

Slovenská priestorová observačná služba sprístupnila korekcie v koncepte najbližšej referenčnej stanice

Ing. Karol Smolík,
Ing. Martin Ferianc,
Bc. Simona Butkovská,
Geodetický a kartografický ústav
Bratislava

Abstrakt

Slovenská priestorová observačná služba (SKPOS) od svojho spustenia do konca roka 2023 poskytovala služby výhradne metódou sieťového RTK v koncepte virtuálnej referenčnej stanice (VRS). Tento koncept kompenzuje nedostatok klasickej RTK metódy, kde presnosť klesá s narastajúcou vzdialenosťou rovera používateľa od referenčnej stanice. V čase uvedenia služby do prevádzky tvorilo infraštruktúru SKPOS iba 21 referenčných staníc, ktoré prijímali údaje z družicových systémov GPS a GLONASS, preto bolo vhodným rozhodnutím poskytovať služby iba v koncepte VRS. S pribúdajúcim počtom referenčných staníc a príchodom družicových systémov Galileo a BeiDou začalo byť generovanie sieťového riešenia v koncepte VRS čoraz náročnejšie a nie je možné generovať sieťové riešenie zo všetkých prijímaných družíc. Preto môže byť v súčasnosti vhodnejšie v blízkosti referenčných staníc využívať údaje priamo z najbližšej referenčnej stanice, s plným počtom družíc.

Slovak Real-Time Positioning Service started providing Corrections in the Nearest Reference Station Concept

Abstract

From its launch until the end of 2023, the Slovak Real-Time Positioning Service (SKPOS) provided services exclusively using the network RTK method in the virtual reference station concept (VRS). This concept compensates the lack of the classic RTK method, where the accuracy decreases with increasing distance from the reference station. At the time of launch of the SKPOS, the SKPOS infrastructure consisted of only 21 reference stations that received data from the GPS and GLONASS satellites. Therefore, it was an appropriate decision to provide services only in the VRS concept. With the increasing number of reference stations and with the launch of Galileo and BeiDou satellite systems, generating a network solution in the VRS concept has become more and more difficult. It is therefore impossible to generate a network solution from all received satellites. Hence, in localities close to the reference stations, it may currently be more appropriate to use data directly from the nearest reference station, with the full number of satellites.

Keywords: SKPOS, GNSS, RTK, nearest reference station

1. Úvod

Slovenská priestorová observačná služba (SKPOS) je referenčná služba na určovanie polohy objektov a javov pomocou globálnych navigačných družicových systémov na území Slovenska. Infraštruktúru SKPOS tvorí sieť rovnomerne rozložených referenčných staníc, národné servisné centrum a virtuálna privátna sieť. SKPOS sa za posledné roky stala najpoužívanejším nástrojom slovenských geodetov, ktorí potrebujú určiť súradnice v reálnom čase, alebo postprocesne v záväzných geodetických referenčných systémoch ETRS89 a S-JTSK. Najviac využívanou službou je SKPOS_CM, ktorá je určená pre používateľov vyžadujúcich centimetrovú presnosť v reálnom čase. Od spustenia SKPOS v roku 2006, boli v reálnom čase poskytované údaje výhradne v koncepte virtuálnej referenčnej stanice (VRS). S pribúdajúcim počtom referenčných staníc a príchodom družicových systémov Galileo a BeiDou začalo byť generovanie sieťového riešenia v koncepte VRS čoraz náročnejšie. Riadiaci softvér preto starostlivo vyberá družice, z ktorých generuje korekcie pre VRS. Preto môže byť v súčasnosti vhodnejšie v blízkosti referenčných staníc využívať údaje priamo z referenčnej stanice s plným počtom prijímaných družíc. Geodetický a kartografický ústav Bratislava (GKÚ), ako správca SKPOS, vykonal v priebehu rokov 2022 a 2023 množstvo testovacích meraní na overenie presnosti a prínosu konceptu najbližšej referenčnej stanice (NRS). Vý-

sledkom testov bolo rozhodnutie sprístupniť od 1. 1. 2024 koncept NRS pre všetkých používateľov. Cieľom článku je zhrnúť výsledky z testovacích meraní, informovať o výhodách a nevýhodách konceptu NRS a podať odporúčania, kedy je vhodné tento koncept využiť.

2. Metódy merania GNSS a koncept VRS

Kinematická metóda v reálnom čase je založená na okamžitom prenose údajov z referenčnej stanice do pohybujúceho sa prijímača. Ak sa využije sieť referenčných staníc a špeciálny softvér generujúci z údajov z referenčných staníc sieťové korekcie, hovoríme o metóde sieťového riešenia v reálnom čase.

2.1 Kinematická metóda v reálnom čase

Kinematická metóda v reálnom čase (RTK) vyžaduje prístrojové vybavenie pozostávajúce z jedného referenčného nepohybujúceho sa prijímača, označovaného aj ako báza a druhého pohybujúceho sa prijímača, označovaného aj ako rover. Oba prijímače musia simultánne uskutočňovať fázové merania na družice GNSS. Medzi prijímačmi musí fungovať neustále rádiové alebo internetové

spojenie, pomocou ktorého je zabezpečovaný prenos meraných dát z referenčného prijímača do pohybujúceho sa prijímača. Pohybujúci sa prijímač musí mať v sebe zabudovaný softvér na spracovanie fázových meraní, na základe ktorých je hneď po inicializácii schopný z prijatých a z vlastných meraní vytvárať diferencie a počítať relatívnu polohu vzhľadom na polohu referenčného prijímača. Presnosť RTK metódy klesá s narastajúcou vzdialenosťou pohybujúceho sa prijímača od referenčného. Vzhľadom na rozdielne rozloženie hmôt v atmosfére a odlišné podmienky medzi miestom referenčného a pohybujúceho sa prijímača je tak metóda spoľahlivá pri dĺžkach základnice do cca 20 kilometrov. Táto hodnota bola stanovená na základe empirických výsledkov meraní vykonaných správcom SKPOS [1].

