

seminář
Setkání geodetů jižních Čech
(České Budějovice 14.5.2019)

obecná úskalí využití GNSS
(nejen) v zeměměřictví a katastru nemovitostí

Ing. Pavel Taraba

Český úřad zeměměřický a katastrální



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Metody využití GNSS pro měření s přesností v m – dm

- navigační přesnost
ze signálu GNSS využívá kód (kódové měření)
autonomní režim - měření pouze jedním přístrojem (navigace, mobil, tablet...)
výsledek: souřadnice pozice antény
- Ize zpřesnit:
- DGPS - kódové měření s korekcemi - ze systému Egnos, WAAS
 - z perm. stanice formát 2.1
 - RTx - kódové měření s korekcemi - ze stacionárních satelitů firmy Trimble (např. služba xFill: automatické krátkodobé využití RTx při výpadku datového přenosu korekcí)
 - technologie H-star - kódové měření se spec. využitím fáze a fázové korekce
 - metoda PrecisePointPosition (PPP) - postprocesní zpracování měřených dat s využitím přesných drah družic (single point + precise orbits data)
 - metoda FloodLight - řešení pozice z dat ze 3 satelitů + výška z výškoměru



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Metody využití GNSS pro měření s přesností v cm – mm

- geodetická přesnost
ze signálu GNSS využívá zrekonstruovanou fázi nosné vlny (fázové měření)
neautonomní režim - souběžné měření alespoň dvěma přístroji
- postprocesní metody
měřená data jsou následně (ad post) zpracována v počítači
výsledek: vektor = orientovaná úsečka = usměrněný rajon = souřadnicový rozdíl
vyžaduje delší společnou observační dobu: minimálně 8 minut (závisí na počtu frekvencí a zachycených satelitů)
- měření RTK (Real Time Kinematic)
navigační poloha je zpřesněna (opravena) o korekci určenou na základnové stanici
výsledek: souřadnice pozice antény
umožňuje využít velmi krátkou observační dobu (pouhých několik vteřin)
zcela odpadá čas potřebný na postprocesní výpočty
vyžaduje datové propojení mezi přístroji
- autonomní režim - měření pouze jedním přístrojem
- postprocesní metody
Precise Point Position (PPP) zpracování měřených dat a využití přesných drah družic (single point + precise orbits data)
- měření RTK (Real Time Kinematic)
RTx - měření s korekcemi ze stacionárních satelitů firmy Trimble (např. služba xFill)



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Metody využití GNSS pro měření s přesností v cm – mm

- postprocesní metody:
- statická
 - rychlá statická metoda (fast static, rapid static)
 - kinematická metoda Stop and Go se statickou inicializací
 - kinematická metoda Stop and Go s inicializací za pohybu (On the Fly)
- výsledek: vztah mezi dvěma body
(vektor = orientovaná úsečka = usměrněný rajon = souřadnicový rozdíl)
- GPS triangulace
z jednotlivých vektorů je sestavena měřická síť
 - GPS protínání
zaměřovaný bod je určen jako výsledek protnutí dvou nebo více vektorů vycházejících z různých základnových stanic, tj. bodů o známých souřadnicích
 - polární metoda
větší počet jednotlivých vektorů, které vycházejí z jedné základnové stanice
základnová stanice: přechodná x permanentní x virtuální (síťové řešení)



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

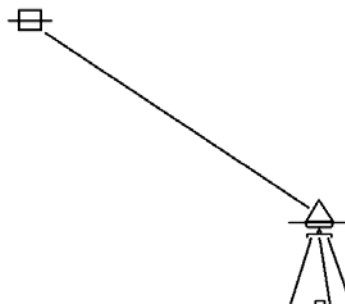
Metody využití GNSS pro měření s přesností v cm – mm

- metoda měření v reálném čase:
- Real Time Kinematic
navigační poloha je zpřesněna (opravena) o korekci určenou na základnové stanici (během měření lze přijímat právě jednu korekci z jedné základnové stanice)
v podstatě polární metoda
- výsledek: souřadnice pozice antény
- propojení pro přenos korekcí:
- radiomodem
 - datový přenos pomocí GSM (přímé vytáčení)
 - datový přenos přes www (korekce je vystavena ke stažení na konkrétní adrese)
umožňuje přístup neomezenému počtu „volajících“
- v podstatě polární metoda
základnová stanice: přechodná x permanentní x virtuální (síťové řešení)



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

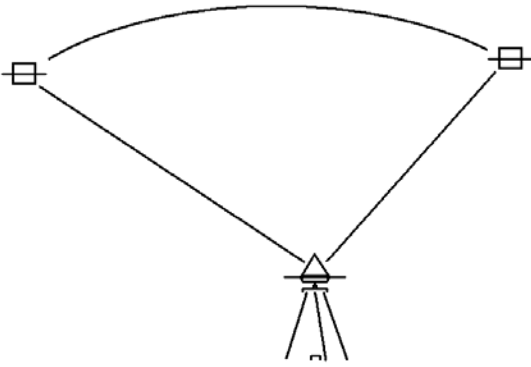
Systematická chyba - její vznik a působení v observaci GNSS





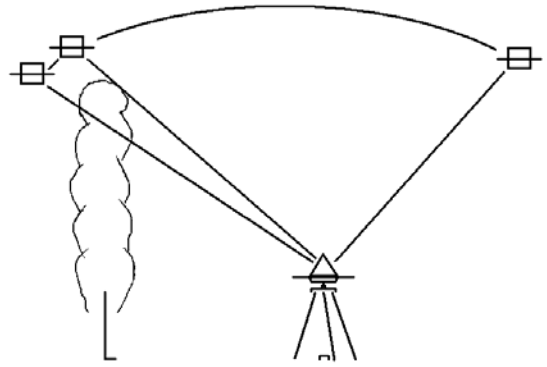
ČESKÝ ÚŘAD
ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Systematická chyba - její vznik a působení v observaci GNSS



