

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Katedra pozemkových úprav

Obor Pozemkové úpravy a převody nemovitostí



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Testování a možnosti využití elektronického nivelačního
přístroje DiNi 22**

Autor diplomové práce:

Tomáš Severa

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Magdalena Maršíková

2007

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta
Katedra pozemkových úprav
Akademický rok: 2004/2005

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Tomáš SEVERA
Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí
Název tématu: Testování a možnosti využití elektronického nivelačního přístroje DiNi 22

Zásady pro vypracování:

Praktické seznámení s DiNi 22.
Rekognostace a doplnění nivelačních bodů.
Měření převýšení za různých klimatických podmínek.
Ověření parametrů DiNi 22 a kódovaných latí.
Rozbor dosažených výsledků.

Rozsah práce: 40 stran
Rozsah příloh: dle potřeby
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Krumphanzl, J., Michalčák, O.: Inženýrská geodézie I., II.
Slaboch, V.: Elektronická nivelace, GaKo 36/78, č.8, 1990.
Švábenský, O., Vitulka, A.: Inženýrská geodézie, návody ke cvičením I., II.
Vykutíl, J.: Teorie chyb a vyrovnávací počet.
Související stávající technické normy a předpisy.
Firemní literatura.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Magdalena Maršíková
Katedra pozemkových úprav

Datum zadání diplomové práce: 18. února 2005
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2007


prof. Ing. Magdalena Hrabánková, CSc.
děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 18. února 2005

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění, uvedené literatury a pokynů vedoucího diplomové práce.

V Českých Budějovicích dne 23.4.2007

.....
Tomáš Severa

Upřímně děkuji vedoucí diplomové práce paní Ing. Magdaleně Maršíkové za trpělivost, odborné vedení, cenné připomínky a pomoc při zpracování této diplomové práce

Obsah

1	ÚVOD	8
2	VÝŠKOVÝ SYSTÉM ČR	9
2.1	ZÁKLADNÍ VÝŠKOVÉ BODOVÉ POLE (ZVBP)	9
2.2	PODROBNÉ VÝŠKOVÉ BODOVÉ POLE (PVBP)	11
2.3	STABILIZACE NIVELAČNÍCH BODŮ	11
3	GEOMETRICKÁ NIVELACE ZE STŘEDU	15
3.1	DRUHY (ZPŮSOBY) NIVELACE	15
3.1.1	<i>Přesná nivelace</i>	16
3.1.2	<i>Velmi přesná nivelace</i>	18
3.1.3	<i>Zvlášť přesná nivelace</i>	18
4	MĚŘICKÉ CHYBY A VNĚJŠÍ VLIVY PŘI PŘESNÉ A VELMI PŘESNÉ NIVELACI	19
4.1	NÁHODNÉ CHYBY	19
4.1.1	<i>Chyba v zacílení na rysku latě</i>	19
4.1.2	<i>Chyba v urovnání nivelační libely</i>	20
4.1.3	<i>Vliv nestejně dlouhých záměr vzad a vpřed</i>	20
4.1.4	<i>Chyba v urovnání záměry kompenzátozem</i>	21
4.2	SYSTEMATICKÉ CHYBY A VNĚJŠÍ VLIVY	22
4.2.1	<i>Odklon latě od svislé polohy</i>	22
4.2.2	<i>Nepřesnost délky laťového metru</i>	23
4.2.3	<i>Změny výšky přístroje a latí během měření</i>	23
4.2.4	<i>Vliv refrakce. Chyba z nesymetrického lomu záměrných paprsků</i>	24
4.2.5	<i>Vliv Měsíce a Slunce</i>	26
4.2.6	<i>Vlnění zemské kůry</i>	27
4.2.7	<i>Změny výšek nivelačních značek</i>	27
4.2.8	<i>Vertikální pohyby zemské kůry</i>	27

5	DIGITÁLNÍ NIVELACE	29
5.1	HISTORIE DIGITÁLNÍ NIVELACE	29
5.2	POROVNÁNÍ DIGITÁLNÍCH NIVELAČNÍCH PŘÍSTROJŮ	30
6	TRIMBLE DiNi 22	31
6.1	PŘEDSTAVENÍ PŘÍSTROJE	31
6.2	PRINCIP ELEKTRONICKÉHO MĚŘENÍ	34
6.3	OVLÁDACÍ PANEL A PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ PŘÍSTROJE	35
	6.3.1 Ovládací panel přístroje	35
	6.3.2 Stavba menu přístroje	36
	6.3.3 Módy měření	38
	6.3.4 Programy měření	38
6.4	PŮSOBENÍ OKOLNÍCH VLIVŮ PŘI ELEKTRONICKÉ NIVELACI	39
7	TESTOVÁNÍ PŘÍSTROJE DiNi 22	40
7.1	POSTUP PRÁCE	41
7.2	VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ	44
	7.2.1 Posouzení přesnosti nivelace	44
	7.2.2 Výpočet středních chyb z rozdílů měření tam a zpět ...	45
	7.2.3 Porovnání naměřených hodnot s evidovaným stavem	46
7.3	VLIV VNĚJŠÍCH ATMOSFÉRICKÝCH PODMÍNEK NA ZMĚŘENÁ PŘEVÝŠENÍ	49
8	ZÁVĚR	55
9	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY	57

SEZNAM PŘÍLOH

1 Úvod

Požadavky na stále větší efektivitu práce ve všech oborech lidské činnosti vedou lidstvo ke snaze po neustálém zdokonalování postupů, metod, technologií, přístrojů. Nejinak je tomu i v oblasti měření země. Jedním ze způsobů, jak efektivitu práce zvýšit, je vyřešení automatického sběru a digitálního zpracování dat. Problém digitalizace nivelačních kompenzátorových přístrojů byl úspěšně dořešen na přelomu 80. a 90. let dvacátého století. Jako první byl na světový trh uveden elektronický nivelační přístroj firmy Leica *Wild NA 2000*. Po velkém prodejním úspěchu tohoto přístroje následoval *Wild NA 3000* a poté přístroje dalších výrobců.

Ve své práci se věnuji digitálnímu nivelačnímu přístroji *Trimble DiNi 22*, který navazuje na přístroj *DiNi 20*. Jedná se o přesný digitální kompenzátorový nivelační přístroj, který ve spojení s kódovými invarovými latěmi vyhovuje pro nivelační měření s přesností 0,7mm/km obousměrné nivelace. Ve spojení s běžnými kódovými latěmi, které jsem při měření používal já, vyhovuje pro nivelační měření s přesností 1,3mm/km obousměrné nivelace. Svou jednoduchou obsluhou a zabudovanou registrací dat je vhodný pro většinu nivelačních měření. Lze jej použít při určování nadmořských výšek ve výškovém bodovém poli (v pořadech III. a IV. řádu), při pracích z oblasti inženýrské geodézie, kde je nutné dosažení vyšší přesnosti (měření vertikálních posunů a deformací), nebo například na stavbách pro přesné vytyčování

Úkolem mé práce bylo otestovat, posoudit přesnost a možnosti využití nivelačního přístroje *DiNi 22*. Přesnost měření je vždy ovlivněna podmínkami, za kterých měříme. Atmosférické podmínky působí při měření na všechny geodetické přístroje, proto velká část mé diplomové práce je věnována ověření vlivu atmosférických podmínek na přesnost měření digitálního nivelačního přístroje *DiNi 22*. Za tímto účelem jsem za různých klimatických podmínek v období od září 2006 do února 2007 opakovaně měřil jednotlivá převýšení mezi body nivelačního pořadu IV. řádu *Mg 02 České Budějovice – Hluboká n. Vltavou*, který je součástí nivelační sítě IV. řádu.

2 Výškový systém ČR

Výškový systém ČR (obdobně je tomu v každém státě) je určen:

- 1) Výškovým bodovým polem (sítí) základním a podrobným
- 2) Střední hladinou použitého moře (nulový výškový bod)
- 3) Druhem použitých výšek (způsobem respektování tíhového pole)
- 4) Způsobem zpracování (vyrovnání)

Historické počátky budování výškového bodového pole sahají do 19. století, kdy byly naše země součástí Rakouska-Uherska. Z této doby pochází soubor měření *Vojenského zeměpisného ústavu ve Vídni (RUVZÚ)*, orientace na střední hladinu Jaderského moře (Molo Sartorio v Terstu) i základní nivelační bod Lišov.

Z hlediska kvalitativního hodnocení výškového bodového pole na našem území jsou významná dvě období: mezi roky 1918 – 1944 a období po roce 1945. V prvním období po vzniku ČSR bylo v roce 1920 zřízeno oddělení nivelační služby při ministerstvu veřejných prací. Od této doby se používal termín *Československá jednotná nivelační síť (ČSJNS)*. V roce 1944 obsahovala 40 000 bodů a v roce 1957 (po novém návrhu sítě z roku 1945) téměř 30 000 km nivelačních pořadů s více než 70 000 body.

Z dnešního hlediska je výškové pole (VBP) ČR členěno na:

1. *Základní výškové bodové pole (ZVBP)*
 - a. Základní nivelační body (ZNB) I - XII
 - b. Body České státní nivelační sítě I. až III. řádu (závazná zkratka ČSNS)
2. *Podrobné výškové bodové pole (PVBP)*
 - a. Body nivelační sítě IV. řádu
 - b. Plošné nivelační sítě (PNS)
 - c. Stabilizované body technických nivelací

2.1 Základní výškové bodové pole (ZVBP)

Součástí ZVBP jsou:

Základní nivelační body (ZNB), které jsou vhodně rozmístěny po celém území ČR. Z celkového počtu dvanácti bodů je historicky významný základní výchozí bod pro Českou republiku I Lišov, který se nachází asi 10 km sv. od Českých Budějovic. Výšky všech ZNB byly určeny a pravidelně se ověřují pomocí velmi přesné nivelace (VPN).

ČSNS I. řádu, která je tvořena nivelačními pořady I. řádu seskupenými do nivelačních polygonů. Jejich délka je 300-400km, vytvářejí uzavřené obrazce a ohraničují tzv. *nivelační oblasti I. řádu*. Tyto oblasti se označují od západu k východu a po vrstvách od severu k jihu velkými písmeny *A, B až P*. V pohraničí jsou nivelační oblasti na území ČR neuzavřené. Byly postupně napojovány na nivelační síť sousedních států. Značí se od ašského výběžku Z_1 až Z_{10} na severu ČR a Z_{11} až Z_{17} na jihu ČR. Symboly Z_{18} a Z_{19} značí uzavřené oblasti *SA, SB* v bývalém Československu, nyní pohraniční oblasti se Slovenskem. Jednotlivé nivelační pořady se potom označují dvojicí velkých písmen těch oblastí I. řádu, které od sebe oddělují a názvy míst, kde pořad začíná a končí, např. *NO Jihlava – Jemnice*.