2.2 Sieťové riešenie v reálnom čase

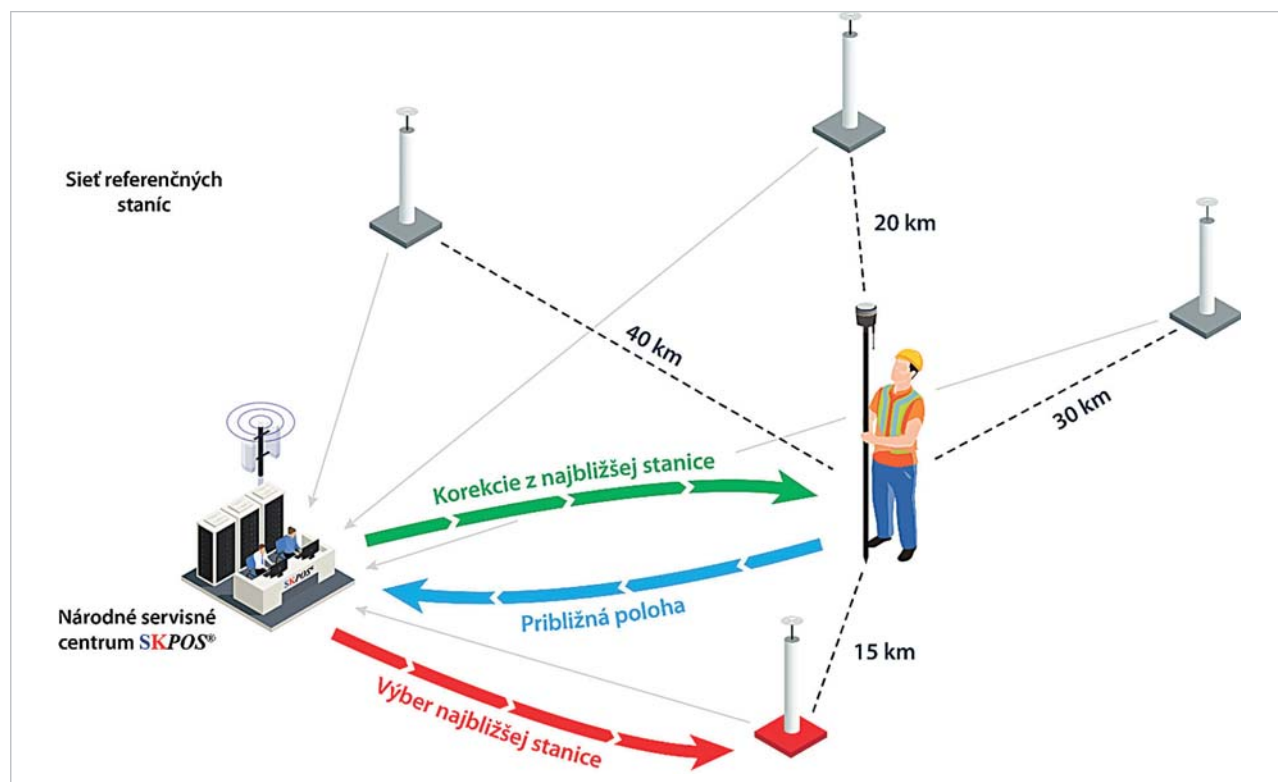
Sieťové riešenie v reálnom čase (RTN, z angl. Real-Time Network), označované tiež ako metóda sieťového RTK, kompenzuje nedostatok klasickej metódy RTK, kde presnosť klesá s narastajúcou vzdialenosťou pohybujúceho sa prijímača od referenčného. Metóda RTN využíva sieť referenčných staníc rozmiestnených po záujmovom území v odporúčanej vzdialenosti, ktoré v reálnom čase odosielajú svoje observácie do riadiaceho centra, kde sú spracovávané. Softvér v riadiacom centre zo spracovaných údajov pomocou pokročilých algoritmov generuje sieťové riešenie, ktoré je vysielané používateľom prostredníctvom internetu, a to slúži na výpočet diferencií, čiže relatívne určenie polohy rovera používateľa. Existuje niekoľko RTN konceptov, ako napríklad MAX, FKP, VRS, a i. Služba SKPOS poskytuje svojim používateľom sieťové korekcie v koncepte VRS [2].

2.2.1 Koncept virtuálnej referenčnej stanice

Koncept je založený na generovaní korekcií pre VRS, nachádzajúcu sa v blízkosti miesta pohybujúceho sa prijímača (len niekoľko metrov). Pohybujúci sa prijímač používa a interpretuje dáta z VRS rovnako, ako keby pochádzali z reálnej referenčnej stanice nachádzajúcej sa v jeho blízkosti. V praxi to prebieha tak, že rover používateľa, po úspešnej autorizácii, pošle prostredníctvom internetu svoju približnú polohu vo forme NMEA GGA správy do riadiaceho centra SKPOS. Softvér v riadiacom centre SKPOS akceptuje túto polohu ako lokalitu pre novú VRS, vypočíta korekcie pre túto VRS a odošle ich späť do rovera v štandarde RTCM alebo inom proprietárnom formáte. Akonáhle ich rover prijme, považuje ich za údaje z referenčnej stanice a spracovaním, ako pri metóde RTK, určí svoju polohu. Geodetický referenčný systém, rámec a epochu merania preberá z VRS, teda z nastavenia služby SKPOS [2].

