

HODNOCENÍ PODMÍNEK VYUŽITELNOSTI SYSTÉMU GPS JAKO ZDROJE GEOGRAFICKÝCH DAT PRO GIS V NP ČESKÉ ŠVÝCARSKO

Mgr. Jakub Miřijovský

Katedra geoinformatiky, Fakulta Přírodovědecká, Univerzita Palackého v Olomouci, tř.
Svobody 26,
771 46, Olomouc, Česká Republika
mirijovsky.jakub@seznam.cz

Abstrakt. Mezi hlavní zdroje dat pro GIS zcela jistě patří také GNSS systémy. Z těchto systémů je nejvíce využíván americký NAVSTAR GPS. V tomto příspěvku se zabýváme hodnocením využitelnosti systému GPS jako zdroje geografických dat pro GIS v NP České Švýcarsko. Přestože morfologie tohoto území je z hlediska dostupnosti signálu GPS velmi složitá a míst s optimálním výhledem na nebe není mnoho, chce Správa NP využívat tento systém jako jeden ze zdrojů geografických dat pro GIS. Z tohoto důvodu zde proběhl výzkum, kterým jsme měli alespoň částečně definovat problémy týkající se sběru dat tímto systémem a nalézt na tyto problémy řešení. Vytipovali jsme 50 kontrolních bodů tak, abychom zahrnuli všechny typy povrchů NP. Samotné měření jsme rozdělili do dvou časových etap. První etapa byla neplánovaná a observace probíhaly ve zcela náhodný čas. Měření potvrdilo očekávání – výsledky z první etapy nebyly zdaleka dostačující a zaměření všech bodů trvalo 5 dní. Jako správné řešení problémů se složitou morfologií se ukázalo jedině plánování, které jsme provedli před druhou etapou. Před samotným měřením druhé etapy jsme tedy museli v terénu zaměřit sklonoměrem a kompasem horizont terénu a k tomu všechny překážky, které by bránily prostupu signálu. Získaná data jsme převedli do digitální podoby a podle aktuálního almanachu a souboru překážek jsme pro každý bod vykreslili graf PDOP. Během měření druhé etapy jsme se řídili těmito grafy tak, že observaci jsme provedli vždy v nejvhodnější čas pro daný bod. Přestože jsme museli nachodit mnohem více kilometrů, celková doba měření se zkrátila o více než dva dny. Všechna naměřená data byla následně korigována ze sítí CZEPOS a SOPAC pro vyloučení případných globálních chyb. Porovnání výsledků proběhlo nad leteckými snímky s prostorovým rozlišením 0,5 m na pixel a statistickým vyhodnocením s tvorbou chybových elips. Výsledky jednoznačně potvrdily důležitost plánování při měření v obtížném terénu a při použití diferenčních korekcí lze výsledky ještě zpřesnit.

Klíčová slova: GPS, GIS, CZEPOS, SOPAC, České Švýcarsko.

Abstract. Survey of conditions about the utility of a GPS system as a source of geographical data in the České Švýcarsko national park. GNSS systems are one of the main data sources for GIS, NAVSTAR GPS being the most used among them. In this paper we present a survey of the conditions about the utility of a GPS system as a source of geographical data in the České Švýcarsko national park. The České Švýcarsko National Park wants to use GPS system as one of the sources for geographical data for GIS, despite complicated morphology of this area. Getting a GPS signal is very complicated, because there are few places with optimal view-points to the sky. This is why we did the research aimed at defining problems linked to the collection of data, and finding possible solutions. We chose 50 points

and tried to include all types of surfaces of the National Park. The measurements were divided into two main phases. The first phase was not planned, and the observation was carried out in undefined timeframes. The measurements confirmed our expectations for this phase - the localization of all points took five days, and the measurement results were insufficient. The planning which we did before the second phase turned out to be the right way to resolve problems with a complicated morphology. We used an inclinometer and a compass to locate the horizon of the terrain and other obstacles, which could disrupt the transmission of the signal. The obtained data were converted into a digital form, and a PDOP-graph was depicted for each measurement point, using actual almanac and obstacle-files. The PDOP-graphs showed us the optimal time for measurement for each point from the second phase. Although we had to march more kilometers, the elapsed time was cut down by more than two days. All the obtained data were corrected in accordance with CZEPOS and SOPAC to take into account the contingent global mistakes. We compared the results with aerial photographs with spatial resolution 0,5 m per pixel, and performed statistical analysis of the data. Our results clearly confirm the significance of planning when measuring in a terrain similar to the one in the České Švýcarsko National Park. We also recommend to use differential corrections.

