



**ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI**

**Fakulta aplikovaných věd
Katedra matematiky**

**Testování výškové přesnosti navigační GPS pro
účely (cyklo)turistiky**

Kompletní grafické přílohy bakalářské práce

Plzeň 2006

David Velhartický

Seznam příloh

Praktický test polohové přesnosti navigační GPS..... A.

Průjezdni plán vzorových měření.....B.

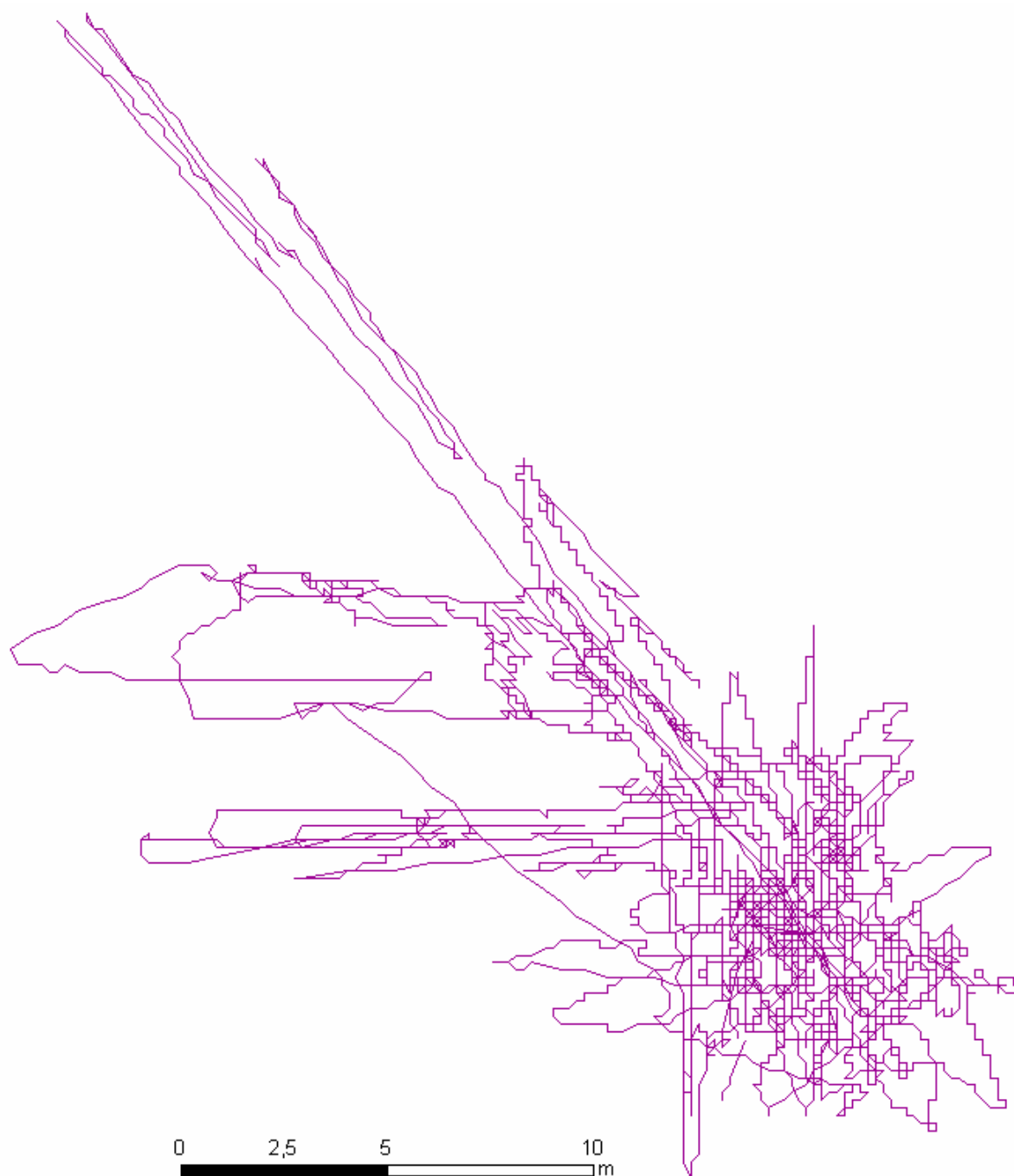
Výsledky hodnocení výškové přesnosti..... C.

Grafické výstupy statistických hodnocení..... D.

Obsah elektronických příloh bakalářské práce..... E.

A. Praktický test polohové přesnosti navigační GPS

Tento test byl proveden K. Jedličkou v říjnu roku 2005 pomocí navigační GPS Navilock BT-338. Touto aparaturou byla měřena i zdrojová data pro tuto práci. Test spočíval v nepřetržitém (cca 4 hodiny) měření na jednom bodě. Z grafického znázornění výsledků měření je možné vyčíst odchylku měřené polohy až 25m.










B. Průjezdní plány vzorových měření

V práci byla hodnocena data naměřená v Plzni a okolí. Měření probíhalo na trase ZČU, Bory – Hradiště – centrum města, Americká – Fakultní nemocnice Lochoťín – Košutka – Krkavec. Pro větší názornost jsou na následujících stranách uvedeny průjezdní plány jednotlivých měřených úseků doplněné dělením dle úrovně zakrytí oblohy na jednotlivých úsecích, dle nějž bylo prováděno hodnocení naměřených dat.

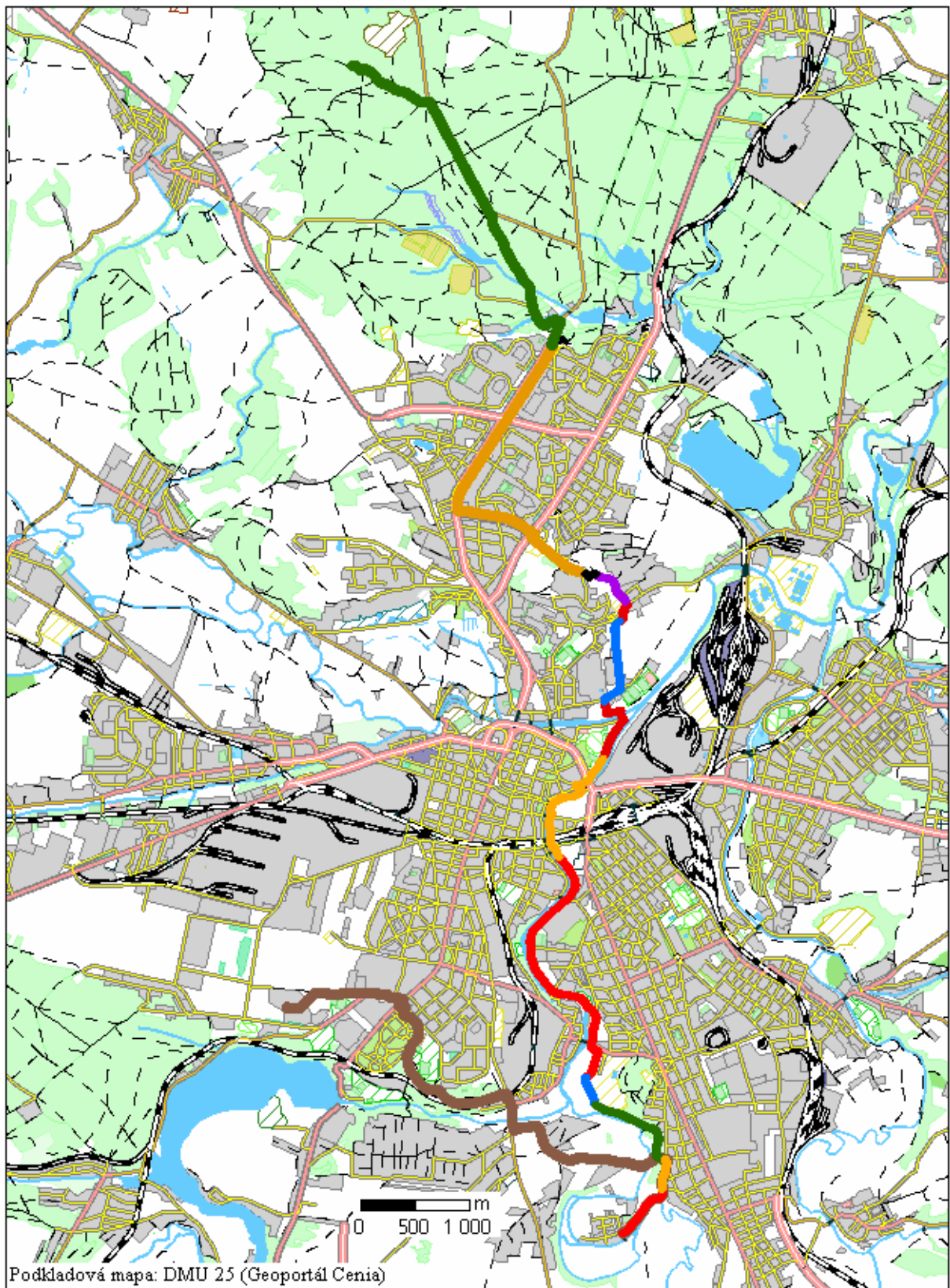
Podkladová mapa DMU 25 byla získána z geoportálu Cenia.

Legenda (společná pro všechny následující plány):

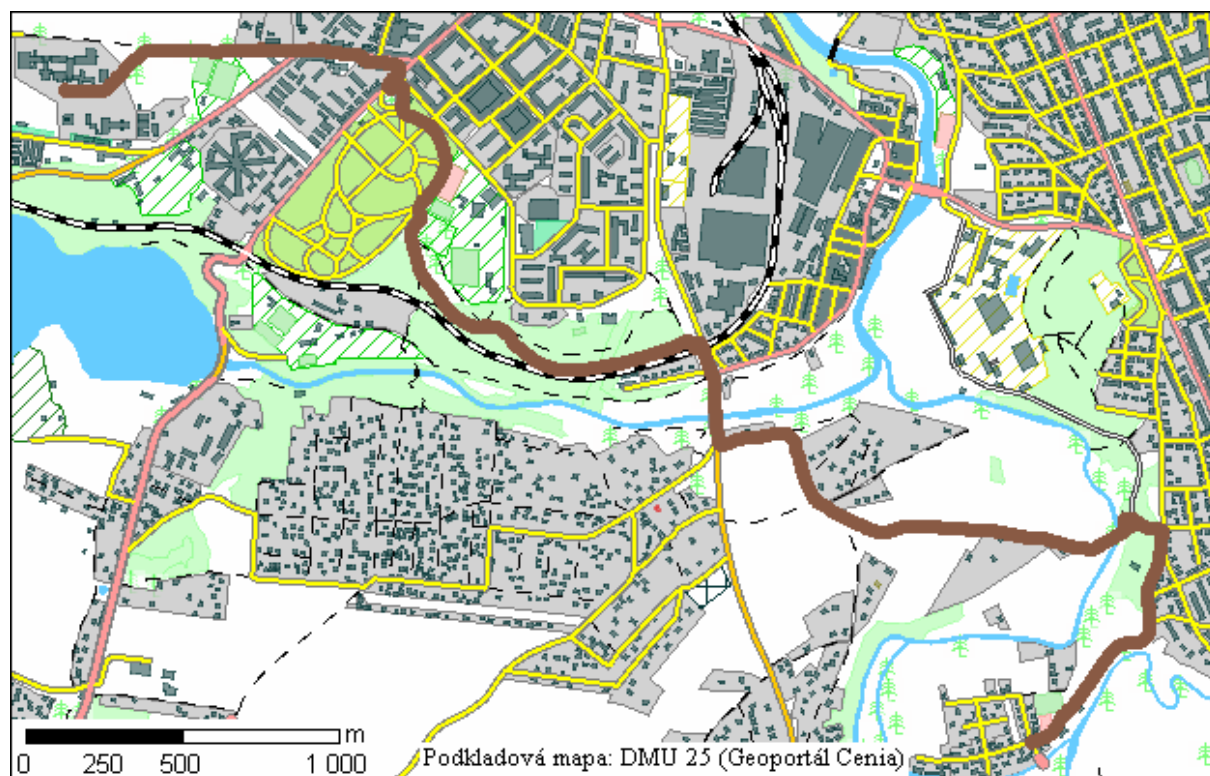
Dělení měřených úseků dle úrovně zakrytí oblohy

-  Odkrytý terén - rovina
-  Odkrytý terén - svah
-  Zakrytý terén - městská zástavba
-  Zakrytý terén - lesy
-  Ostatní zakrytí
-  Úsek nebyl dle úrovně zakrytí hodnocen
-  Úsek byl z hodnocení vyloučen

