

**Technická univerzita vo Zvolene
Lesnícka fakulta**

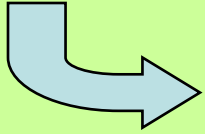
Geodetické určovanie polohy bodov RTK-metódou GNSS v podmienkach lesného prostredia

Autor: Ing. Marek Faško

Mapovacie práce v lesoch

Meračské práce sa v lesnom hospodárstve, na plochách pod správou lesného hospodárstva a všeobecne v krajine dotváratej lesom uplatňujú v určitej nevyhnutnej miere

- Podporné merania k získavaniu podkladov pre vyhotovovanie lesníckych máp /dominantný podiel = fotogram. + metódy DPZ/
predovšetkým pre potreby HÚL
- Meranie a vytyčovanie priebehu vlastníckych hraníc >> ochrana vlastníckeho práva
problematika komplexného charakteru – rovnoprávnosť všetkých foriem pozemkového vlastníctva a vlastníctva lesa
- Merania na podporu budovania rôznych technických objektov a inžinierskych stavieb na lesných pozemkoch
- Podpora rôznych geopriestorovo viazaných prieskumov prírodného prostredia



Mapovacie resp. meračské práce

rôzne nároky presnosti : odpovedajúce účelu použitia obstaraných geopriestorových informácií

V zásade:

1.) oblasť mapovania nevlastníckych hraníc, „vnútorných“ hraníc rozdelenia lesa

➤ požiadavky stanovené STN 01 3410 / $m_{xy} = 0,50$ m/

2.) mapovanie nešpecifikovaného lesníckeho detailu

➤ presnosť sa neposudzuje; bežne dosahuje hodnoty + - 1,5 m

3.) oblasť mapovania vlastníckych hraníc = kritériá katastrálneho mapovania

➤ požiadavky kladie katastrálny zákon pre pozemky extravilánu

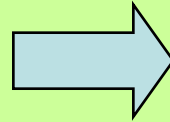
° presnosť určenia podrobného bodu v tolerancii 4. triedy presnosti mapovania / $m_{xy} = 0,26$ m/

Výmera lesov SR

- ❑ takmer 2 000 000 ha
- ❑ >40% celkovej výmery SR

MAPOVACIE PRÁCE V LESOCH

Rozloha + Členitosť terénu + Osobitosť lesného prostredia



Náročnosť mapovacích prác

Technológia GNSS

mnoho **Výhod** v tejto oblasti

- ❑ integrácia určovania polohy a výšky
- ❑ nepotrebnosť vzájomnej viditeľnosti meraných bodov
- ❑ vysoká efektivita merania

