

Digitální modely terénu (2)

Zdroje dat

Ing. Martin KLIMÁNEK, Ph.D.

411 Ústav geoinformačních technologií

Lesnická a dřevařská fakulta,

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně



Digitální modely terénu

Zdroje dat:

Pozemní měření

- geodetická měření
- globální navigační satelitní systémy (GPS)

Dálkový průzkum Země

- fotogrammetrická analýza
- radarové snímání
- laserové snímání (LiDAR)

Existující digitální a analogová data

- Základní báze geografických dat (ZABAGED)
- Digitální model území (DMÚ 25)
- Oblastní plány rozvoje lesů (OPRL)
- a další zdroje dat...

Geodetická měření

- nejpřesnější
- nejpracnější
- zaměření polohových souřadnic vrcholů polygonových pořadů
- nivelací určena nadmořská výška
- jednotlivé body terénního reliéfu jsou zaměřovány tachymetrií – současné určování polohy (vyjádřené polárními souřadnicemi) i výšky (trigonometricky)
- zaměření bodů vystihujících charakteristické prvky reliéfu terénu (zejména singularity) v závislosti na měřítku mapování
- totální stanice významně zefektivňují práci, zejména díky následnému zpracování na výkonných počítačových stanicích s příslušným geodetickým softwarem
- stále nezbytné zejména v oblasti stavební činnosti

Globální navigační satelitní systémy

Počátkem 70.let jsou budovány 2 systémy nové generace. V USA to byl projekt se dvěma názvy **GPS – NAVSTAR** (Global Positioning System – Navigation System using Time and Ranging) a v SSSR projekt **GLONASS** (Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistěma). V dnešní době je s velkou převahou používán pouze systém GPS.

<i>Parametry konstelace</i>	GPS	GLONASS
Standardní počet družic	24	24
Počet oběžných rovin	6	3
Sklon oběžných drah (°)	55	64,8
Poloměr oběžných drah (km)	26 560	25 510
Oběžná doba (hh:mm)	11:58	11:15

V USA ještě existuje systém **OMNITRACS** firmy Qualcomm, který je využíván na kontinentálním území USA ke sledování vozidel. Obdobou tohoto systému je **EUTELTRACS** v Evropě.

Ve stádiu budování se nyní nachází evropský systém **GALILEO**.

Kosmický segment:

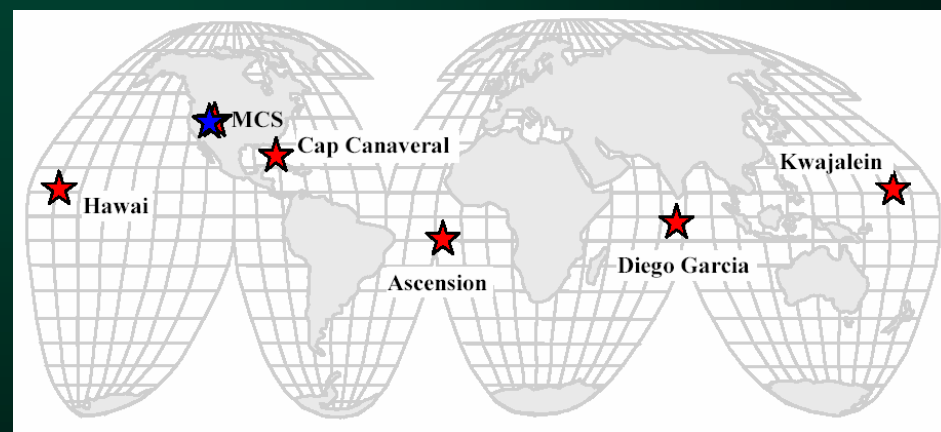
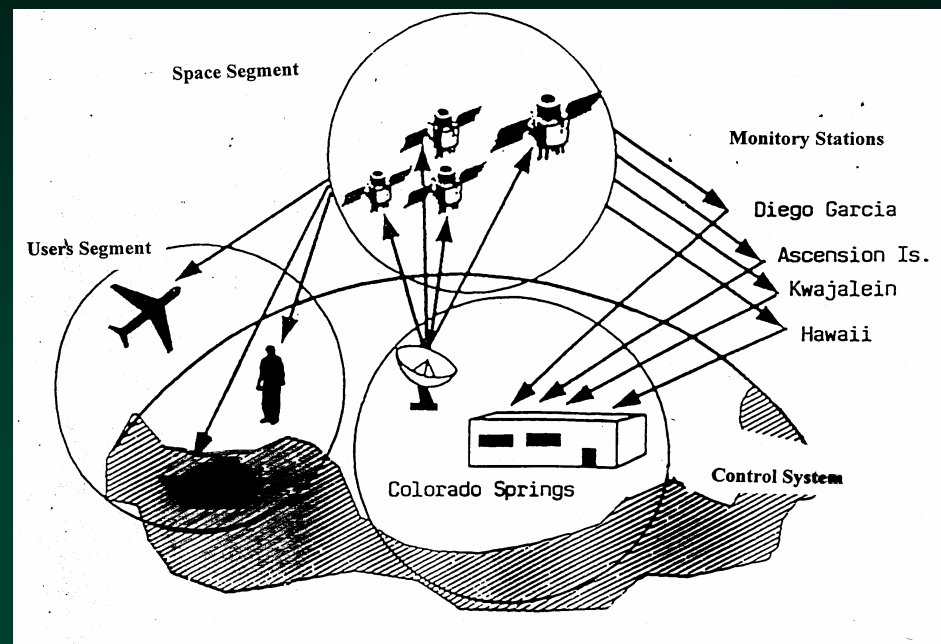
24 satelitů na 6 téměř kruhových oběžných drahách. Družice obíhají ve výšce cca 26 560 km s inklinací 55 stupňů od rovníku a doba oběhu je téměř 12 hodin.

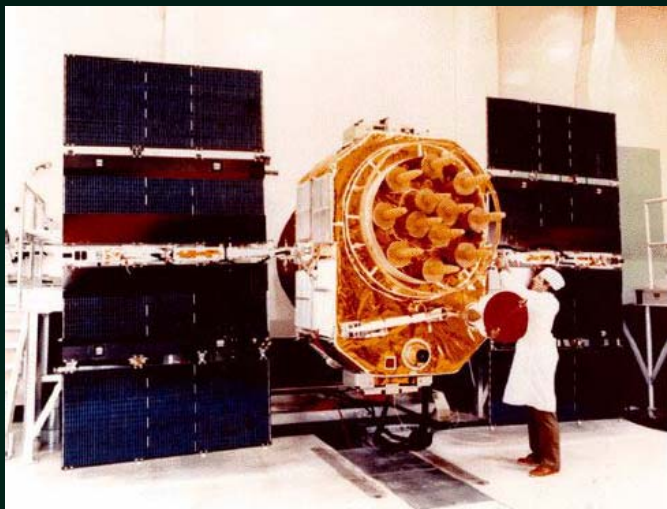
Řídící segment:

Monitorovací stanice a pozemní antény po celém světě, celkem je jich 10 a hlavní řídicí stanice (MCS) je v Colorado Springs. Neustále provádí sběr dat z družic a předávají je do MCS. Zde jsou data zpracována a vypočteny přesné údaje o oběžných drahách a korekce času, které jsou zpětně přeneseny pozemními anténami do satelitů.

Uživatelský segment:

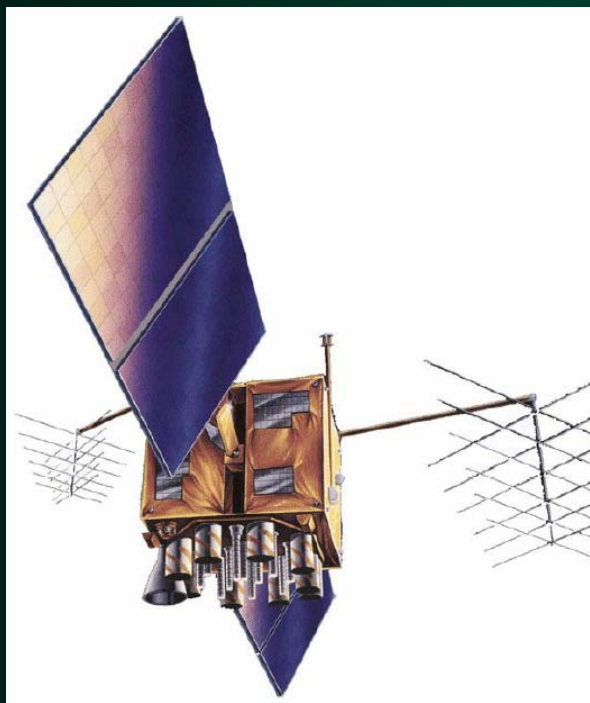
Široká paleta GPS přístrojů.



