

POROVNÁNÍ URČOVÁNÍ POLOHY POMOCÍ VIRTUÁLNÍCH REFERENČNÍCH STANIC ZE SÍTÍ CZEPOS, TOPNET A TRIMBLE VRS NOW

COMPARISON OF POSITIONING USING VIRTUAL REFERENCE STATIONS FROM CZEPOS, TOPNET AND TRIMBLE VRS NOW NETWORKS

Jakub Kostelecký*¹

*jakub.kostelecky@fsv.cvut.cz

¹ České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, katedra geomatiky, Thákurova 7/2077, 166 29 Praha 6 - Dejvice, ČR

Abstrakt

Metoda RTK s využitím sítě referenčních stanic je vysoce efektivní způsob určení prostorové polohy v geodetických aplikacích. Využití aplikace VRS (virtuálních referenčních stanic) efektivitu zvyšuje z hlediska rychlosti inicializace a zvýšení přesnosti určení polohy. Článek se zabývá testováním určení polohy pomocí VRS generovaných sítěmi referenčních stanic CZEPOS, TopNET a Trimble VRS Now v ČR. Testování bylo provedeno pomocí 11 aparatur. Hodnocena byla průměrná doba inicializace a střední chyba určení polohy v horizontálním a vertikálním směru při měření za různých příjmových podmínek, v různou denní dobu a s různou délkou průměrování výsledku. Výsledky ukazují, že aparatury se nejrychleji inicializují v síti Trimble VRS Now a nejpomaleji v síti CZEPOS. Z hlediska přesnosti byly získány nejpřesnější výsledky v síti CZEPOS a nejméně přesné výsledky v síti Trimble VRS Now. Byla zjištěna závislost přesnosti na vzdálenosti nejbližší referenční stanice dané sítě referenčních stanic, i když tento vliv by měla aplikace VRS výrazně snížit.

Abstract

The RTK method using reference station networks is a highly effective method of determining spatial position in geodetic applications. The use of the VRS application (virtual reference stations) increases efficiency in terms of initialization speed and increasing position determination accuracy. The article deals with testing position determination using VRS generated by the CZEPOS, TopNET and Trimble VRS Now reference station networks in the Czech Republic. Testing was carried out using 11 devices. The average initialization time and the mean position determination error in the horizontal and vertical directions were evaluated when measuring under different reception conditions, at different times of day and with different durations of result averaging. The results show that the devices initialize fastest in the Trimble VRS Now network and slowest in the CZEPOS network. In terms of accuracy, the most accurate results were obtained in the CZEPOS network and the least accurate results in the Trimble VRS Now network. The dependence of accuracy on the distance to the nearest reference station of the given reference station network was found, although the VRS application should significantly reduce this effect.

Klíčová slova

GNSS, NRTK, VRS, rychlost inicializace, přesnost určení polohy

Keywords

GNSS, NRTK, VRS, initialization speed, position accuracy

1 Úvod

Technologie globálních navigačních družicových systémů GNSS (Global Navigation Satellite System) je velmi efektivní způsob určování polohy s využitím signálů družic navigačních systémů.

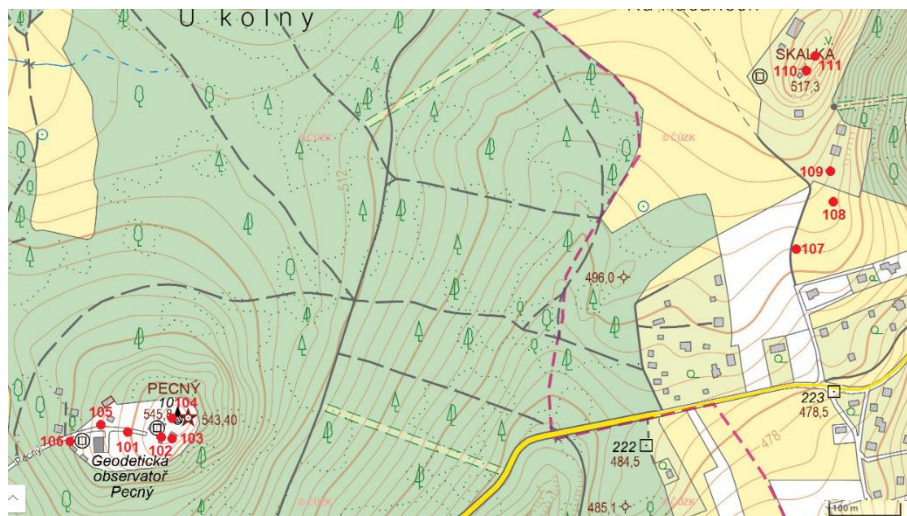
V geodetických aplikacích v současnosti je nejvíce využívána kinematická metoda v reálném čase RTK (Real-Time Kinematic) [1]. Při využití sítě referenčních stanic (tzv. NRTK – Networked RTK) je určení polohy rychlé a dostatečně přesné pro většinu geodetických aplikací – od mapování, vytyčování hranic v katastru nemovitostí, určování referenční polohy kamery při letecké fotogrametrii či vličovacích objektů při laserovém skenování.

