

3. GEODETICKÉ ZÁKLADY

Všeobecnou úlohou technickej geodézie je určovanie priestorovej polohy bodov. Určovanie polohy bodov členíme na:

- polohové určovanie bodov,
- výškové určovanie bodov,
- priestorové (polohové a výškové) určovanie bodov.

Polohu a výšku bodov určujeme vo vzťahu ku geodetickým základom. Popis geodetických základov rozčleníme na aktuálne záväzné geodetické základy a nové geodetické základy (GZ), ktorých rozvoj v roku 2001 schválil úrad geodézie, kartografie a katastra nehnuteľností Slovenskej republiky. Nové geodetické základy sú zatiaľ na praktické využitie skryté (nepoužívajú sa). Súčasný legislatívny stav definuje záväzné geodetické systémy Vyhláškou 178/1996 Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky. Nové GZ budú základnou geometrickou a lokalizačnou kostrou tvorby všetkých druhov digitálnych a analógových mapových diel, vrátane katastrálnych máp. Bude ich tvoriť bodové pole integrovaných geodetických bodov (IGB).

GZ sú lokalizačným štandardom geodetických informačných systémov (GIS). GZ tvoria geodetické body a súbor parametrov, ktorý charakterizuje záväzný súradnicový, výškový a gravimetrický systém.

3.1 Záväzné geodetické systémy

Podľa súčasnej legislatívy (2002) záväzné geodetické systémy sú:

- Svetový geodetický systém 1984 (WGS 84),
- Európsky terestrický referenčný systém (ETRS),
- Súradnicový systém Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S-JTSK),
- Súradnicový systém 1942 (S-42),
- Baltský systém po vyrovnaní (Bpv),
- Gravimetrický systém 1971 (S-Gr 1971).

Parametre záväzných geodetických systémov

WGS 84 je geocentrický súradnicový systém (kap. 1.3.3). Definovaný je

a) základným konštantami

- dĺžkou hlavnej a vedľajšej poloosi ekvipotenciálneho elipsoidu $a = 6\,378\,137\text{ m}$,
 $b = 6\,356\,752,31425\text{ m}$,
- geocentrickou gravitačnou konštantou $GM = 3\,986\,005 \times 10^8\text{ m}^3\text{s}^{-2}$,
- uhlovou rýchlosťou rotácie Zeme $w = 7\,292\,115 \times 10^{-11}\text{ rad s}^{-1}$.

b) súborom súradníc bodov, ktoré určujú dráhy družíc Globálneho systému na určovanie priestorovej polohy (NAVSTAR).

ETRS je geocentrický systém.

a) Základné konštanty Európskeho terestrického systému sú definované rovnako ako u WGS 84.

- b) Je definovaný európskymi stanicami Medzinárodnej terestrickej siete referenčnej siete.

S-JTSK je definovaný

- Besselovým elipsoidom s parametrami hlavnej a vedľajšej poloosi elipsoidu $a = 6\,377\,397,15508$ m a $b = 6\,356\,078,96290$ m a sploštením $i = 1/299,152\,812\,853$,
- Křovákovým komformným zobrazením vo všeobecnej polohe,
- Súborom súradníc bodov Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej.

S-42 je definovaný

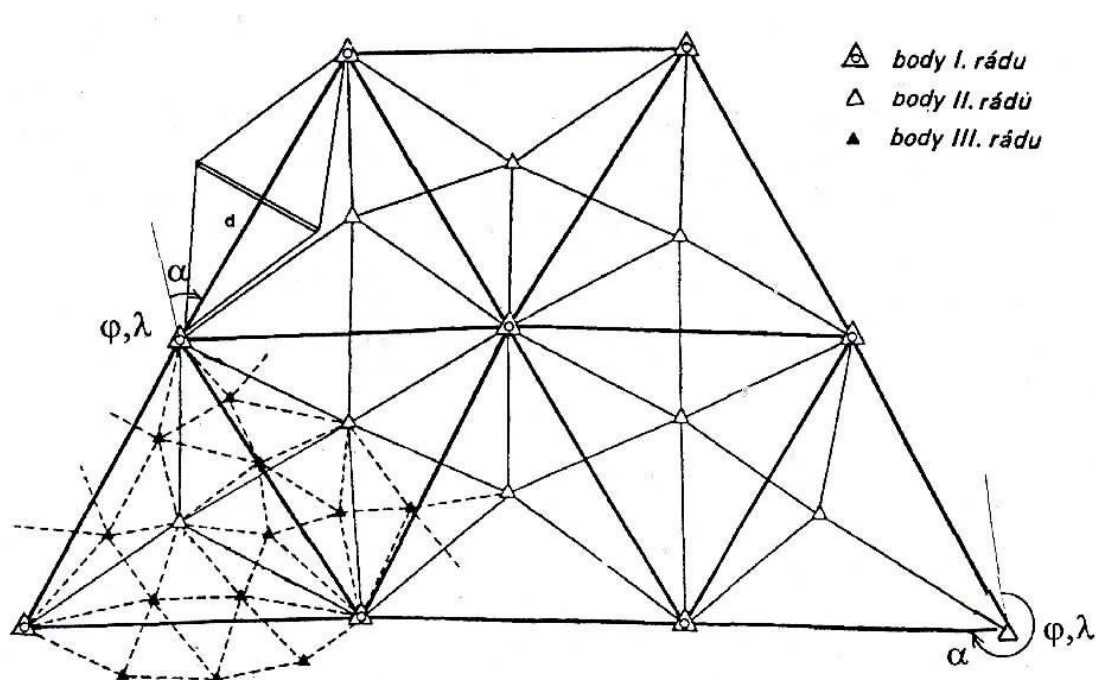
- Krasovského elipsoidom s parametrami $a = 6\,378\,245$ m, $b = 6\,356\,863,018877$ m a $i = 1/298,3$,
- Gaussovým priečnym konformným valcovým zobrazením v 6° poludníkových pásoch v Krügerovej úprave,
- Súborom súradníc bodov astronomicko-geodetickej siete z medzinárodného vyrovnania.

