

# K otázkám integrace českých polohových základů do evropského systému

Jan Kostelecký a Jaroslav Šimek

Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i., CZ-25066 Zdiby  
jan.kostelecky@vugtk.cz, jaroslav.simek@pecny.cz

Katedra vyšší geodézie FSv ČVUT v Praze, Thákurova 6, CZ-16629 Praha 6  
kost@fsv.cvut.cz

**Abstrakt:** Příspěvek se zabývá modernizací českých polohových základů a jejich integrací do evropských polohových základů. Pro realizaci je v plné míře využíváno technologie GNSS.

**Klíčová slova:** geodetické základy, technologie GNSS

**Abstract:** To the integration of the Czech geodetic control to European reference system. Modernization of the Czech geodetic control by means of GNSS technology

**Keywords:** geodetic control, GNSS technology

## 1 Úvod

V roce 2007 uplynulo 80 let od vytvoření geodetického referenčního systému S-JTSK, přibližně 40 let od doby, kdy se ve větší míře začaly výrazněji projevovat jeho nedostatky v důsledku rozšiřujícího se využití dokonalejší měřické techniky v zeměměřické praxi, 20 let od vyhlášení koncepce nového evropského referenčního rámce EUREF a 16let od prvního kroku k implementaci tohoto rámce v České republice. Přibližně 20 let se vedou v užším kruhu odborníků diskuze o potřebě a cestách modernizace S-JTSK, které na začátku vyústily ve formulaci koncepce modernizace, která byla z podstatné části realizována avšak v současné době se již přežila. Je zřejmé, že úkol modernizace uživatelského vztažného systému je třeba řešit současně s tvorbou celoevropského systému pro území ČR.

Systém ETRS89, jehož vývoj a údržba jsou koordinovány subkomisí IAG EUREF, dosáhl takových kvalitativních parametrů, které jej řadí na nejčelnější místo mezi současnými kontinentálními systémy. Platí to jak o základním rámci, tvořeném permanentní sítí GNSS EUREF (EPN), tak o zhuštění tohoto referenčního rámce na úrovni jednotlivých evropských států. Česká republika je patrně jediným z evropských států, které ETRS89 přijaly jako jeden ze závazných systémů, kde současná realizace systému ETRS nedosahuje obvyklých parametrů kvality a zaostává za současnými technickými možnostmi. Modernizace polohových geodetických

základů v ČR má tedy dva aspekty - zpřesnění národní realizace evropského referenčního rámce a následná integrace uživatelských základů do tohoto systému.

Následující příspěvek se zabývá nástinem možné realizace nového polohového systému v České republice, budovaného výhradně technologií GNSS. Systém by měl vyhovovat svou přesností praktickým potřebám současné geodézie a měl by být plně integrován do evropských polohových základů. Realizace předpokládá využití použitelných měření výše zmíněnou technologií, prováděnou v posledních patnácti letech. Jde o pozorování na permanentních stanicích sítě CZEPOS, měření vykonaná v rámci kampaně „výběrová údržba“, prováděná Zeměměřickým úřadem Praha a měření z kampaně „zhušťování“, prováděné katastrálními úřady.

## 2 Geodetické základy současnosti

Vývoj metod kosmické geodézie v několika uplynulých desetiletích má podstatné důsledky pro vývoj metodologie i teorie v geodezii. Z celé řady zajímavých aspektů, které tento vývoj přináší, se zaměříme na jeden související s řešením jedné ze základních úloh geodézie - určování polohy objektu. Tato úloha implicitně obsahuje problém definování a realizace vztažného (souřadnicového) systému, vzhledem k němuž je poloha objektu určována. Základem realizace geodetického vztažného systému jsou - zeměměřické veřejnosti důvěrně známe - geodetické základy.