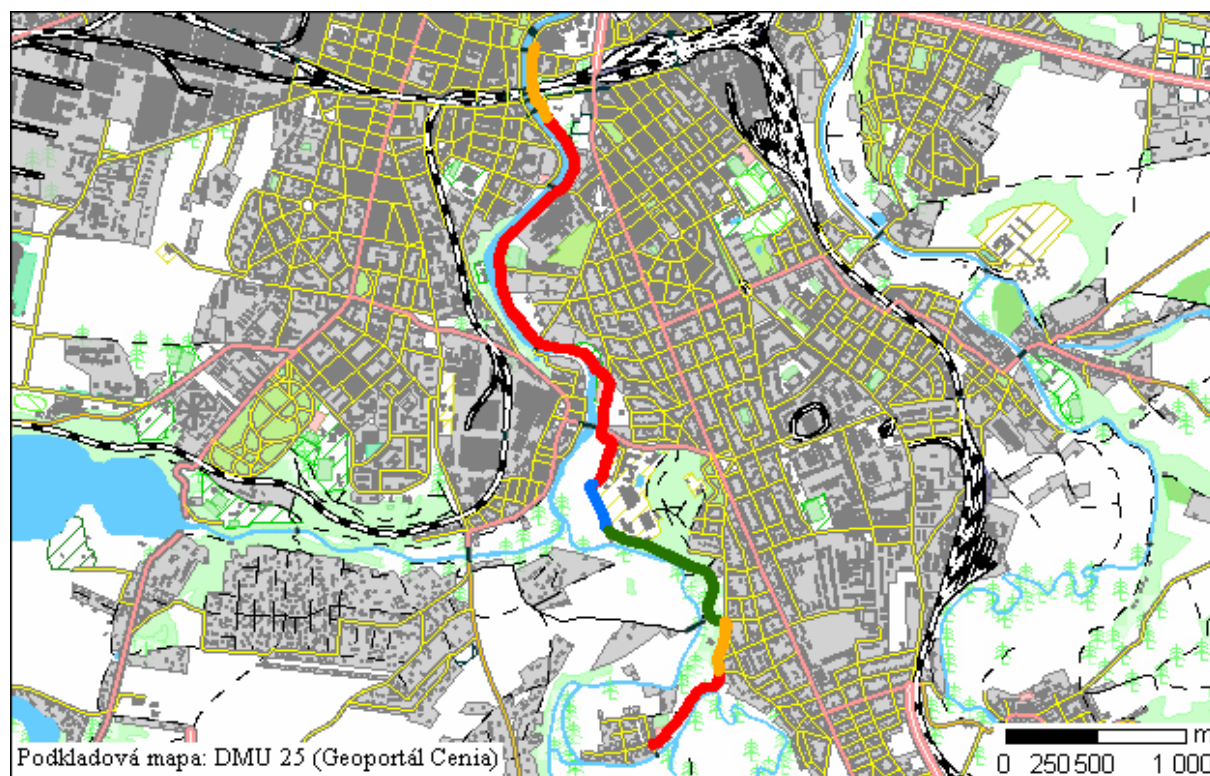
Průjezdní plán kompletní trasy



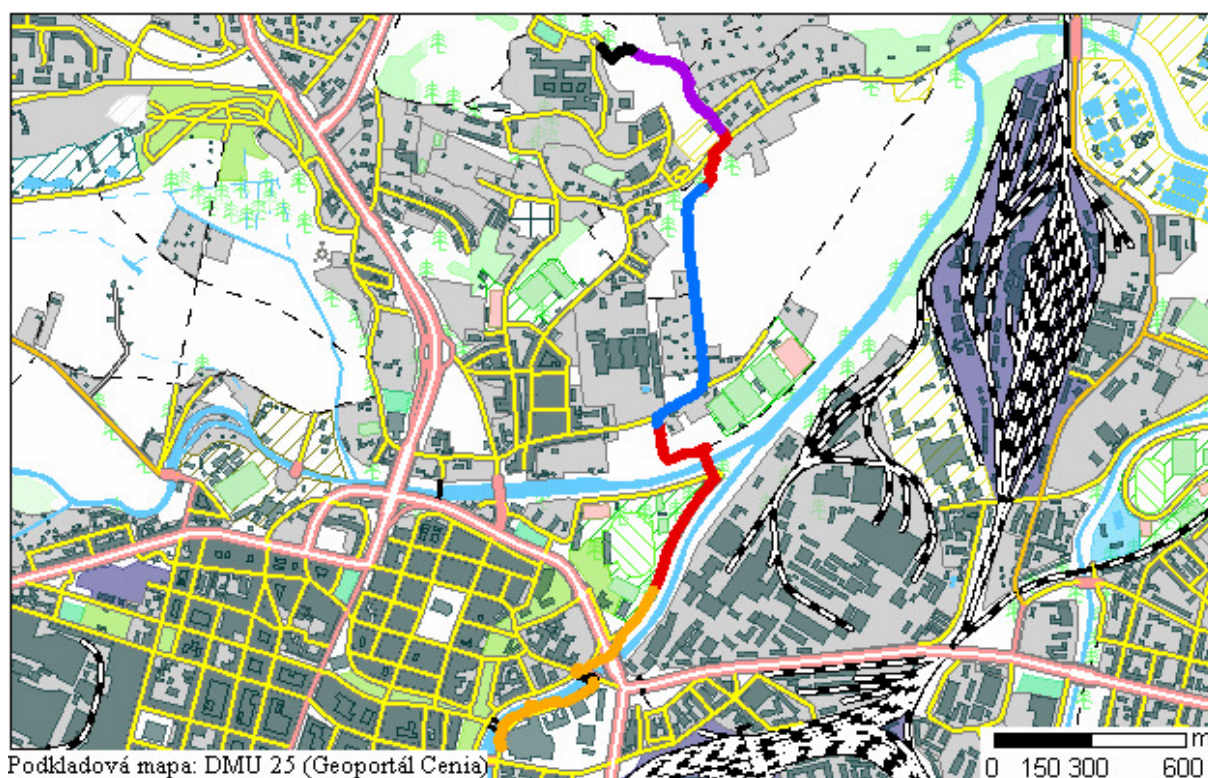
Úsek ZČU – Hradiště



Úsek Hradiště – Americká



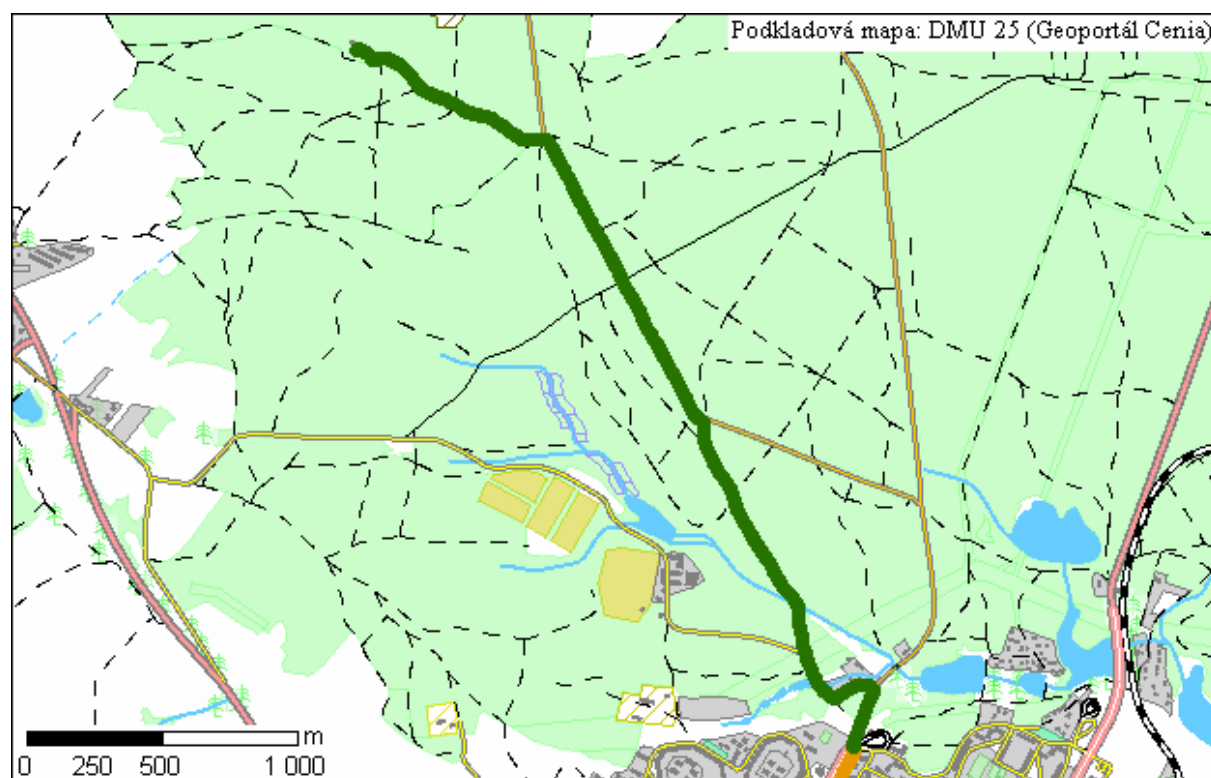
Úsek Americká – F. n. Lochotín



Úsek F. n. Lochotín – Košutka



Úsek Košutka – Krkavec



C. Výsledky hodnocení výškové přesnosti

Výsledky hodnocení výškové přesnosti navigační GPS jsou uvedeny také v textu práce (kapitoly 4.1.2 a 4.2.4). Zde uvedené výsledky jsou doplněny o v textu neuvedené výsledky hodnocení absolutní přesnosti pomocí fotogrammetrického digitálního modelu terénu. Tyto výsledky jsou zatíženy vnitřní chybou fotogrammetrického digitálního modelu terénu (DMT) (viz kapitola 4.2.2), což je třeba brát při práci s nimi na vědomí.

Výsledky hodnocení relativní přesnosti

Hodnocení jednotlivých úseků :

Úsek	Průměrný výškový rozdíl [m]	Výběrový rozptyl [m ²]	Směrodatná odchylka [m]	Extrémní výškový rozdíl [m]
Celá trasa	7,63	48,28	6,95	30,80
Hradiště - Americká	4,94	7,27	2,70	13,53
Americká - F. n. Lochotín	5,88	57,91	7,61	30,80
F. n. Lochotín - Košutka	9,90	59,47	7,71	26,70
Košutka - Krkavec	10,67	51,98	7,21	28,80
Hradiště - Americká (1 - 2)	5,43	11,95	3,46	15,90
Hradiště - Americká (1 - 3)	6,05	13,15	3,63	16,40
Hradiště - Americká (2 - 3)	3,34	16,41	4,05	20,30

Hodnocení úseků dělených dle úrovně zakrytí oblohy:

Rozsah zakrytí oblohy	Průměrný výškový rozdíl [m]	Výběrový rozptyl [m ²]	Směrodatná odchylka [m]	Extrémní výškový rozdíl [m]
Odkrytý terén	2,55	3,20	1,79	6,40
Odkrytý terén - rovina	3,06	3,65	1,91	6,40
Odkrytý terén - svah	1,71	1,35	1,16	4,20
Zakrytý terén - lesy	9,90	47,12	6,86	28,80
Zakrytý terén - městská zástavba	10,26	64,37	8,02	30,79
Ostatní zakrytí	3,75	3,25	1,80	9,00

Výsledky hodnocení absolutní přesnosti

Hodnocení jednotlivých úseků, DMT ZABAGED:

Úsek	DMT ZABAGED			
	Průměrná odchylna od modelu [m]	Výběrový rozptyl [m ²]	Směrodatná odchylna [m]	Extrémní odchylna od modelu [m]
Celá trasa	5,70	38,76	6,23	35,10
Hradiště - Americká	5,80	26,69	5,17	24,17
Americká - F.n. Lochotín	4,85	48,66	6,98	35,10
F. n. Lochotín - Košutka	8,80	69,36	8,33	31,78
Košutka - Krkavec	16,20	68,65	8,29	34,54
ZČU - Hradiště	5,43	22,01	4,69	21,64
Hradiště -Americká 1	8,78	22,72	4,77	24,07
Americká - F. n. Lochotín	2,79	8,61	2,93	15,99
F. n. Lochotín - Košutka	10,48	79,96	8,94	31,78
Košutka - Krkavec	20,08	40,48	6,36	34,54
Krkavec - Košutka	10,14	52,09	7,22	30,58
Košutka - F. n. Lochotín	7,17	53,67	7,33	29,56
F. n. Lochotín - Americká	6,38	79,69	8,93	35,10
Americká - Hradiště	5,63	31,49	5,61	24,17
Hradiště -Americká 2	3,17	10,56	3,25	18,96

Hodnocení jednotlivých úseků, DMT FGM:

Úsek	DMT FGM			
	Průměrná odchylna od modelu [m]	Výběrový rozptyl [m ²]	Směrodatná odchylna [m]	Extrémní odchylna od modelu [m]
Celá trasa *	4,34	4,25	2,06	34,38
Hradiště - Americká	4,12	15,47	3,93	22,37
Americká - F.n. Lochotín	4,01	43,15	6,57	34,38
F. n. Lochotín - Košutka *	9,25	67,52	8,22	24,13
Košutka - Krkavec *	-	-	-	-
ZČU - Hradiště *	3,36	13,33	3,65	19,62
Hradiště -Americká 1	4,67	11,13	3,34	17,56
Americká - F. n. Lochotín	1,98	8,13	2,85	14,76
F. n. Lochotín - Košutka *	15,66	36,54	6,05	24,14
Košutka - Krkavec *	-	-	-	-
Krkavec - Košutka *	-	-	-	-
Košutka - F. n. Lochotín *	1,90	0,46	0,68	3,41
F. n. Lochotín - Americká	5,90	38,32	8,27	34,38
Americká - Hradiště	4,45	23,95	4,89	22,37
Hradiště -Americká 2	3,30	10,40	3,23	17,92

* Úsek neodpovídá svou délkou délce u DMT ZABAGED - nelze srovnávat

Hodnocení úseků dělených dle úrovně zakrytí oblohy, DMT ZABAGED:

Rozsah zakrytí oblohy	DMT ZABAGED			
	Průměrná odchylna od modelu [m]	Výběrový rozptyl [m ²]	Směrodatná odchylna [m]	Extrémní odchylna od modelu [m]
Odkrytý terén	1,78	1,67	1,29	5,14
Odkrytý terén - rovina	2,45	1,38	1,17	5,14
Odkrytý terén - svah	0,80	0,49	0,70	2,62
Zakrytý terén - lesy	14,43	71,25	8,44	34,54
Zakrytý terén - městská zástavba	8,47	66,53	8,16	31,78
Ostatní zakrytí	3,78	9,13	3,02	14,62

Hodnocení úseků dělených dle úrovně zakrytí oblohy, DMT FGM:

Rozsah zakrytí oblohy	DMT FGM			
	Průměrná odchylna od modelu [m]	Výběrový rozptyl [m ²]	Směrodatná odchylna [m]	Extrémní odchylna od modelu [m]
Odkrytý terén	1,30	0,98	0,99	4,07
Odkrytý terén - rovina	1,57	1,20	1,09	4,07
Odkrytý terén - svah	0,91	0,41	0,64	2,33
Zakrytý terén - lesy * / **	-	-	-	-
Zakrytý terén - městská zástavba * / **	-	-	-	-
Ostatní zakrytí **	2,69	5,03	2,24	14,48

* Většina vybraných úseků leží mimo DMT - hodnocení neproběhlo

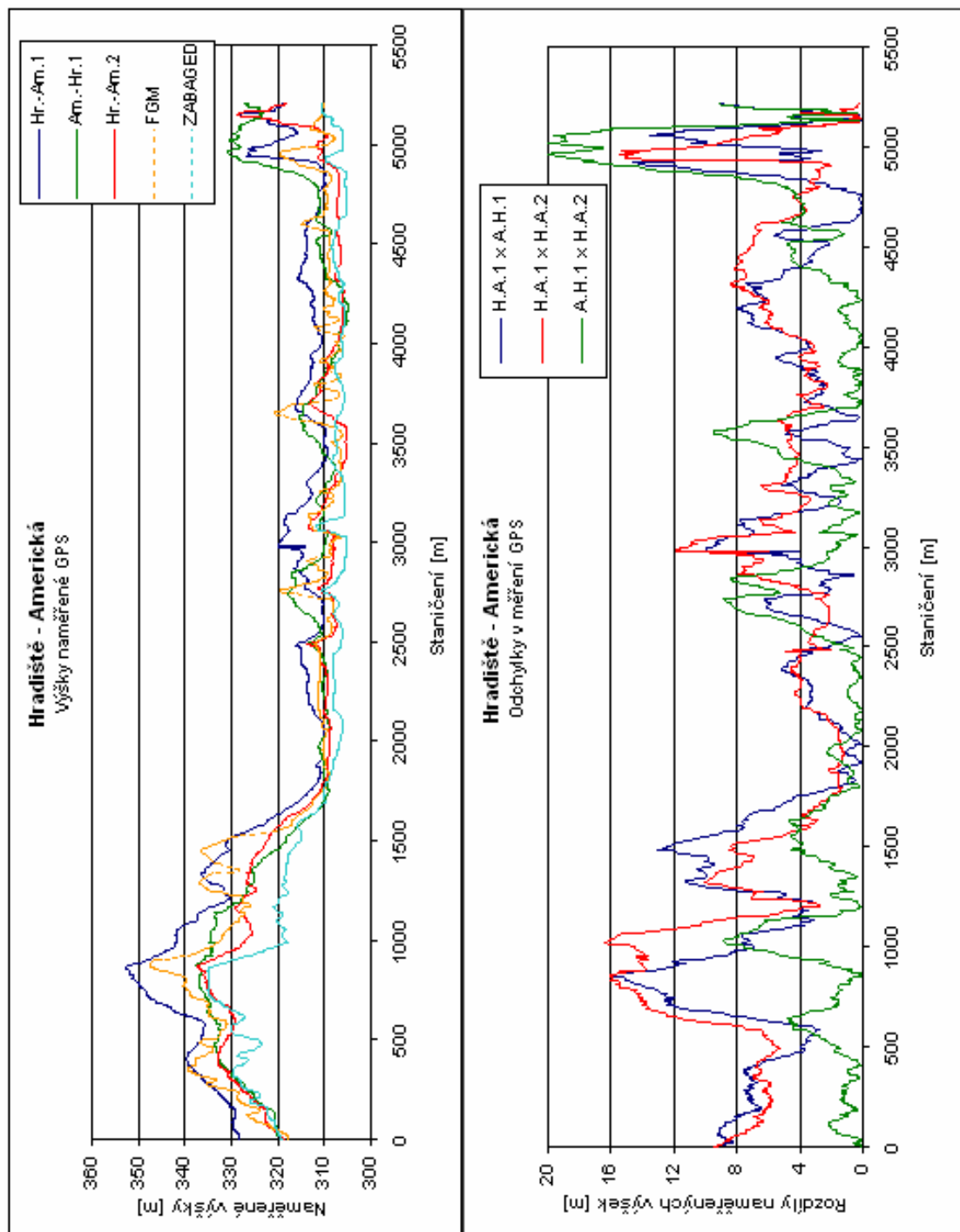
** Úsek může být zatížen chybou DMT - v textu práce není uveden

D. Grafické výstupy statistických hodnocení

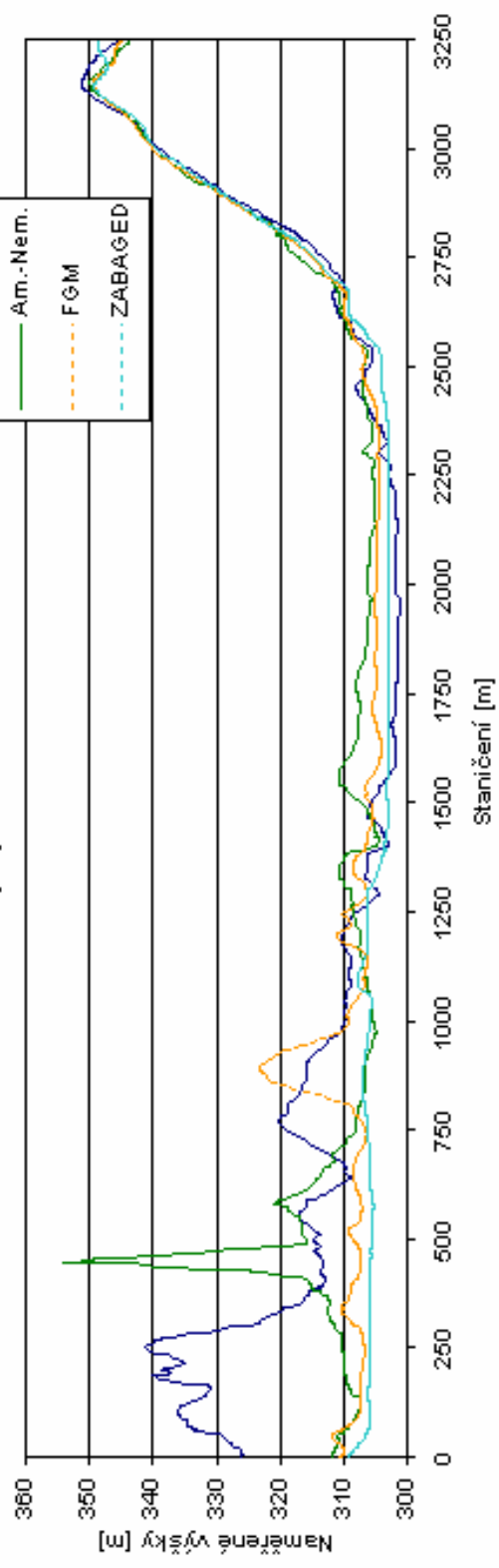
Při statistickém hodnocení naměřených výšek byly vytvářeny grafy výšek a převýšení, při hodnocení absolutní přesnosti byly vytvořeny také četnostní grafy rozložení odchylek naměřených hodnot výšky od DMT. Staničení všech grafů je provedeno ve směru prvního průjezdu (jih - sever).

D.1 Hodnocení relativní přesnosti, jednotlivé úseky

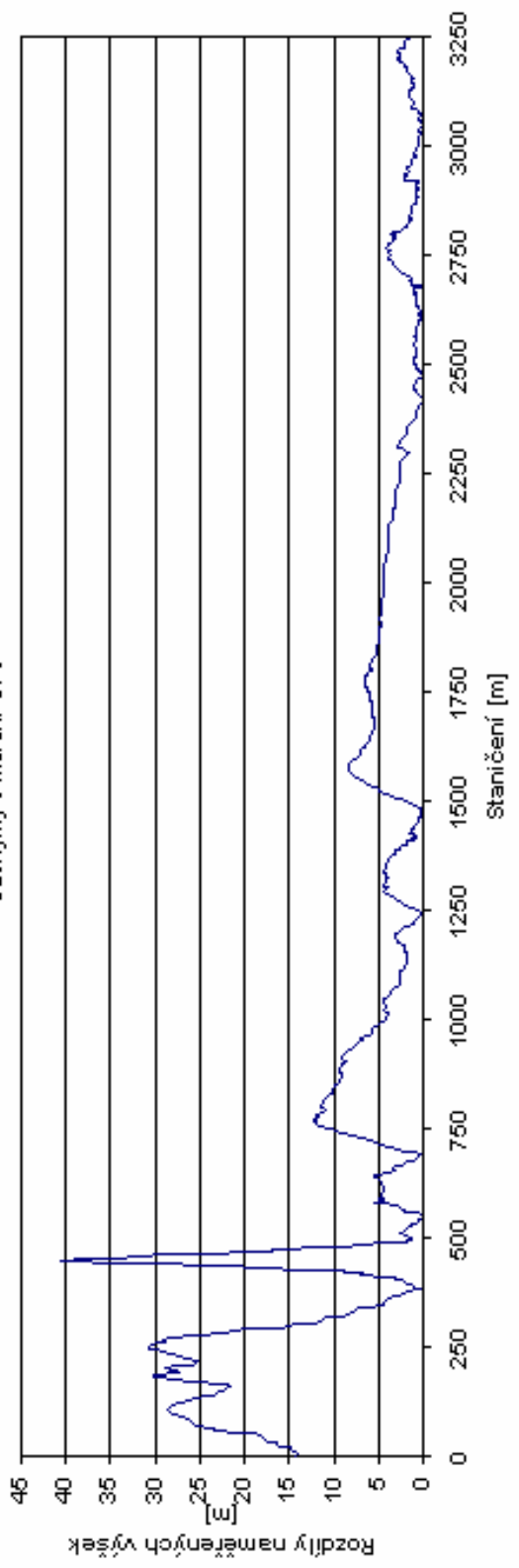
Úsek ZČU – Hradiště byl naměřen pouze jedenkrát. Proto nemohl být do hodnocení relativní přesnosti zařazen.