Bpv je definovaný

- referenčným bodom, ktorým je stredná hodnota morského vodočtu v Kronštade,
- súborom normálnych výšok z medzinárodného vyrovnania nivelačných sietí východoeurópskych štátov.

S – Gr 1971 je definovaný

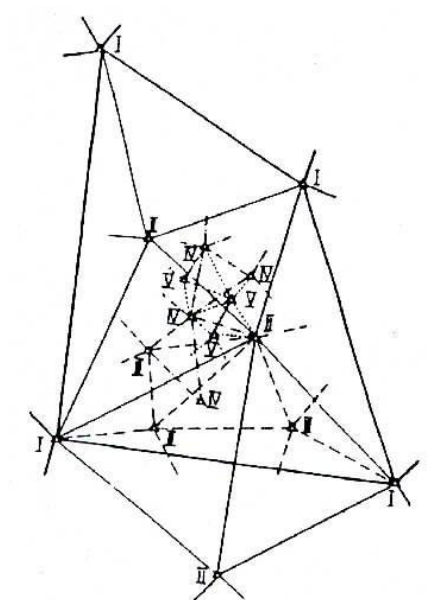
- hodnotami tiažového zrýchlenia bodov Medzinárodného etalónu gravimetrického polygónu (Krakov – Budapešť, časť Javorina – Slovenské Ďarmoty),
- tiažové zrýchlenie je vyjadrené v Postupimskom gravimetrickom systéme, ktorý je opravený o konštantnú hodnotu $-14 \cdot 10^{-5} \text{ m s}^{-2}$.



Obr. 3.1. Geodetické polohové základy, princíp budovania.

3.1.1 Súradnicový systém S-JTSK

Polohový geodetický súradnicový systém tvorí množina stabilizovaných geodetických bodov na fyzickom povrchu Zeme. Nazývame ho **polohové bodové pole**.



Obr. 3.2. Trigonometrická sieť vytvorená postupným zhutňovaním

Polohové pole na Slovensku sa delí na **základné polohové bodové pole (ZPBP)** a **podrobné polohové bodové pole (PPBP)**.

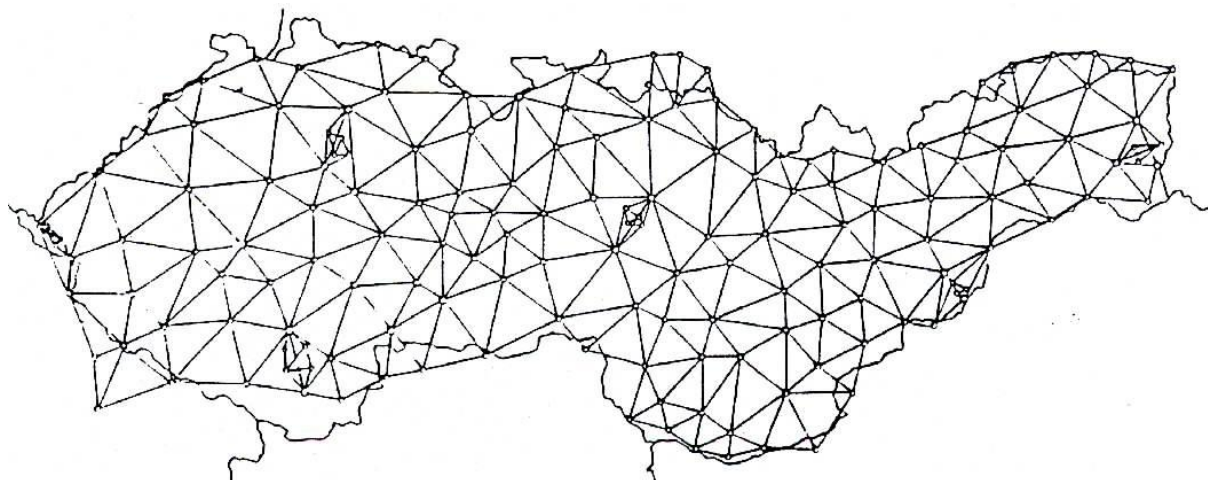
Základné polohové bodové pole je vytvorené štátnou **trigonometrickou sieťou**, ktorá podľa veľkosti strán trojuholníkov a presnosti merania uhlov a dĺžok pozostáva z trigonometrických bodov I. až V. rádu, obr.3.3 a tab.3.1.