Keywords: GPS, GIS, CZEPOS, SOPAC, České Švýcarsko.

1 Úvod

Existuje velké množství zdrojů dat pro GIS, které lze s úspěchem použít. Vedle například geodetických metod nebo DPZ se stále více dostává do popředí také sběr dat systémem GPS. Vzrůstající přesnost tohoto systému ho dovoluje použít i na práce, které do nedávné doby mohly být zpracovávány pouze jinými přesnějšími metodami (např. geodetickým měřením). Je zcela jasné, že kvalita výsledných dat nezáleží pouze na přesnosti systému, ale také na mnoha dalších faktorech. Jedním z nejdůležitějších faktorů je typ reliéfu, ve kterém se data sbírají.

Odstavec. Také Správa Národního parku České Švýcarsko se rozhodla začít využívat systém GPS jako jeden ze zdrojů dat pro GIS. Protože morfologie terénu NP České Švýcarsko je velmi složitá a míst s optimálním výhledem na nebe není mnoho, proběhl zde výzkum, kterým jsme měli alespoň částečně definovat problémy týkající se sběru dat pro GIS tímto systémem, nalézt na tyto problémy řešení a stanovit jednoduchý postup, kterým by bylo možné získat kvalitní data pro GIS ze systému GPS.

2 Přístrojové vybavení

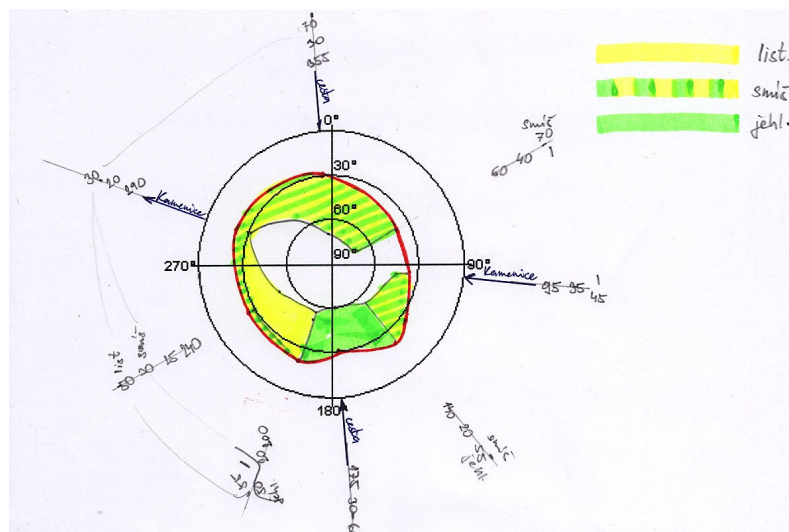
Pro samotný sběr dat jsme použili GPS přijímač Trimble GeoExplorer GeoXH. Tento přijímač patří do skupiny GPS pro sběr dat do GIS a je pro tuto činnost speciálně navržen. Spolu s ním jsme používali externí anténu Hurricane, která dokáže eliminovat vícecestné šíření signálu.

3 Metodika sběru dat

Výzkum probíhal dle předem připravené metodiky a byl rozdělen do dvou etap. První etapa sběru dat spočívala v tom, že měření bylo neplánované, kdežto druhá část sběru dat probíhala přesně podle připraveného plánu. Přímo v terénu jsme si nejdříve vytypovali 50 bodů, které musely zastupovat většinu typů povrchů v Národním parku. Pro posouzení absolutní přesnosti bylo mezi těmito body také 5 bodů geodetických. Na přijímači jsme ponechali přednastavenou elevační masku 15° . Nižší hodnota by neměla smysl, protože většina bodů se nacházela v údolích. Interval měření jsme nastavili na 1 s.

Odstavec. Při první etapě probíhaly observace na bodech ve zcela náhodný čas a to tak, že každý bod, pokud to bylo možné, jsme zaměřili 70krát. Při observacích byla hlavním určujícím faktorem hodnota PDOP (polohové snížení přesnosti). Bylo žádoucí, aby jsme nepřekročili hodnotu 7. Hned na začátku však bylo jasné, že dodržet tuto hranici nebude možné. Při měření v lesních porostech a v hlubokých údolích byla zvolená hodnota překročena i více než 2krát. V krajních případech jsme na dostatečný signál museli čekat i více než 30 minut. Měření potvrdilo očekávání – výsledky z první etapy nebyly zdaleka dostačující a zaměření všech bodů trvalo 5 dní.