Americká - F. n. Lochotín
Výšky naměřené GPS

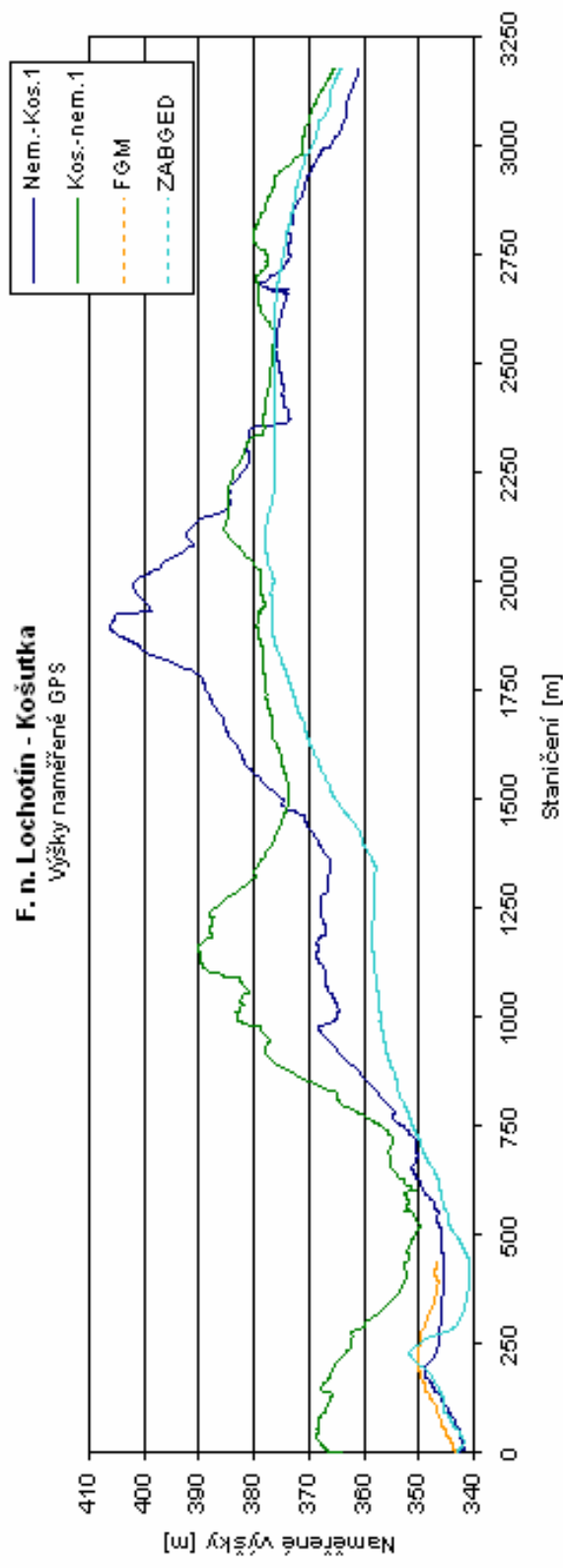


Americká - F. n. Lochotín
Odechytky v měření GPS



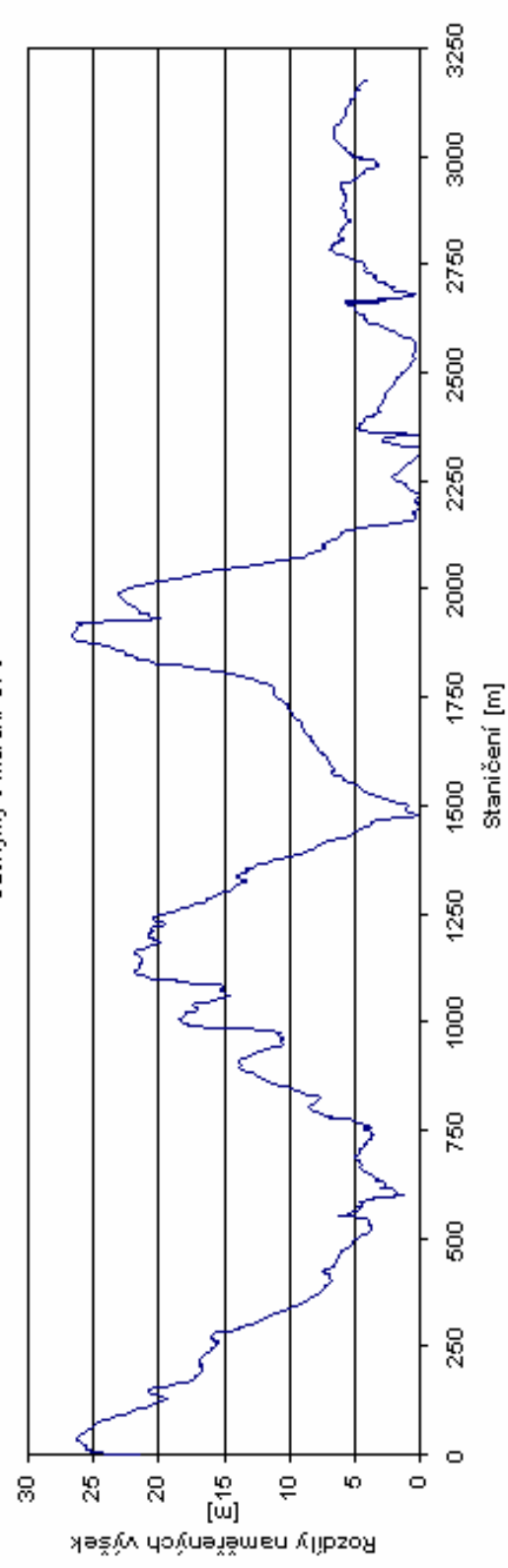
F. n. Lochoťín - Košutka

Výšky naměřené GPS

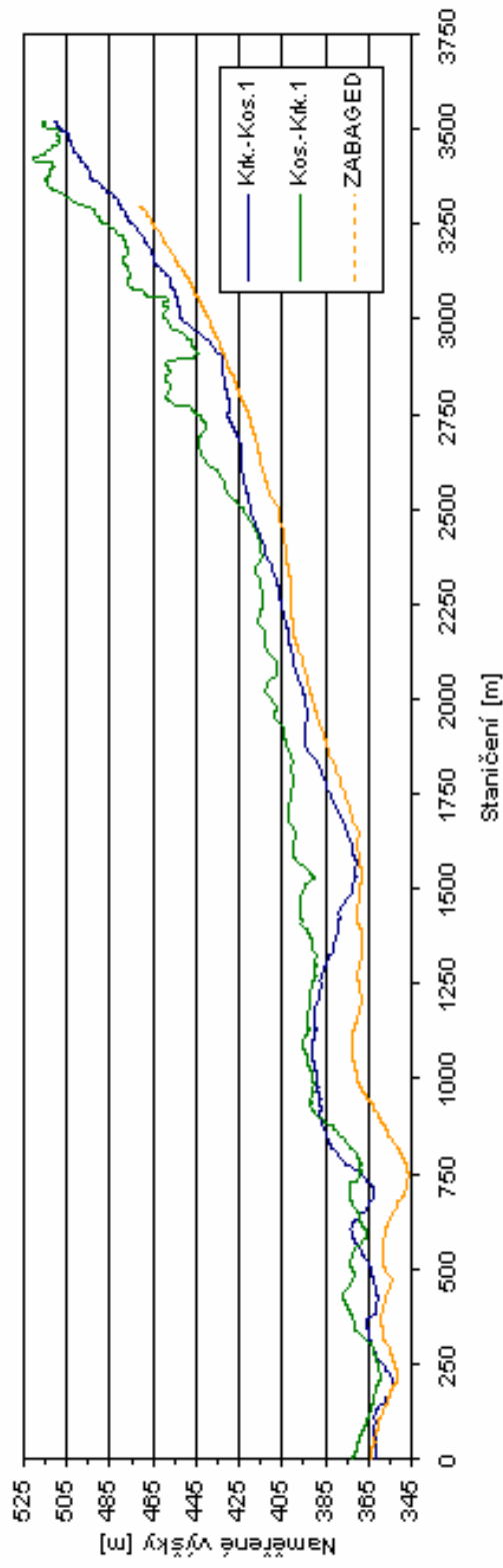


F. n. Lochoťín - Košutka

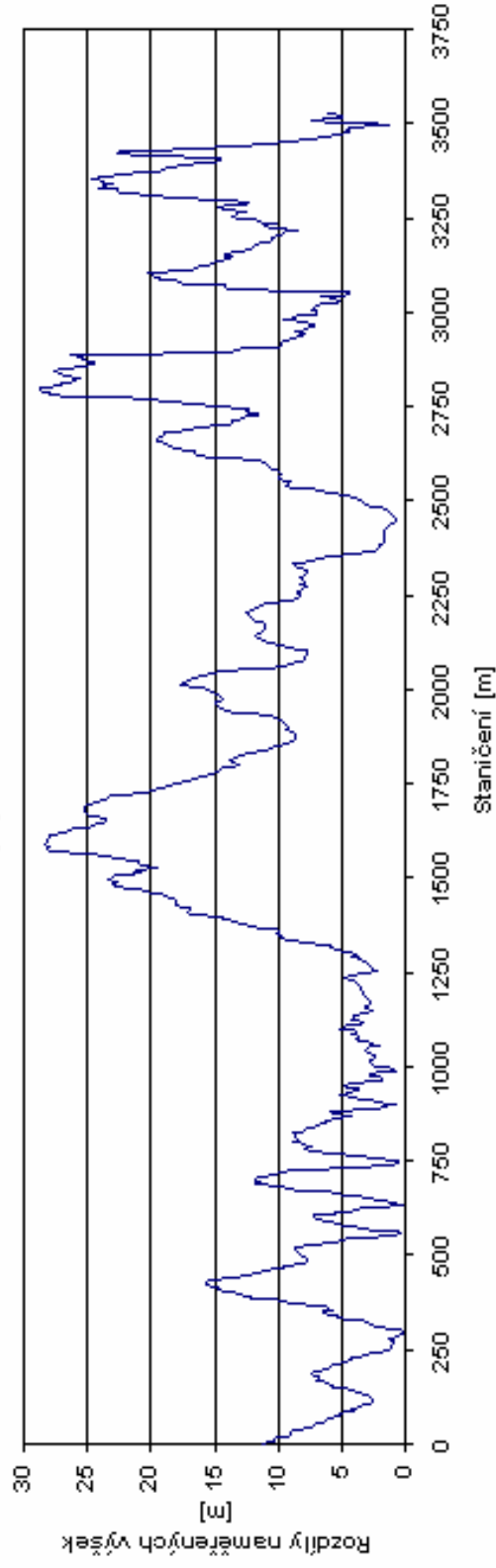
Odhychky v měření GPS



Košutka-Krkavec Výšky naměřené GPS



Košutka - Krkavec Odechyly v měření GPS

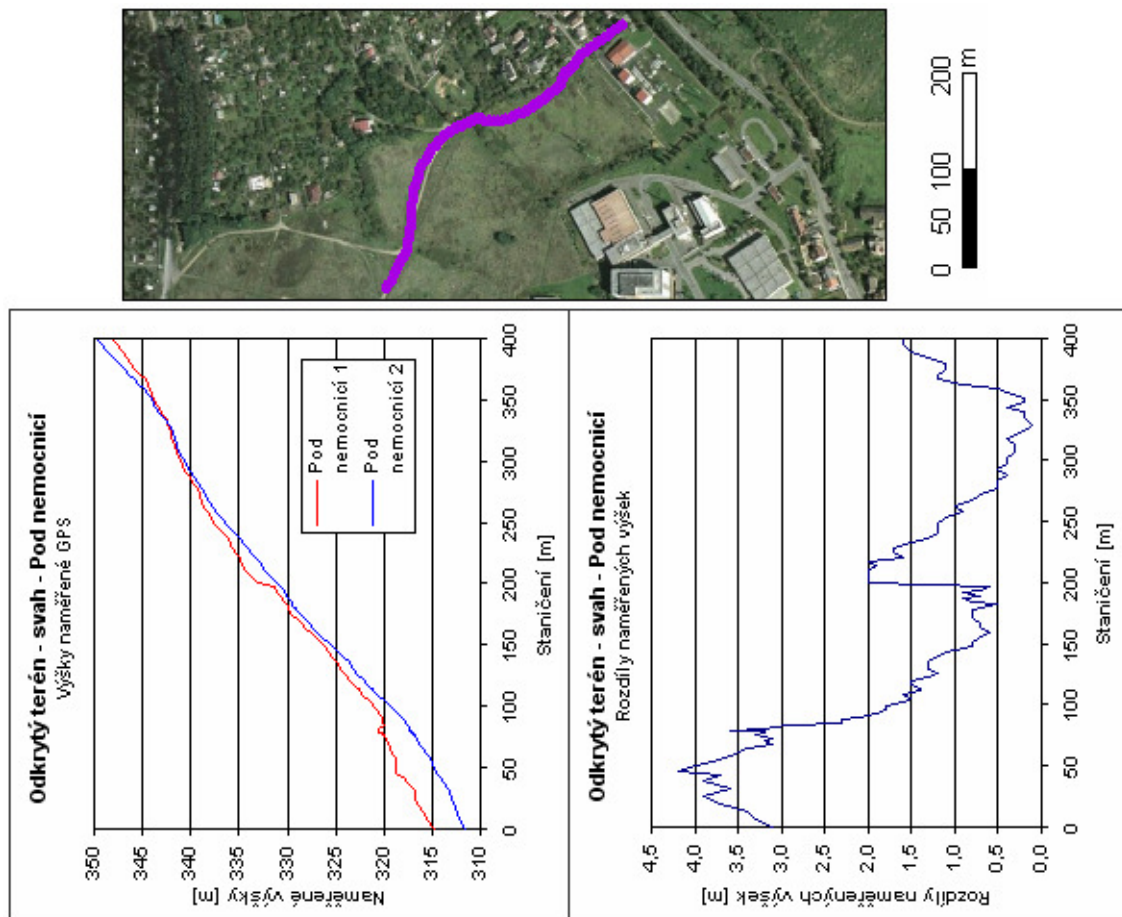


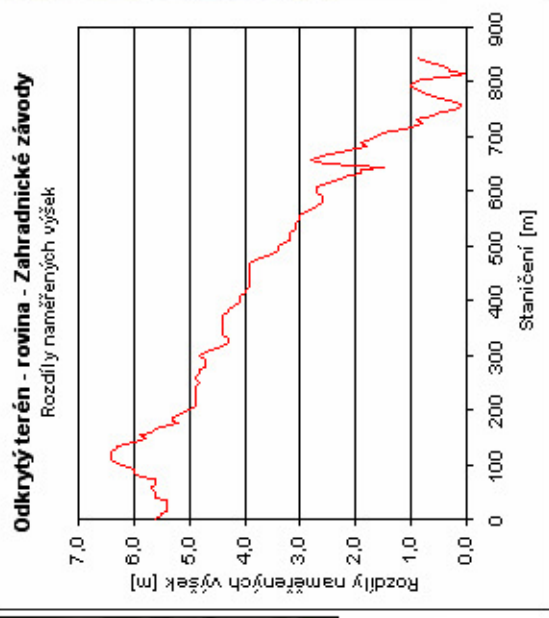
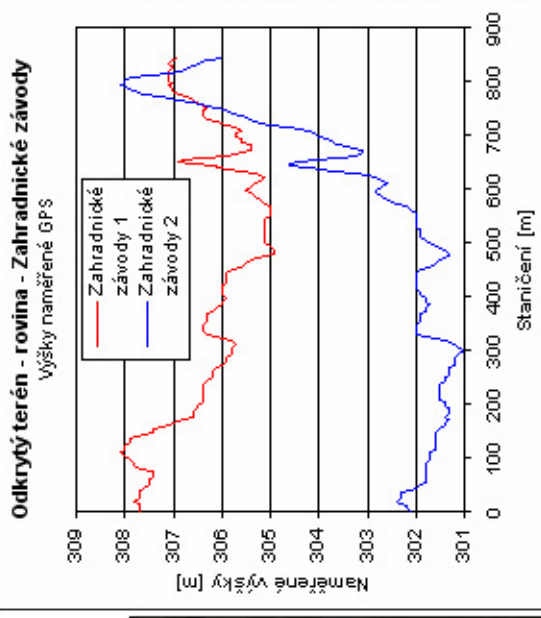
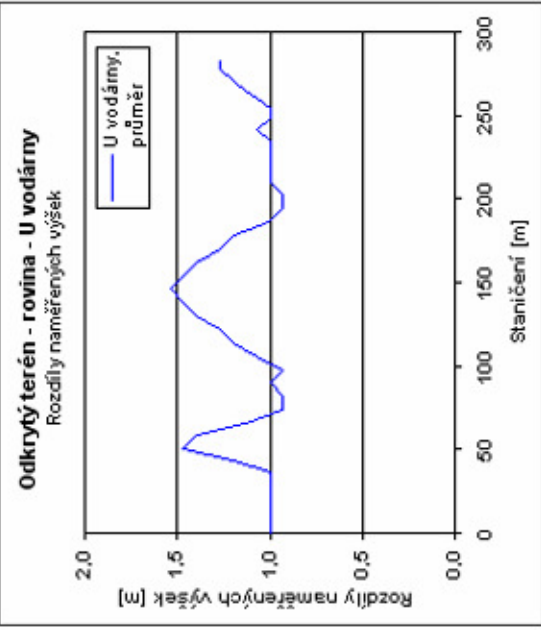
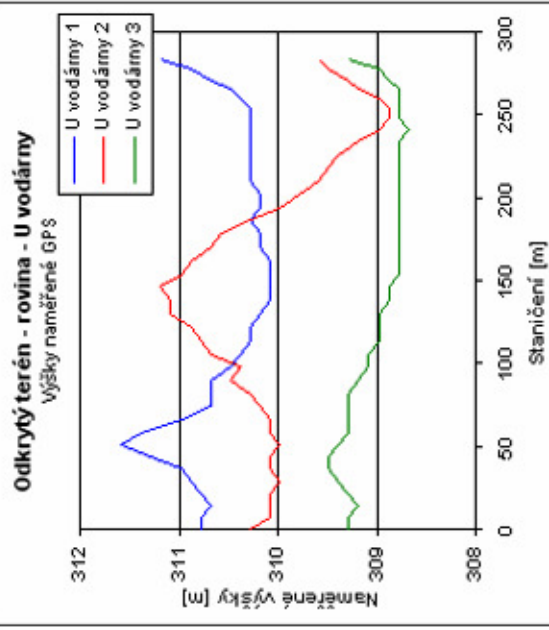
D.2 Hodnocení relativní přesnosti dle úrovně zakrytí oblohy

Hodnocení probíhalo na základě dat z různých částí vzorové trasy, které spojovala podobná úroveň zakrytí oblohy. Protože data z různých částí trasy nemohla být propojena do jednoho staničení, bylo pro každou z kategorií vytvořeno několik grafů. Data z úseku Hradiště – Americká byla naměřena třikrát. Pro možnost společného statistického vyhodnocení výsledků s daty z ostatních úseků (naměřeny dvakrát) byly pro data z tohoto úseku vypočítány a zobrazeny průměry vzájemných odlehlostí všech dvojic souborů dat.