ČSNS II. řádu, která vznikla vložením nivelačních pořadů II. řádu do jednotlivých polygonů I. řádu. Tyto pořady tvoří společně s částmi pořadů I. řádu opět uzavřené polygony s obvodem kolem 100km a ohraničují oblasti II. řádu. Oblasti jsou označovány dvěma písmeny, velkým písmenem oblasti I. řádu a malými písmeny *a, b, c,...* opět po vrstvách od západu k východu a od severu k jihu, např. *Na, Nb* apod. Jednotlivé nivelační pořady se potom označují velkým písmenem oblasti I. řádu, dvěma malými písmeny oblastí II. řádu mezi kterými pořad leží a názvy míst počátku a konce pořadu, např. *Nab Pelhřimov – Jindřichův Hradec*.

ČSNS III. Řádu, která je tvořena nivelačními pořady III. řádu, kterými je dále zhuštěna síť I. a II. řádu. Označují se velkým písmenem oblasti I. řádu, malým písmenem oblasti II. řádu, pořadovým číslem a názvem míst začátku a konce pořadu, např. *Na 4 Mlýny – Soběslav*.

Obr. 2.1 Mapa ČSNS, jižní Čechy



2.2 Podrobné výškové bodové pole (PVBP)

PVBP obsahuje:

Nivelační síť IV. řádu tvořenou nivelačními pořady IV. řádu, které se označují velkým písmenem oblasti I. řádu, malým písmenem oblasti II. řádu, dále 0 s pořadovým číslem a názvy míst začátku a konce pořadu, např. *Na 01 Sezimovo Ústí – Chýnov*.

Plošné nivelační sítě (PNS), které se budují podle potřeby zpravidla pro území města a označují se pořadovým číslem a názvem města, např. *34 (PNS Praha)*.

Stabilizované body technických nivelací, což jsou výškové geodetické body, jejichž výška byla určena technickou nivelací se stanovenou přesností.

Poněkud mimo toto rozdělení stojí *Výškové indikační body (VIB)*, které se stabilizují v geologicky významných lokalitách, kde vytvářejí *výšková indikační pole* pro sledování vertikálních pohybů zemské kůry. Výšky těchto bodů se určují periodicky pomocí zvlášť přesné nivelace (ZPN).

ČSNS je vybudována velmi kvalitně. Například síť I. řádu má přesnost charakterizovanou střední kilometrovou chybou $m_0=0,88mm$. Nadmořské výšky se udávají ve výškovém systému baltském po vyrovnání (*Bpv*), normální (Moloděnského) výšky, vztažené k nule kronšadtského vodočtu, respektující střední hladinu Baltského moře.

Základní nivelační body a sítě I. a II. řádu jsou určeny metodou velmi přesné nivelace (VPN), sítě III. řádu, IV. řádu a PNS pomocí přené nivelace (PN). Ostatní body PVBP, pokud není uvedeno jinak, se měří pomocí technické nivelace (TN) podle "*Směrnice pro technickou nivelaci*", popřípadě jinými metodami odpovídající přesnosti, například trigonometricky.

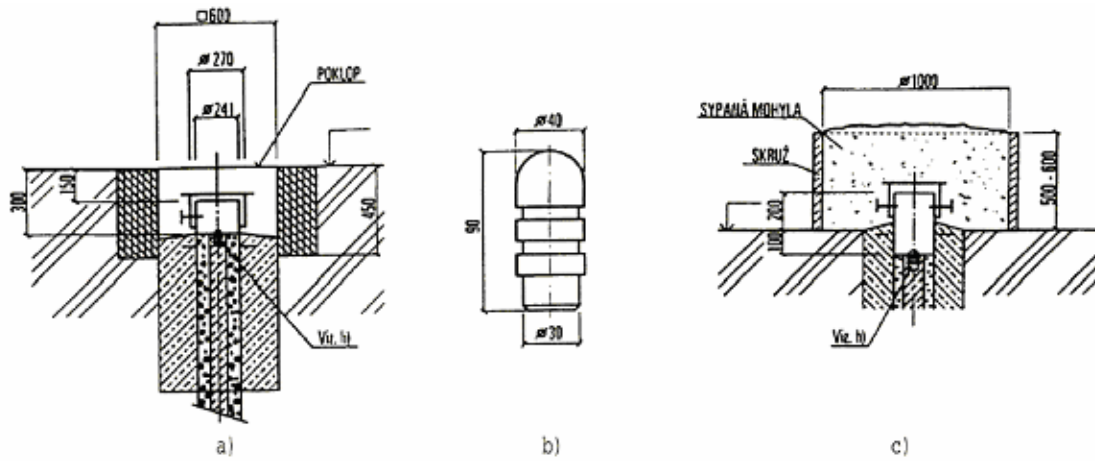
2.3 Stabilizace nivelačních bodů

Technické požadavky na body jsou dány vyhláškou č. 31/1995, kde jsou popsány způsoby stabilizace, požadovaná přesnost a obsah nivelačních údajů o bodech. V současné době je možné v souladu s touto vyhláškou stabilizovat bod výškového pole jedním z následujících šesti způsobů:

- a) skalní značkou, kterou je vodorovná vyhlazená ploška nebo vodorovná ploška s kulovým vrchlíkem uprostřed,
- b) hřebovou značkou, která se osazuje shora do vodorovné plochy skal, balvanů, vybraných staveb nebo do horní plochy nivelačního kamene,

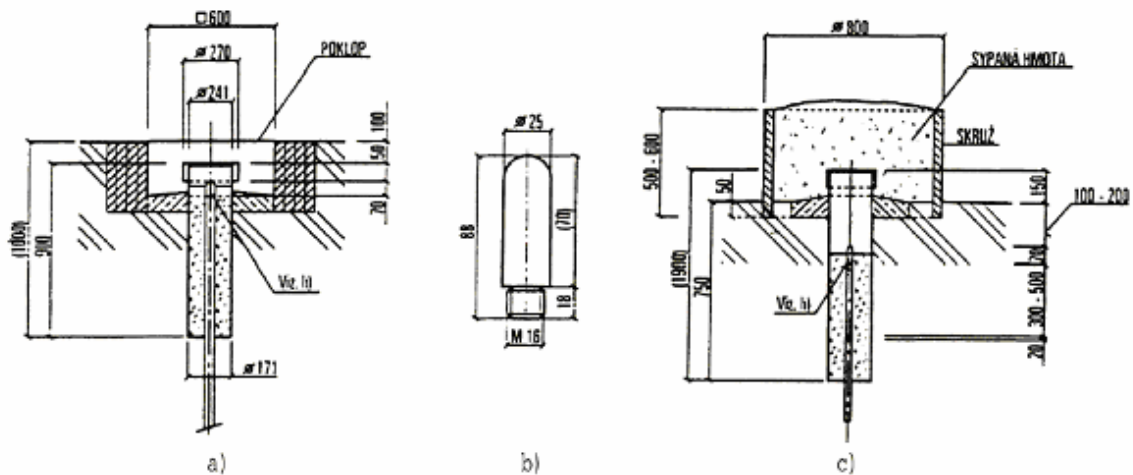
- c) hřebovou značkou, která je osazena shora do vodorovné plochy nebo ze strany do svislé plochy skal a vybraných staveb,
- d) hřebovou značkou (obr. 2.2b) pro hloubkové stabilizace (obr. 2.2a nebo 2.2c),

Obr. 2.2



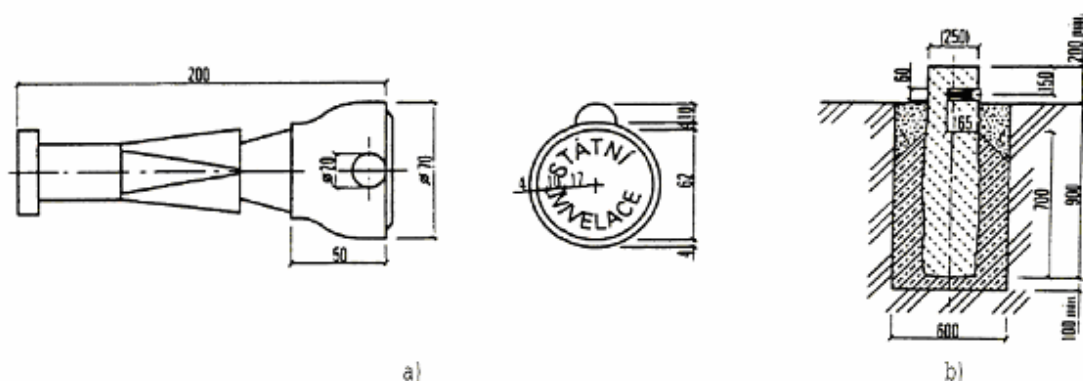
- e) hřebovou značkou (obr. 2.3b) pro tyčové stabilizace (obr. 2.3a nebo 2.3c),

Obr. 2.3



- f) čepovou značkou (obr. 2.4a) s označením „Státní nivelace“ pro nivelační body ZVBP nebo bez označení pro nivelační body PVBP, která se osazuje do stěn vybraných staveb, ze strany líce nivelačního kamene (obr. 2.4b) nebo do svislých ploch skal,

Obr. 2.4



Skalní značka (vyhlazená vodorovná ploška 0,15m x 0,15m) je volena pro základní nivelační body a je chráněna pomníkem. Je také zabezpečena dvěma až čtyřmi zajišťovacími značkami, které jsou obezděny a zakryty.

Čepové a hřebové značky mají antikoroziní nátěr. Tam, kde se nenacházejí vhodné objekty, do kterých by mohly být značky osazeny (např. v polní trati), osazují se nivelační značky do nivelačních kamenů. Nivelační čepová značka se umísťuje do kamene ze strany 0,15m od horní plochy kamene. Některé nivelační kameny mají zapuštěnou hřebovou značku ve středu horní plochy kamene. Nivelační kameny jsou představovány hrubě opracovanými žulovými kvádry délky asi 0,8m, které jsou pod zemí obetonovány a spočívají na vodorovné betonové desce. Rozměry čepové značky, její umístění v nivelačním kamenu a rozměry nivelačního kamene jsou uvedeny na obr. 2.4.

Speciální druhy stabilizací, jako je podzemní hloubková a tyčová stabilizace, se používají u důležitých výškových bodů, je-li skalní podklad hlouběji než 2m. Hloubkové stabilizace (obr. 2.2) se zakládají pomocí vrtné soupravy v místech, kde pevný podklad je až v hloubce několika metrů. Jsou hluboké průměrně 10m. Stabilizace je tvořena železobetonovou válcovou konstrukcí s hřebovou značkou umístěnou shora uprostřed válce a je chráněna krytem. Podobně u tyčových stabilizací (obr. 2.3) se tyče zarážejí do hloubky několika metrů, průměrně 5 – 6m. Hřebová značka je opět umístěná shora a je chráněna krytem a sypaným materiálem v betonové skruži.