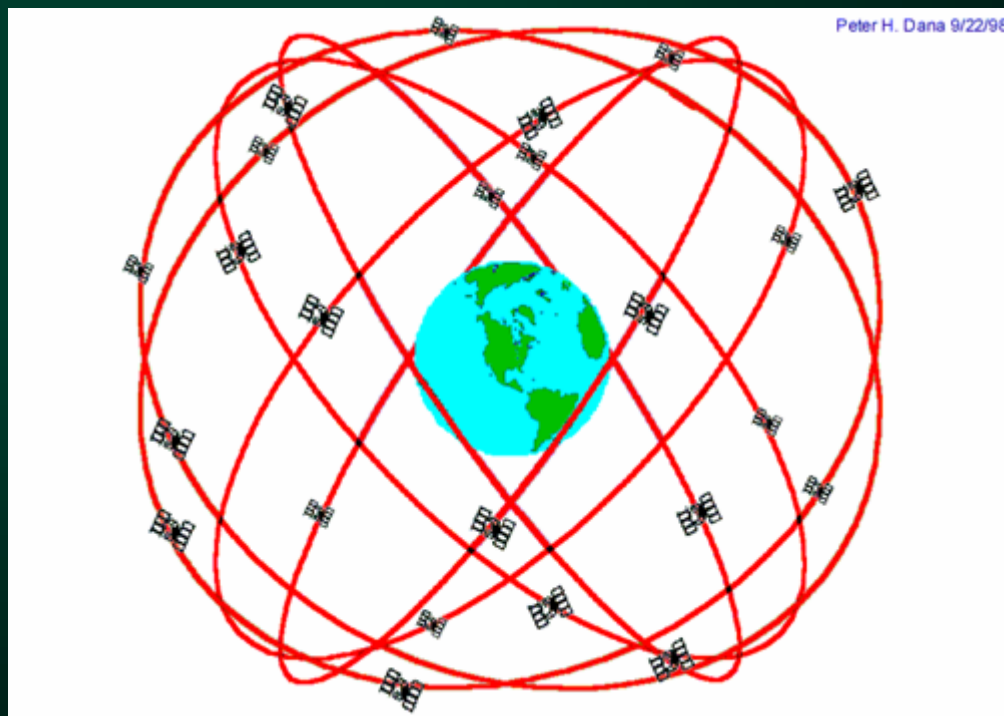


Družice bloku IIA
(Rapant 2002)

Síť GPS družic



Družice bloku IIR
(Rapant 2002)



Měření pomocí družicových polohových systémů lze provádět na základě kódových, fázových nebo dopplerovských měření. (Rapant 2002)

Základním principem **kódových měření** je určování vzdáleností mezi přijímačem a družicemi. K tomuto účelu se využívají tzv. dálkoměrné kódy vysílané jednotlivými družicemi, což jsou v podstatě přesné časové značky umožňující přijímači určit čas, kdy byla odvysílána kterákoliv část signálu vysílaného družicí.

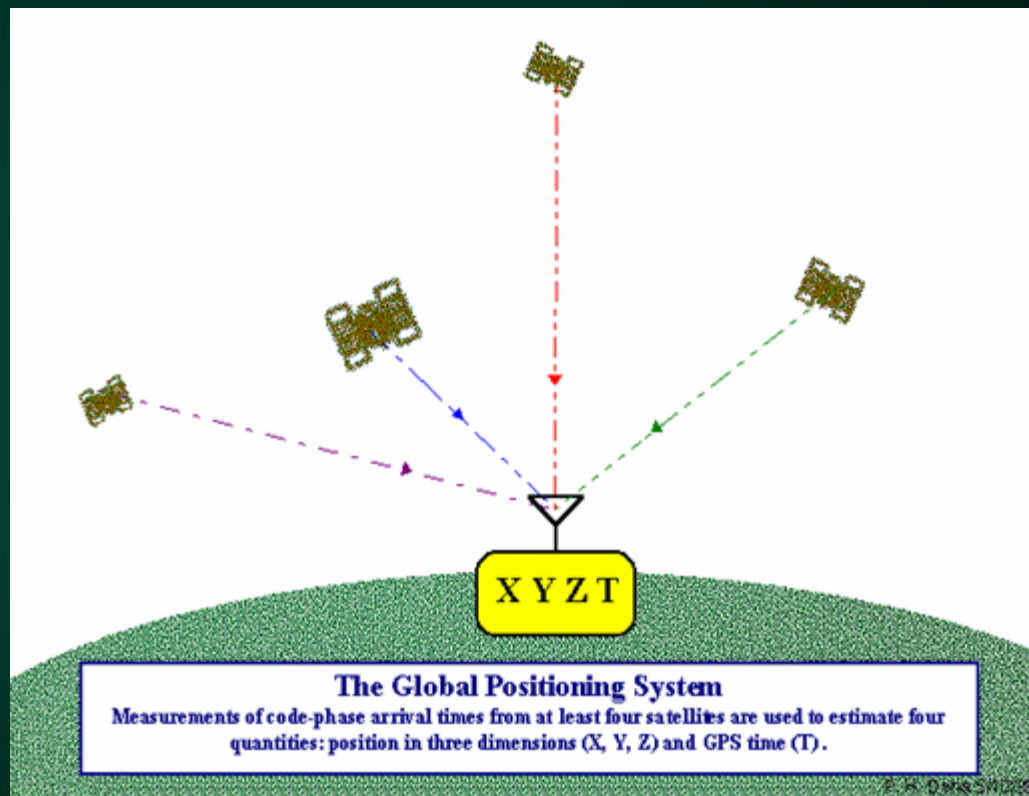
Fázová měření jsou založena odlišném principu – vůbec nepracují s dálkoměrnými kódy, ale zpracovávají vlastní nosné vlny (určuje se počet vlnových délek nosné vlny mezi přijímačem a družicí). Tento počet se skládá jednak z celočíselného násobku nosných vln a jednak z desetinné části – fázová měření proto vykazují určitou nejednoznačnost (ambiguity).

Dopplerovská měření využívají principu posunu frekvence na nosné vlně a prakticky se používají jen k určení rychlosti jakou se přijímač pohybuje.

Signál se šíří po radiových vlnách o známé rychlosti – rychlostí světla okolo 300 000 km/s.

Všechny satelity a všechny přijímače současně generují identickou řadu kódů. Když zpráva dorazí k přijímači, porovná se její doprovodný kód s kódem vygenerovaným v přijímači a můžeme zjistit dobu, kdy byla vyslána.

Radiový signál se jeví jako náhodný, ale ve skutečnosti je generován složitým souborem instrukcí, který se opakuje každých sedm dní. Z tohoto důvodu je signál často označován jako pseudonáhodný (pseudo random).