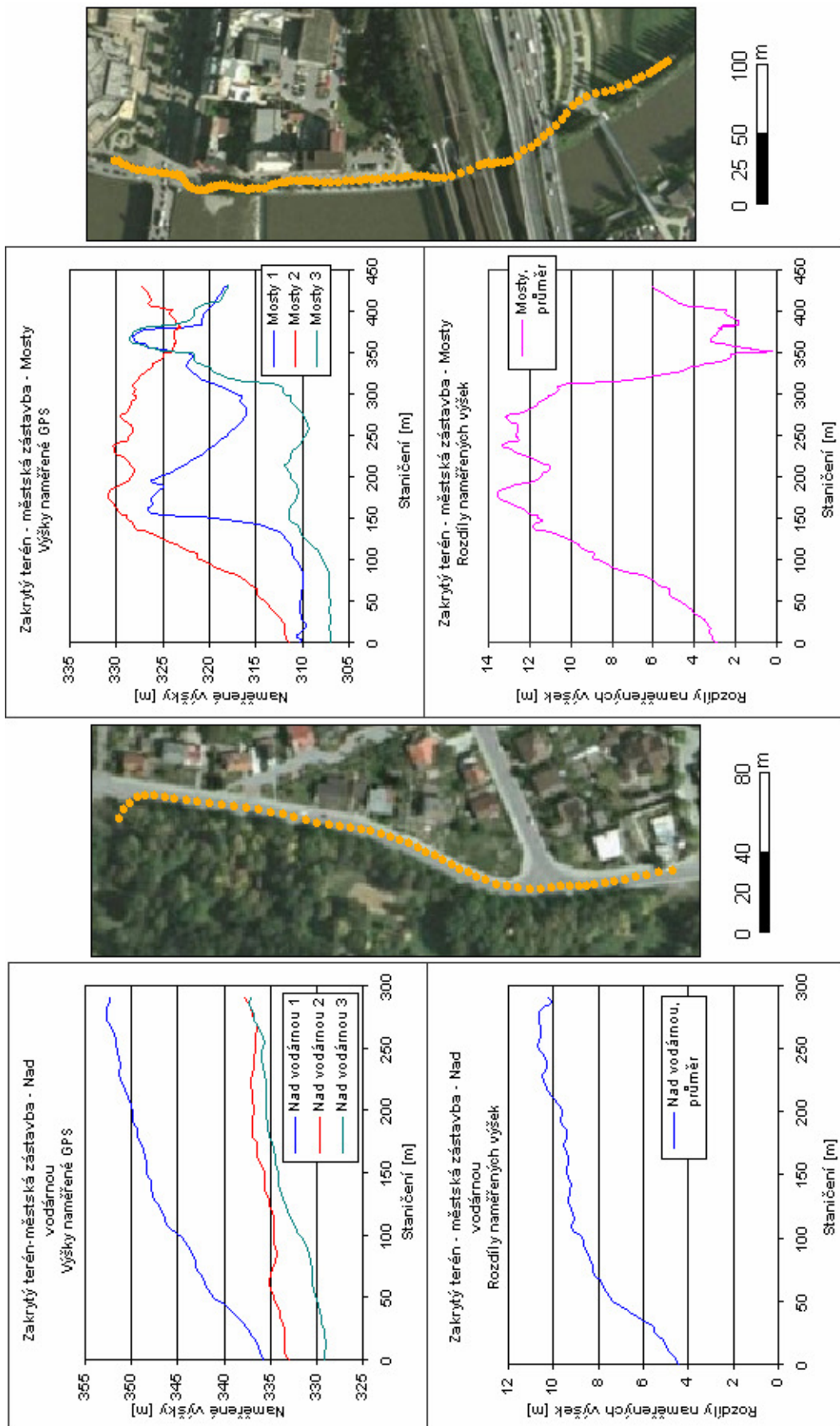
Podkladová ortofota doplňujících plánek byla získána z geoportálu Cenia.

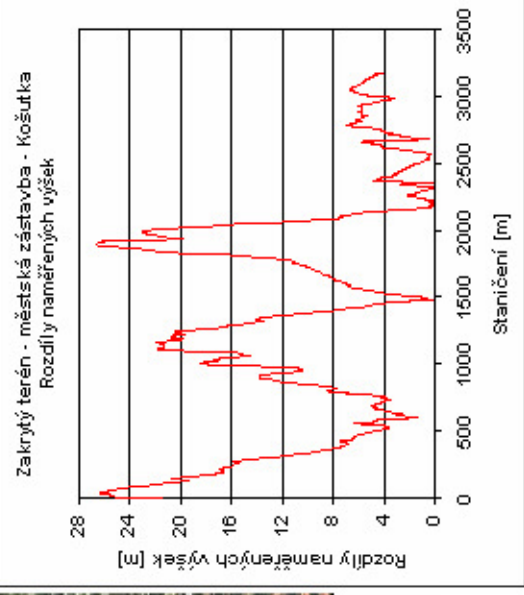
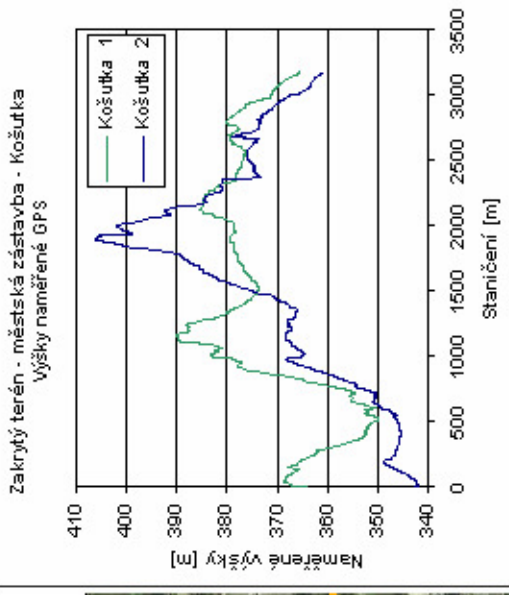
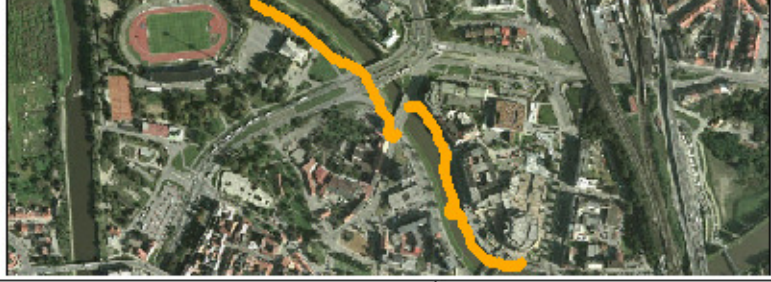
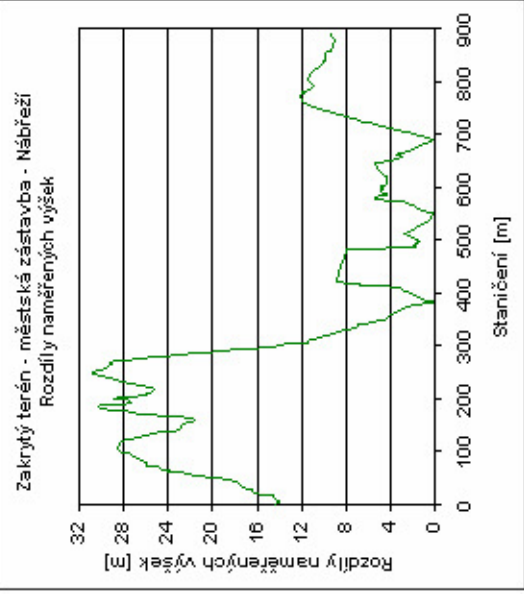
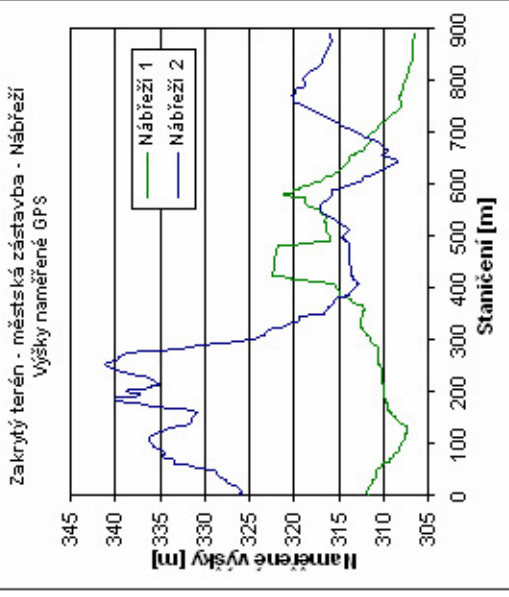
Relativní přesnost, Odkrytý terén (Odkrytý t. - svah, Odkrytý t. – rovina):



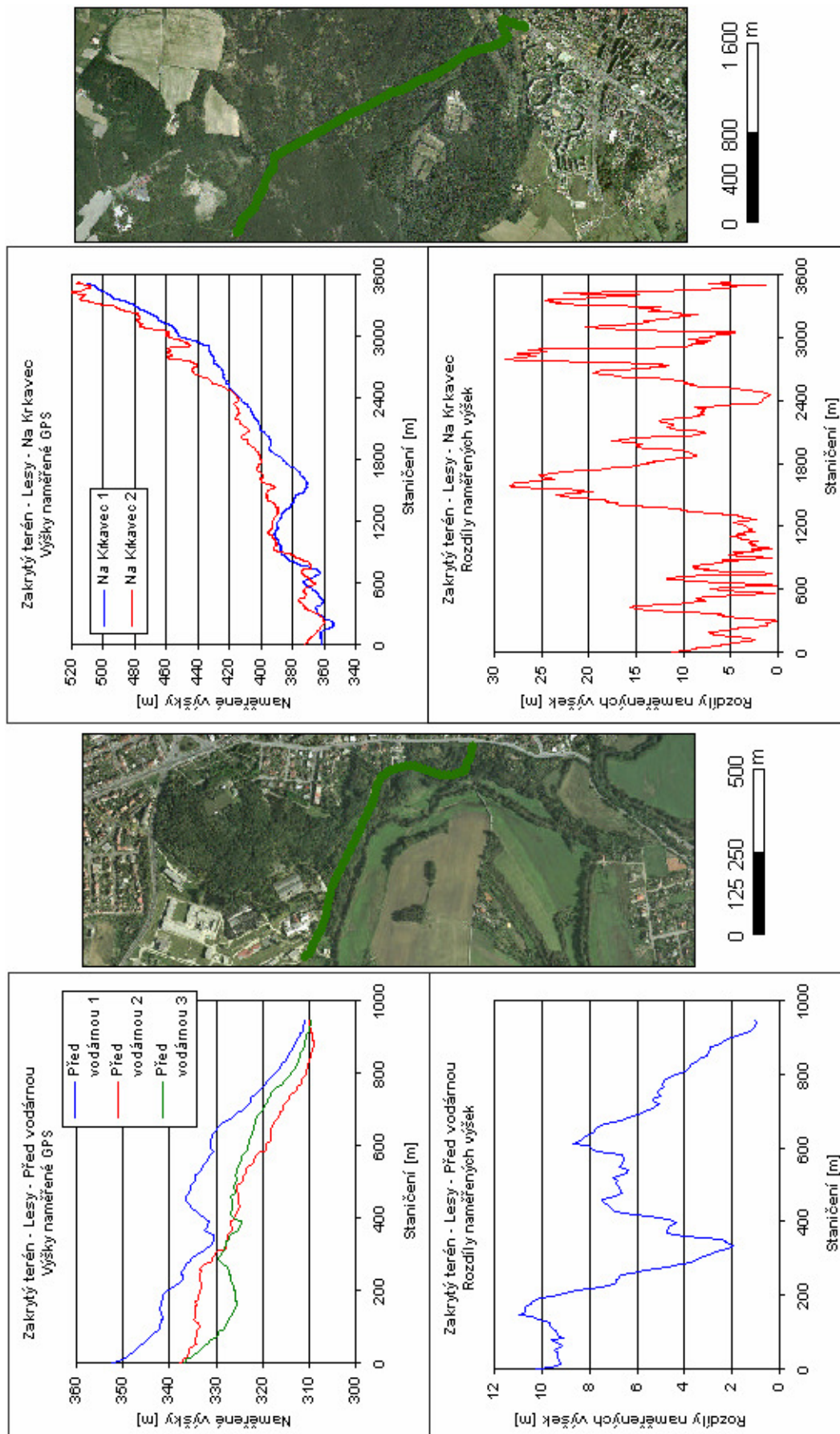


Relativní přesnost, Zakrytý terén – městská zástavba:

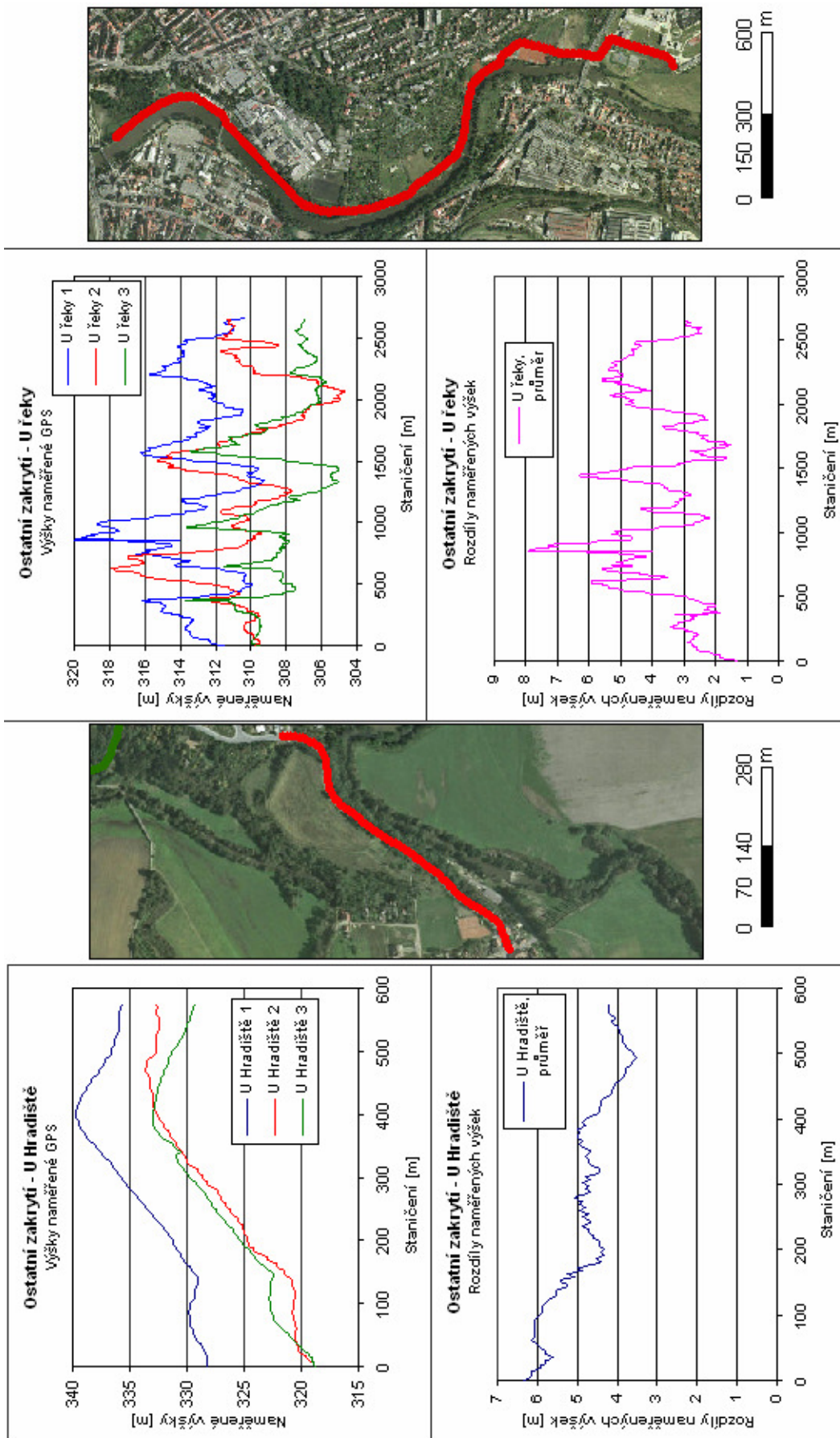


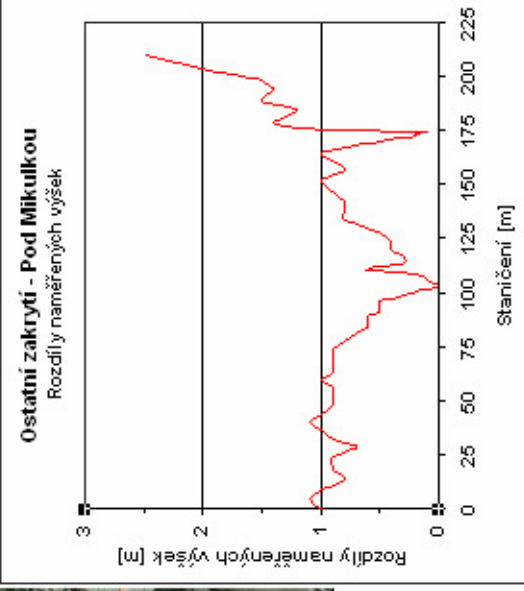
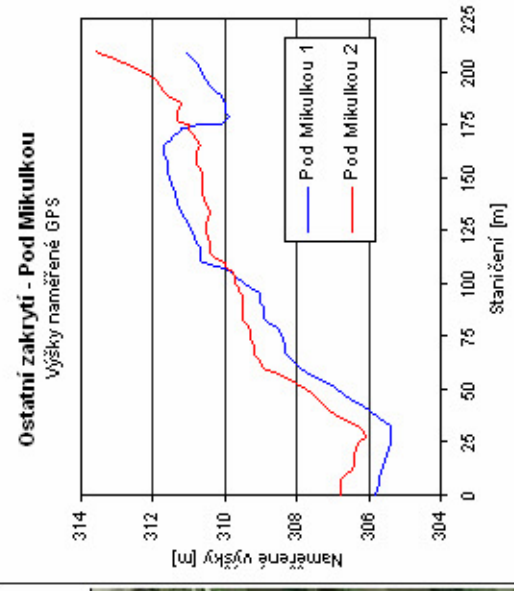
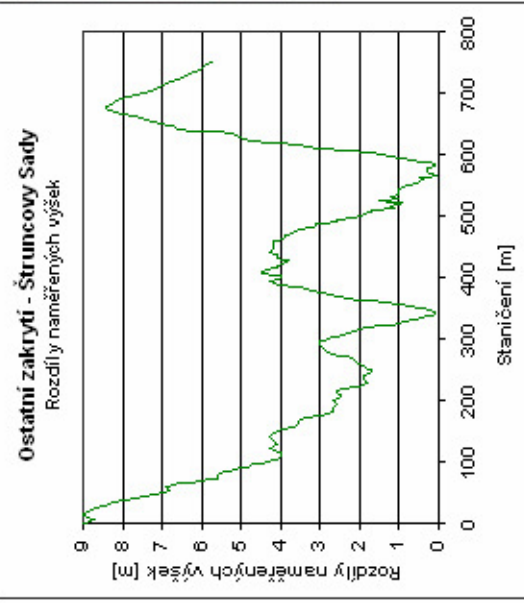
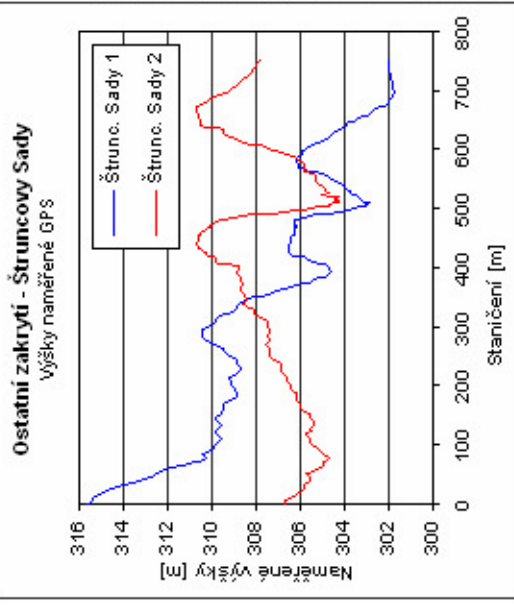


Relativní přesnost, Zakrytý terén – lesní porost:



Relativní přesnost, Ostatní zakrytí:

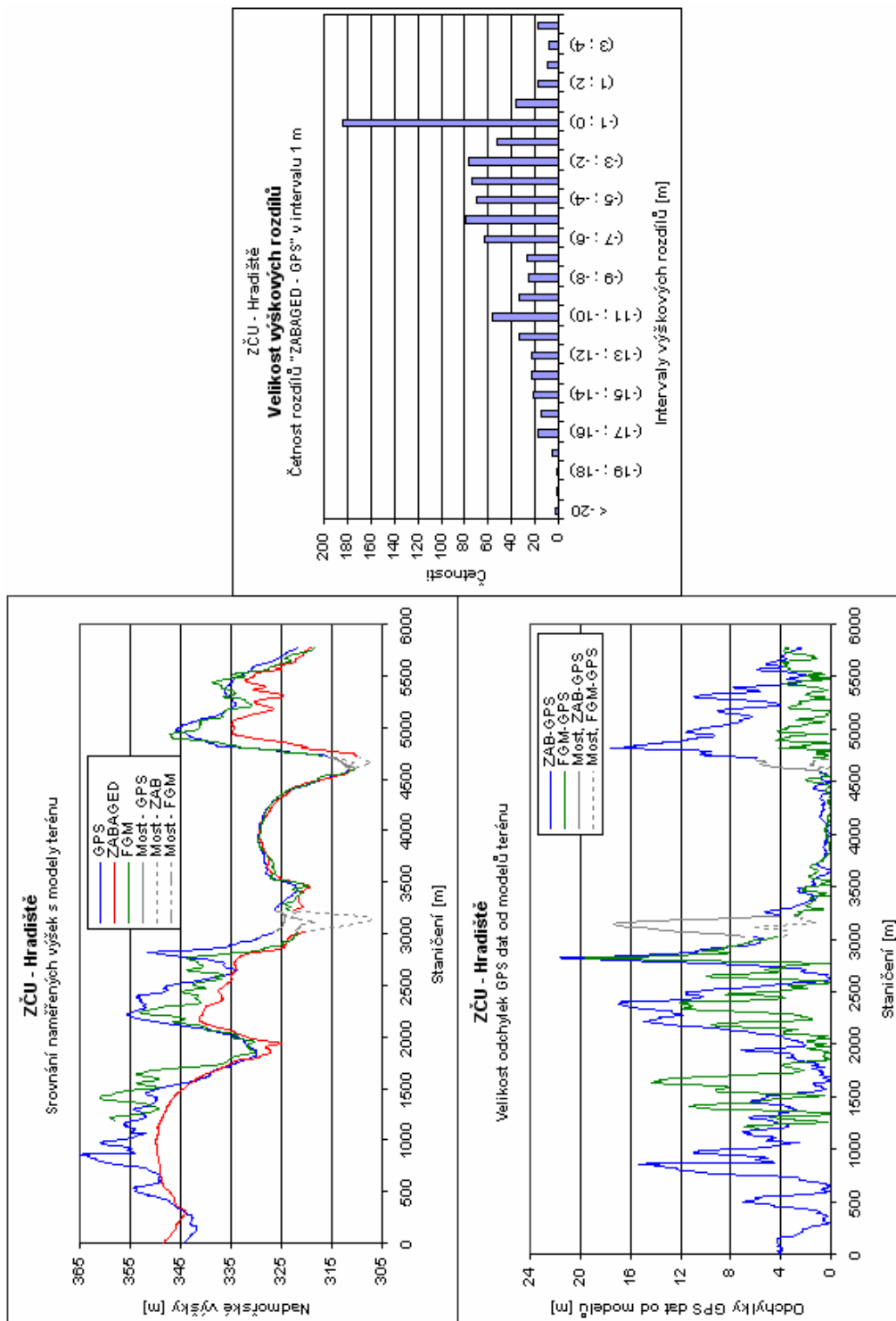




D.3 Hodnocení absolutní přesnosti, úseky měřených souborů

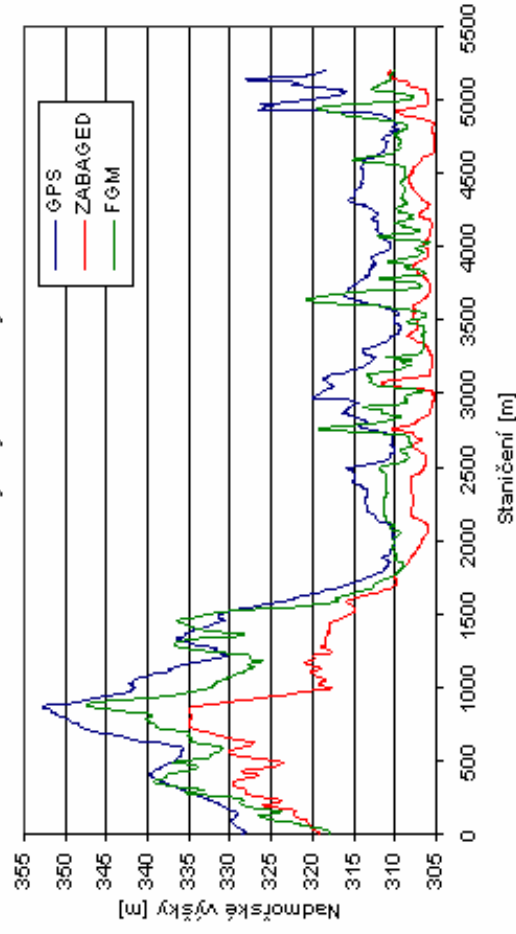
Ke konečnému hodnocení absolutní výškové přesnosti navigační GPS v rámci úseků odpovídajících měřeným souborům dat byl použit pouze digitální model terénu vytvořený na základě vrstevnic ZABAGED (blíže viz kapitola 4.2.2). Výškové profily druhého (fotogrammetrického) DMT, jenž nebyl pro svou nepřesnost pro hodnocení využit, jsou však pro možnost srovnání uvedeny v grafech také. Neúplné, nebo chybějící výškové profily FGM modelu terénu jsou způsobeny jeho malým plošným rozsahem.

Grafy úseků jsou řazeny v pořadí, ve kterém byla jejich zdrojová data naměřena (ZČU - Hradiště – Krkavec – Hradiště - Americká).



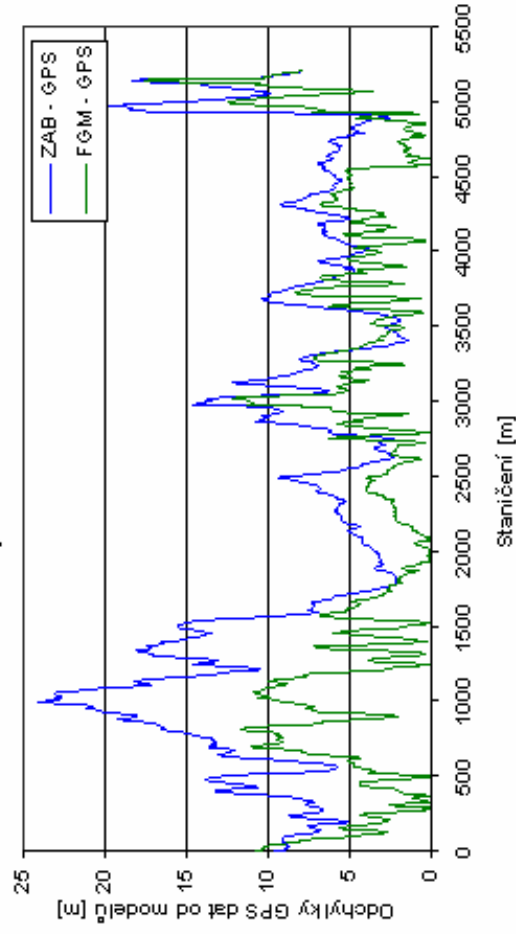
Hradiště - Americká 1

Srovnání naměřených výšek s modely terénu



Hradiště - Americká 1

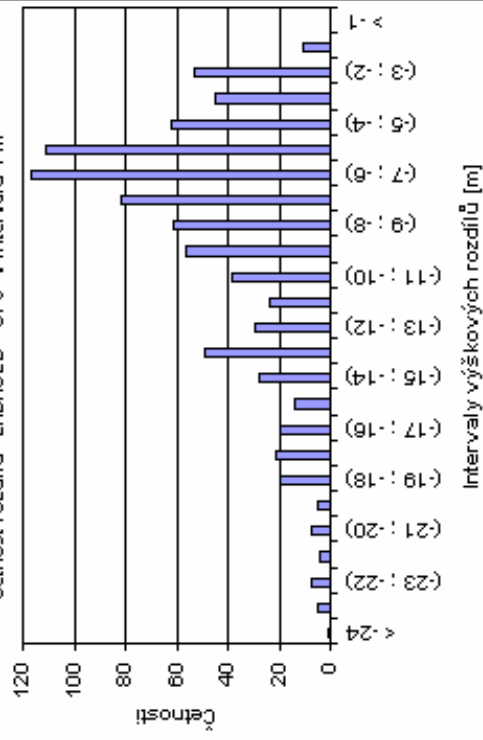
Velikost odchylek GPS dat od modelů terénu



Hradiště - Americká 1

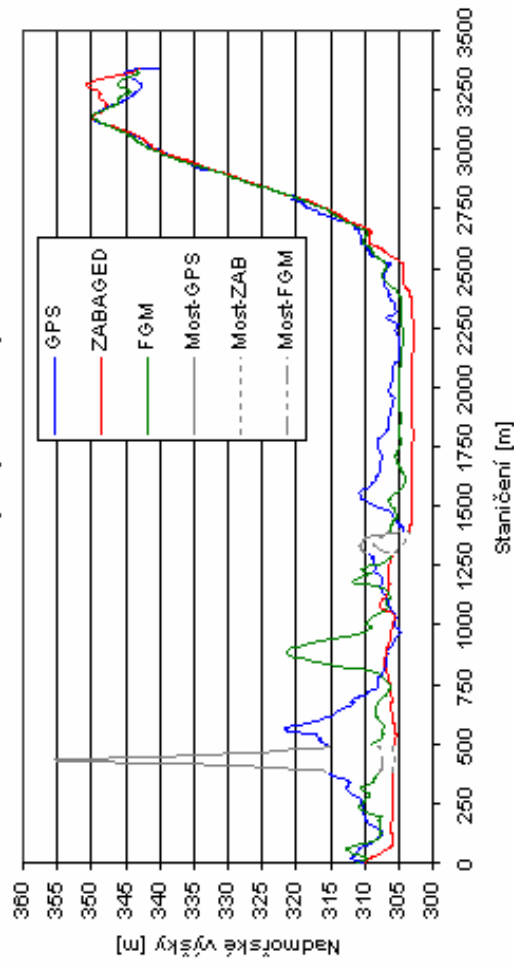
Velikost výškových rozdílů

Četnost rozdílů "ZABAGED - GPS" v intervalu 1 m



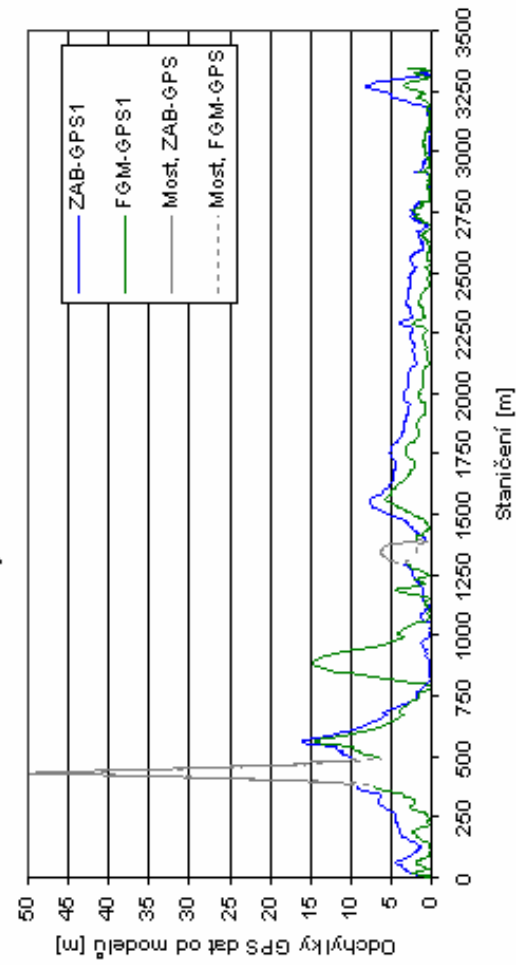
Americká - F. n. Lochotín

Srovnání naměřených výšek s modely terénu



Americká - F. n. Lochotín

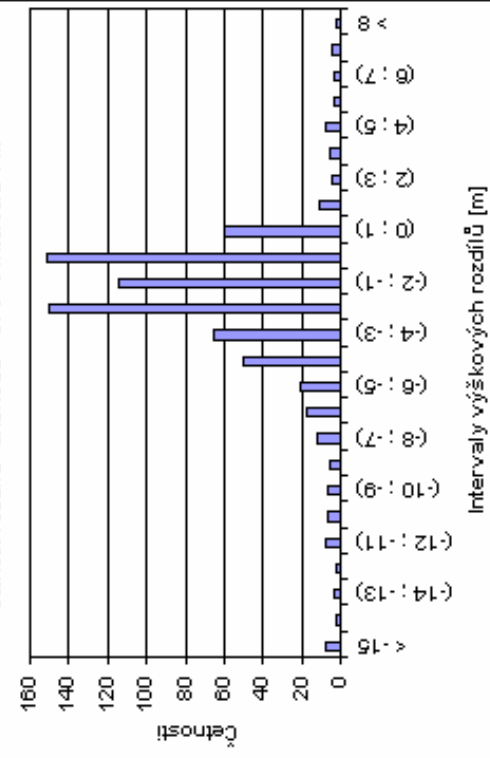
Velikost odchylek GPS dat od modelů terénu



Americká - F. n. Lochotín

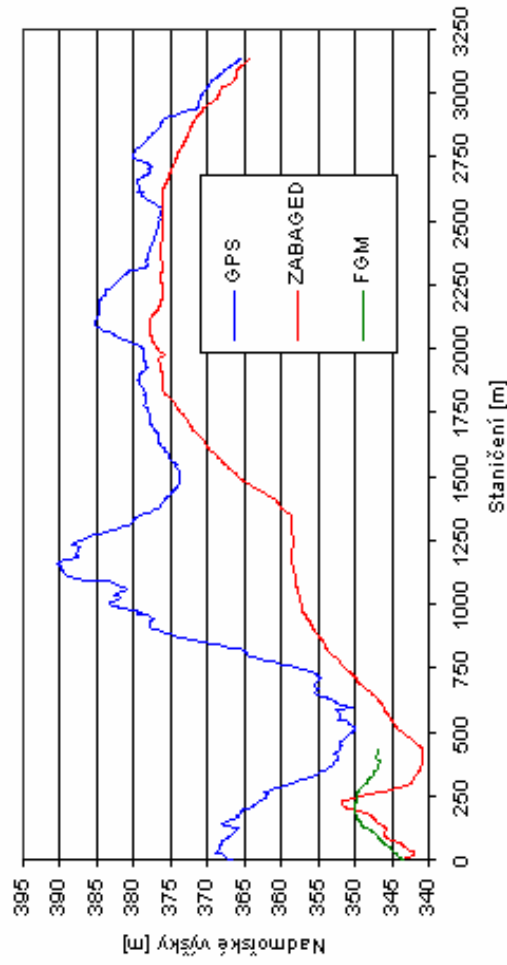
Velikost výškových rozdílů

Četnost rozdílů "ZABAGED - GPS" v intervalu 1 m



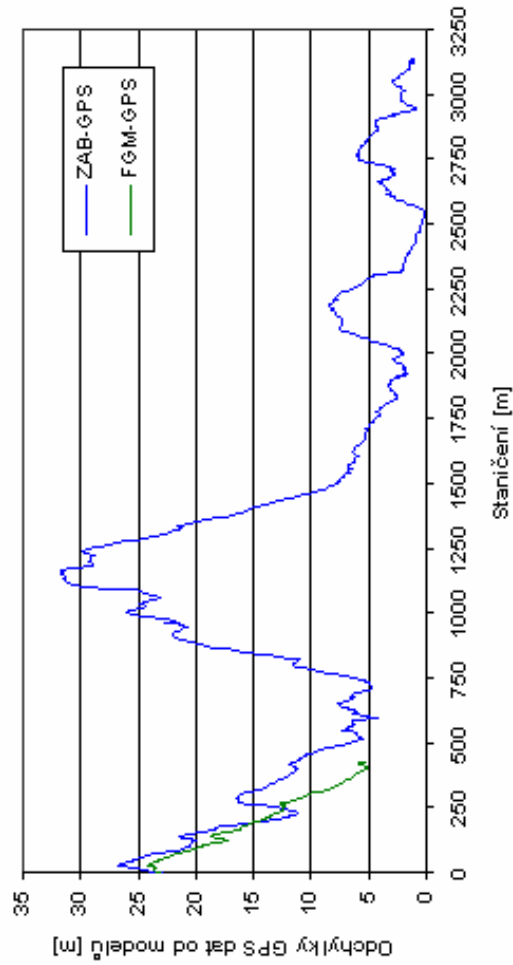
F. n. Lochotín - Košutka

Srovnání naměřených výšek s modely terénu



F. n. Lochotín - Košutka

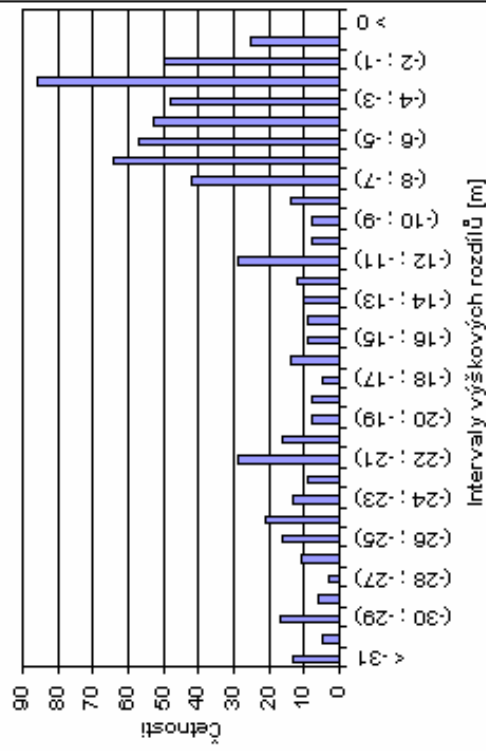
Velikost odchylek GPS dat od modelů terénu



F. n. Lochotín - Košutka

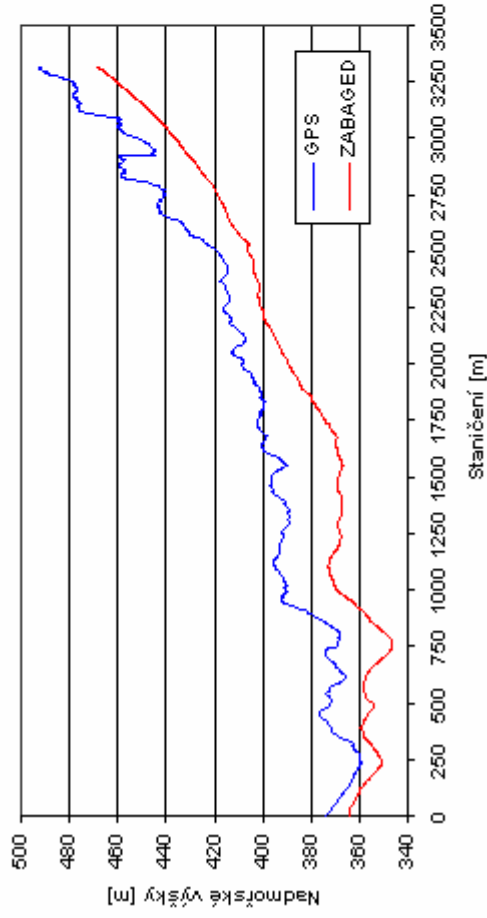
Velikost výškových rozdílů

(četnost rozdílů "ZABAGED - GPS" v intervalu 1 m)



