. Dôsledkom toho môže nastať situácia, že pri plánovaní geodetických prác budeme vychádzať z nepravdivých údajov a po príchode na lokalitu nebude možné prijímať korekcie.

Cieľom diplomovej práce je porovnať stav pokrytia v mape mobilného operátora so skutočným pokrytím v teréne a získať tak predstavu o relevantnosti poskytovaných údajov. K tomuto účelu je vhodné využiť geografické informačné systémy, ktoré nám ponúkajú široké možnosti správy, vizualizácie a analýzy dát. Odhaliť popri tom faktory, ktoré negatívne vplyvajú na kvalitu signálu a navrhnúť riešenie spôsob predikcie je viac než žiaduce.

2. Geoinformatika a definícia GIS

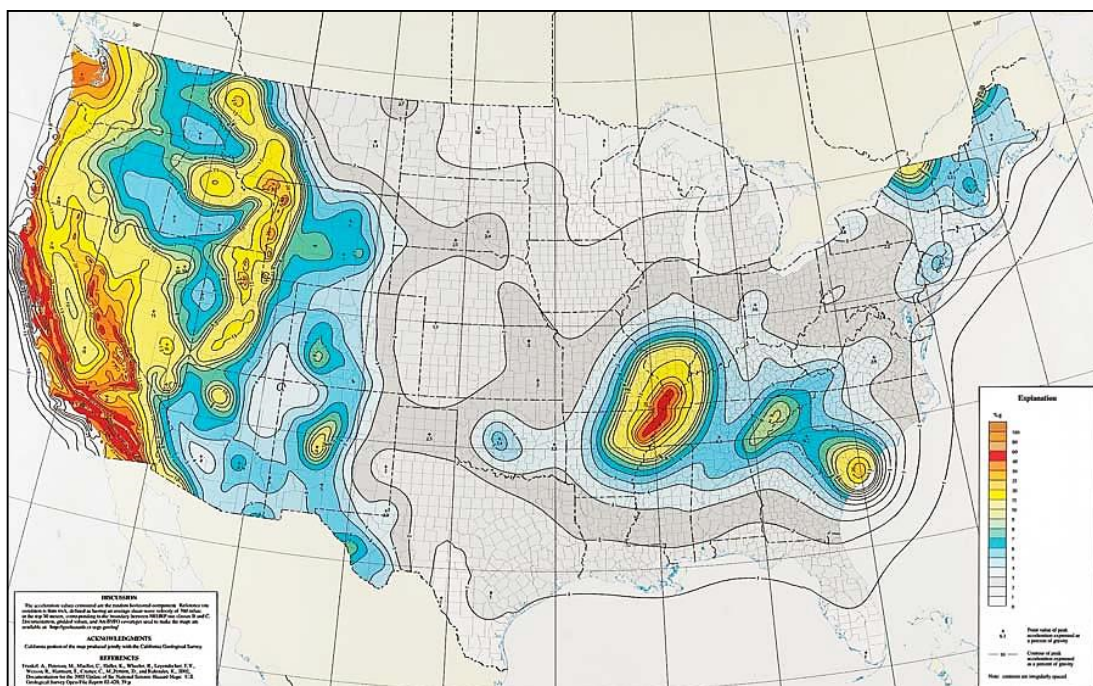
Geoinformatika je odbor, ktorý sa zaoberá vývojom a aplikáciou metód vhodných pre riešenia špecifických úloh súvisiacich s priestorovými objektmi a väzbami medzi nimi. Informácie, s ktorými pracuje, sú teda geopriestorové. V odbornej literatúre sa v súvislosti s geoinformatikou objavuje aj termín geomatika, ktorý kanadský ústav geomatiky špecifikuje ako vedu a technológiu zaoberajúcu sa získavaním, analýzou, interpretáciou, distribúciou a využitím geografickej informácie [7]. V diplomovej práci je teda získanou geografickou informáciou aktuálny stav pokrytia na daných lokalitách, ktorý je následne analyzovaný a porovnávaný so zverejneným stavom operátora a interpretovaný pomocou softvéru ArcGis a tabuľkových výstupov.

Geoinformatika úzko spolupracuje s výskumnými smermi, ktoré sa realizujú špecifickým technickým vývojom a nazývajú sa geoinformačné technológie. Medzi základné geoinformačné technológie patria geografické informačné systémy (GIS), diaľkový prieskum Zeme (DPZ), globálne navigačné satelitné systémy (GNSS), geostatika a počítačová kartografia [7]. Činnosti, ktorými sa geoinformatika zaoberá, sú predovšetkým:

- zber digitálnych geodát v teréne a pomocou DPZ
- analýza a hodnotenie dát získaných DPZ
- tvorba geografických informačných systémov
- tvorba systémov pre rozhodovanie a plánovanie
- interpretácia a vizualizácia geodát (2D a 3D vizualizácie, multimediálne aplikácie)
- numerické simulácie a prognostické modelovanie (záplavové oblasti, šírenie infekčných chorôb a pod.)
- tvorba databáz.

Termín GIS bol prvýkrát použitý R. Tomlinsenom v roku 1963. Od tej doby prechádzal tento pojem neustálym vývojom. Firma ESRI, najúspešnejší subjekt na trhu, definuje GIS ako organizovaný súbor počítačového hardvéru, softvéru a geografických údajov navrhnutý pre efektívne získavanie, ukladanie, úpravu, správu, analýzu a zobrazovanie všetkých foriem geografických informácií. GIS umožňuje prehliadať,

požadovať, interpretovať a vizualizovať dáta tak, aby bolo možné odhaliť vzťahy, postupové vzory a trend vývoja pozorovaného javu vo forme máp, glóbusov, reportov a grafov [14].



Obr. 2.1 Mapa rizika zemetrasenia v USA [14]

Základné oblasti aplikácie GIS:

Prírodné zdroje:

- poľnohospodárstvo – odhad výnosu plodiny, zisťovanie zdravotného stavu porastu, monitorovanie stavu a znečistenia pôd, mapovanie použitia pesticíd
- lesníctvo – určovanie druhov jednotlivých drevín, mapovanie lesných porastov a vyťažených oblastí, monitorovanie odlesnenia, dokumentovanie prírodných rizík
- geológia – mapovanie povrchových a podzemných ložísk nerastných surovín, mapovanie geohazardu (sopečná činnosť, zemetrasenie, zosuvy pôd)
- vodné hospodárstvo – zisťovanie rozlohy vodných útvarov, monitorovanie povodňovej situácie, mapovanie rozlohy snehovej pokrývky, ľadovcov atď.

Obchod:

- bankovníctvo a poistenie – analýzy a vizualizácie risku, ekonomickej kondície, postihnutia prírodnými katastrofami

Správa:

- územné a regionálne plánovanie
- verejná bezpečnosť – krízový manažment, kriminalita
- správa majetku a tvorba cenových máp nehnuteľností
- geodézia – kataster nehnuteľností

Doprava a komunikácia:

- letecká, cestná, železničná a vodná doprava
- ropovody, plynovody, vodovody a kanalizácia
- energetika
- telekomunikácie

Mapové služby

- letecké snímkovanie, kartografická tvorba, navigácia

3. Globálne družicové navigačné systémy

V predchádzajúcej kapitole sme sa dozvedeli, že jednou z činností, ktorou sa geoinformatika zaoberá, je zber digitálnych geodát v teréne. K tomu efektívne slúžia družicové technológie, ktoré predstavujú spoľahlivý spôsob zberu dát pre účel tvorby GIS.

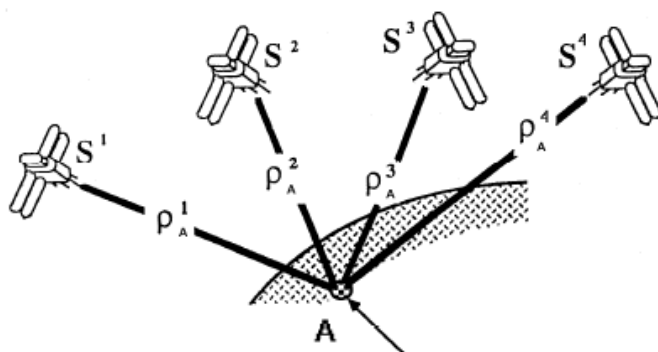
„GNSS sú družicové rádio-navigačné systémy, ktoré umožňujú rýchle určovanie polohy v trojrozmernom súradnicovom systéme. Ich činnosť nezávisí od poveternostných podmienok a možno ich použiť kdekoľvek na Zemi a v každom okamihu. Základom systému je sústava kompatibilných družíc obiehajúcich na tzv. stredne vysokých dráhach (cca. 20 000 km nad Zemou).“ (HEFTY. J, 2011) Primárne sa budujú pre potreby navigácie, no v geodézii ich možno efektívne využiť či už v oblasti katastra nehnuteľností, inžinierskej geodézii alebo pri tvorbe geografických informačných systémov.

Hlavnými prednosťami aplikácie GNSS v geodézii sú [6]:

- vysoká presnosť a homogenita výsledkov
- presnosť a dosah nie sú obmedzené vzdialenosťou
- nie je potrebná vzájomná viditeľnosť medzi východiskovým a určovaným bodom
- práca v jednotnom súradnicovom systéme
- súčasné určenie polohy a výšky, nezávisle od tiažového poľa Zeme
- možnosť získať polohové informácie v reálnom čase
- rýchlosť merania, úplná automatizácia procesu merania, vylúčenie subjektívneho faktoru
- nezávislosť od počasia, možnosť práce v ktorúkoľvek dennú dobu

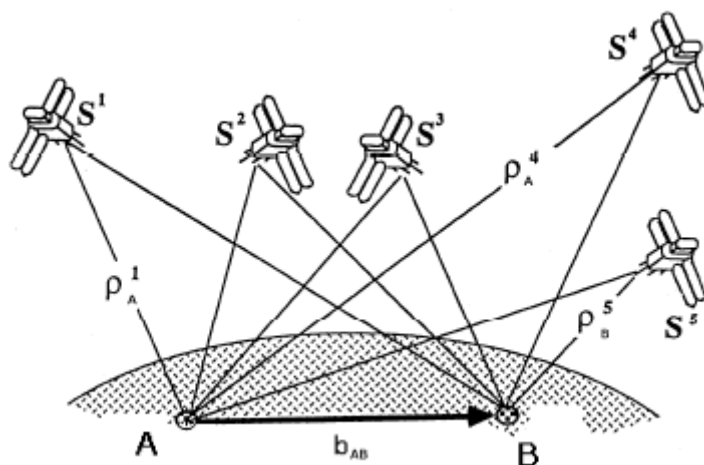
Určenie polohy bodu môže byť realizované dvomi metódami, od použitia ktorých závisí aj výsledná presnosť získaných súradníc.

- *Absolútne určenie polohy* – geometrický princíp priestorového pretínania z dĺžok, využitie pseudonáhodných kódov (presnosť určenia polohy 1-5m).



Obr. 3.1 Absolútne určenie polohy [6]

- *Relatívne určenie polohy* – meranie fázy nosnej vlny, simultánne meranie z dvoch miest na 4 a viac družíc (presnosť určenia priestorovej základnice 1-5cm).



Obr. 3.2 Relatívne určenie polohy [6]

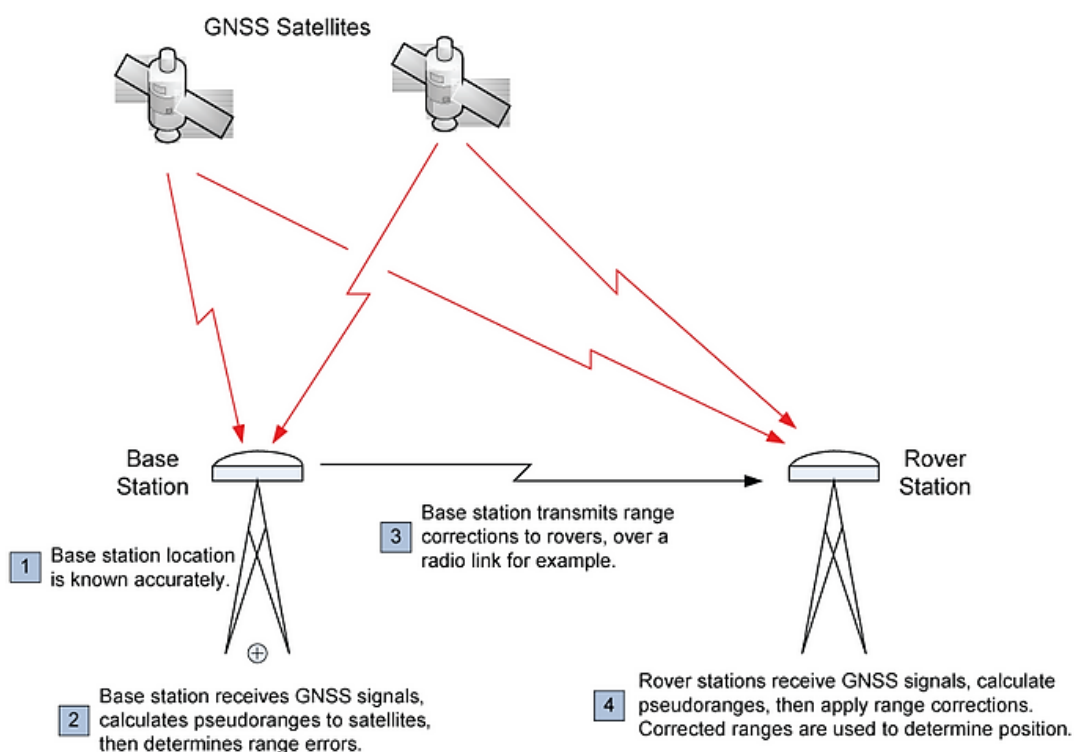
Ak je poloha oboch prijímačov na koncových bodoch základnice počas merania nemenná, ide o statickú metódu. Meranie statickým spôsobom trvá desiatky minút až niekoľko hodín a umožňuje dosiahnuť milimetrovú presnosť. Využíva sa len meranie fázy nosnej vlny.

Odlišnou metódou je metóda kinematická, kedy je jeden prijímač statický (referenčná stanica) a druhý sa pohybuje (rover). Súradnice statického prijímača sú známe a určuje sa aktuálna poloha pohybujúceho prijímača. Takéto meranie trvá

v rozmedzí niekoľkých sekúnd až minút. Presnosť merania v závislosti od dĺžky observácie sa pohybuje na úrovni 10 – 20 mm.

3.1 Kinematická metóda v reálnom čase

Technológia RTK (Real Time Kinematic) je klasifikovaná ako diferenčná metóda určenia polohy. Jej princíp je založený na okamžitom prenose meraných dát z referenčnej stanice do pohybujúceho sa prijímača. Známe súradnice referenčnej stanice sú odosielané prostredníctvom trvalého rádiového spojenia do roveru, kde sú následne spracované zabudovaným softvérom v reálnom čase. Toto spojenie je realizované prostredníctvom modemov [Talbot, 1996; El-Mowafy, 2000]. Samotná technológia je založená na kombinácii fázo-nosných a pseudonáhodných meraní, pričom dosiahnuteľná presnosť merania je podľa Leica Geosystems na úrovni 10 mm ± 1 ppm (závisí od použitej aparatury). Obrázok 3.3 znázorňuje základný koncept RTK merania. Oba prijímače majú viditeľnosť na požadovaný počet satelitov a kontinuálne spojenie medzi sebou.



Obr. 3.3 Technológia RTK [15]

Využitelnosť metódy je okrem iného limitovaná požadovanou presnosťou projektu a observačným priestorom bez prekážok.

Spôľahlivosť metódy RTK závisí hlavne od výkonu a kvality telekomunikačného modemu (ovplyvňuje dosah aparatury) a pokrytia signálu GSM operátormi. Tento faktor je zásadný pre všetky GNSS merania spojené s geodetickou činnosťou, keďže znemožňuje spojenie s referenčnou stanicou a tým aj presné určenie súradníc roveru. Aparatúra sa tým pádom stáva na danej lokalite nepoužiteľná, keďže nie je schopná pracovať v móde *fixed*.

Vplyv pokrytia na meranie je jednou z hlavných tém diplomovej práce a v nasledujúcich kapitolách ju rozoberieme podrobnejšie.

3.2 Plánovanie observácie

Ako všetky geodetické aplikácie aj observácia GNSS vyžaduje dôkladnú plánovaciu činnosť v záujme zvýšenia šancí na úspešné meranie. Mieru plánovania určujú zadané charakteristiky presnosti špecifického projektu. Vo všeobecnosti môžeme plánovaciu činnosť rozdeliť do 4 etáp [Hofman-Wellenhof, 1997]:

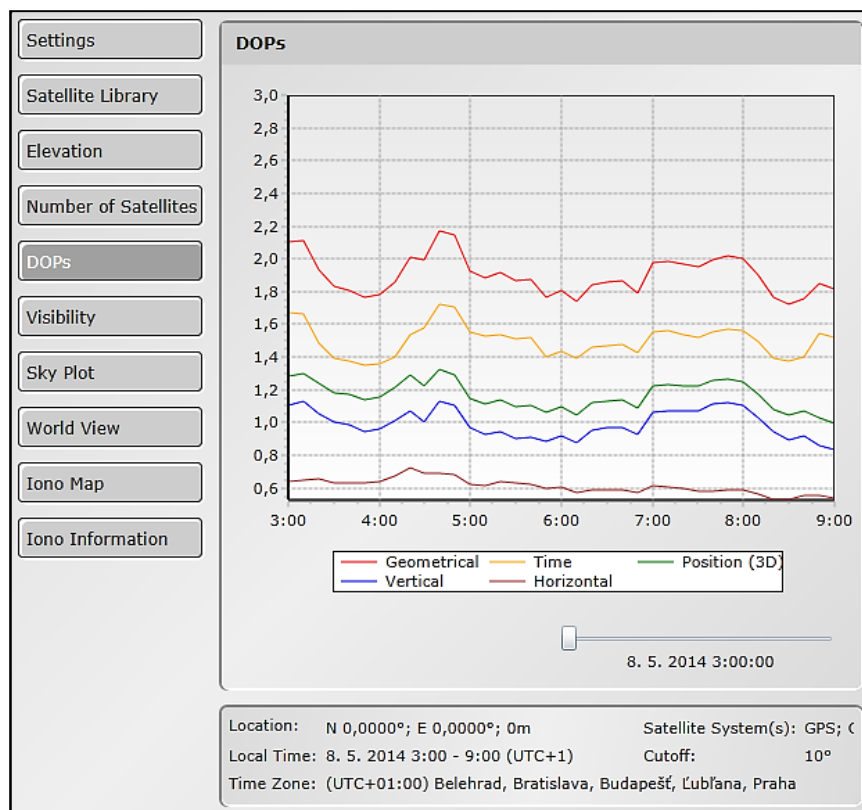
1. *plánovanie observácie* – zvyčajne realizované v kancelárii a pozostáva z 2 krokov - určenie stanoviska a miery viditeľnosti. V tomto kroku je možné použiť mapové podklady alebo služby ako Google maps, Streetview či plánovacie stránky uvedené nižšie.
2. *rekognoskácia* – v tomto kroku sa presvedčíme o aktuálnom stave záujmovej lokality, ktorý má spĺňať požiadavky z kroku 1
3. *stabilizácia* – typ a spôsob stabilizácie závisí od požiadaviek projektu
4. *plánovanie organizačných prác* – umožňuje prehľad o rozdelení úloh, časovej a personálnej náročnosti prác.

Účinné pomôcky, zrýchľujúce plánovaciu činnosť zvyšujú efektivitu práce a pomáhajú včasne odhaliť negatívne faktory, ktoré by mohli teoreticky zasiahnuť do procesu merania. Jedným z užitočných predikčných softvérov môže byť GNSS Planning Online od firmy Trimble.

Keďže GPS satelity obiehajú okolo Zeme na 6 rôznych dráhach, počas priebehu dňa sa počet viditeľných satelitov mení. To priamo ovplyvňuje presnosť GPS meraní (reprezentovanou faktorom PDOP), a tak je v niektorých prípadoch žiadúce, naplánovať čas observácie na priaznivú dobu dňa.

Plánovací softvér od Trimble je zadarmo dostupný na webovej stránke [23] a jediné, čo vyžaduje je inštalácia prvku Microsoft Silverlight. Po zadaní zemepisných súradníc stanoviska, prekážok a času observácie nám umožňuje zistiť nasledovné informácie:

- počet viditeľných GPS, GLONASS, IGSO a geostacionárnych satelitov
- priebeh elevácie
- faktory presnosti (DOPs)
- viditeľnosť v časovom rozmedzí
- Sky Plot a World View
- informácie o ionosférickom indexe



Obr. 3.4 GNSS Planning Tool

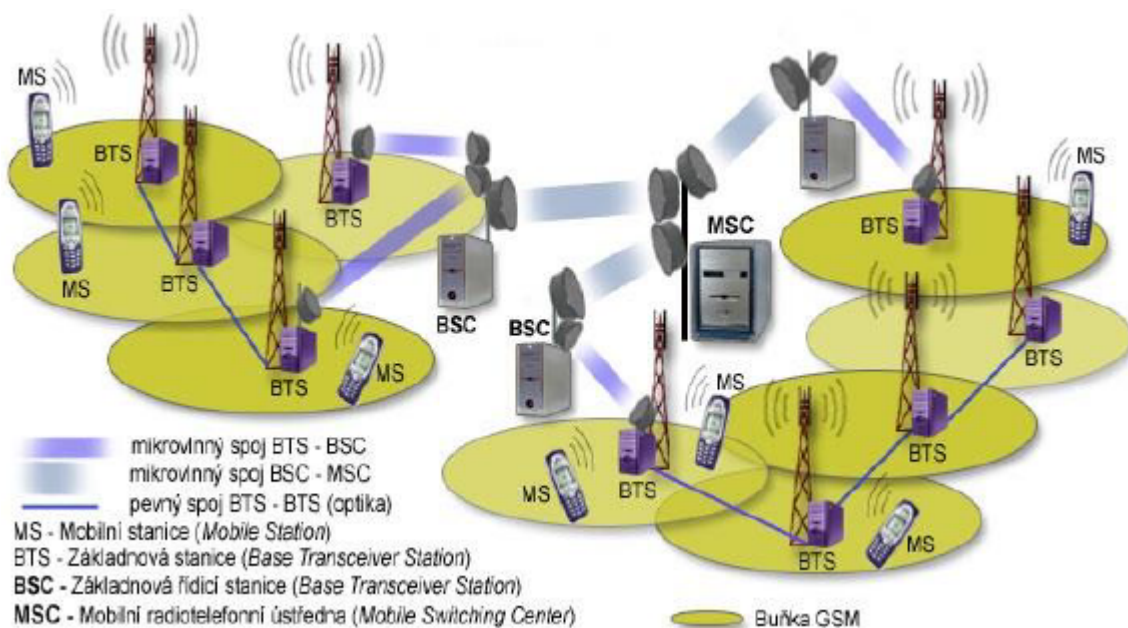
4. Systémy pre mobilnú komunikáciu

Už 20 rokov sledujeme dynamický rozvoj telekomunikačného odvetvia, ktorý sa najviac prejavuje v oblasti rádiových komunikácií. Tento rozvoj bol vynútený neustále rastúcou potrebou komunikácie a výmeny informácií medzi dvoma subjektmi, ktoré sa nachádzajú na ľubovoľnom mieste zemského povrchu. Nové rádiokomunikačné systémy sú využívané v komunikačných sieťach, ktoré svojim užívateľom poskytujú veľké množstvo telefónnych a dátových služieb. Tieto služby sú využívané aj geodetmi vlastniacimi GNSS prijímač, takže sme priamo ovplyvnený pokrokom v tejto sfére. Pokrytie územia signálom a prenosová rýchlosť dát sú faktory, ktoré môžu ovplyvniť zber dát v teréne preto rozoberieme niektoré súčasné mobilné služby.