Polohové bodové pole

Tabuľka 3.1

Bodové pole	Body	Rozdelenie
Základné polohové bodové pole	Body štátnej trigonometrickej siete	Trigonometrické body I. rádu trigonometrická sieť I. rádu (priemerná dĺžka strán 25 km)
		Trigonometrické body II. rádu - trigonometrická sieť II. rádu (13 km)
		Trigonometrické body III. rádu - trigonometrická sieť III. rádu (6-12 km)
		Trigonometrické body IV. rádu - trigonometrická sieť IV. rádu (2-6 km)
		Trigonometrické body V. rádu - trigonometrická sieť V. rádu (2-3 km)
Podrobné polohové bodové pole	Pevné body podrobného polohového bodového poľa	Body 1. až 5. triedy presnosti
	Dočasne stabilizované body	Ostatné body PPBP určené geodeticky a fotogrametricky Použitý dočasný stabilizačný materiál

Mnoho bodov trigonometrickej siete I. rádu tvoria tzv. Laplaceove body, ktoré okrem priestorových súradníc majú určené astronomické zemepisné súradnice j_a , l_a a astronomický azimut A_a). Laplaceové body vytvárajú **astronomicko-geodetickú sieť** (AGS), (obr. 3.3).

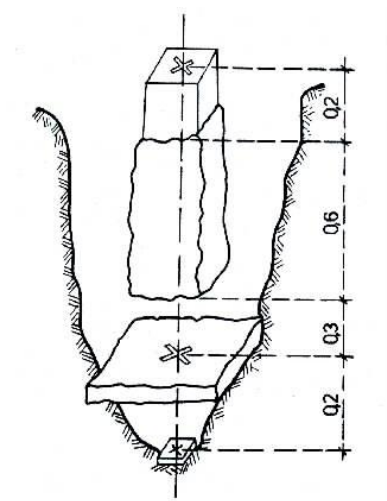


Obr. 3.3. Česká a Slovenská astronomicko-geodetická sieť

Poloha trigonometrických bodov I. rádu sa určila s vysokou presnosťou na základe geodetických meraní a tiež astronomických meraní na vybraných (Laplaceových) bodoch.

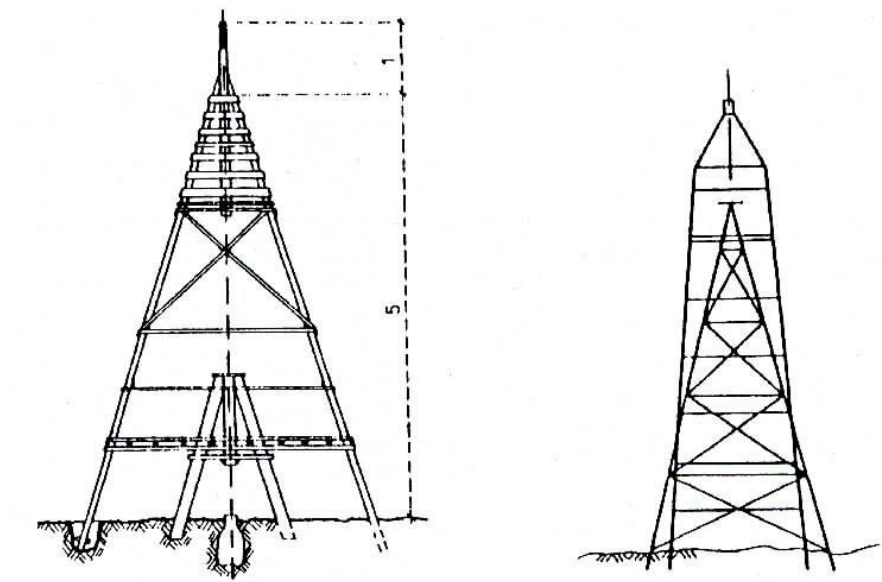
Budovanie trigonometrickej siete akéhokoľvek rádu meraním uhlov alebo smerov sa nazýva triangulácia. Podobne budovanie trigonometrickej siete akéhokoľvek rádu meraním dĺžok sa nazýva trilaterácia. V minulosti sa trigonometrické siete budovali prevažne triangulačnými meraniami (meranie uhlov bolo v tom čase relatívne presnejšie ako meranie dĺžok). Dnes, v súvislosti s rozvojom elektroniky - elektronických teodolitov, sa trilaterálne merania používajú pri zhutňovaní bodového poľa vo voľných (lokálnych) sieťach a globálny systém na určenie priestorovej polohy bodov (GPS), na budovanie oporných bodov v trigonometrických sieťach.

Pre dlhodobé využívanie siete, musia byť body trigonometrickej siete trvalo stabilizované. Štandardný spôsob stabilizácie trigonometrických bodov je pomocou troch značiek: povrchovým žulovým hranolom s krížikom a dvoma podzemnými značkami s krížikmi (obr. 3.4).



Obr. 3.4. Stabilizácia trigonometrických bodov

Stabilizovaný bod, ktorý má byť využitý na meranie, musí mať vhodne vyznačenú vertikálu prechádzajúcu jeho znakom - signalizáciou. Hovoríme, že bod je signalizovaný. Signalizácia bodu môže byť trvalá alebo dočasná. Trvalá signalizácia nie je zámerne budovaná, využíva charakteristickú časť už postaveného objektu, napr. stred makovice veže kostola. Dočasné prostriedky na signalizáciu sú: výtyčky, tyčové signály, trojboké alebo štvorboké pyramídy a trigonometrické veže, s osobitne vybudovanou konštrukciou pre cieľovú značku a stanovisko prístroja na meranie (obr. 3.5).