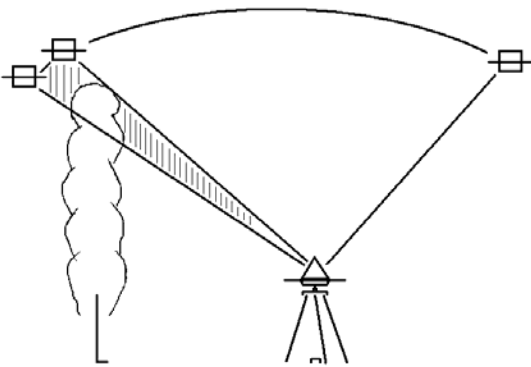
ČESKÝ ÚŘAD
ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Systematická chyba - její vznik a působení v observaci GNSS



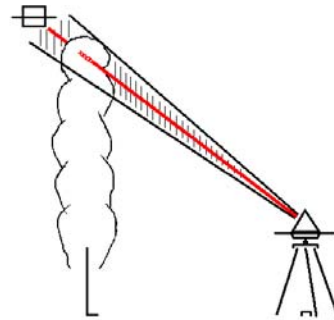
ČESKÝ ÚŘAD
ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Systematická chyba - její vznik a působení v observaci GNSS



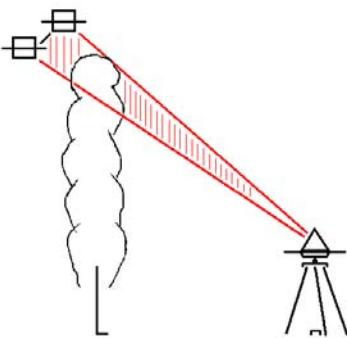
ČESKÝ ÚŘAD
ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Systematická chyba - její vznik a působení v observaci GNSS



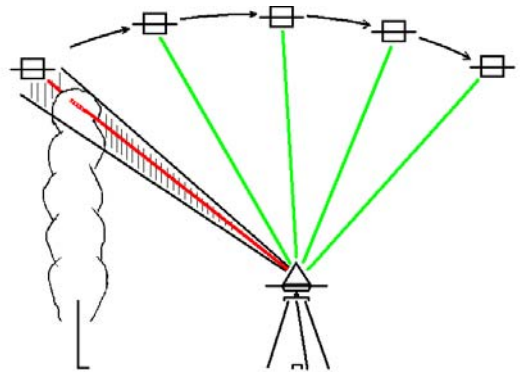
ČESKÝ ÚŘAD
ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Systematická chyba - její vznik a působení v observaci GNSS



ČESKÝ ÚŘAD
ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

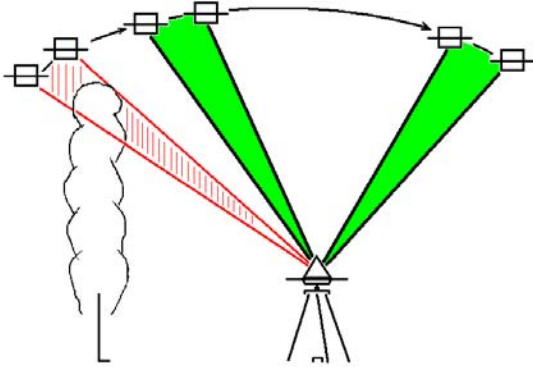
Systematická chyba - její vznik a působení v observaci GNSS





ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Systematická chyba - její vznik a působení v observaci GNSS



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Systematická chyba - její vznik a působení v observaci GNSS

KONTROLOVAT VÝSLEDKY vhodným měřickým postupem:

- jinou měřickou metodou
- opakovaným nezávislým měřením

PŘEDCHÁZET všem možným překážkám a vlivům, které by mohly měření:

- poškodit
- zatižit systematickou chybou
 - zakrytí a překážky způsobující rozptýlení nebo úplnou ztrátu signálu
 - zakrytí a překážky způsobující odraz a vícecestné šíření signálu
 - negativní vliv počasí:
 - stav sluneční aktivity a její vliv na ionosféru
 - kumulace el. potenciálu v atmosféře před bouřkou
 - hustá sněhová oblaka, sněžení

při RTK nebo v postprocessingu při polární metodě určení polohy bodu je nevhodnější, a pokud nepoužijeme terestrických metod, také jedinou kontrolou opakované nezávislé měření za jiných obs. podmínek a jiné výšce antény nad bodem



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Systematická chyba - její vznik a působení v observaci GNSS

nezávislá měření = měření provedená při nezávislé konstelaci družic

bod 9.5 přílohy k vyhlášce č. 31/1995 Sb.: „...opakované měření nesmí být provedeno v čase, který se vůči času ověřovaného měření nachází v intervalech:

$$\langle -1 + n \cdot k; n \cdot k + 1 \rangle$$

kde: k je počet dní a může nabývat pouze hodnot nezáporných celých čísel

- $n = 23,9333$ hod. (23 hod. 56 minut) pro americký systém GPS-NAVSTAR
- a $22,5000$ hod. (22 hod. 30 minut) pro ruský systém GLONASS.“

$n = 25,7667$ hod. (25 hod. 46 minut) pro čínský systém BeiDou

$n = 28,1667$ hod. (28 hod. 10 minut) pro evropský systém GALILEO



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Permanentní stanice GPS/GNSS

PŘÍNOS

- pro dosažení výsledku měřických prací postačí pouze jedna aparatura.
- při provádění měřických prací odpadá nutnost zřízení vlastní stanice a organizační problémy spojené s jejím provozem, přesuny a zabezpečením dozoru.
- při využití produktů a služeb tzv. síťového řešení není měřič omezen svojí polohou v rámci území, které síť pokrývá, a přesnost výsledků není závislá na vzdálenosti od nejbližší stanice.