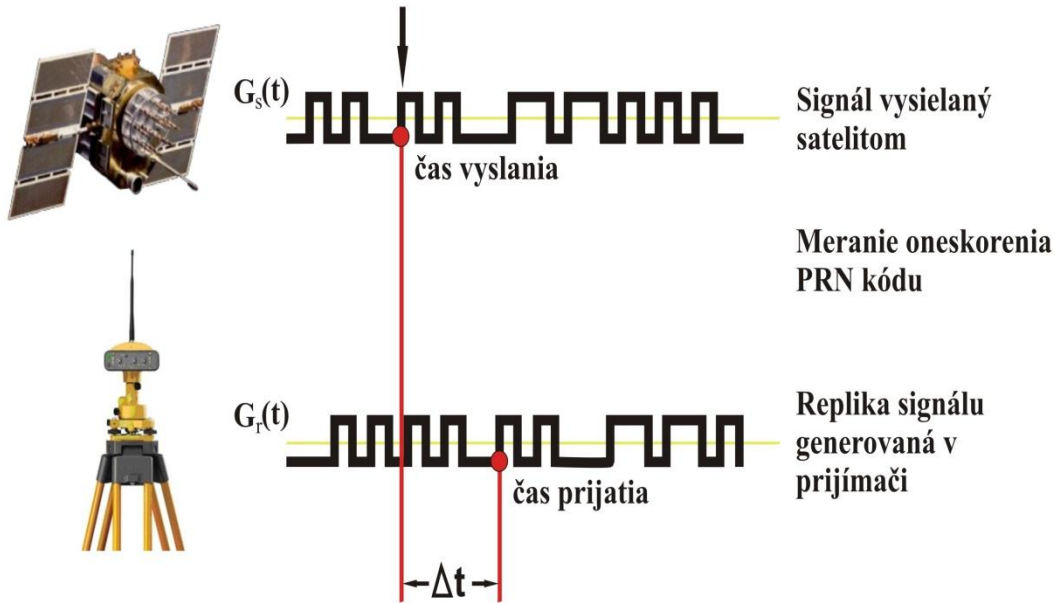
Nevýhody

- ❑ skreslenie satelitných signálov vplyvom prechodu cez prekážky

Ciele práce

- Otestovať kinematickú RTK metódu merania GNSS v podmienkach lesného prieseku pri využití geodetického prijímača a vlastnej referenčnej stanice,
- Preveriť úspešnosť a dosiahnuteľnú presnosť meraní
- Na podklade výsledkov koncipovať odporúčania pre uplatnenie v lesníckej geodetickej praxi a praxi získavania prvotných priestorových dát s najvyššími nárokmi presnosti

Schéma merania pseudovzdialeností



➤ princíp jednosmerného diaľkomera

➤ Signál má v sebe zakódovanú informáciu o čase na atómových hodinách družice a o jej polohe

➤ Na určenie polohy prijímača v priestore potrebný počet minimálne štyroch družíc

HARDVAROVÉ VYBAVENIE

elektronický tachymeter TOPCON GPT 3002



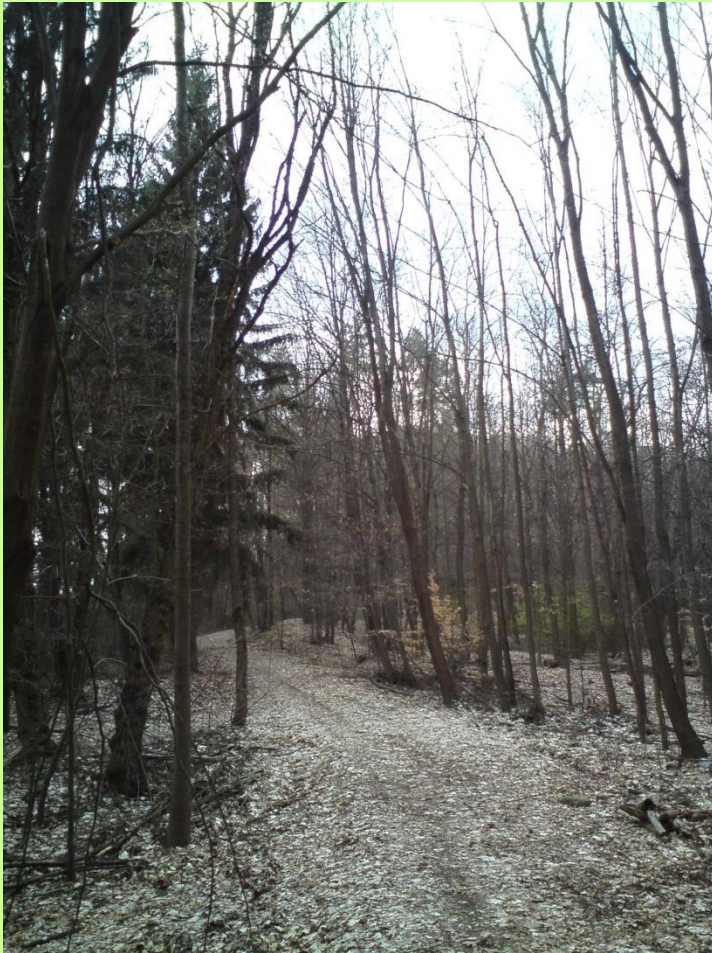
Charakteristiky	
Polohová presnosť	3 mm na vzdialenosť 3 km
Bezhranové meranie dĺžok	5 mm na vzdialenosť 1200 m
Uhlová presnosť	2 sekundy

