ÚRAD GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A KATASTRA SLOVENSKEJ REPUBLIKY

O-84.11.13.31.12.00-16

S M E R N I C A

NA VYKONÁVANIE GEODETICKÝCH MERANÍ PROSTREDNÍCTVOM SLOVENSKEJ PRIESTOROVEJ OBSERVAČNEJ SLUŽBY

BRATISLAVA 2016

Spracoval: Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky
Geodetický a kartografický ústav Bratislava

Schválil: Predsedníčka Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky
Ing. Mária Frindrichová dňa 25.októbra 2016 číslo SM_UGKK SR_26/2016

Vydal: Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky

OBSAH strana

PRVÁ ČASŤ ZÁKLADNÉ USTANOVENIA 7
§ 1 Účel smernice 7
§ 2 Základné pojmy 7

DRUHÁ ČASŤ SLOVENSKÁ PRIESTOROVÁ OBSERVAČNÁ SLUŽBA A METÓDY MERANIA GNSS 8
§ 3 Slovenská priestorová observačná služba 8
§ 4 Metódy merania GNSS 10

TRETIA ČASŤ PRÍPRAVA, POSTUP A PRAKTICKÉ ODPORÚČANIA NA VYKONÁVANIE MERANÍ PROSTREDNÍCTVOM SKPOS 13
§ 5 Praktická príprava pred meraním prostredníctvom SKPOS 13
§ 6 Príprava, postup a praktické odporúčania na vykonávanie kinematických meraní prostredníctvom SKPOS 15
§ 7 Príprava, postup a praktické odporúčania na vykonávanie statických meraní prostredníctvom SKPOS 19
§ 8 Spracovanie observácií získaných statickými metódami prostredníctvom SKPOS 22
§ 9 Transformácia súradníc získaných spracovaním observácií určených statickými metódami prostredníctvom SKPOS 23

ŠTVRTÁ ČASŤ ZÁVEREČNÉ USTANOVENIA 24
§ 10 Zásady použitia smernice 24
§ 11 Účinnosť 25

ZÁZNAM O NOVELÁCH *)

Poradové číslo dodatku	Schválený číslom zo dňa	Účinnosť od	Opravil	Poznámky / Zmeny
Dodatok č. 1 P-5533/2017	30.5.2017	9.6.2017	ÚGKK	§ 6 ods. (2) písm. d) bod. 2 § 9 ods. (1) písm. a) bod. 2

*) Za opravenie predpisu podľa dodatku a za vykonanie zápisu v „Zázname o novelách“ zodpovedá používateľ tohto výtlačku

ZOZNAM PRÍLOH

1 Súradnicové referenčné systémy a ich realizácie podporované v prostredí SKPOS a Rezortnej transformačnej služby

2 Prehľad vlastností služieb a produktov SKPOS

3 Kontrolný zoznam pre vykonávanie geodetických meraní prostredníctvom SKPOS

Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky (ďalej len „úrad“) podľa Smernice Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky o príprave, zverejňovaní a evidencii interných normatívnych predpisov ustanovuje:

PRVÁ ČASŤ
ZÁKLADNÉ USTANOVENIA

§ 1
Účel smernice

Účelom smernice je definovanie jednotného postupu na vykonávanie geodetických meraní prostredníctvom Slovenskej priestorovej observačnej služby SKPOS[1)] (ďalej len „SKPOS“) pri určovaní polohy objektov s využitím globálnych navigačných družicových systémov (ďalej len „GNSS“) vo vybraných geodetických a kartografických činnostiach,[2)]) a zvýšenie kvality a profesionálnej úrovne geodetických meraní vykonávaných prostredníctvom SKPOS.

§ 2
Základné pojmy

(1) GNSS je spoločný termín na označenie satelitných systémov umožňujúcich určovať presný čas, priestorovú polohu a rýchlosť v ľubovoľnom čase a na ľubovoľnom mieste na Zemi a v jej blízkom okolí.

(2) Metóda RTK - Real Time Kinematic - je kinematická metóda merania pomocou GNSS v reálnom čase, ktorá vyžaduje referenčnú stanicu a rover, medzi ktorými musí existovať komunikačný kanál na prenos meraných údajov.

(3) Metóda RTN - Real Time Network - je kinematická metóda merania pomocou GNSS v reálnom čase, ktorá vyžaduje sieť permanentných referenčných staníc a rover, medzi ktorými je na prenos meraných údajov použitá sieť internet.

(4) Metóda DGNSS - Differential GNSS - je metóda merania, ktorá využíva referenčnú stanicu alebo sieť referenčných staníc na určenie diferenciálnych korekcií za účelom spresnenia kódových meraní pri určovaní absolútnej polohy bodov pomocou GNSS.

(5) Statická metóda je presná geodetická metóda, pri ktorej sa anténa prijímača počas merania vzhľadom k zemskému povrchu nepohybuje.

(6) Rover je pohybujúci sa prijímač určený na prácu v teréne kinematickou metódou merania, umožňujúci príjem signálov z družíc GNSS a referenčnej stanice, alebo siete permanentných referenčných staníc, vzhľadom ku ktorej alebo ku ktorým umožňuje zaznamenať alebo vypočítať svoju relatívnu polohu.

(7) Referenčná stanica je prijímač slúžiaci na zber signálov z družíc GNSS prostredníctvom antény umiestnenej na bode so známymi súradnicami použitý na výpočet korekcií, ktoré vysiela prostredníctvom internetového alebo rádiového spojenia používateľom vybaveným roverom.

(8) Permanentná referenčná stanica je nepretržite observujúca referenčná stanica.

[1)] § 2 ods. 2 zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov a

(9) Postprocesing je následné spracovanie fázových a kódových meraní GNSS špecializovaným softvérom.

(10) Rezortná transformačná služba zabezpečuje autorizovanú transformáciu medzi súradnicovými systémami ETRS89, S-JTSK, Bpv a EVRS, ich záväznými realizáciami a v prípade systému ETRS89 aj konverziu medzi jeho zobrazeniami v zmysle smernice INSPIRE. Výsledky transformácie získanej v prostredí Rezortnej transformačnej služby sú záväzné na konverziu súradníc medzi realizáciou JTSK03 a JTSK na úrovni geodetických základov.

(11) Prevodová interpolačná tabuľka, obsahujúca rozdiely medzi realizáciami JTSK03 a JTSK v rovine realizácie JTSK03 s krokom 1×1 km v textovom tvare, predstavuje produkt Rezortnej transformačnej služby spracovaný na zjednodušenie implementácie transformácie medzi realizáciami JTSK03 a JTSK do prostredia prijímačov a softvérov GNSS. Prevodová interpolačná tabuľka je voľne dostupná. Rozsah Prevodovej interpolačnej tabuľky presahuje územie Slovenskej republiky z dôvodu, aby bolo možné po jej implementácii vykonávať aj transformáciu súradníc z pohraničných pásiem.

(12) Digitálny výškový referenčný model (ďalej len „DVRM05“) je určený na transformáciu elipsoidických výšok určených pomocou GNSS v súradnicovom referenčnom systéme ETRS89 do systému normálnych výšok podľa Molodenského v systéme Bpv. Transformácia ETRS89-h ↔ Bpv využívajúca model DVRM05 je dostupná aj online prostredníctvom Rezortnej transformačnej služby. Od 1. marca 2015 je model DVRM05 voľne dostupný aj pre verejnosť vo viacerých formátoch pre rôzne typy geodetických prijímačov a softvérov GNSS.

DRUHÁ ČASŤ
SLOVENSKÁ PRIESTOROVÁ OBSERVAČNÁ SLUŽBA A METÓDY MERANIA GNSS

§ 3
Slovenská priestorová observačná služba

(1) SKPOS je multifunkčný nástroj na presné určovanie polohy objektov a javov pomocou GNSS, ktorého zriaďovateľom je úrad[3)].

(2) Služba umožňuje používateľom pracovať on-line metódou RTN alebo následne v záväzných geodetických referenčných systémoch ETRS89 a S-JTSK (v realizácii JTSK03).

(3) SKPOS poskytuje korekcie primárne v záväznom geodetickom referenčnom systéme ETRS89. Súradnice ETRS89 sa vyjadrujú buď v pravouhlých karteziánskych súradniciach (X, Y, Z) alebo v elipsoidických súradniciach (ϕ, λ, h). Elipsoidické súradnice (ϕ, λ, h) sa vzťahujú na referenčný elipsoid GRS80. V prípade práce v realizácii JTSK je odporúčaná transformácia súradníc použitím voľne prístupnej Rezortnej transformačnej služby alebo softvérom podporujúcim konverziu súradníc na základe zverejnenej prevodovej interpolačnej tabuľky JTSK03 ↔ JTSK.

(4) SKPOS je používateľom k dispozícii nepretržite s 99% úrovňou dostupnosti za rok.

[3)] § 3 ods. (2) a § 4 vyhlášky č. 300/2009 Z. z.

(5) Infraštruktúru SKPOS tvorí sieť referenčných staníc, národné servisné centrum a virtuálna privátna sieť.