4.1 Systém GSM

Systém GSM (*Global System for Mobile Communications*) sa začal vyvíjať začiatkom 80. rokov minulého storočia. V roku 1989 Európska telekomunikačná štandardizačná inštitúcia ETSI oficiálne definovala GSM ako nový medzinárodný, digitálny, telekomunikačný, bunkový štandard a začala dohliadať na jeho vývoj. O dva roky neskôr došlo k prvému spusteniu GSM, siete 2. Generácie, na území Fínska. V ČR sa začal využívať od roku 1996.

Pôvodne bol tento systém navrhnutý výhradne pre hlasové služby, no neskôr pod tlakom technologických požiadaviek doplnil služby aj o dátový prenos. Následne boli do tohto systému pridané štandardy GPRS, HSCSD a EDGE. Systém GSM využíva fázovú moduláciu GMSK. Bunková štruktúra systému je pokrytá signálom z príslušných základňových staníc s označením BTS (*Base Transceiver Station*), ktoré sú riadené základňovou riadiacou stanicou označenou ako BSC (*Base Station Controller*). Všetky BSC sú cez mikrovlnný spoj pripojené k mobilnej rádiatelefontnej ústredni (MSC). Štruktúru systému GSM môžeme vidieť na Obrázku 4.1.



Obr. 4.1 Štruktúra systému GSM [8]

Pokiaľ sa pohybujeme medzi bunkami, budeme prepnutí na danú BTS, ktorá konkrétnu bunku pokrýva signálom. Tento proces sa nazýva „handover“. Primárny systém GSM900 využíva frekvenčné pásmo od 890 – 960 Mhz, od ktorého sú odvodzované ďalšie komunikačné systémy ako E-GSM, GSM1800, GSM1900.

4.2 Systém GPRS

GPRS (*General Packet Radio Service*) priniesla do sveta mobilných technológií packetovo orientované prenosy, ktoré boli doménou klasických IP pevných sietí. Tento štandard označovaný ako 2,5G podporujú všetky mobilné terminály a užívateľom je dostupná všade tam, kde je GSM pokrytie.

Packet môžeme považovať za malý balík dát, obsahujúci hlavičku a telo s prenášanými dátami. Kanál je využívaný len vtedy, keď sa prenášajú dáta a teoretická, maximálna, prenosová rýchlosť sa pohybuje na hranici 171,2 kbit/s pri využití 8 timeslotov. O počte timeslotov, ktoré užívateľovi budú pridelené, rozhoduje operátor. Prenosová rýchlosť jedného timeslotu sa teda pohybuje na úrovni 21,4 kbit/s. So zvyšujúcou prenosovou rýchlosťou sa však znižuje bezpečnosť kódovania rádiového signálu [1].

4.3 Systém EDGE

Systém EDGE (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*) rovnako ako GPRS rozširuje systém GSM o dátové služby, avšak jeho prenosová rýchlosť sa pohybuje na úrovni 3G. Je to vďaka modulačnej technike, ktorá systému GPRS chýba. Teoretická hodnota prenosovej rýchlosti pri využití 8 timeslotov je 473,6 kbit/s. Pre jeden timeslot to znamená 59,2 kbit/s. Pracuje vo frekvenčných pásmach okolo 800, 900, 1800 a 1900 Mhz [1].

Pre kódovanie signálu sa používa 9 modulačných a kódovacích schém, označených MSC-1 až MSC-9 (*Modulation and Coding Scheme*). Vhodná modulačná a kódovacia schéma sa volí v závislosti od kvality rádiového prostredia, tj. pomeru C/I (*Carrier to Interference*).

Prevádzka je rozdelená do 45 tried, podľa maximálneho počtu využívaných timeslotov v uplinku a downlinku. O pridelení timeslotov opäť rozhoduje operátor podľa okamžitých prevádzkových podmienok. Najčastejšie sa užívateľovi pridelujú 4 timesloty, podobne ako v systéme GPRS.

4.4 Systém UMTS

Systém UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) je systém tretej generácie, ktorý podporuje rýchly packetový prenos dát a súčasne komutované spájovanie s prepínaním okruhov (rozumej bežný užívateľský hovor). Prenosová rýchlosť signálu sa blíži k hodnote 2 Mbit/s a to iba v prípade, že je mobilná stanica v klúde. Pri zvyšovaní rýchlosti pohybu prijímača, prenosová rýchlosť klesá. Samotná štruktúra systému je príliš komplikovaná a mimo rámec obsahu diplomovej práce, preto spomenieme iba fakt, že operuje v kmitočtovom pásme cca. 2 GHz a od systému GSM sa výrazne odlišuje. Zatiaľ čo GSM systém pridelí každému užívateľovi pre komunikáciu určitý rádiový kanál, UMTS umožňuje zdieľanie 1 kanálu viacerými užívateľmi, rozlíšených pomocou kódov.

Nasledujúca tabuľka sumarizuje vývoj mobilných systémov s uvedenou maximálnou prenosovou rýchlosťou:

Časové obdobie	1990 - 1995	1995 - 2000	2000 - 2010	2010 - (2020)	(2020) -
Generácia	2 G	2,5 G	3 G	4 G	5 G
Mobilné systémy	GSM	GSM - GPRS GSM - HSCSD GSM - EDGE	UMTS HSDPA HSUPA	LTE	Širokopásmový prístup ITS
Prenosová rýchlosť	9,6 kbit/s	64 kbit/s	do 2 Mbit/s	2 - 20 Mbit/s	20 a viac Mbit/s

Tab. 4.1 Vývoj mobilných systémov

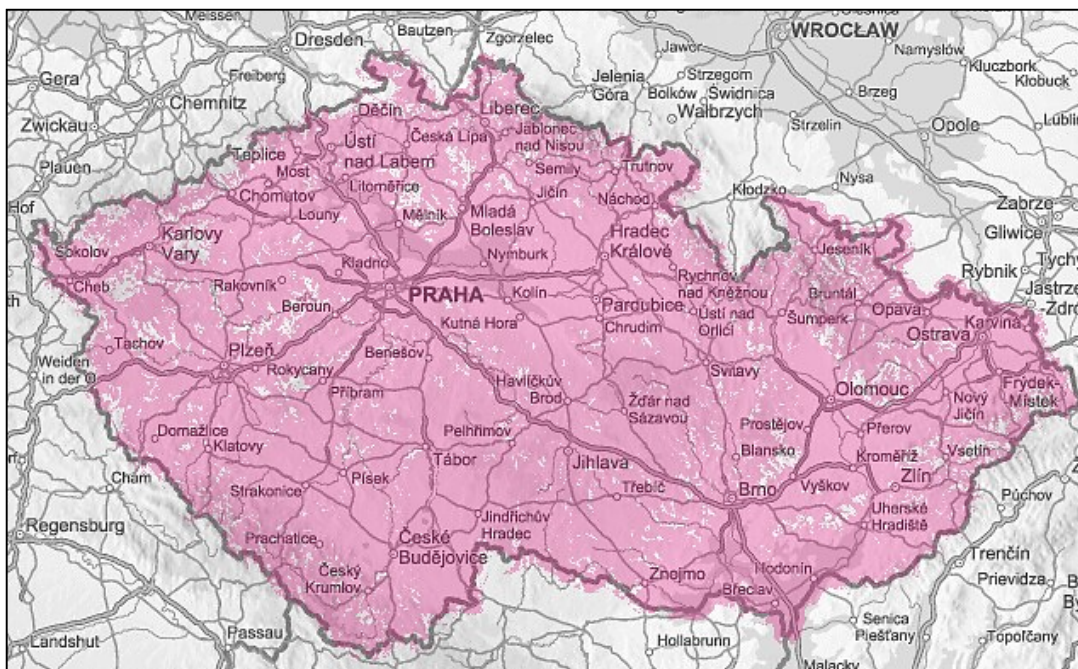
4.5 Aktuálny stav pokrytia na území ČR

Z pohľadu kvality poskytovanej služby zo strany operátorov voči koncovým užívateľom patrí k najsledovanejšiemu parametru pokrytie územia signálom. Operátori sa zameriavajú na pokrytie kvalitným signálom predovšetkým veľkých miest a priláhlých obcí. Súvisí to s návratnosťou investície, ktorú vložia do skvalitnenia danej služby. Je zrejmé, že užívatelia v malých, odľahlých obciach sú pre nich menej atraktívni zákazníci, a preto môžeme v podobných oblastiach očakávať zhoršenú kvalitu signálu či prenosovú rýchlosť. Dosiahnuteľná rýchlosť poskytovanej služby pritom závisí od mnohých faktorov, a to od všeobecných faktorov neovplyvniteľných zo strany operátora ani zo strany účastníka, ale aj od faktorov, ktoré môže účastník priamo ovplyvniť (viď kapitola 6.2).

Nasledujúca tabuľka reprezentuje stav pokrytia v Českej republike k dátumu 30.6.2012 [21].

Pokrytie	Operátor	Sieť GSM (%)	Sieť UMTS (%)
Územie	Telefonica O ₂	98,1	28,5
	T-Mobile	99,8	47,9
	Vodafone	94,0	26,0
Obyvateľstvo	Telefonica O ₂	99,6	75,3
	T-Mobile	97,0	84,5
	Vodafone	99,0	73,0

Tab. 4.2 Percentuálne pokrytie územia ČR



Obr. 4.2 Mapa pokrytia ČR GSM službou (T-Mobile)

Z tabuliek je zrejmé, že v oblasti mobilných dátových služieb existujú medzi jednotlivými operátormi významné rozdiely. Avšak môžeme konštatovať, že:

- Základná dátová konektivita s minimálnou rýchlosťou preberania dát do 200kbit/s je dostupná na 94 % územia ČR. Predstavuje technológiu pripojenia pomocou služby GPRS a EDGE (viď. kapitoly 4.2 a 4.3).
- Vyššie prenosové rýchlosti tretej generácie (UMTS) sú dostupné viac ako 70% populácie, no pokrývajú územie o rozlohe cca 25 – 50%.

Z pohľadu geodetického nás najviac ohrozujú chýbajúce percentá v štatistike „územie“ v tabuľke 4.2, keďže investori často rozširujú pôsobnosť mimo zastavané územie obcí. Vo väčších mestách predpokladáme úplné pokrytie GSM signálom, čo ako preukážeme neskôr, na GNSS observáciu postačuje.

5. Elektromagnetické vlnenie

Momentálne dostupné spojenie v komerčnej sfére RTK meraní existuje formou digitálneho, rádiového modemu, operujúceho vo VHF alebo UHF frekvenciách. Dôkaz o tom, že rádiové vlny patria v skutočnosti medzi elektromagnetické vlny, uskutočnil v roku 1886 Heinrich Rudolf Hertz. Ich šírenie vo voľnom priestore je vo svojej podstate ľahko definovateľné. Avšak v prípade šírenia elektromagnetických vln v reálnych podmienkach, kde je nutné uvážiť vplyv nielen zemského povrchu, ale aj okolitého prostredia, ktoré sa môže časom meniť, je presný popis šírenia nemožný. Sledovaná veličina má viac-menej náhodný či empirický charakter [3].

Z hľadiska šírenia elektromagnetických vln, a teda konkrétnej rádiokomunikačnej služby, je zásadná voľba frekvencie f , ktorá je v priamom vzťahu s vlnovou dĺžkou λ .

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (5.1)$$

$$c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

V súčasnej dobe je kmitočtové spektrum rádiových vln považované za špecifický zdroj prírodného bohatstva, s ktorým je nutné dôkladne hospodáriť. Najvýznamnejšou inštitúciou v tejto oblasti je Medzinárodná telekomunikačná únia ITU (*International Telecommunication Union*), ktorej cieľom je efektívne pridelovať frekvenčné spektrum a povolené vysielacie výkony a ďalej koordinovať úsilie vedúce k zamedzeniu rušenia medzi rádiovými stanicami v rôznych zemiach. V závislosti od regiónu alebo krajiny je vysielací výkon limitovaný reguláciami [19].

V USA je vysielací limit stanovený na úroveň 35 Wattov. V Európe sú regulácie odlišné v každom štáte. Je zrejmé, že sa tým priamo ovplyvňuje faktor dosahu aparatúr a šírenia rádiových vln.

Číslo pásma	Kmitočet	Dĺžka vlny	Symboly	Názov
4	3 – 30 kHz	100 – 10 km	VLF	Veľmi dlhé
5	30 – 300 kHz	10 – 1 km	LF	Dlhé
6	300 – 3000 kHz	1000 – 100 m	MF	Stredné
7	3 – 30 MHz	100 – 10 m	HF	Krátke
8	30 – 300 MHz	10 – 1 m	VHF	Veľmi krátke
9	300 – 3000 MHz	10 – 1 dm	UHF	Ultra krátke
10	3 – 30 GHz	10 – 1 cm	SHF	Centimetrové
11	30 – 300 GHz	10 – 1 mm	EHF	Milimetrové
12	300 – 3000 GHz	1 – 0,1 mm		

Tab. 5.1 Rozdelenie rádiového spektra podľa ITU

**Poznámka: Číslovanie pásiem od 4-12 vychádza z medzinárodného rozdelenia, ktoré stanovila ITU.*

5.1 Mechanizmus šírenia vln

V mobilných komunikáciách sa využíva vlna priestorová. Tá sa skladá z priamej vlny (u ktorej musí byť zaistená priama viditeľnosť medzi prijímačom a vysielačom) a odrazených vln, ktoré medzi sebou interferujú v mieste prijímača. Pokiaľ sa vlny šíria týmto spôsobom, ide o mnohocestné šírenie vln.

Výkon v danom mieste prijatý z vysielača sa potom vypočíta podľa vzťahu:

$$P_p = P_v \cdot G_v \cdot G_p \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2, \quad (5.2)$$

kde P_p je výkon prijatý prijímacou anténou, P_v výkon na vstupe vysielačnej antény, G_v a G_p zisky antén, λ vlnová dĺžka, d je vzdialenosť od vysielačnej antény [4].

Častejšie sa však používa vyjadrenie v decibeloch ako:

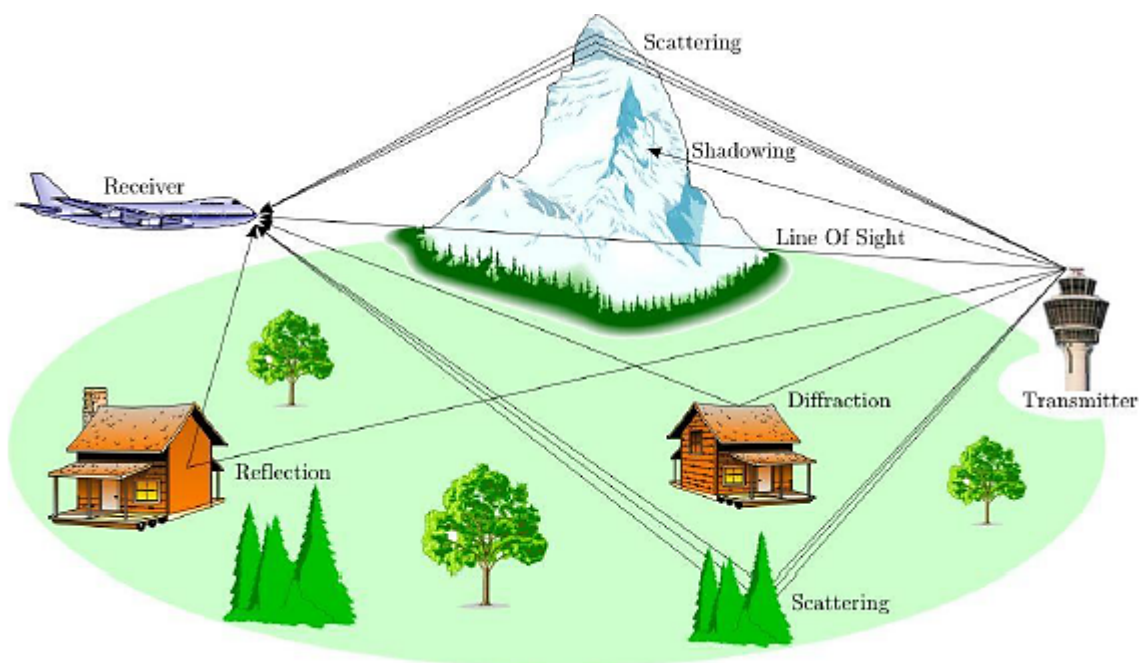
$$P_p = P_v \cdot G_v \cdot G_p - FSL(d) - L, \quad (5.3)$$

kde L sú straty šírením (v db) v danom prostredí, $FSL(d)$ sú straty voľným priestorom (v db) vyjadrené vzorcom [4]:

$$FSL(d)_{db} = 10 \log \left[\left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \right], \quad (5.4)$$

Z uvedených vzťahov je zrejmé, že pre geodetické účely sme schopní ovplyvniť jedine parameter G_p a to zakúpenou aparaturou, ktorú používame. Túto problematiku bližšie rozoberá kapitola 7.

Pokiaľ nedochádza k útlmu signálu terénom, prekážkou či objektom, hovoríme o šírení signálu voľným priestorom. Mechanizmus šírenia signálu medzi vysielateľom (Transmitter) a prijímačom (Receiver) zobrazuje Obr. 5.1



Obr. 5.1 Mnohocestné šírenie signálu [9]

Priama viditeľnosť (line of sight) – nastáva, ak medzi vysielateľom a prijímačom nestoja žiadne objekty, ktoré by mali za následok rušenie, prípadne výpadok signálu.

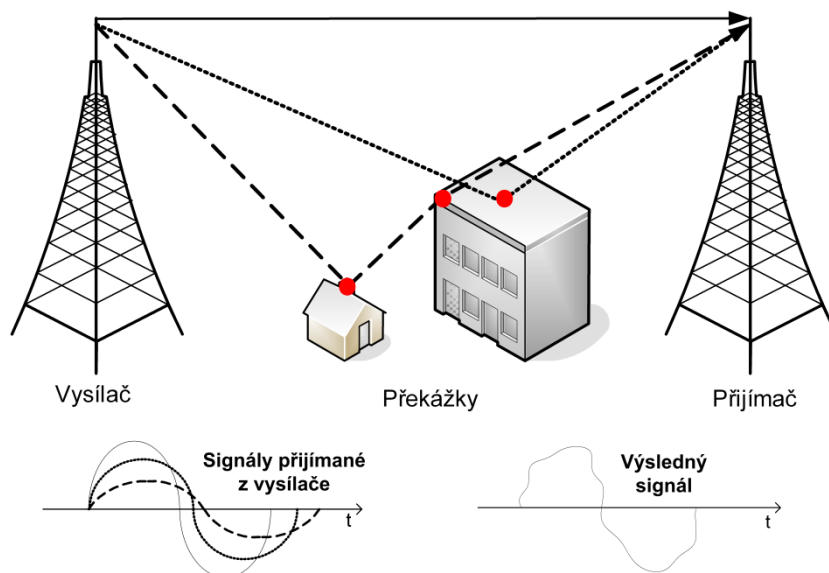
Zatienenie prijímača (shadowing) – ak je na priamej spojnici prijímač-vysielateľ objekt trvalý, hovoríme o tzv. pomalom úniku (kap 6.1).

Pri dopade vlny na zemský povrch môže dôjsť v závislosti na dĺžke vlny a nerovnostiach povrchu buď k jej odrazu (hladký povrch), alebo rozptylu (drsny povrch).

Odraz (reflection) – vzniká na hladkých povrchoch s rozdielnymi elektrickými vlastnosťami. Časť vlny je pohltená a časť odrazená, v závislosti od typu povrchu a od:

- polarizácie vlny
- uhlu dopadu
- frekvencie vlny

Odrazené vlny interferujú v mieste prijímača s priamou vlnou a skresľujú tak rôzne typy prenášaných signálov. Hovoríme vtedy o viaccestnom šírení (Obr. 5.2). Únik sa prejaví kolísaním úrovne prijímaného signálu, čo je zapríčinené tým, že na prijímaciu anténu prichádzajú signály s rôznym časovým oneskorením, rôznou amplitúdou a rozdielnou fázou [1]. Fázový posun zapríčiní, že sa vlny sčítajú alebo odčítajú a spôsobujú fluktuáciu úrovne signálu.

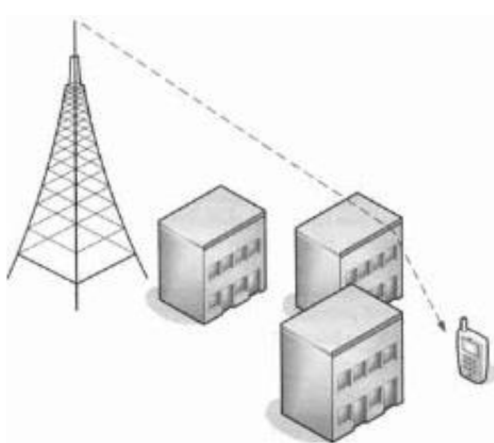


Obr. 5.2 Interferencia prijímaných vln [17]

Difrakcia (diffraction) – je naopak pozitívny jav, ktorý prispieva k zosilneniu signálu v „zatienených“ oblastiach. Využíva sa pri posielaní signálu cez pohoria alebo budovy, kde nie je možná priama viditeľnosť medzi vysílačom a prijímačom. Typickým difrakčným prostredím je hustá mestská zástavba.

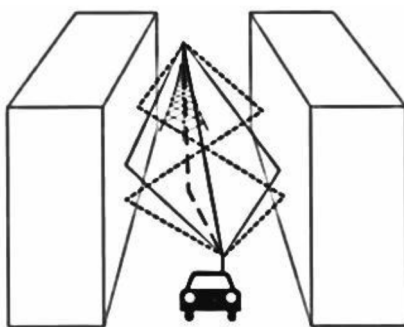
5.2 Šírenie vln v zástavbe

Pokiaľ sa vlna šíri v zástavbe, je ovplyvnená okolitými objektmi, ktoré vlnu odrážajú, rozptyľujú prípadne spôsobujú difrakciu (rohy a hrany budov, striech). Jednotlivé mechanizmy závisia od polohy vysielača a prijímača a tiež od daného prostredia, ktorým sa vlna šíri. V zástavbe sa najčastejšie uplatňuje umiestnenie základňovej stanice (vysielača) nad úrovňou okolitých striech. Medzi mobilnou stanicou a vysielačom nie je priama viditeľnosť, a tak je dominantným mechanizmom šírenia difrakcia a odraz od okolitých objektov, ktoré sa nachádzajú v blízkosti mobilnej stanice (5.3).