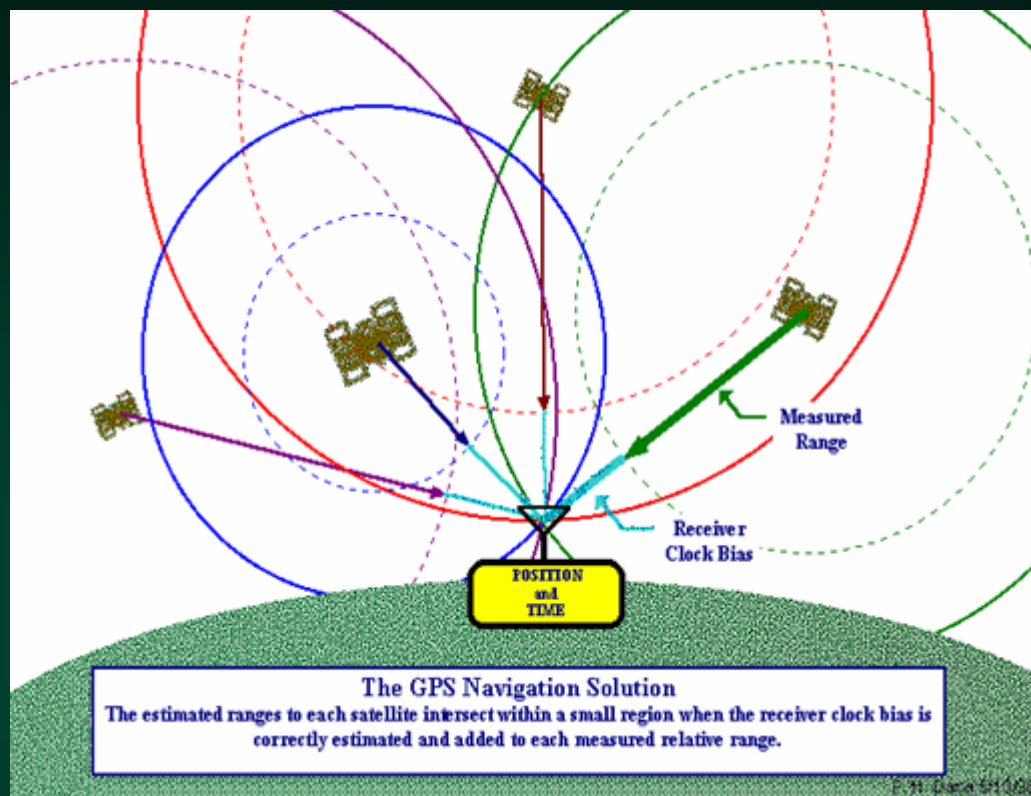


Na levé straně rovnic jsou zdánlivé vzdálenosti přijímače k jednotlivým družicím r .

X , Y a Z jsou souřadnice přijímače, které chceme určit a x , y , z jsou souřadnice družic v době měření zdánlivých vzdáleností (z výpočtů údajů v navigačních zprávách), c je rychlost světla a ΔT je neznámý posun hodin přijímače oproti systémovému času.

Tyto rovnice jsou simultánně řešeny tak, aby přijímač mohl poskytovat výstup v souřadnicích.

Poloha je určována v geocentrických souřadnicích, bývá však převáděna do geografických souřadnic prakticky libovolného kartografického zobrazení.



$$r_1 = \sqrt{(X - x_1)^2 + (Y - y_1)^2 + (Z - z_1)^2} - c \cdot \Delta T$$

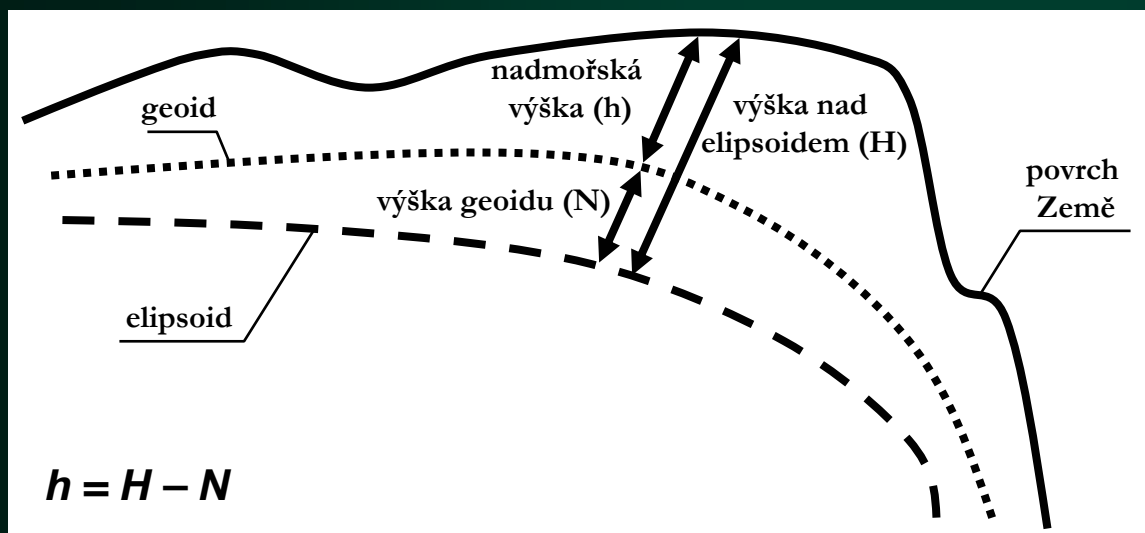
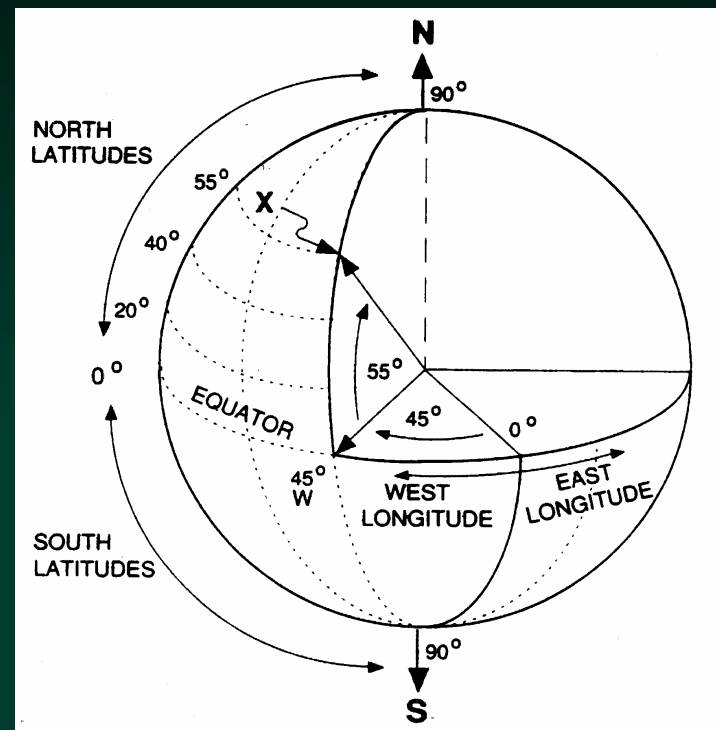
$$r_2 = \sqrt{(X - x_2)^2 + (Y - y_2)^2 + (Z - z_2)^2} - c \cdot \Delta T$$

$$r_3 = \sqrt{(X - x_3)^2 + (Y - y_3)^2 + (Z - z_3)^2} - c \cdot \Delta T$$

$$r_4 = \sqrt{(X - x_4)^2 + (Y - y_4)^2 + (Z - z_4)^2} - c \cdot \Delta T$$

Naměřené údaje se v přijímači konvertují do:

- zeměpisných souřadnic (WGS, S-JTSK)
- výšky (HAE, MSL)



Přesnost určování polohy a času ovlivňují tyto faktory: řízení přístupu k signálům z družice, stav družic, rozsah přesnosti měření, poměr signál/šum, vícecestné šíření, počet viditelných družic, geometrické uspořádání viditelných družic (PDOP), typ přijímače, pečlivost přípravy plánu měření, platnost efemerid, přesnost určení efemerid, přesnost hodin na družicích, vliv ionosféry a troposféry, chyba hodin přijímače a způsob měření a vyhodnocování (Rapant 2002).

Kódová měření – frekvence dálkoměrných kódů se běžně pohybuje na úrovni jednotek megahertzů pro standardní přesnost (resp. desítek megahertzů pro vysokou přesnost). Těmto frekvencím odpovídají vlnové délky 300 m, resp. 30 m; při reálně dosažitelné přesnosti měření 1-2% vlnové délky pak vychází reálně dosažitelná přesnost 3-6 m, resp. 0,3-0,6 m (Rapant 2002).

Fázová měření – v případě uvažování stejné přesnosti zpracování signálů v přijímači jako u kódových měření, tedy 1-2% vlnové délky, je výsledná přesnost určování vzdáleností mezi družicemi a přijímačem několik milimetrů (Rapant 2002).

(Hrdina et al. 1996)

Vliv odvozených frekvencí PRN kódů a příspěvek jednotlivých zdrojů chyb (resp. jejich směrodatných odchylek) k celkové chybě zdánlivé vzdálenosti.

Segment	Zdroj chyby	Podíl na UERE [m]	
		C/A - kód	P - kód
Kosmický	Stabilita kmitočtového normálu družice	3,0	3,0
	Predikce perturbací družice	1,0	1,0
	Jiný	0,5	0,5
Řídící	Chyba modelu predikce efemerid	4,2	4,2
	Jiný	0,9	0,9
Uživatelský	Ionosférická refrakce	5,0-10,0	2,3
	Troposférická refrakce	2,0	2,0
	Šum a rozlišovací schopnost přijímače	7,5	1,5
	Vícecestné šíření signálu	1,2	12
	Jiný	0,5	0,5
User Equivalent Range Error - celkem [m]		10,8-13,9	6,6

25.3.1990 byla zavedena tzv. selektivní dostupnost (SA), která měla záměrně znepřesňovat určení polohy pro civilní uživatele; SA byla zrušena k 1.5.2000.