U všech nivelačních značek se vztahuje výška k vodorovné tečné rovině přiložené shora ke kulovým vrchlíkům na hlavě značky nebo k zaoblené kulové popřípadě čočkové hlavě značky. Při nivelačních měřeních je tato vodorovná rovina totožná se spodní plochou kovové patky nivelační sítě.

K ochraně a vyhledávání nivelační značky nebo kamene slouží řada opatření. Vedle již uvedených pomníků pro základní nivelační body a zakrytí jejich zajišťovacích značek

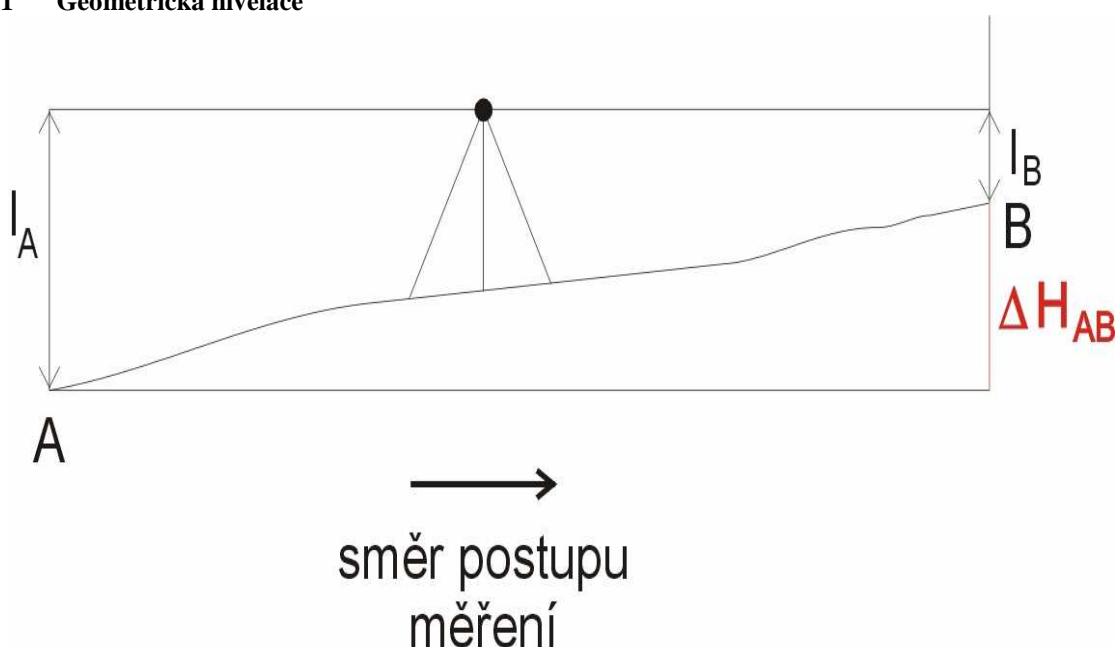
se často umísťuje nad nivelační značkou na stěnách staveb a skal ochaný štítek s nápisem „Státní nivelace – poškození se trestá“. Značky osazované shora do skály se zakrývají poklopem s obezděním. K jejich snadnějšímu nalezení se na vhodném místě poblíž značky umísťuje vyhledávací tyč, popřípadě křížek vytesaný do skály. K povrchovému nivelačnímu kameni se osazuje ochranná tyč se štítkem, opatřená stejným upozorněním jako u značek v budovách a skalách. K ochraně podzemních značek (hloubkových a tyčových stabilizací a podzemních nivelačních kamenů) často slouží betonové skruže o průměru 0,8m nebo 1,0m. Značky jsou chráněny nejen ochrannými poklopy, ale i sypaným materiálem uvnitř skruže. Na skružích bývá nápis „Státní nivelace“.

3 Geometrická nivelace ze středu

Metoda geometrické nivelace ze středu je nejpoužívanější z nivelačních metod. Při dodržení pracovních postupů se při této metodě eliminuje či zmírňuje řada nivelačních chyb. Jedná se o poměrně jednoduchou metodu. Postup je následující: na bodech, mezi kterými je určováno převýšení, jsou postaveny nivelační latě. Nivelační přístroj se staví doprostřed mezi body A a B. Záměrná přímka urovnaného nivelačního přístroje vytne na latích laťové úseky $l_A = z$ (čtení vzad) a $l_B = p$ (čtení vpřed). Převýšení mezi body A a B se určí ze vztahu

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = l_A - l_B = z - p \quad (3.1)$$

Obr. 3.1 Geometrická nivelace



Výškové rozdíly lze měřit s přesností, kterou nelze dosáhnout žádnou jinou metodou. Výhoda tohoto druhu měření spočívá také v tom, že se při něm eliminuje vliv zakřivení povrchu zemského. Vodorovné záměry vytyčené nivelačním přístrojem se těsně přimykají myšleným hladinovým plochám, neboť vzdálenosti lať od přístroje jsou poměrně velmi krátké (4 až 60m).

3.1 Druhy (způsoby) nivelace

Na přesnost měření výškových rozdílů jsou kladeny různé nároky podle druhu geodetických prací. Podle přesnosti se nivelace dělí do čtyř základních skupin. Dále jsou uvedeny v pořadí, odpovídajícím zvyšujícím se nárokům na přesnost.

- a) technická nivelace (TN),
- b) přesná nivelace (PN),
- c) velmi přesná nivelace (VPN),
- d) zvlášť přesná nivelace (ZPN).

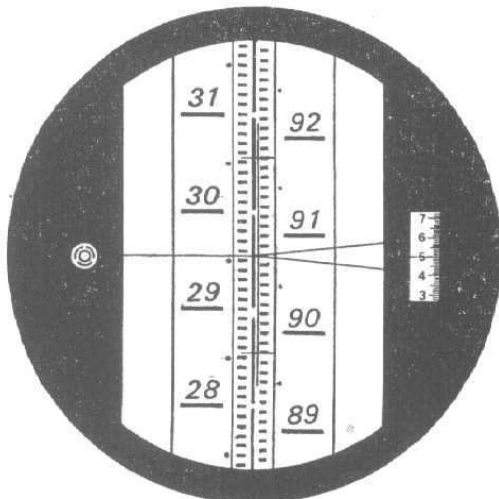
Dále bude popsána především přesná nivelace, kterou bylo s přístrojem *DiNi 22* měřeno při jeho testování a ověřování možností jeho využití. Také budou uvedeny odlišnosti velmi přesné a zvlášť přesné nivelace.

3.1.1 Přesná nivelace

Používá se při určování nadmořských výšek ve výškovém bodovém poli, hlavně v pořadech III. a IV. řádu a v PNS, ale i při speciálních pracích vyšší přesnosti z oblasti inženýrské geodézie. Technologii měření stanovuje “*Nivelační instrukce pro práce v ČSJNS*“. Rozlišuje se přesná nivelace pro měření nivelačních pořadů IV. řádu a PNS spadajících do PVBP a pro měření nivelačních pořadů III. řádu spadajících do ZVBP.

Nivelační soupravu tvoří nivelační přístroj s minimálně 24 násobným zvětšením, nivelační libelou o citlivosti alespoň $20,6''/2\text{mm}$ (koincidenční libela $41''/2\text{ mm}$) nebo kompenzátorem odpovídající přesnosti. Přístroj musí mít optický mikrometr a chrání se při měření slunečníkem. Stativy se používají pevné, nivelační podložky těžké litinové. Nivelační latě se vyžadují celistvé z jednoho kusu vybavené krabicovou libelou, pro měření nivelačních pořadů III. řádu musí mít latě invarovou stupnici a opěrky pro samostatné postavení. Latě mají dvě stupnice, které jsou navzájem posunuty o laťovou konstantu.

Obr. 3.2 Čtení na invarové latě a na bubínku optického mikrometru



Postup měření je následující: označíme-li zadní lat' písmenem z , přední p , indexem 1 a 2 základní a vedlejší stupnici na lati, probíhal postup měření vždy takto: na lichých stanoviskách se měří v pořadí z_1, p_1, p_2, z_2 , na sudých v pořadí p_1, z_1, z_2, p_2 . Každý pořad se niveluje dvakrát (tam a zpět) alespoň v jinou denní dobu. Při použití dvou latí musí být sudý počet nivelačních sestav. Záměry se rozměřují pásmem s přesností na 1dm. Délky záměr jsou maximálně 50m, výška záměry nad terénem je minimálně 50cm (ve svažitém terénu u záměr kratších než 20m minimálně 25cm). Při použití dvoustupnicových latí nesmí rozdíl od konstanty přesáhnout 1mm u záměry a 1,5mm v sestavě. Připojovací a kontrolní měření se provádí na dva nejbližší body. Komparace latí, při které se určí průměrná délka lat'ového metru, se provádí ve zkušebně či na nivelační základně. Při měření nivelačních pořadů III. řádu mají záměry délku maximálně 40m a výška záměry nad terénem je minimálně 80cm (v případě kratších záměr ve svažitém terénu 40cm). U dvoustupnicových latí nesmí rozdíl od konstanty překročit u záměry 0,1mm a v sestavě 0,2mm. Připojovací a kontrolní měření se provádí na dva dané body, které musí být vzdáleny minimálně 1km. Komparace latí se provádí s využitím polního etalonu přímo v poli.

Kritériem přesnosti je mezní odchylka mezi nivelovaným převýšením tam a zpět. Ta se určí ze vzorce

$${}^1\Delta_{\max_{mm}} = 5 \cdot \sqrt{R} \quad (3.2)$$

při měření nivelačních pořadů III. řádu

$${}^1\Delta_{\max_{mm}} = 3 \cdot \sqrt{R} \quad (3.3)$$

kde R je délka nivelačního oddílu v kilometrech.

Pro nivelační úsek se používá pro výpočet mezní odchylky vzorec

$${}^2\Delta_{\max_{mm}} = 5 \cdot \sqrt[3]{L^2} \quad (3.4)$$

při měření nivelačních pořadů III. řádu

$${}^2\Delta_{\max_{mm}} = 3 \cdot \sqrt[3]{L^2} \quad (3.5)$$

kde L je délka nivelačního úseku v kilometrech.

Pro ověřovací měření mezi dvěma výškově známými body se k uvedeným hodnotám připočítávají 2mm.

3.2.2 Velmi přesná nivelace

Velmi přesná nivelace se používá k měření v základním výškovém bodovém poli ZVBP, převážně v I. a II. řádu. Technologii měření opět stanovuje “*Nivelační instrukce pro práce v ČSJS*“. Při VPN se dlouhá léta používaly pouze libelové nivelační přístroje. Doporučováno bylo zvětšení dalekohledu 30 až 40x, citlivost libely 10,3” až 4,1” na 2mm a samozřejmě byl mikrometr s planparalelní destičkou. Dnes se používá převážně kompenzátorových přístrojů. Z neznámějších se jedná o NI 007 firmy Zeiss Jena (i ten byl původně konstruován jen pro přesnou nivelaci).