Zmíněné metody kosmické geodézie nejenom umožnily přesnou definici a zejména realizaci adekvátního vztažného systému, t.j. „planetárního“ systému, umožňujícího jednoznačné prostorové určení polohy bodu či objektu spojeného se zemským tělesem, případně umístěného v prostoru blízkém Zemi, ale jedna z nich - GPS - se rychle prosadila mezi nejpoužívanější techniky určování polohy v zeměměřické praxi. A protože tato technika poskytuje jednoznačnou informaci o poloze v trojrozměrném prostoru, vyjádřeném jednotným planetárním systémem kartézských souřadnic, bylo by teoreticky možné se zcela obejít bez klasických geodetických základů, budovaných na různých úrovních a různými metodami po dobu nejméně dvou století.

Z mnoha praktických důvodů to však možné není. Momentálně je nezbytné akceptovat skutečnost, že v České republice je koexistence dvou geodetických vztažných systémů, z nichž jeden je realizován moderní metodou GNSS a druhý, závazný a pro praktické aplikace výhradně používaný S-JTSK, byl vytvořen před osmdesáti lety, přičemž jeho kořeny sahají ještě do podstatně dávější minulosti. Připomeňme mimochodem, že již tvůrcům systému S-JTSK byly velmi dobře známy nedostatky tohoto systému a že nikterak neskrývali, že důvodem jeho rychlé implementace byla naléhavá společenská potřeba nově vzniklého československého státu. Současná společenská potřeba naproti tomu vyžaduje, aby koexistence obou zmíněných systémů přešla v jejich fúzi, která by zajistila především sdílení vyšší kvality a zvýšení univerzálnosti využití systému S-JTSK jakož i zabezpečení konverzí, potřebných pro realizaci mezinárodních projektů a to na požadované úrovni přesnosti a homogenity s výsledky zeměměřických činností v ostatních evropských

státech. Současně se jeví jako účelné revidovat jednak klasickou definici geodetických základů a jednak příslušnou legislativu tak, aby lépe vyhovovala jejich současnému pojetí, vývoji oboru i novým společenským potřebám.

Charakteristickými rysy soudobých geodetických základů, založených na metodách kosmické geodezie jsou

- globalizace (homogenní souřadnicový systém pro celou planetu)
- přesnost (o jeden až dva řády vyšší než u klasických geodetických základů)
- nové produkty a služby (služby v „reálném čase“, informace o troposféře a ionosféře aj.)
- symbióza mezi tradičními a novými produkty (transformační parametry)
- evoluční a temporální charakter (kontinuální vývoj globálního vztahného systému - časová řada realizací s přesně definovanými transformačními parametry mezi jednotlivými realizacemi).

Motivací pro přijetí a využívání moderních geodetických základů je především

- rozvoj aplikací v oblasti geoinformatiky
- mezinárodní projekty (EuroGeographics, IAG)
- politická hlediska (EU, např. direktiva INSPIRE)
- metrologické a vědecké aspekty.

### 3 Evropské polohové geodetické základy - EUREF a ETRS89

Poslání a stručná historie činnosti Subkomise Mezinárodní asociace geodezie (IAG) pro referenční rámce v Evropě EUREF jsou shrnuty v řadě pojednání, mezi jinými v [1] a [2]. Subkomise se zabývá definováním, realizací a udržováním evropského geodetického referenčního rámce, který vytváří infrastrukturu pro mezinárodní projekty založené na přesném určování polohy v trojrozměrném prostoru jako funkce času. Tuto činnost vyvíjí subkomise ve spolupráci s mezinárodními vědeckými službami a dalšími složkami IAG a rovněž s EuroGeographics, sdružením zeměměřických služeb evropských států. EUREF systematicky vyvíjí aktivity zaměřené na tvorbu a údržbu evropského terestrického referenčního systému ETRS89 a evropského výškového systému EVRS. Základním nástrojem údržby ETRS89 je permanentní GNSS síť EUREF (EPN), která pokrývá celý evropský kontinent a jejíž stanice nepřetržitě sledují navigační družice systémů GPS a GLONASS.