ÚSKALÍ

- žádná síť permanentních stanic nedokáže zcela eliminovat obecně platné negativní vlivy na měření GNSS, které vyplývají z konfigurace systému a obecně platných jevů fyzikální povahy působících na elektromagnetické vlnění.
- žádná síť permanentních stanic nedokáže řešit problémy způsobené kvalitou příjmových podmínek na určeném bodě.



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Permanentní stanice GPS/GNSS na území České republiky (k 1.7.2010)



přehled vybraných permanentních stanic GNSS a jejich sítí



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Permanentní stanice GPS/GNSS

Úskalí při využití dat a služeb z neověřené permanentní stanice

! různý rozsah a kvalita poskytovaných dat, jejich produktů a služeb

!! absence nebo nejednotnost sledování stability stanice

!!! různým způsobem určeny souřadnice stanice

- v národní realizaci ETRS89 připojením na více nejbližších bodů sítě DOPNUL
- v národní realizaci ETRS89 připojením na jeden TB z výběrové údržby
- v ETRS89 připojením pouze na GOPE a zahraniční stanice EPN
- metodou PrecisePointPosition (single point + precise orbits data)
- neurčeny (data obsahují epochové souřadnice ve WGS84)

Nezávislý monitoring permanentních stanic GNSS (provádí VÚGTK, v.v.i.)

- výsledky na www.Úřadu, vyhlášen 1.9.2010

- jednotným způsobem určené souřadnice stanic v národní realizaci ETRS89 (jednotné připojení ke geodetickým základům ČR - zaměření, početní zpracování)
- jednotným způsobem zpracovávané časové řady denních souřadnic stanic (trvalé sledování stability stanice včetně periodických sezónních výkyvů)

přímý dopad do geodetické praxe:

je možné aplikovat nástroj, který bez nutnosti kontrolních měření v terénu ověřuje, zda připojení měření GNSS do systému ETRS89 je korektní, což představuje snížení zátěže při provádění měřických prací



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Nezávislý monitoring permanentních stanic GNSS

stanice využitelné dle bodu 9.10 písm. c) přílohy k vyhl.č. 31/1995 Sb.

- stanice aktivně zapojené do nezávislého monitoringu
- **vypočteny souřadnice + denní sledování**
 - CZEPOS (včetně externích stanic) síť 28 stanic se síťovým řešením
 - Trimble VRS Now Czech síť 24 stanic se síťovým řešením
 - VÚGTK uskupení 2 stanice (Kunžak, Lysá Hora)
 - TopNET síť 32 stanic se síťovým řešením
 - GEOORBIT síť 29 stanic se síťovým řešením

stanice nevyužitelné dle bodu 9.10 písm. c) přílohy k vyhl.č. 31/1995 Sb.

- a) stanice pasivně zapojené do nezávislého monitoringu
 - **pouze vypočteny souřadnice** a dále monitoringem nesledovány
 - některé stanice z uskupení VESOG (stanice různých provozovatelů)
 - dříve i stanice sítě TopNET (před 4.12.2016)
- b) stanice do monitoringu zcela nezapojené
 - všechny ostatní, výše nejmenované, stanice

pozn.: **nezapojení stanice do nezávislého monitoringu nemá degradující vliv na její kvalitu** ani nijak nedegraduje kvalitu dat, která stanice poskytuje, **při jejím využití je však vždy nutné kvalitu připojení do ETRS89 ověřit měřičky pomocí kontrolního měření na bodě o známých souřadnicích.**



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Nezávislý monitoring permanentních stanic GNSS

Připojení do ETRS89 využitím virtuální referenční stanice (VRS)

- její souřadnice volí uživatel (počtář) a data na tyto souřadnice „vyrábí“ software
- v případě měření v RTK je modelace VRS záležitostí konkrétního softwaru řešení a zvolené metody modelace dat
- pro kontrolu připojení do ETRS kontrola hodnot souřadnic VRS nic nepřináší pro tento účel nemá smysl ji provádět (u postprocessingu však lze ze souřadnic VRS zkontrolovat, zda nebyla zvolena příliš daleko; nevhodná délka vypočtených vektorů)
- pro kontrolu připojení do ETRS je nutné provést výkony dle bodu 9.10 přílohy k vyhl. č. 31/1995
 - nejlépe pomocí kontrolního měření na bodě o známých souřadnicích,
 - použitím nezávisle monitorované stanice nebo VRS ze sítě takových stanic
- konkrétní stanice je ověřena v případě, že její status = „Ověřeno“
- **VRS je ověřena jestliže je ověřeno alespoň 60% stanic té sítě, která ji vytvořila** - na www-Úřadu prezentováno: status = „Ověřeno“

viz text na www-Úřadu:
<http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:10-GNSS-nezavisly-monitoring>
(odkaz: GNSS/Permanentní stanice/Nezávislý monitoring.../Další podrobnosti...)