Obr. 5.3 Šírenie signálu v zástavbe [4]

Ak si to situácia vyžaduje, môže byť základňová stanica umiestnená pod úrovňou okolitých striech, kedy hovoríme o tzv. mikrobunke (5.4). V takomto prípade je dominantným šírením priama viditeľnosť a odraz od okolitých objektov. Ide predovšetkým o dlhé, málo členité ulice do 1km so súvislou zástavbou vysokých objektov.

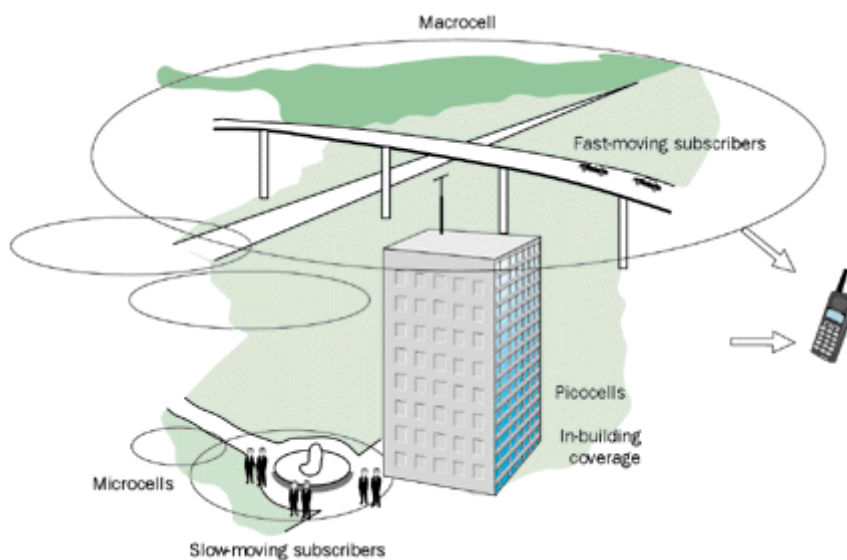


Obr. 5.4 Šírenie signálu v mikrobunke [4]

Podľa rozlohy zástavby a umiestnenia vysielača rozlišujeme tieto typy buniek:

Typ	Polomer	Umiestnenie
Makrobunka (macro – cell)	1 km až 30 km	Vonkajšie priestory nad priemernou výškou striech, výška všetkých budov pod úrovňou antény
Malá makrobunka (small macro-cell)	0,5 km až 3 km	Vonkajšie priestory nad priemernou výškou striech, výška niektorých budov nad úrovňou antény
Mikrobunka (micro – cell)	do 1 km	Vonkajšie priestory pod priemernou výškou striech
Pikobunka (pico – cell)	do 500m	Vnútorné alebo vonkajšie priestory (pod priemernou výškou striech)

Tab. 5.2 Rozdelenie telekomunikačných buniek [11]



Obr. 5.5 Bunková štruktúra pokrytia [30]

6. Negatívne faktory ovplyvňujúce kvalitu signálu

6.1 Únik

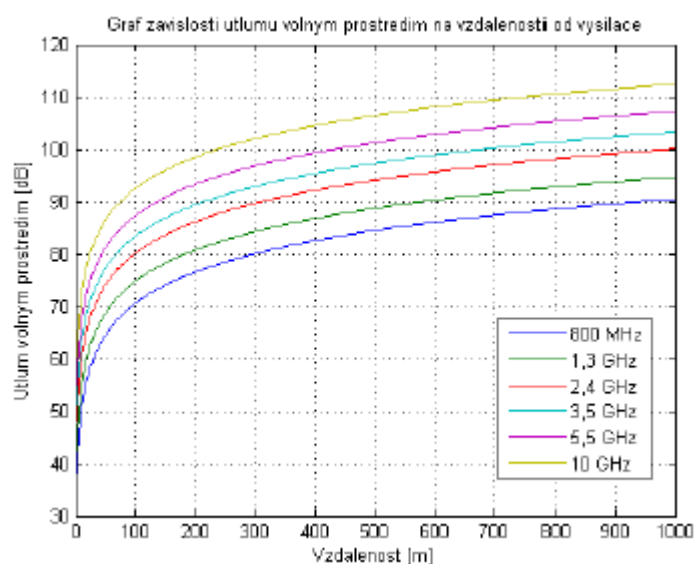
Únik (Fading) je pokles výkonnostnej úrovne signálu, ktorá je prijímaná pohybujúcou sa mobilnou stanicou. Fading zapríčiňuje, že v rozdielnych časoch prijímame odlišné úrovne vysielaného signálu. Momentálna úroveň závisí na veľkosti útlmu šírenia daným prostredím, ktorý tvoria:

- **Straty spôsobené šírením**

Závisia na vzdialenosti a type prostredia, ktorým sa signál šíri medzi vysielateľom a prijímačom. Pre výpočet útlmu voľného prostredia sa používa nasledujúci vzťah:

$$L_o = 20 \cdot \log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right), \quad (6.1)$$

kde L_o - straty vplyvom šírenia voľným prostredím [db], d - vzdialenosť medzi anténami [m], λ – vlnová dĺžka [m].



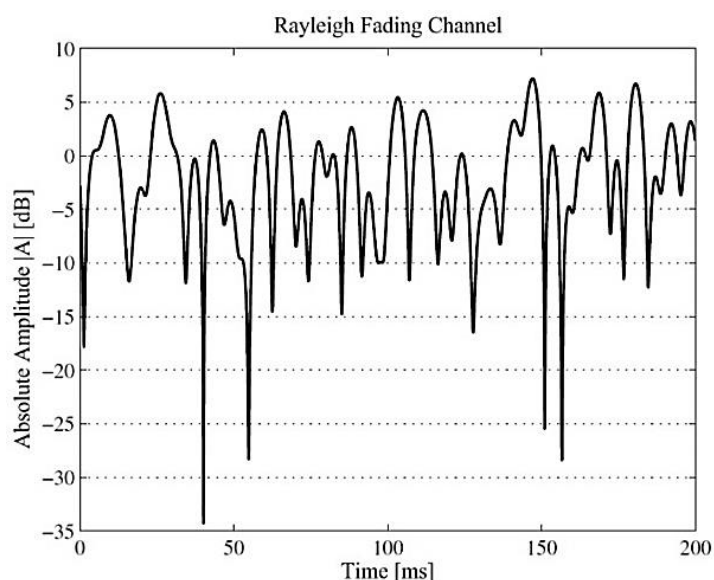
Obr. 6.1 Graf závislosti útlmu voľným prostredím na vzdialenosti od vysielateľa [17]

- **Pomalé úniky (Slow fading)**

Ich veľkosť je ovplyvňovaná typom prostredia, ktorým sa signál šíri. Mestská zástavba, predmestie, kopcovitý terén, ľudia. To sú faktory, ktoré ovplyvňujú pomalý únik signálu. Pokles hodnoty prijímaného signálu voči vysielanému môže byť až do výšky desiatok dB. K pomalému úniku dochádza, ak je prijímač zatienený (nemá priamu viditeľnosť s vysielateľom). Špeciálny prípad pomalého úniku sa nazýva shadowing. Ide o situáciu, kedy je prijímač na krátky okamih zatienený určitým objektom.

- **Rýchle úniky (Fast fading)**

spôsobuje ich Dopplerov posun a mnohocestné šírenie vln, ku ktorému dochádza odrazom vln od okolitých objektov. Tento typ úniku má za následok rýchle a hlboké kolísanie úrovne prijímaného signálu. Hodnota prijatého signálu sa môže meniť až o 30 dB. Pokiaľ je mobilná stanica zatienená, nastáva tzv. Rayleighov únik (6.2) [12]. Pre geodetické účely nemusíme Dopplerov efekt brať do úvahy, keďže v čase merania metódou RTK je rover na niekoľko sekúnd statický.



Obr. 6.2 Priebeh amplitúd s Dopplerovým efektom [13]

6.2 Všeobecné faktory

Dosiahnuteľná rýchlosť poskytovanej služby závisí od mnohých ďalších faktorov, a to od obecných faktorov neovplyvniteľných zo strany operátora ani zo strany účastníka, ale aj od tých, ktoré môžeme priamo ovplyvniť.

Medzi hlavné faktory ovplyvňujúce kvalitu služby patrí predovšetkým :

- používaná telekomunikačná technológia
- úroveň pokrytia signálom
- zariadenie, ktoré účastník používa
- výkon vysielача, prostredníctvom ktorého užívateľ službu využíva
- počasie
- vegetácia
- prírodné a umelé horizonty (predovšetkým v oblasti vodných tokov)
- charakter okolitých budov
- poloha koncového zariadenia
- frekvenčné pásmo
- rušenie inými zariadeniami, nachádzajúcimi sa v rovnakom frekvenčnom pásme
- cesta šírenia signálu
- mnohocestné šírenie signálu
- elektrické vedenie s vysokým napätím
- náhodná koncentrácia užívateľov

Z uvedených bodov môžeme vydedukovať, že lokalita vzdialená od väčšieho mesta, s hlbokým korytom vodného toku a s prítomnosťou elektrického vedenia môže byť za nepriaznivého počasia a za použitia menej výkonnej aparatury vysoko problémová.

7. Základná charakteristika antén

Anténa je súčasťou ľubovoľného rádiového zariadenia, ktoré je určené k pretváraniu vysokofrekvenčnej energie na elektromagnetickú vlnu (vysielač anténa) alebo k transformácii elektromagnetickej vlny na vysokofrekvenčnú energiu (prijímač anténa). Preto je anténa najdôležitejšou časťou rádiového zariadenia a nemožno ju nahradiť žiadnym iným elektronickým obvodom. Počas rádiového prenosu medzi vysielačom a prijímačom anténou vzniká v priestore spojenie, pri ktorom dochádza k dvojitej transformácii vysokofrekvenčnej energie [5].

Charakteristiku každej antény určujú nasledujúce elektrické parametre:

- rezonančný kmitočet (f) a šírka pásma antény
- zisk antény (G)
- vstupná impedancia a vyžarovací odpor antény (R)

Podľa charakteristiky vyžarovania poznáme antény:

- všesmerné (kruhovú charakteristiku)
- smerové (smerovú charakteristiku)

7.1 Zisk antény

Zisk antény (gain) je relatívna miera, určujúca schopnosť antény koncentrovať rádio-frekvenčnú energiu v konkrétnom smere alebo vzore. Predstavuje pasívnu veličinu odvíjajúcu sa od spôsobu výroby danej antény a jeho veľkosť je vyjadrená v decibeloch (dB). Určuje sa vzhľadom k izotropickej (všesmernej) anténe s nulovým ziskom. Vo všeobecnosti platí, čím vyšší zisk antény, tým vyššia výkonnosť a zároveň dosah, v ktorom môže anténa operovať. Každých 6 dB predstavuje takmer zdvojnásobenie dosahu antény [27].

Túto skutočnosť potvrdzujú aj výsledky merania v lokalite Veslařská (kapitola 10.), kde menej výkonná mobilná anténa nebola schopná zachytiť prijímaný signál na rozdiel od vysokovýkonnej geodetickej antény. Parametre antény Topcon PG-A1 môžeme vidieť na obrázku 7.1. Charakteristiky popisujúce výkon mobilnej antény smartfónu LG P690, sa napriek vysokému úsiliu nepodarili dohľadať.

Frequency	
Range 1	1217-1260 MHz
Range 2	1565-1620 MHz
Weight	
Weight	492 grams
Dimensions	
Dimensions	141.6 x 141.6 x 53.7 mm
DC Voltage	
Range	02/07/2012 Volts
mA@current supply	25@5 mA@typ.
LNA Gain	
LNA Gain	32 ± 2 db
Output Imp.	
Output Imp.	50 Ohm
Connector	
Connector	TNC
Operating Temp	
Range	-40 to +55 degrees Celsius

Obr. 7.1 Parametre antény Topcon PG-A1

Pre porovnanie uvádzame zisky niektorých antén dostupných na trhu:

TYP ANTÉNY	Gain
Trimble Zephyr Geodetic Antenna	50 db
Trimble AV59 GNSS Antenna	39 db
Topcon CR-G5 Choke Ring Antenna	48 db
Topcon G3-A1	30 db
Topcon PG-S1	33 db
Leica AR25	40 db
Leica AX1202 GG	27 db

Tab. 7.1 Prehľad geodetických antén

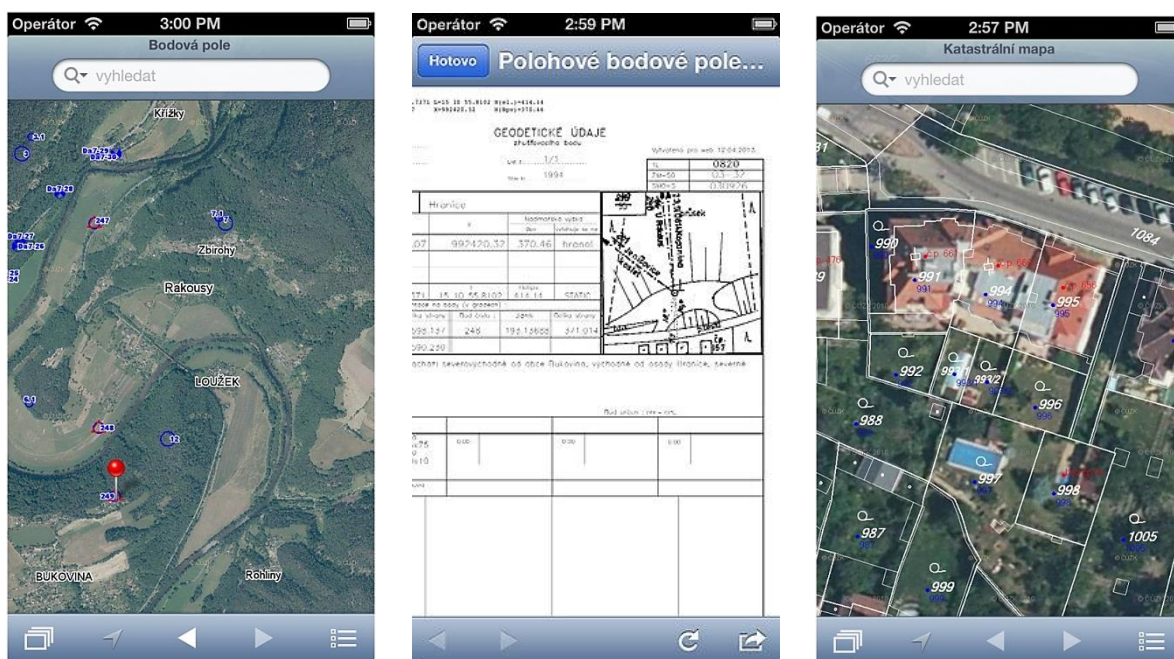
8. Užitočné mobilné aplikácie



Na trhu s mobilnými aplikáciami nájdeme množstvo produktov užitočných aj pre samotných geodetov. Český úřad zeměměřický a katastrální poskytol pred rokom aplikáciu *Mapy ČÚZK*, ktorá ponúka prehliadanie mapových produktov z tvorby rezortu prostredníctvom služieb WMS. Okrem prehliadania máp aplikácia umožňuje:

- požadovanie informácií z katastra nehnuteľností
- požadovanie presne určených súradníc a ďalšie údaje o bodoch z databázy bodových polí ČR (Obr. 8.1)
- vyhľadávanie miesta v mape podľa geografických mien, správneho členenia a adries.

Aplikácia je obzvlášť užitočná pri vyhľadávaní bodových polí v teréne.



Obr. 8.1 Uživatelské prostredie aplikácie Mapy ČÚZK

Pre účel diplomovej práce boli vyhľadávané aplikácie, zamerané na problematiku šírenia signálu v prostredí. Z množstva dostupných produktov boli na základe recenzií vybrané dve aplikácie s názvami *OpenSignal* a *NetworkRadar*, ktoré slúžia na meranie intenzity signálu prostredníctvom mobilného zariadenia.

8.1 OpenSignal



OpenSignal je voľne šíriteľná aplikácia pre smartfóny založená na princípe crowdsourcingu, ktorá poskytuje komplexné informácie o pokrytí, intenzite signálu a možnosti napojenia na Wi-Fi v danej lokalite. Dáta sú zhromažďované samotnými užívateľmi Android a iPhone aplikácie, ktoré sú následne verejne dostupné v grafickom prevedení. Webová stránka, ako aj samotná aplikácia, ponúka vizualizácie máp pokrytia s jednoduchými analýzami (Obr. 8.2). Aplikáciu je možné využiť globálne na celom svete [18].

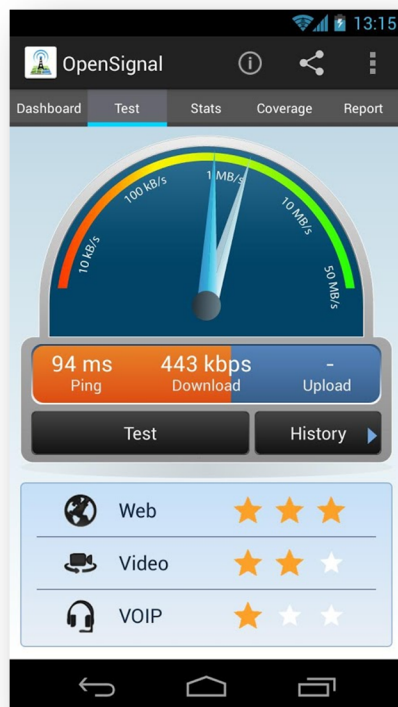


Obr. 8.2 Užívateľské prostredie aplikácie OpenSignal

Spolu s produktom NetworkRadar môže byť aplikácia OpenSignal využitá na predbežný zber informácií o skutočnom pokrytí v danej lokalite. Na všetkých záujmových miestach uvedených v kapitole 9.4 sa zisťovala úroveň signálu tak, aby bola lokalita optimálne pokrytá. Informácie, ktoré aplikácia zhromažďuje sú:

- rýchlosť downloadu
- rýchlosť uploadu
- ping (odozva)
- typ služby (EDGE, 2G, 3G)

Výsledky meraní sú zaznamenaná v prílohe č.2 a taktiež v grafickom znázornení v kapitole 10 spolu s meraniami GNSS.



Obr. 8.3 Meranie aplikáciou OpenSignal

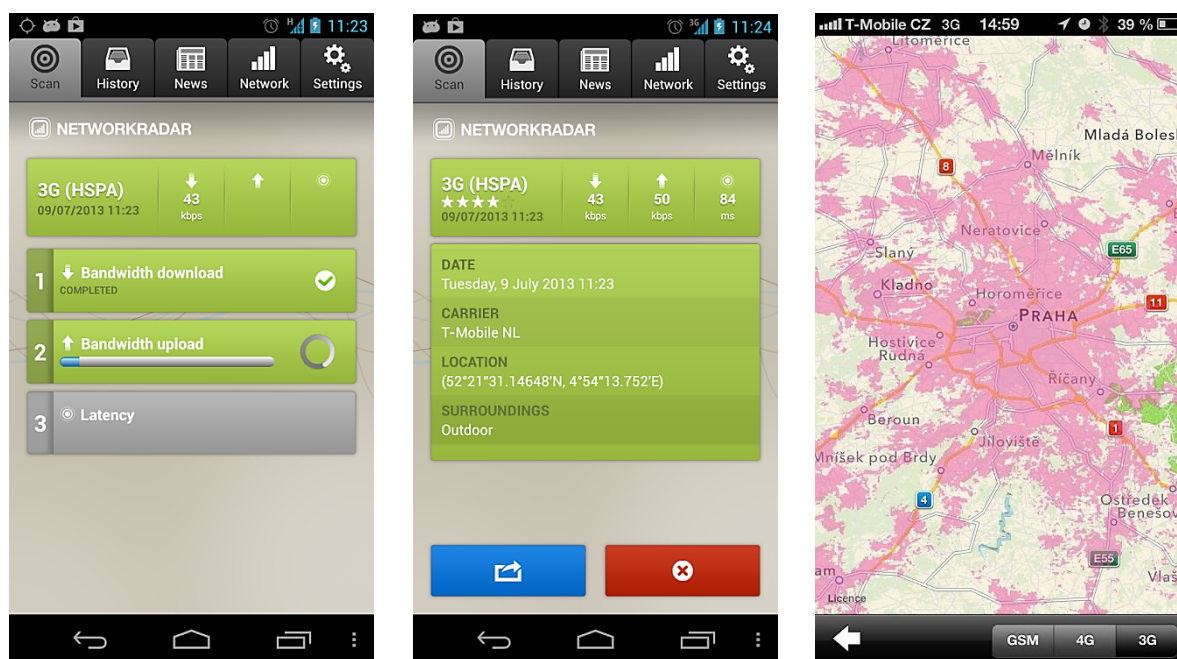
Otázna je však relevantnosť výsledkov v oblastiach so slabým signálom. Ako sa ukázalo, OpenSignal nie je schopný zachytiť signál s hodnotou menšou ako 112kbit/s. V tomto prípade sa namiesto konkrétnej hodnoty zobrazí len symbol n/a. Rovnaký prípad nastane, ak pri meraní dôjde k výpadku alebo rušeniu signálu okolitými prvkami. V projekte sa podľa uváženia tieto hodnoty vylúčili alebo považovali za nulové.

8.2 NetworkRadar



Aplikácia NetworkRadar slúži k zisťovaniu kvality a rýchlosti pripojenia k internetu. Výhodou tejto aplikácie je priama podpora operátora, takže sa T-mobile zákazníkom nezapočítavajú prenesené dáta do ich FUP limitu. Užívateľ získa jedným kliknutím informácie o rýchlosti downloadu, uploadu a o latencii. Tie sú následne odosielané do centrál operátora na spracovanie a vyhodnocovanie siete. Takto získané dáta slúžia k plánovaniu rozširovania siete operátora.

Najnovšia verzia používa metódu intervalového skeneru, ktorý dosahuje presnejších výsledkov, čo sa preukázalo aj pri porovnaní nameraných dát z terénu s GNSS metódami. [10]



Obr. 8.4: Užívateľské prostredie aplikácie NetworkRadar

Výhodou NetworkRadaru oproti OpenSignalu je, že zachytáva aj malé hodnoty prijatého signálu, čo umožňuje získať lepšiu predstavu o jeho intenzite v rozmedzí 0 – 100kbit/s v oblastiach so zlým pokrytím. Najmenšie namerané hodnoty downloadu touto aplikáciou sú 1kbit/s a 13kbit/s v oblasti Radostice, kde OpenSignal vykazoval nemerateľné hodnoty n/a. Z empirického pohľadu je teda NetworkRadar spoľahlivejší a presnejší, čo vidíme aj na jednotlivých mapách v kapitole 10.