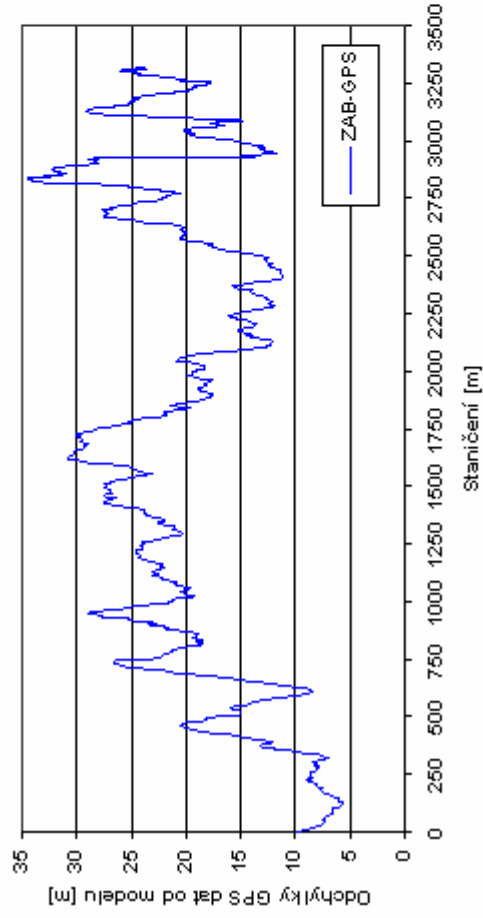
Košútka - Krkavec

Srovnání naměřených výšek s modely terénu



Košútka - Krkavec

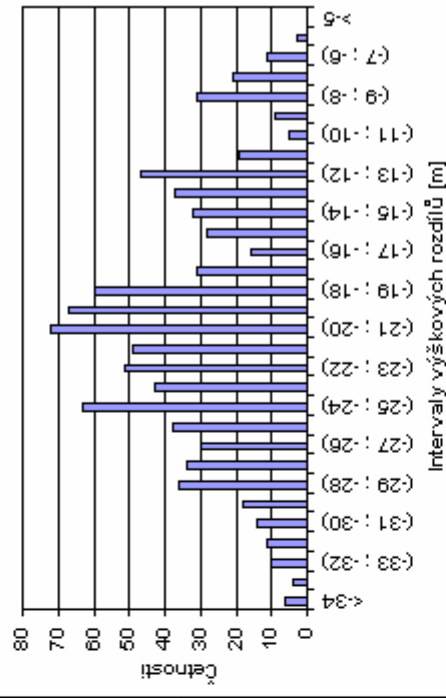
Velikost odchylek GPS dat od modelu terénu



Košútka - Krkavec

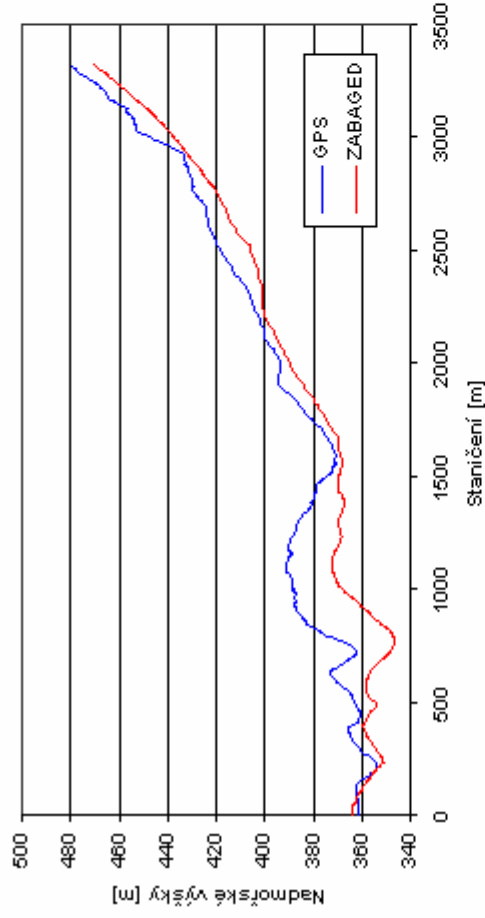
Velikost výškových rozdílů

Četnost rozdílů "ZABAGED - GPS" v intervalu 1 m



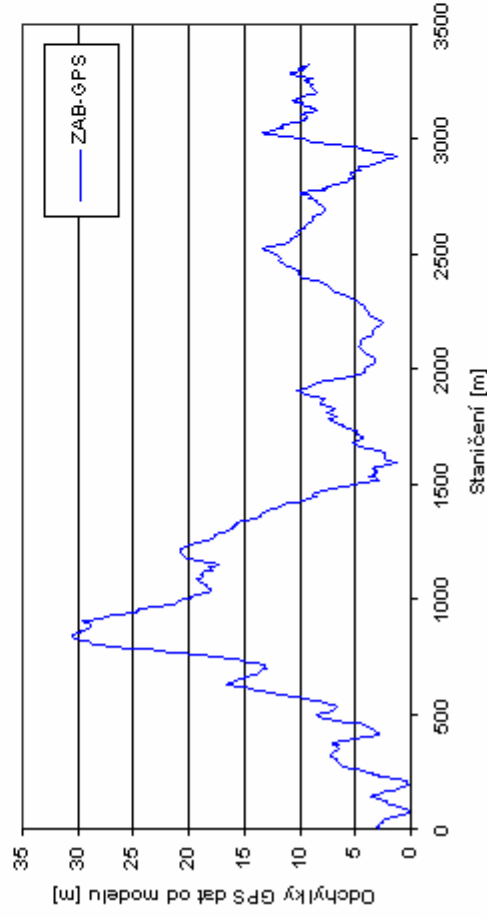
Krkavec - Košutka

Srovnání naměřených výšek s modely terénu



Krkavec - Košutka

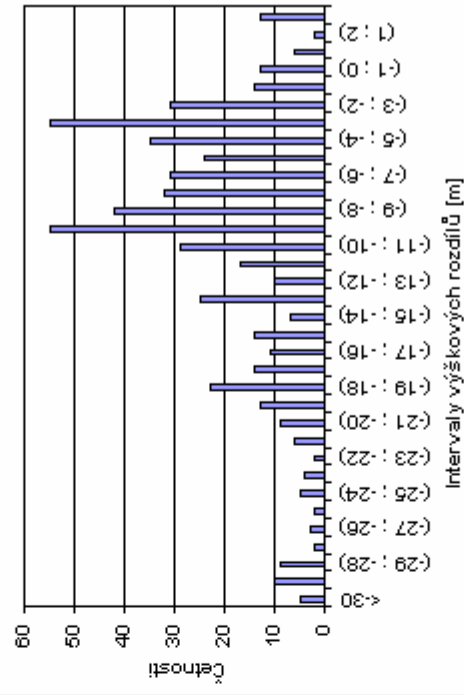
Velikost odehybek GPS dat od modelu terénu



Krkavec - Košutka

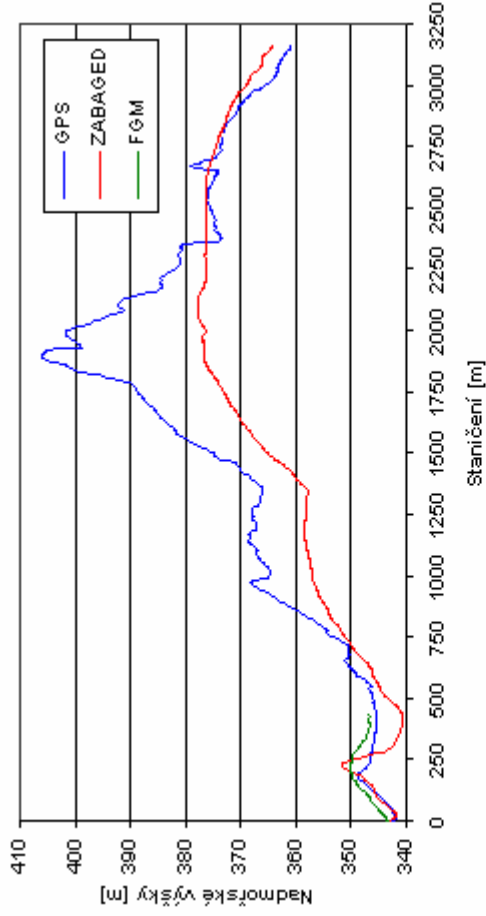
Velikost výškových rozdílů

Četnost rozdílů "ZABAGED - GPS" v intervalu 1 m



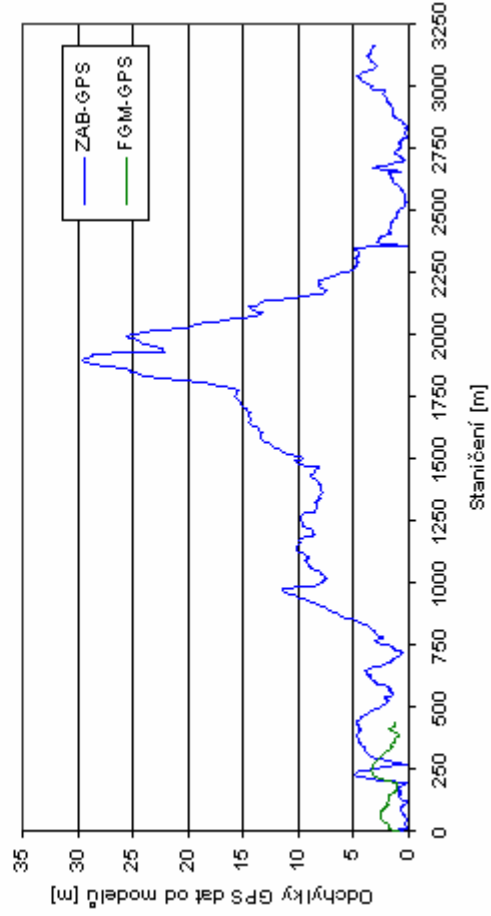
Košutka - F. n. Lochoťín

Srovnání naměřených výšek s modely terénu



Košutka - F. n. Lochoťín

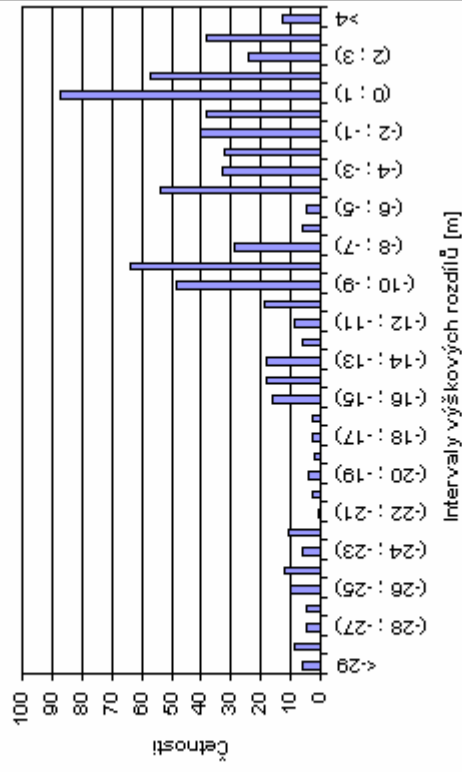
Velikost odchylek GPS dat od modelů terénu



Košutka - F. n. Lochoťín

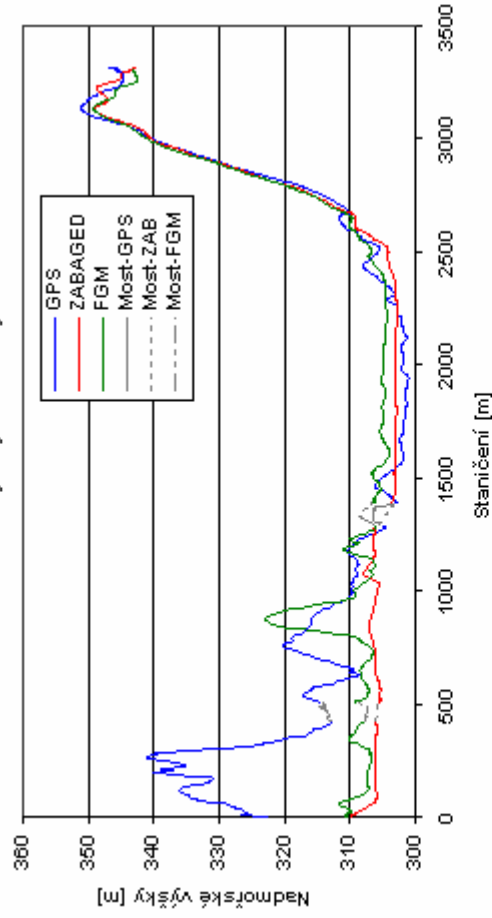
Velikost výškových rozdílů

Četnost rozdílů "ZABAGED - GPS" v intervalu 1 m



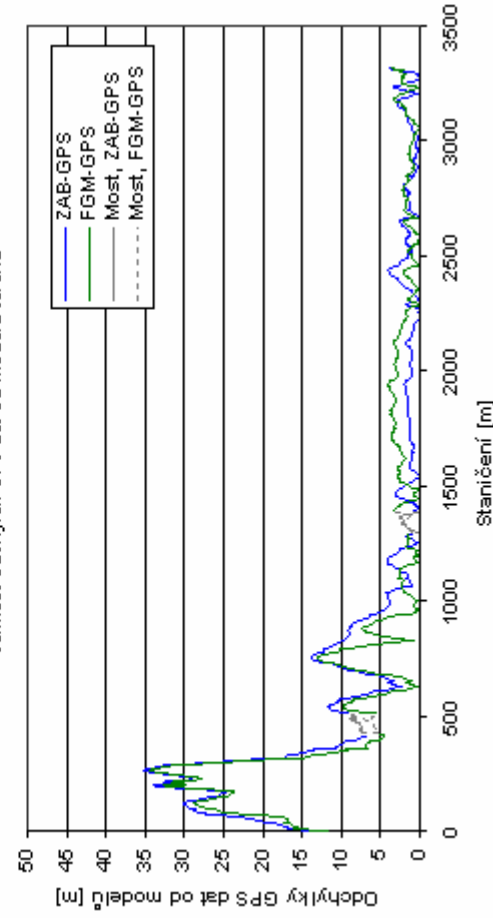
F. n. Lochotín - Americká

Srovnání naměřených výšek s modely terénu



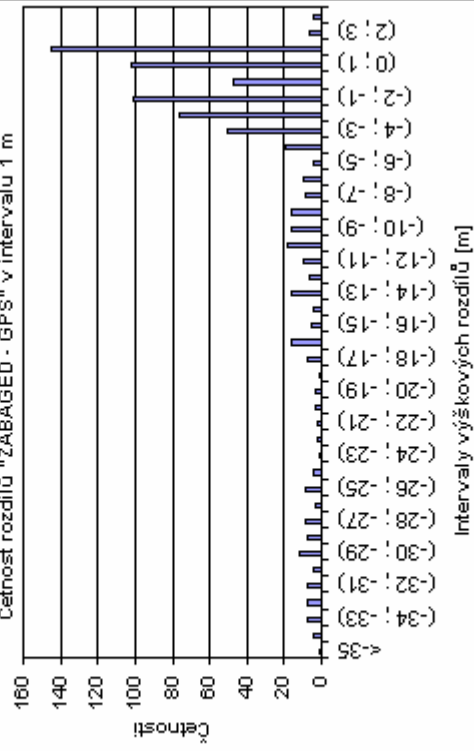
F. n. Lochotín - Americká

Velikost odchylek GPS dat od modelů terénu



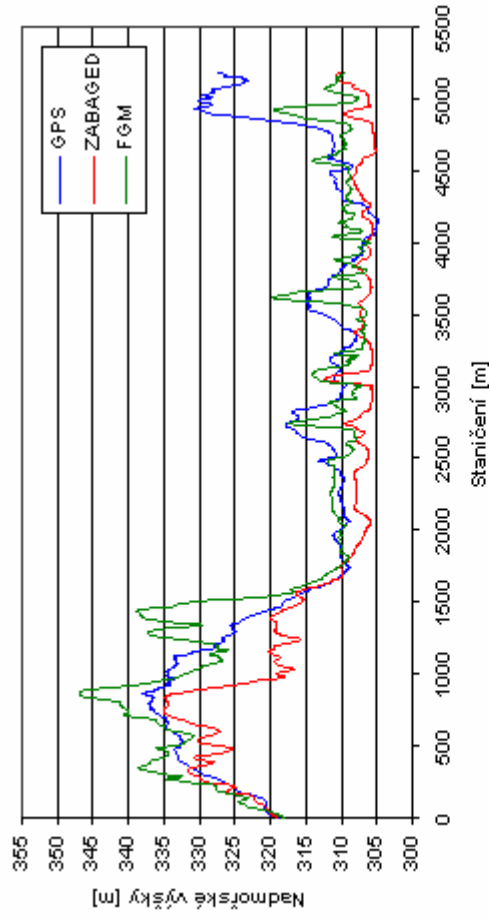
F. n. Lochotín - Americká Velikost výškových rozdílů

Četnost rozdílů "ZABAGED - GPS" v intervalu 1 m



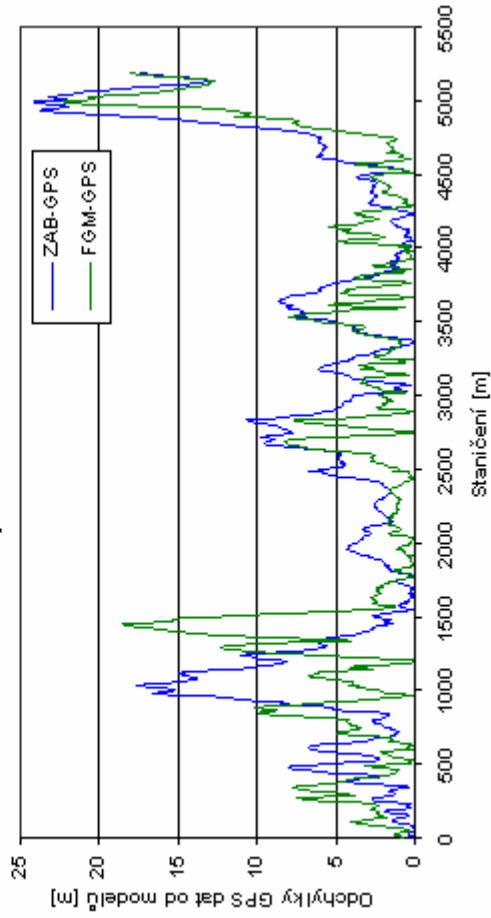
Americká - Hradiště

Srovnání naměřených výšek s modely terénu



Americká - Hradiště

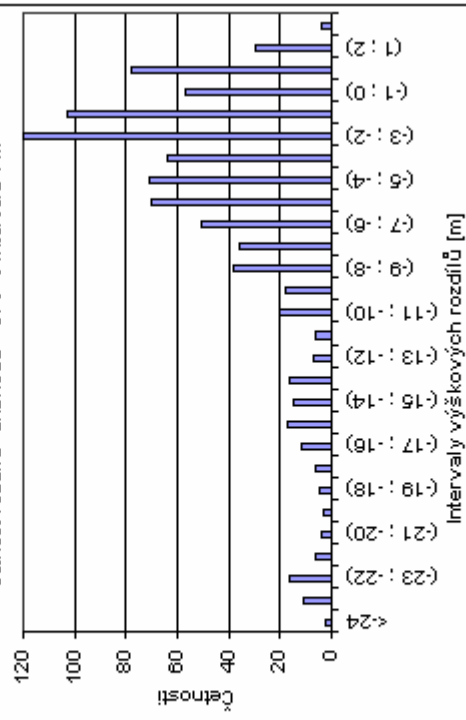
Velikost odchylek GPS dat od modelů terénu