(6) Sieť permanentných referenčných staníc

a) sieť pozostáva zo siete staníc situovaných na území Slovenskej republiky, ako aj z permanentných referenčných staníc situovaných v priľahlom zahraničí na základe dohody o výmene údajov zo zahraničných staníc s okolitými správcami národných služieb,

b) geodetické body, na ktorých sú umiestnené antény prijímačov SKPOS tvoria sieť bodov permanentných referenčných staníc GNSS, z ktorých podstatná časť tvorí najvyššiu triedu bodov geodetických základov, t. j. A triedu bodov Štátnej priestorovej siete,

c) polohy súradníc permanentných referenčných staníc SKPOS sú počítané vedeckým softvérom spracovávajúcim observácie GNSS a permanentné referenčné stanice situované na území Slovenskej republiky sú výškovo pripojené na body Štátnej nivelačnej siete,

d) väčšina antén permanentných referenčných staníc SKPOS má určené presné parametre polohy a variácie fázového centra individuálnou absolútnou robotickou kalibráciou. Na anténach, ktoré takúto kalibráciu nemajú, sa pri výpočtoch používajú hodnoty tzv. typových absolútnych kalibrácií.

(7) Národné servisné centrum SKPOS

a) zabezpečuje všetky činnosti spojené s jej rutinnou prevádzkou a rozvojom, t. j. zabezpečuje správu referenčných staníc a ich monitorovanie, zhromažďovanie a zálohovanie údajov, sledovanie chodu riadiaceho softvéru zabezpečujúceho generovanie korekcií pre jednotlivé služby, registráciu používateľov a kontakt s nimi a monitorovanie kvality poskytovaných služieb,

b) je vybavené riadiacim softvérom, ktorý spravuje namerané družicové observácie zo siete permanentných referenčných staníc a zároveň generuje tzv. sieťové korekcie pre používateľov využívajúcich službu v reálnom čase a údaje slúžiace na následné spracovanie pre používateľov vybavených postprocesingovým softvérom,

c) zabezpečuje analýzy údajov získaných a ukladaných riadiacim softvérom služby a tvorbu a správu aplikácií využívajúcich údaje zo služby,

d) spolupracuje s partnerskými zahraničnými polohovými službami a ďalšími medzinárodnými organizáciami.

(8) Virtuálna privátna sieť zabezpečuje prenos údajov z permanentných referenčných staníc do Národného servisného centra.

(9) SKPOS je pre používateľov k dispozícii v portfóliu troch základných služieb: SKPOS_dm, SKPOS_cm a SKPOS_mm. Jednotlivé služby sa od seba líšia presnosťou a formátom poskytovaných údajov (príloha č. 2).

(10) Služba SKPOS_dm

a) poskytuje pre používateľov diferenciálne korekcie pre kódové merania (pre metódu DGNSS) v reálnom čase v koncepte virtuálnej referenčnej stanice (ďalej len „VRS“) vo formátoch RTCM 2.1 a RTCM 2.3,

b) vyžaduje na používanie minimálne jednoduchý prijímač GNSS umožňujúci vykonávať iba kódové merania, ktorý je schopný prijímať diferenciálne korekcie v reálnom čase,

c) umožňuje dosiahnuť presnosť na úrovni decimetrov v závislosti od podmienok merania,

d) uplatnenie má najmä v doprave, v navigácii vozidiel a v rôznych oblastiach geografických informačných systémov.

(11) Služba SKPOS_cm

a) poskytuje korekcie pre fázové merania metódou RTN v reálnom čase v koncepte VRS vo formátoch RTCM 2.3, RTCM 3.x, CMRx a CMR+,

b) vyžaduje dvojfrekvenčný prijímač GNSS schopný prijímať a spracovávať korekcie sieťového riešenia v reálnom čase,

c) umožňuje dosiahnuť presnosť na úrovni 2 – 4 cm, v závislosti od podmienok merania,

d) uplatnenie má najmä v geodézii, pri prácach v katastri nehnuteľností, pri mapovaní, pri presnom poľnohospodárstve alebo pri navigácii mechanizmov.

(12) Služba SKPOS_mm

a) poskytuje dáta pre následné (postprocesingové) spracovanie fázových a kódových meraní pre zvolenú polohu a časový interval v koncepte VRS alebo dáta priamo z permanentnej referenčnej stanice SKPOS pre zadaný časový interval v štandardnom formáte RINEX 2.x, RINEX 3.x alebo v proprietárnom formáte výrobcu riadiaceho softvéru služby prostredníctvom *online obchodu* (platí len pre registrovaných používateľov) po prihlásení sa cez webový portál SKPOS,

b) umožňuje dosiahnuť presnosť v závislosti od spracovania na úrovni mm až cm.

(13) Kontrola kvality a dostupnosti SKPOS je vykonávaná národným servisným centrom služby formou jej nepretržitého monitorovania prostredníctvom riadiaceho softvéru, spracovateľských softvérov alebo rôznych aplikácií. Monitoring SKPOS je vykonávaný na štyroch úrovniach:

a) nepretržité sledovanie a monitorovanie integrity siete a jej jednotlivých súčastí, pod čo spadá monitoring polôh permanentných referenčných staníc, kontrola kvality observačných dát, monitoring stavu ionosféry, monitoring stavu troposféry a predikcia geometrických chýb,

b) nepretržité monitorovanie kvality poskytovaného sieťového riešenia,

c) nepretržité monitorovanie dostupnosti služby, toku poskytovaných korekcií, ich oneskorení a obsahu jednotlivých korekčných údajov,

d) vykresľovanie a analyzovanie časových radov lokálnych horizontálnych súradníc permanentných referenčných staníc SKPOS, získaných spracovaním observácií GNSS špeciálnym softvérom a ich transformáciou, s cieľom získať skutočný náhľad na ich správanie.

§ 4
Metódy merania GNSS

(1) Metóda RTK

a) vyžaduje prístrojové vybavenie pozostávajúce z jedného referenčného nepohybujúceho sa prijímača označovaného aj ako báza a druhého pohybujúceho sa prijímača označovaného aj ako rover,

b) oba prijímače (báza aj rover) musia simultánne uskutočňovať fázové merania na družice GNSS a medzi prijímačmi musí fungovať neustále rádiové alebo internetové spojenie, pomocou ktorého je zabezpečovaný prenos meraných dát z referenčného prijímača do rovera,

c) rover 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,

d) vzhľadom na rozdielne rozloženie hmôt v atmosfére a odlišné podmienky medzi miestom referenčného prijímača a rovera klesá presnosť metódy RTK s narastajúcou vzdialenosťou; metóda je spoľahlivá najmä pri dĺžkach základnice do cca 20 kilometrov,

(2) Metóda RTN

a) na kompenzovanie nedostatku metódy RTK bola vyvinutá metóda RTN.

b) využíva sieť referenčných staníc rozmiestnených v záujmovom území v odporúčanej vzdialenosti, ktoré v reálnom čase odosielajú svoje observácie do riadiaceho centra, kde sú spracovávané,

c) softvér v riadiacom centre z nameraných 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,

d) rover používateľa musí mať v sebe zabudovaný softvér na spracovanie fázových meraní, na základe ktorých je hneď po inicializácii schopný z prijatých korekcií a z vlastných meraní vytvárať diferencie a počítať relatívnu polohu vzhľadom na geodetický referenčný systém siete referenčných staníc,

e) SKPOS poskytuje svojim používateľom pre metódu RTN korekcie výlučne v koncepte VRS,

f) koncept VRS je založený na generovaní korekcií pre virtuálnu (fiktívnu) referenčnú stanicu, nachádzajúcu sa v blízkosti miesta rovera (len niekoľko metrov),

g) princíp metódy RTN pri koncepte VRS pri použití SKPOS je nasledovný: rover používateľa po úspešnej autorizácii do služby pošle svoju približnú polohu vo forme NMEA GGA správy do riadiaceho centra SKPOS prostredníctvom internetu; 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,

h) geodetický referenčný systém, rámec a epochu merania preberá rover z VRS, t. j. z nastavenia služby SKPOS,

i) metóda umožňuje dosiahnuť presnosť na úrovni 2 až 4 centimetrov v závislosti od podmienok merania,

j) pre využívanie metódy pri použití SKPOS je potrebné mať zakúpenú službu SKPOS_cm.

(3) Metóda DGNSS

a) je metóda podobná metóde RTK, resp. RTN s rozdielom, že rover používateľa má v sebe zabudovaný softvér na spracovanie kódových, nie fázových meraní, ktorý je schopný prijímať diferenciálne korekcie poskytované riadiacim softvérom služby SKPOS v reálnom čase a umožňuje počítať spresnenú absolútnu (nie relatívnu) polohu pomocou GNSS,

b) metóda umožňuje dosiahnuť presnosť na úrovni decimetrov, v závislosti od podmienok merania,

c) pre využívanie metódy pri použití SKPOS je potrebné mať zakúpenú službu SKPOS_dm.