9. Realizácia projektu

9.1 Analýza projektu

Pred samotnou realizáciou bolo potrebné dôkladne analyzovať postupnosť vlastných krokov. Správne zadefinovanie postupu zberu dát a časového harmonogramu realizácie výrazne zefektívni postup a plynulosť v ďalších fázach tvorby. Pre účely diplomovej práce sa uvažovalo nasledovne:

1. Prvotná analýza

- Účel projektu: overiť relevantnosť mapy pokrytia mobilného operátora, overiť možnosť RTK observácie na nepriaznivých lokalitách, určiť negatívne faktory vplývajúce na spojenie s referenčnou stanicou
- Spôsob prevedenia: priamy zber geodát v teréne, spracovanie v softvéri ArcGIS
- Rozsah: 5 vybraných lokalít s rôznou charakteristikou územia
- Požadovaná presnosť merania: nie je významným faktorom, podľa možnosti odpovedajúca metóde RTK
- Súradnicový systém: S-JTSK
- Výškový systém: BpV
- Výsledok a prínos projektu: Porovnanie skutočnej kvality signálu s mapou mobilného operátora, navrhnúť riešenie vyplývajúce zo zistení v diplomovej práci

2. Analýza dostupnosti informácií

- Informácie neexistujú resp. nedajú sa vyjadriť (napr.: pohyb každej molekuly vzduchu pre absolútne presný meteorologický či propagačný model).
- Informácie existujú, no sú nedostupné (súkromné informácie spoločnosti, ako napr. poloha vysieláčov v okolí Brna)
- Informácie sú dostupné, ale nemožno s nimi pracovať (vlastník nechce poskytnúť informácie resp. dajú sa len prehliadať na webových stránkach)
- Informácie sú dostupné a dá sa s nimi pracovať

Počas vyhotovenia diplomovej práce sme sa stretli so všetkými spomínanými variantmi.

3. Zber informácií

- Zber mapových podkladov pre prácu v softvéri ArcGIS, zber informácií o modeloch šírenia sa vln v prostredí, o technológiách používaných operátorom a o samotnom pokrytí mobilným signálom.

4. Tvorba projektu

- Transformácia podkladov na podkladovú snímku, vektorizácia rastrov, priamy zber údajov o pokrytí v teréne, grafické znázornenie záujmových lokalít.

5. Ladenie projektu

- Revízia a odstránenie hrubých chýb

9.2 Komunikácia s mobilnými operátormi

Komunikácia s českými poskytovateľmi mobilných služieb bola vo väčšine prípadov nevyhovujúca. Oslovené boli firmy Vodafone, O2 a T-mobile. Už získanie kontaktu na kompetentnú osobu je obzvlášť komplikované, keďže firmy na svojich stránkach nezobrazujú e-mailové adresy a zverejnené telefónne čísla, slúžia výhradne na ponuku služieb alebo technickú podporu.

Vo firme O2 sa ponúka využiť funkciu „online talk“ s O2 Guru, ktorý vám však pravdepodobne nebude schopný odpovedať na špecifickú požiadavku. Pracovníci sú školení výhradne na poskytovanie služieb zákazníkom. Využiť je možné dostupné „guru fórum“, kde vašu požiadavku prehliada viacero pracovníkov a užívateľov. Reakcia prišla pomerne rýchlo, no zaujali zamietavé stanovisko s odôvodnením, že podobné informácie poskytujú len zamestnancom firmy.

Pre komunikáciu s firmou Vodafone je možné využiť formulár e-mailovej podpory, kde môžete položiť akúkoľvek otázku. Odpoveď garantujú do 4 pracovných

dní. Prvý pracovník sa mojou požiadavkou zaoberal, no komunikácia sa z neznámych príčin zastavila. Po opätovnom zaslaní požiadavky a dlhšej e-mailovej komunikácii mi podal ďalší pracovník zamietavé stanovisko s tým, že poskytujú len informácie, ktoré sú na ich webových stránkach.

Tretí operátor T-mobile javil známky záujmu od začiatku. Odpovede síce prichádzali vo väčšom časovom rozpätí (týždeň a viac), ale zato pozitívne. Pri poskytovaní dát sa zaujímali o tieto parametre:

- objem dát (celé územie ČR alebo konkrétna oblasť)
- mierka, rozlíšenie a ich formát
- ako bude s dátami naložené
- priebeh spracovania
- kto bude mať prístup k dátam
- výsledok práce

Po vyplnení formuláru bola požiadavka posunutá vyššie. Odpoveď znela, že dáta v danej forme a pre daný účel nemožno poskytovať externému subjektu. Treba pripomenúť, že výsledky svojej práce som chcel ochotne poskytnúť a zároveň ponechať všetky informácie v súkromí, čo som bol ochotný potvrdiť svojím podpisom.

Z tejto kapitoly teda plynie záver, že komunikácia s operátormi býva často zdĺhavá a vo väčšine prípadov, záleží od požiadavky, neúspešná. V našom prípade trval celý proces zhruba 2 mesiace, čo je oveľa viac, ako bolo predpokladané pri plánovaní činností.

Ako objekt overovania bol zvolený operátor T-mobile, keďže je najrozšírenejším subjektom na českom trhu a z hľadiska štatistík preukazuje najlepšie pokrytie (4.5). Ak sa preukážu nedostatky v pokrytí firmy T-mobile, môžeme očakávať podobnú situáciu aj u ostatných operátorov.

9.3 Zber mapových podkladov

Najdôležitejšou informáciou pre vytvorenie exaktného predikčného modelu šírenia elektromagnetických vĺn v prostredí je samotný mechanizmus šírenia. Ten nie je možné absolútne definovať, nakoľko interaguje s premenlivým prostredím Zeme a podobne ako v meteorológii, poznať pohyb každej molekuly je vylúčené. Modely šírenia resp. mapy pokrytia nie sú exaktné a realite zodpovedajú len s určitou pravdepodobnosťou. Tento poznatok ovplyvňuje aj potrebnú presnosť overovania vybraných lokalít.

Z predošlej kapitoly vieme, že mobilní operátori nie sú ochotní poskytovať interné informácie, mapové podklady a štatistiky o svojej firme tretím stranám. Hoci majú operátori samotné mapy pokrytia zverejnené na svojich stránkach, dajú sa však iba prehliadať (Obr. 4.2). Pre prácu v softvéri ArcGis bolo nutné dostupnú T-mobile mapu priblížiť na vybranú lokalitu a pomocou funkcie Print Screen uložiť niekoľko susedných výrezov do formátu, s ktorým sa dá ďalej pracovať (jpeg, png, tiff). Takto vznikli sady výrezov 4 vybraných lokalít, ktoré sa následne spojili v softvéri (vid'. kapitola 9.7). Predmetom záujmu boli predovšetkým „hluché miesta“ v oblasti základného až rýchleho internetu s typickým členením terénu.

Informácie o pokrytí, ktoré možno na mape prehliadať:

- Mobilný internet
 - Super rýchly (do 150 Mbit/s)
 - Rýchly (do 21,6 Mbit/s)
 - Základný (do 236,6 kbit/s)
- Volanie
- Profil ADSL/SHDSL
- Internet ADSL
- Body záujmu
 - Značkové predajne a partneri
 - Dobíjacie miesta

Ako podkladový materiál bola zvolená ortofotosnímka, na ktorú bolo potrebné vizualizovať merané dáta. V súčasnej dobe je výhodné využiť mapové služby národného geoportálu INSPIRE podporujúce štandard wms vo verzii 1.1.1 a 1.3.0. Pre účely diplomovej práce sa využilo pripojenie na tieto služby:

- WMS – Ortofoto
- WMS – Geonames
- WMS – Bodová pole

Postup pripojenia v prostredí ArcMap je uvedený v kapitole 9.6.

K diplomovej práci bola zaobstaraná aj dátová SIM karta od spoločnosti T-mobile, ktorá slúžila na meranie intenzity signálu mobilnými aplikáciami. Tú bolo potrebné pred prvým použitím nakonfigurovať podľa špecifických nastavení operátora.

9.4 Výber testovacích lokalít

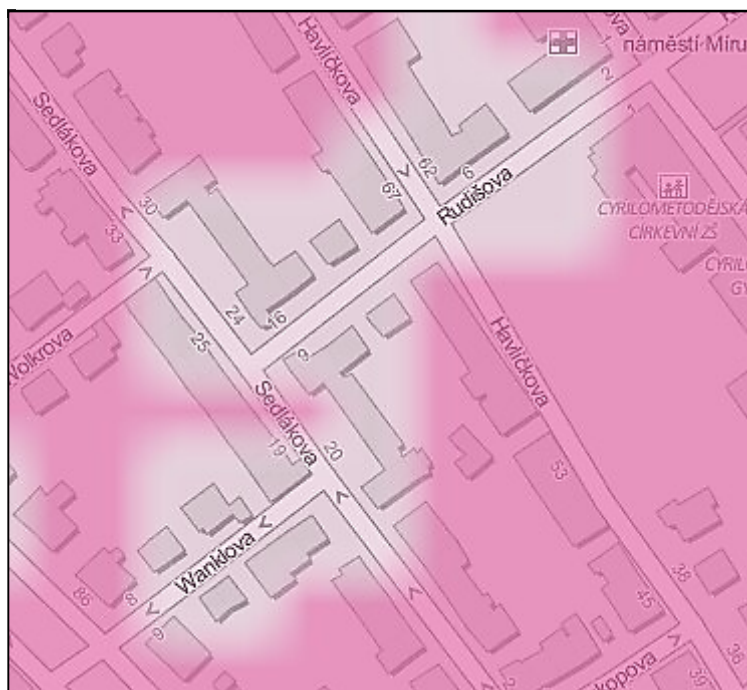
Mesto Brno je známe svojou pestrú geologickou stavbou, členitosťou terénu a polohou na styku dvoch hlavných geologických masívov – Západných Karpát a Českého masívu. Práve rozmanitá geomorfológia je jedným z faktorov, ktoré výrazne ovplyvňujú charakter šírenia signálu vo vonkajšom prostredí. Rozdiel v nadmorskej výške medzi najnižším a najvyšším bodom v katastrálnom území Brno dosahuje cca 350m, a to pri veľkých rozdieloch na veľmi krátke vzdialenosti. Napríklad rieka Svratka v oblasti Pisárky leží na úrovni cca 200 m n.m., vrchol kopca Strážná v Novom Lískovci je 295 m n.m. a najvyššia kóta v oblasti Kohoutovice je 414 m n.m. Brno a jeho okolie do 20km je preto ideálnym regiónom, v ktorom nájsť množstvo testovacích lokalít s rozličnou charakteristikou územia. Pri ich výbere boli zohľadňované miesta so zhoršeným pokrytím podľa mapy pokrytia T-mobile a s typickým členením terénu.

Výber vhodných lokalít v blízkosti Brna bol značne ovplyvnený dostupnosťou, pretože väčšina z nich leží na súkromných pozemkoch. Ostatné miesta bez pokrytia signálom sú často lokalizované hlboko v lesoch, kde nemá význam observovať. Takto bolo po dlhšom procese rekognoskácie vybraných nasledujúcich 5 lokalít:

▪ Sedláková ulica (BRNO - STŘED)

Predstavuje územie s označením urban, vyznačujúce sa hustou zástavbou. Lokalita sa nachádza na vyvýšenine pri Moravskom námestí juhozápadne od Kraví hory. Pre toto územie je podľa kapitoly 5.2 charakteristické šírenie signálu difrakciou a odrazom.

Prešetrované ulice Rudišova, Havlíčkova, Sedláková a Wanklova sa nachádzajú v oblasti, kde je dostupné len základné pripojenie (služba GSM). Susedné územie je pokryté rýchlym internetom.



Obr. 9.1 Pokrytie na Sedláckovej lokalite (zdroj T-Mobile)



Obr. 9.2: Lokalita Sedláckova (zdroj Google StreetView)

- **Veslařská ulica (BRNO - JUNDROV)**

Zájmová lokalita prebieha pozdĺž rieky Svratka, súbežne s ulicou Žabovřeská. Hlboké koryto rieky vytvára z východnej strany Wilsonov les a zo západnej Křemelky. V oblasti sa nachádza vodohospodárske dielo (viď. obrázok 9.4) a súbežne s ulicou Žabovřeská prebieha koľajová trať mestskej hromadnej dopravy.

Prešetrované ulice Veslařská a Žabovřeská svojím charakterom spadajú do označenia suburban. Vyznačujú sa menšou koncentráciou prevažne nízkych stavebných objektov. Dostupné pripojenie je na úrovni rýchleho internetu s občasnými miestami, kde je dostupné len základné pripojenie. Tieto miesta boli predmetom overovania. Meraním za pomoci mobilných aplikácií sa zaznamenali viaceré zóny so slabým až nulovým signálom, predovšetkým na úseku s nižšou nadmorskou výškou.



Obr. 9.3 Pokrytie na Veslařskej lokalite (zdroj T-Mobile)



Obr. 9.4 Vodohospodárske dielo na rieke Svratka

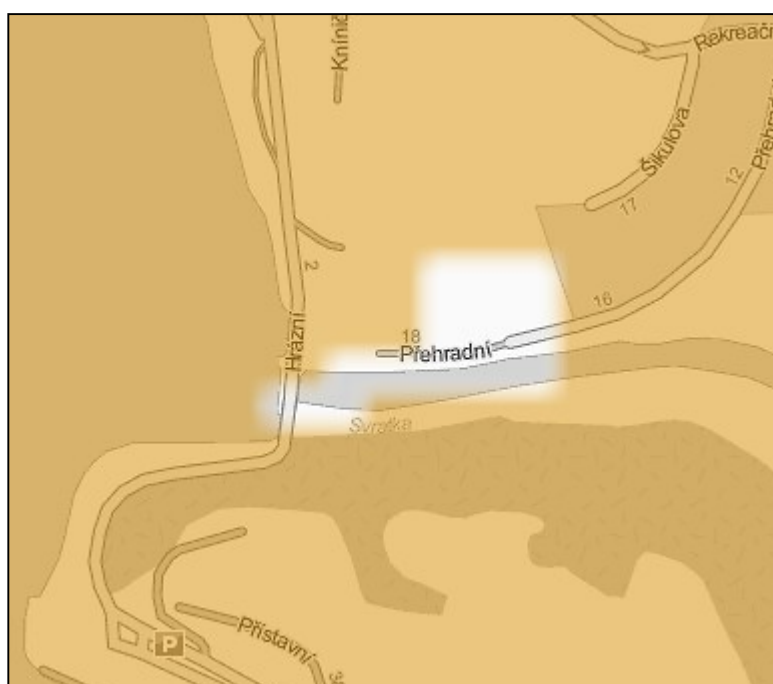


Obr. 9.5 Veslařská ulica (zdroj Google StreetView)

- **Vodná nádrž Brno (KNÍNIČKY)**

Brnenská priehrada je situovaná na území bývalej obce Kníničky, severozápadne od centra mesta. Patrí do Dyjsko-Svrateckej vodohospodárskej sústavy, ktorú prevádzkuje Povodí Moravy a.s., závod Dyje. V roku 1929 vydal úrad povolenie na výstavbu, ktorá sa oficiálne ukončila v roku 1940, kedy sa datuje vznik tohto vodohospodárskeho diela. Celkové náklady na výstavbu predstavovali 59 miliónov korún a jej realizáciu sprevádzalo množstvo komplikácií spojených s povodňami.

V údolí Svratky, západne od priehrady, vytvára terén podľa mapy operátora oblasť so zníženou rýchlosťou pripojenia. Tá sa pohybuje na úrovni základného internetu s rýchlosťou 236,6 kbit/s.



Obr. 9.6 Pokrytie na Vodnej nádrži Brno (zdroj T-Mobile)



Obr. 9.7 Vodná nádrž Brno

- **Bartákova ulica (BRNO – LÍŠEŇ)**

Lokalita bola testovaná na podnet Ing. Ireny Opatřilovej. Geodetický bod ZHB 259 (vid'. Príloha č.4) nemohol byť v minulosti z neznámych príčin observovaný metódou RTK. Podľa mapy pokrytia operátora sa celá lokalita nachádza v území s kontinuálnym pokrytím veľmi rýchleho internetu (42 Mbit/s). Účelom overenia bolo zistiť možné príčiny rušenia signálu a otestovať, či je možné na danom bode observovať v móde *fixed*.

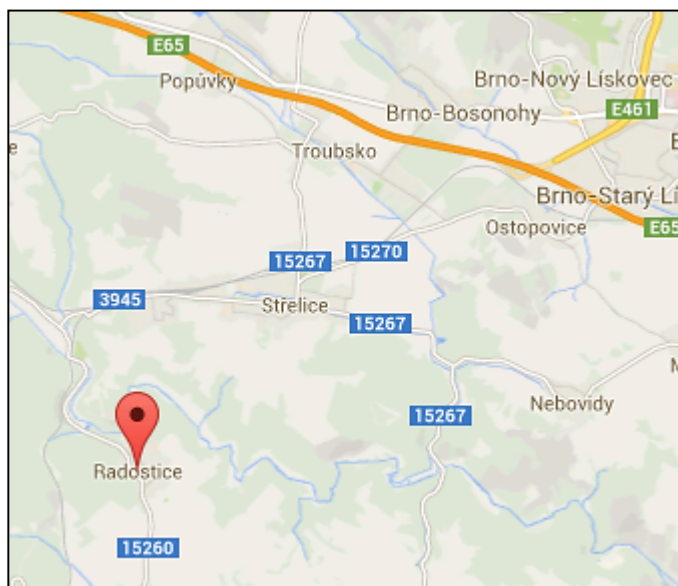
Bod je situovaný na vyvýšenine s dobrou viditeľnosťou. Z juhu tvorí prekážku bytový dom o výške 4 poschodí. V blízkosti sa nachádza železničná trať, ktorá môže v čase prejazdu vlaku čiastočne rušiť prijímaný signál. Meranie v lokalite však prebehlo bez problémov.



Obr. 9.8 Geodetický bod ZHB 259 (zdroj ČÚZK)

▪ Obec Radostice

Poloha 15 km juhozápadné od Brna s charakterom územia lesnatej vrchoviny. Obcou preteká rieka Bobrava, pozdĺž ktorej prebieha záujmové územie. Obec s počtom obyvateľov 651 leží v nadmorskej výške od 283 m do 360 m n.m. Prístup do Radostíc je po ceste Střelice – Prštice, prípadne po železnici Brno – Znojmo.

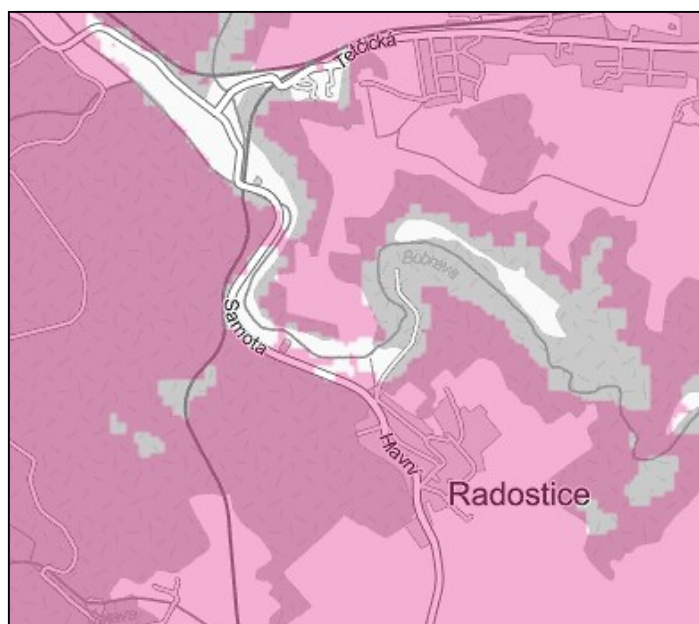


Obr. 9.9: Poloha obce Radostice (zdroj Google Maps)

Obec je veľmi dobre vybavená inžinierskymi sieťami. Má zriadenú kanalizáciu s čističkou odpadových vôd, ktorej technológia bola v roku 2000 zmodernizovaná, ďalej vodovod, rozvod zemného plynu, posilnený rozvod elektriny a televízne rozvody [20].

Lokalita svojím charakterom spadá pod označenie *outdoor*, predstavujúce otvorenú krajinu s minimálnou zástavbou. Pre toto prostredie je typické šírenie signálu priamou vlnou s možnými prekážkami v podobe prírodných horizontov a s negatívnym vplyvom odrazených vln.

Zastavané územie obce je pokryté základným pripojením, avšak priľahlá rieka Bobrava vytvára svojím plytkým korytom bezsignálovú zónu.



Obr. 9.10 Pokrytie v obci Radostice (zdroj T-Mobile)

V tejto zóne sa nachádza už spomínaná čistička odpadových vôd, chatová oblasť a bývalé kúpalisko, ktoré je v súčasnosti opustené. Tieto objekty môžu eventuálne predstavovať predmet geodetickej činnosti a už predbežné merania s mobilnými aplikáciami pri rekognoskácii naznačovali nemožnosť použiť GNSS. Prírodné horizonty na mieste overovania nevytvárajú výraznú prekážku v observácii (Obr. 9.12), no predbežné merania s mobilnými aplikáciami pri rekognoskácii naznačili nemožnosť použiť GNSS technológie, čo sa meraním potvrdilo.



Obr. 9.11 Pohľad na obec Radostice [20]



Obr. 9.12 Lokalita v obci Radostice

9.5 Založenie projektu

K spracovaniu projektu bol použitý softvér ArcGIS od spoločnosti ESRI, ktorým hlavným distribútorom v Českej republike je firma ArcData Praha. Vďaka svojim funkciám a nadstavbám sa označuje za najlepší produkt na trhu, čomu zodpovedá počiatočná cena a hardvérové požiadavky. K práci s väčším množstvom dát je potrebný výkonný počítač, no ani to nezaručuje úplnú stabilitu produktu. Dôležité je časté ukladanie a zálohovanie dát.

K tvorbe projektu boli využité tieto 3 zásadné komponenty:

- **ArcCatalog** – využívaný na organizáciu a spravovanie rôznych typov geografických informácií.
- **ArcMap** – reprezentuje geografické informácie ako súbor vrstiev a ostatných elementov v mapovom dokumente.
- **ArcScene** – slúži k priestorovej vizualizácii dát a animovanej prezentácii vlastného projektu [26].

Po spustení *ArcMap* sa nám zobrazí úvodné okno s výberom šablóny, kde zvolíme *Blank Map*. V pravej časti obrazovky sa nachádza praktická záložka *ArcCatalog*, v ktorej vykonávame všetky priečinkové operácie (vytváranie nových *shapefile*, kopírovanie, presúvanie dát a pod.) Predídeme tak situácii, kedy softvér nebude môcť pracovať so súbormi a zobrazí chybové hlásenie o neplatnej ceste.

Ako prvý krok bolo potrebné pripojiť priečinok, s ktorým sme pracovali cez *ArcCatalog* pomocou tlačidla *Connect to folder*. K tomuto účelu bol zriadený špeciálny priečinok s názvom *Arc Projekt* obsahujúci všetky podkladové materiály projektu a do ktorého sa následne budú ukladať prípadné výstupy.

Ďalším krokom boli nastavené základné parametre projektu ako súradnicový systém a jednotky cez ponuku *View -> Data Frame Properties*, kde sme v záložke *Coordinate System* zvolili *S-JTSK Krovak EastNorth*.

