

GEODETICKÉ ZÁKLADY, GNSS A ICH VYUŽITIE V KATASTRI NEHNUTEĽNOSTÍ



Ing. Miroslav Mališ
ÚGKK SR

Prednáškový seriál odborníkov ÚGKK SR v rámci blokovej výučby študentov končiacich ročníkov I. a II. stupňa
Technická univerzita v Košiciach, Fakulta BERG, 4.-5. februára 2015

Obsah prezentácie

- **Geodetické základy**
 - - klasické geodetické základy
 - - moderné (aktívne) geodetické základy
 - - SKPOS
- **Globálne navigačné satelitné systémy (GNSS)**
 - - princíp GNSS
 - - GPS NAVSTAR, GLONASS, (Galileo)
- **Využitie GNSS v katastri nehnuteľností**
 - - určovanie geodetických bodov prostredníctvom GNSS

Geodetické základy

- *Platná legislatíva:*

- 1. *zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení čl. I zákona č. 423/2003 Z. z., zákona č. 346/2007 Z. z., čl. I zákona č. 600/2008 Z. z., čl. VIII zákona č. 204/2011 Z. z. a čl. XII zákona č. 180/2013 Z. z.*
- 2. *vyhláška Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky č. 300/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov v znení vyhlášky č. 75/2011 Z. z. a vyhlášky č. 26/2014 Z. z.*
- *Návrh nového zákona o geodézii a kartografii*

◦ *§ 2 ods. pripravovaného zákona o geodézii a kartografii:*

(1) Geodetický referenčný systém je súbor definícií, konštánt a parametrov jednoznačne charakterizujúcich súradnicový, výškový alebo gravimetrický systém.

(2) Realizácia geodetického referenčného systému je vyjadrenie geodetického referenčného systému prostredníctvom geodetických základov; definuje sa ku konkrétnemu dátumu.

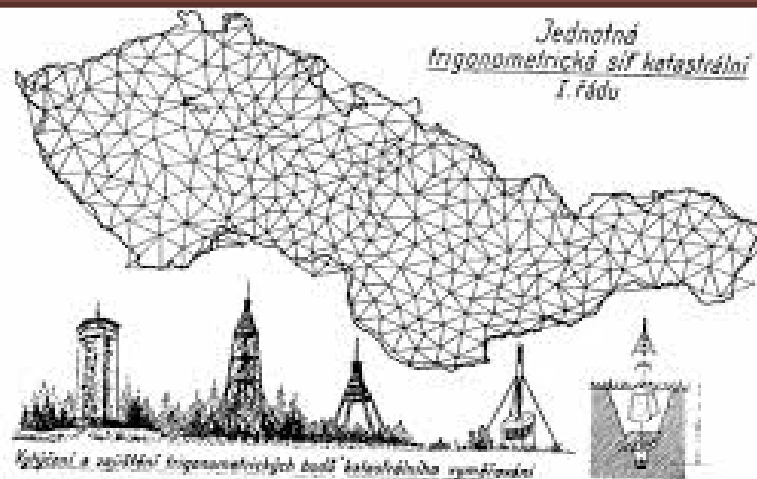
(3) Geodetický bod je trvalo stabilizovaný, prípadne trvalo signalizovaný bod, ktorý je v geodetických referenčných systémoch určený súradnicami, nadmorskou výškou a tiažovým zrýchlením alebo len niektorým z týchto údajov s predpísanou presnosťou a dokumentáciou.

(4) Geodetické základy sú súbory zariadení a služieb na jednoznačnú priestorovú a časovo určenú lokalizáciu priestorových a fyzikálnych informácií v geodetických referenčných systémoch s predpísanou presnosťou; ich súčasťou je štátna priestorová sieť, štátna trigonometrická sieť, štátna nivelačná sieť a štátna gravimetrická sieť a systém prostriedkov a postupov definujúcich ich parametre s predpísanou presnosťou a dokumentáciou, Slovenská priestorová observačná služba a referenčné modely vyjadrujúce vzťah medzi realizáciami geodetických referenčných systémov.