Systém ETRS89 je definován jako terestrický geocentrický referenční systém, který je totožný s Mezinárodním terestrickým referenčním systémem (realizovaným Mezinárodní službou rotace Země - IERS) pro epochu 1989.0 a je pevně spojený se stabilní částí evropské litosférické desky. Tento systém lze realizovat několika způsoby, přičemž lze s výhodou využít postupně se zlepšujících realizací Mezinárodního terestrického referenčního rámce ITRFyy, kde index yy značí rok příslušné realizace. Realizace je dána souborem souřadnic observačních stanic, vztahených k příslušné epoše yy. Z každé realizace ITRFyy lze odvodit realizaci ETRFyy v ETRS89. K tomu je nutné použít transformačních parametrů včetně

rychlostí pohybu stanic, publikovaných Mezinárodní službou rotace Země - IERS. Zkvalitnění, t.j. zhuštění a zpřesnění systému ETRS89 ať už v kontinentálním nebo národním rozsahu lze rovněž docílit zpracováním GPS kampaní různého rozsahu s využitím souřadnic opěrných stanic z nejnovějších realizací a nejnovějších parametrů drah UDG poskytovaných Mezinárodní službou GNSS (IGS) s následnou konverzí do konvenční epochy systému ETRS89 [3].

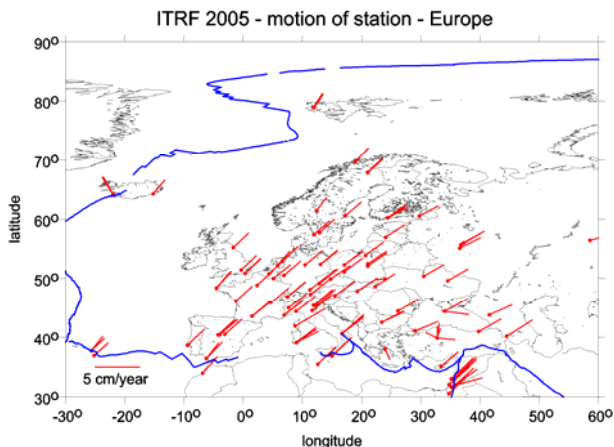
Evropský referenční rámec je tedy reprezentován rámcem ETRF89 v příslušné aktuální epoše. Poslední současnou realizací je ETRF89 (2005), který je odvozen ze světového referenčního rámce ITRF 2005.

ITRF 2005 byl realizován Mezinárodní službou rotace Země a souřadnicových systémů (IERS) a byl zveřejněn koncem roku 2006. Obsahuje pravouhlé prostorové souřadnice a jejich časové změny sítě bodů, na kterých je pozorováno některou z technologií kosmické geodézie: VLBI (Interferometrie s velmi dlouhými základnami), SLR (Měření vzdálenosti stanice – družice pomocí laserové technologie), GPS (Globální polohový systém) a systému DORIS (dopplerovská technologie) K jeho tvorbě byla použita data, získaná z pozorování v období let 1980 až 2006. Rozložení evropských stanic referenčního rámce je patrné z obrázku 1.

Z obrázku 1 je též patrný důvod zavedení evropského referenčního rámce ETRF89. Roční lineární časové změny souřadnic stanic vůči ITRF činí v Evropě cca 2.7 cm/rok a to je hodnota, kterou nelze zanedbat ani při běžných geodetických pracích. Rámec ETRF89 byl vytvořen zařazením ITRF89 ve výchozí epoše. Rozdíl mezi oběma rámci je tedy v tom, že ETRF89 je „unášen“ Euro-asijskou tektonickou deskou a časové změny souřadnic vůči tomuto rámci jsou o jeden řád menší, než vůči ITRF.

Vzhledem k tomu, že GNSS je jedinou technologií kosmické geodézie, provozovanou v ČR, je realizace referenčního rámce ETRF89 možná pouze pomocí této technologie.