Rychlost inicializace a přesnost určení polohy při metodě RTK závisí na délce vektoru mezi referenční stanicí se známými souřadnicemi (tzv. base) a aparaturou na určovaném bodě (tzv. rover). Pro zvýšení přesnosti a rychlosti inicializace byly vyvinuty aplikace metody RTK, které umožňují zkrácení délky vektoru mezi base a roverem. Vedle aplikace MAC (Master-Auxiliary Concept) [2] se jedná o aplikaci VRS (Virtual Reference Station) [3]. V této aplikaci síť referenčních stanic generuje uživateli roveru umělou – virtuální base, ze které mu generuje data. Délka vektoru se tak významně zkrátí, což se pozitivně projevuje jak na době potřebné pro inicializaci, tak na výsledné přesnosti.

Cílem článku je porovnat aplikace VRS generované třemi poskytovateli služeb referenčních stanic v České republice: síť CZEPOS provozovaná Zeměměřickým úřadem v Praze, síť TopNET provozovaná společností GB-geodézie, s.r.o. a síť Trimble VRS Now Czech (dále též Trimble) provozovaná v ČR společností Geotronics Praha, s.r.o. Autor děkuje za umožnění přístupu ke službám těchto referenčních stanic.

2 Popis vstupních dat

Testování služeb virtuálních referenčních stanic bylo realizováno na množině 11 bodů 101 až 111 v areálu Geodetické observatoře Pecný Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického, v.v.i., areálu observatoře Skalka a jejich okolí v katastrálních územích Ondřejov u Prahy a Kostelní Střimelice. Konfigurace bodů, která je patrná z Obr. 1, byla vybrána z hlediska různých kvalitních podmínek pro příjem signálů GNSS – od excelentních po středně zhoršené.



Obr. 1 Rozmístění bodů č. 101-111 v areálech GO Pecný a Skalka (podklad ZTM 1:10 000 © ČUZK).

Většina testů byla prováděna na všech bodech, ale intenzivnější část testů byla provedena na bodě 103, jehož umístění umožňuje měření s přijímačem, resp. kontrolerem uvnitř místnosti.

Testovací měření byla prováděna v různou denní dobu, s různě dlouhou dobou průměrování a různými aparaturami. V rámci testů byla měření prováděna na všech bodech s odstupem 6 hodin. Intenzivnější část testů na bodě 103 probíhala s odstupem začátků měření po 3 hodinách.

Po inicializaci (tj. po určení celočíselných ambiguit – tzv. fixování) bylo provedeno průměrování určovaných poloh bodu s délkou 5 sekund, 15 sekund a 30 sekund a při intenzivnějších testech na bodě 103 proběhlo i průměrování s délkou 60 sekund.

