

# **Návrh technologie pro ověření funkce a kvality produktů a služeb poskytovaných Českou sítí permanentních stanic pro určování polohy – CZEPOS**

*Jakub Kostecký (Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický)*

*Pavel Taraba (Zeměměřický úřad)*

*Bohumil Janeček (Český úřad zeměměřický a katastrální)*

## **1. Úvod**

Česká síť permanentních stanic pro určování polohy – CZEPOS je ve fázi, kdy již byly zpřístupněny její produkty a služby uživatelům na celém území České republiky. V této souvislosti je potřeba, aby se provozovatel sítě – Zeměměřický úřad – přesvědčil o funkčnosti a kvalitě produktů a služeb, které uživatelům zprostředkovává. Toto ověření zajistí ZÚ společně s OKO KÚ, které jsou vybaveny potřebnou technikou a které předají výsledky měření ke zpracování do ZÚ.

## **2. Produkty a služby CZEPOS**

Síť CZEPOS poskytuje uživatelům:

a) služby podporující aplikace v reálném čase

- 1) služba DGPS (diferenční GPS) – korekce poskytované ve formátu RTCM 2.1 z jednotlivých stanic CZEPOS
- 2) služba RTK (kinematika v reálném čase) – korekce poskytované ve formátu RTCM 2.3 z jednotlivých stanic CZEPOS
- 3) služba RTK–PRS – korekce vypočtené na základě síťového řešení, poskytované ve formátu RTCM 2.3 z tzv. pseudoreferenční virtuální stanice umístěné cca 5km od stanoviště uživatele směrem k nejbližší referenční stanici
- 4) služba RTK–FKP – korekce poskytované ve formátu RTCM 2.3 z nejbližší referenční stanice doplněné o plošné parametry vypočtené na základě síťového řešení

b) produkty pro zpracování po skončení měření (postprocessing):

- 1) data ve formátu RINEX z jednotlivých permanentních stanic sítě,
- 2) data ve formátu RINEX z virtuální permanentní stanice, jejíž polohu definoval uživatel (musí být umístěna v oblasti, kterou síť CZEPOS svým rozsahem pokrývá).

## **3. Způsob ověření funkce a kvality**

Ověření funkce předpokládá provedení běžného měření danou technologií a běžným vybavením na několika lokalitách na celém území ČR. Výsledkem ověření funkce je konstatování, že technologie funguje. K ověření funkce automaticky dojde, pokud se podaří provést ověření kvality – viz dále.

Ověření kvality předpokládá provedení běžného měření danou technologií a běžným vybavením na více bodech, u kterých jsou známy oficiální (též zadané) souřadnice. Kvalita je posouzena ze statistického vyhodnocení rozdílů souřadnic zadaných a určených z běžného

měření danou technologií. Kvalita produktu resp. služby může být ovlivněna více faktory. Podle [1] je vhodné sledovat vztah mezi kvalitou a

- polohou určovaného bodu vůči síti permanentních stanic (uvnitř, na okraji, v různých vzdálenostech vně),
- příjmovými podmínkami (zakrytím oblohy),
- konfigurací družic.

Porovnání souřadnic bude provedeno v referenčním systému ETRS89, protože převod do souřadnicového systému S-JTSK je samostatnou záležitostí, která nebude řešena v rámci ověřování kvality sítě CZEPOS.

Pro ověření kvality je třeba mít množinu vhodně rozmístěných bodů se známými souřadnicemi v systému ETRS89. Celkový počet bodů by měl být dostatečně velký, aby závěry byly dostatečně statisticky podloženy. Minimální počet je 150 bodů rozmístěných vhodně po testované oblasti.

Množina bodů se zadanými souřadnicemi bude tvořena body s platnými souřadnicemi v ETRS89 (tj. trigonometrickými body zahrnutými do programu výběrové údržby nebo sítě DOPNUL).

Jednotlivé KÚ I. typu provedou měřické práce na celkem 15 až 20 trigonometrických bodech nejméně ve třech lokalitách v rámci území své působnosti. Každá lokalita bude obsahovat minimálně 5 bodů. Konkrétní volba lokality je ponechána na rozhodnutí každého KÚ s tím, že jedna lokalita bude „uvnitř“ sítě (zcela obklopena referenčními stanicemi) a dvě lokality budou v příhraničních oblastech ČR na „okraji“ sítě (částečně obklopeny referenčními stanicemi), přičemž kde to bude možné, zvolí se jedna z těchto dvou lokalit tak, že bude obklopena referenčními stanicemi pouze jednostranně, lokalita se bude nacházet vně spojnice okrajových referenčních stanic (např. Ašský, Šluknovský, Frýdlantský a Broumovský výběžek, Orlické hory, Jesenicko, Osoblažsko, Jablunkov, Podýjí, Železnorudsko apod.)