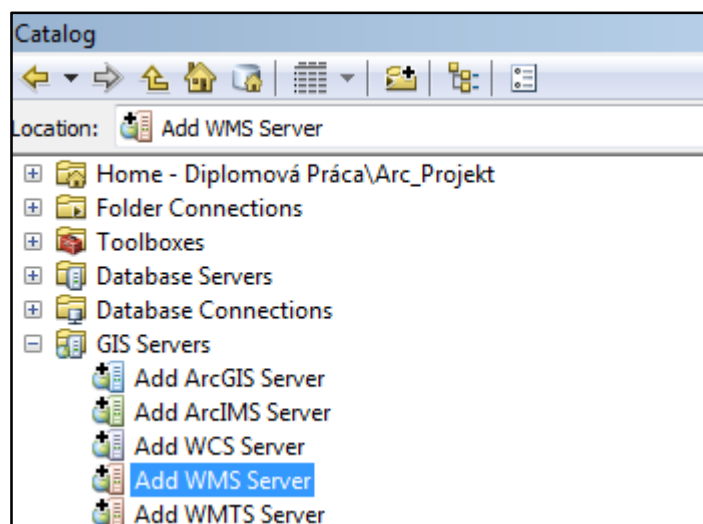
Výhodným nastavením je ukladanie relatívnych ciest k dátam. Základné nastavenia ArcGIS 10 ukladajú absolútne cesty pre všetky vrstvy, ktoré pridáme do mapy. To znamená, že ak je súbor lokalizovaný na *c:\data\vodstvo\rieky.shp* ArcMap bude vždy hľadať súbor *rieky.shp* v tomto priečinku. Použitie relatívnych ciest nám umožňuje presúvať mapové dokumenty a vrstvy ľubovoľne na iné PC, pokiaľ je

štruktúra priečinku s relatívnou cestou nemenná. Pre ukladanie relatívnych ciest zvolíme *File -> Map Document Properties* a zaškrtneme *Store relative pathnames to data sources*.

9.6 Práca s podkladovými materiálmi

Pre väčšinu prác postačovali dostupné mapové podklady z WMS serverov. Ako prvý krok bolo potrebné pripojiť ortofotosnímku mesta Brna, na ktorú sa mali následne natransformovať rastre bezsignálových lokalít. Postup pripojenia na WMS službu je nasledovný:

1. V sekcii *Catalog* rozklikneme položku *GIS Servers* a pomocou *Add WMS Server* otvoríme okno.
2. Do pol'a *URL* zkopírujeme webovú adresu príslušnej služby (dostupnej na [24]) a klikneme na *Get Layers*.
3. V *Catalog-u* sa nám zobrazí príslušná služba (viď. 9.13), s ktorou po presunutí do *Table of Content* môžeme pracovať.
4. Súradnicový systém snímky môžeme zmeniť kliknutím pravého tlačidla v *Table of Content -> Change Coordinate System*.



Obr. 9.13 Pripojenie WMS služby

Nevýhodou je, že s takto pripojenou službou možno pracovať len za prítomnosti internetového pripojenia.

9.7 Georeferencovanie rastrov

Aby sme získali polohu bezsignálových oblastí vzťahnutú k ortofotosnímkam, bolo nutné zozbierané rastrové dáta transformovať na podkladovú snímku. Tento proces sa nazýva georeferencovanie a prideliť ním súradnicový systém podkladovej mapy novému rastru.

Pre transformáciu rastru potrebujeme zobrazit' panel *Georeferencing*, ktorý nájdeme v *Customize -> Toolbars*. Výberom rastu, ktorý chceme georeferencovať a minimálne piatich vhodne rozložených identických bodov, môžeme vykonať transformáciu. Ako identické body boli volené križovatky ciest alebo dobre viditeľné rohy budov, ktoré nepodliehajú polohovým zmenám v čase. Výber bodov prebieha z transformovaného rastu na referenčný a pre navigáciu medzi nimi využívame *Zoom To Layer* v *Table Of Content*. Na zreteľ bola braná predovšetkým kvalita transformácie bezsignálových oblastí, pričom okraje rastu mohli byť nevyhovujúce. Mapa pokrytia operátora je totižto značne skreslená a generalizovaná. Následne sa susedné rastre jednej lokality spojili dohromady pomocou funkcie *Mosaic To New Raster*, ktorú nájdeme v *Toolbox -> Data Management Tools -> Raster -> Raster Datasets -> Mosaic To New Raster*.

9.8 Vektorizácia bezsignálových plôch

Na podklade transformovaných rastrov bolo nutné zvektorizovať hranice oblastí so zníženým signálom. Pre tento účel bola vytvorená nová vrstva *Zony pokrytia.shp* v *ArcCatalog* kliknutím pravého tlačidla nad priečinkom *new -> shapefile*. Tu sme zadali meno, typ triedy a súradnicový systém. Kliknutím na OK sa vytvoril *shapefile*, ktorému sme prideliť nové dátové pole.

Vektorizované plochy sa delili na bezsignálové plochy so základným pripojením a s rýchlym pripojením. Túto charakteristiku sme definovali v novovytvorenom poli cez *Properties -> Open Attribute Table -> Table Options -> Add Field*. Pod názvom *Signal* sa zadal *textový* typ poľa a maximálny počet vpisovaných znakov. Následne sme cez

panel *Editor* spustili funkciu *Start Editing* a zvektorizovali dané oblasti s pridelením textového popisu v časti *Attributes* (rýchly, základný, bez signálu).

V paneli *Layer Properties* sme upravili transparentiu vrstvy na 70% a v záložke *Symbology* stanovili farebnú škálu pre rozlíšenie oblastí. Vstupným parametrom pre vzájomné rozlíšenie plach je pole *Signal*.

Možnosti pridávania nových polí do atribútovej tabuľky sú široké a je potrebné ich zadefinovať už pri vytváraní. Na výber máme zo šiestich dátových typov – *short*, *integer*, *long integer*, *float*, *double*, *text* a *date*. Typy *Float* a *double* obsahujú reálne číselné hodnoty a používajú sa pre kontinuálne merané alebo kalkulované dáta. Typy *Short* a *long integer* uchovávajú numerické hodnoty vhodné na kódové označenie klasifikácie. Textový typ pol'a môže takisto niesť kódové hodnoty alebo popisný text, charakterizujúci daný prvok. Pri numerických typoch je nutné zadať *Precision* a *Scale*. *Precision* označuje počet celkových platných číslíc, použitých k uchovaniu číselného údaju. *Scale* označuje počet desatinných miest. Je dobré uvedomiť si postačujúcu presnosť údajov vopred, nakoľko priamo ovplyvňuje potrebné miesto na disku [28].

9.9 Zber geoinformácií mobilnými aplikáciami

Predstavu o skutočnom pokrytí na vybraných lokalitách bolo potrebné numericky vyčíslieť. K tomuto účelu a pre účel predikcie kvality signálu pred samotným GNSS meraním boli použité dve mobilné aplikácie popísané v kapitole 8. Po príchode na lokalitu sa zozbierali informácie o rýchlosti downloadu, uploadu a odozvy v pravidelných rozostupoch (cca 20m) a vo výške cca 2m. Poloha bodov bola v prípade Sedláckovej a Veslařskej lokality určená ručnou GPS a zaznamenaním do tlačenej mapy. V ostatných prípadoch bolo meranie vykonané simultánne s GNSS meraním. Takto získané bodové dáta boli importované do projektu a následne editované v atribútovej časti. Vrstva *MERANIE mobil*, zahŕňajúca všetky lokality, obsahuje tri atribútové polia s názvami *DOWN*, *UP* a *PING* popisujúce každý bod merania. Na základe pol'a *DOWN* bola upravená kategorizácia bodov a ich následná symbolológia od najhoršej (červená) po najlepšiu kvalitu signálu (zelená).

Relevantnosť výsledkov je ovplyvnená výkonom mobilnej antény no aplikácia NetworkRadar sa aj napriek tomu javí ako spoľahlivá.

9.10 Zber geoinformácií GNSS technológiami

Pre získanie čo najspoľahlivejších informácií o pokrytí a možnosti získavania korekcií na lokalite bolo potrebné dôkladne naplánovať observáciu, tak aby boli vytvorené čo najideálnejšie podmienky. Pracovalo sa s predpokladom, že ak v ideálnych podmienkach nie je možné prijímať korekcie, automaticky to nebude možné ani v zhoršených. Preto boli merania plánované na jasné, bezdaždivé dni, v období minimálneho vegetačného pokrytu a za použitia plánovacieho softvéru uvedeného v kapitole 3.2.

Zber dát prebiehal po cca 20m intervaloch, tak aby rovnomerne pokrýval lokalitu. Na miestach, kde nebolo možné merať v móde *fixed* ani po opakovaných pokusoch, bola poloha určená režimom *auto*. Ide predovšetkým o oblasť Radostíc a o oblasť Veslaárskej ulice.

Parametre založenej zákazky v prijímači TOPCON GRS-1 sú uvedené v prílohe č.5. Po zozbieraní potrebných údajov na piatich lokalitách boli tieto body importované do projektu. Pre rozlíšenie od ostatných bodov, meraných mobilnými aplikáciami, bol zvolený trojuholníkový symbol. Farebná škála bola takisto názorne upravená podľa atribútového poľa s názvom *MODE*, ktoré rozdeľuje body na: *auto*, *fixed* a *fixed/auto*.

10. Výsledky overovania stavu pokrytia

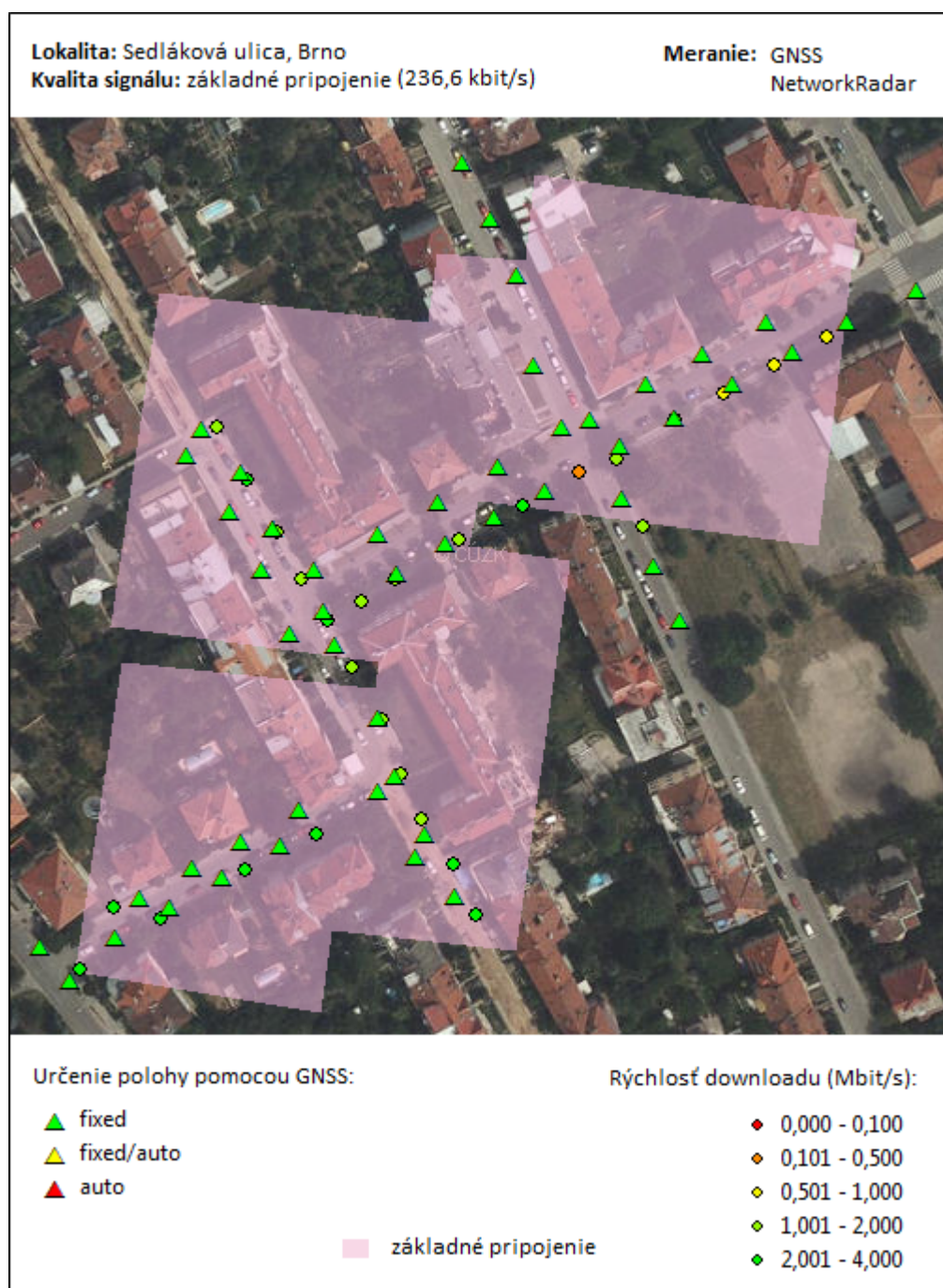
Nasledujúce grafické výstupy predstavujú aktuálny stav pokrytia na vybraných lokalitách. Pozostávajú z podkladovej ortofotosnímky, zvektorizovanej plochy so zníženou úrovňou signálu a vynesnými bodmi, meranými v teréne. Tie pozostávajú z bodov meraných GNSS metódou a aplikáciami NetworkRadar a OpenSignal. Územie mimo vyznačených plôch predstavuje vyššiu prístupovú rýchlosť pripojenia.

Podľa mapy operátora je v oblasti Sedlákovej ulice dostupné len základné pripojenie, predstavujúce maximálnu rýchlosť 236,6 kbit/s. Výsledky merania (viď. Obr. 10.1, 10.2 a Prílohy č. 1,2,3) nezodpovedajú tomuto stavu. Oblasť je pokrytá relatívne kvalitným signálom s priemernou hodnotou downloadu 1,95 Mbit/s. Observácia bola vzhľadom na kvalitu signálu bezproblémová. Tento stav predikovala úspešnejšie aplikácia NetworkRadar, čo je vidieť z porovnania Obrázkov 10.1 a 10.2.

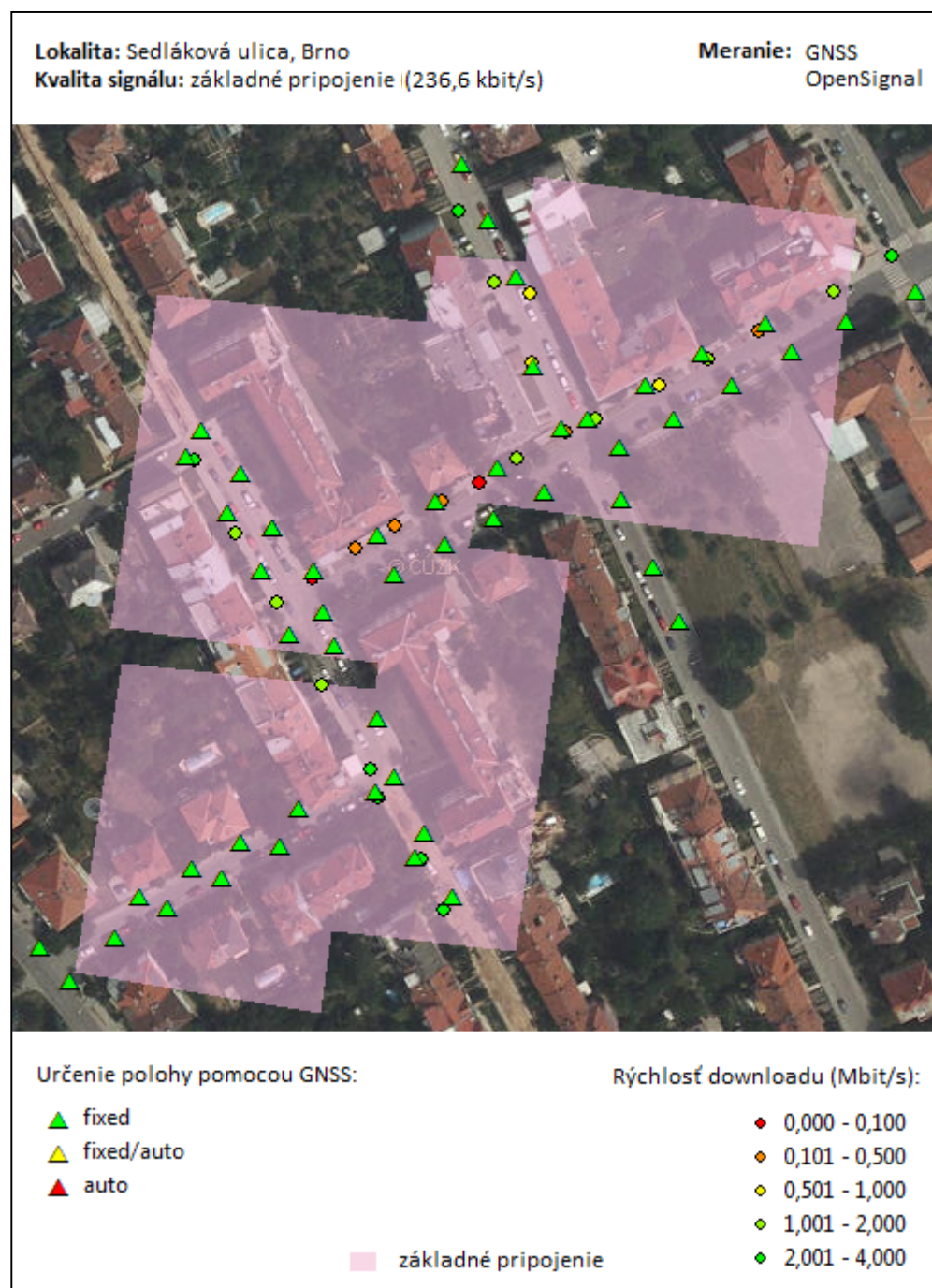
V okolí Veslaárskej ulice vykazovali obe mobilné aplikácie zníženú úroveň signálu, predovšetkým na miestach s nižšou nadmorskou výškou. GNSS observácia bola problémová na dvoch miestach, kde sa v dôsledku opakovaného prerušenia spojenia, podarilo prijať korekcie až na ôsmy a desiaty pokus (viď. legenda *fixed/auto*). Fakt, že aplikácie vyhodnotili veľkú časť oblasti ako problémovú, môžeme pripísať nižšiemu výkonu antény mobilného telefónu oproti GNSS anténe.

Okolie vodnej nádrže Brno je aj napriek vysokým prírodným horizontom a hlbokému korytu pokryté kvalitným signálom, čo sa nezhoduje s mapou pokrytia operátora. Tento konflikt bol prvotne pripísaný neaktuálnym dátam v mape, no tá bola dňa 5.5.2014 opätovne aktualizovaná s minimálnymi zmenami v priebehu pokrytia.

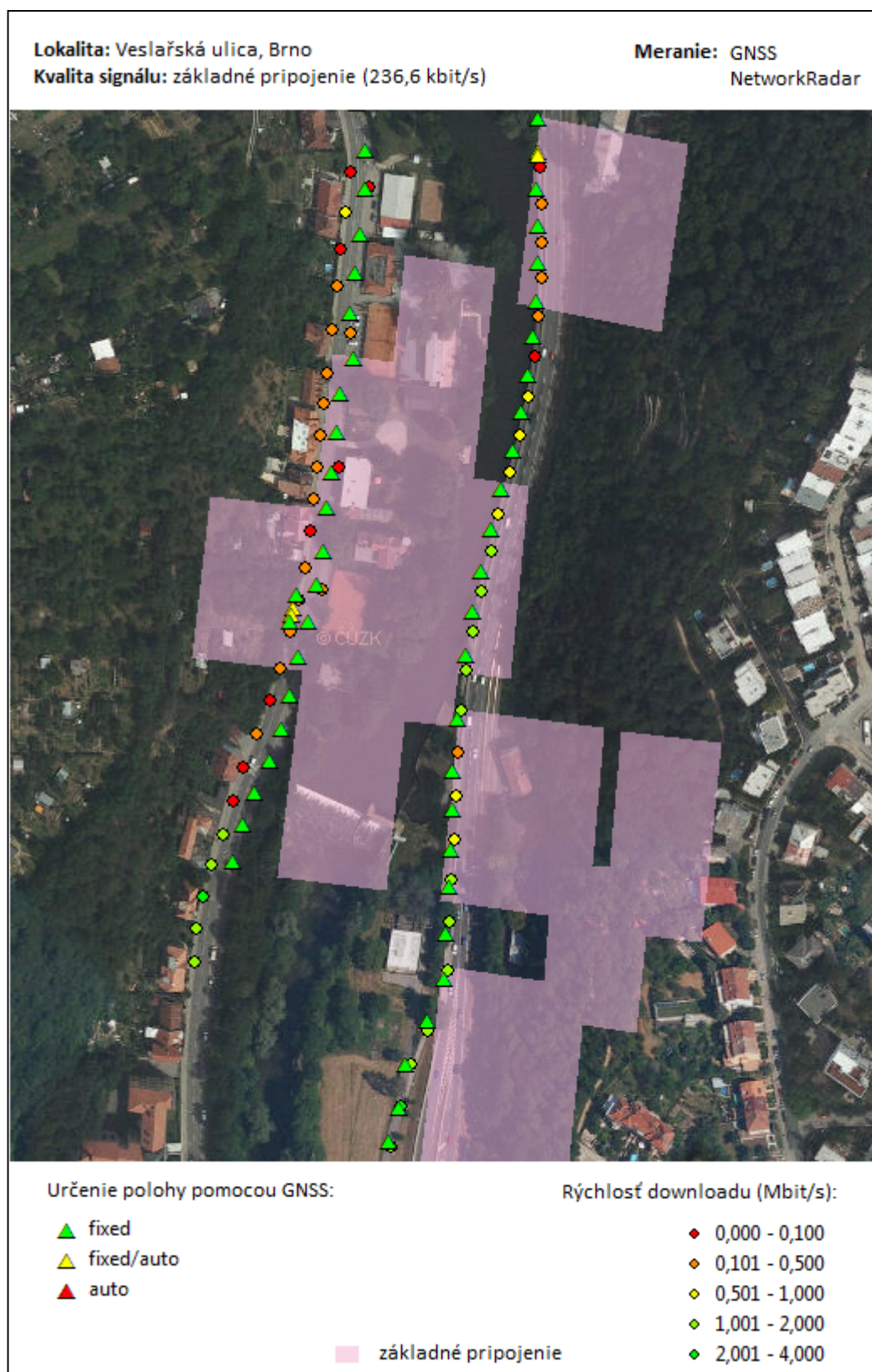
Meranie v obci Radostice potvrdilo stav uvedený v mape operátora. Celá oblasť sa rozkladá na rozhraní základného pripojenia a bezsignálových zón. Na lokalite nebolo možné prijímať korekcie a to aj na miestach, ktoré mali byť pokryté aspoň základným pripojením. Môžeme tak konštatovať, že bezsignálové plochy v mape operátora zaberajú v skutočnosti väčšie územie a rozhranie s GSM službou je len veľmi približné. Túto skutočnosť predikovala aj aplikácia NetworkRadar, ktorá zachytila hodnoty downloadu iba v rozmedzí 1 – 134 kbit/s.