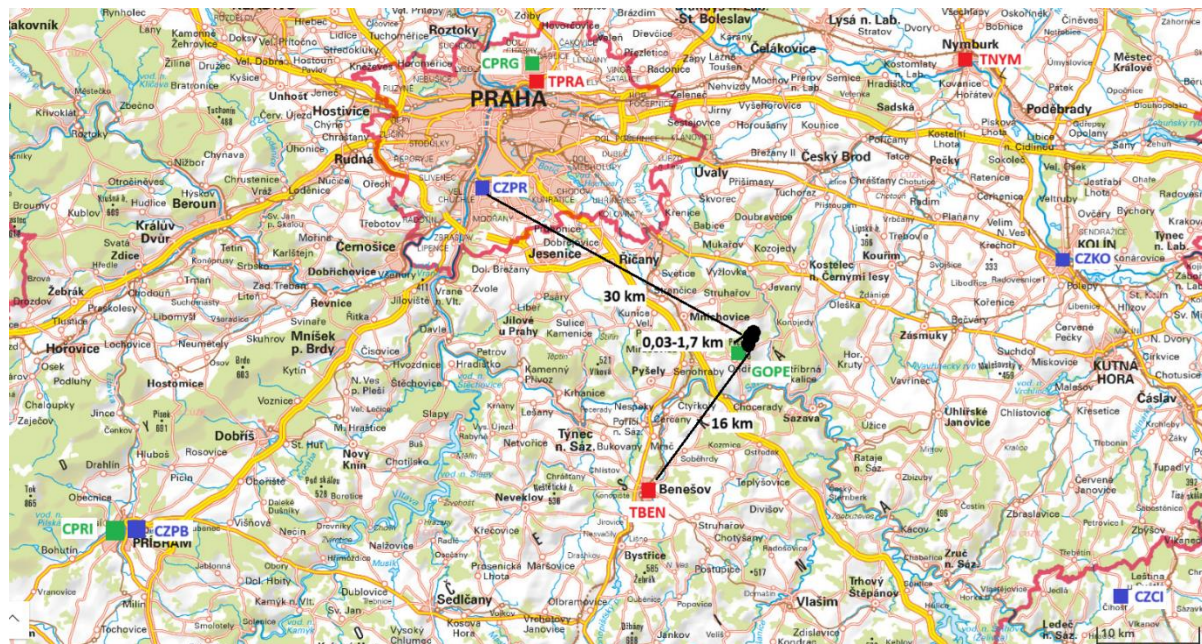
Pro provedení testů se podařilo zapůjčit 11 různých geodetických aparatur, jejichž přehled a parametry jsou uvedeny v Tab. 1. Autor velmi děkuje všem, kteří poskytli aparatury pro testy.

Tab. 1 Přehled použitých GNSS aparatur.

Výrobce	Model	GNSS systémy	Zapůjčil
Trimble	SPS855	GPS+GLO	VÚGTK, v.v.i.
	R580	GPS+GLO+GAL+BEI	Geotronics Praha s.r.o.
Leica	Viva GS14	GPS+GLO	VÚGTK, v.v.i.
	GS18	GPS+GLO+GAL+BEI	GEFOS a.s.
Topcon	hiPer+	GPS+GLO	FSv ČVUT v Praze
Sokkia	GRX3	GPS+GLO+GAL+BEI	3gon positioning s.r.o.
	Reach RS3	GPS+GLO+GAL+BEI	3gon positioning s.r.o.
Emlid	Reach RX1	GPS+GLO+GAL+BEI	3gon positioning s.r.o.
	Point 3	GPS+GLO+GAL+BEI	3gon positioning s.r.o.
Nivel System	Point 3	GPS+GLO+GAL+BEI	3gon positioning s.r.o.
u-blox	ZED F9P	GPS+GLO+GAL+BEI	FSv ČVUT v Praze
Septentrio	mosaic x5	GPS+GLO+GAL+BEI	FD ČVUT v Praze

Byla snaha, aby ke starší generaci přijímačů byly testy provedeny i s nejnovější generací přijímačů stejného výrobce – které používají obdobné obvykle licencované algoritmy pro inicializaci metody RTK – jednalo se o výrobky firem Trimble a Leica a místo výrobku od firmy Topcon byl použit výrobek firmy Sokkia. Dále byly testovány aparatury nových výrobců Emlid a Nivel System, i nejlevnější aparatura u-blox ZED F9P a vývojový kit aparatury Septentrio mosaic x5, i když jejich použití v polních podmínkách není optimální. Z toho důvodu aparatura Septentrio prováděla jen intenzivní testy na bodě 103.

Testovací měření bylo prováděno na sítě CZEPOS, TopNET a Trimble. Rozložení referenčních stanic jednotlivých sítí vůči množině bodů 101-111 je na Obr. 2.



Obr. 2 Rozmístění referenčních stanic sítí CZEPOS (zelené), TopNET (červené) a Trimble (modré) vůči množině měřených bodů (černé). Vyznačeny vzdálenosti k nejbližší referenční stanici. (podklad MČR 1:500 000 © ČUZK).