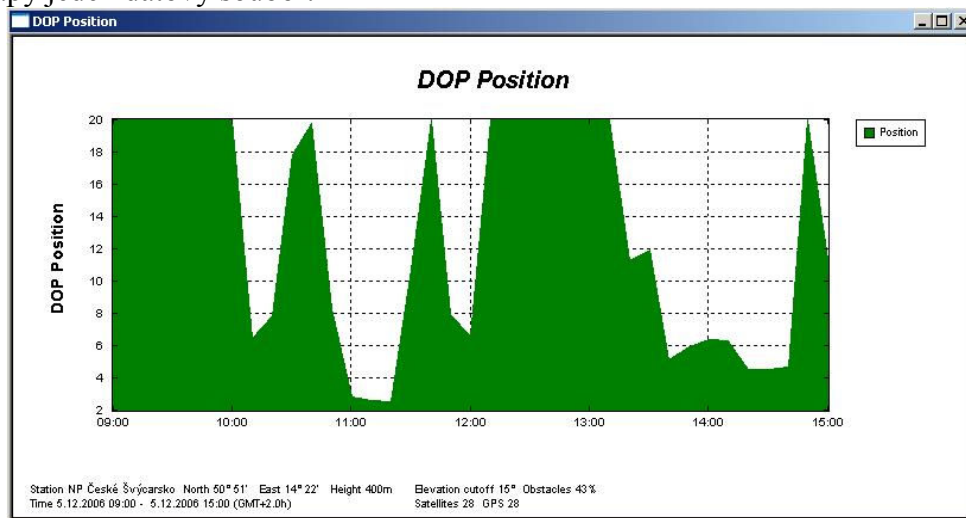
Odstavec. Druhá etapa měření měla již poskytnout kvalitativně zcela odlišné výsledky. Předpokládali jsme, že těchto výsledků v morfologicky náročném terénu dosáhneme jedině plánováním observací, které jsme provedli před druhou etapou. Před zahájením druhé etapy jsme šli do terénu, kde jsme sklonoměrem a kompasem zaměřili horizont terénu a k tomu všechny překážky, které by mohly bránit prostupu signálu GPS.



Obr. 1. Výsledek zaměření překážek v terénu.

Získaná data jsme převedli do digitální podoby v programu Trimble Planning v utilitě Obstacles. Následně bylo nutné nahrát aktuální almanach s platnými efemeridami družic a nakonec již stačilo zadat přibližnou polohu a orientační čas, kde a kdy budeme měřit. Jako plán pro sběr dat v druhé etapě nám sloužily grafy PDOP, které jsme si vykreslili pro každý bod. Samotný sběr dat probíhal stejně jako při první etapě pouze s tím rozdílem, že jsme nešli postupně bod za bodem, ale řídili jsme se grafy PDOP. Na každý bod jsme šli vždy v době, kdy jsme měli záruku dostatečně kvalitního signálu. Přestože jsme při tomto způsobu měření nachodili mnohem více kilometrů než v první etapě, časová úspora byla více než dva dny. Nikde jsme nemuseli stát a čekat na dostatečně kvalitní signál. Také samotná hodnota PDOP

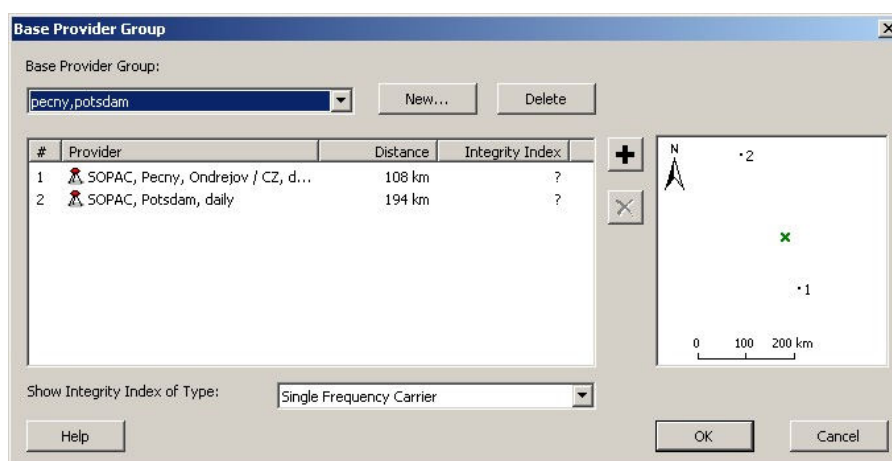
při observacích nebyla téměř nikdy větší než 4. Po skončení terénních prací jsme získali z každé etapy jeden datový soubor.