(4) Statická metóda

a) je presná geodetická metóda využívajúca fázové merania GNSS, ktorá dovoľuje určiť základnice od niekoľko metrov až po niekoľko sto kilometrov, v krajnom prípade až tisíc kilometrov,

b) vyžaduje prístrojové vybavenie pozostávajúce z dvojice prijímačov, z ktorých jeden je na známom bode a druhý na určovanom; v prípade služby SKPOS predstavuje prijímač na známom bode jednu z permanentných referenčných staníc SKPOS alebo ľubovoľný bod z územia Slovenskej republiky, pre ktorý sú interpolované observácie GNSS riadiacim softvérom SKPOS vo forme Virtuálnej referenčnej stanice,

c) nutnou podmienkou úspešného spracovania je, že oba prijímače musia simultánne uskutočňovať fázové merania na minimálne 4 rovnaké družice GNSS,

d) dĺžka observácie je spravidla 60 minút, ale pri rýchlej statickej metóde môže byť aj kratšia (napr. 10 min) v závislosti od faktorov, akými sú dĺžka základnice, počet simultánne meraných družíc a geometrická konfigurácia družíc,

e) merania z dvojice prijímačov sa spracovávajú komerčným alebo vedeckým postprocesingovým softvérom a výsledkom je relatívna poloha určovaného bodu vzhľadom na polohu referenčného prijímača,

f) metóda umožňuje dosiahnuť presnosť na úrovni cm až mm, pre dlhšie základnice (nad 100 km) aj vyššiu, pričom presnosť závisí najmä od dĺžky základnice, dĺžky observácie, počtu simultánne meraných družíc a ich geometrickej konfigurácie,

g) na využívanie metódy pri použití SKPOS je potrebné mať zakúpenú službu SKPOS_mm alebo SKPOS_cm, v rámci ktorej je k dispozícii definovaný objem počet hodín určených na sťahovanie údajov pre postprocesing.

(5) Metóda PPK – kinematická metóda s následným spracovaním

a) geodetická metóda využívajúca fázové merania GNSS, ktorá dokáže nahradiť metódu RTK, resp. RTN v prípadoch, kedy sú korekcie šírené internetom v reálnom čase nedostupné,

b) vyžaduje prístrojové vybavenie pozostávajúce z dvojice prijímačov, z ktorých jeden je na známom bode a druhý na určovaných bodoch; v prípade služby SKPOS predstavuje prijímač na známom bode jednu z permanentných referenčných staníc SKPOS alebo ľubovoľný bod z územia Slovenskej republiky, pre ktorý sú interpolované observácie GNSS riadiacom softvérom SKPOS vo forme Virtuálnej referenčnej stanice,

c) nutnou podmienkou úspešného spracovania je, že oba prijímače musia simultánne uskutočňovať fázové merania na minimálne 4 rovnaké družice GNSS ako pri statickej metóde,

d) na začiatku sa odporúča vykonať dlhšiu inicializáciu na známom bode alebo na bode vopred určenom, napr. rýchlou statickou metódou,

e) dĺžka inicializácie závisí od požadovanej presnosti, zvyčajne je v rozmedzí 5 až 20 minút,

f) dĺžka observácie na jednom bode je spravidla rovnaká ako pri metóde RTK/RTN, t. j. niekoľko sekúnd až minút, avšak počas presunov medzi bodmi musí byť zabezpečený nepretržitý príjem signálu a celé meranie by nemalo byť kratšie ako 10 až 20 minút,

g) odporúča sa vykonať druhé meranie s novou inicializáciou a s minimálnym časovým odstupom 30 minút od prvého merania,

h) údaje z dvojice prijímačov sa spracovávajú komerčným postprocesingovým softvérom a výsledkom je relatívna poloha určovaných bodov vzhľadom na polohu referenčného prijímača,

i) metóda umožňuje dosiahnuť rovnakú presnosť ako metódy RTK/RTN, t. j. 2 až 4 cm, pričom presnosť závisí najmä od celkovej dĺžky observácie, straty signálu počas presunov, dĺžky observácií na jednotlivých bodoch, dĺžky základníc, počtu simultánne meraných družíc a ich geometrickej konfigurácie,

j) na využívanie metódy pri použití SKPOS je potrebné mať zakúpenú službu SKPOS_mm alebo SKPOS_cm v rámci ktorej je k dispozícii určitý počet hodín na sťahovanie údajov pre postprocesing.

TRETIA ČASŤ
PRÍPRAVA, POSTUP A PRAKTICKÉ ODPORÚČANIA NA VYKONÁVANIE MERANÍ PROSTREDNÍCTVOM SKPOS

§ 5
Praktická príprava pred meraním prostredníctvom SKPOS

Pred meraním prostredníctvom SKPOS je potrebné najmä:

a) posúdiť vhodnosť použitia zvolenej metódy

1. posúdenie vhodnosti zvolenej metódy v závislosti od požadovanej kvality výsledku merania; (napr. zvolená metóda RTN vyhovuje požiadavkám na horizontálnu presnosť, ale nevyhovuje požiadavkám na vertikálnu presnosť),
2. oboznámenie sa s referenčným systémom, rámcom a epochou, v ktorej sa vykonáva meranie, referenčný systém, rámec a epocha, v ktorom pracuje SKPOS, je zverejnený na webovom portáli služby a v prílohe č. 1 tejto smernice,

b) posúdiť vhodnosť prístrojového vybavenia pre zvolenú metódu

1. zvážiť technické špecifikácie svojho prijímača poskytnuté predajcom a posúdenie, či je prijímač vhodný na zvolenú metódu,
2. aby bolo možné dosiahnuť požadovanú presnosť, je potrebné, aby sa používateľ SKPOS pred začatím merania uistil, že má rover optimálne nakonfigurovaný,
3. používateľ musí skontrolovať odporúčanú verziu firmvéru prijímača,
4. po vykonaní aktualizácie firmvéru musí skontrolovať nastavenie rovera, pretože je možné, že sa nastavenie automaticky vrátilo do pôvodného stavu,

c) overiť dostupnosť služby z pohľadu podmienok na meranie v záujmovej oblasti a s ohľadom na zvolenú metódu

1. špecifické podmienky na mieste merania môžu viesť k znemožneniu využitia niektorých metód merania GNSS napr. metódy RTN,

2. v zalesnenom prostredí alebo v blízkosti vysokých budov je niekedy dokonca nemožné prijímať signály z družíc GNSS,
3. aj v prípadoch, keď zákryt horizontu nepredstavuje vážny problém, treba posúdiť vhodnosť miesta na meranie najmä z pohľadu efektu viaccestného šírenia sa signálu, preto je odporúčané vyhýbať sa miestam, kde môže dochádzať k neželaným odrazom signálu,
4. na základe nepriaznivých podmienok okolia meraného bodu na využitie metódy RTN sú k dispozícii aj alternatívne metódy merania GNSS, ako napr. PPK alebo statické meranie,
5. použitie metódy PPK je vhodné v prípade problémov s internetovým pokrytím,
6. použitie statickej metódy, v porovnaní s ostatnými metódami GNSS, je vhodnejšie v prípadoch čiastočného zákrytu horizontu, pretože táto metóda je menej citlivá na zákryty,

d) overiť dostupnosť služby z pohľadu internetovej komunikácie v záujmovej oblasti
1. podmienkou úspešného využívaniu metódy RTN je neustála komunikácia medzi riadiacim softvérom SKPOS a roverom používateľa, na ktorú sa využíva internetové spojenie zabezpečované bežnými komerčnými poskytovateľmi, t. j. mobilnými operátormi,
2. ak je v lokalite, kde sa vykonáva meranie nedostatočné pokrytie služieb mobilných operátorov, je na používateľovi SKPOS, pokiaľ plánuje použiť na meranie metódu RTN, aby posúdil vhodnosť voľby operátora v závislosti na lokalite výkonu prác,

e) overiť stav služby v požadovanom čase (okamihu) merania
1. využívanie metódy RTN je priamo závislé na aktuálnom stave služby,
2. každý používateľ SKPOS je vždy v predstihu informovaný o všetkých plánovaných výpadkoch prostredníctvom emailu alebo informáciami uverejnenými na webovom portáli služby,
3. PPK a statická metóda nie sú vo väčšine prípadov ovplyvnené prípadným výpadkom služby SKPOS,

f) overiť aktivitu a stav ionosféry
1. ionosféra má negatívny vplyv na elektromagnetické vlnenie v závislosti od jeho frekvencie, teda aj na signály GNSS,
2. pred začatím meračských prác je odporúčané skontrolovať aktivitu a predikciu stavu ionosféry na webovom portáli SKPOS a podľa týchto informácii sa rozhodnúť akou metódou meranie vykonať a ako kvalitu výsledkov overiť,
3. na elimináciu ionosféry sa pri meraní využívajú dvoj a viacfrekvenčné prijímače GNSS, čím sa pri normálnych podmienkach spracovaním eliminuje väčšina jej negatívneho vplyvu,
4. stav ionosféry je ovplyvňovaný najmä aktivitou Slnka a pri extrémnych podmienkach dokonca spôsobuje nemožnosť vykonať meranie.

§ 6
Príprava, postup a praktické odporúčania na vykonávanie kinematických meraní prostredníctvom SKPOS

(1) Pred meraním kinematickými metódami prostredníctvom SKPOS je potrebné zabezpečiť riadnu kalibráciu zvolenej aparatúry GNSS (antény, prijímača, alebo celej sústavy).