Základním rámcem pro udržování systému ETRS89 a produkování posloupnosti jeho realizací je síť permanentních stanic GNSS EUREF - EPN. Tato permanentní síť má ovšem ještě širší využití - je významným nástrojem pro studium geokinematiky evropského kontinentu, nástrojem interdisciplinárního výzkumu a podporuje rovněž praktické aplikace založené na určování polohy v reálném čase. Systém EPN je tvořen souborem permanentních sledovacích stanic GNSS, operačními centry, lokálními a regionálními datovými centry, sedmnácti lokálními analytickými centry a jedním kombinačním analytickým centrem. Celý systém je řízen centrálním byrem, které pracuje na Královské belgické observatoři v Bruselu. Síť EPN lze pokládat za zhuštění operační sítě IGS na evropském kontinentu. Práce jednotlivých komponent EPN se řídí speciálními instrukcemi a standardy, čímž je zajištěna homogenita a integrita systému. V současné době je EPN tvořena souborem více než 200 stanic, z nichž 7 je v České republice.



**Obr. 1.** Rozložení evropských stanic a znázornění ročních změn polohy stanic referenčního rámce ITRF 2005

## 4 Realizace ETRS89 v České republice

Vzhledem k tomu, že našim cílem je integrace českých polohových geodetických základů do evropského systému, je nezbytné nejprve tento evropský systém pro Českou republiku definovat a realizovat. Realizace probíhá od roku 1991, kdy byla v rámci následné kampaně EUREF-CS/H-91 provedena GPS pozorování na třech trigonometrických bodech a v letech 1992-93 vypočteny souřadnice těchto bodů v ETRS89. Tyto souřadnice, jejichž přesnost je s použitím kritérií přijatých v EUREF klasifikována jako kategorie B (t.j. přesnost 1 cm v každé ze souřadnic v rámci dané kampaně v epoše pozorování), přičemž tento odhad bude patrně nadnesený, tvoří základ realizace ETRS89 v ČR dosud. Zhuštění tohoto rámce probíhalo v letech 1992 (CS-NULRAD-92) a 1993 - 94 (CS-BRD-93, série kampaní DOPNUL) a konečně extenzivní zhuštění v letech 1995 - 2006 (kampaně „výběrová údržba“, prováděné ZÚ a kampaně „zhuštění“, prováděné KÚ), viz např. [1], [6]. I přes poměrně sofistikované zpracování velkého množství observačních dat, pocházejících zejména z posloupnosti zhušťovacích kampaní DOPNUL, je umístění a orientace rámce, představujícího současnou národní realizaci systému ETRS89, v podstatě dáno výsledky kampaně EUREF-CS/H-91, které jsou ovlivněny atributy doby svého vzniku, především málo kvalitními drahami UDZ (období před zahájením činnosti IGS) a nedostatkem kvalitních permanentních stanic použitelných pro připojení. Tyto nedostatky se přenášejí také do národní referenční sítě GNSS DOPNUL.

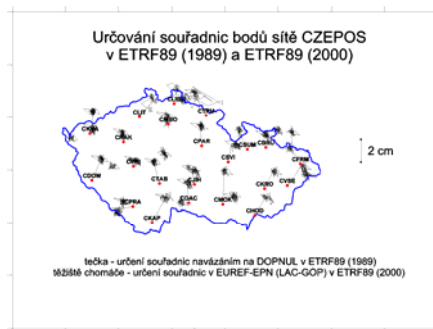
Situace se ovšem v průběhu let měnila. Od roku 1993 pracuje v ČR stanice IGS na Geodetické observatoři Pecný v Ondřejově u Prahy (GOPE), která se v r. 1995 stala rovněž stanicí EPN, v r. 2002 přibyla stanice EPN TUBO na VUT v Brně a v roce

2005 dalších 5 stanic EPN provozovaných Ústavem struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i. Kromě toho se výrazně zvýšil počet permanentních GNSS stanic EPN v sousedních státech (Slovenské republice, Polsku, Rakousku a SRN). Nejvýznamnějším pokrokem je však vybudování sítě 27 permanentních GNSS stanic CZEPOS – detaily viz [8], která je v provozu od konce roku 2005. Tato situace vytváří ideální podmínky pro zpřesnění národní realizace referenčního rámce ETRS89 a následně vytvoření nového uživatelského systému S-JTSK/05.