Americká - Hradiště

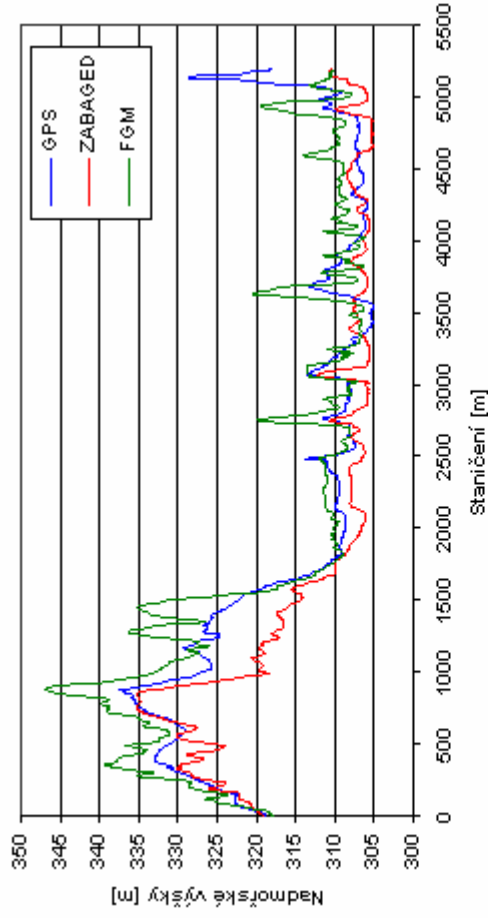
Velikost výškových rozdílů

Četnost rozdílů "ZABAGED - GPS" v intervalu 1 m



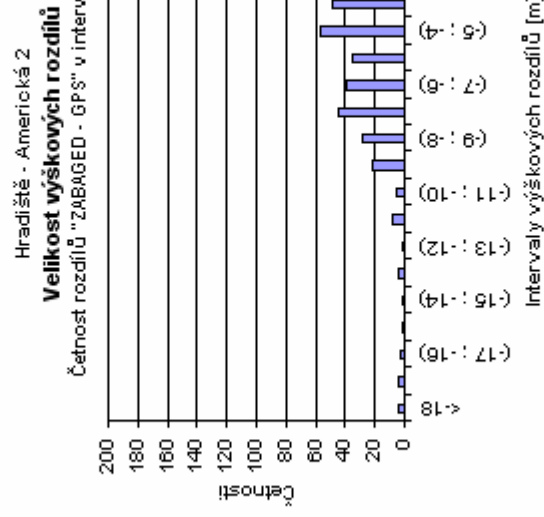
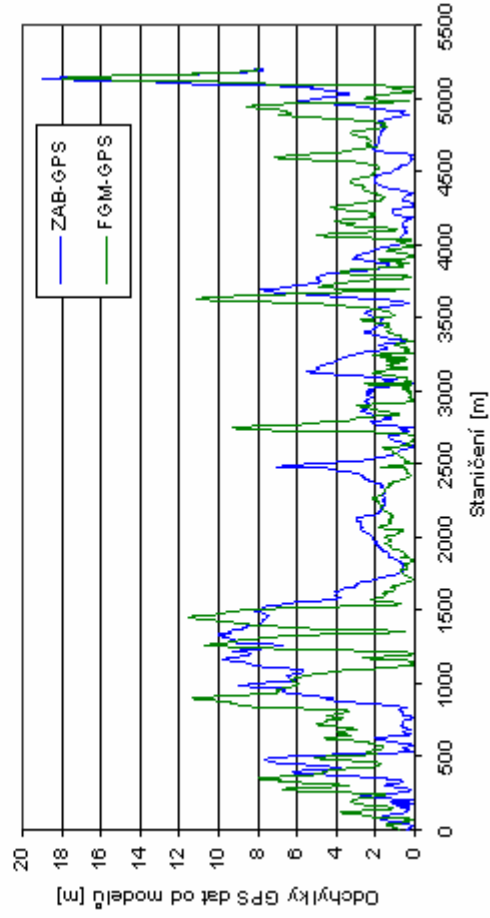
Hradiště - Americká 2

Srovnání naměřených výšek s modely terénu



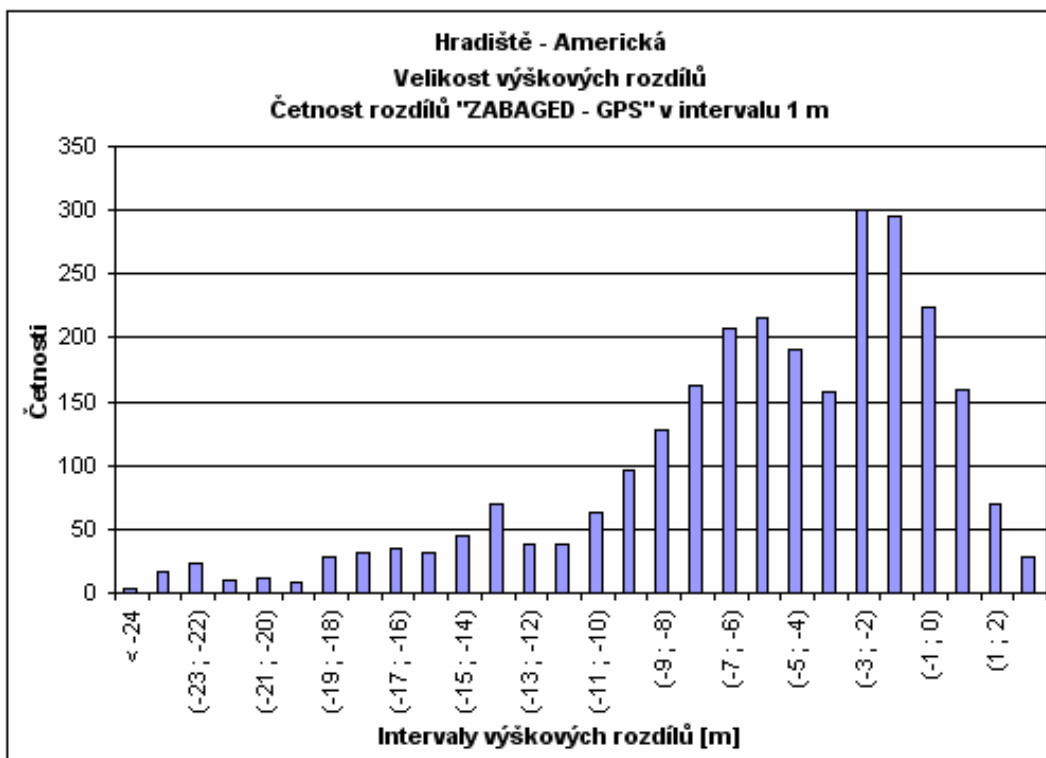
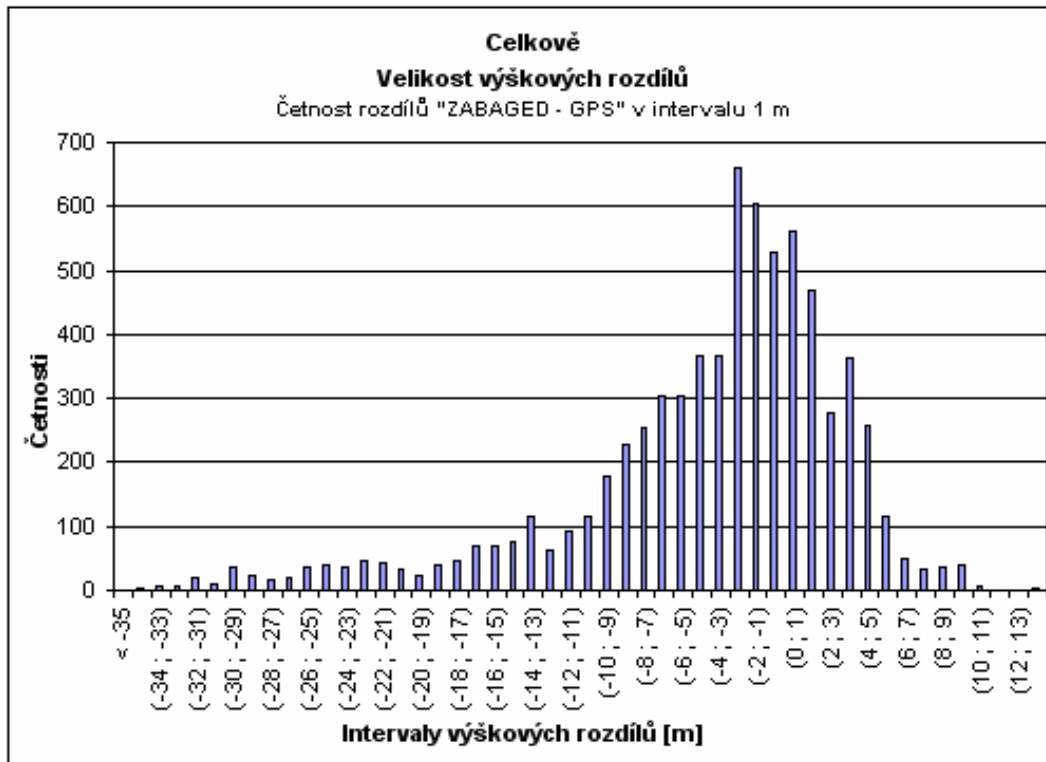
Hradiště - Americká 2

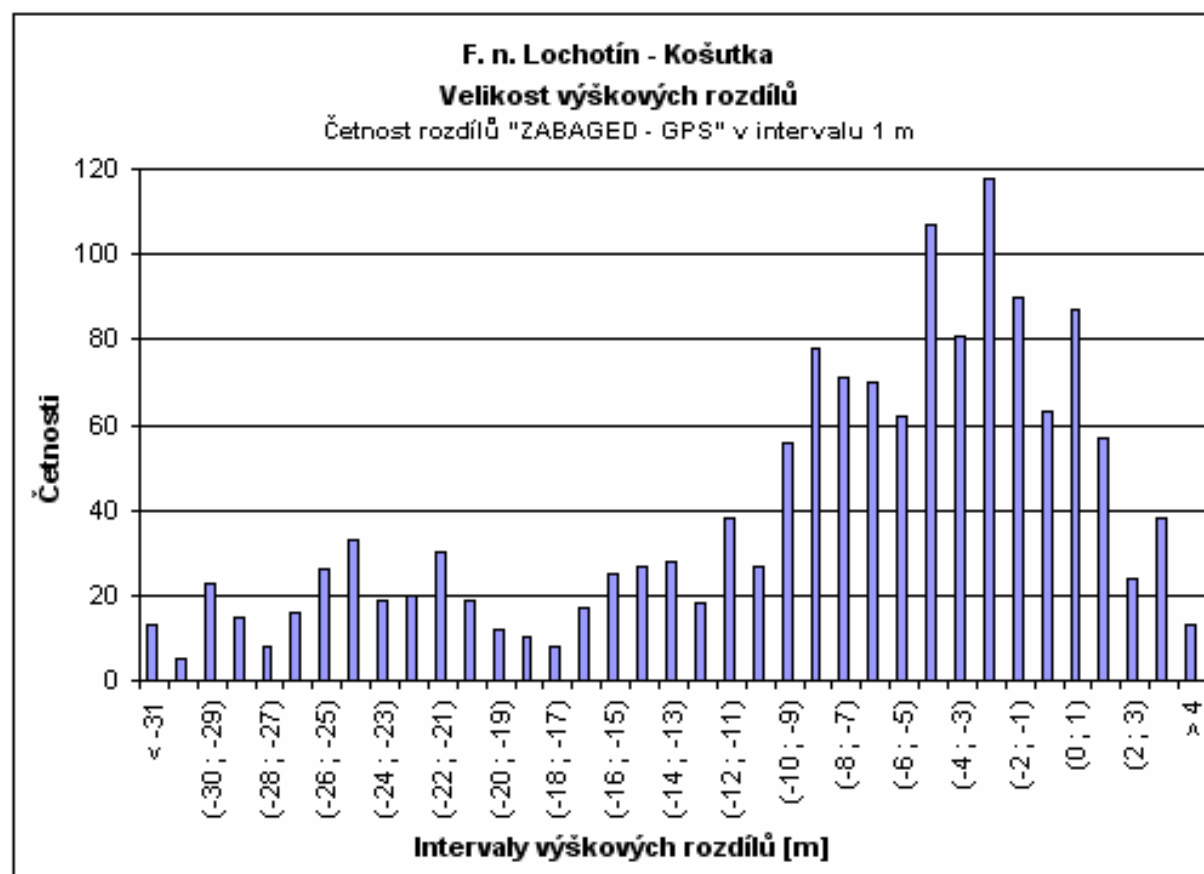
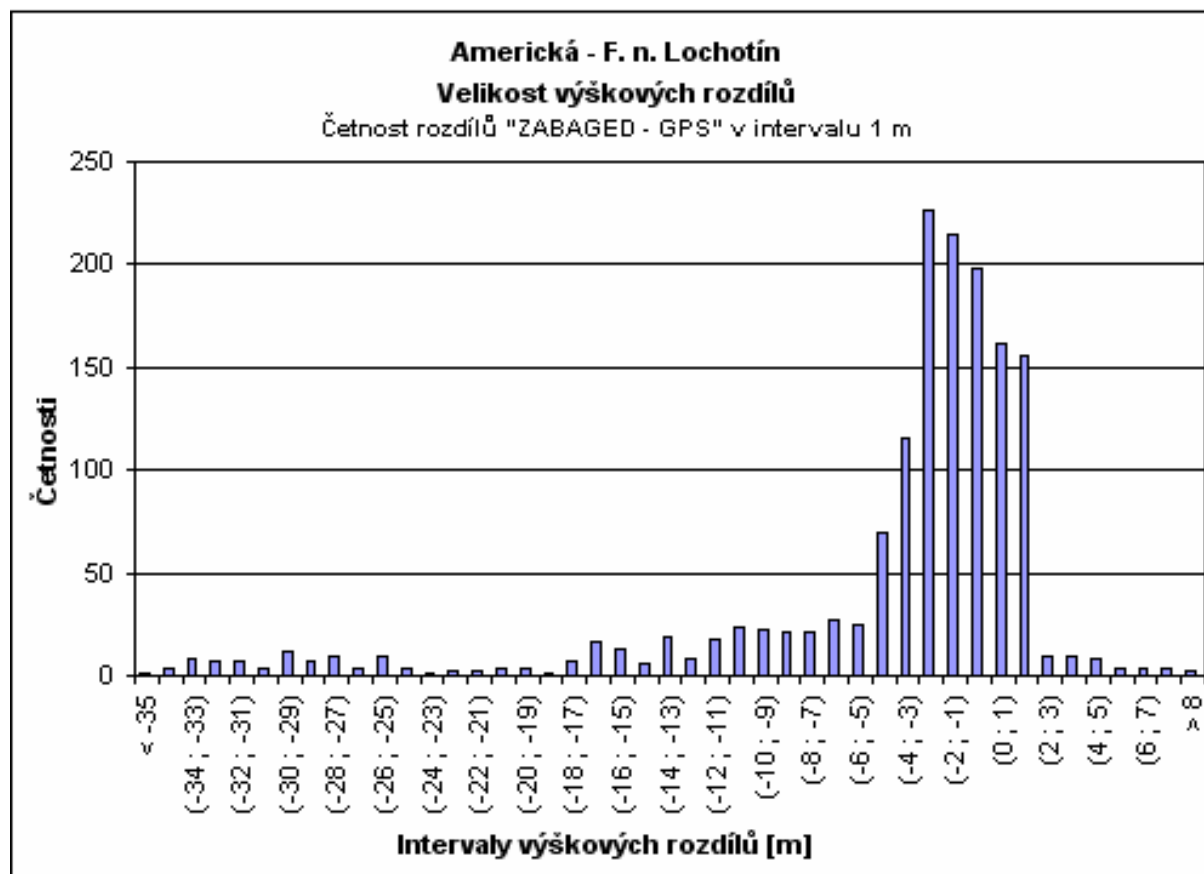
Velikost odchylek GPS dat od modelů terénu



D.4 Hodnocení absolutní přesnosti, úseky

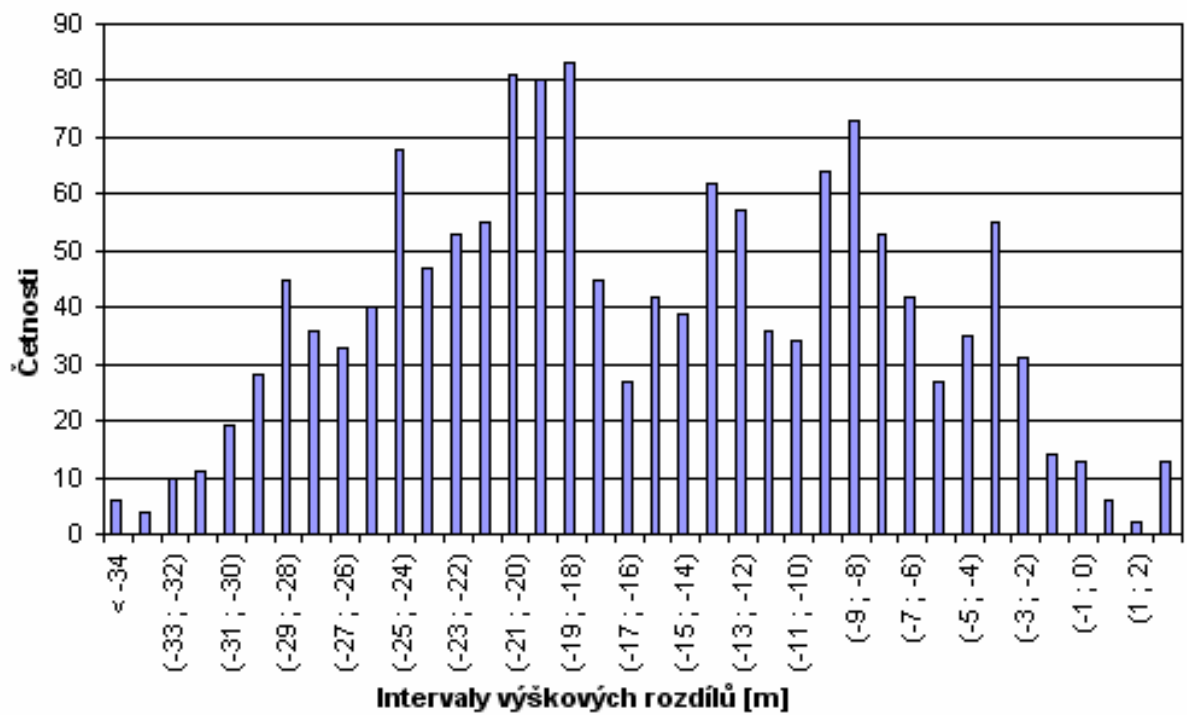
Hodnocená data každého úseku pocházela z více naměřených souborů. Každému z nich odpovídá jiný výškový profil DMT, a tak nemohly být spojeny do jednoho staničení. U tohoto hodnocení proto není možné vytvářet grafy naměřených výšek a převýšení a uvedeny jsou pouze grafy četností výškových odchylek. Z důvodu nízké přesnosti neproběhlo hodnocení pomocí fotogrammetrického DMT (viz kapitola 4.2.2).