*Pozn.: KÚ pro Středočeský kraj provede práce na třech lokalitách „uvnitř“ sítě.*

#### **4. Postup práce**

Na každém bodě bude provedena dvojí nezávislá observace, která (pro dostatečnou změnu konfigurace družic) bude vzájemně odlehlá v čase o interval  $<3 \text{ hod} + k \times 24 \text{ hod} ; 21 \text{ hod} + k \times 24 \text{ hod}>$ , kde  $k$  je nezáporné celé číslo. Jedná se o 24 hodin siderického času, kdy je den o 4,5 minuty kratší než den kalendářní.

Každá observace pořídí data resp. souřadnice pomocí všech šesti ověřovaných technologií. Na počátku se provede sběr dat pro rychlou statickou metodu po dobu 20 minut. Po té se aparatura přepne do kódového režimu pouze na jedné frekvenci a provede se určení polohy diferenčním GPS. Pak se aparatura přepne zpět do původního dvoufrekvenčního RTK a provede se určení souřadnic pomocí RTK-PRS a to po inicializaci nejprve s délkou měření 60 sekund (odečtů), po té s délkou měření 40 sekund (odečtů) a pak s délkou měření 20 sekund (odečtů), následně RTK-FKP podobným postupem jako u RTK-PRS – tj. po inicializaci nejprve s délkou měření 60 sekund (odečtů) a pak dvakrát s délkou měření 40 resp. 20 sekund (odečtů). Nakonec, pokud to vzdálenost k nejbližší referenční stanici umožní, se provede určení souřadnic prostou metodou RTK k této nejbližší stanici a to opět stejným postupem jako u obou předchozích metod.

Během měření se zjištěné hodnoty zaznamenávají do jednotného zápisníku. Také se zaznamená:

- datum a čas zahájení a ukončení jednotlivých měření,
- zakrytí oblohy na bodě,
- počet družic,
- PDOP, HDOP a VDOP (všechny tři, pokud jsou k dispozici, jinak pouze ty, které jsou k dispozici),
- výška antény a „typ“ výšky, tj. místo, kam byla výška antény měřena (pro zpracování při postprocesingu, při RTK nutno zadat také do přijímače).

Tato data slouží pro posouzení kvality při různých situacích. Je nutno vyhotovit zápisník v papírové podobě (případně také jako běžný ASCII soubor).

Parametry měření budou nastaveny na standardní (v běžné praxi nejčastěji používané) hodnoty. Pro postprocesing elevační maska 15°, krok 5 vteřin. Pro RTK elevační maska 15°, krok 1 vteřina.

Měření v reálném čase budou provedena při použití mobilního spojení přes GPRS a na části bodů by mělo být využito také spojení přes GSM (pokud bude v době ověřování k dispozici).

Data pro postprocesing bude nutno následně zpracovat ve dvou variantách vstupních dat:

- a) při použití dat z nejbližší permanentní stanice,
- b) při použití dat z virtuální stanice (virtuální RINEX), která bude vložena do těžiště měřené lokality. Souřadnice virtuální stanice budou pro generování dat virtuálního RINEXu zadány na celé vteřiny (zeměpisná šířka a délka) a celé desítky metrů (výška).

Dále by měly být zpracovány dvě varianty podle délky intervalu měření (obě řešeny rychlou statickou metodou):

- 1) délka měření 5 minut,
- 2) délka měření 15-20 minut (dle počtu satelitů zahrnutých v observaci).

Je možné, že řešení ad 1) u delších vektorů nepovede k vyřešení ambiguit. Pak bude toto řešení z dalšího zpracování vypuštěno.

Statistické zpracování ověření kvality bude využívat postupů z [1]. Vstupními daty budou zadané souřadnice, údaje ze zápisníků (včetně souřadnic určených při RTK resp. diferenčního GPS) a souřadnice ze zpracování dat postprocesingem.

## Literatura

[1] Kostecký Jakub – Šimek Jaroslav: Zpracování testovacích měření systému virtuálních referenčních stanic ByS@t. Výzkumná zpráva VÚGTK 1036/2002.