Jelikož souřadnice stanic permanentní sítě GNSS CZEPOS by měly představovat národní realizaci systému ETRS89 nejvyšší úrovně, je způsob jejich určení otázkou nejvyšší důležitosti. V podstatě přicházejí v úvahu dva přístupy. V každém případě je třeba postupovat způsobem popsaným v instrukci [3], který umožňuje využít nejnovější realizace ETRS89 (v současnosti 2005) a nejkvalitnější dráhy IGS. Rozdíl je v tom, zda jsou jako „dané“ souřadnice voleny souřadnice stanic, reprezentujících národní realizaci ETRS, anebo souřadnice stanic EPN.

V prvním případě jsou souřadnice souboru permanentních stanic určovány pomocí výsledků speciálních observačních kampaní, provedených jak na „určované“ stanici, tak na vybraném souboru stanic národního referenčního rámce. Tím se docílí konzistence s existujícím národním referenčním rámcem. Ve druhém případě jsou souřadnice nových permanentních stanic určeny zpracováním simultánních pozorování z určitého časového úseku společně s vhodně vybranými spolehlivými stanicemi EPN s delší historií. Výsledkem pak budou souřadnice konzistentní s neaktuálnější realizací ETRS89, reprezentovanou EPN a to na úrovni přesnosti blízké 1 mm v „horizontální“ poloze a 3 mm ve výšce.

Přestože není třeba podrobně zdůvodňovat přednosti druhého způsobu, byly prvotní souřadnice stanic systému CZEPOS určeny prvním popsaným způsobem a uživatel tedy získává výsledky kompatibilní s aktuální národní realizací, reprezentovanou sítí DOPNUL. Důsledkem je zanesení systematické deformace vzhledem k aktuální „kontinentální“ realizaci ETRS89, reprezentované EPN. Tato systematika je ilustrována na obrázku 2.



**Obr. 2.** Systematický posun realizace ETRF89 v ČR v různých epochách

Proto při zpřesnění národní realizace ETRS89 a následné integraci geodetických základů do tohoto rámce bude prvním krokem navázání sítě CZEPOS na vybrané body EPN, které jsou součástí referenčního rámce ITRF2005. Rozložení bodů je patrné z obrázku 5.

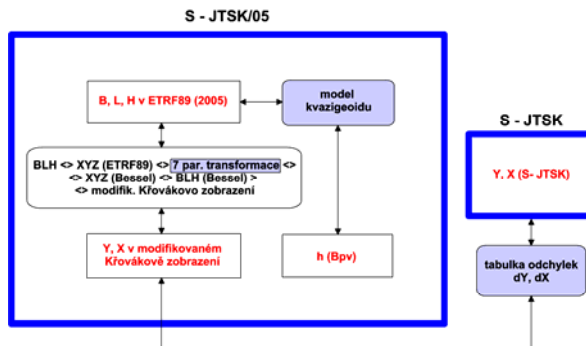
## 5 Systém S-JTSK/05

Návrh nového zpřesněného souřadnicového systému vychází z následujících skutečností:

Systém by měl obsahovat referenční rámec, realizovaný měřickými značkami (reálnými nebo virtuálními), které budou mít

- souřadnice (pravoúhlé prostorové  $X, Y, Z$ , nebo elipsoidické  $B, L, H$ ), vztahené ke geocentrickému referenčnímu elipsoidu v systému ETRS89 (2005), umožňující pozorování technologií GNSS
- rovinné souřadnice  $y, x$  v modifikovaném Křovákově zobrazení, umožňující provádění měření klasickými geodetickými metodami. Modifikace zobrazení, viz např. [4] - spočívá v přidání korekčních členů, které globálně vystihují a minimalizují deformaci S-JTSK v ČR
- elipsoidické  $H$  i nadmořské výšky  $h$  v systému Bpv

Struktura nového systému je patrná z obrázku 3.