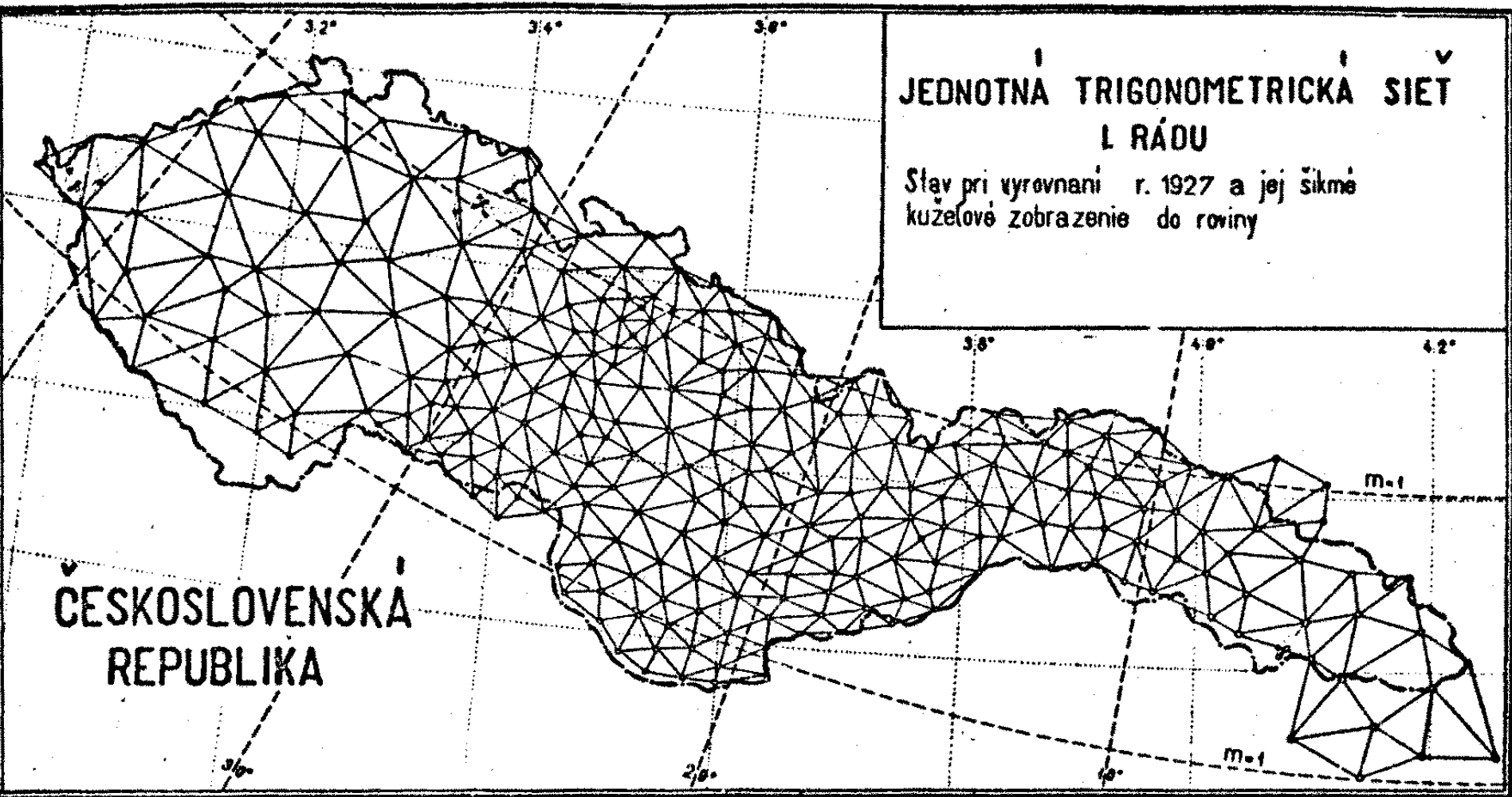
Klasické geodetické základy

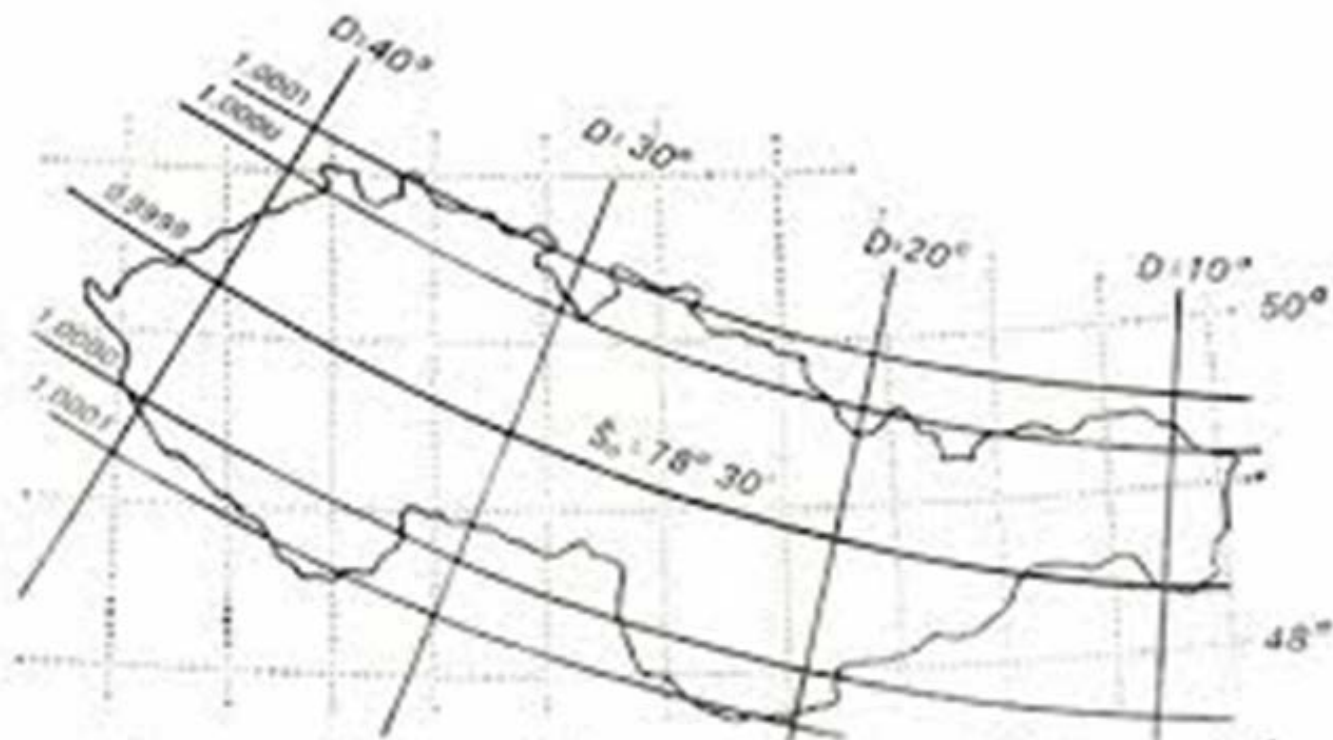
Štátna trigonometrická sieť

Historický názov: Jednotná trigonometrická sieť katastrálna (JTSK)



- Budovanie siete:
- I. etapa * 1920-1927 – vybudovaná trigonometrická sieť I. rádu
- II. etapa * 1928-1937 – meranie bodov nižších rádov postupom „z veľkého do malého“
- III. etapa * 1937-1957 meranie a spracovanie ostatných bodov až po body IV.a V. rádu postupným zhusťovaním
- **Po dobudovaní siete * JTSK obsahovala viac ako 50 000 bodov s priemernou odľahlosťou 2 km**





Súradnicový systém Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej je definovaný:

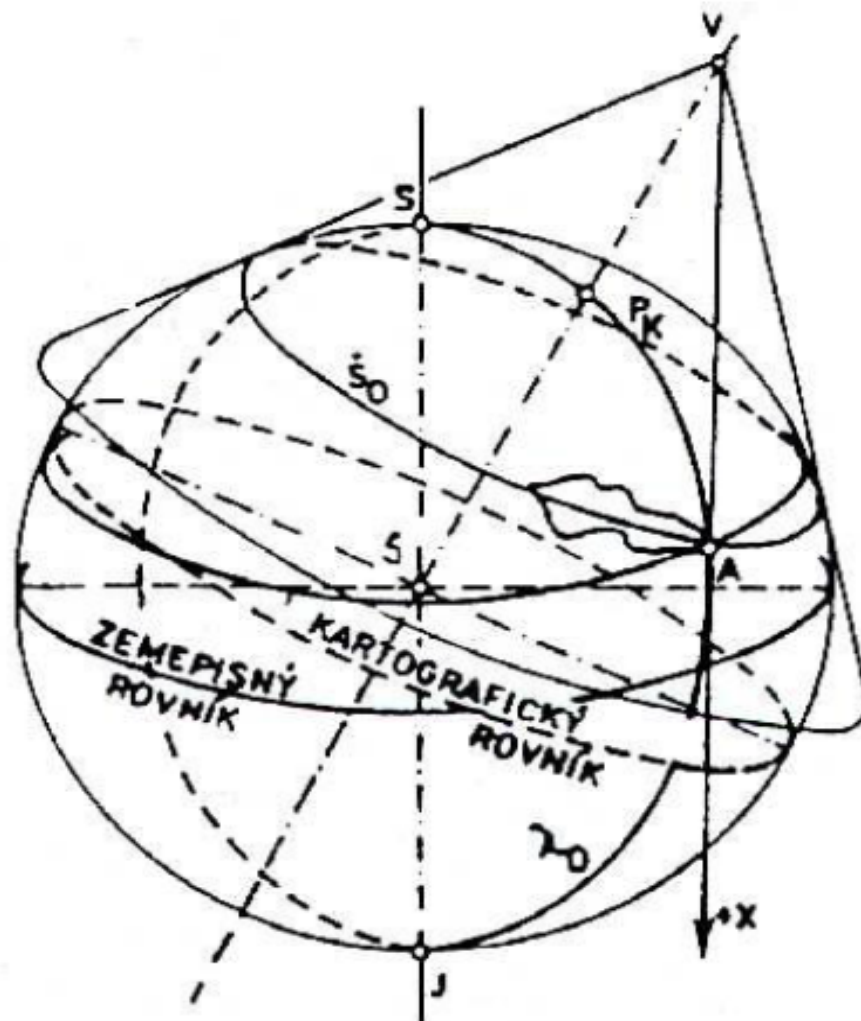
1. Besselovým elipsoidom 1841

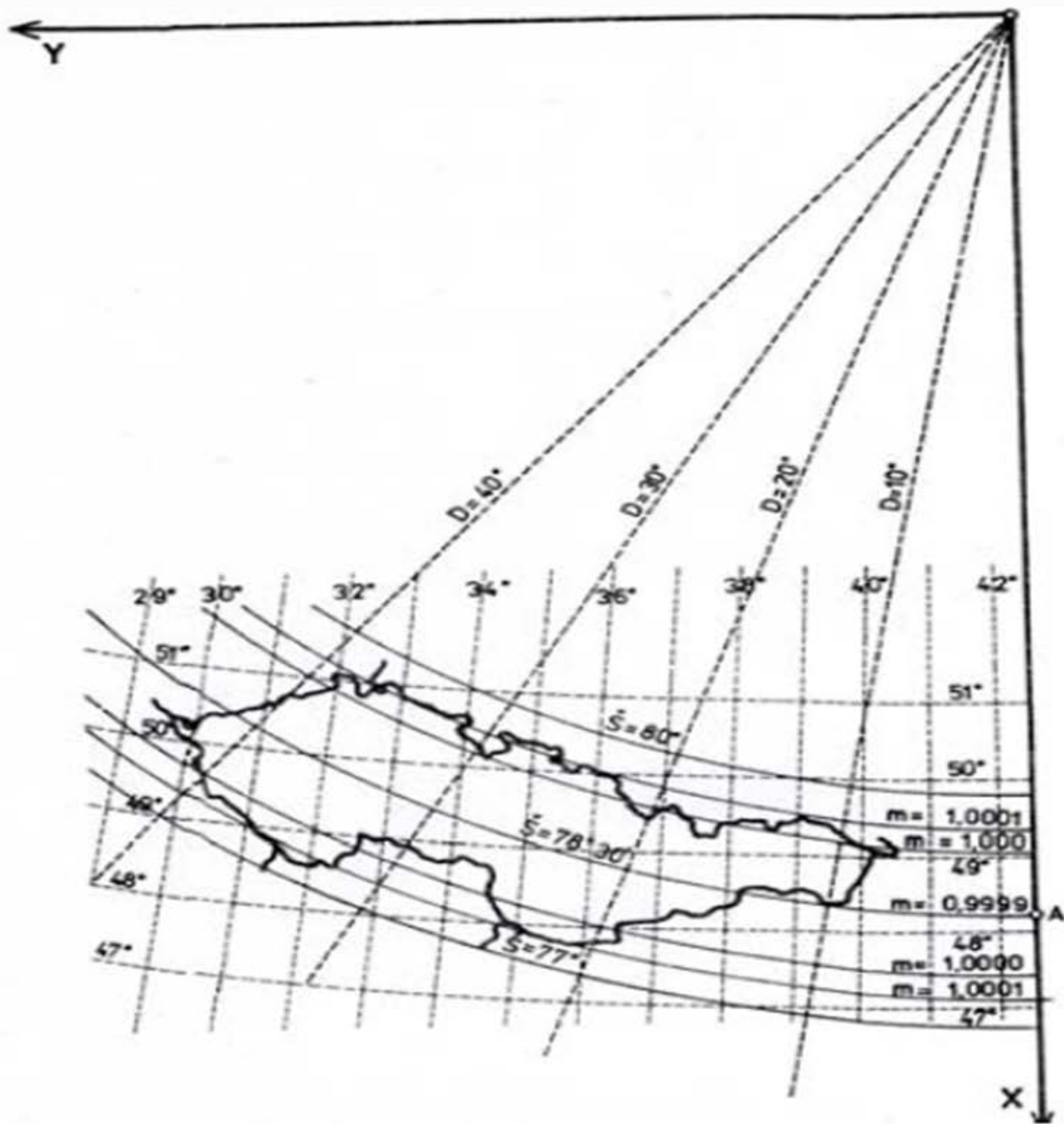
- Základný poludník Ferro; $17^{\circ}40'$ záp. od Greenwich
- $a=3\,377\,397,155\text{m}$, $f=1/299,1528128$