3. Koncept najbližšej referenčnej stanice

Koncept NRS je založený na automatickom výbere najbližšej referenčnej stanice podľa polohy rovera. Rover posla svoju približnú polohu vo forme NMEA GGA správy do riadiaceho centra SKPOS prostredníctvom internetu rovnako ako pri koncepte VRS. Softvér v riadiacom centre SKPOS na základe tejto polohy automaticky identifikuje najbližšiu referenčnú stanicu SKPOS a odosiela korekcie priamo z tejto referenčnej stanice späť do rovera (obr. 1). Služba s konceptom NRS je od 1. 1. 2024 dostupná cez mountpoint s označením SKPOS_CM_NS_34_MSM7. Vzhľadom na rozdielne rozloženie hmôt v atmosfére a odlišné podmienky medzi miestom referenčného a pohybujúceho



Obr. 1 Princíp konceptu NRS

sa prijímača, je metóda odporúčaná na využívanie maximálne do vzdialenosti 20 km od referenčnej stanice. Kľúčové vlastnosti mountpointu SKPOS_CM_NS_34_MSM7 sú:

- sprístupnený od 1. 1. 2024,
- poskytuje korekcie v koncepte NRS,
- poskytuje korekcie vo formáte RTCM 3.4 MSM7,
- poskytuje korekcie pre družicové systémy GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou,
- objem prenesených korekčných údajov predstavuje približne 1,3 kB/s.

Výhody konceptu NRS:

- údaje sa odosiľajú zo všetkých družíc, ktoré prijíma najbližšia referenčná stanica,
- menšia náročnosť na výpočtový výkon riadiaceho softvéru, nakoľko odpadá nutnosť generovať VRS zložitými algoritmi,
- používateľ nemusí zo zoznamu vyberať konkrétnu referenčnú stanicu, pretože riadiaci softvér automaticky identifikuje najbližšiu referenčnú stanicu na základe používateľom zaslanej približnej polohy,
- správca SKPOS naďalej dostáva informácie o polohe a kvalite meraní, nakoľko nutnosťou je odosielanie týchto informácií vo forme NMEA GGA správy, rovnako ako pri koncepte VRS.

Nevýhody konceptu NRS:

- používateľ musí pozorne sledovať vzdialenosť rovera od najbližšej referenčnej stanice, z ktorej prijíma korekcie, nakoľko presnosť jeho merania klesá s narastajúcou vzdialenosťou od tejto stanice,
- koncept je spoľahlivý do vzdialenosti 20 km od referenčnej stanice,
- používateľ musí sledovať aj stav referenčných staníc, nakoľko v prípade výpadku najbližšej referenčnej stanice bude dostávať údaje zo vzdialenejšej, čo môže viesť k zhoršeniu presnosti práve z dôvodu väčšej vzdialenosti a odlišnosti podmienok.

3.1 Najčastejšie otázky pre koncept NRS

Kedy je vhodné využiť koncept NRS?

Ak vykonávam meria maximálne 20 km od referenčnej stanice a mám prístrojové vybavenie využívajúce všetky dostupné GNSS, alebo ak vykonávam meranie v ťažkých podmienkach (napr. mám významne zakrytý horizont) a chcem využiť čo najväčší počet družíc.

Nahradí koncept NRS pôvodné sieťové riešenie VRS?

Koncept NRS slúži ako doplnok k sieťovému riešeniu v koncepte VRS, keď potrebujeme dosiahnuť väčší počet družíc a nie je jeho náhradou.

Čo ak budem merať vo väčšej vzdialenosti ako 20 km od referenčnej stanice?

Pre odlišné podmienky v mieste merania a na referenčnej stanici, nemusia byť výsledky dostatočne presné a spoľahlivé, preto meranie vo vzdialenosti väčšej ako 20 km neodporúčame.

Ako zistím, či sa nachádzam do vzdialenosti 20 km od referenčnej stanice?

Pred meraním je potrebné si overiť vzdialenosť záujmovej lokality od referenčnej stanice v mapke alebo určiť vzdialenosť zo zoznamu zverejnených súradníc referenčných staníc.

Ako sa pripojím na koncept NRS?

V nastavení rovera je nutné zvoliť mountpoint SKPOS_CM_NS_34_MSM7. Pre jednotlivé značky roverov je potrebné nastavenie po zvolení mountpointu skonzultovať s konkrétnym predajcom zariadenia. Zvyšné nastavenia sú rovnaké ako pri ostatných službách SKPOS.

Je potrebné zakúpiť špeciálny kontrakt?

Koncept NRS je dostupný pre všetkých používateľov s platným kontraktom pre službu SKPOS_cm.

3.2 Test konceptu najbližšej referenčnej stanice

Pred spustením akejkoľvek novej služby GKÚ kladie vysoký dôraz na jej otestovanie a porovnanie so súčasnými službami. Za týmto účelom bolo v priebehu rokov 2022 a 2023 vykonaných niekoľko testov na porovnanie výsledkov konceptu NRS s doposiaľ používaným konceptom VRS. Boli vykonané dva druhy testov:

- meranie na bodoch Štátnej priestorovej siete,
- 24-hodinové meranie na bode s ideálnymi podmienkami.