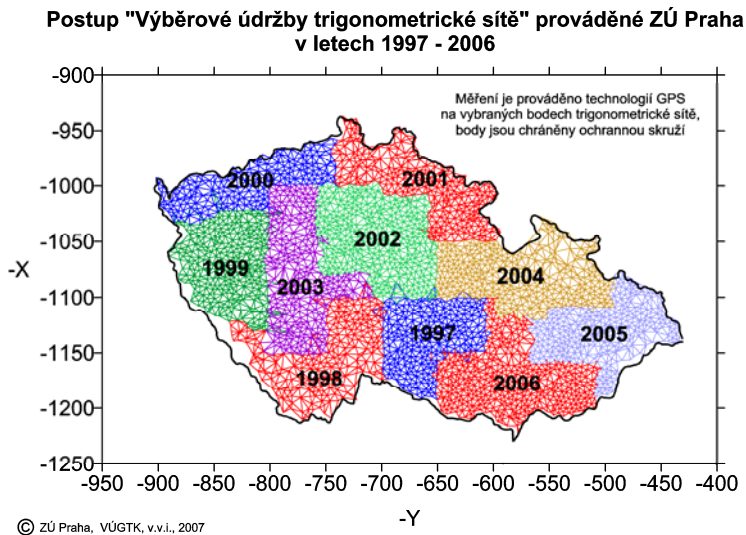


Obr. 3. Struktura S-JTSK/05 a jeho vztah k S-JTSK

Mezi oběma typy souřadnic bude existovat exaktní matematický vztah, výšky budou převáděny odděleně pomocí modelu kvazigeoidu – viz např [6].

První, prozatímní, variantou systému, vyhovující výše uvedeným podmínkám je systém S-JTSK/95. Detaily tvorby tohoto systému jsou uvedeny v [7]. Systém vznikl na základě využití technologie GPS – posloupnosti družicových kampaní, uskutečněných na území ČR od roku 1991 do roku 1994, z nichž je nejdůležitější pro další vývoj kampaní DOPNUL. Souřadnice trigonometrických bodů v ETRF89 byly získány transformací bodů nejkvalitnějšího klasického souřadnicového systému S42/83 do ETRF89. I když má systém vlastnosti S42/83, umožnil definovat vztahy mezi S-JTSK/95 a S-JTSK a vytvořit software pro „přímý převod“ z ETRF89 do S-JTSK s přesností – viz [7], charakterizovanou standardní odchylkou 5 cm v každé polohové souřadnici a s použitím modelu kvazigeoidu CR2000 – viz [6] – i standardní odchylkou 5 cm ve výšce.

Vraťme se však k S-JTSK/05. Z hlediska integrace od evropského rámce se jeví nejúčelnější využití nedávno vybudované sítě CZEPOS permanentních stanic technologie GNSS – viz [8]. Dalším, a to nejpodstatnějším, přínosem pro tvorbu nového zpřesněného systému je však síť 3094 vybraných trigonometrických bodů, zaměřená v letech 1997 až 2006 odborem triangulace Zeměměřického úřadu v Praze v rámci kampaně „výběrová údržba“. Struktura sítě je patrná z obrázku 4.



**Obr. 4.** Síť výběrové údržby

I když síť na první pohled vypadá jako klasická trigonometrická síť, je nutné si uvědomit, že se skládá z prostorových vektorů, které mají souřadnice v 3D a ne o pouze úhlově či délkově zaměřenou klasickou síť. Síť je tvořena trigonometrickými body (všechny body mají tedy souřadnice v S-JTSK) a před zaměřením technologií GPS byla provedena přestabilizace. Body jsou chráněny ochrannou skruží.