Obr. 3.5. Pyramída a trigonometrická veža

Podrobné polohové bodové pole tvoria body lokálnych (účelových) trigonometrických sietí, body polygórovej siete a iné trigonometricky a polárne určené body, ktoré sa vkladajú medzi trigonometrické body v záujmovom území.

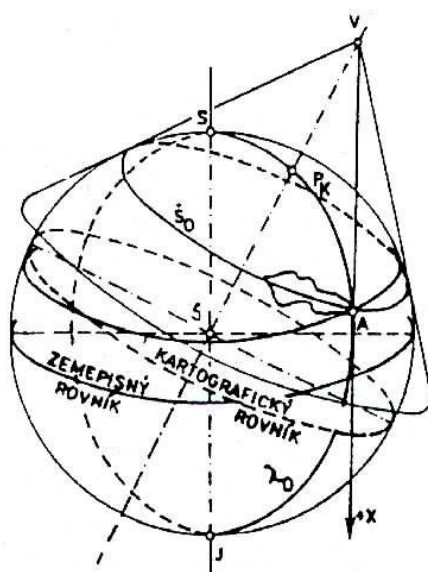
Voľné trigonometrické siete tvorí obyčajne menší počet pevných bodov. Často sa takéto siete zakladajú s vysokou polohovou presnosťou ($m_p = 1 - 5$ mm) a tvoria vzťahový systém na účelové meranie, akými sú napr. merania posunov a pretvorení, ako aj na vytyčovanie.

3.1.2. Křovákové kartografické zobrazenie

Křovákové zobrazenie je kartografický zobrazovací systém komformného kužeľového zobrazenia vo všeobecnej polohe, pomocou ktorého sa body polohového bodového poľa zobrazia do roviny s príslušným pravouhlým súradnicovým systémom.

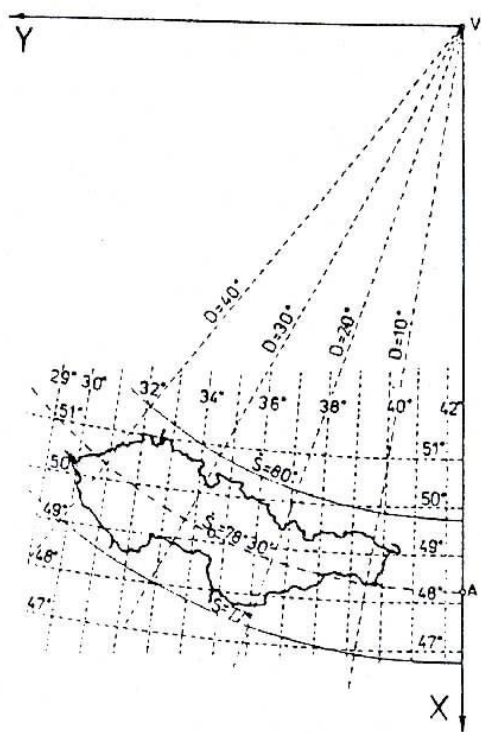
V Křovákovom zobrazení (dvojkomformné zobrazenie) sa Besselov elipsoid konformne (neskresľujú sa uhly) zobrazí na zmenšenú Gaussovu guľu. Koeficient zmenšenia polomeru je $k = 0,9999$. Zmenšená guľa sa konformne zobrazí na kužeľ vo všeobecnej polohe (obr. 3.6).

Zmenšenie gule a voľba polohy kužeľa má zaistiť minimálne dĺžkové skreslenie pri zobrazení. Maximálne skreslenie je 10 cm na 1 km. Vrchol kužeľa sa umiestnil na spojnici stred gule S a kartografického pólu P_K zmenšenej Gaussovej gule tak, aby sa kužeľ gule dotýkal v základnej kartografickej rovnobežke $\hat{S}_0 = 49^\circ 30'$, ktorá prebieha stredom územia Česka a Slovenska. Na kužeľovom plášti sa kartografické poludníky zobrazujú ako priamky prechádzajúce vrcholom kužeľa V (obr.3.7). Kartografické rovnobežky sa na ňom zobrazia ako koncentrické kružnice so stredom vo vrchole kužeľa V .



Obr. 3.6. Křovákove kartografické zobrazenie

Bod A leží na kartografickej rovnobežke \check{S}_0 , (obr. 3.7). Jeho polohu určujú sférické súradnice $j = 48^\circ 15'$, $l = 24^\circ 50'$ východne od Greenwicha. Obraz vrcholu kužeľa bol určený za začiatok pravouhlého kartenziánskeho systému tak, aby kladná os $+X$ bola umiestnená do obrazu uvedeného poludníka a kladná os $+Y$ smerom na západ. V tomto súradnicovom systéme je vyjadrená poloha všetkých bodov ZPBP a PPBP.