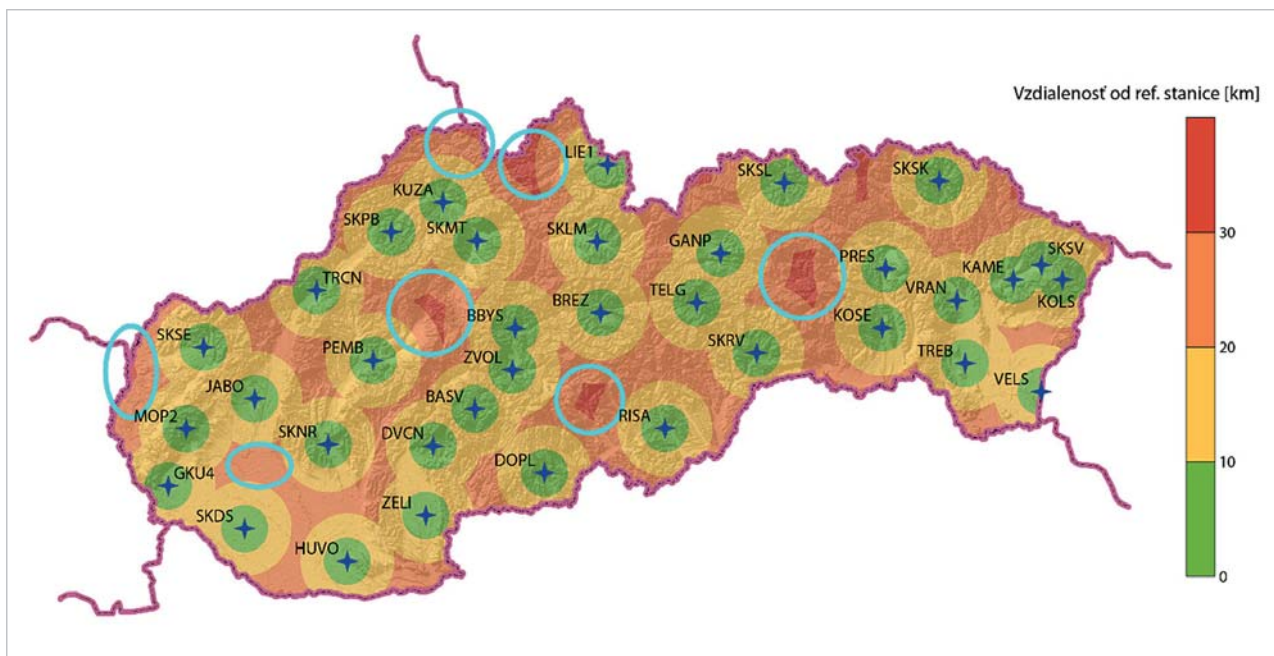
3.2.1 Koncept virtuálnej referenčnej stanice

Testovacie meranie bolo vykonané na bodoch Štátnej priestorovej siete (ŠPS) triedy C v rôznych častiach Slovenska. Body ŠPS triedy C tvoria geodetické body zriadené ako podbetónované hranoly s geodetickou značkou s jednoznačnou centráciou. Tieto body boli prevzaté najmä z bodov pôvodnej trigonometrickej alebo nivelačnej siete a boli následne upravené tak, aby spĺňali požadované charakteristiky stability. Referenčné súradnice bodov ŠPS triedy C boli určené statickou metódou GNSS s dĺžkou observácie minimálne 6 hodín. Presnosť ich referenčných súradníc je na úrovni 1-2 cm [3]. Viac o presnosti bodov ŠPS triedy C sa je možné dočítať v technickej správe [4]. Predpokladom testu bolo očakávanie, že s narastajúcou vzdialenosťou od referenčnej stanice bude pri koncepte NRS klesať presnosť merania. Testovacie merania boli preto situované najmä v oblastiach s najväčšou vzdialenosťou od referenčných staníc, t. j. do oblasti Záhoria, Oravy, Kysúc, Prievidze, Hriňovej, Spišských Vlachoch a Serede. Merania boli vykonané spolu na 38 bodoch ŠPS [5]. Vzdialenosť od referenčných staníc a lokalít, v ktorých bolo testovanie vykonané, sú znázornené na **obr. 2**.

Na každom bode ŠPS boli vykonané 2 merania v koncepte VRS a 2 merania v koncepte NRS. Merania boli vykonané s časovým odstupom 20 minút, ktorý predstavuje minimálne časové obdobie pre vykonanie opakovaných meraní stanovené Smernicou na vykonávanie meraní prostredníctvom SKPOS [1]. V oboch prípadoch sa prijímali korekcie vo formáte RTCM 3.2 MSM 7, ktoré obsahovali údaje z družicových systémov GPS, GLONASS, Galileo a BeiDou. Meranie bolo vykonávané za ideálnych, ale aj za veľmi náročných podmienok, napr. na bodoch so zakrytými spôsobenými vyššou vegetáciou (**obr. 3**).

Porovnanie výsledkov všetkých vykonaných testovacích meraní na bodoch ŠPS, získaných z konceptu VRS a konceptu NRS, sa nachádza v **tab. 1**.