Latě musí být neskládací, se dvěma navzájem posunutými stupnicemi na invarovém pásu. K urovnání do svislé polohy musí mít správně rektifikovanou krabicovou libelu o citlivost 2’ - 4’ na 2mm. Pro udržení v této poloze se musí použít opěrných zařízení. Musí se provádět komparace latí a to jak v laboratoři tak i přímo v terénu.

Kritéria pro posouzení přesnosti velmi přesné nivelace jsou tato:

Rozdíl mezi převýšením tam a zpět nesmí překročit hodnotu

$${}^1\Delta_{\max_{mm}} = 1,5 \cdot \sqrt{R} \quad (3.6)$$

Dalším kritériem je tzv. střední kilometrová chyba, kterou vypočteme ze vzorce

$$m_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{\rho^2}{R} \right]} \quad (3.7)$$

kde ρ rozdíl převýšení naměřených tam a zpět v mm,

n..... počet nivelačních oddílů,

R délka nivelačního oddílu v km.

3.1.3 Zvlášť přesná nivelace ZPN

Používá se při výškovém určení výškových indikačních bodů (VIB), dále pak při vysoce přesných měřeních v inženýrské geodézii (měření posunů a deformací), při měření pohybů zemské kůry a podobně.

4 Měřické chyby a vnější vlivy při přesné a velmi přesné nivelaci

V každém měření, což se týká i přesné nivelace, se vyskytují chyby náhodné a systematické a musíme též brát v úvahu vlivy okolního prostředí. Znalost příčin těchto chyb a způsobů jejich eliminace nebo snížení umožní vytvořit vhodné metody měření, které zajistí potřebnou přesnost při minimálních nárocích na čas a náklady.

Jestliže označíme μ střední chybu náhodnou a c průměrnou chybu systematickou pro jedno postavení přístroje, bude celková střední chyba m v naměřeném převýšení

$$m = \sqrt{n\mu^2 + n^2c^2} \quad (4.1)$$

kde n je počet sestav. Vliv náhodných chyb roste s odmocninou a vliv systematických chyb roste úměrně počtu postavení přístroje.

U moderních nivelačních přístrojů je vliv náhodných měřických chyb výrazně menší, v důsledku výkonnějších dalekohledů, přesnějších libel a přesnějšího způsobu jejich urovnání, v urovnání záměrné přímky kompenzátořem a v dokonalejších stupnicích na latích. Přesnost výsledků nivelace je v největší míře závislá na tom, v jaké míře se podaří eliminovat systematické chyby a omezit vliv prostředí.

V řadě případů nelze určitou chybu jednoznačně posuzovat jako náhodnou nebo systematickou, protože náhodná chyba může vlivem podmínek působit někdy jako systematická. Chyba systematická může náhodně změnit znaménko i velikost.

V dalším nebudeme uvažovat omyly a hrubé chyby, které vznikají chybným čtením, neurovnáním nivelační libely, nefunkčním kompenzátořem atd., které musí být při měření vyloučeny. Budeme předpokládat, že přístroj byl před měřením přezkoušen, rektifikován a při měření správně zaostřen dalekohled.

4.1 Náhodné chyby

4.1.1 Chyba v zacílení na rysku latě

Tato chyba je závislá na mnoha okolnostech, jako jsou optické vlastnosti dalekohledu, atmosférické podmínky, osvětlení, zkušenosti měřiče a na délka záměry. K zvýšení přesnosti v zacílení mají nivelační přístroje pro přesnou nivelaci výkonné dalekohledy (velkou světelnost a velké zvětšení). Chyba v zacílení na rysku roste

s odmocninou z délky záměry asi do 40m, potom rychleji. Při práci s elektronickým nivelačním přístrojem, který registruje celý úsek lati v zorném poli přístroje, se tato chyba eliminuje.

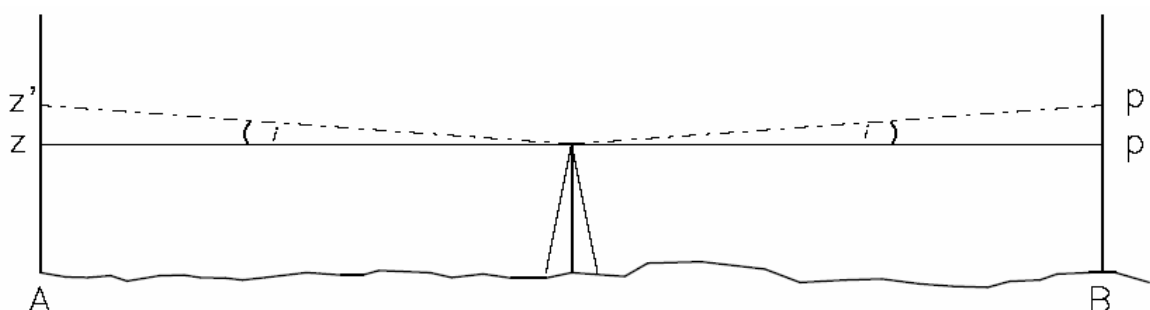
4.1.2 Chyba v urovnání nivelační libely

Kdybychom vyloučili působení vlivů ovlivňujících měření, měla by tato chyba čistě náhodný charakter a vyloučila by se při stejně dlouhých záměrách. Vlivem osvitů přístroje slunečním světlem se mění teplota přístroje. Úhel i mezi záměrnou přímkou a osou libely se proto mění a při nevhodné volbě postupu měření se tyto změny mohou projevit jako systematická chyba v konečném výsledku. Před začátkem každého měření musíme po dostatečnou dobu přístroj nechat temperovat, aby se teplota přístroje vyrovnala teplotě okolního vzduchu. Před přímým ozářením sluncem musíme přístroj chránit slunečníkem.

4.1.3 Vliv nesterajně dlouhých záměr vzad a vpřed

Není-li přístroj postaven uprostřed mezi latěmi, mají chyby z neurovnané libely, ze zakřivení Země a z refrakce různou hodnotu pro záměry vzad a vpřed, a proto se ve výsledku neeliminují. Rozdíly v délkách záměr nemají překročit 0,5 až 1m.

Obr. 4.1

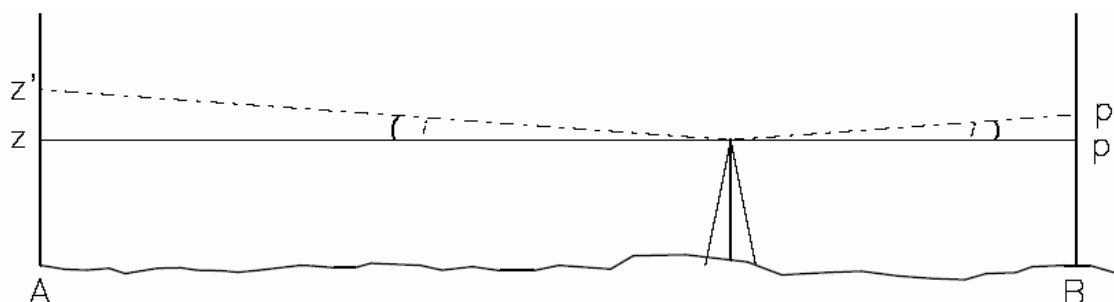


Na obrázku 4.1 je přístroj postaven uprostřed mezi latěmi, záměra vzad a vpřed je tedy stejně dlouhá. Potom $\Delta_z(z'-z) = \Delta_p(p'-p)$ a tedy převýšení

$$h_{AB} = z - p = z' - \Delta_z - (p' - \Delta_p) = z' - p' \quad (4.2)$$

I v případě, že záměrná přímka není vodorovná, získáme správné převýšení h_{AB} , chyby se navzájem eliminují.

Obr. 4.2

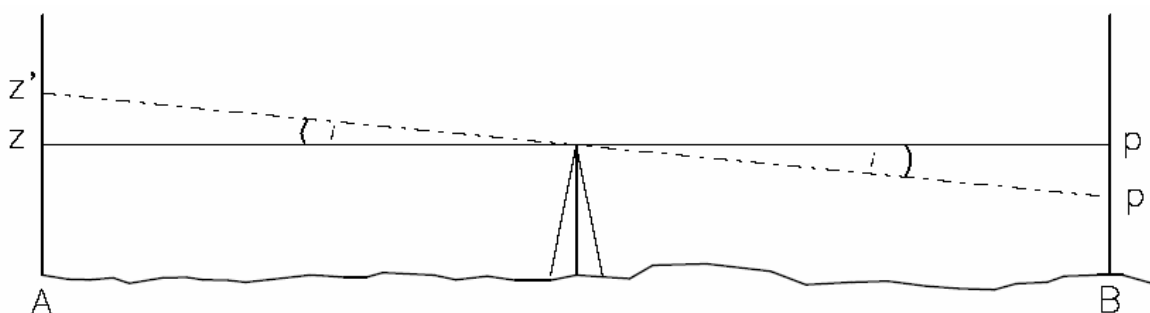


Pokud přístroj není postaven uprostřed mezi latěmi (obr. 4.2), délka záměr vzad a vpřed je odlišná, potom $\Delta_z(z'-z) \neq \Delta_p(p'-p)$, chyby se navzájem neeliminují, dostáváme chybné převýšení $h'_{AB} = z'-p' \neq z-p$.

4.1.4 Chyba v urovnání záměry kompenzátozem

Tato chyba kompenzátorových nivelačních přístrojů se nazývá tzv. "šikmý horizont". Šikmý horizont je způsoben tím, že kompenzátor urovná záměrnou přímku jen s určitou (nedostačující) přesností. Šikmý horizont je způsoben těmito příčinami: chyba v rektifikaci kruhové libely a její nepřesné urovnání, nepřesná justáž kompenzátoru, nerovnoběžnost roviny kývání kompenzátoru a svislé záměrné roviny, chyba z náklonu (není-li svislá záměrná rovina totožná se svislou rovinou).

Obr. 4.3 Šikmý horizont



Šikmý horizont se projevuje jako chyba systematická, která se v rozdílu převýšení vzad a vpřed nevyklučuje, ale sčítá. Nelze ji tedy eliminovat stejně dlouhými záměry vzad a vpřed. Změny teploty vyvolají i u přístrojů s kompenzátozem změnu sklonu záměrné přímky. Vliv pomalých teplotních změn je zanedbatelný. Rychlé teplotní změny mohou znehodnotit výsledky měření, proto je nutné chránit přístroj při měření slunečníkem a měření zbytečně neprotahovat.