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Nezávislý monitoring permanentních stanic GNSS

Produkty a služby

- Katastr nemovitostí
- POKRYTÍ MĚŘENÍ ZEMĚMĚŘENÍ
- FORULÁŘE, ELEKTRONICKÁ PODÁNÍ
- MALENOVÉ VÝKRESY A ČÍROVÁNÍ
- Zeměměřičství
- INFORMACE O GEODETICKÝCH SLUŽBÁCH
- PROKLÁDÁNÍ ARCHIVÁLNÍCH MAPY
- POKRYTÍ MĚŘENÍ A PROKLÁDÁNÍ GEODETICKÝCH POKRYTÍ

Aktuality

- 02.03.2014 Změna informací o stanicích GNSS... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Nezávislý monitoring permanentních stanic GNSS

Geodetické základy na území ČR

- Informace o stanicích GNSS
- 02.03.2014 Změna informací o stanicích GNSS... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Nezávislý monitoring permanentních stanic GNSS

GNSS - informace pro zeměměřiče

- 02.03.2014 Změna informací o stanicích GNSS... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)
- 02.03.2014 Časová úprava dat... (red box)



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Nezávislý monitoring permanentních stanic GNSS

Permanentní stanice

Permanentní stanice se podle § 1 odst. 3 písm. c) vyhl. č. 31/1995 Sb. ve znění pozdějších předpisů, rozumí „soubor technických zařízení, který provádí neustálý příjem dat ze sítě globálních navigačních družicových systémů a umožňuje poskytnout tato data nebo příslušné další služby a výstupy, které v těchto datech vyžadují geodetický uživatel“.



Kampaň CZECH

Z důvodu měřičů v rámci realizace projektu souřadnic ETRS89, který umožňuje získat údaje o souřadnicích permanentních stanic v rámci geodetického základu, ČÚZK provedl výzkum, v němž se zúčastnilo 100 měřičů z celostátního monitoringu.



**ČESKÝ ÚŘAD
ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ**

Nezávislý monitoring permanentních stanic GNSS

Nezávislý monitoring permanentních stanic GNSS na území ČR

Jedná se o nástroj, který umožňuje využívat data z některých permanentních stanic GNSS v souladu s ustanovením bodu 9.10 písm. c) přílohy k vyhlášce č. 31/1995 Sb., ve znění pozdějších předpisů, bez provádění ověřovacích měření pro připojení do souřadnicového systému ETRS89. V důsledku toho tak dochází ke snížení časové náročnosti měřicích prací.

Přehled stanic schválených pro připojení do ETRS89 bez nutnosti provedení ověřovacích měření

Přehled monitorovaných permanentních stanic GNSS, výsledky monitoringu a z nich vyplývající možnost využití dat a služeb jednotlivých stanic nebo jejich sítí v souladu s ustanovením bodu 9.10 písm. c) přílohy k vyhlášce č. 31/1995 Sb., ve znění pozdějších předpisů, naleznete na [stránce poskytnutí monitoringu](#)

Pozn.: Data z permanentních stanic, které na základě rozhodnutí jejich provozovatele nejsou do nezávislého monitoringu přiměřeny, lze pro zeměměřické činnosti zcela standardně využívat. Při využití dat z takové stanice však nelze v případě připojení měření do ETRS89 postupovat dle ustanovení bodu 9.10 písm. c) přílohy k vyhlášce č. 31/1995 Sb., ve znění pozdějších předpisů.



**ČESKÝ ÚŘAD
ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ**

Nezávislý monitoring permanentních stanic GNSS

Monitoring permanentních stanic GNSS

Dotazní stránka zobrazí seznam dotazů, což bude shodně umístěna na webu ÚZK.

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den

Statut stanic a souřadnice pro konkrétní den



**ČESKÝ ÚŘAD
ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ**

Nezávislý monitoring permanentních stanic GNSS

Historie statutů stanice CBUD

Datum	Status	Komentář
28.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
27.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
26.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
25.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
24.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
23.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
22.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
21.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
20.8.2017	NEOVĚŘENO	nejdou data
19.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
18.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
17.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
16.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
15.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
14.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
13.8.2017	Ověřeno	vypočet OK
12.8.2017	Ověřeno	vypočet OK

výsledky

- k dispozici v den následující po dni měření (standardně do 8:00)

- stř. chyba souřadnicová $m_{xy} = 5 \text{ mm}$

- stř. chyba výšky $m_H = 15 \text{ mm}$

- mezní hodnota pro odlehlost:

souřadnicová 15 mm ($t = 3,0$)

pro výšku 40 mm ($t = 2,7$)



**ČESKÝ ÚŘAD
ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ**

WGS84

geocentrický souřadnicový systém definovaný z dat systému GPS-NAVSTAR

Vlivem driftu kontinentálních desek se souřadnice v systému WGS84 v čase mění pro všechny body, i když se nezměnila jejich poloha vůči kontinentální desce, na které se nacházejí.

Pro Evropu je hodnota tohoto posunu přibližně **2,5 cm / rok** severovýchodním směrem.

ETRS89

geocentrický souřadnicový systém **totožně definovaný** a se stejnými parametry jako WGS84.

+ **rámec (frame) ETRF89** (dnes ETRF2000) realizovaný pomocí souřadnic bodů = stanic rozmístěných pouze na evropské části euroasijské kontinentální desky.