V Tab. 2 jsou shrnuty některé parametry použitých sítí referenčních stanic. Jak je patrné, referenční stanice GOPE sítě CZEPOS je velmi blízko množině měřených bodů. Lze předpokládat, že by tato skutečnost mohla ovlivnit získané výsledky. Také to vedlo k rozhodnutí nepoužít služeb čtvrté sítě

referenčních stanic v ČR – síť GEOORBIT, protože její konfigurace také obsahuje stanici GOPE (pod označením GGOP).

Tab. 2 Přehled použitých sítí referenčních stanic.

Síť	Provozovatel	Použitá služba	Vzdálenost nejbližší stanice
CZEPOS	Zeměměřický úřad	VirtualRS3	GOPE 0,03 - 1,7 km
TopNET	GB-geodézie s.r.o.	VRS	TBEN 16 km
Trimble VRS Now Czech	Geotronics Praha s.r.o.	TVN-RTCM	CZPR 30 km

Celkový počet měření, která byla provedena pomocí aplikace VRS, je shrnut v Tab. 3. Výsledky měření byly porovnány s výchozími souřadnicemi bodů 101 až 111, které byly získány statickou metodou měření z minimálně 3 dní. Rozdíly, které byly v horizontální poloze větší jak 9 cm nebo ve vertikální poloze větší jak 15 cm, byly vyloučeny. Kritérium je stanoveno jako trojnásobek přesnosti určení polohy metodou RTK, jak byla stanovena v [4]. Počet vyloučených měření je též v Tab. 3.

Tab. 3 Počty provedených měření.

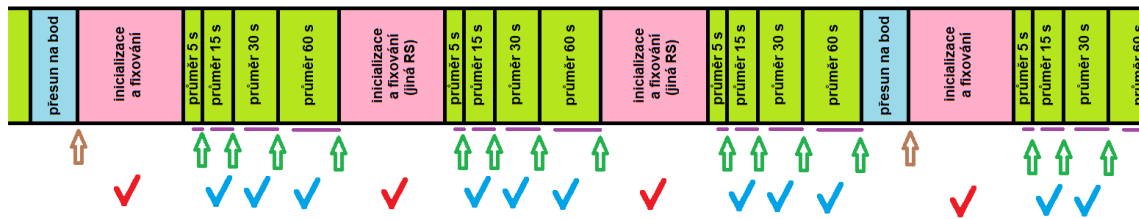
Aparatura	Počet dobrých měření			Počet vyloučených měření		
	CZEPOS	TopNet	Trimble VRS Now	CZEPOS	TopNet	Trimble VRS Now
Trimble SPS855	340	331	150	0	8	1
Trimble R580	504	504	503	0	0	1
Leica Viva GS14	405	404	372	0	0	0
Leica GS18	382	437	438	0	8	0
Topcon hiPer+	50	410	0	6	0	
Sokkia GRX3	505	506	159	0	0	0
Emlid Reach RS3	468	466	425	0	2	11
Emlid Reach RX1	460	456	423	0	4	4
Nivel System Point 3	459	460	437	1	0	20
u-blox ZED F9P	449	448	440	2	0	9
Septentrio mosaic x5	120	116	120	0	4	0

Maximálně bylo vyloučeno 10,7 % měření aparaturou Topcon hiPer+ s použitím služeb sítí CZEPOS. U ostatních aparatur nebylo procento vyloučených měření větší jak 4,5 %. Ještě je potřeba upozornit, že aparatura Topcon hiPer+ neprováděla měření s využitím služeb sítí Trimble, protože nebyla k dispozici v době, kdy byly služby sítí Trimble dostupné pro testovací měření.

3 Porovnání doby inicializace

Pro porovnání doby inicializace jednotlivých aparatur na jednotlivá síťová řešení byly použity časové údaje uložení zprůměrovaného měření. Na každém bodě po centraci a urovňání výtyčky (nebo horizontaci trojnožky v případě nucené centrace na bodech 109 až 111) byla zahájena inicializace metody RTK na první službu jedné ze sítí referenčních stanic. Pro odstranění vlivu doby potřebné pro přesun mezi měřnými body byl zaznamenán čas zahájení první inicializace na bodě – v Obr. 3 je označen hnědou šipkou. Záznam byl prováděn s přesností minut. Dále jsou k dispozici časy uložení zprůměrovaného výsledku (zelené šipky na Obr. 3), které jsou obvykle určeny s přesností na sekundy. Jelikož je známa doba potřebná k provedení průměru (5 s, 15 s, 30 s, resp. 60 s – fialové čáry na Obr. 3), je možné ji z časových intervalů odečíst. Časové intervaly, ve kterých neprobíhala inicializace, ale pouze průměrování (zeleně podbarvené části časové osy a modré fajfky na Obr. 3), odpovídají době, která je potřebná pro nastavení měření (např. nastavení čísla bodu a délky průměrování). Průměrná doba pro nastavení měření byla poté odečtena od doby, která byla potřebná pro inicializaci (růžově

podbarvené části časové osy a červené fajfky na Obr. 3), čímž byla získána doba inicializace, která byla dále zpracována.