4.2 Systematické chyby a vnější vlivy

4.2.1 Odklon latě od svislé polohy

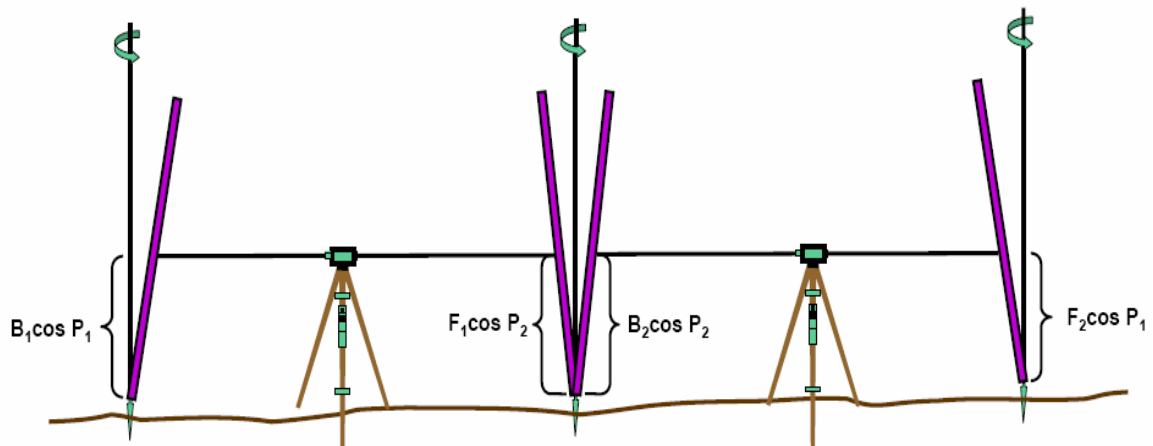
Lať se urovnává do svislé polohy pomocí krabicové libely. Pokud tato libela není rektifikována, odklání se lať od svislice. Stejný případ nastane při nedbalém urovnání podle rektifikované libely. Hodnoty čtení, které bychom přečetli na nesvisle postavené lati jsou vždy větší než ty, které budou na přesně svisle postavené lati. Vliv nesvisle postavené latě na měření je zobrazen na obrázcích 4.4 a 4.5 kde:

B.....čtení vzad

F..... čtení vpřed,

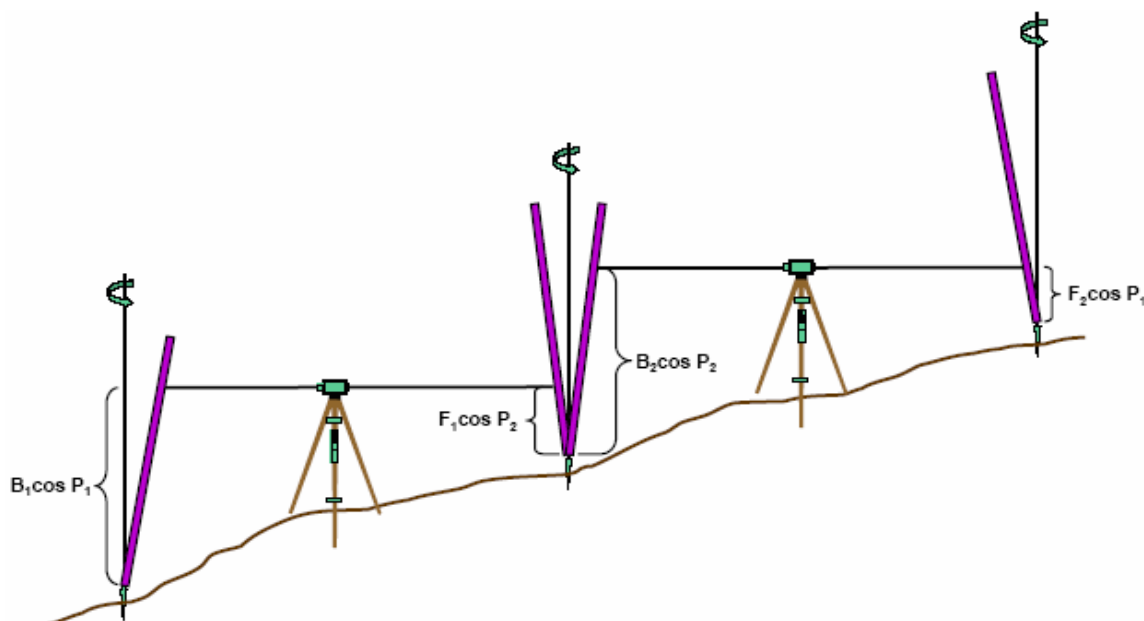
P..... odklon latě od svislice

Obr. 4.4



Z obrázku 4.4 je patrné, že v rovinném terénu se tato chyba příliš neprojeví, neboť $F_1 \cos P_2 \approx B_2 \cos P_2$. Chyba z nesvisle postavené patě se projeví zejména při větších převýšeních, viz. obrázek 4.5.

Obr. 4.5



4.2.2 Nepřesnost délky laťového metru

Průměrná délka laťového metru se určuje při komparaci latí s přesností asi $\pm 0,01$ mm. Tato délka se však mění s časem, teplotou a vlhkostí vzduchu, po otřesech při dopravě atd. Délka laťového metru v okamžiku měření je proto poněkud odlišná od délky určené při komparaci, se kterou počítáme. Tato systematická chyba se zvláště projeví v hornatém terénu, kde jsou větší převýšení. Chyba může mít stejnou hodnotu i znaménko po několik dní za sebou. Zůstane-li stejná při měření tam i zpět, neprojeví se to ani v rozdílech nivelace ani v uzávěru polygonu. Svou plnou hodnotou zatíží však výsledek nivelace (průměr z měření tam i zpět).

4.2.3 Změny výšky přístroje a latí během měření

Nivelační přístroj postavený na stanovisku může s časem měnit svou výšku. Jsou-li například nohy stojanu zatlačeny do měkké půdy, dojde k poklesu stativu a přístroje v důsledku jejich hmotnosti. Naopak jsou-li nohy stativu zatlačeny do trávníku, vytlačují je kořeny trávy nahoru a horizont se zvyšuje. Nejen přístroj, ale i nivelační lať mohou s časem měnit svou výšku. Vlivem jejich hmotnosti nastává obvykle pokles podložky. Nebezpečný je pokles latě, která stojí na podložce delší dobu, při přenášení přístroje na další stanovisko. Při dvojí nivelaci za stejných podmínek se chyba v aritmetickém průměru

skoro celá eliminuje, projevuje se však v rozdílech obou výsledků svou dvojnásobnou hodnotou.

Z tohoto důvodu jsou nivelační pořady měřené metodou přesné či velmi přesné nivelace vedeny po zpevněných plochách, většinou po pozemních komunikacích s asfaltovým povrchem. Dříve byly některé pořady vedeny také po železnici. Pokles nebo zvednutí horizontu přístroje však nastává také při změnách teploty a vlhkosti vzduchu.

4.2.4 Vliv refrakce. Chyba z nesymetrického lomu záměrných paprsků

Prostředí, kterým prochází světelný paprsek při měření na zemském povrchu, není homogenní. Hustota vzduchu v různých výškách závisí na jeho teplotě, na změně teploty s výškou (na teplotním gradientu), na tlaku a vlhkosti vzduchu a na obsahu oxidu uhličitého. Při průchodu vzduchem se světelný paprsek plynule láme a vytváří spojitou křivku. Jde-li ve větších výškách nad terénem, zakřivuje se paprsek vyduť k zemskému povrchu. V tomto případě se jedná o terestrickou refrakci.

Pro nivelaci jsou rozhodující poměry v přízemních vrstvách (v mikroklimatu), neboť záměry probíhají ve výšce od několika decimetrů do 3 metrů nad terénem. V přízemních vrstvách je teplota a hustota vzduchu velmi proměnlivá s místem, denní a roční dobou a se stavem atmosféry (počasím). Z těchto důvodů se nivelační refrakce značně liší od refrakce terestrické. Nivelační refrakce závisí v rozhodující míře na vertikálním teplotním gradientu. Ostatní faktory, jako jsou tlak a vlhkost vzduchu a obsah oxidu uhličitého, mohou být zanedbány.

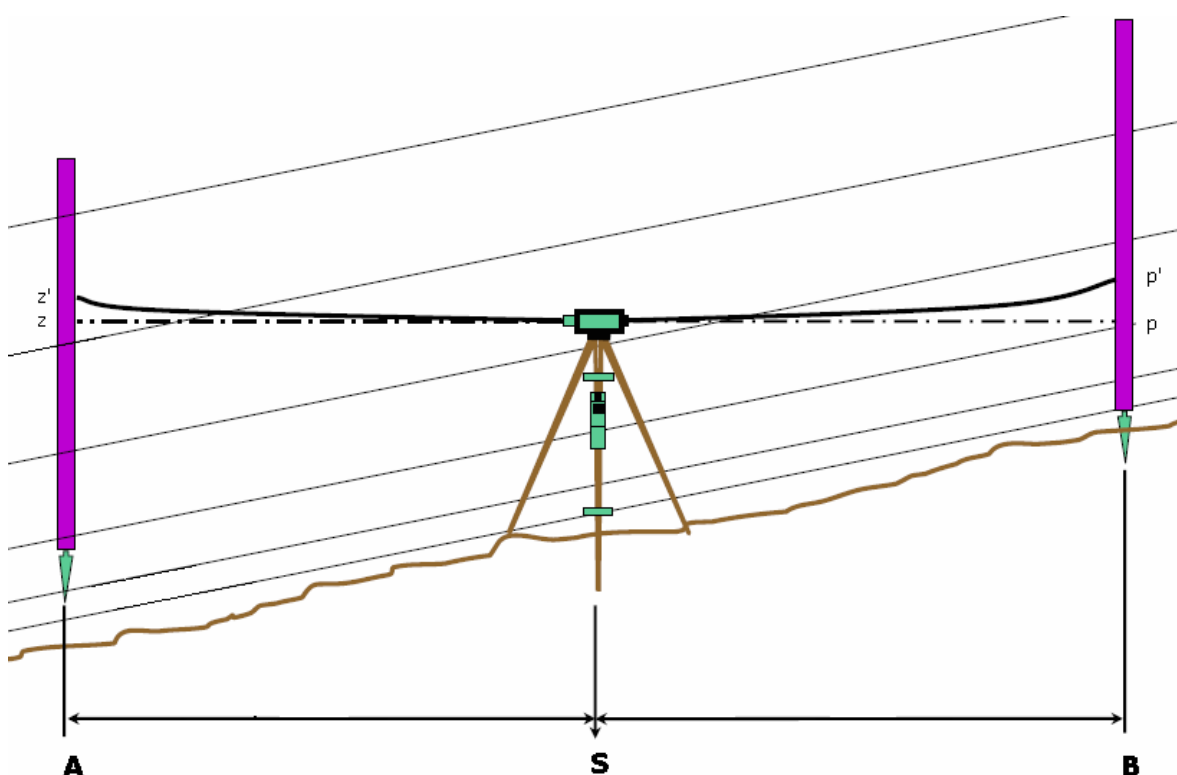
Ve dne procházejí tepelné sluneční paprsky vzduchem a ohřívají zemský povrch. Vzduch se potom ohřívá od terénu. Nejdříve se ohřívá nejspodnější vrstva a jejím vedením a prouděním potom vyšší vrstvy. Ve dne je tedy teplejší vzduch při povrchu Země a teplotní gradient je záporný. V noci jsou poměry opačné, zemský povrch vyzařuje teplo, ochlazuje se a od něho se ochlazuje vzduch ve spodní vrstvě. Chladný vzduch je těžší, zůstává dole a teplotní gradient je kladný.