Chyba hodin satelitu znamená, že přes velkou snahu čtyř atomových hodin na každém satelitu, nejsme stále schopni dostat ten správný čas. Může dosahovat 0,6 metru. Tuto chybu nemůžeme řešit tak jako chybu hodin přijímače, protože chyba bude u každého satelitu jiná. Nepatrná chyba v palubních hodinách znamená, že pseudonáhodný radiový kód je generován v nepatrně špatném čase.

Chyba efemerid satelitu znamená, že satelit není tam, kde jsme si mysleli. Přesto, že náš výpočet polohy závisí na našem měření délky ze známých bodů, chyba v poloze satelitu se nám ukáže jako chyba v naší poloze a může být až 0,6 metru. Malá chyba v efemeridách satelitu má obvykle za následek velmi malou chybu ve výpočtu polohy přijímače.

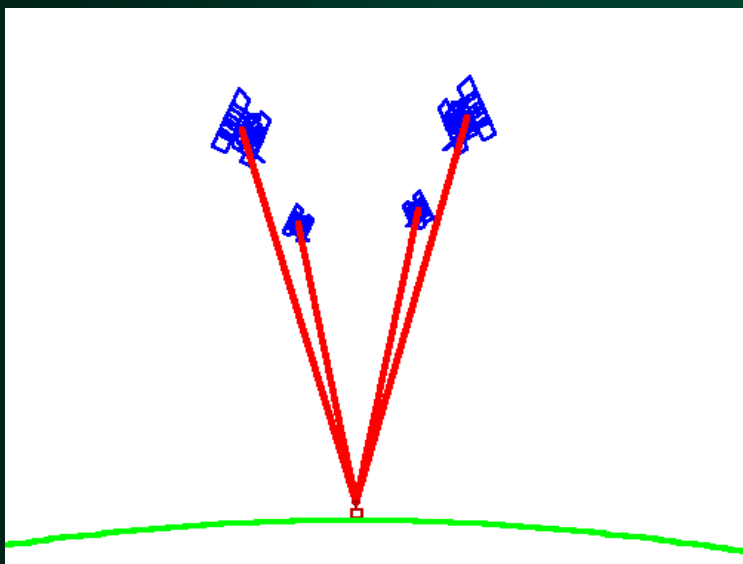
Chyby přijímače mohou být způsobeny elektrickým šumem např. pod dráty vysokého napětí či u průmyslových objektů. Přijímače mohou být přímo rušeny frekvencí 1,3 GHz ať již záměrně nebo neúmyslně. Tento typ chyby může způsobit až metrovou odchylku od správné polohy.

Chyby šíření atmosférou jsou způsobeny přírodními podmínkami. Radiový signál se pak ohne a zpomalí, když vstoupí do naší atmosféry. Toto je způsobeno hlavně vlivem ionosféry. Hustota nabitých částic (iontů) v ionosféře se mění mezi dnem a nocí a rovněž se mění s ročním obdobím. Stupeň jakým ionosféra ovlivňuje signál také záleží na úhlu, pod kterým signál prochází přes ionosféru. Hodnota zpoždění, způsobená ionosférou je nepřímo závislá na frekvenci radiového signálu. Chyba z průchodu atmosférou může způsobit chybu v poloze až 3,6 metru.

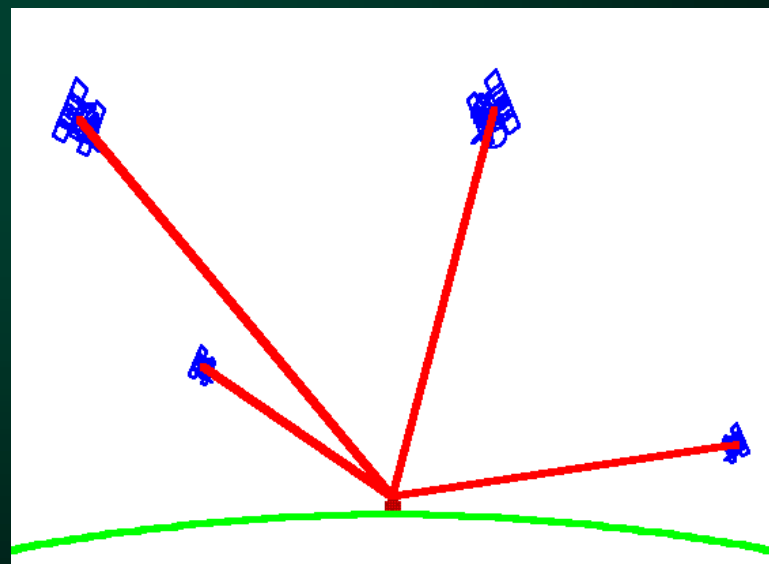
Pro posouzení přesnosti měření se používá charakteristika GDOP - Geometric Dilution of Precision (geometrické snížení přesnosti)

GDOP Components:

- PDOP = Position Dilution of Precision (3-D), sometimes the Spherical DOP.
- HDOP = Horizontal Dilution of Precision (Latitude, Longitude).
- VDOP = Vertical Dilution of Precision (Height).
- TDOP = Time Dilution of Precision (Time).



„špatný“ GDOP



„dobrý“ GDOP

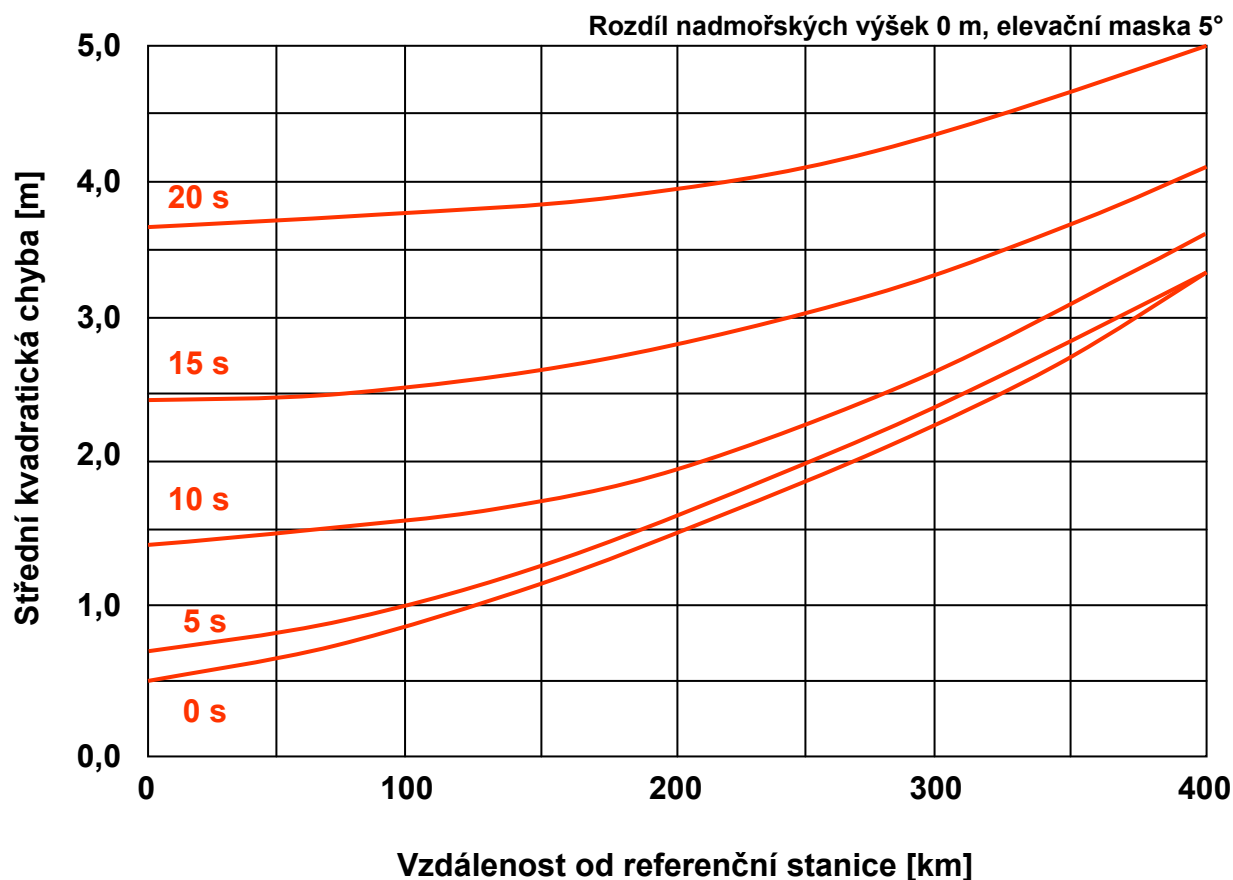
Zpřesnění GPS měření:

Průměrování – průměrná hodnota mnohahodinového měření na bodě, jehož polohu chceme určit, s frekvencí vzorkování 1 sekunda. Praktické výsledky ukazují, že po 8 hodinách již přesnost nijak výrazně nestoupá.