Okrem porovnania kvalitatívnych parametrov meraní, bolo vykonané aj porovnanie vplyvu vzdialenosti od najbližšej referenčnej stanice na presnosť merania. Maximálna možná vzdialenosť polohy rovera na území Slovenska



Obr. 2 Vzďialenosť lokalít od referenčných staníc; modrou farbou sú znázornené lokality, kde boli vykonané testovacie merania (stav referenčných staníc k 1. 1. 2023)



Obr. 3 Ukážka merania v ideálnych (vľavo) a sťažených podmienkach (vpravo)

Tab. 1 Porovnanie kvalitatívnych parametrov všetkých uskutočnených testovacích meraní na bodoch ŠPS

	Virtuálna referenčná stanica	Najbližšia referenčná stanica
Inicializačný čas	13 s	11 s
Počet družíc	19	24
Priemerný PDOP	1,4	1,2
Priemerná horizontálna odchýlka	18 mm	21 mm
Priemerná vertikálna odchýlka	24 mm	29 mm
Maximálna horizontálna odchýlka	70 mm	110 mm
Maximálna vertikálna odchýlka	85 mm	166 mm

Poznámka: Parametre sú ovplyvnené faktom, že merania prebiehali aj za sťažených podmienok (zákryty spôsobené vegetáciou).

Tab. 2 Priemerné a maximálne hodnoty odchýlok od referenčnej polohy bodov ŠPS v závislosti od vzdialenosti od stanice

Vzdialenosť od referenčnej stanice	Horizontálna odchýlka		Vertikálna odchýlka	
	Priemerná hodnota	Maximálna hodnota	Priemerná hodnota	Maximálna hodnota
0 – 10 km	19 mm	33 mm	7 mm	11 mm
10 – 20 km	23 mm	59 mm	15 mm	40 mm
20 a viac km	18 mm	110 mm	29 mm	166 mm

od referenčnej stanice je v sieti SKPOS 37 km. So zámerom otestovať extrémny prípad bol pre tento účel simulovaný výpadok niekoľkých staníc, aby sa maximálna možná vzdialenosť zväčšila až na 60 km [6]. V **tab. 2** sú uvedené horizontálne a vertikálne odchýlky od referenčných súradníc bodov ŠPS pri využití konceptu NRS zoskupené podľa vzdialenosti od referenčnej stanice.

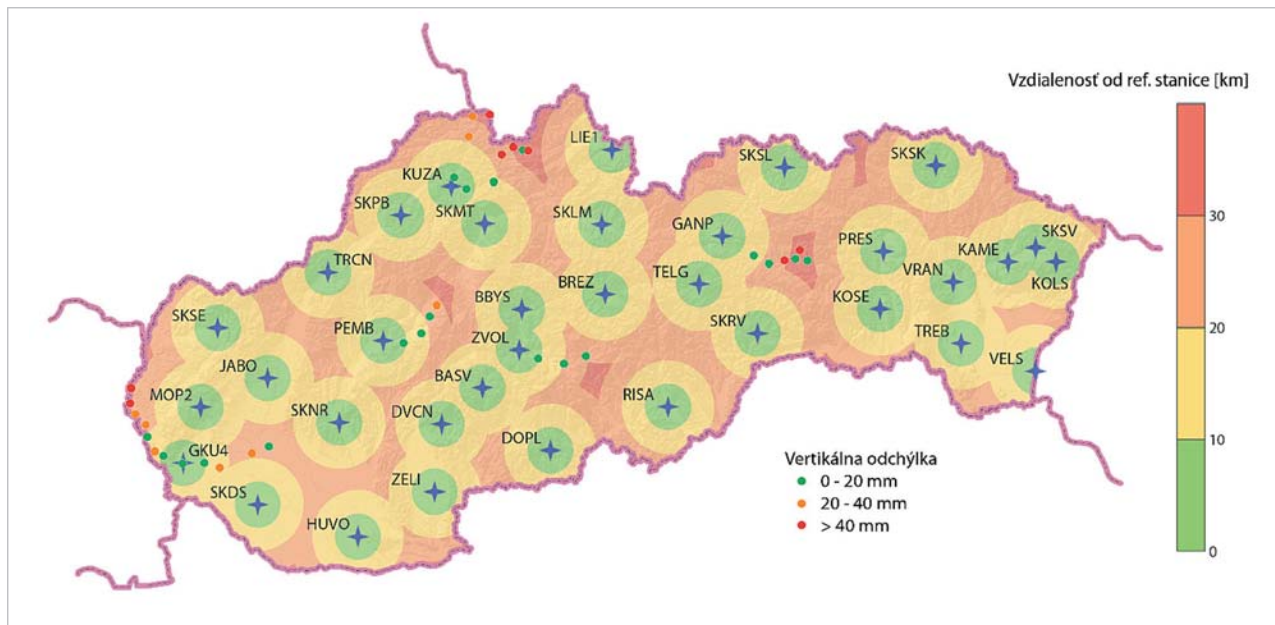
Z **tab. 2** je zjavné, že s narastajúcou vzdialenosťou od referenčnej stanice sa prejavil aj nárast odchýlok vo vertikálnej zložke, čo je možné aj graficky vidieť na **obr. 4**.

Z **tab. 2** a **obr. 4** vyplýva, že koncept NRS je vhodné používať ako doplnok ku konceptu VRS pre merania, ktoré sa nachádzajú maximálne do 20 km od najbližšej referenčnej stanice. Lokality vhodné na využitie konceptu NRS, t. j. lokality vzdialené do 20 km od referenčných staníc sú znázornené na **obr. 5**. Aktualizovaná mapa lokalít vhodných na využitie konceptu NRS bude vždy voľne dostupná aj na webovej stránke služby SKPOS [7].