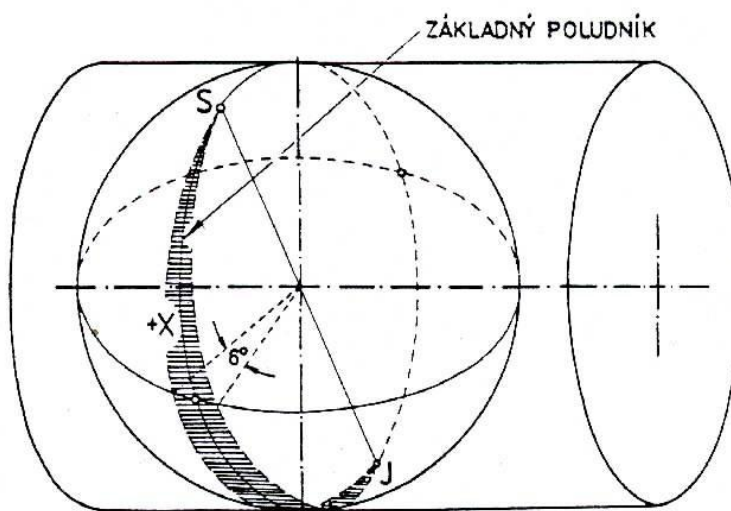


Obr. 3.7. Súradnicový systém S-JTSK, kartografické poludníky a rovnobežky

3.1.3 Súradnicový systém 1942 (S-42)

Nová základná astronomicko-geodetická sieť sa začala budovať v roku 1931. Do roku 1938 sa súbežne s budovaním S-JTSK navrhla sieť väčších trojuholníkov. Uskutočnili sa astronomické aj geodetické uhlové merania a odmerala sa základnica v Jesenskom. Práce sa dokončili po roku 1945 meraním uhlov. Vykonali sa aj ďalšie astronomické merania, spojili sa navzájom siete okolitých štátov a zhusťla sa gravimetrická sieť. V roku 1955 sa zhromaždený materiál vyrovnal spolu so sieťami susedných štátov (bývalé RVHP). Tak sa československá sieť napojila na sieť bývalého ZSSR vyrovnanú v roku 1942 a vypočítanú na Krasovského elipsoide so začiatočným bodom Pulkovo. Nová sieť dostala názov Súradnicový systém 1942 (S-42). Do roviny sa elipsoid zobrazoval Gauss-Krügerovým kartografickým zobrazením.

V tomto zobrazovacom systéme sa predmety merania zobrazujú na valec v transversálnej polohe (obr. 3.8), ktorý sa dotýka zemského telesa (Krasovského referenčného elipsoidu) pozdĺž stredného, tzv. základného poludníka zobrazujúceho sa v skutočnej veľkosti (Gaussovo zobrazenie). Ostatné poludníky sa skresľujú a zobrazia ako krivky symetrické voči obrazu základného poludníka.



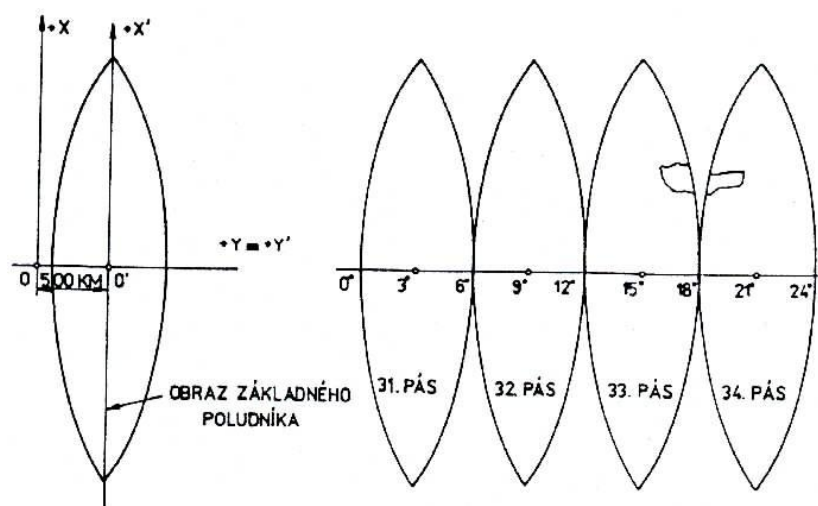
Obr. 3.8. Gaussovo valcové zobrazenie

Dĺžkové skreslenie sa v tomto zobrazení zväčšuje so štvorcom vzdialenosti od základného poludníka. Preto sa pre geodetické účely volí obmedzene široký pás územia, ktorý sa zobrazuje na plášť valca. Rozmer zobrazovaných pásov bol medzinárodne určený hodnotami 2°, 3° a 6° zemepisnej dĺžky. U nás sa používajú 3° a 6° poludníkové pásy Krasovského elipsoidu. Pre celé zobrazenie zemského elipsoidu deleného na 6° pásy je potrebných celkom 60 polôh v transversálnej polohe.

6° poludníkové pásy sa používajú pre topografické mapovanie. Pásy sú číslované arabskými číslicami počnúc od $I = 180^\circ$ zemepisnej dĺžky priebežne na východ od 1 až po 60. Slovenská republika (SR) sa nachádza v 33. a 34. poludníkovom páse.

3° poludníkové pásy sa používali v rokoch 1955 až 1970 pre technicko-hospodárske mapovanie.

Každý poludníkový pás má svoj súradnicový systém. Os $+X$ tvorí obraz základného poludníka. Obraz rovníka predstavuje os $+Y$ s orientáciou na východ (obr. 3.9). Súradnice v tomto systéme sa používajú len na prevod súradníc medzi jednotlivými pásmi a na výpočet súradníc rohov mapových listov. V ostatných prípadoch sa používajú upravené súradnice. Súradnica X ostáva nezmenená a súradnica Y sa mení podľa rovnice $Y = K + y$, kde konštanta $K = 500 \text{ km} + (n \cdot 10^3 \text{ km})$ a n značí číslo poludníkového pásu. S ohľadom na takto posunutý začiatok súradnicového systému všetky X -ové a Y -ové súradnice majú nad rovníkom kladnú hodnotu.