Diferenční korekce a postprocessing – diferenční GPS zpracování poskytuje uživatelům korekce pro opravu určování jejich pohyblivé polohy buď přímo korekcí této polohy (geografických souřadnic) nebo korekcí měřených zdánlivých vzdáleností. V případě postprocessingu není nutné, aby referenční stanice komunikovala s GPS přijímačem v reálném čase – korekční údaje jsou získány později (nejčastěji z Internetu) pro časový úsek, kdy bylo prováděno měření.

Rozšiřující systémy – tyto rozšiřující (augmentation) systémy byly původně plánovány jako samostatné alternativní systémy, ale v současné době plní služby v oblasti šíření diferenčních korekcí a monitorování integrity. Patří sem 4 projekty: americký WAAS a LAAS, kanadský CWAAS, evropský EGNOS a japonský MSAS.

Diferenciální měření



(Hrdina et al. 1996)

Závislost mezi celkovou chybou určování polohy, vzdáleností od referenční stanice a časovém intervalu aktualizace diferenčních korekcí při nejméně příznivých ionosférických podmínkách – matematické modelování, nadmořská výška referenční i pohyblivé stanice 0 m, elevační úhel 5° (Hrdina et al. 1996)

Fotogrammetrická analýza – princip

(Židek 2004)

- Dvojice leteckých nebo družicových snímků se stereoskopickým překrytem (obvykle 60-80%) a nezbytné přístrojové vybavení (stereoplotr nebo digitální fotogrammetrická stanice).
- Před samotným stereoskopickým vyhodnocením je zapotřebí nejprve provést určení prvků vnitřní a vnější orientace snímků (vlícování).
- Výstupem je matice čísel, na jejímž základě je možné dále snímky ortorektifikovat (při využití DMT pro eliminaci zkreslení vlivem zemského povrchu; polohová i výšková přesnost je přímo úměrná měřítku snímku, prostorovému rozlišení snímku a přesnosti, s jakou jsou známy souřadnice vlícovacích bodů použitých pro triangulaci).

Fotogrammetrická analýza – zpracování dat

(Židek 2004)

- Při analogovém zpracování jsou v obrazovém poli operátora viditelné dvě tečky, kterými se pohybuje tak, až splynou v jednu tečku ležící na povrchu terénu, kterou je možno po terénu pohybovat. Na základě rozdílu paralax velkého množství bodů se vypočítávají výškové rozdíly a absolutní hodnoty výšek. Zjištění přesné výšky je obtížné na místech, kde pozorovatel nevidí terén (vegetace, budovy, oblačnost). Množství bodů a jejich rozmístění je při této metodě je určeno pravidelnou sítí o předepsaných parametrech nebo je výsledkem sledování linií o stejné výšce a záznamem údajů v pravidelných intervalech.
- Při automatizovaném digitálním zpracování se snímky vyhodnocují metodou obrazové korelace dvou odpovídajících si obrazových záznamů. Cílem je automaticky zjistit polohu dvou odpovídajících si bodů (tzv. homologických bodů), zaregistrovat jejich snímkové souřadnice a vypočítat horizontální paralaxu (při znalosti prvků vnitřní orientace kamery) umožňující stanovit výšku příslušného bodu nad srovnávací rovinou.

Radarové snímání – radarová interferometrie

(Dobrovolný 1998)

- Získávání radarového echa stejného místa z různých poloh (částí dráhy družice, pozic letadla), čímž dochází k rozdílu fází radarového signálu, který je nositelem informace o výšce.
- Založeno tedy na rozdílech ve fázi dvou radarových signálů získaných z odlišné pozice, ale i dvěma radarovými systémy zároveň (tandem družic ERS-1 a ERS-2). Získává se tzv. interferogram pro určení relativních výškových rozdílů jednotlivých prvků (převedení na nadmořské výšky).
- Zvýšení přesnosti je možné dosáhnout tzv. diferenční interferometrií, založené na rozdílu dvou interferogramů. Přesnost ve vertikálním směru řádově kolem 4-5 metrů, u diferenční interferometrie řádově centimetrové výškové rozdíly (během času mezi pořízením obou interferogramů). Systém TOPSAR – vertikální přesnost 1-3 m, horizontální 5-10 m z plochy 10x50 km. Systém IFSARE – pro zvýšení přesnosti doplněn diferenčním GPS a laserem, z výšky 12 km snímá území o šířce 10 km s rozlišením 2,5 m.

Radarové snímání – radarová altimetrie

(Dobrovolný 1998)

- Altimetry pracují nejčastěji na družicích (ERS-1), radarové echo je zaznamenáno jednak jako časový interval mezi vysláním a přijetím signálu, a jednak jako signál modifikovaný povrchem.
- Mikrovlnné záření se šíří konstantní rychlostí, z rozdílu času mezi vysláním a přijetím signálu je možné zjistit vzdálenost (výšku nosiče nad odrážejícím povrchem) a při známých parametrech orbity ji přepočítat na absolutní výšku povrchu.
- Intenzita přijatého echa tvoří tzv. křivku intenzity signálu a z té je možné potom získat i informace o odrazových vlastnostech a drsnosti povrchu.
- Vzhledem k vlastnostem, které formují radarové echo, se altimetrů využívá především k měření výšky hladiny oceánů a k měření výšky povrchů pokrytých ledem.
- Výsledná přesnost měření je velmi variabilní, od řádově desítek centimetrů až po metry, z důvodu ovlivnění radarového echa vlastnostmi povrchů.

Laserové snímání (LiDAR)

(Kolejka a Tejkal 2002)

- Analýza svazku laserových paprsků, který je vyslán z nosiče, pohybujícího se v určité vzdálenosti od snímaného objektu.
- U každého laserového paprsku, který je vyslán ze zdroje, je současně zaznamenána jeho aktuální poloha v prostoru pomocí diferenciální GPS a inerciální navigace.
- Paprsek dopadne na objekt a odráží se v podobě echa zpět k senzoru, přičemž je změřena vzdálenost, kterou urazil.
- Paprsek se odráží od každé plošky objektu, čímž se vytváří posloupnost ech od nejvyšších (senzoru nejbližších) odrazových ploch po nejnižší.
- Letecké laserové snímače vysílají svazek paprsků, které v řadě více méně napříč pohybu nosiče dopadají na povrch. Krajní body řady definují vyzařovací úhel (až 25°) a po jejich dosažení je snímám další řádek, tentokrát v opačném směru.

Laserové snímání (LiDAR)

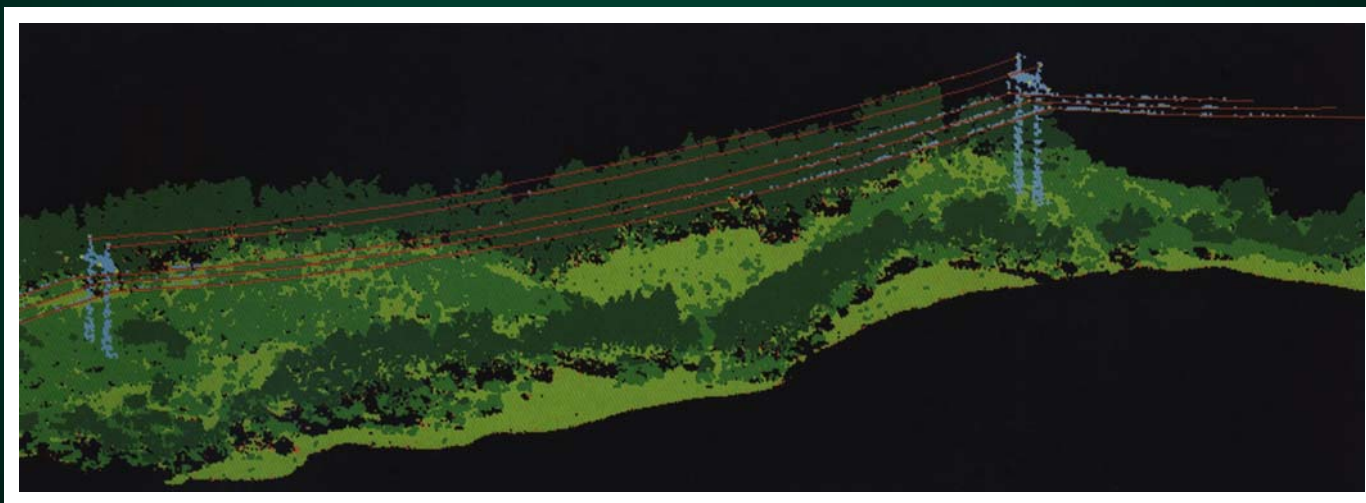
(Kolejka a Tejkal 2002)