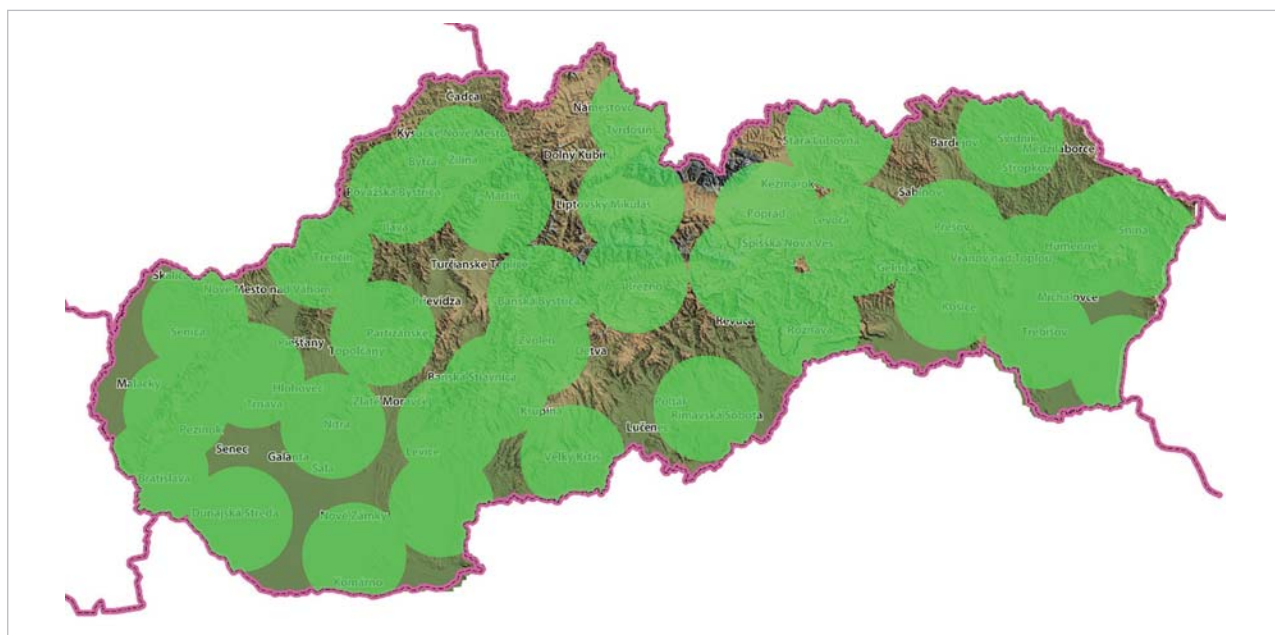
3.2.2 24-hodinové meranie na bode s ideálnymi podmienkami

Test bol zameraný na porovnanie kvalitatívnych parametrov počas kontinuálneho 24-hodinového RTK merania s využitím konceptu VRS a konceptu NRS. Test pozostával z umiestnenia identických prijímačov na dve stanoviská vzdialené od seba približne 2 metre v ideálnych podmienkach. Jeden rover prijímal korekcie v koncepte VRS (mountpoint SKPOS_CM_32_MSM7) a druhý rover prijímal korekcie v koncepte NRS (mountpoint SKPOS_CM_NS_34_MSM7). Na **obr. 6 vľavo** sa nachádza graf znázorňujúci počet fixovaných družíc v koncepte VRS a vpravo sa nachádza graf znázorňujúci počet fixovaných družíc v koncepte NRS. Na **obr. 7** je znázornené vzájomné porovnanie celkového počtu družíc. Pri použití konceptu NRS bolo počas 24-hodinového merania dosiahnuté v priemere o 8 družíc viac ako pri použití konceptu VRS. Maximálny počet prijímaných družíc v jednom okamihu dosiahol pri koncepte NRS hodnotu 39 družíc a pri koncepte VRS hodnotu 29 družíc.

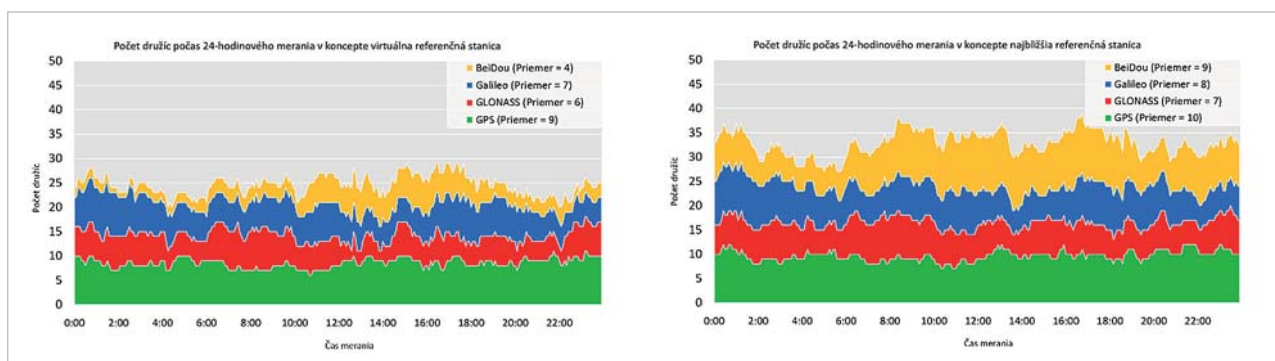
Zvýšený počet družíc pri využití konceptu NRS je spôsobený dvoma faktormi. Prvým faktorom je, že riadiaci softvér SKPOS starostlivo vyberá družice, z ktorých generuje údaje pre VRS. Algoritmus pracuje tak, že ak sa v rovnakom mieste na oblohe nachádzajú dve družice blízko seba, riadiaci softvér odosiela korekcie iba pre jednu družicu s kvalitnejšími signálmi. Vo väčšine prípadov sa tak