(2) Pred meraním kinematickými metódami prostredníctvom SKPOS je potrebné overiť, či zvolený prijímač GNSS:

a) je správne nastavený pre aktuálny projekt,

b) dokáže pracovať aspoň v jednom z formátov poskytovaných korekcií vysielaných v rámci predplatených služieb SKPOS (SKPOS poskytuje korekcie vo formátoch RTCM 2.x, RTCM 3.x, CMRx a CMR+),

c) umožňuje odosielať svoju aktuálnu polohu v tvare NMEA GGA správy riadiacemu softvéru SKPOS,

d) má správne nastavené parametre transformácie z ETRS89 do S-JTSK (JTSK03) a späť:

1. parametre Besselovho elipsoidu:
   - dĺžku hlavnej polosi: 6377397,155 m
   - inverznú hodnotu sploštenia: 299,1528128,
2. parametre globálneho transformačného kľúča:
   - smer transformácie S-JTSK(JTSK03) → ETRS89:
     - transláciu v smere osi X: t_x = 485,021 m
     - transláciu v smere osi Y: t_y = 169,465 m
     - transláciu v smere osi Z: t_z = 483,839 m
     - rotáciu osi X: r_x = –7,786342"
     - rotáciu osi Y: r_y = –4,397554"
     - rotáciu osi Z: r_z = –4,102655"
     - parameter zmeny mierky: m = 0,000000 ppm,
   - smer transformácie ETRS89 → S-JTSK(JTSK03):
     - transláciu v smere osi X: tx = –485,014055 m
     - transláciu v smere osi Y: ty = –169,473618 m
     - transláciu v smere osi Z: tz = –483,842943 m
     - rotáciu osi X: rx = 7,78625453"
     - rotáciu osi Y: ry = 4,39770887"
     - rotáciu osi Z: rz = 4,10248899"
     - parameter zmeny mierky: m = 0,000000 ppm,
3. parametre globálneho transformačného kľúča sú vysielané aj prostredníctvom RTCM 3.x správy č. 1021 v rámci služby SKPOS_cm; ak zvolený prijímač GNSS podporuje a vie využiť túto správu, nie je nutné manuálne zadávanie a overovanie týchto parametrov v prijímači GNSS,

e) má správne nastavenú transformáciu z S-JTSK (JTSK) do S-JTSK (JTSK03) a späť:

1. na konverziu súradníc S-JTSK z realizácie JTSK03 do realizácie JTSK je odporúčané použitie Rezortnej transformačnej služby alebo použitie prevodovej interpolačnej tabuľky JTSK03 ↔ JTSK implementovanej do prijímača GNSS,

2. v prípade, že používateľ SKPOS využíva v zvolenom prijímači GNSS implementovanú prevodovú interpolačnú tabuľku, je povinný si výsledky získavané týmto spôsobom porovnať s výsledkami z Rezortnej transformačnej služby, aby sa uistil, že vykonáva konverziu správne,

f) správne vykonáva transformáciu nameraných elipsoidických výšok na nadmorské:

1. na získanie nadmorských výšok kinematickými metódami v reálnom čase je nutné mať v prijímači GNSS implementovaný model kvázigeoidu,
2. na území Slovenskej republiky sa oficiálne využíva DVRM05 Tento model umožňuje transformovať elipsoidické výšky na nadmorské výšky v systéme Bpv a je voľne dostupný v rôznych formátoch pre všetky dominantné značky prijímačov GNSS,
3. DVRM05 je tiež vysielaný v RTCM 3.x správe č. 1023 v rámci služby SKPOS_cm; ak prijímač GNSS podporuje túto správu, nie je nutná implementácia modelu kvázigeoidu do prijímača,
4. v prípade, že používateľ SKPOS využíva v zvolenom prijímači GNSS implementovaný model DVRM05, je povinný si výsledky získavané týmto spôsobom porovnať s výsledkami z Rezortnej transformačnej služby, aby sa uistil, že vykonáva transformáciu správne.

(3) Pred meraním kinematickými metódami prostredníctvom SKPOS je potrebné zvolený prijímač GNSS správne nastaviť. Aj keď neboli vykonané žiadne zmeny v nastavení, je potrebné tieto nastavenia skontrolovať. Napríklad aktualizácia firmvéru prijímača môže nevedomky zmeniť niektoré jeho nastavania, čo môže mať negatívny vplyv na výsledky merania. Pri kinematických metódach sa v prijímači jednotlivé parametre odporúča nastaviť nasledovne:

a) parameter maximálny PDOP, ktorý predstavuje bezrozmernú veličinu, charakterizujúcu vplyv geometrie rozmiestnenia družíc na presnosť určenia priestorovej polohy bodu, sa odporúča nastaviť na hodnotu 2 alebo 3; konfigurácia družíc s menšou hodnotou PDOP vedie k presnejšiemu určeniu priestorovej polohy,

b) elevačnú masku, predstavujúcu výškový uhol, pod ktorým prijímač nesleduje signály z družíc GNSS, sa odporúča nastaviť v rozmedzí hodnôt 10° až 15°, keďže signály z družíc nachádzajúcich sa v blízkosti horizontu prechádzajú dlhšiu dráhu cez atmosféru, majú nižší pomer signálu a šumu (SNR) a sú viac ovplyvnené efektom viaccestného šírenia sa signálu; nastavenie elevačnej masky nad 15° môže viesť k zníženiu počtu sledovaných družíc a k zvýšeniu parametra PDOP na vyššiu ako požadovanú úroveň,

c) parameter sledovania minimálneho počtu družíc sa odporúča nastaviť na hodnotu 6, v prípade využívania iba družíc GPS a na hodnotu 7 až 8, v prípadoch využívania družíc viacerých GNSS; využívanie viacerých družíc vedie k rýchlejšiemu a spoľahlivejšiemu vyriešeniu ambiguít; na kinematické merania je potrebných minimálne 5 družíc, resp. 6 v prípade, že sú použité viaceré GNSS (kvôli vyriešeniu rozdielu časových systémov); štúdie ukázali, že využitie minimálne 7-ich družíc vedie k presnejším výsledkom,

d) ak to prijímač GNSS umožňuje, parameter maximálnej horizontálnej strednej chyby sa odporúča nastaviť na hodnotu 0,02 m a parameter maximálnej vertikálnej strednej chyby na hodnotu 0,04 m. Ide o hodnoty, ktoré sú počítané priamo v prijímači a poskytujú nám obraz o relatívnej (vnútornej) presnosti počas merania; nastavené hodnoty majú zodpovedať požiadavkám na presnosť určenia meraného bodu,

e) ak to prijímač umožňuje, odporúča sa nastaviť aj kvalitu RTK/RTN riešenia. Je opodstatnené využívať iba merania s vyriešenými ambiguitami, teda používať výsledné RTK/RTN riešenie označované ako RTK fix; vôbec sa neodporúča používať merania s označením RTK float alebo RTK DGNSS; presnosť týchto riešení je na úrovni metrov.

(4) Merania použitím prijímača GNSS sú vždy vztiahnuté k fázovému centru antény, avšak merača v teréne zaujímajú súradnice vztiahnuté k bodu na zemi. Z tohto dôvodu je nevyhnutné korektné prenesenia presnej polohy z fázového centra na zem a na to je potrebné dodržiavať niekoľko nasledovných zásad:

a) používať iba antény so známymi hodnotami polohy a variácie fázového centra určenými absolútnou kalibráciou; vo väčšine prípadov je tým myslené zadanie správneho typu pripojenej antény do prijímača, kde sa o použitie správnych hodnôt postará jeho softvér,

b) starostlivo urovnať anténu pred a udržať ju urovnanú počas celého času observácie na bode pomocou kalibrovanej libely,

c) správne zaznamenať a zadať správny referenčný bod antény, t. j. bod antény, ku ktorému sa vzťahujú merané údaje,

d) správne odmerať výšku antény po referenčný bod antény pred začatím a po skončení merania; pri presných prácach s presnosťou na milimetre,

e) pri meraniach vyžadujúcich vyššiu presnosť alebo dlhší čas observácie používať statív alebo dvojnohý statív, tzv. bipod.