**ČESKÝ ÚŘAD
ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ**

Hlavní charakteristiky souřadnicových systémů

	WGS84	ETRS89	S-JTSK
systém	geocentrický	geocentrický	rovinný + oddělená výška
elipsoid	WGS-84	GRS 80	Besselův
velká poloosa	6 378 137 m	6 378 137 m	6 377 397,15508 m
zploštění	1:298,257223563	1:298,257222101	1:299,152812829



**ČESKÝ ÚŘAD
ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ**

Transformace mezi WGS84 a ETRS89

- pomocí pouhého posunu
- při postprocessingu prostým nahrazením souřadnic na přípojovacím bodě
- při RTK připojením na základnovou stanici o souřadnicích v ETRS89
- k **určení a ověření tohoto posunu** je potřeba:
 - používat alespoň 2 přípojovací body
 - při RTK (má-li základnový bod souřadnice v ETRS89) **kontrolně zaměřit alespoň jeden další přípojovací bod**

Transformace mezi WGS84 (ETRS89) a S-JTSK

- standardně pomocí obecné sedmiprvkové transformace
- k **určení a ověření transformačních parametrů** je potřeba:
 - používat alespoň 4 identické body



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Transformace mezi ETRS89 (WGS84) a S-JTSK - volba identických bodů

- zajistit dostatečnou hustotu a vhodnou konfiguraci na území celé lokality
- při dalších pracích v téže lokalitě je vhodné použít stejné transformační vztahy
- pokud pracujeme v ETRS89 doporučuje se využít Databáze bodových polí (<http://bodovapole.cuzk.cz/>)
- pokud není z databáze nebo předchozích prací k dispozici potřebný počet vhodně rozložených identických bodů je nutné zbývající body doměřit, vždy však ve shodném souřadnicovém systému i jeho realizaci.
- výsledky transformace, především hodnoty oprav na identických bodech, je potřeba vždy pečlivě vyhodnotit

V případě transformace výsledků měření GNSS do S-JTSK se vlastně jedná o: „správně zdeformování“ výsledků měření GNSS do realizace S-JTSK

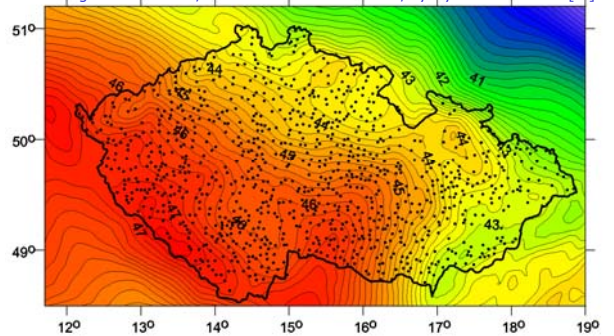
Zpřesněná globální transformace mezi realizací ETRS89 a realizací S-JTSK

- vychází z většího počtu rovnoměrně rozložených identických bodů
- výšky (H_{el} x H_{Bpv}) řeší pomocí modelu kvazigeoidu CR2005
- polohu (B;L x Y;X) řeší dvoukrokově
 - ETRS89 x JTSK05 matematickými funkcemi
 - JTSK05 x S-JTSK „dotransformací“ užitím konkrétní verze převodních tabulek



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Zpřesněná globální transformace mezi ETRS89 a S-JTSK – převod výšek model kvazigeoidu ČR 2005, ETRS s rámcem ETRF2000, výšky nad el. GRS80 [m]



- TB se souřadnicemi v ETRS a nadmořskou výškou v Bpv určenou nivelací



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Zpřesněná globální transformace mezi ETRS89 a S-JTSK – převod B;L a Y;X verze 1005 převodních tabulek

od GPS week 1617



TL, ve kterých při práci v PPBP nebylo možné použít zpřesněnou globální transformaci při aplikaci verze 1005 převodních tabulek



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Zpřesněná globální transformace mezi ETRS89 a S-JTSK – převod B;L a Y;X verze 1202 převodních tabulek

od GPS week 1695

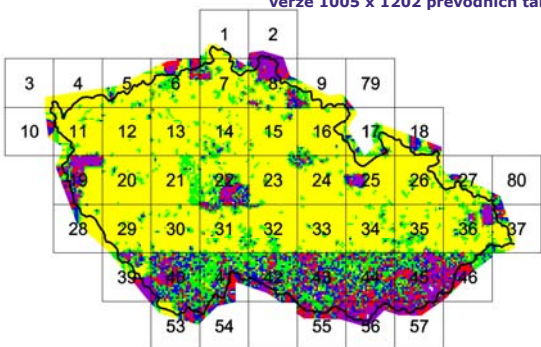


stav možného použití zpřesněné globální transformace i v PPBP po aplikaci verze 1202 zpřesněných převodních tabulek - **uvolněno do praxe od 1.7.2012**



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Zpřesněná globální transformace mezi ETRS89 a S-JTSK – převod B;L a Y;X verze 1005 x 1202 převodních tabulek



místa rozdílů mezi verzemi 1005 a 1202 převodních tabulek



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Zpřesněná globální transformace mezi ETRS89 a S-JTSK – převod B;L a Y;X verze 1202 převodních tabulek



místo s nalezenou hrubou chybou ve verzi 1202 převodních tabulek



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Zpřesněná globální transformace mezi ETRS89 a S-JTSK – převod B;L a Y;X
verze 1202 převodních tabulek

Eliminace hrubé chyby ve verzi 1202 převodních tabulek:

- eliminační opatření zavedena **od 1.7.2014**
- stanoveno územní omezení použití převodních tabulek pro území 15 km² vymezeném souřadnicemi: Y = 516 až 519 km a X = 1145 až 1150 km
- ve vymezeném území lze transformovat:
 - pomocí výpočtu místních transformačních parametrů („napravený“ souřadnice „vadného“ ZhB 35102260)
 - zpřesněnou globální transformaci při využití resortní transformační služby (na geoportálu ČÚZK je garantováno používání opravené verze převodních tabulek, konkrétně 1202_opr-1405)
- zvoleným postupem je **situace uspokojivě vyřešena bez toho, že by bylo nutné stávající transformační programy (s verzí 1202) zcela zneplatnit a následně realizovat nové kolo schvalovacích procesů všech již schválených transformačních programů.**



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Zpřesněná globální transformace mezi ETRS89 a S-JTSK – převod B;L a Y;X
verze 1710 převodních tabulek

- uvolněna do praxe **od 1.1.2018** $m_{xy} = 0,028$ m ($m_p = 0,036$ m)
- možnost použití verze 1202 omezena do 30.6.2018 (přechodné období 6 měsíců = dostatečný prostor pro prodejce již schválených komerčních transformačních programů, aby přechod na verzi 1710 zapracovali a rozdistribuovali v rámci obvyklých průběžných aktualizací těchto programů)
- pro výpočet hodnot vybrána varianta pouze z TB (vstup 3974 TB, vyloučeno 47 TB)
 - 2014 - 2017 určeno i v ETRS89 dalších TB (cca 800)
 - poblíží státní hranice
 - v místech řidší hustoty souboru TB se souřadnicemi i v ETRS89
 - v blízkosti těch TB se souřadnicemi i v ETRS89, u kterých bylo identifikováno podezření na vadu souřadnic v S-JTSK
- z realizace hodnot převodních tabulek vyloučeny ZhB
 - kontrolní měření KÚ prokázala:
 - spolehlivost souřadnic v S-JTSK určených při jejich budování pomocí GPS v letech 1996 - 2006
 - ve většině případů nesouhlas souřadnic v ETRS89, které ZhB obdržely ze souborného vyrovnání v rámci zpracování nové realizace ETRS89 v ČR (platná od 2.1.2011 00:00:00,00 GMT, GPSweek 1617)



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Zpřesněná globální transformace mezi ETRS89 a S-JTSK – převod B;L a Y;X
verze 1710 převodních tabulek

- nejsou použity ZhB
- jsou tak úspěšně odstraněny zjištěné i nezjištěné/tušené disproporce mezi TB a ZhB



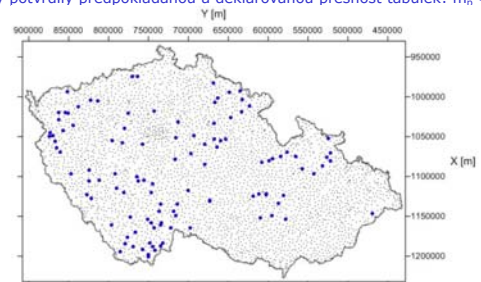
- nejedná se však o rezignaci na zjištěné nedostatky a tušená úskalí
- v závěru r. 2018 provedeny nápravné práce na 87 ZhB silami 10 KÚ (ověření souladu realizací ETRS89 a S-JTSK)



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Zpřesněná globální transformace mezi ETRS89 a S-JTSK – převod B;L a Y;X
verze 1710 převodních tabulek

- ověření vnější přesnosti v r. 2018 : silami ZÚ zaměřeno 112 „testovacích“ TB
- výsledky potvrdily předpokládanou a deklarovanou přesnost tabulek: $m_n = 0,036$ m



rozložení 112 testovacích bodů
(viz TZ vypracovaná odborem geodetických základů ZÚ)



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Transformace z ETRS89 (WGS-84) do S-JTSK v ČR
pro transformaci „místním klíčem“

- určují místní transformační parametry výpočtem ze souřadnic bodů identických pro transformaci (jsou známy jejich souřadnice v obou souř. systémech)
- využívají obecně platných matematických vzorců, platí tedy obecně

pro zpřesněnou globální transformaci, tzv. „globálním klíčem“

- využívají dotransformace pomocí interpolace v mřížce tabulek opravných hodnot
- tabulky jsou vždy **vztahy ke konkrétnímu souř. systému a jeho konkrétní realizaci**

je třeba volit program podle toho, ze které realizace ETRS89 a pomocí kterých transformačních tabulek se přechází do S-JTSK

pro zjednodušení vyřešeno stanovením období jejich platnosti

- programy platné pro data pořízená před 2.1.2011
- programy platné pro data pořízená v období 2.1.2011 – 31.12.2012
- programy platné pro data pořízená v období 1.7.2012 – 30.6.2018
- programy platné pro data pořízená po 1.1.2018



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Transformace z ETRS89 (WGS-84) do S-JTSK v ČR

- co největší homogenitu výsledků měřických prací přijímaných do katastru nemovitostí je třeba zajistit z hlediska:
 - případného připojení do ETRS89
 - postupu při transformaci do S-JTSK
 - homogenita transformačních programů (schváleny Úřadem)
 - volba a konfigurace identických bodů

K transformaci do S-JTSK pro účely katastru nemovitostí lze využít pouze programy k tomuto účelu schválené.