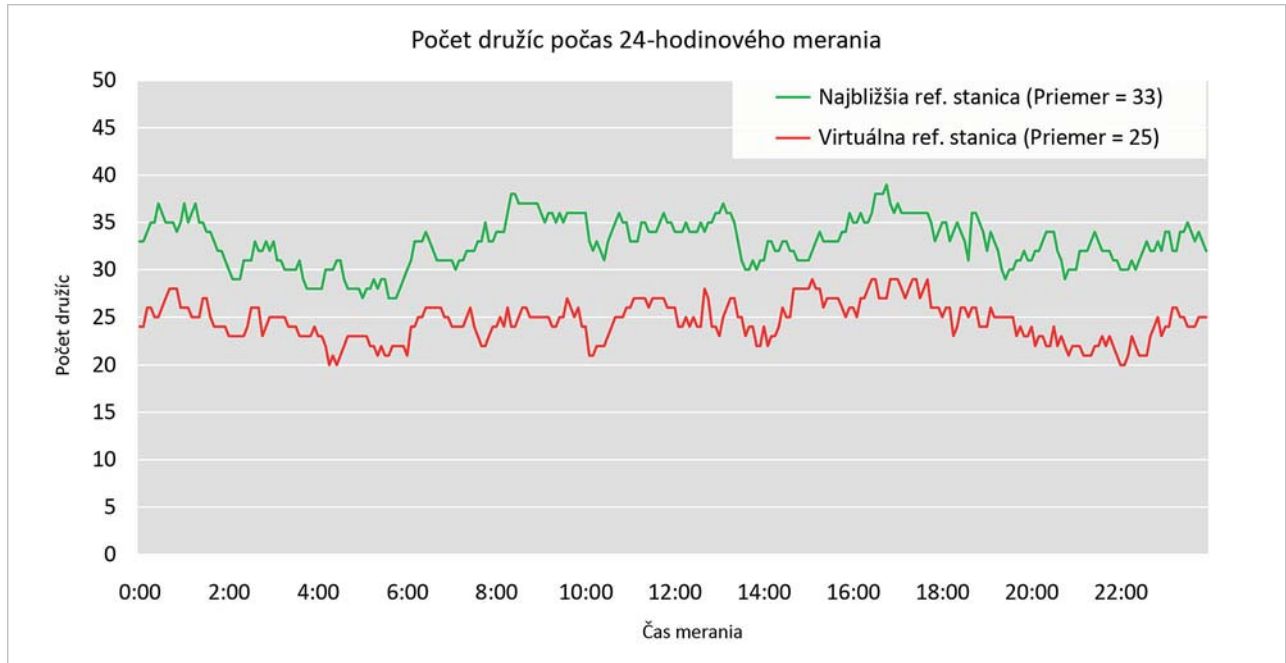
Obr. 4 Odchýlky od referenčných súradníc vo vertikálnej zložke



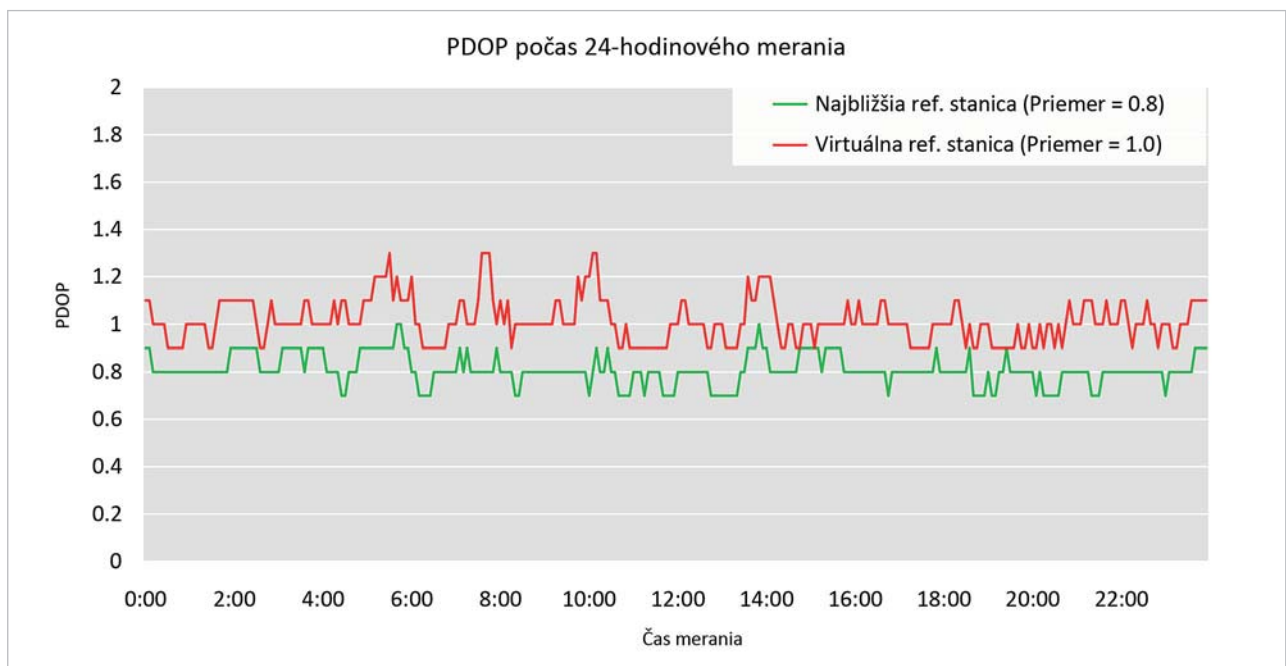
Obr. 5 Lokality vzdialené do 20 km od referenčných staníc (stav referenčných staníc k 1. 1. 2024)