Obr. 10.1 Stav reálneho pokrytia na Sedlákovej lokalite



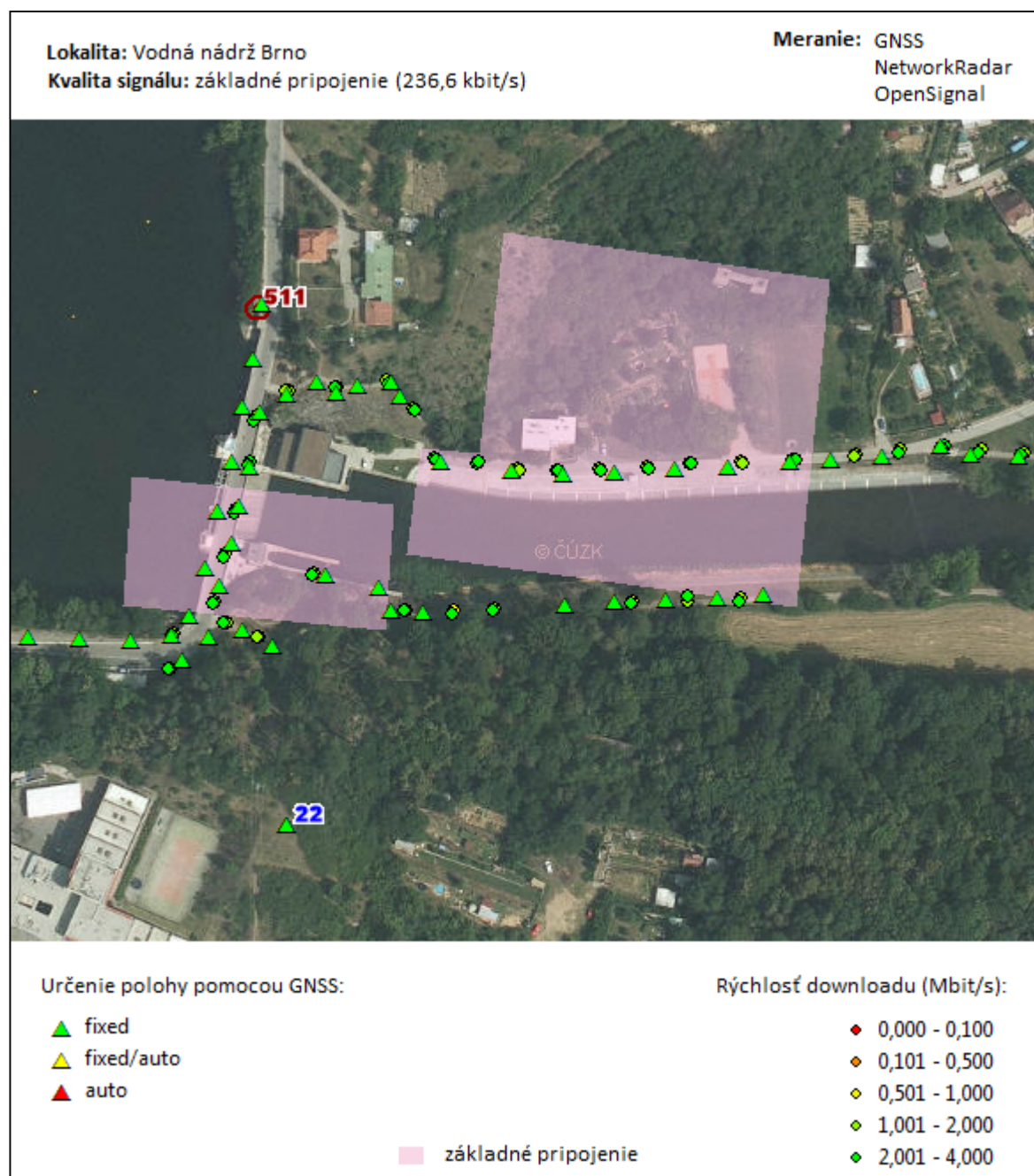
Obr. 10.2 Stav reálneho pokrytia na Sedlákovej lokalite



Obr. 10.3 Stav reálneho pokrytia na Veslařskej lokalite



Obr. 10.4 Stav reálneho pokrytia na Veslařskej lokalite



Obr. 10.5 Stav reálneho pokrytia na lokalite Vodná nádrž Brno

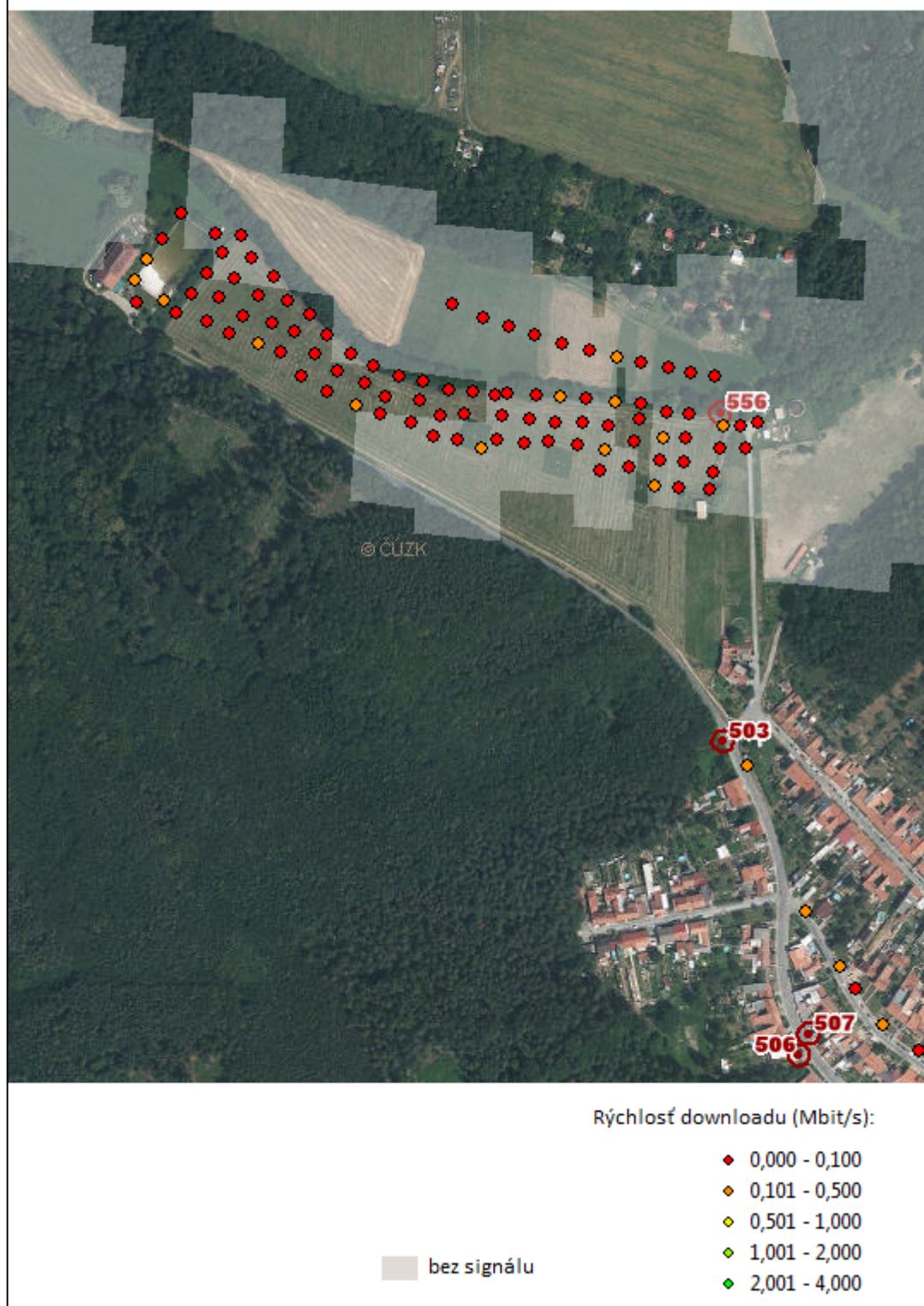


Obr. 10.6 Stav reálneho pokrytia na Bartákovskej lokalite

Lokalita: Radostice

Kvalita signálu: Bez signálu / základné pripojenie

Meranie: NetworkRadar

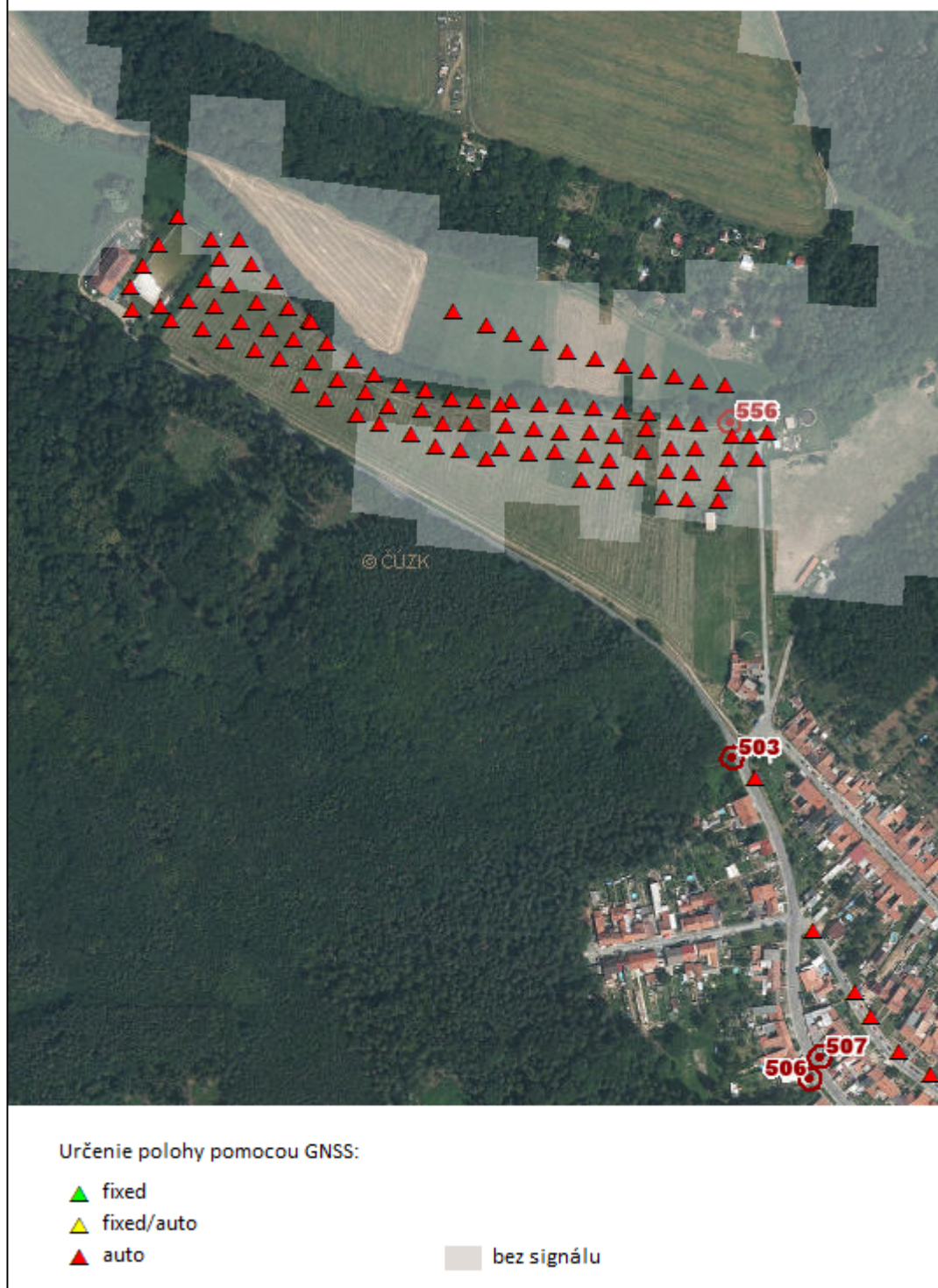


Obr. 10.7 Stav reálneho pokrytia v obci Radostice

Lokalita: Radostice

Kvalita signálu: Bez signálu / základné pripojenie

Meranie: GNSS



Obr. 10.8 Stav reálneho pokrytia v obci Radostice

11. Postup vytvorenia 3D modelu

Pre vygenerovanie 3D modelu (viď. Príloha č.6), ktorý názorne vizualizuje zvrhnutú plochu terénu potrebujeme:

- výškopis lokality vo vektorovom tvare s priradeným výškovým údajom a súradnicovým systémom
- ortofotosnímku umiestnenú v súradnicovom systéme

Oba podklady boli poskytnuté inštitúciou Českého úradu zememeračského a katastrálneho zdarma, pre účely diplomovej práce.

Postup vytvorenia digitálneho modelu reliéfu (TIN) je nasledovný:

- V ponuke *Customize* zvolíme *Extensions* a zapneme okno *3D Analyst*.
- Pokračovaním v dialógovom okne *3D Analyst* zvolíme *Create/Modify TIN* a následne *Create TIN From Features*.
- Tu zvolíme z akých vrstiev má byť model vytvorený a s akými parametrami.

Vytvorený TIN model je vhodné orezať na hranice záujmovej lokality, nakoľko sa vygeneruje po celej ploche mapového listu. Túto úpravu realizujeme voľbou:

- *3D Analyst -> Create/Modify TIN -> Add Features to TIN*.

Po vygenerovaní TIN modelu môžeme vypnúť zobrazenie vrstevníc ako aj samotný TIN a prejsť do prostredia ArcScene.

- Cez *Add Data* pridáme mapový list ortofoto snímky.
- Kliknutím pravého tlačidla nad snímku prejdeme do ponuky *Properties* a následne do záložky *Base Heights*.
- Tu zvolíme možnosť *Obtain heights for layer from surface* a vyhladáme vygenerovaný TIN.
- Potvrdením nám vznikne 3D model preložený ortofotosnímku, ktorý môžeme exportovať ako obrázok *File -> Export Scene -> 2D* alebo vytvoriť animáciu pomocou funkcie *Animation Controls*.

12. Záver

Z výsledkov diplomovej práce môžeme usudzovať, že stav uvedený v mape pokrytia mobilného operátora odpovedá realite len do určitej miery. Za najspoľahlivejší je ho možné považovať v prípade, ak posudzujeme pokrytie krajiny základným GSM signálom mimo mestskej zástavby a plocha bezsignálovej oblasti nie je príliš malá. Naopak najmenej spoľahlivé sú malé plochy so zníženou úrovňou signálu uprostred mestskej zástavby. Takéto plochy môžeme považovať za chyby v propagačnom modeli a teda kvalita signálu v nich bude značne vyššia.

Ďalej je možné konštatovať nelichotivý stav pokrytia, keďže 15 km od mesta Brna existujú v súčasnej dobe oblasti s úplnou absenciou signálu. V takýchto regiónoch, podobným obci Radostice, nie je možné využiť RTK metódu a treba siahnuť po terestrických geodetických riešeniach. Tým sa výrazne znižuje efektivita geodetických prác.

Spoločným charakteristickým faktorom bezsignálových oblastí je koryto vodného toku, ktoré vytvára prírodný horizont a signál z vysoko umiestnených vysielateľov neprenikne do podobných oblastí. Ohrozené sú tak geodetické práce napríklad v chatových územiach a na vodohospodárskych stavbách.

Dôležitou informáciou pre geodeta je samotný poznatok nemožnosti použitia GNSS technológií. Výjazdy na lokalitu stoja finančné a časové prostriedky a preto je výhodné takúto situáciu predikovať už na prvotnej rekognoskácii s objednávatel'om. Aplikácia NetworkRadar môže upozorniť na absenciu signálu a mapy pokrytia potvrdiť túto skutočnosť.

Pozitívnym poznatkom vyplývajúcim zo záverečnej práce je, že na úspešnú observáciu a spojenie s referenčnou stanicou stačí základné pokrytie GSM signálom. Antény vyrábané pre geodetické účely majú vyšší výkon ako mobilné antény a preto nastali situácie, kedy bolo možné bez problémov použiť RTK metódu v miestach, kde aplikácie predpovedali opak. Hraničná hodnota downloadu, kedy treba uvažovať o možných problémoch v súvislosti so spojením je cca 100 kbit/s. Opakované nameranie nižších hodnôt môže predstavovať bezsignálovú oblasť.

Zoznam použitých zdrojov

Literatúra

- [1] SLANINA, M.; LÁČÍK, J.; LUKEŠ, Z.; URBANEC, T.; PETRŽELA, J.; FRÝZA, T.; MARŠÁLEK, R.; HANUS, S.; DORDOVÁ, L.; KASAL, M.; KOLKA, Z.; KRATOCHVÍL, T.; DŘÍNOVSKÝ, J. *Moderní bezdrátová komunikace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2010. s. 1-170. ISBN: 978-80-214-4156- 9.
- [2] SMUTNÝ, J.: *Geografické informační systémy*. Brno: CERM s.r.o., 1998, s. 66. ISBN 80-214-0977-0
- [3] BARCLAY, L.: *Propagation of Radiowaves*. 2nd Ed. United Kingdom: IEE, 2003
- [4] PECHAČ, P. *Šíření vln v zástavbě*. Praha: BEN, 2005. ISBN 80-7300-186-1
- [5] MATUSZCZYK, J.: *Antény prakticky*. Praha: BEN-technická literatura, 2002, s.9, ISBN 80-7300-084-9
- [6] HEFTY, J.: *Globálne navigačné systémy – skriptum*. Bratislava
- [7] RUDA, A.: *Úvod do studia geografických informačních systémů*. Brno: Mendlova univerzita v Brně, 2010, s.5, ISBN 978-80-7375-427-3

Elektronické zdroje a pramene

- [8] SNÁŠEL, J.: *Antény systému GSM*. [online]. 2004 [cit. 2012-12-12]. Dostupné z: <<http://www.elektrorevue.cz/clanky/04031/index.html#top>>
- [9] <http://www.cs.nccu.edu.tw/~lien/NIISlide/WirelessTech/propage.htm>
- [10] <https://www.aplikace.t-mobile.cz/katalog-mobilnich-aplikaci/networkradar/>
- [11] DAMOSSO, E.: *Digital mobile radio towards future generation systems* [online]. Brussels: European Commission, 1999. ISBN 92-828-5416-7. Dostupné z: <<http://www.scribd.com/doc/17124892/COST-231-Digital-Mobile-Radio-Towards-Future-Generation-Systems>>
- [12] Ghassemlooy, Z.: *Mobile Communications Part IV-Propagation*. [online]. [cit. 2012-12-12]. Dostupné z: < <http://www.slidefinder.net/p/partiv-p2-v1/32123562>>

- [13] BUDA, A.: *Wireless Technologies in Factory Automation* [online]. Dostupné z: < <http://www.intechopen.com/books/factory-automation/wireless-technologies-in-factory-automation> >
- [14] http://www.esri.com/what-is-gis/overview#overview_panel
- [15] <http://www.novatel.com/an-introduction-to-gnss/chapter-4-advanced-gnss-concepts/differential-gnss/>
- [16] http://www.viinstruments.co.za/topcon/VI%20New%20Website/GPS/Antennas/PG-A1%20%20Topcon%20Positioning%20Systems,%20Inc_.htm
- [17] Katedra telekomunikační techniky [online]. dostupné z <www.comtel.cz/files/download.php?id=2803>
- [18] <http://opensignal.com/>
- [19] http://www.pacificcrest.com/library/Wireless_Data_Links_RTK.pdf
- [20] <http://www.radostice.cz/>
- [21] <http://www.cnews.cz/ceska-3g-mizerie-nejlepe-si-vede-t-mobile-479-pokrytim-uzemi>
- [23] <http://www.trimble.com/GNSSPlanningOnline/#/Settings>
- [24] http://geoportal.cuzk.cz/%28S%28jo10s145jaxkmhngi0ijn13a%29%29/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311
- [25] http://cs.wikipedia.org/wiki/Brn%C4%9Bnsk%C3%A1_p%C5%99ehrada
- [26] <http://resources.arcgis.com/en/help/>
- [27] <http://www.l-com.com/content/Article.aspx?Type=N&ID=9475>
- [28] http://www.esri.com/news/arcuser/1002/files/table_2.pdf
- [29] <http://www.t-mobile.cz/web/>
- [30] <http://harriscommunications.net/glossary/macrocell/>

Zoznam použitých skratiek

GIS	Geografický informačný systém
GSM	Global System for Mobile Communications
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
GPRS	General Packet Radio Service)
ITU	International Telecommunication Union)
FUP	Fair User Policy – Súbor pravidiel a opatrení

Zoznam Obrázkov:

Obr. 2.1	Mapa rizika zemetrasenia v USA.....	13
Obr. 3.1	Absolútne určenie polohy.....	16
Obr. 3.2	Relatívne určenie polohy.....	16
Obr. 3.3	Techológia RTK.....	17
Obr. 3.4	GNSS Planning Tool.....	19
Obr. 4.1	Štruktúra systému GSM.....	21
Obr. 4.2	Mapa pokrytia ČR GSM službou.....	24
Obr. 5.1	Mnohocestné šírenie signálu.....	27
Obr. 5.2	Interferencia prijímaných vln.....	28
Obr. 5.3	Šírenie signálu v zástavbe.....	29
Obr. 5.4	Šírenie signálu v mikrobunke.....	29
Obr. 5.5	Bunková štruktúra pokrytia.....	30
Obr. 6.1	Graf závislosti útlmu voľným priestorom na vzdialenosti od vysieláča.....	31
Obr. 6.2	Priebeh amplitúd s dopplerovým efektom.....	32
Obr. 7.1	Parametre antény Topcon PG-A1.....	35
Obr. 8.1	Užívateľské prostredie aplikácie Mapy ČUZK.....	36
Obr. 8.2	Užívateľské prostredie aplikácie OpenSignal.....	37
Obr. 8.3	Meranie aplikáciou OpenSignal.....	38
Obr. 8.4	Užívateľské prostredie aplikácie NetworkRadar.....	39
Obr. 9.1	Pokrytie na Sedláckovej lokalite.....	46
Obr. 9.2	Lokalita Sedláckova	46
Obr. 9.3	Pokrytie na Veslaárskej lokalite.....	47
Obr. 9.4	Vodohospodárske dielo na rieke Svratka.....	48
Obr. 9.5	Veslaárska ulica.....	48
Obr. 9.6	Pokrytie na vodnej nádrži Brno.....	49
Obr. 9.7	Vodná nádrž Brno.....	50
Obr. 9.8	Geodetický bod ZHB 259.....	51

Obr. 9.9	Poloha obce Radostice.....	51
Obr. 9.10	Pokrytie v obci Radostice.....	52
Obr. 9.11	Pohľad na obec Radostice.....	53
Obr. 9.12	Lokalita v obci Radostice.....	53
Obr. 9.13	Pripojenie wms služby.....	55
Obr. 10.1	Stav reálneho pokrytia na Sedláckovej lokalite.....	60
Obr. 10.2	Stav reálneho pokrytia na Sedláckovej lokalite.....	61
Obr. 10.3	Stav reálneho pokrytia na Veslaárskej lokalite.....	62
Obr. 10.4	Stav reálneho pokrytia na Veslaárskej lokalite.....	63
Obr. 10.5	Stav reálneho pokrytia na lokalite Vodná nádrž Brno.....	64
Obr. 10.6	Stav reálneho pokrytia na Bartáckovej lokalite.....	65
Obr. 10.7	Stav reálneho pokrytia v obci Radostice.....	66
Obr. 10.8	Stav reálneho pokrytia v obci Radostice.....	67

Zoznam tabuliek:

Tab. 4.1	Vývoj mobilných systémov.....	23
Tab. 4.2	Percentuálne pokrytie územia ČR.....	23
Tab. 5.1	Rozdelenie rádiového spektra podľa ITU.....	26
Tab. 5.2	Rozdelenie telekomunikačných buniek.....	30
Tab. 7.1	Prehľad geodetických antén.....	35

Zoznam príloh

Príloha č.1:	Zápisník merania aplikáciou NetworkRadar	(5 strán)
Príloha č.2:	Zápisník merania aplikáciou OpenSignal	(3 strany)
Príloha č.3:	Zoznam súradníc	(6 strán)
Príloha č.4:	Geodetické údaje bodu ZHB 259	
Príloha č.5:	Parametre založenej zákazky	
Príloha č.6:	3D model	

Zoznam príloh v elektronickej podobe

Príloha č.1:	Projekt – Pokrytie (vytvorený v softvéri ArcGIS)
--------------	--

Zápisník merania aplikáciou NetworkRadar

Súradnice v tabuľkách získané aplikáciou sú uvádzané len pre ilustráciu.