Teplotní gradient nabývá největších hodnot těsně při zemském povrchu. Ve větších výškách se hodnota teplotního gradientu zmenšuje. Kladný teplotní gradient se po východu slunce začne zmenšovat, asi za jednu až dvě hodiny po východu slunce je teplota všech vrstev přibližně stejná a teplotní gradient je nulový. Povrch Země se dále ohřívá a v nejnižší vrstvě je vzduch nejteplejší, teplotní gradient nabývá záporných hodnot. Maximální ohřívání zemského povrchu je kolem poledne. Je to tedy doba nejméně vhodná pro měření. Dochází k chvění obrazu v dalekohledu, což je jev známý jako vibrace.

V odpoledních hodinách se zesiluje vyzařování tepla půdou, sluneční záření slábne a hodnota záporného gradientu opět klesá. Před západem slunce se teploty vyrovnávají a teplotní gradient má opět nulovou hodnotu. V dalším průběhu nastává ochlazování vzduchu od zemského povrchu a teplotní gradient roste a přechází do kladných hodnot. Absolutní hodnoty teplotního gradientu závisí dále na tvaru a druhu zemského povrchu a na meteorologických podmínkách.

Vzduch se otepluje (nebo ochlazuje) od zemského povrchu a proto můžeme předpokládat přibližně stejnou teplotu ve stejných výškách nad tímto povrchem. Izotermické plochy budou přibližně rovnoběžné se zemským povrchem a teplota vzduchu v přízemních vrstvách bude přibližně funkcí výšky z nad tímto povrchem. Protože nivelační refrakce je úměrná teplotnímu gradientu, budou se záměry probíhající blíž terénu, mnohem více zakřivovat než záměry od povrchu vzdálenější. Rozdíl obou zakřivení je chyba z refrakce v naměřeném převýšení.

Obr. 4.6 Vliv refrakce



V nivelační sestavě na obrázku 4.6 je znázorněn příklad, kdy vrstvy vzduchu u povrchu mají vyšší teplotu než vrstvy vzduchu od povrchu vzdálenější. Hodnoty chyb z refrakce r_z a r_p jsou záporné, neboť $r_z = z - z'$, obdobně r_p , teplotní gradient je tedy

záporný. Světelný paprsek jde při záměře vzad ve větší výšce nad terénem než při záměře vpřed. Chyba z refrakce při záměře vzad r_z je proto menší než při záměře vpřed r_p . Místo správných čtení z, p čteme vlivem refrakce hodnoty $z' = z - r_z, p' = p - r_p$. Místo správného výškového rozdílu $h = z - p$ naměříme

$$h' = z' - p' = (z - p) + (r_p - r_z) = h + (r_p - r_z) \quad (4.3)$$

Chybě $\Delta r = (r_p - r_z)$ se také říká *diferenční refrakce*. Jak bylo uvedeno, teplotní gradient bývá ve vrstvách v blízkosti terénu mnohem větší než v horních. Záměra, která probíhá blíž ke skloněnému terénu, se zakřivuje více než záměra opačná. Obě zakřivení mají jiné chyby, které svým součtem udávají chybu z naměřeného převýšení. Ta má systematický charakter, pokud zachováme znaménko sklonu terénu a teplotního gradientu. Předpokladem k vyjádření této chyby je rovnoběžnost izotermických vrstev s terénem a také spojitý průběh teplot, které jsou funkcí výšky nad terénem, bez skoků a zvrátů. Diferenční refrakce zůstává skryta, budeme-li nivelovat tam a zpět za přibližně stejných meteorologických podmínek a ve stejné denní době (neprojeví se ani v rozdílech měření tam a zpět ani v uzávěru nivelačního polygonu).

Nejvíce odborníků doporučuje zavádět korekce z refrakce jen ve speciálních nivelacích výzkumného charakteru. V běžné přesné nivelaci není vliv refrakce tak nebezpečný, aby bylo třeba zdržovat nivelační práce měření teplot a počítáním korekcí. Postačí, když se při měření dodrží určité zásady tak, aby chyby z refrakce neohrozily přesnost výsledků víc, než je pro tuto metodu přijatelné.

Ideální doba pro měření je při zatažené obloze a mírném větru. Záměry nemají být delší než 40m a nesmí klesnout pod 50cm nad terénem. Nevhodná je doba při silném slunečním záření, časně ráno nebo okolo západu slunce, kdy jsou velké teplotní gradienty. Nivelační přístroje je třeba chránit před nežádoucími teplotními vlivy. *Ve zvlášť přesné nivelaci*, která je u nás předepsána pro opakované nivelace k zjišťování vertikálních pohybů zemského povrchu, případně významných inženýrských staveb, se k omezení vlivu refrakce volí záměry do 35m, které musí v celém svém průběhu procházet nejméně 80cm nad terénem.

4.2.5 Vliv Měsíce a Slunce

Přitažlivými účinky Měsíce a Slunce vzniká oscilace tížnice, jejíž směr a velikost závisí na vzájemném postavení obou nebeských těles vzhledem k Zemi. Na tyto změny reaguje libela i kompenzátor přístroje a také zemská kůra, která není zcela tuhá. Z tohoto

důvodu vznikají slapy, které sníží vliv oscilace tížnice asi o 20%. Je-li tentýž oddíl měřen jednou ráno a podruhé jiný den v poledne, sníží se (vyloučí) vliv oscilace tížnice.

4.2.6 Vlnění zemské kůry

Toto vlnění způsobuje systematické chyby, které se nahromadí v dlouhých pořadech a značně zatěžují výsledky nivelace. Jsou nezávislé na přístroji. K vyloučení (snížení) vlivu vlnění zemské kůry navrhl Vignal zvláštní měřičský postup, tzv. *metodu přerušované nivelace*: Dlouhý pořad se rozdělí na úseky asi 20km dlouhé a nejprve se měří úseky liché, potom sudé.

4.2.7 Změny výšek nivelačních značek

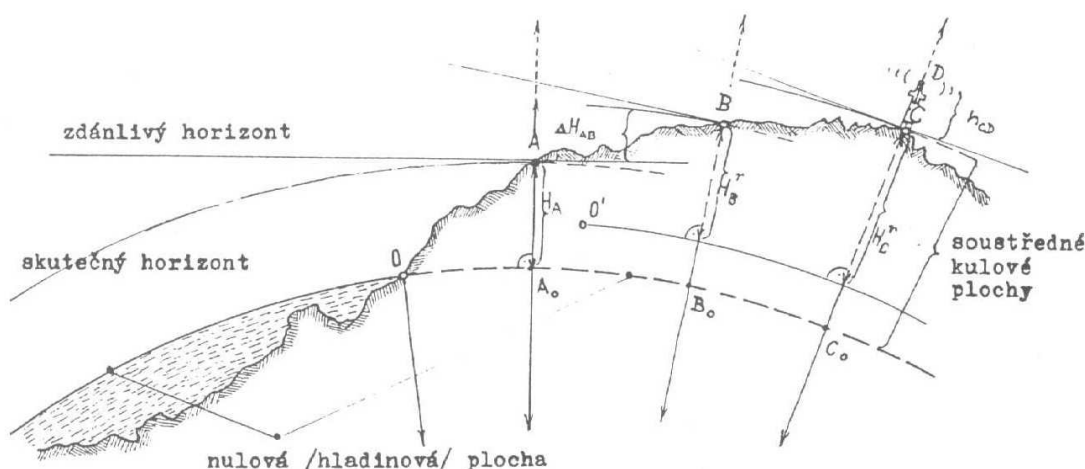
V důsledku působení vnějších vlivů na nivelační značky dochází ke změnám jejich výšky. Tyto vlivy snižujeme tím, že nivelační značky zasazujeme do starších pevných objektů nebo zřizujeme speciální stabilizace. Protože většina vnějších vlivů pravidelně kolísá s roční dobou, jedná se často o roční kolísání bodů. Při připojování nivelace na danou výškovou značku ČSJNS se musí ověřit její identita a nezměněná poloha připojením alespoň na tři sousední značky.

4.2.8 Vertikální pohyby zemské kůry

Při opakování nivelace po uplynutí delší doby zjistíme zpravidla pokles nebo zvednutí nivelačních bodů. Příčinou změn jsou vertikální pohyby zemské kůry, které mohou být pomalé nebo náhlé. Na našem území jsou vertikální pohyby (s výjimkou poddolovaných území) poměrně malé.

4.2.9 Vliv tíhového pole země

Obr. 4.7



Pokud Zemi považujeme za homogenní kouli, hladinové plochy jsou soustředné kulové plochy. Nazývají se skutečnými horizonty bodů, zatímco tečné (vodorovné) roviny v těchto bodech tvoří zdánlivé horizonty. Takto jsou zobrazeny na obrázku 4.7. Ve skutečnosti však vlivem zploštění Země a její rotace roste tíhové zrychlení od rovníku k pólům. Hladinové plochy se proto směrem k pólům sbíhají. V důsledku nepravidelného rozdělení hustoty hmot mezi povrchem Země a geoidem nejsou to plochy pravidelné, ale zvlněné. Kompenzátor (nebo libela) nivelačního přístroje se urovňuje vzhledem k tížnici. „Vodorovná“ záměrná přímka je tečna k místní hladinové ploše, procházející osou přístroje.

Předpokládejme, že nivelační pořad postupuje směrem k severu. Jeho koncové body P_1 , P_2 nechť jsou na stejné hladinové ploše W . Výšky H_1 a H_2 těchto bodů se měří od nulové hladinové plochy W_0 . Budeme-li nivelovat z bodu P_1 do bodu P_2 , nemáme žádné převýšení, neboť jde o jednu a tutéž hladinovou plochu. V důsledku sbíhavosti hladinových ploch je však výška H_2 menší než výška H_1 , převýšení mezi body P_1 a P_2 tedy existuje. Tuto realitu je třeba v přesných nivelacích respektovat zavedením korekcí z vlivu tíhového pole Země. Hodnoty korekcí vychází z výsledků gravimetrických měření.