Obr. 6 Počet družíc v koncepte VRS (vľavo) a v koncepte NRS (vpravo)



Obr. 7 Porovnanie počtu družíc jednotlivými konceptami



Obr. 8 Porovnanie faktorov zníženia presnosti PDOP

deje u nízko letiacich družíc. Tento faktor spôsobí, že v koncepte VRS sa odosiela o 0 až 3 družice menej ako pri koncepte NRS. Druhým faktorom spôsobujúcim nižší počet vysielaných družíc je, že v koncepte VRS sú vysielané korekcie iba pre družice BeiDou I. a II. generácie. Oproti tomu v koncepte NRS sú odosielené aj údaje z družíc BeiDou III. generácie. Odosielanie údajov z BeiDou družíc III. generácie spôsobí pri koncepte NRS nárast o 4 až 10 družíc. Po dokončení výmeny prijímačov na referenčných staniciach SKPOS v priebehu roka 2024, bude spustené odosielanie

družíc BeiDou III. generácie aj v koncepte VRS. Po tejto výmene bude rozdiel v počte družíc medzi konceptami NRS a VRS minimálny.

Ďalším kvalitatívnym parametrom vyjadrujúcim kvalitu GNSS merania je faktor zníženia priestorovej polohy (PDOP). PDOP predstavuje numerickú charakteristiku kvality konfigurácie družíc v okamihu merania. Platí, že čím je menšia hodnota faktora PDOP, tým je lepšie rozmiestnenie družíc a tým možno očakávať kvalitnejšie výsledky merania. Na obr. 8 sú zobrazené výsledky dosiahnutých hodnôt PDOP počas

24-hodinového testovacieho merania. Z **obr. 8** je zrejme, že hodnoty PDOP sú v priemere o 0,2 nižšie pri využití konceptu NRS ako pri využití konceptu VRS, čo je pravdepodobne spôsobené vyšším počtom použitých družíc.

4. Záver

Hlavným cieľom príspevku bolo porovnať kvalitatívne charakteristiky nového konceptu NRS s doposiaľ jediným používaným konceptom VRS v službe SKPOS. Za týmto účelom bolo vykonaných niekoľko testov. Vykonaný test konceptu NRS na bodoch ŠPS preukázal zvýšenie počtu použitých družíc o 5 družíc, zníženie inicializačného času o 2 sekundy a zníženie hodnoty parametra PDOP o 0,2. Testovanie taktiež preukázalo, že ak je meranie vykonané vo vzdialenosti menšej ako 20 km od najbližšej referenčnej stanice, výsledky sú prakticky identické s výsledkami dosiahnutými s využitím konceptu VRS. Pri väčšej vzdialenosti ako 20 km dosahujú výsledky pri použití konceptu NRS v priemere uspokojivé hodnoty, avšak vo väčšej miere sa v nich vyskytujú odľahlé hodnoty, vid' maximálne hodnoty v **tab. 2**. Z vykonaného testovania preto vyplýva, že koncept NRS je vhodné používať ako doplnok k používanému konceptu VRS pre merania, ktoré sa nachádzajú do 20 km od referenčnej stanice. Meraním v koncepte NRS získame viac družíc, a preto môže byť výhodné využívať tento koncept práve na merania v ťažších podmienkach, s výrazným zákrytom horizontu. Na základe výsledkov z vykonaných testov, správca SKPOS sprístupnil od 1. 1. 2024 koncept NRS pre všetkých používateľov služby.

LITERATÚRA:

- [1] Smernica na vykonávanie geodetických meraní prostredníctvom Slovenskej priestorovej observačnej služby. 2016. Bratislava. Úrad geodézie kartografie a katastra Slovenskej republiky. ISBN 978-80-89831-03-6.
- [2] Webová stránka Slovenskej priestorovej observačnej služby, sekcia O SKPOS [online]. [cit. 4. január 2024]. Geodetický a kartografický ústav Bratislava. Dostupné na: <https://skpos.gku.sk/o-skpos.php>.
- [3] Technická správa: Štátna priestorová sieť – výpočet súradníc a charakteristik presnosti bodov Štátnej priestorovej siete v systéme ETRS89 a referenčnom rámci ETRF2000, 2011, Geodetický a kartografický ústav Bratislava.
- [4] Technická správa: Analýza meraní bodov ŠPS triedy „C“ metódou RTK, 2012, Geodetický a kartografický ústav Bratislava.
- [5] SMOLÍK, K.–FERIANC, M.–BUTKOVSKÁ, S.: Test RTK merania na najbližšiu referenčnú stanicu v službe SKPOS. Družicové metódy v geodézii a katastru, Vysoké učení technické v Brne, Fakulta stavební, 25. ročník, 2023, s. 40-45, ISBN 978-80-86433-81-3.
- [6] BUTKOVSKÁ, S.: Testování služeb SKPOS, Bakalárska práca, Vysoké učení technické v Brne, Fakulta stavební, 2023, 45 s.
- [7] Webová stránka Slovenskej priestorovej observačnej služby, sekcia Koncept najbližšej referenčnej stanice [online]. [cit. 4. január 2024]. Geodetický a kartografický ústav Bratislava. Dostupné na: https://skpos.gku.sk/najblizsia_stanica.php.

Do redakcie došlo: 29. 1. 2024

Lektoroval:
Ing. Jan Řezníček, Ph.D.,
Zeměměřický úřad