Obr. 3.9. Súradnicové systémy a šesťstupňové pásy Gaussovho zobrazenia

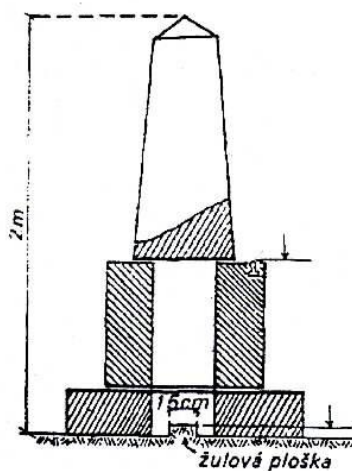
3.1.4 Geodetické výškové základy

V mapách a technických projektoch sa okrem polohovej situácie znázorňujú aj výškové pomery. Podkladom pre výškové merania je výškové bodové pole vybudované na danom území. Výškové bodové pole je realizované hustou sieťou vhodne zvolených a stabilizovaných bodov, ktorých výšky sa určujú niveláciou a počítajú v určitom výškovom systéme, ktorého nulovým výškovým bodom je stredná hladina mora zisťovaná za dlhé obdobie pomocou maregrafu.

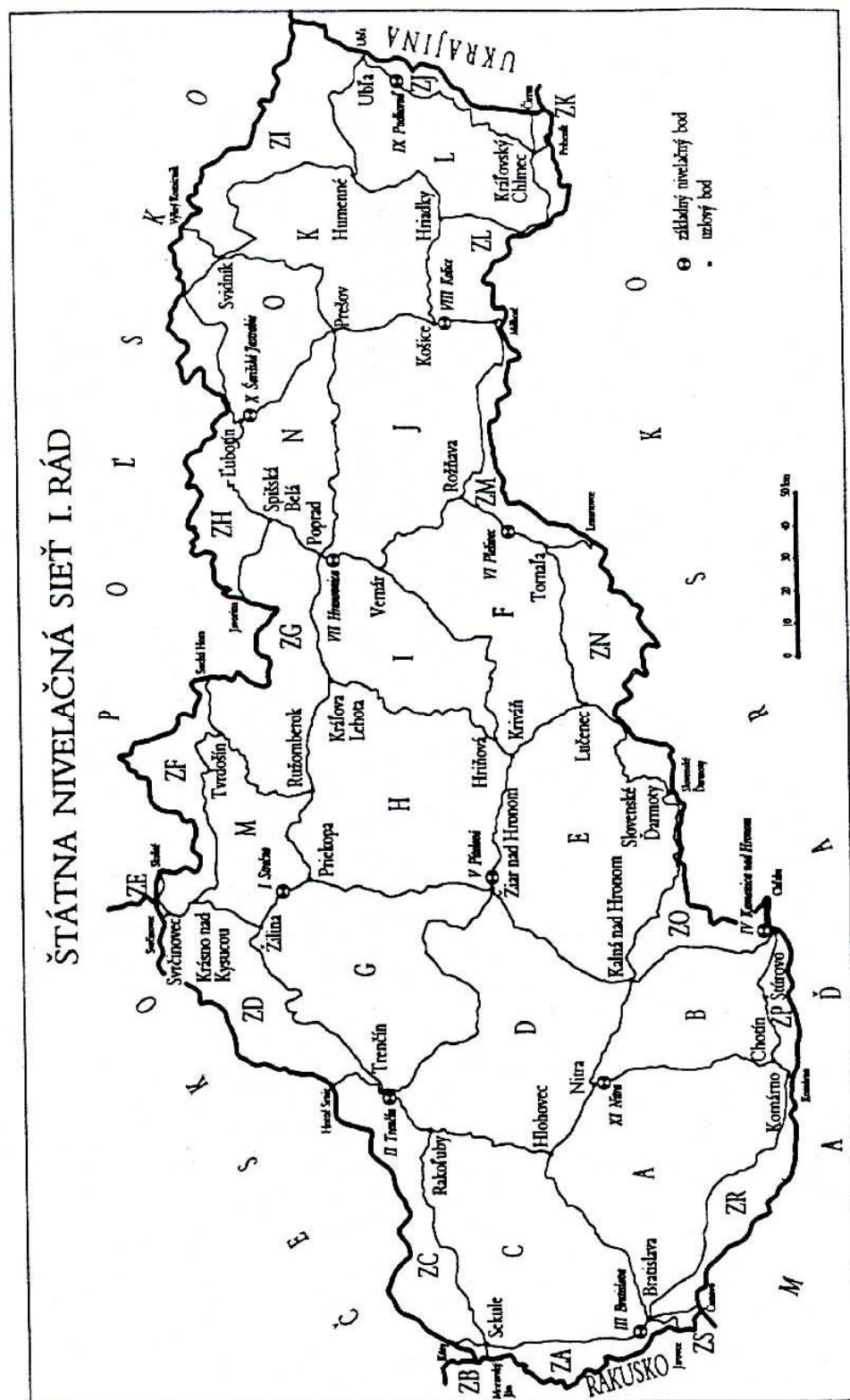
V SR geodetické výškové základy tvorí štátna nivelačná sieť (ŠNS).

Na SR území sa vybudovala nivelačná sieť I. rádu označovaná aj ako **základná nivelačná sieť**.