Obr. 3 Časová osa jednotlivých měření – po inicializaci na službu sítě referenčních stanic následuje několik různě dlouhých průměrování určené polohy.

V Tab. 4 jsou uvedeny průměrné doby inicializace pro jednotlivé služby síťových řešení a jednotlivé aparatury. Pro porovnání dob inicializace mezi jednotlivými službami byly pro každou aparaturu vypočteny poměry průměrných dob inicializace služeb VRS sítě TopNET a Trimble vůči průměrné době inicializace služby VRS sítě CZEPOS – viz poměry v Tab. 4. Následně byly vypočteny průměrné poměry dob inicializace služeb VRS sítě TopNET a Trimble vůči době inicializace služby VRS sítě CZEPOS, které jsou uvedeny na posledním řádku Tab. 4.

Tab. 4 Průměrná doba inicializace v sekundách.

Aparatura	Průměrná doba inicializace			Poměry vůči CZEPOS	
	CZEPOS	TopNet	Trimble VRS Now	TopNet	Trimble VRS Now
Trimble SPS855	206	200	99	1,0	0,5
Trimble R580	29	18	21	0,6	0,7
Leica Viva GS14	104	65	57	0,6	0,5
Leica GS18	64	60	53	0,9	0,8
Topcon hiPer+	673	503	-	0,7	-
Sokkia GRX3	17	27	17	1,6	1,0
Emlid Reach RS3	57	15	14	0,3	0,2
Emlid Reach RX1	18	12	12	0,7	0,7
Nível System Point 3	18	17	14	0,9	0,8
u-blox ZED F9P	13	6	4	0,5	0,3
Průměr poměrů ze všech aparatur				0,8	0,6

Způsob měření a ukládání dat z aparatury Septentrio mosaic x5 neumožnil určit dobu inicializace. Je proto v Tab. 4 vynechána.

Z výsledků je patrné, že doba inicializace služby VRS v síti CZEPOS byla nejdelší, doba inicializace služby v síti TopNET byla 80 % doby inicializace v síti CZEPOS a doba inicializace v síti Trimble byla pouze 60 % doby inicializace v síti CZEPOS. Lze tedy konstatovat, že do sítě TopNET a Trimble se aparatury inicializují rychleji než do sítě CZEPOS. Nejrychleji se inicializují aparatury do sítě Trimble.

4 Porovnání přesnosti určení horizontální polohy

Z měření, která nejsou považována za odlehlá, byly vypočteny rozdíly polohy vůči výchozím souřadnicím bodů 101 až 111. Rozdíly byly převedeny do lokálního topocentrického systému, tj. do souřadnicových složek Sever, Východ, Nahoru. Z horizontálních složek Sever a Východ byla pomocí Pythagorovy věty vypočtena horizontální složka rozdílu. Vzhledem k tomu, že výchozí souřadnice byly určeny s přesností o řád větší, než jakou očekáváme u metody RTK, lze rozdíly považovat za skutečné chyby a vypočítat z nich základní střední chybu. Dosažené výsledky jsou pro jednotlivé služby VRS sítě referenčních stanic a jednotlivé aparatury shrnuty v Tab. 5.

Tab. 5 Střední chyby v horizontálním směru ze všech dobrých měření v milimetrech.