(5) Každé meranie GNSS je ovplyvnené systematickými chybami prostredia, ktoré môžu znížiť presnosť určovania polohy. Na elimináciu, resp. redukciu systematických vplyvov sa používajú správne zvolené meračské prístroje a správne zvolené spôsoby a metódy merania. Medzi najväčšie nežiaduce vplyvy na merania GNSS patria: blokovanie signálu (zákryt), efekt viaccestného šírenia sa signálu, vplyv ionosféry a vplyv troposféry.

a) Pri vykonávaní meraní metódou RTN v prostredí, ktoré neumožňuje jasný nezatienený výhľad na oblohu napr. v lese alebo v husto zastavanom území si používateľ SKPOS musí byť vedomý blokovania signálu z družíc, ktoré sa môže negatívne prejaviť vo výsledkoch merania. Blokovanie signálu je typickým javom pri vykonávaní meraní metódou RTN pod korunami stromov. Takéto meranie môže oslabiť geometriu družíc, predĺžiť dĺžku inicializačného času a spôsobiť nepresné určenie polohy bodov. Pri práci v čiastočne zatienenom výhľade napomáha použitie viacerých GNSS. Používateľovi je v takýchto prípadoch odporučené sledovanie hodnôt SNR a PDOP a brať do úvahy, že zvolená metóda RTN nemusí byť najvhodnejšia.

b) Efekt viaccestného šírenia sa signálu nastáva, keď sa družicou vyslaný signál dostáva k anténe GNSS viacerými cestami okrem priamej, ktorá je predpokladaná v súlade s teóriou o šírení sa signálu. Odrazové plochy nachádzajúce sa v okolí antény spôsobujú, že sa signál dostáva k anténe aj nepriamo (odrazením od okolitých objektov), pričom prekonáva dlhšiu dráhu. Efekt môže byť počas kratšej doby observácie nezistiteľný a môže tak spôsobovať chyby v určení polohy bodu. Efekt ovplyvňuje viacero faktorov, ako geometrické rozloženie družíc, antény a odrazovej plochy, reflexné vlastnosti plochy a konštrukcia antény. Efekt je možné redukovať použitím vhodnej konštrukcie antény alebo opakovaným meraním pri rozdielnej konštelácií družíc. Na základe uvedeného je používateľom SKPOS odporúčané nevykonávať merania v blízkosti budov, striech, vodných plôch, stromov a iných odrazových plôch.

c) Ionosféra tvorí vrchnú časť zemskej atmosféry. Ide o disperzné prostredie, ktoré ovplyvňuje rýchlosť šírenia sa signálov v závislosti od ich frekvencií. Signál z družice prechádza na ceste k prijímaču používateľa ionosférou, v ktorej dochádza k ionosférickej refrakcii. Ionosférická refrakcia spôsobuje zmenu geometrickej vzdialenosti medzi družicou a prijímačom v závislosti od vlnovej dĺžky a od charakteru elektromagnetickej vlny a má za následok zmenu časového intervalu medzi vyslaním a prijatím signálu. Signál dostávajúci sa k používateľovi ide z tohto pohľadu po dlhšej ceste ako by skutočne mal. Dvojfrekvenčné prijímače GNSS využívajú vlastnosti tohto disperzného prostredia a spracovaním ich údajov ho za normálnych podmienok dokážeme eliminovať. Na základe týchto informácií odporúčame používateľom SKPOS vykonávať meranie metódou RTN iba s dvojfrekvenčnými prijímačmi. Aktuálny stav ionosféry je možné sledovať na webových stránkach webového portálu SKPOS. V rámci prehľadu je možné si prezerať stav aj za predchádzajúce dni a s využitím týchto informácií odhadnúť stav na najbližšie hodiny. Vo všeobecnosti platí, že vplyv ionosféry je najväčší počas obeda pri slnečných dňoch. Vplyv ionosféry môže znemožňovať komunikáciu medzi prijímačom a národným riadiacim centrom, môže navýšiť inicializačný čas a môže ovplyvňovať sledovanie družíc a výsledky merania.

d) Troposféra predstavuje neutrálnu časť atmosféry a na rozdiel od ionosféry nie je disperzným prostredím. Vplyv troposféry sa prejavuje najmä rozdielnymi atmosférickými podmienkami nachádzajúcimi sa v okolí rovera a referenčnej stanice, spôsobené napr. ich rozdielnou nadmorskou výškou. Pri meraní metódou RTN je vplyv troposféry takmer eliminovaný vhodným generovaním VRS do približnej polohy prijímača. Používateľom SKPOS je odporučené brať do úvahy náhle zmeny atmosferických podmienok v lokalite merania.

(6) Podmienkou správneho merania kinematickými metódami v reálnom čase je bezproblémová komunikácia medzi prijímačom GNSS a národným riadiacim centrom SKPOS. Komunikácia prebieha pomocou internetového pripojenia prostredníctvom mobilných telefónnych sietí. Kvalitu internetového pripojenia a oneskorenie prijímania údajov je odporúčané počas celého merania monitorovať, keďže presné určenie polohy vyžaduje kompletnú sadu korekcií z riadiaceho softvéru služby. Oneskorenia prijímania korekcií väčšie ako 2 až 3 sekundy, alebo prerušovania internetového spojenia môžu viesť ku strate RTK fix riešenia alebo k nepresnému určeniu polohy bodu. V prípade komunikačných výpadkov je odporučené používateľom SKPOS meranie prerušiť a vykonať novú inicializáciu. Výhodné je v takýchto prípadoch taktiež overenie riešenia metódy RTN na už spoľahlivo nameraných (známych) bodoch.

(7) Na dosiahnutie spoľahlivých a presných výsledkov je rovnako ako pri iných geodetických metódach potrebné vykonávať opakované merania. Indikátory kvality merania GNSS, akými sú charakteristiky PDOP, SNR, alebo vnútorné stredné chyby merania, sú užitočné na upozornenie používateľa na potenciálne problémy, ale nemusia prípadné hrubé alebo systematické chyby odhaliť. To je úlohou samotného používateľa, ktorý by mal podniknúť všetky kroky na minimalizovanie takýchto chýb spojených s meraniami metódou RTN. Preto odporúčame vykonávať kontrolu spoľahlivosti nameraných výsledkov formou opakovaných meraní. Stupeň kontroly závisí od dôležitosti meraných bodov, a teda od ich požadovanej presnosti.

(8) Väčšina prijímačov GNSS umožňuje používateľom vypočítať výslednú priemernú polohu bodu počas stanoveného časového intervalu. Túto dĺžku časového intervalu volí používateľ a závisí od požadovanej presnosti určovania bodu. Zo skúseností odporúčame pri meraní podrobných geodetických bodov kinematickými metódami s využitím SKPOS používať minimálnu dĺžku merania 5 sekund a pri ostatných bodoch vykonávať observáciu

dlhú minimálne 2 minúty. Hodnoty dĺžok observácií platia pri výsledných RTK/RTN riešeniach označených ako RTK fix, t. j. riešeniach s vyriešenými ambiguitami.

(9) Výpočet priemernej polohy počas určitého časového intervalu nepostačuje na spoľahlivé a presné určenie polohy bodu. Všetky merania v danom časovom intervale sú vztiahnuté k rovnakej inicializácii, k rovnakým atmosférickým podmienkam a k rovnakému rozloženiu družíc. Pri dôležitých bodoch s požiadavkami na vyššiu presnosť, je pri použití kinematických metód potrebné vykonať opakované meranie s novou inicializáciou po uplynutí vhodnej doby od prvého merania. Ak chceme využiť zmeny v geometrickom rozložení družíc, časové obdobie od prvého merania by malo byť optimálne 1 až 2 hodiny (minimálne ale 20 minút). Ďalšou nespornou výhodou opakovaných meraní je detekcia a eliminácia hrubých chýb.

(10) Za normálnych observačných podmienok pri kinematickej metóde RTN, trvá vyriešenie ambiguít (tzv. inicializácia) menej ako 1 minútu. Používateľom SKPOS preto odporúčame neustále sledovať dĺžku inicializácie a ak táto prekročí 2 minúty, je odporúčané ju vykonať opakovane a nie čakať ďalej. Na rýchlejšie a spoľahlivejšie vyriešenie ambiguít je odporúčané počas procesu inicializácie stáť na nezatienenom mieste.

(11) Ďalším dôležitým aspektom zisťovania kvality vykonaného merania je overenie jeho presnosti. Presnosť merania môže byť overená vykonaním kontroly na známych, alebo presne určených bodoch (napr. bodoch Štátnej priestorovej siete). Kontrola presnosti na známych bodoch by mala byť vykonaná minimálne na začiatku a konci merania a vždy po stratení inicializácie, alebo prerušení internetového pripojenia. Ak nie je k dispozícii žiadny známy bod, na kontrolu môže byť využitý bod určený statickou metódou v súlade s § 7. Súradnicové rozdiely na známych bodoch by nemali prekročiť požiadavky na presnosť merania.

(12) Nastavenie a overenie prijímača, ako aj sledovanie podmienok, či postup merania a overovania kvality pri použití kinematickej metódy PPK je vo veľa aspektoch totožný s použitím metódy RTN, avšak takéto spracovanie prebieha následne, t. j. postprocesingovo a takmer identicky ako pri spracovaní statickej metódy merania, ktorá je popísaná v § 8.

§ 7
Príprava, postup a praktické odporúčania na vykonávanie statických meraní prostredníctvom SKPOS

(1) Statické metódy merania sa používajú najmä v prípadoch, ak nie je možné použiť kinematické metódy v reálnom čase alebo je požadovaná vyššia presnosť výsledných súradníc ako poskytujú kinematické metódy.

(2) Statické metódy a metóda PPK môžu nahradiť kinematické metódy v reálnom čase najmä v týchto prípadoch:

a) ak nie je v záujmovej lokalite dostupný signál mobilného operátora, a tým nie je možné online využívať SKPOS,

b) ak v čase merania nie je na mieste dostupná služba SKPOS,

c) ak dôjde k problémom s modemom prijímača GNSS,

d) ak sa nad určovaným bodom nachádza väčší zákryt, ktorý môže skresliť výsledky pri použití kinematických metód v reálnom čase,

e) ak je požadovaná vyššia kvalita určovaných súradníc, akú je možné dosiahnuť kinematickými metódami.