Lokalita: Sedlákova

Aplikácia: NetworkRadar

Počasie: polooblačno, 10°C

Dátum	Zem. Šírka	Zem. Dĺžka	Služba	Ping	Down	Up
	[°]	[°]		[ms]	[kbps]	[kbps]
25.2.2014 10:54	49,2018	16,5804	HSPA	94	932	336
25.2.2014 10:58	49,2027	16,5796	HSPA	96	924	379
25.2.2014 10:58	49,2018	16,5803	HSPA	95	1688	342
25.2.2014 10:59	49,2018	16,5802	HSPA	93	1172	342
25.2.2014 11:00	49,2018	16,5802	HSPA	93	1303	340
25.2.2014 11:01	49,2015	16,5798	UMTS	158	477	0
25.2.2014 11:01	49,2015	16,5797	HSPA	87	2330	341
25.2.2014 11:02	49,2015	16,5797	HSPA	100	1883	336
25.2.2014 11:03	49,2015	16,5797	HSPA	95	1568	339
25.2.2014 11:04	49,2014	16,5797	HSPA	85	2037	340
25.2.2014 11:05	49,2014	16,5796	HSPA	89	2392	340
25.2.2014 11:05	49,2014	16,5796	HSPA	97	1356	341
25.2.2014 11:06	49,2013	16,5793	HSPA	96	2023	336
25.2.2014 11:07	49,2013	16,5792	HSPA	93	1052	337
25.2.2014 11:07	49,2013	16,5791	HSPA	100	2343	340
25.2.2014 11:08	49,2011	16,5788	HSPA	88	1619	341
25.2.2014 11:08	49,2011	16,5787	HSPA	86	2669	340
25.2.2014 11:09	49,2011	16,5787	HSPA	89	2493	337
25.2.2014 11:10	49,2010	16,5787	HSPA	93	2693	339
25.2.2014 11:11	49,2010	16,5787	HSPA	93	2261	338
25.2.2014 11:11	49,2008	16,5788	HSPA	91	2323	337
25.2.2014 11:12	49,2007	16,5789	HSPA	98	2667	340
25.2.2014 11:15	49,2004	16,5788	HSPA	98	1528	337
25.2.2014 11:16	49,2004	16,5788	HSPA	94	2542	343
25.2.2014 11:16	49,2004	16,5788	HSPA	95	2476	332
25.2.2014 11:17	49,2004	16,5788	HSPA	94	2006	333
25.2.2014 11:17	49,2004	16,5787	HSPA	95	2582	342
25.2.2014 11:20	49,2004	16,5787	HSPA	96	2531	336
25.2.2014 11:20	49,2004	16,5785	HSPA	97	2238	407
25.2.2014 11:21	49,2004	16,5785	HSPA	95	1851	388
25.2.2014 11:22	49,2003	16,5784	HSPA	98	2695	338
25.2.2014 11:39	49,2014	16,5780	HSPA	98	1173	359
25.2.2014 11:39	49,2013	16,5780	HSPA	95	2474	339
25.2.2014 11:40	49,2013	16,5781	HSPA	94	1867	397
25.2.2014 11:40	49,2012	16,5781	HSPA	102	1976	362

Lokalita: Veslařská

Aplikácia: NetworkRadar

Počasie: oblačno, 10°C

Dátum	Zem. Šírka	Zem. Dĺžka	Služba	Ping	Down	Up
	[°]	[°]		[ms]	[kbps]	[kbps]
26.2.2014 13:45	49,2016	16,5665	UMTS	188	0	0
26.2.2014 13:46	49,2015	16,5664	UMTS	150	735	239
26.2.2014 13:47	49,2015	16,5665	UMTS	0	0	0
26.2.2014 13:48	49,2014	16,5665	EDGE	213	42	0
26.2.2014 13:49	49,2014	16,5665	EDGE	211	111	98
26.2.2014 13:50	49,2014	16,5665	EDGE	310	199	116

26.2.2014 13:51	49,2011	16,5665	EDGE	222	154	0
26.2.2014 13:52	49,2009	16,5666	EDGE	175	170	0
26.2.2014 13:53	49,2009	16,5666	EDGE	210	145	124
26.2.2014 13:53	49,2009	16,5666	EDGE	207	123	58
26.2.2014 13:54	49,2009	16,5665	EDGE	238	161	138
26.2.2014 13:55	49,2003	16,5663	EDGE	219	94	85
26.2.2014 13:55	49,2002	16,5664	EDGE	225	105	0
26.2.2014 13:56	49,2002	16,5665	EDGE	260	145	0
26.2.2014 13:57	49,2001	16,5664	EDGE	205	168	55
26.2.2014 13:58	49,2000	16,5663	EDGE	1	100	0
26.2.2014 13:59	49,1994	16,5664	EDGE	0	0	0
26.2.2014 14:00	49,1992	16,5666	EDGE	227	148	0
26.2.2014 14:01	49,1992	16,5665	EDGE	219	94	146
26.2.2014 14:02	49,1991	16,5663	EDGE	181	84	106
26.2.2014 14:03	49,1989	16,5663	HSPA	99	1440	401
26.2.2014 14:03	49,1988	16,5662	HSPA	98	1545	402
26.2.2014 14:04	49,1988	16,5662	HSPA	96	2339	396
26.2.2014 14:05	49,1988	16,5661	HSPA	98	1454	371
26.2.2014 14:05	49,1984	16,5661	HSPA	92	1361	376
26.2.2014 14:17	49,1999	16,5665	EDGE	220	176	214
26.2.2014 14:22	49,2001	16,5665	EDGE	330	90	0
26.2.2014 14:26	49,2008	16,5667	EDGE	221	163	90
26.2.2014 14:32	49,2016	16,5664	EDGE	239	69	0
26.2.2014 14:43	49,2019	16,5677	EDGE	374	0	0
26.2.2014 14:44	49,2018	16,5676	EDGE	136	186	0
26.2.2014 14:46	49,2017	16,5676	EDGE	213	136	89
26.2.2014 14:47	49,2017	16,5677	EDGE	216	138	58
26.2.2014 14:48	49,2016	16,5677	EDGE	224	128	24
26.2.2014 14:49	49,2010	16,5677	EDGE	226	50	112
26.2.2014 14:51	49,2009	16,5677	HSPA	152	530	0
26.2.2014 14:52	49,2008	16,5677	HSPA	98	524	336
26.2.2014 14:53	49,2008	16,5677	HSPA	100	918	377
26.2.2014 14:54	49,2007	16,5678	UMTS	127	770	373
26.2.2014 14:55	49,2007	16,5677	HSPA	96	1161	353
26.2.2014 14:57	49,2006	16,5677	HSPA	98	1231	340
26.2.2014 14:57	49,2000	16,5677	HSPA	99	1772	357
26.2.2014 14:59	49,1998	16,5677	HSPA	98	1333	337
26.2.2014 15:00	49,1995	16,5676	HSPA	105	1107	338
26.2.2014 15:01	49,1994	16,5676	HSPA	106	278	0
26.2.2014 15:03	49,1994	16,5676	HSPA	106	650	331
26.2.2014 15:05	49,1994	16,5676	HSPA	110	856	389
26.2.2014 15:06	49,1993	16,5676	HSPA	96	1248	414
26.2.2014 15:07	49,1991	16,5676	HSPA	94	1623	363
26.2.2014 15:08	49,1983	16,5676	HSPA	93	1826	352
26.2.2014 15:10	49,1983	16,5676	HSPA	109	1422	367
26.2.2014 15:11	49,1979	16,5675	HSPA	115	1407	360
26.2.2014 15:13	49,1978	16,5675	HSPA	94	2103	335
26.2.2014 15:14	49,1978	16,5675	HSPA	106	1812	360
26.2.2014 15:17	49,1978	16,5676	HSPA	98	1533	348

Lokalita: Vodná nádrž Brno

Aplikácia: NetworkRadar

Počasie: jasno, 12°C

Dátum	Zem, Šírka	Zem, Dĺžka	Služba	Ping	Down	Up
	[°]	[°]		[ms]	[kbps]	[kbps]
5.3.2014 14:21	49,2328	16,5233	HSPA	94	2058	339

5.3.2014 14:22	49,2328	16,5232	HSPA	97	2013	337
5.3.2014 14:23	49,2328	16,5231	HSPA	245	2216	334
5.3.2014 14:24	49,2328	16,5224	HSPA	92	1919	336
5.3.2014 14:26	49,2328	16,5224	HSPA	95	1592	404
5.3.2014 14:26	49,2327	16,5224	HSPA	94	1872	341
5.3.2014 14:29	49,2327	16,5223	HSPA	103	1709	331
5.3.2014 14:29	49,2327	16,5223	HSPA	95	2094	339
5.3.2014 14:31	49,2327	16,5223	HSPA	100	1844	338
5.3.2014 14:32	49,2328	16,5218	HSPA	93	1673	336
5.3.2014 14:33	49,2328	16,5213	HSPA	98	1349	384
5.3.2014 14:34	49,2326	16,5207	HSPA	96	1684	376
5.3.2014 14:38	49,2328	16,5111	HSPA	98	2104	339
5.3.2014 14:38	49,2325	16,5201	HSPA	95	2220	340
5.3.2014 14:40	49,2325	16,5201	HSPA	107	1854	352
5.3.2014 14:41	49,2326	16,5200	HSPA	92	1656	352
5.3.2014 14:43	49,2326	16,5198	HSPA	115	1586	358
5.3.2014 14:45	49,2326	16,5198	HSPA	95	1777	376
5.3.2014 14:46	49,2327	16,5194	HSPA	97	1702	386
5.3.2014 14:47	49,2326	16,5193	HSPA	96	2159	354
5.3.2014 14:49	49,2325	16,5192	HSPA	94	1842	391
5.3.2014 14:50	49,2324	16,5191	HSPA	107	1723	341
5.3.2014 14:52	49,2322	16,5190	HSPA	104	2433	363
5.3.2014 14:53	49,2322	16,5190	HSPA	100	2024	360
5.3.2014 14:55	49,2321	16,5190	HSPA	97	1888	361
5.3.2014 14:56	49,2317	16,5194	HSPA	107	2037	363
5.3.2014 14:59	49,2319	16,5195	HSPA	93	1926	354
5.3.2014 15:01	49,2321	16,5199	HSPA	93	2113	343
5.3.2014 15:04	49,2322	16,5201	HSPA	98	947	365
5.3.2014 15:05	49,2321	16,5202	HSPA	99	1616	369
5.3.2014 15:07	49,2321	16,5203	HSPA	98	740	359
5.3.2014 15:08	49,2322	16,5206	HSPA	95	1235	390
5.3.2014 15:10	49,2322	16,5212	HSPA	105	1482	330
5.3.2014 15:15	49,2319	16,5190	HSPA	97	1322	438

Lokalita: Bartáková

Aplikácia: NetworkRadar

Počasie: jasno, 14°C

Dátum	Zem, Šírka	Zem, Dĺžka	Služba	Ping	Down	Up
	[°]	[°]		[ms]	[kbps]	[kbps]
5.3.2014 17:02	49,2048	16,6772	HSPA	100	1900	330
5.3.2014 17:05	49,2048	16,6772	HSPA	97	2000	350
5.3.2014 17:07	49,2048	16,6770	HSPA	102	2000	320
5.3.2014 17:09	49,2051	16,6771	HSPA	92	2200	340
5.3.2014 17:12	49,2052	16,6771	HSPA	95	2000	340
5.3.2014 17:15	49,2052	16,6771	HSPA	93	1800	400
5.3.2014 17:17	49,2055	16,6771	HSPA	97	1900	330
5.3.2014 17:18	49,2057	16,6771	HSPA	97	2000	330
5.3.2014 17:20	49,2057	16,6771	HSPA	92	2161	400

Lokalita: Radostice

Aplikácia: NetworkRadar

Počasie: jasno, 18°C

Dátum	Zem, Šírka	Zem, Dĺžka	Služba	Ping	Down	Up
	[°]	[°]		[ms]	[kbps]	[kbps]
3.4.2014 14:07	49,1445	16,4651	EDGE	228	104	45
3.4.2014 14:08	49,1445	16,4651	EDGE	147	50	26
3.4.2014 14:08	49,1445	16,4651	EDGE	82	121	115

3.4.2014 14:09	49,1445	16,4651	EDGE	0	47	0
3.4.2014 14:10	49,1298	16,5271	EDGE	231	75	13
3.4.2014 14:11	49,1298	16,5271	EDGE	140	87	8
3.4.2014 14:11	49,1298	16,5271	EDGE	177	1	31
3.4.2014 14:12	49,1298	16,5271	EDGE	102	100	5
3.4.2014 14:13	49,1445	16,4651	EDGE	226	97	29
3.4.2014 14:14	49,1445	16,4651	EDGE	213	136	25
3.4.2014 14:14	49,1445	16,4651	EDGE	255	67	45
3.4.2014 14:15	49,1445	16,4651	EDGE	236	88	45
3.4.2014 14:15	49,1445	16,4651	EDGE	182	13	70
3.4.2014 14:16	49,1445	16,4651	EDGE	220	57	20
3.4.2014 14:17	49,1445	16,4651	EDGE	160	97	16
3.4.2014 14:17	49,1445	16,4651	EDGE	242	89	13
3.4.2014 14:18	49,1445	16,4651	EDGE	399	85	11
3.4.2014 14:19	49,1445	16,4651	EDGE	220	80	32
3.4.2014 15:24	49,1298	16,5271	EDGE	213	110	13
3.4.2014 15:25	49,1298	16,5271	EDGE	209	63	13
3.4.2014 15:25	49,1298	16,5271	EDGE	129	87	39
3.4.2014 15:26	49,1298	16,5271	EDGE	204	53	36
3.4.2014 15:27	49,1298	16,5271	EDGE	214	35	36
3.4.2014 15:27	49,1298	16,5271	EDGE	132	78	42
3.4.2014 15:28	49,1298	16,5271	EDGE	213	65	17
3.4.2014 15:28	49,1298	16,5271	EDGE	315	2	0
3.4.2014 15:29	49,1298	16,5271	EDGE	298	27	13
3.4.2014 15:29	49,1298	16,5271	EDGE	220	106	23
3.4.2014 15:31	49,1298	16,5271	EDGE	226	83	25
3.4.2014 15:33	49,1298	16,5271	EDGE	226	88	35
3.4.2014 15:33	49,1298	16,5271	EDGE	356	85	13
3.4.2014 15:34	49,1298	16,5271	EDGE	244	78	13
3.4.2014 15:35	49,1445	16,4651	EDGE	160	91	17
3.4.2014 15:37	49,1445	16,4651	EDGE	220	58	20
3.4.2014 15:38	49,1445	16,4651	EDGE	182	23	68
3.4.2014 15:39	49,1445	16,4651	EDGE	236	88	4
3.4.2014 15:41	49,1445	16,4651	EDGE	227	103	29
3.4.2014 15:42	49,1445	16,4651	EDGE	258	68	34
3.4.2014 15:43	49,1445	16,4651	EDGE	121	99	12
3.4.2014 15:45	49,1445	16,4651	EDGE	200	8	25
3.4.2014 15:46	49,1445	16,4651	EDGE	177	38	20
3.4.2014 15:47	49,1298	16,3828	EDGE	230	66	13
3.4.2014 15:49	49,1298	16,3828	EDGE	350	48	2
3.4.2014 15:50	49,1298	16,3828	EDGE	0	25	13
3.4.2014 15:52	49,1298	16,3828	EDGE	149	51	24
3.4.2014 15:53	49,1298	16,3828	EDGE	228	98	47
3.4.2014 15:54	49,1298	16,3828	EDGE	276	77	42
3.4.2014 15:56	49,1298	16,3828	EDGE	210	64	14
3.4.2014 15:57	49,1298	16,3828	EDGE	130	88	40
3.4.2014 15:58	49,1298	16,3828	EDGE	205	53	32
3.4.2014 16:00	49,1298	16,3828	EDGE	213	93	13
3.4.2014 16:01	49,1298	16,3828	EDGE	223	81	33
3.4.2014 16:02	49,1298	16,3828	EDGE	195	102	44
3.4.2014 16:04	49,1298	16,3828	EDGE	170	85	16
3.4.2014 16:05	49,1298	16,3828	EDGE	234	79	11
3.4.2014 16:06	49,1298	16,3828	EDGE	337	52	16
3.4.2014 16:08	49,1298	16,3828	EDGE	220	47	20
3.4.2014 16:09	49,1298	16,3828	EDGE	218	97	18
3.4.2014 16:10	49,1298	16,3828	EDGE	185	27	67

3.4.2014 16:12	49,1445	16,4651	EDGE	218	12	76
3.4.2014 16:13	49,1445	16,4651	EDGE	214	68	49
3.4.2014 16:14	49,1445	16,4651	EDGE	274	57	29
3.4.2014 16:16	49,1445	16,4651	EDGE	236	53	44
3.4.2014 16:17	49,1298	16,5271	EDGE	255	68	45
3.4.2014 16:19	49,1298	16,5271	EDGE	202	130	270
3.4.2014 16:20	49,1298	16,5271	EDGE	140	1	8
3.4.2014 16:21	49,1298	16,5271	EDGE	177	2	30
3.4.2014 16:23	49,1445	16,4651	EDGE	177	57	24
3.4.2014 16:24	49,1445	16,4651	EDGE	237	97	22
3.4.2014 16:25	49,1445	16,4651	EDGE	228	12	9
3.4.2014 16:27	49,1445	16,4651	EDGE	405	0	0
3.4.2014 16:28	49,1445	16,4651	EDGE	205	34	36
3.4.2014 16:29	49,1445	16,4651	EDGE	255	36	17
3.4.2014 16:31	49,1298	16,3828	EDGE	199	4	20
3.4.2014 16:32	49,1298	16,3828	EDGE	182	88	43
3.4.2014 16:33	49,1298	16,3828	EDGE	292	2	13
3.4.2014 16:35	49,1298	16,3828	EDGE	253	88	14
3.4.2014 16:36	49,1298	16,3828	EDGE	179	98	18
3.4.2014 16:48	49,1298	16,3828	EDGE	187	50	64
3.4.2014 16:50	49,1298	16,3828	EDGE	264	104	78
3.4.2014 16:52	49,1298	16,3828	EDGE	255	138	76
3.4.2014 16:54	49,1298	16,3828	EDGE	265	68	54
3.4.2014 16:57	49,1298	16,3828	EDGE	0	0	0
3.4.2014 16:59	49,1298	16,3828	EDGE	217	35	70
3.4.2014 17:10	49,1298	16,5271	EDGE	215	66	39
3.4.2014 17:11	49,1298	16,5271	EDGE	129	88	40
3.4.2014 17:12	49,1298	16,5271	EDGE	237	87	65
3.4.2014 17:13	49,1445	16,5271	EDGE	221	89	17
3.4.2014 17:15	49,1445	16,5271	EDGE	187	121	90
3.4.2014 17:16	49,1445	16,5271	EDGE	217	68	30
3.4.2014 17:17	49,1445	16,5271	EDGE	344	18	20
3.4.2014 17:18	49,1445	16,5271	EDGE	241	2	7
3.4.2014 17:20	49,1298	16,5271	EDGE	179	28	16
3.4.2014 17:21	49,1298	16,5271	EDGE	177	89	40
3.4.2014 17:22	49,1298	16,5271	EDGE	233	88	45
3.4.2014 17:28	49,1055	16,5271	EDGE	202	103	70
3.4.2014 17:29	49,1056	16,5271	EDGE	213	105	70
3.4.2014 17:30	49,1057	16,5271	EDGE	179	121	90
3.4.2014 17:31	49,1058	16,5271	EDGE	188	98	57
3.4.2014 17:32	49,1059	16,5271	EDGE	156	178	100
3.4.2014 17:33	49,1060	16,5271	EDGE	276	18	98

Zápisník merania aplikáciou OpenSignal

Súradnice v tabuľkách získané aplikáciou sú uvádzané len pre ilustráciu,

Lokalita: Sedlákova

Aplikácia: OpenSignal

Počasie: polooblačno, 10°C

Dátum merania: 25.2.2014

Id	Zem. Šírka	Zem. Dĺžka	Služba	Ping	Down	Up
	[°]	[°]		[ms]	[kbps]	[kbps]
1	49,1999	16,5776	HSDPA	185	2177	417
2	49,1999	16,5776	HSDPA	153	2428	444
3	49,1999	16,5776	HSDPA	104	2669	418
4	49,2012	16,5781	HSDPA	84	2766	551
5	49,2018	16,5776	HSDPA	158	1598	481
6	49,2018	16,5776	HSDPA	226	1396	422
7	49,2018	16,5776	HSDPA	137	1305	515
8	49,2018	16,5776	HSDPA	97	2108	418
9	49,2018	16,5776	HSDPA	154	0	380
10	49,2018	16,5776	HSDPA	176	249	504
11	49,2018	16,5776	HSDPA	193	178	362
12	49,2018	16,5776	HSDPA	159	112	519
13	49,2018	16,5776	HSDPA	154	0	111
14	49,2018	16,5776	HSDPA	167	1841	379
15	49,2018	16,5776	HSDPA	153	451	173
16	49,2018	16,5776	HSDPA	191	922	484
17	49,2018	16,5776	HSDPA	164	1103	434
18	49,2018	16,5776	HSDPA	178	2496	342
19	49,2012	16,5835	HSDPA	102	992	412
20	49,2012	16,5835	HSDPA	176	1111	527
21	49,2012	16,5835	HSDPA	101	524	500
22	49,2012	16,5835	HSDPA	97	1812	562
23	49,2012	16,5835	HSDPA	116	112	470
24	49,2012	16,5835	HSDPA	165	1923	286
25	49,2012	16,5835	HSDPA	178	2826	583
26	49,2110	16,5971	HSDPA	95	2868	504