Aparatura	Střední chyba v horizontálním směru			Poměry vůči CZEPOS	
	CZEPOS	TopNet	Trimble VRS Now	TopNet	Trimble VRS Now
Trimble SPS855	10	22	23	2,3	2,4
Trimble R580	10	13	16	1,2	1,5
Leica Viva GS14	7	9	12	1,2	1,6
Leica GS18	7	11	13	1,6	2,0
Topcon hiPer+	11	13	-	1,2	-
Sokkia GRX3	6	11	14	1,7	2,2
Emlid Reach RS3	10	16	19	1,6	1,9
Emlid Reach RX1	12	15	18	1,2	1,5
Nivel System Point 3	11	14	18	1,4	1,7
u-blox ZED F9P	13	19	18	1,5	1,4
Septentrio mosaic x5	6	7	11	1,2	1,8
Průměr poměrů ze všech aparatur				1,5	1,8

Pro porovnání středních chyb v horizontálním směru dob inicializace mezi jednotlivými službami byly pro každou aparaturu vypočteny poměry středních chyb v horizontálním směru služeb VRS sítě TopNET a Trimble vůči střední chybě v horizontálním směru služby VRS sítě CZEPOS – viz poměry v Tab. 5. Následně byly vypočteny průměrné poměry středních chyb v horizontálním směru služeb VRS sítě TopNET a Trimble vůči střední chybě služby VRS sítě CZEPOS, které jsou uvedeny na posledním řádku Tab. 5.

Z porovnání průměrných poměrů středních chyb v horizontálním směru vyplývá, že přesnost určení horizontální polohy je nejlepší ze služby VRS sítě CZEPOS, následovaná službou VRS sítě TopNET, jejíž přesnost je o 50 % horší a nejméně přesné je určení horizontální polohy službou VRS sítě Trimble VRS Now s přesností o 80 % horší.

5 Porovnání přesnosti určení výšky

Rozdíly polohy mezi testovacím měřením a výchozí polohou ve svislé složce (Nahoru) také sloužily k výpočtu střední chyby ve vertikálním směru. Dosažené výsledky jsou pro jednotlivé služby VRS sítě referenčních stanic a jednotlivé aparatury shrnuty v Tab. 6.

Tab. 6 Střední chyby ve vertikálním směru ze všech dobrých měření v milimetrech.

Aparatura	Střední chyba ve vertikálním směru			Poměry vůči CZEPOS	
	CZEPOS	TopNet	Trimble VRS Now	TopNet	Trimble VRS Now
Trimble SPS855	28	34	28	1,2	1,0
Trimble R580	16	23	24	1,4	1,5
Leica Viva GS14	11	16	24	1,4	2,2
Leica GS18	15	22	19	1,5	1,3
Topcon hiPer+	10	21	-	2,1	-
Sokkia GRX3	11	17	31	1,6	2,9
Emlid Reach RS3	22	33	41	1,5	1,9
Emlid Reach RX1	21	28	29	1,3	1,4
Nivel System Point 3	18	30	42	1,7	2,3
u-blox ZED F9P	22	22	32	1,0	1,5
Septentrio mosaic x5	23	32	26	1,4	1,1
Průměr poměrů ze všech aparatur				1,5	1,7

Pro porovnání středních chyb ve vertikálním směru dob inicializace mezi jednotlivými službami byly pro každou aparaturu vypočteny poměry středních chyb ve vertikálním směru služeb VRS sítě TopNET a Trimble vůči střední chybě ve vertikálním směru služby VRS sítě CZEPOS – viz poměry v Tab. 6. Následně byly vypočteny průměrné poměry středních chyb ve vertikálním směru služeb VRS sítě TopNET a Trimble vůči střední chybě služby VRS sítě CZEPOS, které jsou uvedeny na posledním řádku Tab. 6.

Z porovnání průměrných poměrů středních chyb ve vertikálním směru vyplývá podobný závěr jako v případě horizontálního směru – tedy, že přesnost určení vertikální polohy je nejlepší ze služby VRS sítě CZEPOS, následovaná službou VRS sítě TopNET, jejíž přesnost je o 50 % horší a nejméně přesné je určení vertikální polohy službou VRS sítě Trimble VRS Now s přesností o 70 % horší.

6 Závěr

Bylo realizováno testování určení prostorové polohy pomocí aplikace VRS (virtuálních referenčních stanic), které poskytují služby sítě referenčních stanic CZEPOS, TopNET a Trimble VRS Now. Testování bylo provedeno 11 GNSS aparaturami různých výrobců. Hodnocena byla jednak průměrná doba inicializace (tj. získání RTK řešení s celočíselnými ambiguitami), jednak střední chyba určení horizontální polohy a střední chyba určení vertikální polohy. Pro vzájemné porovnání jednotlivých služeb sítě CZEPOS, TopNET a Trimble VRS Now byly výsledky konkrétní GNSS aparatury vztaženy k aplikaci VRS sítě CZEPOS.