2. Křovákovým zobrazením

- Konformné zobraz. B. elipsoidu na guľu
- Transformácia zemepisných sférických súr. na kartografické sférické súradnice
- Zmenšenie guľovej plochy a jej konformné zobrazenie na dotykovej kužeľ vo všeobecnej polohe
- Rozvinutie plochy dotyk. kužeľa do roviny (os x smeruje na juh, os y na západ)

Křovákovo zobrazenie





Štátna trigonometrická sieť (ŠTS) je klasická – terestricky budovaná polohová sieť, v ktorej boli určené súradnice bodov v systéme Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S-JTSK).

Členenie Štátnej trigonometrickej siete (pôv. JTSK)

I. rád – 268 bodov (456 trojuholníkov)

II. rád

III. rád

IV. (a V. rád) dokončené v roku 1957

Evidenčné jednotky

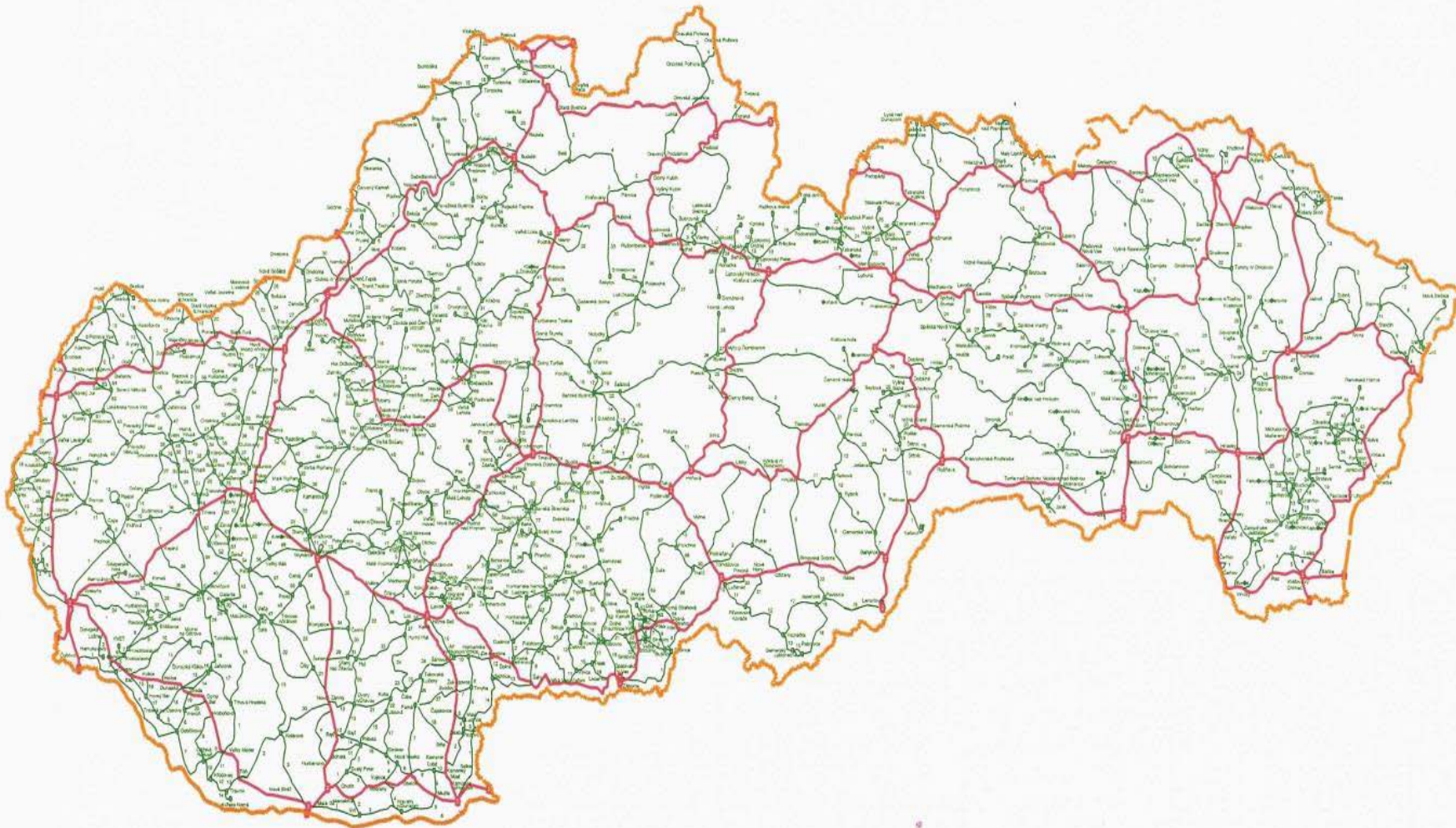
Pre ŠTS je evidenčnou jednotkou triangulačný list (TL).

Označuje sa napr. 4422, 4421.

Štátna nivelačná sieť

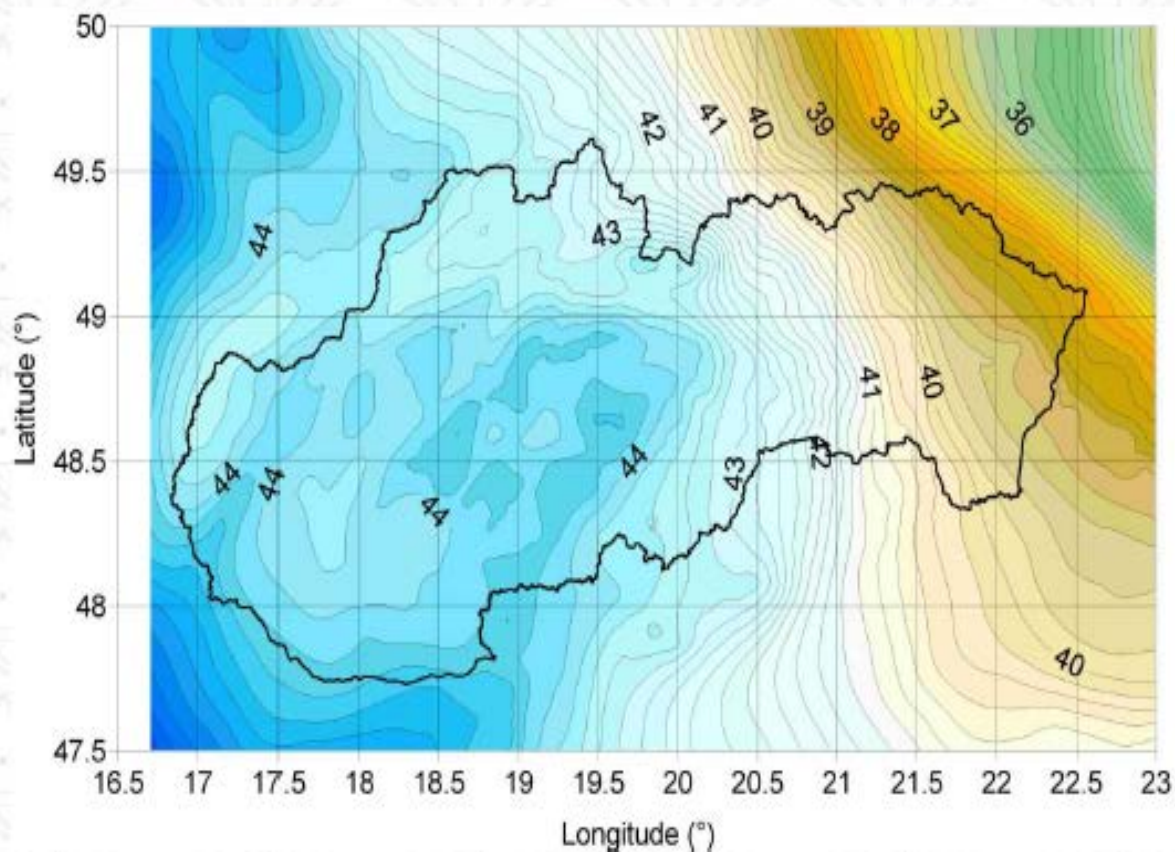
- **Štátna nivelačná sieť**
- Amsterdamský výškový systém normálnych výšok a Baltský výškový systém v rámci EVRS je realizovaný v Štátnej nivelačnej sieti (ŠNS). Nivelačné prevýšenia medzi geodetickými bodmi sú určované presnou digitálnou niveláciou s hodnotou štandardnej kilometrovej odchýlky $m_0 < 0,0005$ m.
- **Členenie Štátnej nivelačnej siete**
- nivelačná sieť 1. rádu, ktorú tvoria nivelačné ťahy zoskupené do nivelačných polygónov o priemernej dĺžke obvodov 280 km. Tieto polygóny ohraničujú nivelačné oblasti 1. rádu,
- nivelačná sieť 2. rádu, ktorú tvoria nivelačné ťahy v oblasti 1. rádu.