geodetický GNSS prijímač Hiper GGD



Výkonové parametre	(1 sigma)
Presnosť vektoru	Hor. 3 mm+1 ppm pro L1+L2, 5 mm+1.5 ppm pro L1 Ver. 5 mm+1 ppm pro L1+L2, 6 mm+1.5 ppm pro L1
Presnosť RTK (OTF)	Hor. 10 mm+1.5 ppm pro L1+L2, 15 mm+2 ppm pro L1M Ver. 15 mm+1.5 ppm pro L1+L2, 20 mm+2 ppm pro L1

Výber lokality experimentálneho merania



- Dôvod voľby:
častý prípad potreby pripojenia
k existujúcemu bodovému poľu
v zalesnených lokalitách
- VŠLP, KÚ obce Kováčová
- Objekt-sieť 11 bodov
situovaných na lesnom prieseku
> približovacia cesta
- Reliéf lokálne nečlenitý, sklon do
25%
- Zmiešaný porast s vekom nad 50
rokov

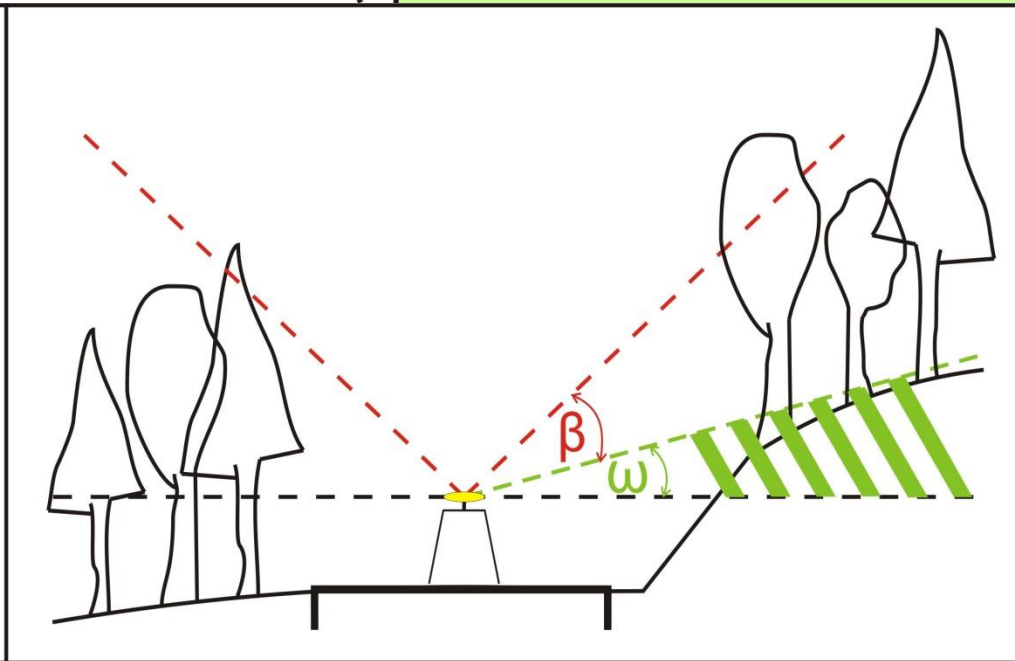