5 Digitální nivelace

5.1 Historie digitální nivelace

V roce 1980 uvedla firma *Wild* na trh první digitální nivelační přístroje typu *NA 1000* s kódovou invarovou latí.

V roce 1987 přišla firma *Carl ZEISS Jena* s nivelačním přístrojem *RENI 002 A*, který disponoval částečné automatickým čtením a vnitřním ukládáním dat. V praxi se ale z konstrukčních důvodů kvůli své velikosti, hmotnosti a malé úspoře času nemohl prosadit.

V roce 1990 přišel koncern *Leica* (vznikla spojením 7 výrobců optických přístrojů – *Wild-Heerbrugg, Leica, Kern Swiss, ...*) s dalším digitálním nivelačním přístrojem, typem *NA 2000*. Tímto přístrojem byla realizována automatizace jemného zacílení na nivelační lať, čtení na stupnici tvořené čárovým kódem a registrace dat. Jednalo se o přístroj s přesností odpovídající metodě přesné nivelace. Tento přístroj značně přispěl k výraznějšímu rozšíření elektronických nivelačních přístrojů. Jak velký prodejní úspěch, tak i požadavky početných uživatelů na srovnatelný přístroj pro velmi přesnou nivelaci vedly k dalšímu vývoji, jehož výsledkem byl typ *NA 3000*, který byl k dispozici od roku 1991. Úspěch přístrojů *Leica* vedl k tomu, že i další výrobci začali intenzivně pracovat na vývoji elektronických nivelačních přístrojů.

Na podzim roku 1994 přišla na trh firma *Trimble* (obchodní označení divize koncernu *Zeiss* vyrábějící geodetické přístroje) s dvojicí elektronických nivelačních přístrojů s diferencovanou vnitřní přesností typového označení *DiNi 10* a *DiNi 20*, které rovněž "odečítají" hodnotu z latě s čárovým kódem. Přístroj *DiNi 10* byl použitelný pro velmi přesnou nivelaci, *DiNi 20* pro přesnou nivelaci.

Obdobně je tomu od jara 1995 u firmy *Topcon* s řadou přístrojů *DL 101* a *DL 102*. Na rozdíl od přístrojů firem *Trimble* a *Leica* pracují ovšem tyto odlišně. Na lať není nanesen čárový kód, ale tři vzory s rozdílnou frekvencí. Z těchto určí přístrojový software fázové rozdíly (odlišné po celé lati) a hodnota čtení se zjistí z rovnic, které byly použity při vytváření latě.

Na konci roku 1997 přichází se svým digitálním nivelačním přístrojem také firma *Sokkia*. Ten nese typové označení *SDL 30*.

Na našem trhu nabízejí digitální nivelační přístroje pouze tyto čtyři výrobci. Ti pokračují ve vývoji výrobních řad svých výrobků, a tak dnes máme k dispozici přístroje *DNA 03*, *DNA 10* a stavební přístroje řady *SPRINTER* od firmy *Leica*; *DiNi 12*, *DiNi 22* a

DiNi 12T od firmy *Trimble*; *DL 101C* a *DL 102C* od firmy *Topcon* a *SDL 30* od firmy *Sokkia*.

Samozřejmě kromě digitálních nivelačních přístrojů na trhu máme nepřeberné množství klasických nivelačních přístrojů. Ty vyrábí ještě firmy *Pentax* a *Nikon*.

5.2 Porovnání digitálních nivelačních přístrojů

V této kapitole jsou porovnány technické parametry elektronických nivelačních přístrojů pro přesnou nivelaci, tedy konkurentů testovaného přístroje *DiNi 22*. V tabulce 5.1 je uveden přehled technických údajů všech přesných digitálních nivelačních přístrojů, které se prodávají na našem trhu. Vedle nich výrobci samozřejmě nabízejí i digitální přístroje pro velmi přesnou nivelaci a stavební digitální nivelační přístroje.

Tab. 5.1

Technické parametry		Leica DNA 10	Sokkia SDL 30	Topcon DL-102C	Trimble DiNi 22
Standardní odchylka na 1km obousměrné nivelace					
Elektronické odečítání	invarová kódová lať	0,9mm	0,6mm		0,7mm
	skládací kódová lať	1,5mm	1,0mm	1,0mm	1,3mm
Optické odečítání	běžná lať	2,0mm	1,0mm	1,5mm	2,0mm
Rozsah měření					
Elektronické odečítání		1,8-110m	1,6-100m	2-100m	1,5-100m
Optické odečítání		od 0,6m	od 1,5m		Od 1,3m
Doba odečítání		3s	3s	3s	2s
Zvětšení dalekohledu		24x	32x	30x	26x
Kompenzátor					
Rozsah urovnání		10'	15'	15'	15'
Přesnost urovnání		0,8"	0,5"	0,5"	0,5"
Výdrž baterie		12/24h	8,5h	10h	1 týden
Hmotnost		2,8kg	2,4kg	2,8kg	3,2kg

Z porovnávaných přístrojů je nejpřesnější přístroj *Sokkia SDL 30*, který má střední chybu na 1km obousměrné nivelace 0,6mm. Zároveň je z porovnávaných přístrojů také nejlehčí. S tím souvisí nejmenší kapacita a tedy nejnižší výdrž baterie. Je třeba vzít v úvahu, že se jedná o nejpřesnější nivelační přístroj v nabídce společnosti *Sokkia*, u ostatních firem nejsou porovnávané přístroje vrcholem nabídky. Každý přístroj má své výhody a nevýhody, které se projeví při každodenní práci s přístrojem, každý může být vhodný pro jinou skupinu uživatelů. Výraznější konkurenční výhodou přístroje *Trimble DiNi 22* je dlouhá výdrž baterie. Je ovšem vykoupena vyšší hmotností.

6 Trimble DiNi 22

6.1 Představení přístroje

Společnost *Trimble* (dříve *Zeiss*) má ve výrobě digitálních nivelačních přístrojů dlouholetou tradici. *DiNi 22* je přístrojem již třetí generace, vznikl vylepšením přístroje *DiNi 20*. Patří do skupiny přístrojů *DiNi 12*, *DiNi 12T*, *DiNi 22*. Přístroje této generace jsou rychlejší, jednodušší a přesnější, mají upravený software, se kterým se efektivněji pracuje. K úspěšnému přečtení údajů stačí 30cm volné lati, což uživatel ocení zejména v extrémních podmínkách měření. Další změna je v oblasti designu, přístroj dostal modernější vzhled a velmi praktickou rukojeť. V tabulce 6.1 jsou porovnány technické údaje jednotlivých přístrojů *Trimble DiNi*, které se v současné době vyrábí.

Tab. 6.1 Technické parametry přístrojů *Trimble DiNi*

Technické parametry				
		DiNi 12	DiNi 12T	DiNi 22
Standardní odchylka na 1km obousměrné nivelace				
Elektronické odečítání	invarová kódová lať	0,3mm		0,7mm
	skládací kódová lať	1,0mm		1,3mm
Optické odečítání	běžná lať	1,5mm		2,0mm
Rozsah měření				
Elektronické odečítání			1,5-100m	
Optické odečítání			od 1,3m	
Přesnost určení vzdáleností				
Čtení na 0,3m laťového úseku, typická vzdálenost 20m				
Elektronické odečítání	invarová kódová lať	20mm		25mm
	skládací kódová lať	25mm		30mm
Optické odečítání	běžná lať	0,2m		0,3m
Přesnost určení úhlů				
Dělený kruh		1 grad		1 grad
Elektronický kruh			2mgrad	
Doba odečítání				
Výšky a vzdálenosti		3s	3s	2s
Úhly			0,3s	
Zvětšení dalekohledu				
			32x	26x
Kompenzátor				
Rozsah urovnání			15'	
Přesnost urovnání		0,2"		0,5"
Výdrž baterie				
		3 dny		1 týden
Hmotnost				
		3,5kg	3,7kg	3,2kg

Přístroje *DiNi 12* a *DiNi 12T* jsou si velice podobné, dosahují stejné přesnosti výškových měření, jsou vhodné pro obdobné aplikace. *DiNi 12T* má na rozdíl od ostatních

přístrojů *Trimble DiNi* elektronický horizontální kruh, který umožňuje mnohem přesnější odečet horizontálního úhlu a upravený software pro práci s úhly. Jedná se o špičkové přístroje, které patří do kategorie velmi přesných přístrojů (standardní odchylka pro 1 km obousměrné nivelace je 0,3mm). Svou přesností vyhovují pro měření metodou VPN. Data se zapisují na paměťovou kartu, není tedy nutné nosit celý přístroj do kanceláře, stačí přenést paměťovou kartu.

DiNi 22 je přesný nivelační přístroj. Od přístrojů *DiNi 12/12T* se liší dalekohledem s menším zvětšením, méně přesným kompenzátozem a chudší softwarovou výbavou (neumí vyrovnat v terénu nivelační pořad). Data se zapisují do vnitřní paměti přístroje, což je další rozdíl oproti *DiNi 12/12T*. Přesnost přístroje odpovídá požadavkům přesné nivelace a to i při použití běžných (neinvarových) kódových latí.

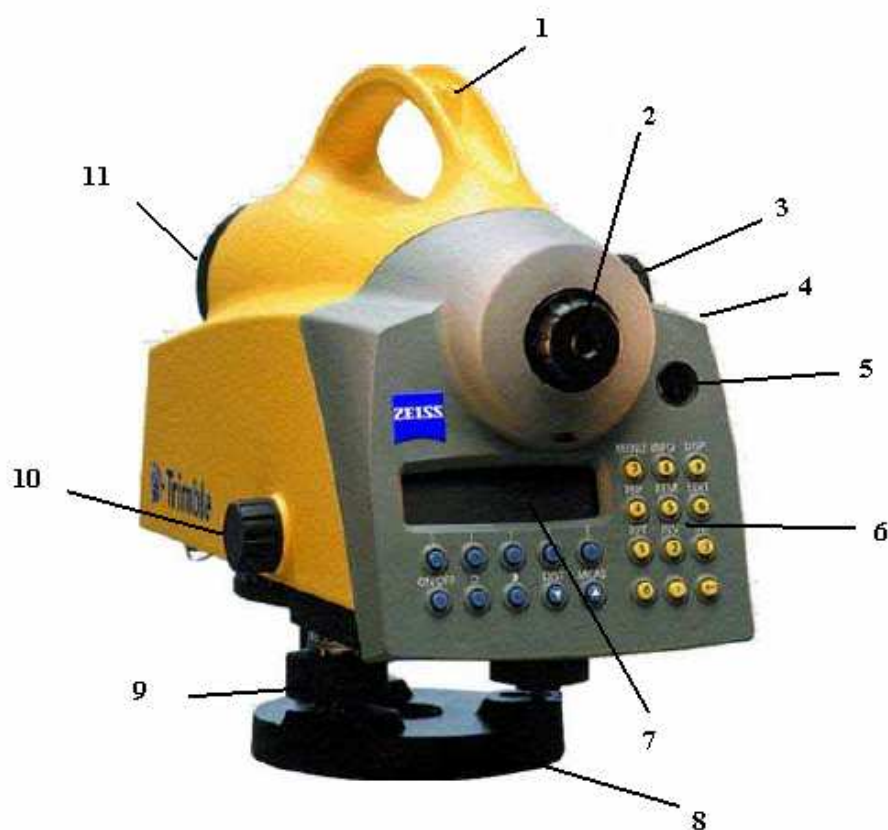
Nespornou výhodou digitálních nivelačních přístrojů je zrychlení a usnadnění práce. Díky automatickému odečtu a zápisu měřených dat umožňují zvýšit efektivitu práce až o 50%. Práce s digitálními daty výrazně usnadňuje nivelační proces a plně eliminuje nejběžnější zdroje chyb, tj. chyba z odečtení, chyba při zápisu, hrubá chyba a omyl. Čtení na lati je automaticky realizováno elektronickým okem z latě s čárovým kódem a ukládáno na paměťové médium. Tím také odpadá potřeba zapisovatele, což přispívá spolu s úsporou času ke snížení nákladů.