1. rád – nivelačné ťahy o dĺžke cca 3300 km
2. rád – nivelačné ťahy o dĺžke cca 5650 km

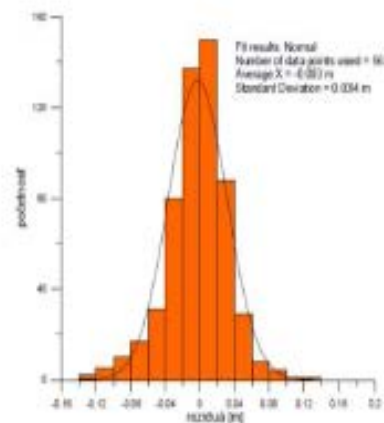
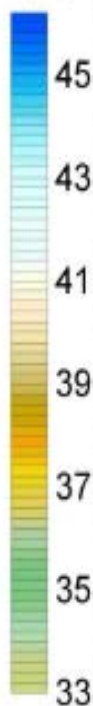


Kvázigeoid DVRM – prevod elipsoidickej výšky ETRS89 na normálnu výšku Bpv

cca 680 identických bodov s výškou Bpv a ETRS89-h



(m)



$1\sigma = 0,034\text{m}$

Štátna gravimetrická sieť

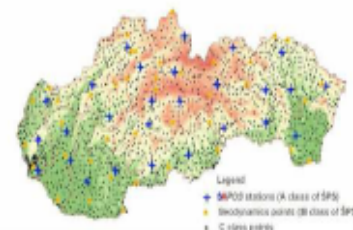
- Štátna gravimetrická sieť
- Gravimetrický systém (resp. S-Gr95) je realizovaný v Štátnej gravimetrickej sieti (ŠGS). Medzi geodetickými bodmi sú určované hodnoty tiažového zrýchlenia so štandardnou odchýlkou $sg < 12 \mu\text{Gal}$, kde g je hodnota tiažového zrýchlenia.
- Členenie Štátnej gravimetrickej siete
- sieť absolútnych gravimetrických bodov (13 bodov),
- gravimetrická sieť bodov 1. rádu (cca 280 bodov),
- gravimetrická sieť bodov 2. rádu.

Aktívne geodetické základy

• **Štátna priestorová sieť**

- Slovenský terestrický referenčný rámec (SKTRFxx) je realizovaný v Štátnej priestorovej sieti (ŠPS). Geodetickým bodom sú určované priestorové súradnice v ETRS89 a v JTSK (JTSK03)
- **Členenie Štátnej priestorovej siete**
- trieda "A" - body, stanice permanentnej observácie GNSS (stanice SKPOS, stanice začlenené do EPN)
- trieda "B" - geodynamické body (SGRN - Slovenská geodynamická referenčná sieť),
- trieda "C" - body určené observáciou minimálne 6 hodín,
- trieda "D" - ostatné určené geodetické body (napr. znaky štátnej hranice).
- **Evidenčné jednotky**
- Pre ŠPS evidenčnú jednotku tvorí priestor ohraničený kladom ZM 1:50000. Označujeme ho týmto kladom so skratkou najbližšieho okresného mesta (štátnej poznávacej značky) dominantného pre mapový list (napr. 4422BA, 4421BA). Skratka toho istého mesta sa môže použiť pre viac mapových listov - evidenčných jednotiek.

- **ETRS89** je na Slovensku fyzicky reprezentovaný bodmi Štátnej priestorovej siete (ŠPS) - *National spatial network*



- Štátna priestorová sieť (ŠPS)

- Aktívna časť (permanentné stanice **SKPOS**[®]) – **Trieda A**

- Pasívna časť (klasické bodové pole)

- **Trieda B** – geodynamické body (Hz 5-6mm, V 12-15mm)
- **Trieda C** – referenčné geodetické body (Hz 1-2cm, V 4cm)
- **Trieda D** – ostatné body s ETRS89 súradnicami (Hz 3cm, V 5.5cm)

| Trieda | Počet bodov |
|----------|-------------|
| A | 33 |
| B | 71 |
| C | 1 650 |
| D | 2 900 |

- Referenčný rámec ŠPS je SKTRF2009 = ETRF2000 epocha 2008.5

Realizácie JTSK a JTSK03

JTSK je definovaná súborom rovinných súradníc bodov Štátnej trigonometrickej siete; **je záväzná na zdokumentovanie a preberanie výsledkov geodetických a kartografických činností pre informačný systém geodézie a kartografie alebo pre informačný systém katastra nehnuteľností, je súčasne záväzná aj na zdokumentovanie geodetických a kartografických činností, ktorých výsledky sa zobrazujú alebo používajú spolu s údajmi informačného systému geodézie a kartografie alebo informačného systému katastra nehnuteľností,**

JTSK03 je definovaná súborom rovinných súradníc bodov Štátnej priestorovej siete s jednoznačne definovaným matematickým vzťahom k realizácii ETRS89, primárne sa využíva na transformáciu z realizácie geodetického referenčného systému ETRS89 do realizácie JTSK.

Vzťah JT SK03 a JT SK → deformačná mriežka

- Reprezentuje rozdiely medzi realizáciami v uhlových hodnotách na Bessel. elipsoide
- Krok cca 2x2 km
- Odvodená z rozdielov na 684 bodoch ŠPS
- Praktická transformačná pomôcka - interpolačná tabuľka - ako produkt Rezortnej transformačnej služby je prístupná na webovom sídle úradu, resp. na:

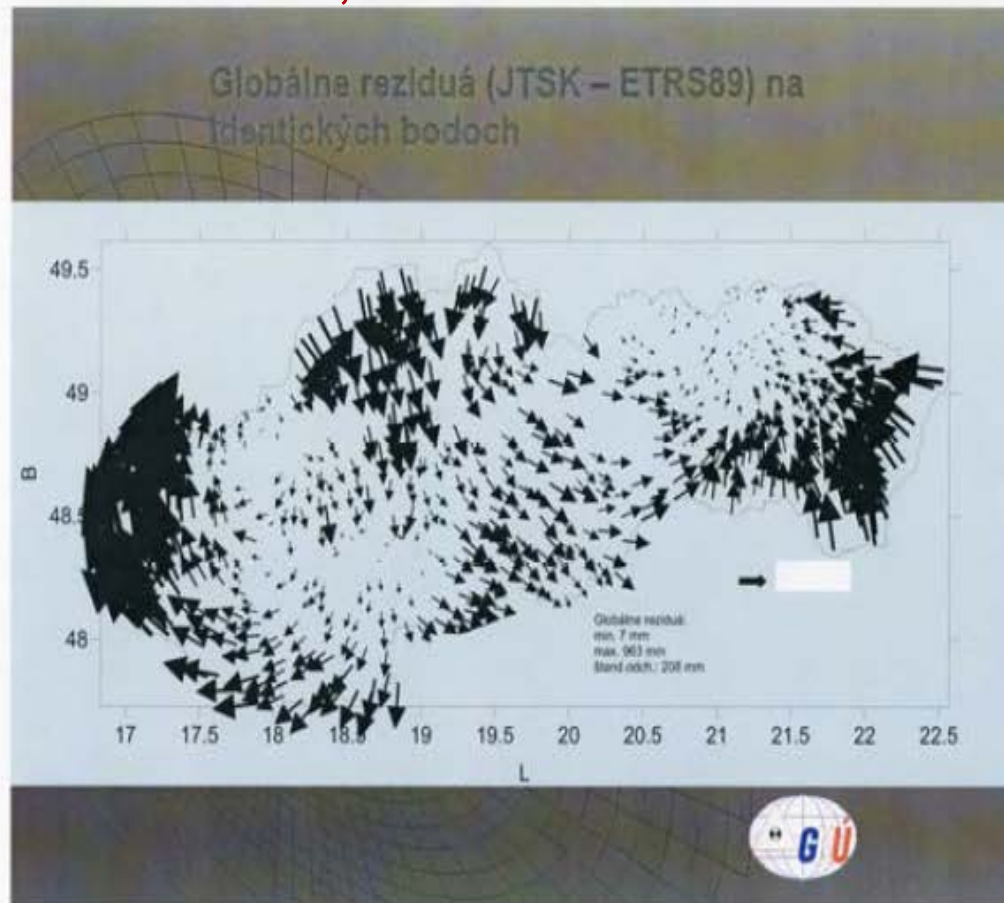
<http://www.gku.sk/produkty-a-sluzby>

Prevodová interpolačná tabuľka

| | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---------------|-------------|---|--------------|------------|---|-------|-------|
| 1 | JT SK03 | | | JT SK | | | dx | dy |
| 2 | X | Y | | X | Y | | [m] | [m] |
| 3 | 1 335 000,000 | 492 000,000 | | 1 334 999,04 | 491 999,16 | | -0,96 | -0,84 |
| 4 | 1 335 000,000 | 491 000,000 | | 1 334 999,03 | 490 999,17 | | -0,97 | -0,83 |
| 5 | 1 335 000,000 | 490 000,000 | | 1 334 999,03 | 489 999,18 | | -0,97 | -0,82 |
| 6 | 1 335 000,000 | 489 000,000 | | 1 334 999,02 | 488 999,19 | | -0,98 | -0,81 |
| 7 | 1 335 000,000 | 488 000,000 | | 1 334 999,02 | 487 999,20 | | -0,98 | -0,80 |
| 8 | 1 335 000,000 | 487 000,000 | | 1 334 999,02 | 486 999,21 | | -0,98 | -0,79 |
| 9 | 1 335 000,000 | 486 000,000 | | 1 334 999,01 | 485 999,22 | | -0,99 | -0,78 |

Deformácie S-JTSK

Lokálne deformácie do 1,3 m!



Deformácie S-JTSK odvodené z meraní GPS (mierka 0,5 m) (Ferianc, D. a Šalátová, E., 2008)

Rezortná transformačná služba

Transformačná služba ETRS89 - S-JTSK
Grafy, geodézia, kartografie a kataster Slovenskej republiky

Formát vstupných údajov: Výřez Pomoc

Vstupný súbor *.zip: Pridať súbor, Nie je zvolený súbor, Nahráť

Nahratý súbor

Vstupný súradnicový systém

Výstupný súradnicový systém

Transformovať

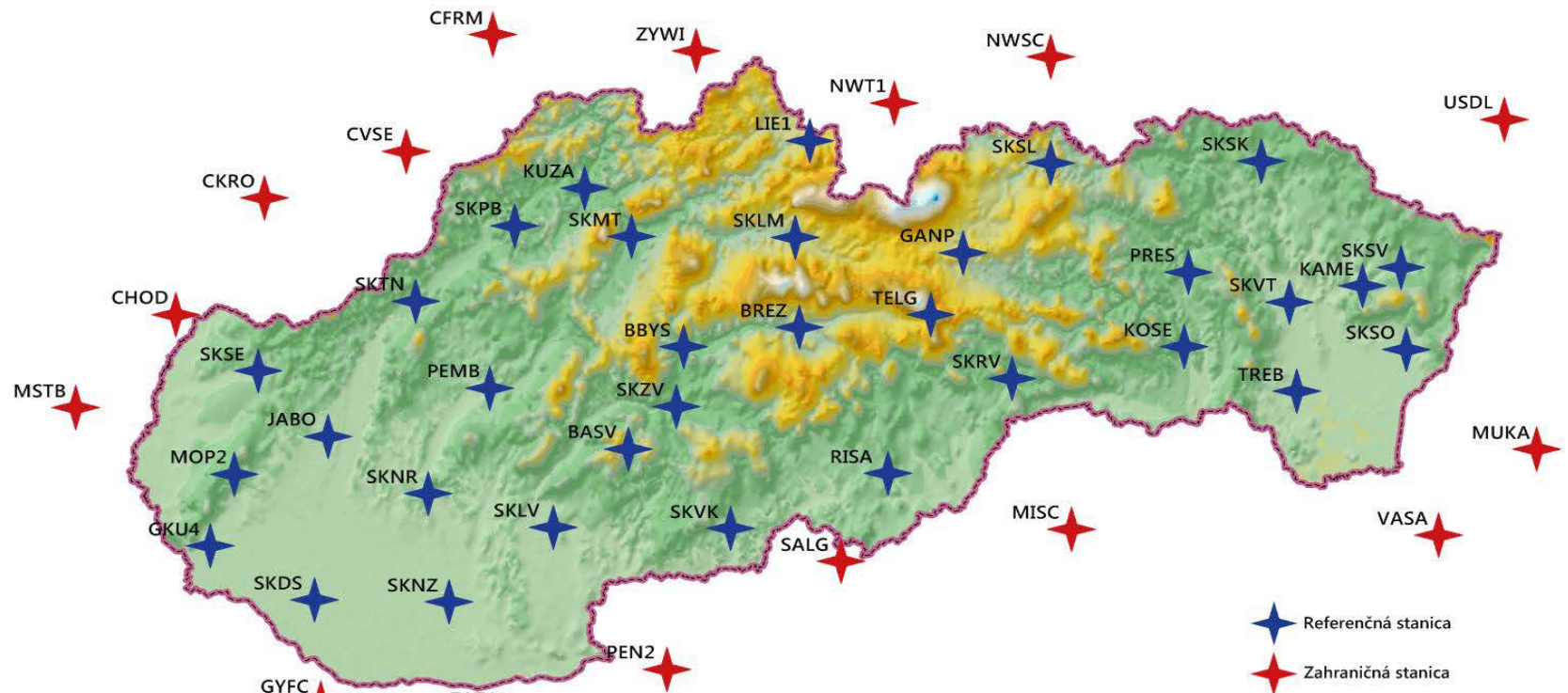
validácia vstupu

Výsledok validácie

Projekt KOPRI-2003 bol zrealizovaný spoločnosťami SEVTECH, a.s. a WISS Slovakia, a.s. v rámci OPFZ © SEVTECH, a.s. VEDA 2.0.0.4 Prevodná interoperačná služba | Aplikácia pre službu Geodetický a kartografický ústav Bratislava | Pomoc

Rezortná transformačná služba je transformačná služba zriadená úradom, ktorá zabezpečuje záväznú obojsmernú transformáciu medzi realizáciou geodetického referenčného systému ETRS89 a realizáciou JTSK prostredníctvom realizácie JTSK03.

SKPOS



SKPOS so svojou infraštruktúrou permanentných staníc tvorí súčasť Štátnej priestorovej siete, reprezentuje aktívne geodetické základy Slovenska a umožňuje on-line pracovať v geodetických referenčných systémoch.