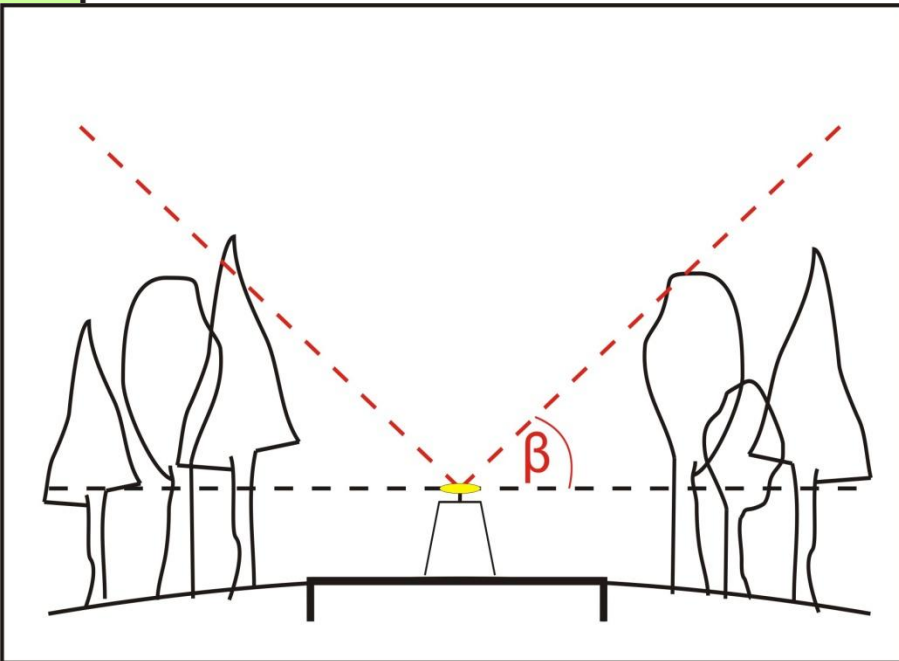
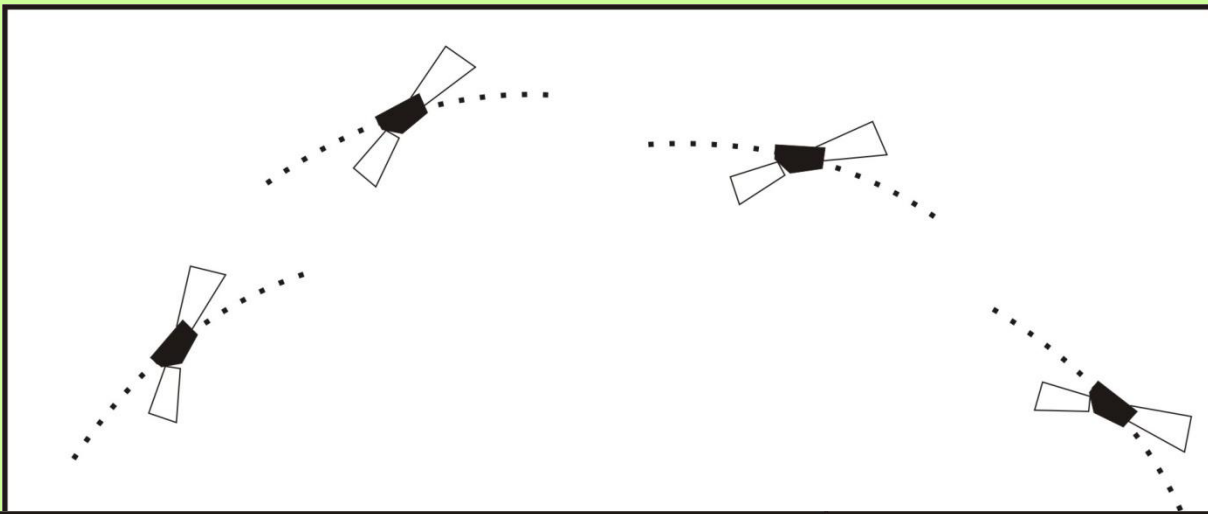


Schéma 2: Zmenšenie uhla príjmu neskreslených družicových signálov voči horizontálnej rovine prijímača pod vplyvom prekážok

Terénne práce

- Referenčné súradnice bodov merané polárnou metódou z vrcholov vyrovnaného polygónového ťahu – Dibákovo – Trebuša
- Meranie GNSS prijímačom v období vegetačného pokoja
- Observácie metódou RTK s dĺžkou (5, 15, 30, 60) epoch, nastavenie výškového filtra 5°
- Využitie systémov GPS aj GLONASS
- Relatívne určovanie polohy s vlastnou referenčnou stanicou
- Lokálny transformačný kľúč s parametrami $m_{xy} = 0,042\text{m}$ a $m_z = 0,027\text{m}$