Tvorí ju nivelačné polygóny o dĺžke 300 až 400 km, ktorých súčasťou sú aj rovnomerne rozložené **základné nivelačné body**. Nivelačná sieť I. rádu sa postupne zhutnila nivelačnými ťahmi II. rádu a podrobným výškovým bodovým poľom, ktoré obsahuje plošné nivelačné siete a stabilizované body technickej nivelácie.



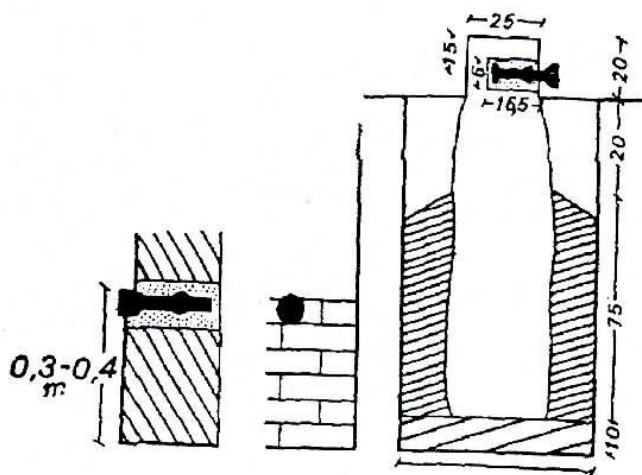
Obr. 3.11 Stabilizácia základného nivelačného bodu.



Obr. 3.10. Štátna nivelačná sieť I. rádu

Nivelačné ťahy sa spravidla budujú pozdĺž cestných a železničných komunikácií. V nivelačnej sieti sa stabilizujú základné nivelačné body a nivelačné body v ťahoch. Základné nivelačné body sú stabilizované vyhladenou a vyvýšenou plochou 15x15 cm vo vrastlej skale. Táto značka sa zakrýva pomníkom (obr. 3.11).

Nivelačné body ťahov I. rádu sa volia na vhodných miestach spravidla pozdĺž komunikácií. Vo voľnom teréne má byť vzdialenosť medzi nivelačnými bodmi od 0,5 do 1 km (maximálne 1,2 km). Nivelačné značky klincové alebo čapové sa zapúšťajú do stabilných objektov (budov, cestných priepustov a pod.), alebo sa pre ne osadzujú nivelačné kamene na úsekoch, kde nie sú vhodné objekty pre stabilizáciu. Na obr. 3.12 sú niektoré typy stabilizácie nivelačných bodov.



Obr. 3.12 Typy stabilizácie nivelačných bodov

3.1.5 Gravimetrické základy

Gravimetrickú sieť tvorí **oporná sieť** bodov na letiskách vzhľadom k tomu, že doprava gravimetrov sa pri meraní tiažových údajov na týchto bodoch zabezpečovala letecky. V súčasnosti tvoria referenčnú gravimetrickú sieť body, na ktorých boli merané absolútne tiažové zrýchlenia. Tieto body sú stabilizované v suterénoch budov, tak aby boli eliminované otrasy pôdy.

Sieť I. rádu spája body opornej, resp. referenčnej siete. Spojnice sú spravidla vedené po cestných komunikáciách. Vzdialenosť bodov je do 60 km. Body II. rádu sú vo vzdialenosti okolo 20 km.

3.2 Nové geodetické základy

Budovanie nových geodetických základov vyplynulo z analýzy súčasného stavu bodového poľa a nástupu nových technológií merania, ktorým aktuálne geodetické základy už prestávajú vyhovovať. Nové geodetické základy meraním lokalizujú geodetický bod v priestore a čase v špecializovaných geodetických sieťach, ktorými sú:

- štátna priestorová sieť (ŠPS),
- štátna nivelačná sieť (ŠNS),
- štátna gravimetrická sieť (ŠGS).

Do špecializovaných sietí je zaradovaný maximálny počet bodov z pôvodných bodových polí. Postupným cieľom je zaradiť každý geodetický bod do príslušnej siete a tak vytvoriť integrované

bodové pole geodetických základov. S realizáciou meračských prác sa začala vytvárať elektronická dokumentácia vo forme informačného systému geodetických základov (ISGZ).

3.2.1 Štátna priestorová sieť

Slovenská geodynamická referenčná sieť (SLOVGERENET) je sieť špecializovaných geodetických bodov, ktoré tvorí základ národného rámca Štátnej priestorovej siete v rámci geodetických základov.

Meranie SLOVGERENET začalo v roku 1993 na 17-tich bodoch. Sieť bodov SLOVGERENET v roku 1999 mala 43 bodov a stala sa referenčnou sieťou pre špecializovanú sieť budovanú technológiou GPS, označenú ako štátna priestorová sieť. V prvej etape prác do roku 2003 má byť určených 1500 bodov s priemernou odľahlosťou 6 – 7 km.