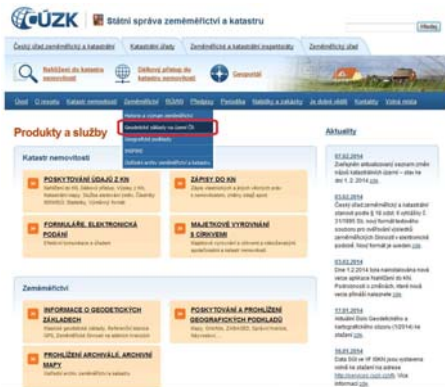
- schvalovací proces sestává z nezávislého testování výsledků transformačního programu, které nezávisle a jednotným postupem provádí VÚGTK.
- úspěšné testování poskytuje záruku, že testovaný program poskytuje výsledky, které jsou dostatečně shodné s výsledky již schválených programů ($m_{xy} = 0,02$ m a $m_{nl} = 0,04$ m).

schválené programy jsou uveřejněny na <http://www.cuzk.cz>



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Seznamy transformačních programů schválených pro použití v KN



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Seznamy transformačních programů schválených pro použití v KN



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Seznamy transformačních programů schválených pro použití v KN



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Seznamy transformačních programů schválených pro použití v KN

Transformační programy schválené pro transformaci z WGS84 nebo ETRS89 do S-JTSK

(bod 9 přílohy v vyhlášce č. 31/1995 Sb. ve znění pozdějších předpisů)

A - Transformační programy schválené pouze pro transformaci mezi ETRS89 a S-JTSK bez volby identických bodů pomocí zpřesněného globálního transformace

Důležitou podmínkou těchto programů (oproti klasickým převodním tabulkám transformací) je, že při procesu transformace mezi souřadnicovými systémy vznikají v důsledku volby různé konfigurace identických bodů. Etna takového souboru identických bodů je důležitou podmínkou implementací převodních tabulek schválených ÚZK. Uplatněn tak například pravidlo výběru identických bodů indukčních hodnoty převodních tabulek jsou vždy vytvořeny ve konkrétní matrici systému ETRS89 a ke konkrétní množině bodů, z nichž byly vytvořeny. Jednotlivé programy také převodní a závislost na konkrétní množině bodů, použitých údajů volby převodní transformace procesu. Z toho důvodu je třeba nutně při použití těchto programů věnovat zvláštní pozornost jejich přesnosti a časovému vymezení jejich možného použití.

- Programy používající ano data získaná pomocí (GNSS) přílohy 2, 1. 2011
- Programy používající ano data získaná pomocí (GNSS) v období od 1. 1. 2011 do 31. 12. 2012
- Programy používající ano data získaná pomocí (GNSS) v období od 1. 1. 2012 do 30. 11. 2018
- Programy používající ano data získaná pomocí (GNSS) v období od 1. 1. 2018

B - Transformační programy schválené pro transformaci z WGS84 nebo ETRS89 do S-JTSK pomocí místního klíče a volby identických bodů

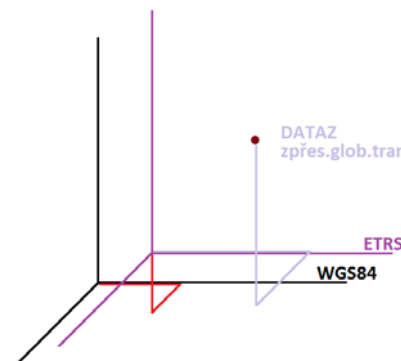
Programy využívající identických matematických vzorců pro výpočet místních transformací parametrů pro transformaci pomocí antropometrické transformace, nebo pro provedení transformace po kroku a to vždy na základě zvolené množiny identických bodů a konfigurace identických bodů v rámci souřadnicových systémů. Vždy se jedná o volbu mezi souborem údajů o parametrech identických bodů indukčních hodnoty převodních tabulek jsou vždy vytvořeny ve konkrétní matrici každého z nich, je však nutné dbát na konkrétní množinu bodů, z nichž byla vytvořena. Jednotlivé programy také převodní a závislost na konkrétní množině bodů, použitých údajů volby převodní transformace procesu. Z toho důvodu je třeba nutně při použití těchto programů věnovat zvláštní pozornost jejich přesnosti a časovému vymezení jejich možného použití.

Seznam schválených programů



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Potřeba kontroly připojení měření GNSS do ETRS89



Axiom správného provedení transformace:

sořadnice bodů určených (nově zaměřených) i identických musí být ve stejném souřadnicovém systému a jeho realizaci

pro transf. **identických** musí být **ve stejném souřadnicovém systému a jeho realizaci**

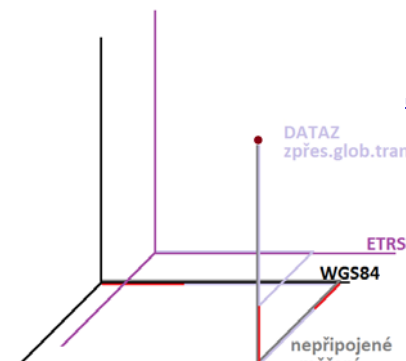
viz učebnice

podchyceno v: písm. b) bod 9.11 přílohy a písm. a) bod 9.11 přílohy vyhl. č. 31/1995 Sb.



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Potřeba kontroly připojení měření GNSS do ETRS89



Axiom správného provedení transformace:

sořadnice bodů určených (nově zaměřených) i identických musí být ve stejném souřadnicovém systému a jeho realizaci

pro transf. **identických** musí být **ve stejném souřadnicovém systému a jeho realizaci**

viz učebnice

podchyceno v: písm. b) bod 9.11 přílohy a písm. a) bod 9.11 přílohy vyhl. č. 31/1995 Sb.