Infraštruktúra SKPOS:

- Legislatíva
- Sieť referenčných staníc na príjem signálov GNSS
- Národné servisné centrum
- Virtuálna privátna sieť rezortu ÚGKK SR (VPS-WAN)

SKPOS poskytuje základné služby:

1. Pre reálny čas (RTK)

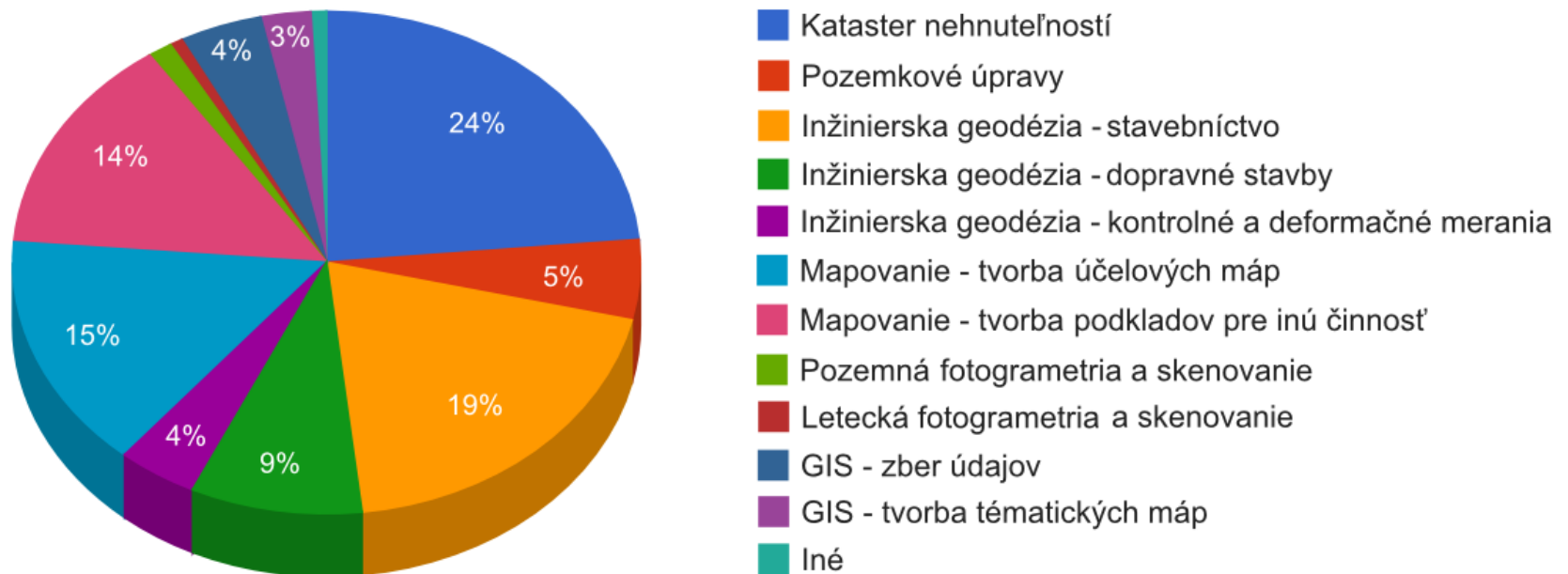
- SKPOS_dm
- SKPOS_cm

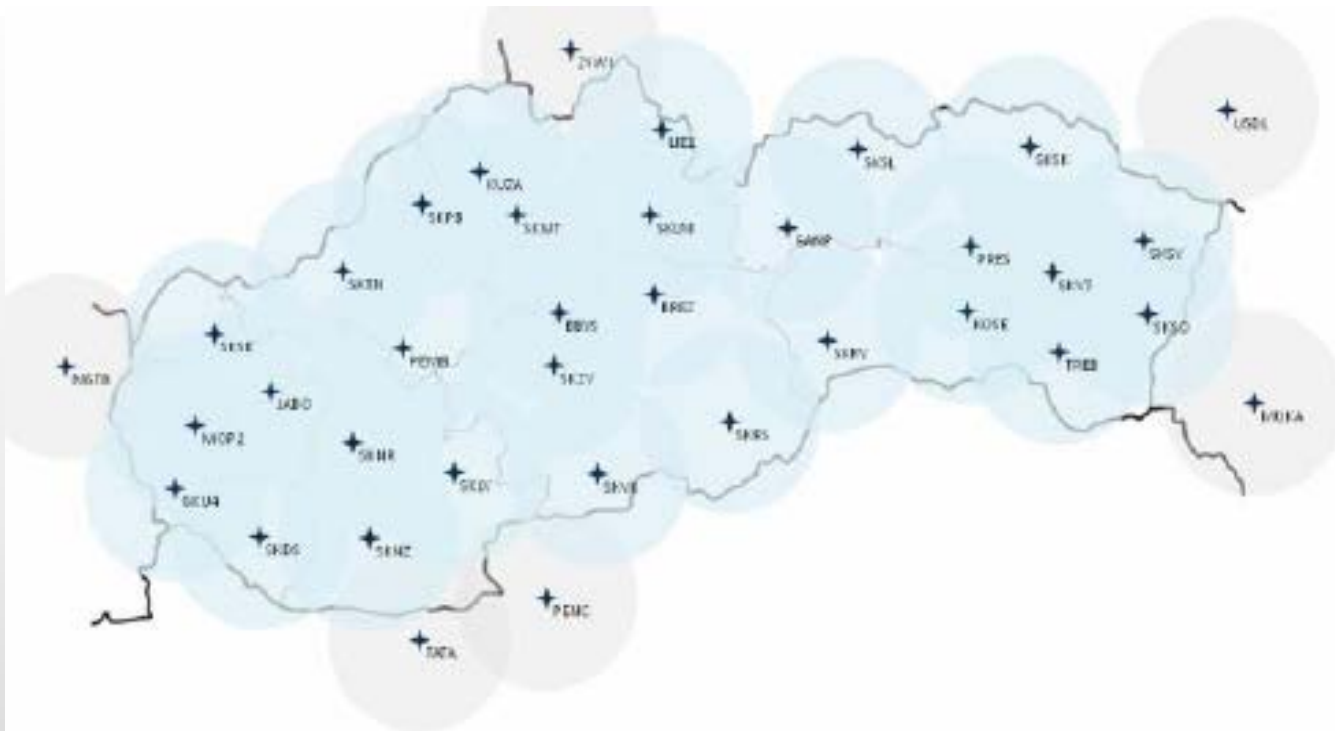
2. Na dodatočné spracovanie údajov (postprocessing):

- SKPOS--mm VS. údaje z virtuálnej referenčnej stanice
- SKPOS--mm RS. údaje z vybranej referenčnej stanice