Pre body ŠPS v teréne je charakteristický ich oranžový náter aj oranžový náter ich ochranných zariadení. Bod je stabilizovaný jednoznačnou meračskou značkou (klincová značka s dierkou - geoklinec, dierka môže byť umiestnená excentricky) prevažne v kamenných hranoloch o rozmeroch hlavy minimálne 20 x 20 cm. Pri výbere bodov sa kladie dôraz na minimálny zákryt bodu pri meraní metódou GPS a vhodnosť i na terestrické meranie. Sleduje sa tiež prístup na bod a ich bezpečnosť proti zničeniu. Do siete sú preberané body zo Štátnej trigonometrickej siete, ktoré sú prestabilizované a doplnené o meračskú značku. Výšky bodov sú určené zo Štátnej nivelačnej siete a sú pripojené na Štátnu gravimetrickú sieť. Vo vhodných priestoroch sú stabilizované nové body. Body zriadené v ŠPS sú evidované v rámci evidenčnej jednotky, ktorou je klad ZM 1:50 000 a číslované približne od čísla 1000. Pripojené (hostujúce) body z iných špecializovaných sietí si ponechávajú svoje (pôvodné) označenie.

Body ŠPS sú určené statickou metódou merania dvojfrekvenčnými prístrojmi GPS. Presnosť súradníc bodov v zemepisnej šírke a dĺžke je $m_j = m_l < 0,009$ m a vo výške je $m_H < 0,025$ m. Záväzným systémom je Európsky terestrický systém ETRS (European Terrestrial System 89) a elipsoid GRS 80, ktorý nahradil od roku 1991 elipsoid WGS 84.

3.2.2 Štátna nivelačná sieť

Zriadenie mapy ŠNS ovplyvnila nová nivelačná technika, založená na digitálnom systéme určenia prevýšenia z nivelačných lát s čiarkovým kódom (barokód), ktorá nahradila klasickú technológiu nivelačného merania kompenzátorovými a libelovými nivelačnými prístrojmi.

Projekt ŠNS kopíruje topológiu z Československej jednotnej nivelačnej siete (ČSJNS) s rozdielom, že nivelačné body sú zaradené do nivelačných ťahov I. a II. rádu. I. rád má rozsah 3200 km. Pri meraní boli použité iba digitálne nivelačné súpravy. Kritérium presnosti obojsmernej nivelety je

$$r_{\max} \leq 1,5\sqrt{R} \quad [\text{mm}],$$

R je dĺžka ťahu v km.

Nivelačné ťahy sú vedené pozdĺž komunikácií s nižšou dopravnou frekvenciou. Do siete I. rádu sú zaradované maximálne body I. rádu ČSJNS. Priemerná jednotková kilometrová stredná chyba je $m_0 = 0,425$ mm/km.

Body ŠNS zaradené do nivelačných ťahov I. a II. rádu sú označené evidenčnou jednotkou (nivelačným ťahom) a číslom od 500. Ukončením merania siete I. rádu, bola ŠNS vyrovnaná v Amsterodamskom výškovom systéme (EVRS 2000). Amsterodamský výškový systém má horizont

vyšší v priemere o +12 cm oproti systému Bpv. Systém nadobudne platnosť od 1.7.2002. Každý bod ŠNS bude mať určenú normálnu výšku s charakteristikou presnosti.

Postup nivelačných prác je zosúladený s projektom EUVN (European vertical reference network), do ktorého boli zaradené tri body SLOVGERENET Strečno (STRE), Gánovce (GANO), Kamenica nad Hronom (KAME).

3.2.3 Štátna gravimetrická sieť

V súčasnosti je na Slovensku zameraných 10 absolútnych gravimetrických bodov. Na základe výsledkov meraní v ŠGS je riešená úloha tvorby kvázigeoidu Slovenska.

Postupne sa predpokladá rozširovanie gravimetrickej siete s pripájaním sa na body špecializovaných sietí, čím sa vytvorí **integrované bodové pole**.

Počas doby prechodu na nové geodetické základy (toho času sú nezverejnené) pre potreby klasických geodetických a kartografických prác bude sa udržiavať štátna trigonometrická sieť, pričom časť bodov sa postupne prevezme do ŠPS.

3.2.4 Európsky referenčný systém ETRS

ETRS je referenčný systém pre Európu, ktorý rotuje a pohybuje sa ako euroázijská geodynamická tektonická platňa, ktorá vykazuje pohyb asi 25 mm/rok. Týmto spôsobom sa eliminuje globálny tektonický pohyb. V pohybových tektonických bodoch ostávajú iba lokálne pohyby milimetrového rozsahu

ETRS 98 epocha 1989.0 je definovaný 36-mi európskymi ITRS stanicami. ITRS (International Terrestrial Reference System – Medzinárodný terestrický referenčný systém) má počiatok v ťažisku hmôt Zeme vrátane hmôt oceánov a atmosféry. Systém je budovaný ako geocentrický, rovníkový, terestrický s konvenciou Greenwichskej orientácie. Jednotky dĺžky, hmotnosti času sú v metroch, kilogramoch a sekundách. Astronomická jednotka času, je udávaná v dňoch. Deň obsahuje 86 400 sekúnd), ktoré sú vyjadrené v referenčnom rámci ITRF 89. Body rotujú spoločne so stabilnou časťou Európy. V roku 1991 bolo rozhodnuté, že sa nahradza pôvodný elipsoid WGS-89 elipsoidom GRS 80. Pôvodný elipsoid WGS-84 zaručoval presnosť v polohe 1 – 2 m. Pre praktické úlohy (kartografie, GIS, navigácie a pod.) elipsoid GRS 80 môžeme pokladať za totožný s elipsoidom WGS-84.

Európsky priestorový referenčný systém vznikol integráciou:

- Európskeho terestrického referenčného systému (ETRS 89),
- Európskeho vertikálneho referenčného systému.