(3) Pred samotným meraním statickými metódami prostredníctvom SKPOS je potrebné zabezpečiť riadnu kalibráciu zvolenej aparatúry GNSS (antény, prijímača alebo celej sústavy).

(4) Pred meraním statickými metódami prostredníctvom SKPOS je potrebné overiť, či zvolený prijímač GNSS:

a) je správne nastavený na aktuálny projekt,

b) má dostatočnú kapacitu pamäte na ukladanie údajov,

c) má dostatočnú kapacitu batérie, prípade je k dispozícii záložný zdroj,

d) dokáže vykonávať statické observácie.

(5) Pred meraním statickými metódami prostredníctvom SKPOS je potrebné zvolený prijímač GNSS správne nastaviť. Aj keď neboli vykonané žiadne zmeny v nastavení, je potrebné tieto nastavenia skontrolovať. Napríklad aktualizácia firmvéru prijímača môže nevedomky zmeniť niektoré jeho nastavania, čo môže mať negatívny vplyv na výsledky merania. Pri statických metódach sa v prijímači jednotlivé parametre odporúča nastaviť nasledovne:

a) parameter maximálny PDOP, ktorý predstavuje bezrozmernú veličinu, charakterizujúcu vplyv geometrie rozmiestnenia družíc na presnosť určenia priestorovej polohy bodu, sa odporúča nastaviť na hodnotu 2 až 3; konfigurácia družíc s menšou hodnotou PDOP vedie k presnejšiemu určeniu priestorovej polohy,

b) elevačnú masku, predstavujúcu výškový uhol, pod ktorým prijímač nesleduje signály z družíc GNSS, sa odporúča nastaviť na hodnotu 10 až 15°, nakoľko signály z družíc nachádzajúcich sa v blízkosti horizontu prechádzajú dlhšiu dráhu cez atmosféru, majú nižší pomer signálu a šumu (SNR) a sú viac ovplyvnené efektom viaccestného šírenia sa signálu,

c) parameter sledovania minimálneho počtu družíc sa odporúča nastaviť na hodnotu 6; využívanie viacerých družíc vedie k spoľahlivejšiemu vyriešeniu ambiguít,

d) Nastavenie intervalu záznamu sa odporúča podľa plánovanej dĺžky observácie nastaviť nasledovne:

   1. observácie dlhé 6 a viac hodín - odporúčaný interval záznamu 30 s,
   2. observácie dlhé 1 až 6 hodín - odporúčaný interval záznamu 15 s,
   3. observácia dlhá 10 min. až 1 hodina - odporúčaný interval záznamu 5 až 10 s.

(6) Merania použitím prijímača GNSS sú vždy vztiahnuté k fázovému centru antény, avšak merača v teréne zaujímajú súradnice vztiahnuté k bodu na zemi. Z tohto dôvodu je nevyhnutné korektné prenesenia presnej polohy z fázového centra na zem a na to je potrebné dodržiavať niekoľko nasledovných zásad:

a) používať iba antény so známymi hodnotami polohy a variácie fázového centra určenými absolútnou kalibráciou; vo väčšine prípadov je tým myslené zadanie správneho typu pripojenej antény do prijímača, resp. spracovateľského postprocesingového softvéru, kde sa o použitie správnych hodnôt postará samotný softvér,

b) starostlivo urovnať anténu pred a udržať ju urovnanú počas celého času observácie na bode pomocou kalibrovanej libely,

c) správne zaznamenať a zadať správny referenčný bod antény, t. j. bod antény, ku ktorému sa vzťahujú merané údaje,

d) správne odmerať výšku antény po referenčný bod antény pred začatím a po skončení merania s dostatočnou presnosťou (na milimetre),

e) pri meraniach používať statív alebo dvojnohý statív, tzv. bipod,

f) starostlivo zorientovať anténu na sever presne definovanou značkou.

(7) Každé meranie GNSS je ovplyvnené systematickými chybami prostredia, ktoré môžu znížiť presnosť určovania polohy. Na elimináciu, resp. redukciu systematických vplyvov sa používajú správne zvolené meračské prístroje a správne zvolené spôsoby a metódy merania. Medzi najväčšie nežiaduce vplyvy na merania GNSS patria: blokovanie signálu (zákryt), efekt viaccestného šírenia sa signálu, vplyv ionosféry a vplyv troposféry.

a) Vykonávanie meraní statickými metódami, ktoré sú menej citlivé na zákryty, je vo veľkej miere možné aj v prostrediach, ktoré neumožňujú jasný nezatienený výhľad na oblohu, napr. v riedkom lese alebo v nie veľmi husto zastavanom území. Napriek tomu si musí byť používateľ SKPOS vedomý blokovania signálu z družíc, ktoré sa môže negatívne prejaviť vo výsledkoch merania. Takéto meranie môže oslabiť geometriu družíc a spôsobiť nepresné určenie polohy bodov. Pri práci v takýchto podmienkach pomáha najmä použitie viacerých GNSS a dlhšia doba observácie.

b) Efekt viaccestného šírenia sa signálu nastáva, keď sa družicou vyslaný signál dostáva k anténe GNSS viacerými cestami okrem priamej, ktorá je predpokladaná v súlade s teóriou o šírení sa signálu. Odrazové plochy nachádzajúce sa v okolí antény spôsobujú, že sa signál dostáva k anténe aj nepriamo (odrazením od okolitých objektov), pričom prekonáva dlhšiu dráhu. Efekt môže byť počas kratšej doby observácie nezistiteľný a môže tak spôsobovať chyby v určení polohy bodu. Efekt ovplyvňuje viacero faktorov, ako geometrické rozloženie družíc, antény a odrazovej plochy, reflexné vlastnosti plochy a konštrukcia antény. Efekt je možné redukovať s použitím vhodnej konštrukcie antény alebo opakovaným meraním pri rozdielnej konštelácii družíc. Na základe uvedeného je používateľom SKPOS odporúčané nevykonávať merania v blízkosti budov, striech, vodných plôch, stromov a iných odrazových plôch.

c) Ionosféra tvorí vrchnú časť zemskej atmosféry. Ide o disperzné prostredie, ktoré ovplyvňuje rýchlosť šírenia sa signálov v závislosti od ich frekvencií. Signál z družice prechádza na ceste k prijímaču používateľa ionosférou, v ktorej dochádza k ionosférickej refrakcii. Ionosférická refrakcia spôsobuje zmenu geometrickej vzdialenosti medzi družicou a prijímačom, v závislosti od vlnovej dĺžky a od charakteru elektromagnetickej vlny a má za následok zmenu časového intervalu medzi vyslaním a prijatím signálu. Signál prichádzajúci k používateľovi ide z tohto pohľadu po dlhšej ceste ako by skutočne mal. Dvojfrekvenčné prijímače GNSS využívajú vlastnosti tohto disperzného prostredia a spracovaním ich údajov ho za normálnych podmienok dokážeme eliminovať. Na základe týchto informácií odporúčame používateľom SKPOS vykonávať meranie statickými metódami iba s dvojfrekvenčnými prijímačmi. Aktuálny stav ionosféry je možné sledovať na webových stránkach webového portálu SKPOS. V rámci prehľadu je možné si prezerať stav aj za predchádzajúce dni a s využitím týchto informácií odhadnúť stav na najbližšie hodiny. Vo všeobecnosti platí, že vplyv ionosféry je najväčší za slnečných dní počas obeda.

d) Troposféra predstavuje neutrálnu časť atmosféry a na rozdiel od ionosféry nie je disperzným prostredím. Vplyv troposféry sa prejavuje najmä rozdielnymi atmosférickými podmienkami nachádzajúcimi sa v okolí rovera a referenčnej stanice, spôsobené napr. ich rozdielnou nadmorskou výškou. Pri meraní statickými metódami je vplyv troposféry významne eliminovaný práve vhodným generovaním VRS z SKPOS do lokality merania.

Používateľom SKPOS je odporučené brať do úvahy náhle zmeny atmosférických podmienok v lokalite merania.

(8) Dĺžka observácie pri statických metódach závisí najmä od podmienok na bode merania a od požadovanej presnosti výsledných súradníc. Dĺžku observácie odporúčame voliť nasledovne:

a) na bode bez zákrytu alebo len s malým zákrytom - dĺžka observácie 10 – 20 min,
b) na bode s väčším zákrytom nad horizontom - dĺžka observácie 40 – 60 min,
c) na bode s požiadavkou na vyššiu kvalitu súradníc - dĺžka observácie 1 – 2 h,
d) na bode pre špeciálny (napr. geodynamický) typ siete - dĺžka observácie 6 a viac h.

§ 8
Spracovanie observácií získaných statickými metódami prostredníctvom SKPOS

(1) Spracovanie observácií získaných statickými metódami, alebo kinematickou metódou PPK prebieha následne tzv. postprocesingovo. Na výpočet súradníc sa používajú bežne dostupné komerčné softvéry (spoľahlivý pre základnice dlhé max. 30 až 50 km) alebo na presnejšie spracovania viachodinových meraní alebo dlhších základníc vedecké softvéry (tie umožňujú spracovať základnice aj niekoľko 100 km).