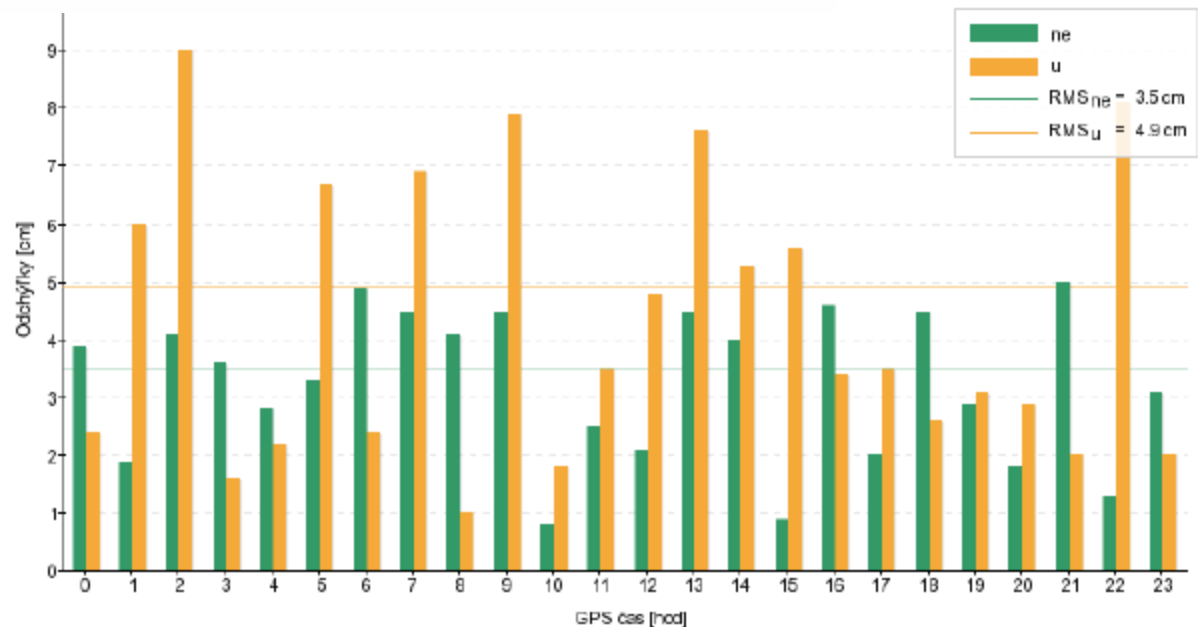
Využitie služby SKPOS

Využívanie služby SKPOS - geodetické činnosti



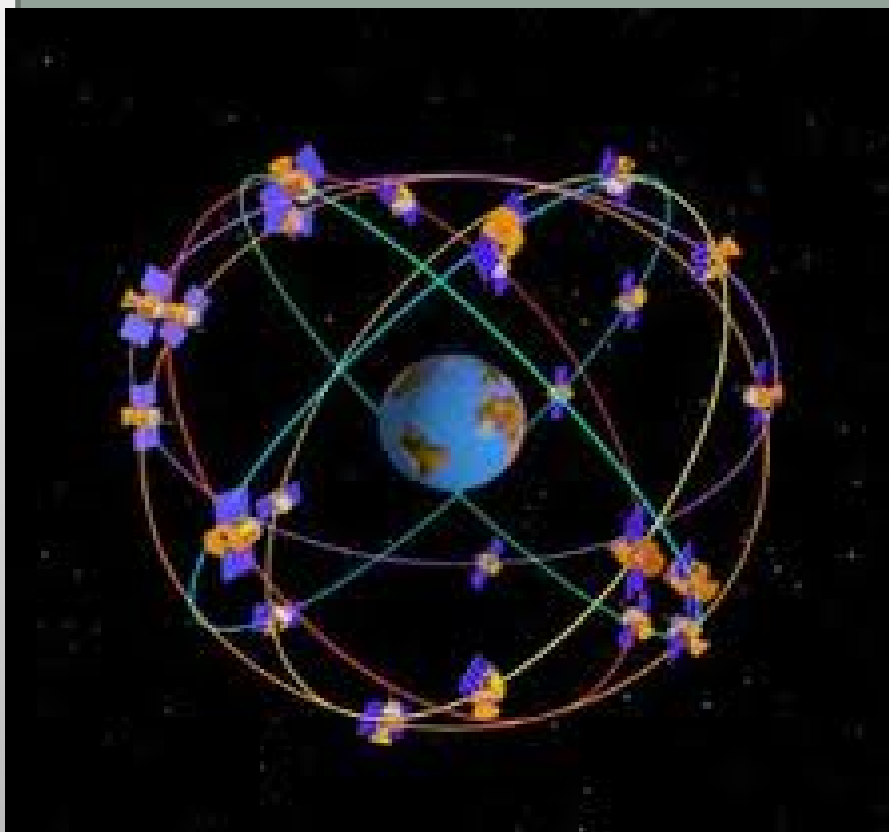


Monitoring kvality sieťového riešenia SKPOS – virtuálne riešenie pomocou generovania VRS



GNSS

Princíp GNSS a aktuálne systémy



Metódy geodetických meraní s využitím GNSS

❑ **Statické** → Nutnosť použitia 2 prístrojov,
dlhý čas observácie

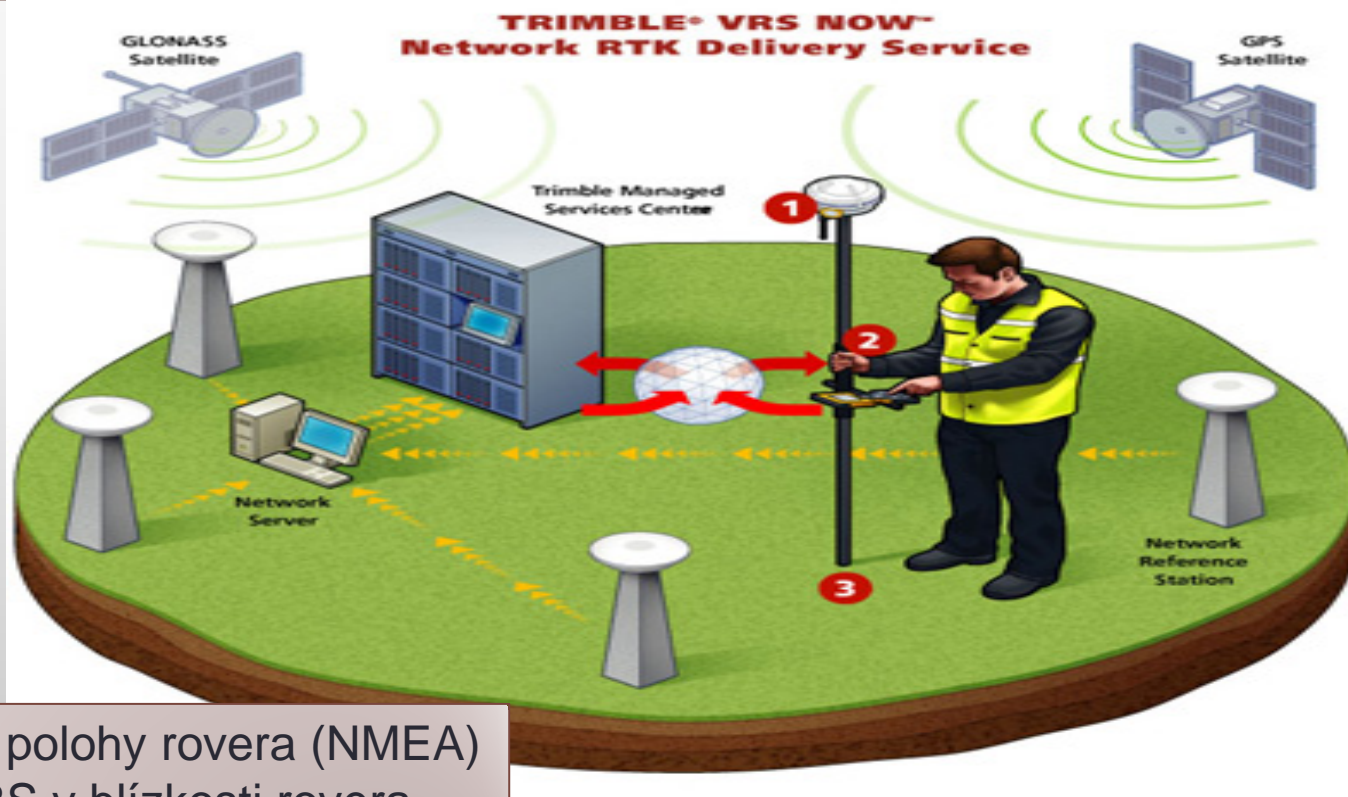
❑ **Kinematické** → Systém referenčná stanica - rover



S využitím siete
permanentných staníc ←

Real Time Kinematic (RTK)

Praktické poznámky k meraniu s využitím GNSS



- Zaslanie približnej polohy rovera (NMEA)
- Vygenerovanie VRS v blízkosti rovera
- Prijímanie korekčných údajov vzhľadom na VRS

Princíp virtuálnej referenčnej stanice

NAVSTAR GPS – NAVigation Signal for Timing And Ranging

- Od roku 1989 vypustená 1. družica , spolu 21+3 družíc
- **plne funkčný systém**

GLONASS (ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система)