Lokalita: Veslařská

Aplikácia: OpenSignal

Počasie: oblačno, 10°C

Dátum merania: 26.2.2014

Id	Zem. Šírka	Zem. Dĺžka	Služba	Ping	Down	Up
	[°]	[°]		[ms]	[kbps]	[kbps]
27	49,1943	16,568	HSDPA	100	1635	427
28	49,1943	16,568	HSDPA	169	1989	423
29	49,1943	16,568	HSDPA	165	1198	399
30	49,1943	16,568	HSDPA	98	1487	430
31	49,1939	16,5679	HSDPA	91	1189	500
32	49,1939	16,5679	HSDPA	178	1097	422
33	49,1939	16,5679	HSDPA	93	1366	474
34	49,1939	16,5679	HSDPA	167	340	495
35	49,1939	16,5679	HSDPA	177	188	385
36	49,1939	16,5679	HSDPA	190	152	440
37	49,1939	16,5679	HSDPA	358	0	536
38	49,1939	16,5679	HSDPA	113	852	512
39	49,2046	16,5697	-	240	0	105
40	49,2046	16,5697	EDGE	265	0	95
41	49,2046	16,5697	EDGE	202	0	207

42	49,2046	16,5697	EDGE	196	0	64
43	49,2046	16,5697	EDGE	221	0	97
44	49,2046	16,5697	EDGE	201	0	-
45	49,2046	16,5697	EDGE	257	0	69
46	49,2046	16,5697	-	202	0	102
47	49,2046	16,5697	EDGE	225	0	91
48	49,2075	16,5696	HSDPA	362	0	280
49	49,2107	16,5722	HSDPA	199	0	303
50	49,2107	16,5722	UMTS	184	0	290
51	49,2151	16,5792	HSDPA	127	0	119
52	49,2089	16,5628	EDGE	238	0	46
53	49,2046	16,5697	EDGE	250	0	143
54	49,2034	16,5664	EDGE	202	0	113
55	49,2034	16,5664	EDGE	227	0	119
56	49,2034	16,5664	EDGE	197	0	119
57	49,2046	16,5697	EDGE	244	0	122
58	49,2046	16,5697	HSDPA	195	0	356
59	49,2068	16,5648	HSDPA	172	397	199
60	49,2068	16,5648	UMTS	100	1155	216
61	49,2068	16,5648	HSDPA	165	273	495
62	49,2068	16,5648	HSDPA	154	125	530
63	49,2078	16,566	HSDPA	104	926	412
64	49,2068	16,5648	HSDPA	161	548	301
65	49,1939	16,5679	HSDPA	91	1362	421
66	49,1939	16,5679	HSDPA	174	887	405
67	49,1943	16,568	HSDPA	95	561	468
68	49,1943	16,568	HSDPA	175	551	157
69	49,1939	16,5679	HSDPA	173	815	414
70	49,1939	16,5679	HSDPA	164	1088	501
71	49,1943	16,568	HSDPA	92	1374	409
72	49,1943	16,568	HSDPA	172	2082	442
73	49,1943	16,568	HSDPA	153	2090	460
74	49,1943	16,568	HSDPA	108	335	508
75	49,1939	16,5679	HSDPA	98	1929	327
76	49,1939	16,5679	HSDPA	122	1322	492
77	49,1943	16,568	HSDPA	96	1745	371
78	49,1943	16,568	HSDPA	157	2630	410

Lokalita: Vodná nádrž Brno

Aplikácia: OpenSignal

Počasie: jasno, 12°C

Dátum merania: 5.3.2014

Id	Zem. Šírka	Zem. Dĺžka	Služba	Ping	Down	Up
	[°]	[°]		[ms]	[kbps]	[kbps]
79	49,2296	16,5308	HSDPA	103	2725	418
80	49,2296	16,5308	HSDPA	93	2063	413
81	49,2307	16,5301	HSDPA	88	2230	542
82	49,2307	16,5301	HSDPA	164	1909	438
83	49,2307	16,5301	HSDPA	93	2112	409
84	49,2307	16,5301	HSDPA	165	1372	402
85	49,2307	16,5301	HSDPA	85	2171	399
86	49,2296	16,5308	HSDPA	111	1667	425
87	49,2328	16,5111	HSDPA	143	2278	301
88	49,2307	16,5301	HSDPA	97	2388	403
89	49,2328	16,5217	HSDPA	91	2628	530
90	49,2328	16,5217	HSDPA	168	2229	422

91	49,2328	16,5111	HSDPA	93	1973	403
92	49,2328	16,5111	HSDPA	170	2447	400
93	49,2326	16,5206	HSDPA	169	2028	434
94	49,2328	16,5111	HSDPA	91	2401	419
95	49,2328	16,5111	HSDPA	108	2044	410
96	49,2326	16,5200	HSDPA	90	2134	280
97	49,2326	16,5200	HSDPA	110	1568	440
98	49,2328	16,5111	HSDPA	91	2029	419
99	49,2328	16,5111	HSDPA	98	2399	428
100	49,2328	16,5111	HSDPA	86	2695	408
101	49,2328	16,5111	HSDPA	110	2490	422
102	49,2324	16,5191	HSDPA	96	2389	357
103	49,2324	16,5191	HSDPA	125	2387	351
104	49,2328	16,5111	HSDPA	177	2500	411
105	49,2328	16,5111	HSDPA	97	1959	409
106	49,2317	16,5194	HSDPA	171	2186	508
107	49,2320	16,5113	HSDPA	123	3117	407
108	49,2320	16,5113	HSDPA	160	2304	453
109	49,2320	16,5113	HSDPA	166	2598	259
110	49,2328	16,5111	HSDPA	90	2164	344
111	49,2328	16,5111	HSDPA	157	0	492
112	49,2320	16,5113	HSDPA	153	2044	348
113	49,2320	16,5113	HSDPA	152	2305	469
114	49,2322	16,5212	HSDPA	92	3030	352

Lokalita: Bartáková

Aplikácia: OpenSignal

Počasie: jasno, 12°C

Dátum merania: 5.3.2014

Id	Zem. Šírka	Zem. Dĺžka	Služba	Ping	Down	Up
	[°]	[°]		[ms]	[kbps]	[kbps]
115	49.2049	16.6770	HSDPA	95	2743	374
116	49.2049	16.6770	HSDPA	100	2288	377
117	49.2049	16.6770	HSDPA	105	2171	339
118	49.2049	16.6770	HSDPA	94	2047	409
119	49.2049	16.6770	HSDPA	164	1909	412
120	49.2049	16.6770	HSDPA	124	2388	401
121	49.2051	16.6770	HSDPA	112	2171	399
122	49.2051	16.6770	HSDPA	138	2725	398
123	49.2051	16.6770	HSDPA	93	2130	413
124	49.2051	16.6770	HSDPA	100	2063	267

Lokalita: Radostice

Aplikácia: OpenSignal

Počasie: jasno, 18°C

Dátum merania: 5.3.2014

Id	Zem. Šírka	Zem. Dĺžka	Služba	Ping	Down	Up
	[°]	[°]		[ms]	[kbps]	[kbps]
V dôsledku absencie signálu na danej lokalite nebolo možné zaznamenať akékoľvek údaje.						

Zoznam súradníc

Lokalita: Veslařská

Prijímač: Topcon GRS-1 (v.č.: 596-04138)

Anténa: Topcon PG-A1 (v.č.: 308-2948)

Počasie: polooblačno 13°C

Súr. systém: S-JTSK

Dátum merania: 14.03.2014

Bod	X	Y	H (Bpv)	Signál
	[m]	[m]	[m]	
sk1	1160022,53	601146,14	212,92	fixed
1	1160022,53	601146,15	212,90	fixed
2	1160004,92	601141,89	212,25	fixed
3	1159989,40	601135,95	211,50	fixed
4	1159974,84	601128,79	210,83	fixed
5	1159959,78	601123,42	210,12	fixed
6	1159944,05	601119,10	209,60	fixed
7	1159925,53	601115,38	209,35	fixed
8	1159908,65	601110,39	209,24	fixed
9	1159891,27	601106,44	209,31	fixed
10	1159875,48	601103,86	209,29	fixed
11	1159855,05	601101,63	209,10	fixed
12	1159838,33	601099,43	208,98	fixed
13	1159819,48	601097,31	208,81	fixed
14	1159800,85	601095,51	208,67	fixed
15	1159784,06	601089,13	208,63	fixed
16	1159762,67	601091,01	208,50	fixed
17	1159743,46	601088,84	208,60	fixed
18	1159725,10	601086,23	208,60	fixed
19	1159704,35	601083,87	208,58	fixed
20	1159685,80	601084,02	208,57	fixed
21	1159663,84	601087,48	208,56	fixed
22	1159626,96	601000,99	210,27	fixed
23	1159670,94	601002,29	209,89	fixed
24	1159686,73	601001,93	209,80	fixed
25	1159687,87	601001,76	209,75	fixed
26	1159703,65	601002,62	209,74	fixed
27	1159721,63	601001,95	209,69	fixed
28	1159738,83	601001,65	209,67	fixed
29	1159757,03	601002,57	209,53	fixed
30	1159774,21	601004,12	209,38	fixed
31	1159791,90	601006,66	209,42	fixed
32	1159809,53	601010,23	209,46	fixed
33	1159827,58	601014,13	209,38	fixed
34	1159846,15	601019,08	209,31	fixed
35	1159864,94	601024,08	209,42	fixed
36	1159885,15	601028,83	209,53	fixed
37	1159904,12	601032,81	209,64	fixed
38	1159924,88	601036,27	209,62	fixed
39	1159954,63	601039,78	209,61	fixed
5006	1159979,22	601042,29	209,56	fixed
46	1159997,80	601042,08	209,45	fixed
47	1160017,10	601043,32	209,56	fixed
48	1160034,35	601044,13	209,65	fixed
5033	1160056,35	601045,88	209,84	fixed
59	1160077,90	601046,33	209,96	fixed
60	1160097,78	601054,16	209,73	fixed

61	1160118,39	601065,00	208,28	fixed
62	1160138,71	601067,87	208,29	fixed
63	1160155,04	601072,86	208,28	fixed
x1	1159902,38	601117,65	209,14	fixet/auto
x2	1159896,13	601116,31	209,19	fixet/auto
x3	1159905,28	601118,80	209,20	fixet/auto
x4	1159908,92	601119,70	209,15	fixet/auto
ZHB_247	1160559,40	601290,29	210,53	fixed

Lokalita: Vodná nádrž Brno

Počasie: jasno 15°C

Dátum merania: 19.03.2014

Bod	X	Y	H (Bpv)	Signál
	[m]	[m]	[m]	
100	1155989,30	604231,53	235,39	fixed
101	1155990,48	604212,39	234,66	fixed
102	1155990,69	604193,51	233,65	fixed
146	1155989,03	604177,99	233,04	fixed
103	1155997,91	604174,06	233,39	fixed
104	1155989,82	604163,87	232,91	fixed
105	1155981,43	604171,60	232,68	fixed
106	1155963,77	604165,32	232,58	fixed
107	1155942,51	604160,71	232,60	fixed
108	1155923,92	604155,88	232,58	fixed
109	1155903,49	604151,52	232,65	fixed
110	1155885,63	604147,40	232,62	fixed
111	1155864,81	604144,38	233,09	fixed
112	1155924,05	603844,08	213,74	fixed
113	1155922,17	603861,72	213,88	fixed
114	1155921,23	603879,76	214,12	fixed
115	1155918,03	603891,30	214,59	fixed
116	1155922,16	603913,01	214,26	fixed
117	1155923,52	603931,91	214,09	fixed
118	1155924,06	603947,49	213,98	fixed
119	1155925,87	603970,19	213,90	fixed
120	1155926,94	603990,49	214,08	fixed
121	1155928,08	604012,47	214,35	fixed
122	1155928,73	604032,18	214,47	fixed
123	1155927,36	604051,32	214,37	fixed
124	1155924,10	604077,75	214,36	fixed
125	1155899,67	604092,79	224,80	fixed
nivelak	1155894,56	604096,20	227,44	fixed
nivelak1	1155894,56	604096,20	227,44	fixed
126	1155895,33	604108,76	230,08	fixed
127	1155898,03	604116,48	233,36	fixed
128	1155893,91	604123,66	235,81	fixed
129	1155898,74	604135,06	232,70	fixed
130	1155905,70	604145,12	232,64	fixed
131	1155926,25	604148,78	232,67	fixed
132	1155940,59	604153,16	232,65	fixed
133	1155954,46	604155,31	232,68	fixed
134	1155970,02	604159,98	232,65	fixed
135	1155986,87	604151,33	232,77	fixed
136	1155992,83	604140,66	229,21	fixed
137	1155966,53	604120,77	215,13	fixed
138	1155971,14	604100,78	215,03	fixed

139	1155979,25	604096,12	215,17	fixed
140	1155980,15	604084,18	214,40	fixed
141	1155977,51	604030,98	213,45	fixed
142	1155976,38	604012,50	213,24	fixed
143	1155975,49	603993,31	213,51	fixed
144	1155974,63	603974,14	213,49	fixed
145	1155973,84	603957,21	213,54	fixed
146	1155989,03	604177,99	233,04	fixed
TB_22.1	1156059,66	604134,93	263,80	fixed
TB_22.2	1156059,66	604134,92	263,79	fixed
TB_22.3	1156059,66	604134,93	263,80	fixed

Lokalita: Sedláková

Počasie: oblačno 10°C

Dátum merania: 17.03.2014

Bod	X	Y	H (Bpv)	Signál
	[m]	[m]	[m]	
ZB2_216	1159781,43	599921,46	289,30	fixed
ZB1_216	1159660,70	599860,42	289,43	fixed
PPBP_625	1159787,68	600063,47	291,95	fixed
300	1159796,37	600083,32	293,20	fixed
301	1159804,84	600098,35	294,23	fixed
302	1159814,23	600115,19	295,83	fixed
303	1159823,48	600131,80	297,52	fixed
304	1159831,61	600146,94	299,13	fixed
305	1159846,45	600146,46	299,69	fixed
306	1159865,22	600137,59	300,00	fixed
307	1159880,77	600130,24	300,24	fixed
308	1159826,35	600163,70	299,85	fixed
309	1159808,75	600171,34	298,96	fixed
310	1159783,30	600176,07	299,21	fixed
311	1159767,51	600183,90	298,99	fixed
312	1159751,64	600191,41	298,90	fixed
313	1159837,46	600181,60	302,18	fixed
314	1159847,14	600198,77	304,38	fixed
315	1159856,43	600215,39	306,54	fixed
316	1159866,47	600233,48	308,92	fixed
317	1159854,57	600245,17	309,31	fixed
318	1159854,57	600245,16	309,30	fixed
319	1159838,86	600254,07	309,40	fixed
320	1159826,65	600264,93	309,39	fixed
321	1159834,26	600269,18	309,58	fixed
322	1159850,11	600257,49	309,44	fixed
323	1159866,39	600248,25	309,34	fixed
505	1159878,36	600242,63	309,26	fixed
324	1159933,94	600237,56	310,66	fixed
325	1159943,04	600254,17	312,02	fixed
326	1159950,80	600267,83	313,37	fixed
327	1159958,82	600282,46	314,39	fixed
328	1159972,69	600310,66	315,30	fixed
329	1159982,51	600302,21	314,74	fixed
330	1159970,04	600289,62	314,74	fixed
331	1159961,82	600274,41	314,17	fixed
332	1159953,37	600259,28	312,83	fixed
333	1159944,12	600242,91	311,28	fixed
334	1159928,99	600215,67	308,90	fixed

335	1159947,43	600204,80	308,90	fixed
336	1159958,49	600194,01	308,56	fixed
337	1159940,81	600202,20	308,70	fixed
338	1159924,77	600210,76	308,84	fixed
339	1159908,32	600215,56	308,99	fixed
340	1159887,65	600227,67	309,01	fixed
341	1159877,94	600230,93	309,07	fixed
342	1159867,47	600210,41	306,68	fixed
343	1159859,03	600196,22	304,75	fixed
344	1159851,77	600182,57	302,93	fixed
345	1159844,11	600168,51	301,14	fixed
346	1159823,88	600155,88	299,49	fixed
347	1159814,14	600139,57	297,74	fixed
348	1159805,38	600123,69	296,17	fixed
349	1159796,54	600105,90	294,43	fixed

Lokalita: Bartáková

Počasie: jasno 15°C

Dátum merania: 19.03.2014

Bod	X	Y	H (Bpv)	Signál
	[m]	[m]	[m]	
ZHB_259	1160222,84	593032,96	299,19	fixed
400	1160207,51	593040,91	299,19	fixed
401	1160191,38	593032,98	299,56	fixed
402	1160172,87	593034,55	299,62	fixed
403	1160157,00	593029,03	299,84	fixed
404	1160140,15	593030,83	299,97	fixed
405	1160124,78	593025,34	300,18	fixed
406	1160095,17	593021,87	298,73	fixed
407	1160084,09	593020,45	297,70	fixed
408	1160217,18	593028,03	299,39	fixed

Lokalita: Radostice

Počasie: jasno 18°C

Dátum merania: 03.04.2014

Bod	X	Y	H (Bpv)	Signál
	[m]	[m]	[m]	
700	1166037,74	608519,24	268,17	auto
701	1166021,33	608523,49	267,74	auto
702	1166018,56	608510,15	267,83	auto
703	1166020,34	608536,60	267,88	auto
704	1166038,26	608539,49	268,04	auto
705	1166056,27	608543,91	268,07	auto
706	1166069,51	608548,24	267,82	auto
707	1166068,87	608571,13	267,16	auto
708	1166049,20	608567,58	267,01	auto
709	1166030,12	608565,04	266,74	auto
710	1166011,89	608562,40	266,39	auto
711	1166010,14	608580,06	266,19	auto
712	1166029,63	608583,47	266,58	auto
713	1166047,60	608585,93	266,70	auto
714	1166067,04	608589,30	266,82	auto
715	1166052,59	608608,60	266,54	auto
716	1166032,84	608605,00	266,10	auto
717	1166015,28	608601,77	265,99	auto

718	1166004,41	608600,87	265,90	auto
719	1166002,61	608620,14	265,70	auto
720	1166021,40	608625,72	265,98	auto
721	1166038,97	608629,33	266,10	auto
722	1166055,89	608632,51	266,39	auto
723	1166053,74	608651,06	266,30	auto
724	1166035,65	608648,47	266,29	auto
725	1166018,56	608644,88	266,17	auto
726	1166000,35	608642,36	265,87	auto
727	1165998,74	608662,37	265,89	auto
728	1166018,03	608666,48	265,91	auto
729	1166032,82	608670,91	266,14	auto
730	1166034,39	608690,96	266,04	auto
731	1166015,79	608686,74	265,91	auto
732	1165997,40	608682,66	265,97	auto
733	1165994,75	608703,59	265,94	auto
734	1166013,48	608708,09	266,32	auto
735	1166030,85	608711,79	266,39	auto
736	1166037,68	608723,03	266,32	auto
737	1166031,82	608742,22	266,15	auto
738	1166012,06	608736,74	266,40	auto
739	1165994,39	608729,96	266,44	auto
740	1165996,88	608712,21	266,24	auto
741	1165993,37	608748,77	265,94	auto
742	1166012,27	608754,93	266,13	auto
743	1166028,85	608760,42	266,30	auto
744	1166019,59	608779,17	266,32	auto
745	1166001,78	608771,96	265,62	auto
746	1165986,80	608768,81	265,80	auto
747	1165982,10	608787,15	267,23	auto
748	1165998,17	608796,92	267,34	auto
749	1166011,69	608802,89	271,63	auto
750	1166004,47	608820,42	271,85	auto
751	1165987,79	608814,15	271,20	auto
752	1165975,10	608807,62	271,29	auto
753	1165964,45	608823,56	271,72	auto
754	1165979,14	608834,67	271,84	auto
755	1165993,69	608843,79	272,50	auto
756	1165982,73	608862,12	272,31	auto
757	1165965,78	608852,94	271,21	auto
758	1165950,86	608842,18	271,19	auto
759	1165934,16	608855,66	269,12	auto
760	1165934,51	608855,35	271,37	auto
761	1165948,00	608868,25	271,93	auto
762	1165963,04	608878,55	271,07	auto
763	1165956,61	608896,40	270,81	auto
764	1165940,52	608886,08	270,26	auto
765	1165923,82	608872,09	269,78	auto
766	1165905,20	608882,88	269,47	auto
767	1165919,92	608895,74	270,61	auto
768	1165935,16	608907,63	269,43	auto
769	1165949,38	608919,26	270,13	auto
770	1165940,10	608936,74	270,44	auto
771	1165922,82	608926,86	269,72	auto
772	1165906,60	608915,54	269,53	auto
773	1165891,09	608900,20	267,75	auto

774	1165873,28	608908,74	270,10	auto
775	1165887,72	608922,98	268,05	auto
776	1165902,91	608934,47	268,28	auto
777	1165918,62	608946,84	269,41	auto
778	1165933,95	608960,02	274,69	auto
779	1165925,06	608990,06	272,55	auto
780	1165908,42	608991,29	273,21	auto
781	1165892,36	608981,55	273,82	auto
782	1165876,42	608969,80	274,15	auto
783	1165856,02	608954,88	273,51	auto
784	1165873,25	608929,91	273,03	auto
785	1165923,54	608969,03	276,31	auto
786	1165982,19	608542,82	269,88	auto
787	1165979,35	608562,18	270,52	auto
788	1165975,78	608581,14	270,54	auto
789	1165971,56	608600,04	270,24	auto
790	1165967,42	608619,29	270,37	auto
791	1165962,85	608640,73	270,46	auto
792	1165957,40	608661,92	270,62	auto
793	1165950,76	608682,58	270,90	auto
794	1165943,97	608702,08	270,06	auto
795	1165937,30	608722,30	270,78	auto
796	1165926,68	608746,95	270,54	auto
797	1166279,58	608519,68	281,78	auto
798	1166393,67	608475,87	283,15	auto
799	1166439,82	608444,87	284,70	auto
800	1166458,49	608432,75	282,25	auto
801	1166485,82	608411,65	284,70	auto
802	1166502,81	608387,69	285,56	auto
ZHB_257	1166484,93	607808,87	321,20	fixed

Parametre založenej zákazky:

Zákazka:	Pokrytie
Založená:	2.3.2014
Počet b.:	278
Konfigurácia:	CZEPOS RTCM3
Projekcia:	Czechia-CZECH-SW (Czechia –Krovak Inverse)
Model geoidu:	CR-2005-v1005
Jednotky:	metre, grády
Smerník:	Juh
Súr. systém:	S-JTSK05
Ref. stanica:	TUBO
Typ súradníc:	Y, X, Z

HW vybavenie: HP Probook 4330s

SW vybavenie: ArcMap 10.1

<u>Prístrojové vybavenie:</u>	Prijímač TOPCON GRS-1	P/N: 01-080501-03
		S/N: 596-04138
	Anténa TOPCON PG-A1	P/N: 01-840201-06
		S/N: 308-2948