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Shrnutí

měření:

- dodržení náležitostí zvoleného měřického postupu (kvalita aparatury a zprac. sw)
- dodržení observační doby, PDOP a nezávislosti jednotlivých měření (časy)
- výpočet finálních hodnot souřadnic vypočtených z více (dvojice) nezáv. měření

připojení do ETRS:

- souřadnice konkrétních připojovacích bodů (nebo permanentních stanic)
- při použití VRS nevyžadovat její souřadnice za účelem kontroly připojení do ETRS89
- vyhodnotit použití schválené permanentní stanice (i VRS) v souladu s nezávislým monitoringem (statut „ověřeno“), nebo kontrolní měření na známém bodě

transformace:

- použití schváleného transformačního programu
- při transformaci „místním klíčem“ konfigurace identických bodů (přehledka) a hodnoty jejich souřadnic v obou souřadnicových systémech
- při transformaci „globálním klíčem“
 - zda transf. program odpovídá realizaci ETRS89 platné v době měření
 - nevyžadovat/nevyžadovat přehledku identických bodů
- zpřesněnou globální transformaci lze používat v případě měření před 2.1.2011 pouze pro určení podrobných bodů
- zpřesněnou globální transformaci lze používat v případě měření po 2.1.2011 i pro určení pomocných bodů a bodů PPBP ovšem v závislosti na časovém i územním omezení jejich jednotlivých verzí



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Shrnutí

kontrolní prvky v množině bodů určených pomocí GNSS:

- nezávislá měření jsou pouze taková měření, která byla provedena za změněných observačních podmínek,
- v případě GNSS je **nezávislost** měření obecně zajišťována požadavkem na časový odstup observačních dob jednotlivých opakovaných měření **!!! min. 1 hodina (za určitých konkrétních podmínkách 3 hodiny) !!!** tím je zajištěna:
 - změna atmosférických podmínek
 - změna konfigurace satelitů (geometrie jejich postavení na obloze)
 - změna jejich postavení vůči objektům způsobujícím vícecestné šíření signálu
- pokud nejsou dva body (více bodů) určeny pomocí GNSS nezávisle, pak nelze jako kontrolní prvek použít:
 - přímo či nepřímo měřenou délku mezi nimi
 - úhel sevřený spojnicemi z jednoho bodu na dva další body
 - uzávěr v obrazení, který byl změněn více aparaturami najednou **!!!** délka, úhel nebo uzávěr v takovém případě „ohlídá“ pouze vzájemnou geometrii bodů, nikoliv jejich umístění v prostoru !!!



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Shrnutí

přetrvávající „omyly“ při používání GNSS

- podceňovány observační podmínky na zaměřovaných bodech (zákryty, multipath, konfigurace satelitů)
- opomíjeno úskalí spolehlivosti výsledku jedné krátké observace GNSS
- opomíjeno úskalí ověření výsledků jediných krátkých observací GNSS na určovaných bodech pomocí změřených oměrných pouze mezi nimi
- druhá nezávislá observace GNSS na určovaném bodě (ověření kvality rajonu) často nahrazována observací na bodě o známých souřadnicích (ověření kvality připojení do ETRS89 a kvality procesu transformace)
- opomíjena problematika převodu výšky elipsoidické (ETRS89) na nadmořskou (Bpv)
- přílišné spoléhání na funkční možnosti hardware
- přílišné spoléhání na obslužné software a další zpracovatelské programy



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Shrnutí

resumé:

- měření pomocí GNSS je pouze jednou z více možných měřických metod, kterou se určuje hodnota měřených veličin.
- i u měření GNSS platí, stejně jako u terestrických metod, že, určí-li se hodnota měřené veličiny pouze jedenkrát, nemůžeme si být její hodnotou jisti a je potřeba:
 - ověřit ji jiným způsobem (např. u terestrických metod zaměřením oměrných nebo jiných kontrolních měř.,
 - nebo ji určit ještě alespoň jedním dalším a nezávislým měřením.
- jen jedenkrát určené souřadnice pomocí GNSS mají obdobnou spolehlivost jako:
 - délka měřená pouze jedním přiložením pásma
 - úhel měřený přístrojem bez elektronických kompenzátorů, a pouze v jedné osnově o jediné skupině s pouhou jednou řadou měřených směrů
 - převýšení určené jen jednou (boční) záměrou nivelačního přístroje



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

Shrnutí

resumé:

- spolehlivé vyloučení co největšího počtu možných systematických chyb zajistí pouze úplná nezávislost obou (resp. všech) měření použitých pro určení výsledných hodnot souřadnic (u *postprocesních metod pak hodnot složek vektorů, ze kterých se počítají souřadnice*)
- u měření GNSS s krátkou observační dobou, zejména při měření RTK, je vyhodnocení alespoň dvojice nezávislých měření nejjednodušším a nejspolehlivějším kontrolním mechanismem, který zajistí, že hodnoty geocentrických souřadnic jsou určeny správně
- transformace výsledků měření GNSS do S-JTSK je další (samostatnou) operací, jejíž správné provedení je nutné také zkontrolovat (samostatně)
- protokol o měření GNSS slouží pro snadnou kontrolu pro GNSS jedinečných údajů, jejichž naplnění zaručuje dodržení potřebné kvality výsledků měření
 - je nutné posuzovat odděleně:
 - část, která se vztahuje k observaci, tedy k určení měřených veličin,
 - část, která se vztahuje k provedení transformace do systému S-JTSK (náležitosti viz bod 9 přílohy k vyhlášce č. 31/1995 Sb.)
- pokud jsou výsledky získané technologií GNSS použity k dalšímu zpracování, např. k vyhotovení geometrického plánu, pak je potřeba, aby celkový elaborát obsahoval nejen protokol o měření GNSS, ale i další náležitosti podle katastrální vyhlášky.



ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ

děkuji za pozornost

pavel.taraba@czk.cz