- 3 dráhy so sklonom $64,8^\circ$, a výškou 19100 km
- **plne funkčný systém**

Navigačný systém Galileo

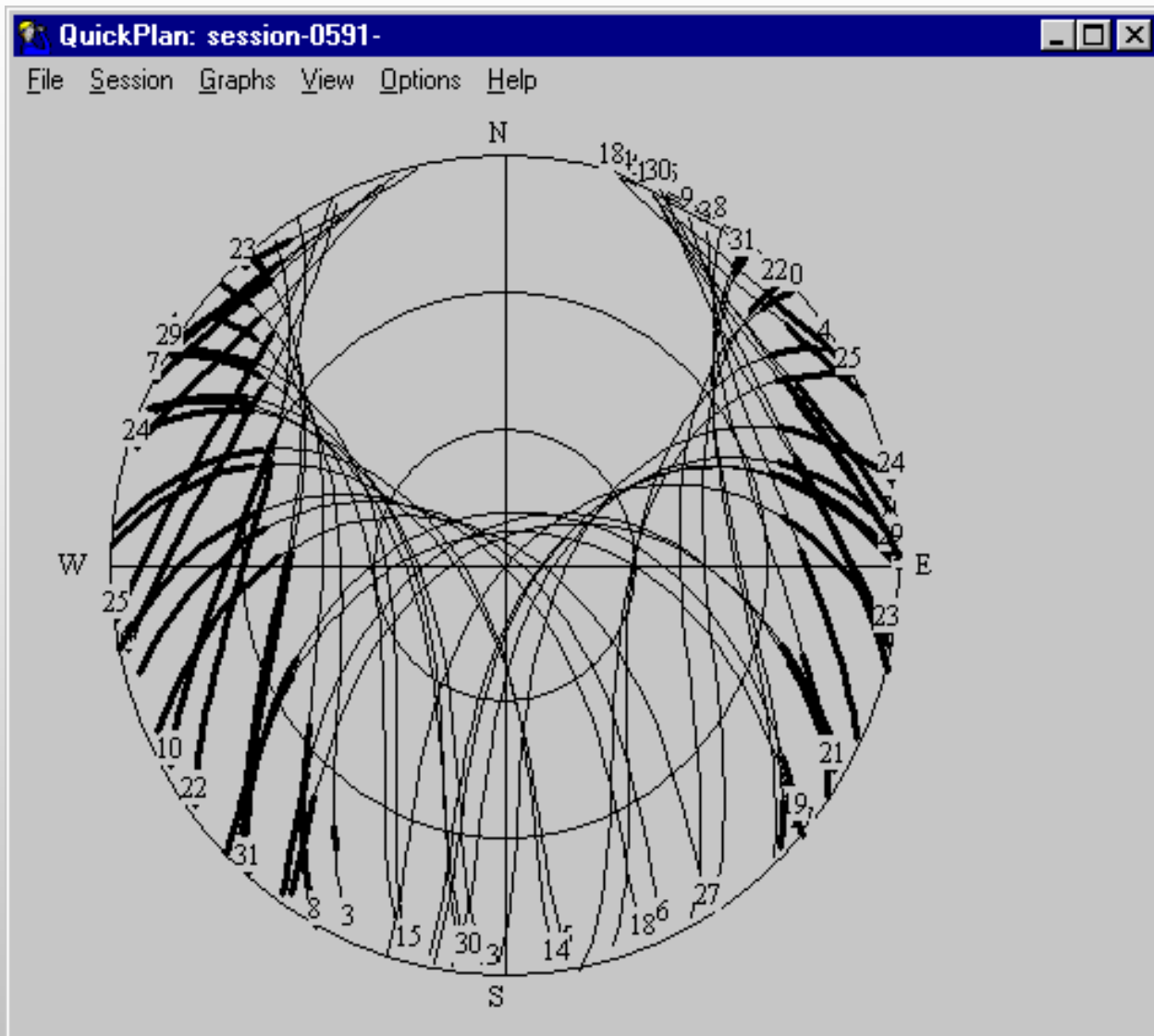
- až 30 družíc, sklon 56° , výška cca 23 000 km
- **zatiaľ nie je projekt ukončený**

Využitie GNSS v katastri nehnuteľností

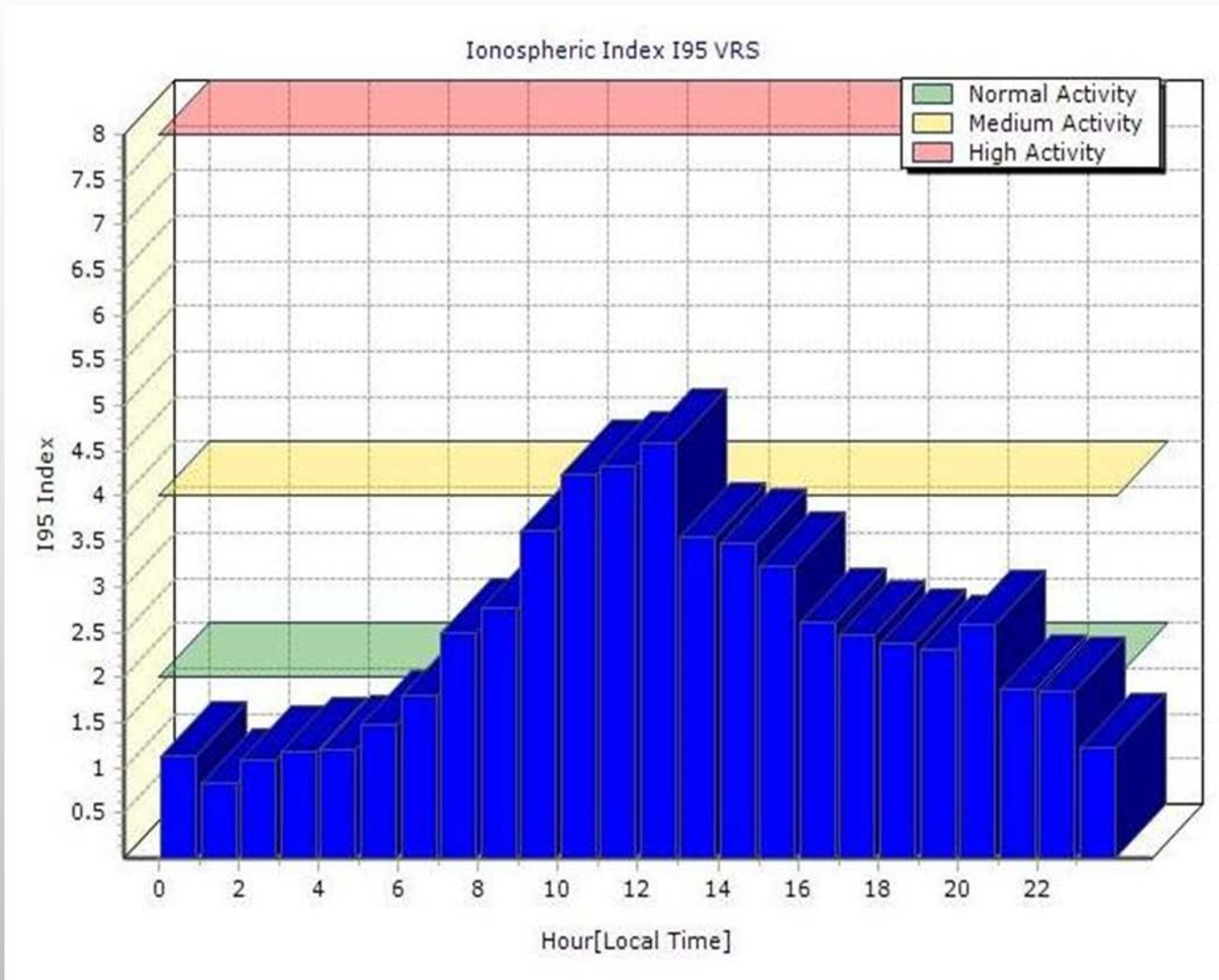
- Všetky nové merania musia byť pripojené na aktívne geodetické základy
- Pre potreby katastra nehnuteľností sa v zmysle vyhlášky č. 87/2013 Z. z. merané súradnice určené v ETRS89 transformujú základnou transformáciou do S-JTSK.
- Určovanie bodov PPBP, pomocných meračských bodov (PMB) - **ÁNO**
- Určovanie podrobných bodov – **prednostne terestrické metódy**

Hlavné zásady pre určovanie bodov PPBP, PMB a PB prostredníctvom technológií využívajúcich GNSS

- Využitie sieťového riešenia alebo s dodatočným spracovaním (postprocessing)
- použiť na meranie dvojfrekvenčný prijímač, určený na geodetické práce,
- nastaviť v prijímači „fixed“ riešenie,
- nastaviť hodnotu PDOP ≤ 4
- elevačnú masku nastaviť medzi 10° - 15°
- nastaviť požadovanú horizontálnu a vertikálnu presnosť; odporúčané hodnoty sú: horizontálna $\leq 0,02\text{m}$, vertikálna $\leq 0,04\text{m}$
- pri určovaní súradníc PPBP a PMB použiť centračné tyče s oporami
- pri určovaní PPBP a PMB metódou s využitím dodatočného spracovania (postprocessing) statickým meraním GNSS je odporúčaná doba statického merania minimálne 20 minút
- **Podrobné info – Vyhláška k zákonu o geodézii a kartografii**



Dráhy družíc v našej zemepisnej šírke



Stav ionosféry – model I95

Použitá literatúra

- [1] zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení čl. I zákona č. 423/2003 Z. z., zákona č. 346/2007 Z. z., čl. I zákona č. 600/2008 Z. z., čl. VIII zákona č. 204/2011 Z. z. a čl. XII zákona č. 180/2013 Z. z.
- [2] vyhláška Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky č. 300/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov v znení vyhlášky č. 75/2011 Z. z. a vyhlášky č. 26/2014 Z. z.
- [3] Abelovič, J. (1990): Vyššia geodézia. II. Časť. SVŠT, Bratislava, december 1990, 223s. ISBN 80-227-0314-1.
- [4] Droščák, B.: Súradnicový systém Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej a jeho vzťah k Európskemu terestrickému referenčnému systému 1989 (Verzia 1.0)
- [5] Smolík, K.- Droščák B.- Roháček M.: **SKPOS 2014, o krok bližšie k používateľom**, Trimble Express 2014, kongresové centrum Doprastavu, Bratislava
- [6] Hefty, J. – Gerhátová, L. : Geodetické základy a technológie GNSS

Ďakujem za pozornosť

e-mail: miroslav.malis@skgeodesy.sk