(2) Služba SKPOS, konkrétne SKPOS_mm, sa pri statických metódach a kinematickej metóde PPK s výhodou používa na generovanie údajov známeho bodu reprezentujúceho jeden z dvojice prijímačov požadovaných pri týchto metódach. SKPOS umožňuje generovať ľubovoľne dlhé údaje z konkrétnej permanentnej stanice SKPOS alebo interpolované údaje pre ľubovoľne zadané súradnice z územia Slovenskej republiky, pre tzv. virtuálnu referenčnú stanicu vo viacerých typoch formátov. Použitie údajov zo služby SKPOS pri ich fixovaní zabezpečuje korektnú väzbu na aktívne geodetické základy, t. j. na záväzný geodetický referenčný systém, jeho realizáciu a epochu.

(3) Odporúčania pre postprocesingové spracovanie údajov získaných statickými metódami a kinematickou metódou PPK:

a) po importe meraní z určovaných bodov do spracovateľského softvéru je potrebné podľa rozmiestnenia meraných bodov určiť polohy pre vygenerovanie VRS alebo zvoliť priamo niektoré zo staníc služby SKPOS pričom:
   1. v prípade spracovania iba jedného bodu je odporúčané vždy zvoliť minimálne 2 VRS alebo 2 referenčné stanice SKPOS alebo ich kombináciu, aby bolo možné sieť po vypočítaní základníc aj vyrovnať,
   2. v prípade voľby VRS by tieto nemali byť od meraných bodov vzdialené viac ako 1 km, čo znamená, že v prípade viacerých a naraz spracovávaných bodov so vzájomnou vzdialenosťou viac ako 2 km, by mali mať každý svoje dve VRS,
   3. rozmiestnenie zvolených VRS alebo referenčných staníc SKPOS spolu s určovanými bodmi by malo kvôli korektnosti spracovania vytvárať ideálne pravidelný rovnostranný trojuholník,
   4. v prípade voľby VRS by mala byť ich výška približne rovnaká s výškou meraných bodov kvôli eliminácii vplyvu troposféry,

b) pri generovaní údajov pre VRS alebo referenčnú stanicu SKPOS z webového portálu je potrebné vziať do úvahy, že:

1. dátum a čas začiatku merania a dĺžka merania na referenčnej stanici musia byť zhodné s meraniami na určovaných bodoch,
2. SKPOS pracuje v časovom systéme UTC = SEČ-1 hodina = SEČL-2 hodiny,
3. interval záznamu generovaných údajov musí byť zhodný s intervalom záznamu meraní na určovaných bodoch,
4. najvhodnejším formátom na generovanie údajov predstavuje formát RINEX, ktorý je možné načítať do ľubovoľného spracovateľského softvéru,

c) pri výpočte a vyrovnaní siete je dôležité uvažovať s nasledovným:

1. pri výpočte a vyrovnaní siete je nutné fixovať, alebo silne viazať polohu aspoň jednej referenčnej stanice SKPOS alebo VRS, aby bolo možné získať výsledok v záväznom geodetickom referenčnom systéme, v ktorom pracuje aj SKPOS,
2. údaje (typ antény, prijímača, výška antény atď.) z vygenerovanej VRS, alebo z permanentnej referenčnej stanice sa v spracovateľskom softvéri používajú načítané ako sú a v žiadnom prípade sa nemenia; v prípade, že ich spracovateľský softvér nerozozná, je nutné uvedený typ prijímača a antény do spracovateľského softvéru korektne doplniť až po úroveň zadania správnych absolútnych hodnôt polohy fázového centra antény a jeho variácie,
3. pri výpočte základníc je odporúčané odstránenie problémov, ktoré signalizujú nižšiu kvalitu vypočítaných základníc, napríklad:
   - odstránením (nepoužitím) družíc, ktorých signál bol počas merania často prerušovaný,
   - úpravou (zvýšením) elevačnej masky o 5° za účelom odstránenia vplyvu zákrytu nad obzorom alebo vplyvu multipath,
4. prvé vyrovnanie siete je odporúčané vykonať ako vyrovnanie voľnej siete s následným odstránením problémov na základniciach, na ktorých sú prekročené nastavené kritéria,
5. po odstránení chýb je odporúčané zafixovať všetky VRS alebo referenčné stanice SKPOS a vykonať finálne vyrovnanie siete.

§ 9
Transformácia súradníc získaných spracovaním observácií určených statickými metódami prostredníctvom SKPOS

(1) V prípade používania implementovanej transformácie medzi ETRS89 a S-JTSK nachádzajúcej sa ako súčasť spracovateľského softvéru je potrebné overiť či:

a) má softvér správne nastavené parametre transformácie z ETRS89 do S-JTSK (JTSK03) a späť:

1. parametre Besselovho elipsoidu:
   - dĺžku hlavnej polosi: 6377397,155 m
   - inverznú hodnotu sploštenia: 299,1528128,
2. parametre globálneho transformačného kľúča:
   - smer transformácie S-JTSK(JTSK03) → ETRS89:
     - transláciu v smere osi X: t_x = 485,021 m
     - transláciu v smere osi Y: t_y = 169,465 m
     - transláciu v smere osi Z: t_z = 483,839 m

- rotáciu osi X: r_x = –7,786342"
- rotáciu osi Y: r_y = –4,397554"
- rotáciu osi Z: r_z = –4,102655"
- parameter zmeny mierky: m = 0,000000 ppm,

- smer transformácie ETRS89 → S-JTSK(JTSK03):
  - transláciu v smere osi X: tx = –485,014055 m
  - transláciu v smere osi Y: ty = –169,473618 m
  - transláciu v smere osi Z: tz = –483,842943 m
  - rotáciu osi X: rx = 7,78625453"
  - rotáciu osi Y: ry = 4,39770887"
  - rotáciu osi Z: rz = 4,10248899"
  - parameter zmeny mierky: m = 0,000000 ppm,

b) má softvér správne nastavenú konverziu z S-JTSK (JTSK) do S-JTSK (JTSK03) a späť:

1. na konverziu súradníc S-JTSK z realizácie JTSK03 do realizácie JTSK je odporúčané použitie Rezortnej transformačnej služby alebo použitie prevodovej interpolačnej tabuľky JTSK03 ↔ JTSK implementovanej do softvéru GNSS,
2. v prípade, že používateľ SKPOS využíva v zvolenom spracovateľskom softvéri implementovanú prevodovú interpolačnú tabuľku, je povinný si výsledky získavané týmto spôsobom porovnať s výsledkami z Rezortnej transformačnej služby, aby sa uistil, že vykonáva konverziu správne.

(2) V prípade používania implementovanej transformácie medzi elipsoidickými výškami ETRS89 a normálnymi výškami Bpv, nachádzajúcej sa ako súčasť spracovateľského softvéru, je potrebné overiť či:

a) softvér správne vykonáva transformáciu nameraných elipsoidických výšok na nadmorské:

1. na získanie nadmorských výšok z elipsoidických je nutné mať v spracovateľskom softvéri implementovaný platný model kvázigeoidu, alebo je možné použiť Rezortnú transformačnú službu, ktorá túto transformáciu obsahuje,
2. na území Slovenskej republiky sa oficiálne využíva DVRM05; tento model umožňuje transformovať elipsoidické výšky na nadmorské výšky v systéme Bpv a je voľne dostupný v rôznych formátoch pre všetky dominantné značky prijímačov GNSS,
3. v prípade, že používateľ SKPOS využíva v zvolenom spracovateľskom softvéri implementovaný model DVRM05, je povinný si výsledky získavané týmto spôsobom porovnať s výsledkami z Rezortnej transformačnej služby, aby sa uistil, že vykonáva transformáciu správne.

ŠTVRTÁ ČASŤ
ZÁVEREČNÉ USTANOVENIA

§ 10
Zásady použitia smernice

Smernica definuje zásady na určovanie priestorovej polohy geodetických bodov ako aj podrobných bodov merania pri vykonávaní vybraných geodetických činností. Dĺžku observácie a dodržanie zásad uvedených v tejto smernici je potrebné primerane prispôsobiť

požiadavkám na presnosť určenia polohy príslušného bodu. Zásady, ktoré je potrebné dodržiavať, sú sumárne zhrnuté v prílohe č. 3 tejto smernice.

§ 11
Účinnosť

Táto smernica nadobúda účinnosť 25.10.2016.

Príloha č. 1
k smernici č. SM_UGKK SR_26/2016

Súradnicové referenčné systémy a ich realizácie podporované v prostredí SKPOS a Rezortnej transformačnej služby

Záväzné realizácie súradnicových referenčných systémov na území SR

a) Záväznou realizáciou ETRS89 je Slovenský terestrický referenčný rámec 2009 s alfanumerickým kódom SKTRF09 = ETRF2000 epocha 2008.5,

b) Záväznou realizáciou S-JTSK je:
   1. Jednotná trigonometrická sieť katastrálna s alfabetickým kódom JTSK,
   2. Jednotná trigonometrická sieť katastrálna 2003 s alfanumerickým kódom JTSK03,

c) Záväznou realizáciou Bpv je Realizácia Baltského výškového systému po vyrovnaní s alfabetickým kódom Bpv (realizácia z roku 1957),

d) Záväznou realizáciou EVRS je Slovenský vertikálny referenčný rámec 2005 s alfanumerickým kódom SKVRF05 = EVRF2007.