Dalším zdrojem, který především umožní stanovit vztah mezi S-JTSK/05 a S-JTSK, jsou výsledky kampaně „zhušťování“, které provádějí vybrané Katastrální úřady od roku 1996. Jde o aplikaci technologie GPS pro určování souřadnic zhušťovacích bodů. Úkolem a cílem této kampaně bylo určit rovinné souřadnice v S-JTSK (pomocí lokálních transformačních klíčů, získaných z měření na identických trigonometrických bodech). Zaměřené vektory je však možno použít i k definici ETRF89 (2005) na „lokální úrovni“, ale hlavně ke stanovení rozdílů S-JTSK/05 vs. S-JTSK.

Vzhledem k těmto skutečnostem byla navržena metodika implementace ETRF89 (2005) následujícím způsobem:

- určit souřadnice sítě permanentních stanic CZEPOS v ETRF89 (2005) na základě zpracování minimálně ročních permanentních pozorování
- přeměřit síť DOPNUL a navázat ji na síť CZEPOS
- provést nové vyrovnání sítě „výběrové údržby“ navázáním na DOPNUL

Aplikací této metodiky získáme souřadnice 3094 trigonometrických bodů, která bude primární definicí ETRF89 (2005) na území České republiky.

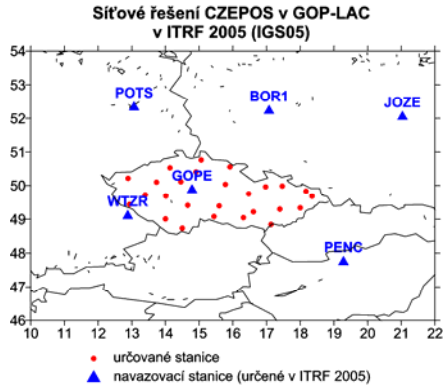
Další „zhuštění“ tohoto rámce bude začlenění výsledků kampaně „zhušťování“, buď novým vyrovnáním, nebo transformací. Tímto způsobem získáme velmi hustou síť bodů, které mají souřadnice v ETRF89 (2005), určené přímým měřením a dále souřadnice v S-JTSK (jakožto primární účel kampaně zhušťování, viz výše). Aplikací transformačních vztahů – viz obrázek 3 – získáme rovinné souřadnice v S-JTSK/05, bude tedy možné určit rozdíly rovinných souřadnic  $dY$ ,  $dX$  mezi oběma systémy (tabelovaných v ekvidistantním kroku) a umožnit tak – s odhadovanou přesností 2 cm v poloze – převod do/z S-JTSK.

Pro převod výšek z elipsoidických na nadmořské (Bpv) bude využito zpřesněného modelu kvazigeoidu. Rozdíly doposud používaného modelu CR2000 – viz [5] – vůči výsledkům z „GPS nivelace“, provedené plošně v rámci kampaně „výběrová údržba“, jsou charakterizovány střední kvadratickou odchylkou 3.3 cm. Tento model je možné ještě dále zpřesnit na základě nově získaných gravimetrických dat z blízkého zahraničí.

## 6 CZEPOS v ETRF89 (2005)

Prvním krokem nově budovaného systému je tedy začlenění sítě permanentních stanic CZEPOS do rámce ETRF89 (2005). Bylo rozhodnuto, že síť CZEPOS bude navázána na vybrané body sítě EUREF-EPN, které jsou součástí referenčního rámce ITRF 2005. Rozložení bodů je patrné z obrázku 5. Kontinuální určování souřadnic (denní i týdenní řešení) je prováděno jako speciální úloha v rámci automatizovaného zpracování v GOP-LAC (lokální analytické centrum na GO Pecný v Ondřejově).

Časový vývoj souřadnic umožňuje sledovat i krátkodobou a později i dlouhodobou stabilitu sítě CZEPOS. První výsledky sledování stability jsou patrné z obrázku 6 (autor analýzy i obrázku je V. Filler, GO Pecný). Maximální nalezená amplituda periodického jevu má hodnotu 4 mm se sezónní periodou, maximální nalezený trend ve změně horizontální polohy 1.5 mm/rok bude třeba ještě potvrdit dalšími pozorováními.