Obr. 2. Grafy PDOP podle kterých jsme plánovali observace.

4 Postprocessing

Na oba dva soubory dat jsme aplikovali korekční data ze sítě CZEPOS. Data jsme stáhli ze dvou referenčních stanic (Litoměřice a Liberec) a tím jsme získali data korigovaná pomocí CZEPOS. Dále jsme vytvořili čtyři soubory s korigovanými daty sítě SOPAC (Scripps Orbit and Permanent Array Center), která je implementována v softwaru firmy Trimble a je přístupná zdarma. Jednou jsme použili korekční data pouze z jedné stanice (Pecný) a podruhé jsme použili data ze dvou referenčních stanic (Pecný, Postupim) a to vše jsme ještě aplikovali na obě etapy měření. Při použití diferenčních korekcí by vzdálenost zájmového území od referenčních stanic neměla překročit cca 120 km. Pokud je vzdálenost větší než 120 km, pak se účinnost korekcí snižuje. Přestože bod sítě SOPAC ve městě Postupim je vzdálen již 194 km od zájmového území, byly tyto opravy použity dohromady s korekcemi z bodu Pecný, protože zájmové území leží zhruba uprostřed mezi těmito stanicemi. Předpokládali jsme, že přestože je porušena podmínka vzdálenosti, budou výsledky za použití těchto korekcí lepší než korekce pouze z jedné stanice. Tuto domněnku podpořil také fakt, že při výpadku jedné stanice, můžou být data nahrazena korekcemi ze stanice druhé. Korekce byly aplikovány z důvodu vyloučení případných globálních chyb systému a celkového zpřesnění.



Obř. 3. Rozmístění a vzdálenosti referenčních stanic sítě SOPAC od zájmového území.

5 Chybové elipsy

Zpracování dat nám mělo potvrdit, že plánováním měření lze získat mnohem kvalitnější data než z měření neplánovaného a dále bylo nutné zjistit, která síť je vyhovující pro diferenční korekce – zda bude stačit neplacená SOPAC nebo bude nutné přistoupit ke komerční síti CZEPOS. Také jsme museli odpovědět na otázku, zda stačí korekční data z jedné stanice nebo zda je nutné mít data z více stanic. Ke všem těmto otázkám nám nejlépe poskytli odpověď chybové elipsy.

Odstavec. Z naměřených hodnot jsme vypočítali pro každý bod ve všech souborech stejné statistické veličiny – průměr souřadnic X a Y, rozptyl souřadnic X a Y a kovarianci. Všechny tyto hodnoty bylo nutné znát pro další výpočet hlavních parametrů elipsy, tedy velikosti obou poloos a úhlu natočení. Úhel natočení je nutné znát, protože na každém bodě je menší či větší míra korelace. Elipsy jsme vytvořili pro každý bod ve všech korigovaných i nekorigovaných souborech. Střed elipsy byl vždy stanoven jako průměr všech 70 měření na daném bodě. Hodnoty hlavní poloosy elipsy (a), vedlejší poloosy (b) a úhlu natočení jsme vypočetli podle vzorců:

$$a^2 = \cos^2 \omega_i \cdot \text{var } c(x) + \sin^2 \omega_i \cdot \text{var } c(y) + 2 \cdot \sin \omega_i \cdot \cos \omega_i \cdot \text{cov}(x, y) \quad [1]$$

$$b^2 = \sin^2 \omega_i \cdot \text{var } c(x) + \cos^2 \omega_i \cdot \text{var } c(y) - 2 \cdot \sin \omega_i \cdot \cos \omega_i \cdot \text{cov}(x, y) \quad [1]$$

$$\omega_i = \frac{1}{2} \arctg \frac{2 \cdot \text{cov}(x, y)}{\text{var } c(x) - \text{var } c(y)} \quad [1]$$