Súradnicové referenčné systémy podporované v Slovenskej priestorovej observačnej službe

Súradnicový referenčný systém	Rámec/realizácia	Epocha
ETRS89	ETRF2000	2008.5
S-JTSK	JTSK03	-

Súradnicové referenčné systémy podporované v Rezortnej transformačnej službe

Súradnicový referenčný systém	Rámec/realizácia	Epocha
ETRS89	ETRF2000	2008.5
S-JTSK	JTSK03	-
S-JTSK	JTSK	-
Bpv	Bpv (realizácia z roku 1957)	-
EVRS	EVRF2007	-

Príloha č. 2
k smernici č. SM_UGKK SR_26/2016

Prehľad vlastností služieb a produktov SKPOS

Produkt	**SKPOS_dm**	**SKPOS_cm**	**SKPOS_mm**
Prístup dát	V reálnom čase NTRIP protokol 195.28.70.16:2101	V reálnom čase NTRIP protokol 195.28.70.16:2101	Post-procesing Online obchod http://skposonlineobchod.gku.sk
Formát dát	RTCM 2.1 RTCM 2.3	RTCM 2.3, RTCM 3.1, RTCM 3.2, CMRx, CMR+	RINEX 2.11 RINEX 3.0
Koncept	Virtuálna referenčná stanica (VRS)	Virtuálna referenčná stanica (VRS)	VRS alebo stanica SKPOS
Presnosť	0,3 – 1 m	2 – 4 cm	mm – cm
Interval záznamu	1 s	1 s	1 – x s
Typické uplatnenie	GIS, navigácia, doprava	geodézia, kataster	veľmi presné merania
Referenčný Systém	ETRS89 (ETRF2000) S-JTSK (JTSK03)	ETRS89 (ETRF2000) S-JTSK (JTSK03)	ETRS89 (ETRF2000)
Subslužba (mountpoint) (datastream)	SKPOS_DM_SVK SKPOS_DM_SVK_23	SKPOS_CM_23 SKPOS_CM_31 SKPOS_CM_32 SKPOS_CM_CMRx SKPOS_CM_CMRplus	

Kontrolný zoznam na vykonávanie geodetických meraní prostredníctvom SKPOS

Položka	**splnené √** **nesplnené** X **neznáme -**	**Poznámky**
Posúdenie vhodnosti zvolenej metódy GNSS		- v závislosti od požadovanej kvality výsledku zákazky - v závislosti od dostupnosti služby v lokalite - v závislosti od podmienok na meranie na bodoch
Posúdenie vhodnosti prístrojového vybavenia pre zvolenú metódu GNSS		- na základe technických špecifikácií prijímača
Posúdenie vhodnosti stabilizačného príslušenstva pre zvolenú metódu GNSS		- pri kinematických metódach: výtyčka, bipod - pri statických metódach: statív, bipod
Kalibrácia prijímača/antény		- overiť platnosť kalibračných certifikátov

Položka	**splnené √ nesplnené X neznáme -**	**Poznámky**
Kontrola prijímača pred meraním		
Kontrola nastavenia vlastností projektu		- kontrola základných nastavení projektu
Kontrola prístupu do služby SKPOS (pri meraní kinematickými metódami)		- otestovanie prihlásenia sa do služby SKPOS a na niektorý mountpoint - otestovanie získania fixného riešenia
Kontrola nastavení transformácie do S-JTSK (pri meraní kinematickými metódami)		- kontrola vložených transformačných parametrov - kontrola vložených modelov - overenie správnosti s Rezortnou transformačnou službou - príp. overenie možného využitia RTCM 3.x správy č.1021
Kontrola transformácie elipsoidických výšok do Bpv (pri meraní kinematickými metódami)		- kontrola vloženého modelu DVRM - overenie správnosti s Rezortnou transformačnou službou - príp. overenie možného využitia RTCM 3.x správy č.1023
Kontrola Internetového pokrytia mobilným operátorom v záujmovej lokalite (pri meraní kinematickými metódami)		- kontrola máp pokrytia mobilným operátorom
Kontrola stavu kapacity pamäte		
Kontrola stavu kapacity batérie		- pri statickej metóde a dlhšej observácii je vhodné mať záložný zdroj
Firmvér prijímača		- odporúčané je mať najaktuálnejší firmvér umožňujúci plné využitie možnosti prijímača

Položka	**splnené √ nesplnené X neznáme -**	**Poznámky**
Nastavenie parametrov prijímača pred meraním		
max. PDOP		- odporúčaná hodnota 2-3
Elevačná maska		- odporúčaná hodnota 10-15°
min. počet sledovaných družíc		- odporúčaná hodnota 6 (iba GPS) - odporúčaná hodnota 7-8 (GNSS)
max. HZ chyba (pri meraní kinematickými metódami)		- odporúčaná hodnota 0,02 m
max. V chyba (pri meraní kinematickými metódami)		- odporúčaná hodnota 0,04 m
RTK/RTN kvalita (pri meraní kinematickými metódami)		- odporúčané nastaviť ukladanie iba FIX riešení
Nastavenie dĺžky merania pri kinematických metódach (po dosiahnutí FIX riešenia)		- odporúčaná hodnota pri podrobných geodetických bodoch: 5 s - odporúčaná hodnota pri ostatných geodetických bodoch: 2 min
Nastavenie dĺžky observácie pri statických metódach		- na bode bez zákrytu, alebo len s malým zákrytom - dĺžka observácie 10 – 20 min - na bode s väčším zákrytom nad horizontom - dĺžka observácie 40 – 60 min - na bode s požiadavkou na vyššiu kvalitu súradníc - dĺžka observácie 1 – 2 h - na bode pre špeciálny typ siete - dĺžka observácie 6 a viac h
Nastavenie Intervalu záznamu (pri meraní statickými metódami)		- pre observácie dlhé 6 a viac hodín - odporúčaný 30 s - pre observácie dlhé 1-6 hodín - odporúčaný 15 s - pre observácie dlhé 10min-1hodina - odporúčaný 5-10 s

Položka	splnené √ nesplnené X neznáme -	Poznámky
Dôležité úkony tesne pred, počas a po meraní		
Správne nastavenie typu pripojenej antény		- odporúčané používať iba antény so známymi polohami a variáciami fázového centra
Správne zadanie referenčného bodu antény		- bod, ku ktorému sa vzťahujú merané údaje
Starostlivé urovnanie antény		- v prípade kinematických meraní kalibrovanou kruhovou libelou - v prípade statických meraní kalibrovanou rúrkovou libelou
Starostlivé zorientovanie antény na sever		- v prípade statických meraní definovanou značkou na sever
Správne odmeranie výšky antény		- odmeranie výšky po referenčný bod antény - pri statickom meraní, je odporúčané merať výšku na mm a odmerať ju pred a aj po meraní
Sledovanie stavu internetového pokrytia (pri meraní kinematickými metódami)		- v prípade častých výpadkov použiť iného operátora, alebo inú metódu merania
Vykonanie opakovaných meraní (pri meraní kinematickými metódami)		- závisí od dôležitosti meraných bodov, a teda od ich požadovanej presnosti - odporúčaný odstup od prvého merania minimálne 20 min., optimálne 1-2 hodiny
Sledovanie dĺžky inicializácie (pri meraní kinematickými metódami)		- za normálnych podmienok trvá inicializácia cca 1 min. - ak trvá viac ako 2.min je odporúčané vykonať inicializáciu opakovane.
Vykonanie kontrolných meraní (pri meraní kinematickými metódami)		- odporúčané vykonávať na bodoch ŠPS, alebo na bodoch určených statickou metódou - odporúčané vykonávať na začiatku a konci merania a pri vykonaní novej inicializácie (po strate signálu)

Položka	**splnené √ nesplnené X neznáme -**	**Poznámky**
Overenie podmienok na meranie v záujmovej lokalite		
Voľnosť horizontu		- zalesnený terén - výškovo zastavaný terén - husto zastavaný terén - iné významné zákryty horizontu
Blízkosť odrazových plôch		- blízkosť budov - vodných plôch - striech - iných odrazových objektov
Stav ionosféry		- kontrola aktuálneho stavu a predikcie na webovom portáli SKPOS
Stav troposféry		- možné problémy očakávať v prípade náhlych alebo lokálnych zmenách atmosférických poveternostných podmienok
Overenie dostupnosti služby		
Overenie plánovaných výpadkov služby SKPOS pre čas merania		Kontrola oznamov a aktivity služby na webovej stránke služby SKPOS

SMERNICA NA VYKONÁVANIE GEODETICKÝCH MERANÍ PROSTREDNÍCTVOM SLOVENSKEJ PRIESTOROVEJ OBSERVAČNEJ SLUŽBY

Vydal Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky

Spracoval Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky
Geodetický a kartografický ústav Bratislava

© Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky

Vytlačil Geodetický a kartografický ústav Bratislava

Náklad 50 výtlačkov. Vyšlo v októbri 2016.

1. vydanie

ISBN 978-80-89831-03-6