- Každý jednotlivý paprsek má svůj vlastní obrazový úhel, čili vytváří pohledový kužel s vrcholem v čidle a podstavou na snímaném objektu. Tato stopa je tím větší, čím je čidlo vzdálenější od objektu a od jisté vzdálenosti se mohou tyto stopy překrývat, obzvláště je-li nastavení obrazového úhlu pevné.
- V závislosti na výšce letu se tedy může přijatelný průměr stop pohybovat v rozmezí od 10 cm do téměř 4 m.
- V zásadě platí, že čím větší frekvenci impulsů laser vysílá, tím přesnější informaci pořizuje, neboť je získáváno více údajů na jednotku plochy.
- Analýzou zaznamenaného vráceného paprsku je pak vyhodnocován vlastní objekt a vzdálenost čidla od něj, a pokud je toto měření doprovázeno sběrem optických dat ve viditelném, případně dalších pásmech, je výsledný efekt ještě umocněn.

Laserové snímání (LiDAR)

(Kolejka a Tejkal 2002)

- Laserové snímání klade vysoké nároky na zpracovatelské možnosti disponibilní techniky. Vhodně se lze s tímto problémem vypořádat filtrací (gridováním).
- Vlastní vizualizace do podoby DMT představuje v podstatě zobrazení posledního echa záznamu, čili pevného zemského povrchu bez dutin. Je-li vizualizován záznam prvních ech, jde o DMP. Jejich prostorový rozdíl definuje kubaturu objektů nad zemským terénem – reliéfem.



Základní báze geografických dat

- Digitální geografický model území České republiky, který svou přesností a podrobností zobrazení geografické reality odpovídá přesnosti a podrobnosti Základní mapy České republiky v měřítku 1:10 000 (ZM 10) v souřadnicovém systému S-JTSK (WGS84, S-42) a výškovém systému Baltském - po vyrovnání (Bpv).
- Správcem a poskytovatelem dat ZABAGED je Český úřad zeměměřičský a katastrální (ČÚZK / ZÚ).
- Obsah tvoří 106 typů geografických objektů v 8 kategoriích zobrazených v databázi vektorovým polohopisem a příslušnými popisnými a kvalitativními atributy.
- Obsahuje informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu, prvcích terénního reliéfu a geodetických, výškových a tíhových bodech (výškopis je reprezentovaný prostorovým 3D souborem vrstevnic).

Základní báze geografických dat

- Prvotní naplnění zahájil ZÚ již v roce 1995 vektorovou digitalizací tiskových podkladů ZM 10. Tato základní digitalizace byla s výjimkou zástavby sídel dokončena v roce 2001.
- V období do konce 1. čtvrtletí roku 2004 byl doplněn o geografické objekty zástavby sídel, do databáze byly přidány další popisné a kvalitativní atributy včetně vybraných druhů identifikátorů a jednotlivé ukládací jednotky v kladu ZM 10 byly spojeny do „bezešvé“ databáze.
- Současně od roku 2001 probíhala první celoplošná aktualizace s cílem zpřesnění a zaktualizování polohopisné složky a revize a doplnění atributové části databáze. Využívány byly zejména fotogrammetrické metody a topografické šetření přímo v terénu. Tato první aktualizace byla ukončena v roce 2005.
- V letech 2005 a 2006 byla vedle pokračující aktualizace dat vyprojektována a v závěru roku 2006 provozně nasazena nová technologie aktualizace a správy:

Základní báze geografických dat

Je vytvořena centrální databáze, která bude nadále aktualizována v režimu online z detašovaných teritoriálních pracovišť ZÚ. Souběžně bude centrálními pracovišti ZÚ v Praze zajišťována aktualizace vybraných prvků ve spolupráci s centrálními orgány státní správy s cílem zajištění systémových vazeb informačních systémů veřejné správy.

- Další periodická aktualizace a doplňování budou realizovány ve tříletých cyklech s využitím vždy nově zpracovaných leteckých měřických snímků a barevných ortofot, která budou každoročně vytvářena pro jednu třetinu území ČR.
- Data se v současné době poskytují po celých mapových listech v kladu ZM 10, dále ve výběru dat v rozsahu krajů, případně jako ucelená bezešvá databáze z celého území ČR a to jako vektorové soubory polohopisu (2D) ve formátu DGN, případně s atributy v MPD pro aplikaci v programových prostředích firmy Intergraph, nebo ve formátu SHP pro aplikaci v programových prostředích firmy ESRI, a dále ve formátu GML.

Základní báze geografických dat

- Podle dosavadních poznatků firmy Geodis jsou vrstevnice z výše uvedených map poměrně kvalitní a přesné v kopcovitém (i přímo hornatém) terénu, poněkud horší v terénu rovinatém a doslova špatné v sídlech, zejména v těch větších (Meixner 2003).
- Nabídkový ceník výkonů a výrobků Zeměměřického úřadu:
http://www.cuzk.cz/GenerujSoubor.ashx?NAZEV=30-ZU_CENIK
- Vhodným doplněním dat je výstup z databáze GEONAMES ve formátu DGN nebo SHP, který obsahuje standardizované názvosloví ZM 10.
- ZÚ připravil projekt umožňující kartografickou vizualizaci dat v programovém prostředí ESRI ArcGIS Desktop. Projekt je možné zdarma stáhnout zde:
http://geoportal.cuzk.cz/Downloads/ZBG_mxd.zip

Vojenský geografický informační systém

- Správcem a poskytovatelem je Vojenský geografický a hydro-meteorologický úřad v Dobrušce (Geografická služba AČR).
- Zabezpečuje výkon státní správy v oblastech definovaných zákonem č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví, a příslušnými vyhláškami ČÚZK v oblasti geografického zabezpečení.
- Digitální modely území DMÚ25 a DMÚ200 (z topografických map 1:25000 a 1:100000)
- Digitální výškopisná data DVD (výškové body v síti 100 x 100 m)
- Digitální model reliéfu DMR1 (výškové body v síti 1 x 1 km)
- Poskytnutí dat je placenou službou a v současné době se data dodávají po celých mapových listech. Tato data jsou dostupná v souřadných systémech WGS84, S-42, S-JTSK a výškovém systému Bpv. Data jsou primárně distribuována ve formátech ESRI ArcGIS.
- IZGARD: <http://izgard.cenia.cz/ceniaizgard/uvod.php>

Lesnická data

- Digitální výškopisná data jsou i součástí všech zpracovaných Oblastních plánů rozvoje lesů (OPRL) a Lesních hospodářských plánů (LHP).
- Jedná se o vektorovou vrstvu ve formátu TopoL blok (BLK) s názvem VRS.BLK, ke které bývá k dispozici i vrstva VRX.BLK s textovým popisem nadmořské výšky.
- VRS.BLK obsahuje bodové a liniové vektorové prvky, které mají zaznamenán atribut nadmořské výšky – vrstevnice v intervalu 20 m, výškové kóty v celých metrech a textový popis (pokud však není samostatně v bloku VRX).
- Dále jsou zde i bodovým nebo liniovým objektem znázorněny skály a sutě (viz tab. 1)
- Přesnost těchto dat je „velmi problematická“.
- Mapový server OPRL: <http://www.uhul.cz/carto/>