Obr. 5. Rozložení navazovacích stanic síťového řešení souřadnic CZEPOS v GOP-LAC



Obr. 6. Sledování krátkodobé stability stanic sítě CZEPOS a dalších permanentních stanic v ČR (autor V. Filler)

## 7 Závěr

Výše naznačené možnosti vedou k následujícím závěrům:

- Standardním způsobem (GNSS) budované bodové pole vytvoří kvalitní geodetické základy na úrovni hustoty zhušťovacích bodů. Tyto body budou v horizontu nejbližších cca deseti let sloužit k provádění běžných geodetických prací, zvláště důležité budou pro práce v katastru, kde přibývá

- lokalit s povinným zaměřováním v S-JTSK. Nepředpokládá se však jejich dlouhodobá údržba – body budou v terénu postupně zanikat.
- Budoucí geodetické základy by měly být orientovány na souřadnicový systém, založený na bázi celoevropského systému ETRF89, tedy na S-JTSK/05. Tento systém by měl být používán pro geodetická měření všeho typu. Pokud však bude dále používán i S-JTSK, tvoří výše zmíněné budované bodové pole výborný základ pro určení vzájemného vztahu mezi S-JTSK/05 a S-JTSK.
  - Budoucnost praktických geodetických měření spočívá ve využívání technologie GNSS (GPS NAVSTAR, GLONASS, Galileo), buď v režimu postprocesingu, nebo v režimu reálného času, případně v kombinaci s klasickým měřením. Využívání technologie GNSS bude velmi efektivní, dá se totiž předpokládat snižování cen přijímacích aparatur, důležitým faktorem pro geodety bude též snižující se počet v terénu stabilizovaných bodů.

## 8 Poděkování

Autoři děkují pracovníkům Zeměměřického úřadu v Praze Ing. J. Provázkovi, Ing. J. Řezníčkovi, Ph.D. a Ing. M. Skalovi za poskytnuté výsledky měření z kampaně „výběrová údržba“ a pracovníkům katastrálních úřadů za poskytnutí dat z kampaní „zhušťování“, dále svému kolegovi Ing. V. Fillerovi, Ph.D. za poskytnutí výsledků analýzy vývoje souřadnic stanic sítě CZEPOS. Příspěvek vznikl v rámci výzkumného záměru CUZ002561501.

## Reference

- [1] Ferienc D., Klobošiak M., Šimek J.: Medzinárodné sympóziu EUREF 2004 v Bratislave. GaKO 50 (92), 2004, č. 4 - 5, s. 61 - 63.
- [2] Černohorský J., Kolář R., Kostecký J., Šimek J.: Rozvoj geodetických základů České republiky v kontextu EUREF. GaKO 50 (92), 2004, č. 4 - 5, s. 63 - 79.
- [3] Boucher C., Altamimi Z.: Memo: Specifications for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS campaign. Issue March 27, 2007, viz <http://lareg.ensg.ign.fr/EUREF/>.
- [4] Cimbálník, M.: Návrh zpřesnění S-JTSK. GaKO, 39 (81), 1993, s. 23-28.
- [5] Pešek I., Šimek J.: Numerické řešení detailního průběhu gravimetrického kvazigeoidu na území ČR rychlou Fourierovou transformací. GaKO, 46 (88), 2000, s. 159-164.

[6] Kolektiv autorů: Geodetické referenční systémy v České republice. Vývoj od klasických ke geocentrickým souřadnicovým systémům. monografická publikace VÚGTK a VZÚ Praha, roč. 44, č. 21, Zdíby 1998, 186 str.

[7] Kostecký J., Tocháčková V.: Software pro přímou transformaci mezi ETRS89 a S-JTSK – testování přesnosti. GaKO, 50 (92), 2004, č. 1.

[8] <http://czepos.cuzk.cz>