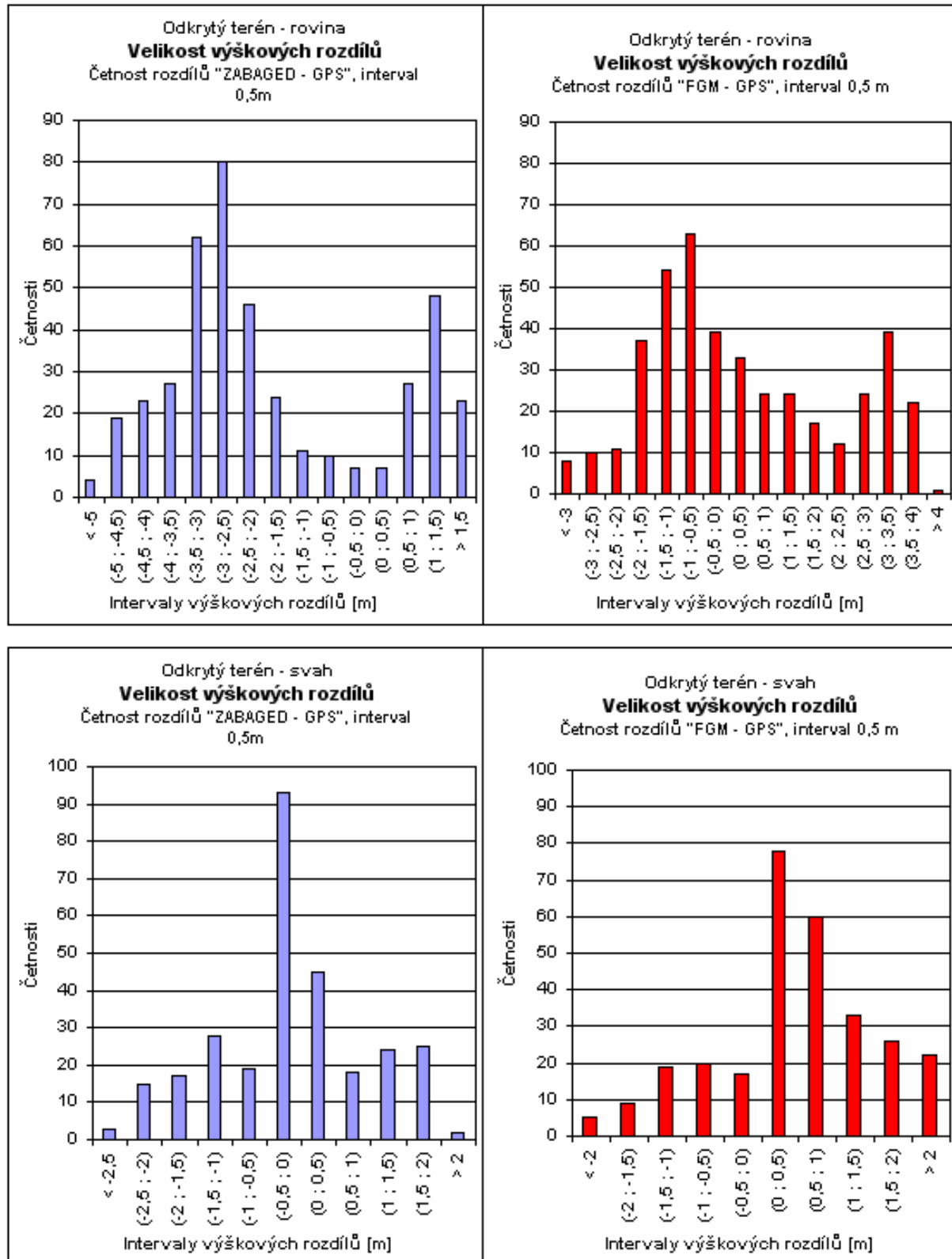
Košutka - Krkravec
Velikost výškových rozdílů

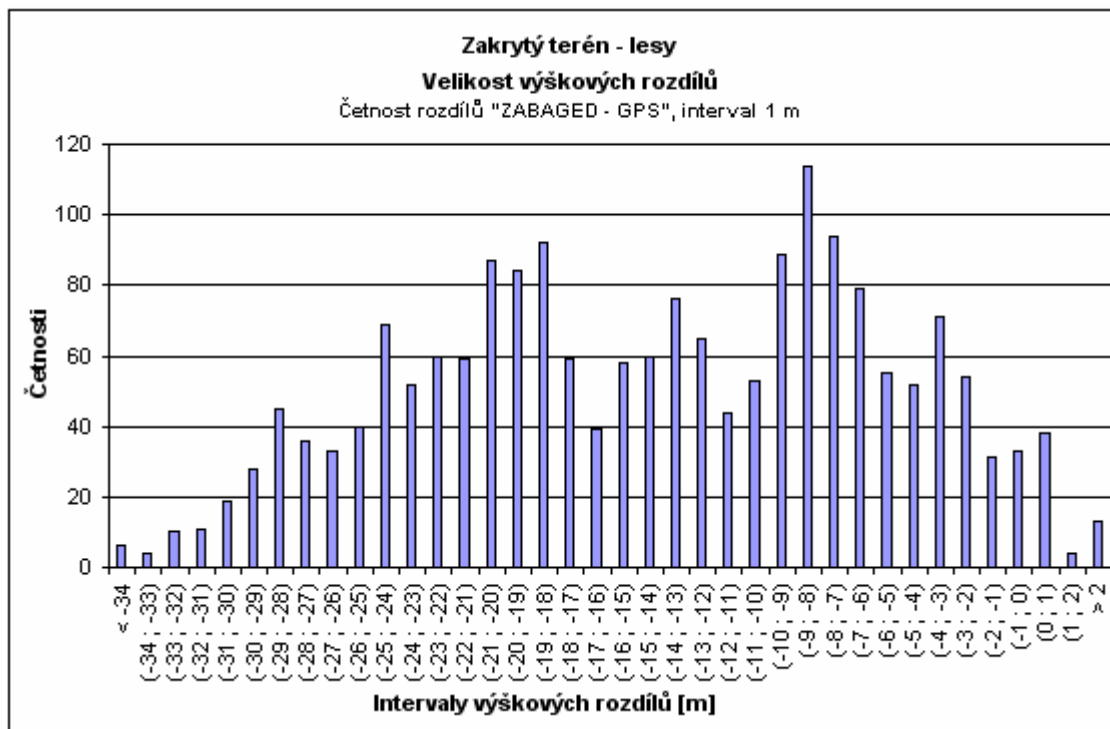
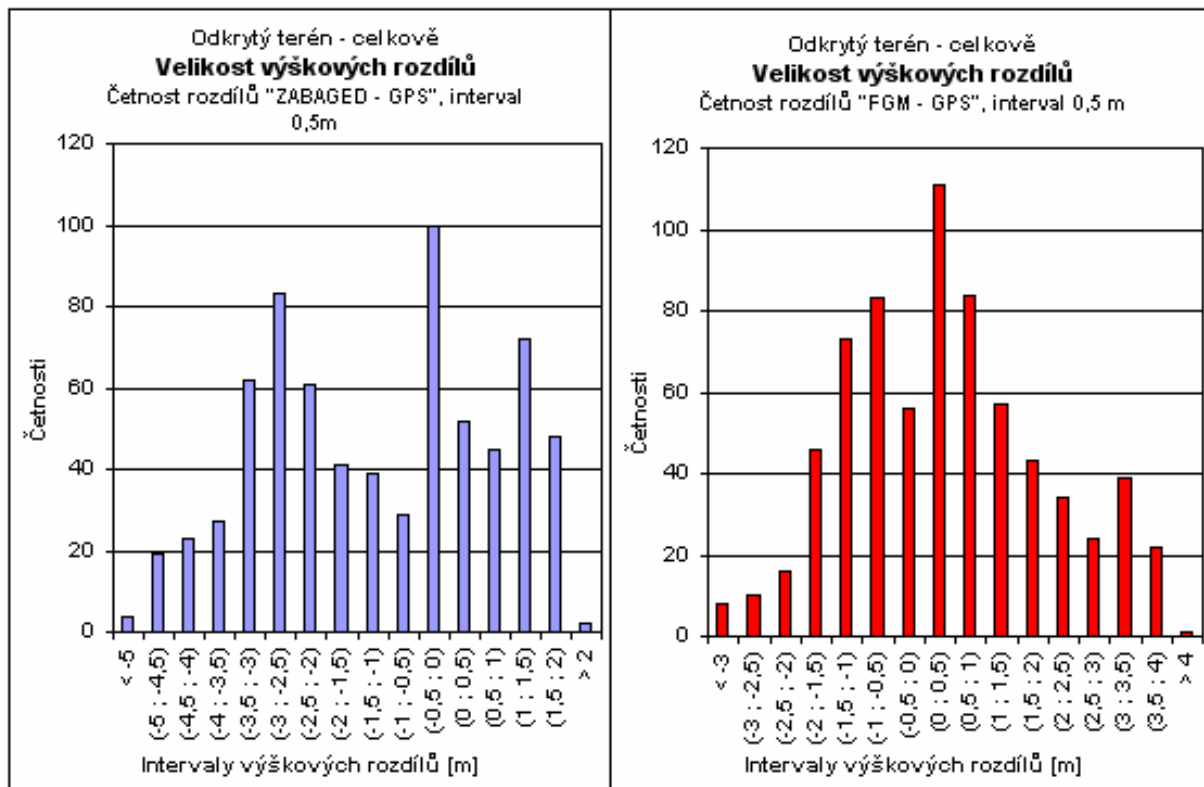
Četnost rozdílů "ZABAGED - GPS" v intervalu 1 m

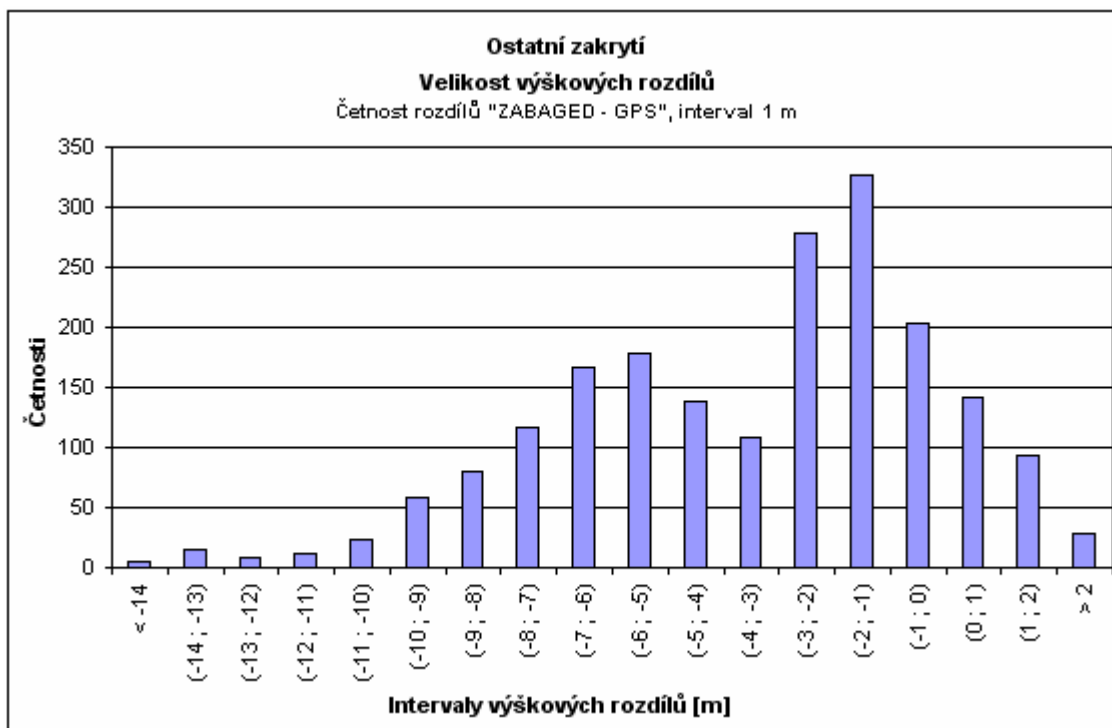
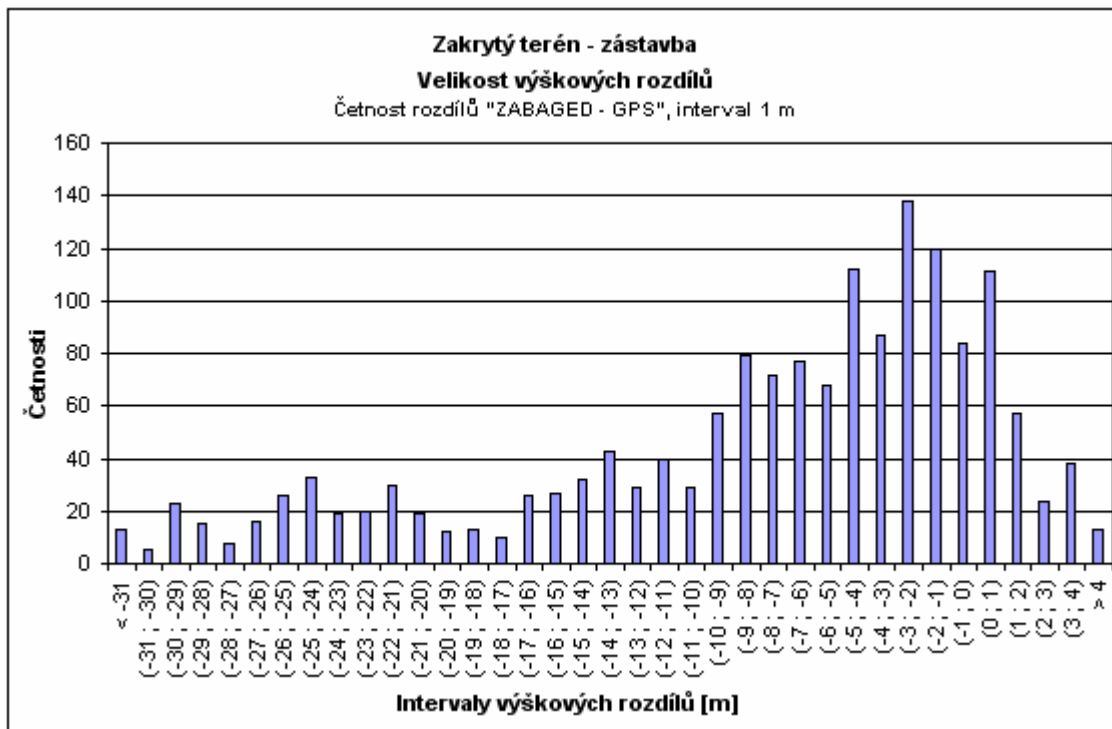


D.4 Hodnocení absolutní přesnosti dle úrovně zakrytí oblohy

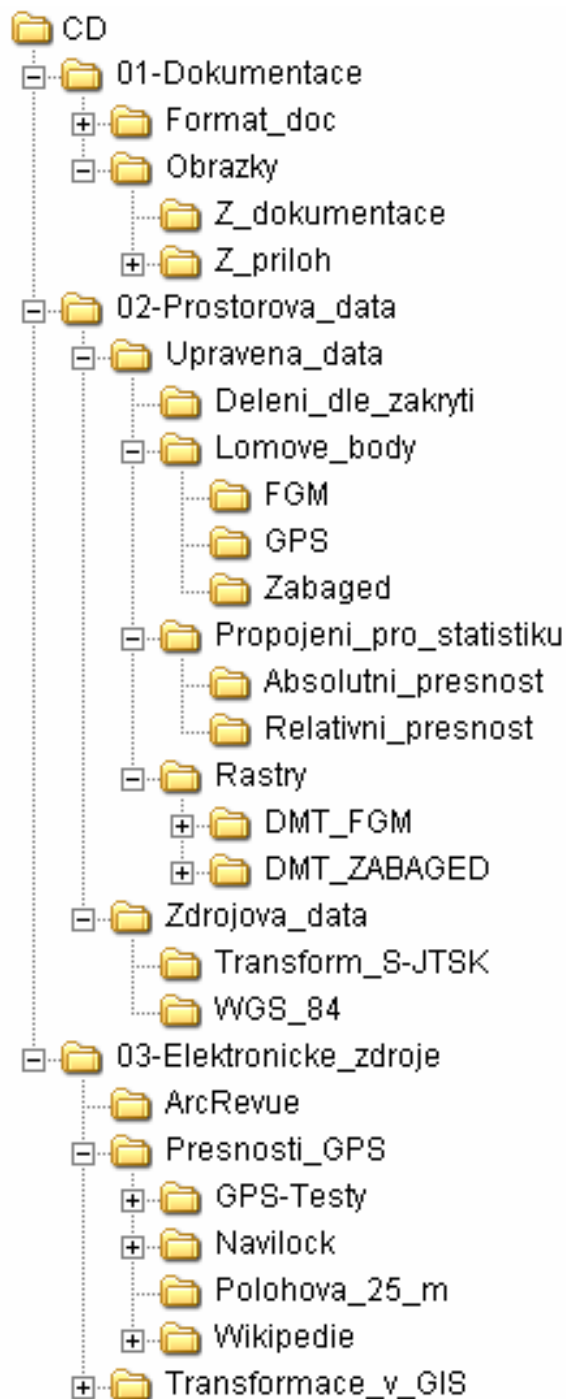
Stejně jako v předešlém případě není možné pro toto hodnocení generovat přehledné grafy výšek a výškových rozdílů. Pro hodnocení absolutní výškové přesnosti navigační GPS na otevřených úsecích byl použit i fotogrammetrický DMT. Pro porovnání jsou u této kategorie úrovně zakrytí oblohy uvedeny grafy četností výškových odchylek od obou digitálních modelů terénu.







E. Obsah elektronických příloh bakalářské práce



01-Dokumentace:

- Text bakalářské práce a jejích příloh ve formátech *.pdf a *.doc
- Všechny obrázky užití v textu práce a příloh

02-Prostorova_data:

- obsahuje důležitá prostorová data vytvořená v průběhu zpracovávání bakalářské práce

03-Elektronicke_zdroje:

- obsahuje texty z internetových zdrojů, na něž je v průběhu práce odkazováno