Lesnická data

Tab. 1: Objekty ve výškopisných vrstvách lesnických dat

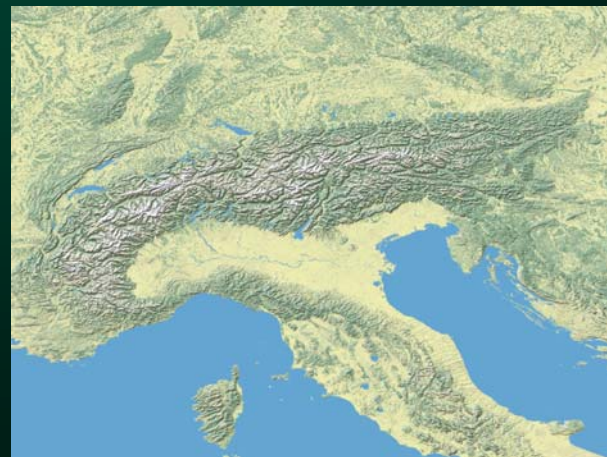
Objekt	Kód	Popis
Body	B0506	Kóta (databáze B0506.DBF)
	B0514	Geodetický bod (databáze B0504.DBF)
	B0030	Skála velká
	B0029	Skála malá
	B0086	Suť
	B0614	Skály
Linie	L0030	Skály (databáze L0030.DBF)
	L0590	Vrstevnice (databáze L0590.DBF)
Texty	T0019	Vrstevnice

Další zdroje dat

- VÚV TGM – Výzkumný ústav vodohospodářský TGM
- ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav
- ŘSD – Ředitelství silnic a dálnic
- AOPK ČR – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
- SCHKO – Správa chráněných krajinných oblastí

- <http://www.shadedrelief.com/natural/index.html>
- <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>

Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

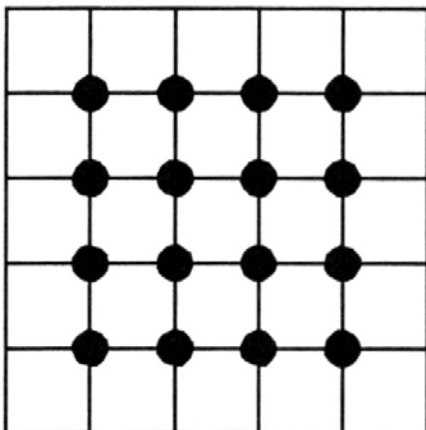


Formát a rozmístění zdrojových dat

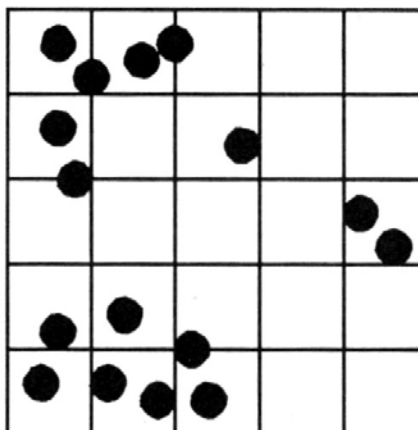
- Z velké části dáno metodou sběru dat.
- Formátem dat rozumíme jejich datovou strukturu, popsanou ve formě vektorové nebo rastrové reprezentace.
- Pro následné využití ke konstrukci DMT se nejčastěji užívá matice hodnot a bodového či liniového vektorového formátu. Matice hodnot je datový zápis bodového vektorového souboru, kde každému atributu (nadmořské výšce) jsou přiřazeny hodnoty polohových souřadnic.
- Většina GIS programů dnes běžně umožňuje takovéto soubory načítat (import ASCII). Důležitou charakteristikou je v tomto směru i použitý souřadný systém, zvláště pokud se kombinují data z více zdrojů (nezkušený uživatel může převody snížit polohovou přesnost).

Formát a rozmístění zdrojových dat

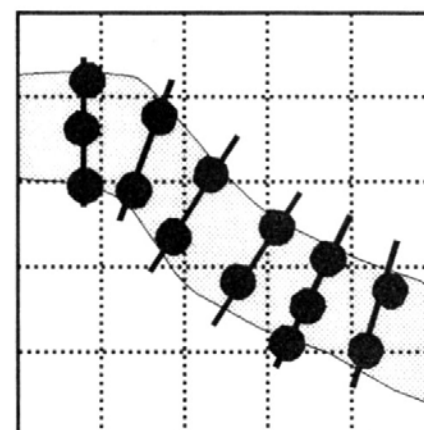
- Rozmístění (prostorová lokalizace) vstupních dat je důležitým kritériem při volbě vhodné interpolační metody (některé interpolační metody při nevhodném rozmístění vstupních dat poskytují chybné výsledky nebo je nelze vůbec použít).
- Rozmístění vstupních dat, se kterými se uživatel v praxi nejčastěji setkává jsou na obrázku (viz dále). Jako vhodný kompromis mezi pravidelným a náhodným rozmístěním je možné použít stratifikované náhodné rozmístění, kdy je zajištěno pokrytí celé zájmové oblasti (rozdělené v pravidelném rastru). Shluky (skupiny) se nejčastěji využívají při analýze prostorové variability. Specifickými problémy se potom vyznačuje interpolace na profilech a izoliniích, zvláště pokud je vyžadována extrapolace nebo je množství dat nedostatečné.



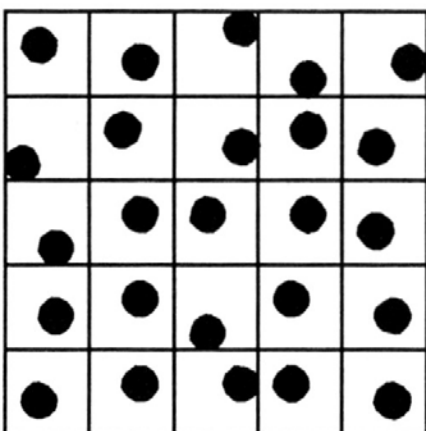
pravidelné rozmístění



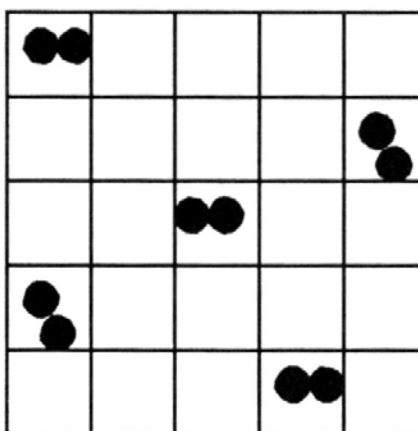
náhodné rozmístění



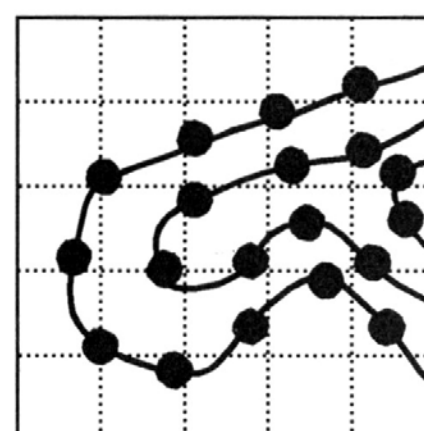
transekty (profily)



stratifikované náhodné

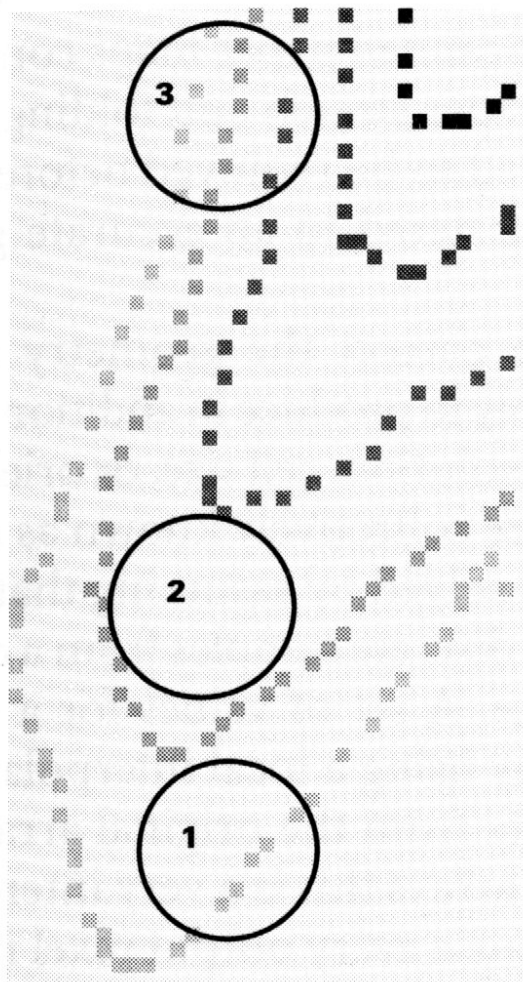


shluky (skupiny)