Objekt merania : Siet' bodov lesného prieseku

500 m

X₁₁

X₁₀

X₉

X₈ X₇

X₆ X₅ X₄

X₃

X₂

X₁



Metódy vyhodnotenia spracovaných dát

- výpočet súradnicových rozdielov (odchýlok) δ_{xi} , δ_{yi} , δ_{zi}
- výpočet aritmetického priemeru súradnicových rozdielov a ich smerodajných odchýlok δ_x , δ_y , δ_z a $s\delta_x$, $s\delta_y$, $s\delta_z$
- určenie stredných chýb určenia súradníc m_x , m_y , m_z
- výpočet strednej polohovej a strednej výškovej chyby m_{xy} a m_z
- stanovenie s testovanie nulovej hypotézy o výskyte systematickej chyby merania $H_0: \delta_x=0, \delta_y=0, \delta_z=0$

Výsledky

č.b.	Y	X	Z
1	-0,074	-0,002	0,262
2	-0,101	-0,008	0,200
3	-0,564	0,311	3,297
4	-0,345	-0,669	-1,037
5	-0,077	-0,014	0,231
6	-0,088	0,002	0,214
7	-0,090	0,011	0,223
8	-0,092	0,068	0,182
9	-0,129	0,025	0,319
10	-0,117	0,028	0,238
11	-0,134	0,043	0,227

- Fixné riešenie
- Plávajúce riešenie

Fix

Presnosť /Y,X/ < 0,14 m

/Z/ < 0,32 m

III. Trieda presnosti

N epoch	všetky riešenia		len fixné riešenia		relatívne zvýšenie presnosti	
	m_{xy}	m_z	m_{xy}	m_z	[%]	[%]
5	0,203	1,390	0,069	0,207	66,0	85,1
15	0,217	1,257	0,068	0,213	68,5	83,1
30	0,220	0,983	0,069	0,216	68,6	78,0
60	0,453	0,642	0,068	0,221	85,0	65,6
všetky	0,292	1,106	0,076	0,237	74,0	78,6

➤ Všetky riešenia

zhoršenie polohovej zložky

zlepšenie výškovej zložky

priemerné m_{xy} a m_z ovplyvnené veľkými odchýlkami u bodov s plávajúcim riešením

➤ Fixné riešenia – rozdiel v m_{xy} a m_z minimálny

Vyhodnotenie a záver

- Celkovú dosiahnutú presnosť merania charakterizujú stredná polohová a stredná výšková chyba hodnotami $m_{xy} = 0,29$ m a $m_z = 1,11$ m
 - * postačujúca pre meranie vnútorných hraníc JPRL a bližšie nešpicifikovaného lesníckeho detailu
- V 82 % prípadov bolo dosiahnuté fixné riešenie - pozitívny výsledok
- Pri uvažovaní len fixných riešení $m_{xy} = 0,075$ m a $m_z = 0,24$ m
 - * 2. trieda presnosti m_{xy} a 4. trieda presnosti m_z
 - * odpovedá kritériám katastrálneho mapovania vlastníckych hraníc

Vyhodnotenie a záver

Vyvodené závery:

- dĺžka observácie: ak nie je možné fixné riešenie môže predĺženie observačnej doby znamenať zníženie presnosti polohovej zložky, presnosť nie lepšia ako 1 meter
- ak je možné fixné riešenie pre presné určenie polohy postačuje krátka observácia s 5 epochami
- metóda RTK použiteľná aj pre náročné aplikácie s vysokými požiadavkami presnosti
- používanie v odľahlejších oblastiach len s využitím vlastnej referenčnej stanice
- kvalitu merania možno optimalizovať plánovaním observácií v prostredí spracovateľských softvérov GNSS
- využitie metódy RTK pre meranie a vytyčovanie vlastníckych hraníc v lesnom poraste len po rekognoskácii lokality

Technológia GNSS v lesníckom mapovaní aktuálna, pri geodotickej presnosti kombinácia s elektronickými tachymetrami

Ďakujem za pozornosť!