Bylo zjištěno, že průměrná doba inicializace služby VRS v síti CZEPOS byla nejdelší, doba inicializace služby v síti TopNET byla 80 % doby inicializace v síti CZEPOS a doba inicializace v síti Trimble VRS Now byla pouze 60 % doby inicializace v síti CZEPOS. Lze tedy konstatovat, že do sítě TopNET a Trimble VRS Now se aparatury inicializují rychleji než do sítě CZEPOS. Nejrychleji se aparatury inicializují do sítě Trimble VRS Now.

Z porovnání průměrných poměrů středních chyb v horizontálním, resp. ve vertikálním směru vyplývá, že přesnost určení horizontální, resp. vertikální polohy je nejlepší ze služby VRS sítě CZEPOS, následovaná službou VRS sítě TopNET, jejíž přesnost je o 50 % horší a nejméně přesné je určení vertikální polohy službou VRS sítě Trimble VRS Now s přesností o 80 % horší v případě horizontálního směru a o 70 % horší v případě vertikálního směru. Ve výsledcích je patrná závislost na vzdálenosti nejbližší referenční stanice příslušné sítě, i když by to nemělo mít při použití aplikace VRS významný vliv. V případě sítě CZEPOS je (viz Tab. 2) 30 m až 1,7 km, kdežto v případě sítě TopNET je nejbližší stanice 16 km a v případě sítě Trimble VRS Now je nejbližší stanice 30 km. Korelace vzdálenosti nejbližší referenční stanice s přesností určení polohy je tedy zjevná, což odpovídá i zjištění v [5].

S ohledem na to, že většina měření probíhá ve vzdálenostech 10 – 30 km od nejbližší referenční stanice, o přesnosti určení polohy vypovídají výsledky dosažené jednotlivými aparaturami při použití služeb sítě TopNET a Trimble VRS Now. Případů, kdy je rover měřiče blízko referenční stanice, jako je v případě testů se sítí CZEPOS, je v praxi méně jak 0,1 %. Pro hodnocení přesnosti měření jednotlivými aparaturami jsou proto použitelné výsledky z Tab. 5 a Tab. 6 pro síť TopNET a Trimble VRS Now.

Poděkování

Autor děkuje za umožnění přístupu ke korekcím sítě referenčních stanic CZEPOS Ing. Janu Řezníčkovi, Ph.D. ze Zeměměřického úřadu v Praze, ze sítě TopNET Ing. Zdeňku Láskovi z GB-geodezie, spol. s r.o. a ze sítě Trimble VRS Now Ing. Janě Walterové z Geotronics Praha, s.r.o. Autor také děkuje všem, kdo zapůjčili GNSS aparatury pro testy, tj. 3gon positioning, s.r.o., ČVUT v Praze, VÚGTK, v.v.i., Geotronics Praha, s.r.o. a GEFOS, a.s.

Literatura

- [1] RIZOS, C.: *Network RTK research and implementation - A geodetic perspective. Journal of Global Positioning Systems*, 2002; 1(2): 144-150

- [2] BROWN, N.; KEENAN, R.; RICHTER, B.; TROYER, L.: *Advances in ambiguity resolution for RTK applications using the new RTCM V3.0 master-auxiliary messages*. In: *Proceedings of ION GNSS 2005, Long Beach, CA*, 73-80
- [3] HU, G.R.; KHOO, H.S.; GOH, P.C.; LAW, C.L.: *Development and assessment of GPS virtual reference stations for RTK positioning*. *Journal of Geodesy*, 2003; 77, 5-6: 292-302, <https://doi.org/10.1007/s00190-003-0327-4>
- [4] BADESCU, R.; BADESCU, G.; STEFAN, O.; DIDULESCU, C.; BADEA, G.; BADEA, A.C.: *Positioning System GPS and RTK VRS type, using the Internet as a base, a network of multiple stations*. In: *International Conference on Mechanical, Industrial, and Manufacture Engineering, Melbourne, Australia, JAN 15-16, 2011*, p. 548-
- [5] RETSCHER, G.: *Accuracy Performance of Virtual Reference Station (VRS) Networks*. *Journal of Global Positioning Systems*, 2002; 1, 1: 40-47

Recenzováno: 22. 12. 2024