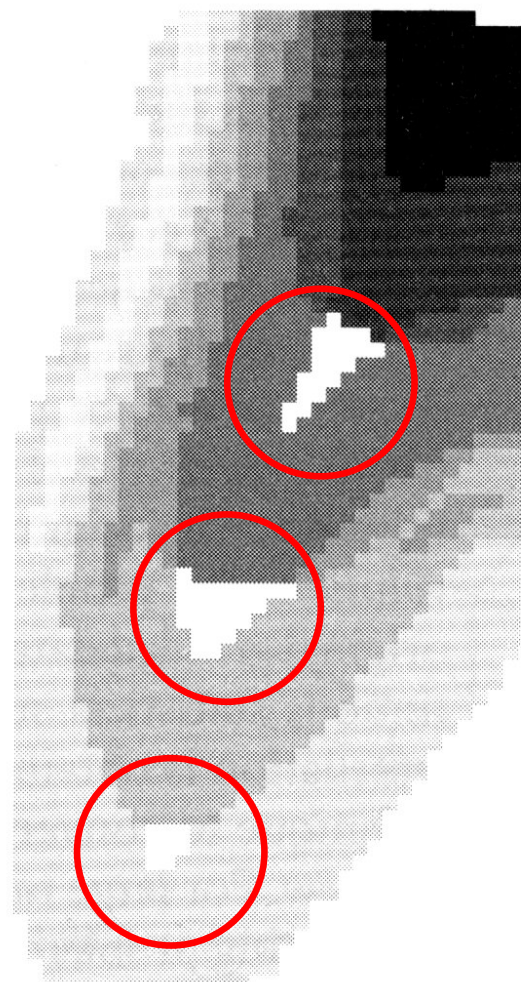


vrstevnice (izolinie)

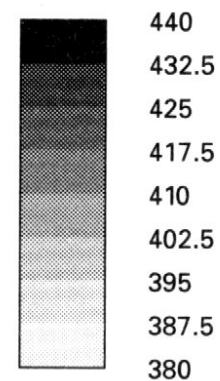
(Burrough and McDonnell 1998)



digitalizované vrstevnice



interpolovaný rastr



**nadmořská
výška
(m n.m.)**

Přesnost – lesnická data

- Lesnické mapy jsou řazeny mezi tématické účelové mapy a jsou charakterizovány § 5 vyhlášky Mze č. 84/1996 Sb. o lesním hospodářském plánování.
- Závazným mapovým podkladem pro tvorbu lesnických map je Katastrální mapa nebo Státní mapa – odvozená 1:5000.
- Mapy se zpracovávají a zobrazují v geodetickém referenčním systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK).
- Při zobrazení vyšších jednotek prostorového rozdělení lesa, kterými jsou oddělení a dílec se pracuje s geodetickou přesností m , kde M je měřítko mapy.

$$m = 0,0004 \cdot M \quad (1)$$

Pro hospodářskou mapu v měřítku 1:5000 to znamená přesnost ± 2 m. Připočítáme-li k tomu chyby vzniklé při lesnickém mapování, chyby z nedostatečné stabilizace hranic trvalých JPRL a při použití fotogrammetrických metod překrytí hranic korunami stromů, zdá se splnění požadavku zákona problematické (Doušek 2001).

Přesnost – dle ČSN

- Pro tvorbu a údržbu základních a účelových map velkých měřítek (1 : 200 až 1 : 5 000) platí norma ČSN 01 3410.
- Testuje přesnost polohových souřadnic i výšek podrobných bodů.

Tab. 2: Kritéria přesnosti dle (ČSN 01 3410)

Třída přesnosti	u_{xy} [m]	u_H [m]	u_v [m]
1	0,04	0,03	0,30
2	0,08	0,07	0,40
3	0,14	0,12	0,50
4	0,26	0,18	0,80
5	0,50	0,35	1,50

Přesnost – dle ČSN

- K testování přesnosti výšek podrobných bodů se pro body výběru vypočtou rozdíly výšek:

$$\Delta H = H_m - H_k \quad (2)$$

kde H_m je výška podrobného bodu výškopisu a H_k výška téhož bodu z kontrolního určení.

- Dosažení stanovené přesnosti se testuje pomocí výběrové střední výškové chyby s_H , vypočtené ze vztahu:

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta H_j^2} \quad (3)$$

- Hodnota koeficientu k ve (3) je rovna 2, má-li kontrolní určení stejnou přesnost jako metoda určení výšek, nebo rovna 1, má-li kontrolní určení přesnosti podstatně vyšší, tj. $m_H < 0,7u_H$, kde u_H je dáno v tab.2.

Přesnost – dle ČSN

- Přesnost určení výšek se pokládá za vyhovující, když:
 - hodnoty rozdílů výšek ΔH , vypočtené ze vztahu (2), vyhovují kritériu:

$$|\Delta H| \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k} \quad (4)$$

II. je přijata statistická hypotéza, že výběr přísluší stanovené třídě přesnosti, tj. výběrová střední výšková chyba s_H , vypočtená ze vztahu (3), vyhovuje kritériu:

- na zpevněném povrchu $s_H \leq w_N \cdot u_H \quad (5)$

- na nezpevněném povrchu $s_H \leq 3w_N \cdot u_H \quad (6)$

- pro výšky H_m určené z vrstevnic $s_H \leq w_N \cdot u_v \quad (7)$

Přesnost – dle ČSN

kde \mathbf{u}_H , \mathbf{u}_V se převezmou z tab. 2, koeficient \mathbf{k} má stejnou hodnotu jako ve (3). Koeficient w_N má při volbě hladiny významnosti $\alpha = 5\%$ hodnotu $w_N = 1,1$ pro výběr o rozsahu \mathbf{N} od 80 do 500 bodů a hodnotu $w_N = 1,0$ pro výběr větší než 500 bodů. Při volbě jiné hladiny významnosti má koeficient w_N hodnotu:

$$w_N = \frac{\chi^2_{\alpha}(N)}{2N} \quad (8)$$

kde $\chi^2_{\alpha}(\mathbf{N})$ je kritická hodnota rozdělení χ^2 o \mathbf{N} stupních volnosti na hladině významnosti α .

Použitá literatura

- Burrough, P.A.** *Principles of GIS for Land Resources Assessment*. Oxford: Clarendon Press, 1986.
- Burrough, P.A., Mcdonnell, R.A.** *Principles of Geographical Information Systems*. USA, New York: Oxford University Press Inc., 1998. 333 p. ISBN 0-19-823366-3.
- ČSN 013410.** *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. Federální úřad pro normalizaci a měření Praha, 1991. 20 s.
- Dobrovolný, P.** *Dálkový průzkum Země. Digitální zpracování obrazu*. Masarykova univerzita v Brně, 1998. 210 s. ISBN 80-210-1812-7.
- Doušek, F.** *Forest maps, their development and present accuracy*. Journal of forest science, 2001, no. 9, p. 392-401. ISSN 1212-4834.
- Hrdina, Z., Pánek, P., Vejražka, F.** *Rádiové určování polohy (družicový systém GPS)*. ČVUT Praha, 1996. 267 s.
- Hricko, B., Tunák, D., Žihlavník, Š.** *Globální polohový systém v lesníckom mapovaní*. Sborník referátů z konferencie "Aktuálne problémy lesníckeho mapovania", Zvolen, Slovensko, 21.10.2004. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2004, s. 41-50. ISBN 80-228-1406-7.
- Kolejka, J., Tejkal, M.** *Nejrychlejší pohled na svět: Přesný 3D model povrchu z laserového snímání*. GEODIS News, 2002, roč. I, č. 1, s. 9-11.
- Meixner, P.** *Několik technologických poznámek k výrobě ortofotomapy ČR aneb jak se rodilo největší fotogrammetrické dílo poslední doby*. GEODIS News, 2003, roč. II, č. 2, s. 4-5.
- Rapant, P.** *Družicové polohové systémy*. 1.vyd. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2002. 200 s. ISBN 80-248-0124-8.
- Židek, V.** *Geoinformační systémy (10). DMT a topografické modelování*. Presentace k přednáškám v předmětu Geografické informační systémy [CD-ROM]. LDF MZLU v Brně, 2004.

Děkuji za pozornost.

klimanek@mendelu.cz
<http://mapserver.mendelu.cz>