kde: ω úhel natočení

$\text{var } c(x)$...rozptyl souřadnice X

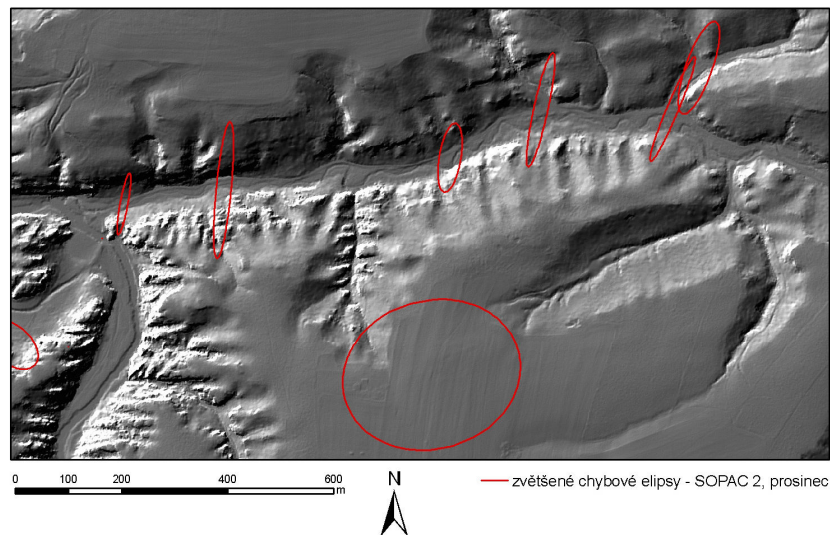
$\text{var } c(y)$...rozptyl souřadnice Y

$\text{cov}(x, y)$..hodnota kovariance souřadnic X, Y

Dále jsme museli spočítat obvodové body elipsy. Tento výpočet probíhal podle vzorce pro obecnou elipsu, ze které jsme si vyjádřili y^2 . Hodnoty x byly z intervalu hlavní poloosy. Vzorec tedy byl:

$$y^2 = b^2 - \frac{x^2}{a^2} \cdot b^2$$

Samotné vykreslení elipsy jsme provedli v programu Grapher 5.



Obr. 4. Zvětšené chybové elipsy. V údolí zkreslení narůstá.

6 Vyhodnocení

Na základě změřených dat v terénu a následném zpracování v PC jsme tato data vyhodnocovali a zjišťovali vliv a účinnost jednotlivých diferenčních korekcí. Dále jsme zjišťovali vliv plánování na samotné měření. Protože měřené body, kromě geodetických, neměly žádným způsobem určenou svou polohu, musel být nejprve zvolen vhodný referenční podklad pro srovnání. Tím se nám stal letecký snímek Národního parku s prostorovým rozlišením 0,5 m na pixel.

Odstavec. Při vzájemném porovnávání diferenčních korekcí a při porovnání korekcí s nekorigovaným daty bylo zjištěno několik důležitých závěrů. Je velmi důležité používat diferenční korekce. Ověřili jsme, že korekce významně dokáží zmenšit střední polohovou chybu oproti této chybě z nekorigovaných souřadnic. Velmi dobře také dokáží odstranit chybu, která se projevuje v globálním měřítku. To znamená, že jsou schopny opravit chybu při výpadku družice, náhlé poruše v ionosféře, atp. Při rozhodování, zda použít placenou síť CZEPOS nebo neplacenou SOPAC, jsme došli k závěru, že pro účely mapování do M 1 : 10 000 postačuje použít neplacenou síť SOPAC. Je však velmi důležité používat korekční data vždy alespoň ze dvou stanic. Při použití pouze jedné stanice, byly výsledky často velmi špatné.

Odstavec. Již jsme se zmínili, že při plánovaném měření pomocí grafů PDOP jsme dosáhli časové úspory více než dva dny. Ještě důležitější bylo, že absolutní poloha bodů v terénu byla při plánovaném měření určena mnohem přesněji než při měření neplánovaném. Nebylo výjimkou zlepšení o více než 15 m. Lepší přesnost jednotlivých bodů u plánovaného měření opět dokazují chybové elipsy.

7 Závěr

Aby systém GPS pro sběr dat do GIS byl použitelný s dostatečnou přesností i v morfologicky náročných podmínkách, je potřeba dodržet určitý postup prací, který to zajistí. Nejdůležitější je přesně si naplánovat měření podle místních morfologických podmínek. Dále doporučujeme používat diferenční korekce vždy alespoň ze dvou referenčních stanic. Samozřejmě další prostředky jako např. použití externí antény mohou výsledky ještě zpřesnit.

Reference

- [1] INGEDULD, Miloslav, et al. *Geodézie: metody výpočtu a vyrovnání geodetických sítí*. Praha : Ediční středisko ČVUT, 1990. ISBN 80-01-00333-7