Přístroj *DiNi 22* je vybaven softwarem, který umožňuje volit mezi jedno nebo vícenásobným odečítáním, zaměřovat nivelační pořad s bočními záměry, provádět plošnou nivelaci a výškové vytyčování. Zároveň má velice příjemné uživatelské rozhraní a logicky vystavěné menu, takže jeho obsluha je poměrně snadná. Postup měření je obdobný jako u kompenzátorových nivelačních přístrojů. Přístroj se postaví na stativ, třemi stavěcími šrouby se urovná krabicová libela, po zacílení na lat' a zaostření obrazu stupnice nivelační lati se stiskne tlačítko k potvrzení měření. Při dobrých světelných podmínkách odečte přístroj čtení na lati a vzdálenost do 2 sekund. Odečtené hodnoty se objeví na displeji a zároveň se zapíše do vnitřní paměti přístroje. Čtení, které nelze automaticky odečíst (např. špatná viditelnost) lze odečíst klasicky (na druhé straně latě s centimetrovým dělením) a manuálně zadat. Přístroj při práci geodeta stále kontroluje a pokud přijde na určitou chybu, okamžitě měřiče upozorní, např. při nedbalém urovnání přístroje podle krabicové libely, kdy je urovnání záměrné přímkou do vodorovné polohy mimo rozsah kompenzátoru, nebo pokud chceme například ukončit nivelační pořad na lichém stanovisku. V přístroji zároveň můžeme nastavit hodnoty maximální délky záměry, minimální výšky záměry nad terénem a maximální rozdíl v převýšení stanoviska (při

využití programu přesné nivelace ZVVZ). Při nedodržení nastavených hodnot nás přístroj upozorní. Tato funkce značně omezuje možnost omylů a hrubých chyb. Při ukončení nivelačního pořadu přístroj vypočítá a zobrazí na displeji celkové převýšení a celkovou délku záměr. Pokud zadáme výšku počátečního a konečného bodu pořadu je zároveň vypočten rozdíl mezi udávaným a změřeným převýšením (MB-jest). Po propojení přístroje s počítačem můžeme s uloženými daty dále pracovat.

Základní prvky přístroje jsou zobrazeny na obrázku 6.1.

Obr. 6.1 Popis přístroje



Popis přístroje:

- 1 Kolimátor
- 2 Okulár
- 3 Zaostřovací šroub
- 4 Kryt rektifikačních šroubů krabicové libely
- 5 Okno pro krabicovou libelu
- 6 Klávesnice
- 7 Displej, 4 řádky

- 8 Podložka
- 9 Stavěcí šrouby
- 10 Nekonečná horizontální ustanovka
- 11 Objektiv s integrovanou sluneční clonou

6.2 Princip elektronického měření

Jak jsem již zmínil, postup měření je obdobný jako u kompenzátorových nivelačních přístrojů. Po zacílení nivelační lati a zaostření obrazu stiskneme tlačítko k potvrzení měření. Po krátké době (cca 2s) se na displeji objeví čtení na lati a délka záměry. Zároveň se obě dvě veličiny uloží do paměti přístroje.

K řešení přispěl vznik technologie CCD (Charge Couplet Device). Obraz stupnice nivelační latě, vytvořený objektivem dalekohledu, postupně prochází zaostřovacími čočkami a kyvadlovým kompenzátozem, jehož správná funkce je zajišťována kontrolním zařízením. Pak jsou paprsky přenášející obraz latě v dalekohledu elektronického nivelačního přístroje rozděleny na dvě části. Jedna část prochází bez snížení kvality obrazu okulárem s ryskovým křížem do oka měřiče, druhá část, zpravidla s převažujícím podílem infrazářením, je svedena do citlivého detektoru, videodigitizéru CCD. Digitální určení čtení je umožněno kódováním stupnice pevné latě, které každé pozici záměrné přímky, vzniklé koincencí os jednotlivých optických prvků, přiřadí nezaměnitelnou část jejího obrazu. Tyto kódy umožňují kromě určení převýšení i měření vodorovných vzdáleností. Na obrázku 6.2 je zobrazena invarová kódová latě.

Obr. 6.2



Po spuštění měření se v přístroji nejdříve registruje poloha zaostřovací čočky a poloha kompenzátozu. Detektor registruje čárový kód příslušného úseku obrazu lati. Získaný měřický signál se porovnává s referenčním signálem celé stupnice lati, uloženým trvale v paměti přístroje. Porovnání a interpretace signálu trvá od několika tisícín sekundy do dvou sekund v závislosti na jeho intenzitě, světelných podmínkách a přesnosti zaostření. Porovnání obou signálů má dvě etapy, hrubou a přesnou. Při hrubé korelaci se z polohy zaostřovací čočky odhadne délka záměry, a tím se přibližně vymezí oblast korespondujícího referenčního signálu pro přesnou korelaci. Následuje přesná korelace, při které přístroj přesně odvodí konečné čtení na lati a vzdálenost porovnáním referenčního

kódu se signálem na senzoru. Doba přesné korelace je přibližně jedna sekunda, závisí na intenzitě a kvalitě signálu. Výsledek se zobrazí na displeji a uloží do paměti přístroje.

Zacílení dalekohledu na lať nemusí být zcela přesné, svislé vlákno ryskového kříže musí být na lati, není však nutné, aby bylo uprostřed. Přesnost měření převýšení je také málo závislá na přesnosti zaostření. Pečlivé zaostření obrazu má však vliv na dobu korelace měřického signálu, tím se zkracuje doba měření.

6.3 Ovládací panel a programové vybavení přístroje




6.3.1 Ovládací panel přístroje

Na přední straně přístroje pod okulárem dalekohledu se nachází klávesnice ovládacího panelu s dvaadvaceti funkčními tlačítky a čtyřřádkový displej. Jedno tlačítko se ještě nachází na pravém boku přístroje vedle zaostřovacího šroubu dalekohledu. Jedná se o expresní tlačítko pro měření, které má stejnou funkci jako jedno z tlačítek hlavního panelu. Přímo pod displejem je umístěno deset modrých tlačítek ve dvou řadách. Jedná se o tlačítka při měření nejvíce používaná. Řada pěti tlačítek přímo pod displejem nemá pevně stanovenou funkci, tzv. „*softkeys*“, jejich funkce se mění v závislosti na režimu ve kterém přístroj právě pracuje a je zobrazována ve spodním řádku displeje. Funkce tlačítek ve druhé řadě je pevně dána a bude popsána níže. Napravo od displeje je dále umístěno dvanáct žlutých tlačítek numerické klávesnice, která slouží k zadávání číselných údajů, názvů bodů a k dalším úkonům jako je vstup do menu, editace a další. Ovládací panel a displej je zobrazen na obrázku 6.3.

Obr. 6.3 Ovládací panel DiNi 22



Tlačítka pod displejem:

ON/OFF	zapnutí/vypnutí přístroje
MEAS	spuštění měření
DIST	měření pouze vzdálenosti
	zapnutí/vypnutí osvětlení displeje
	nastavení kontrastu displeje
	listování daty v paměti

Tlačítka vedle displeje:

0-9	numerické klávesy k zadávání číselných hodnot
+/-	vklad znaménka před číslo
,	desetinná čárka
MENU	vstup do hlavního menu
INFO	zobrazí důležité parametry přístroje
DISP	výběr zobrazovaných dat, třídění dat ke zobrazení
PNr	vkládání jednotlivých / posloupných čísel bodů
REM	vkládání kódů bodů a dalších informací
EDIT	vyvolání editoru pro správu dat
RPT	vícenásobná měření
INV	přepínání mezi normálním a obráceným měřením
INP	ruční vkládání měřených dat (při optickém čtení)

Tlačítko na boku přístroje má stejnou funkci jako tlačítko MEAS.

6.3.2 Stavba menu přístroje

Menu přístroje je logicky a přehledně vystavěno, orientace v něm je poměrně snadná. Je rozděleno do pěti hlavních skupin, které jsou dále členěny.

1 Vstup

- 1 max. vzdálenost
- 2 min. vzdálenost
- 3 max. rozdíl stanoviska
- 4 refrakční koeficient
- 5 adiční konstanta (ofset)

V menu vstup vkládáme parametry pro přesné měření výšek a hodnoty, které chceme při měření dodržet. Jedná se o maximální délku záměry, minimální výšku záměry nad terénem a mezní rozdíl v převýšení stanoviska při dvojitým odečtu laťových hodnot (při

přesné nivelaci). Na dodržování zadaných hodnot přístroj dohlíží, při jejich překročení nás upozorní a vyzve k opakování měření.

2 Seřízení – adjustace

- 1 Förstnerova metoda
- 2 Näbauerova metoda
- 3 Kukkamäki metoda
- 4 Japonská metoda

Pomocí jedné z metod v menu seřízení se provádí zkouška nivelačního přístroje, která umožňuje přezkoušení vodorovnosti záměrné přímky přímo v terénu. Přitom je třeba rozlišovat mezi optickou záměrnou přímkou a záměrnou přímkou elektronického systému. Odchylka záměrné přímky elektronického systému může být uložena do paměti. Elektronicky uskutečněná měření se pak o tuto odchylku automaticky opravují. Po nastavení odchylky záměrné přímky pro elektronický měřicí systém může být také zrektifikován ryskový kříž pro optické čtení. Po výběru metody adjustace můžeme změnit nastavení zakřivení země a refrakce.

3 Přenos dat

- 1 rozhraní 1
- 2 rozhraní 2
- 3 PC – demo
- 4 Update / servis

Zde se nastavují parametry pro přenos dat do počítače, kde s nimi můžeme dále pracovat.

4 Nastavení registrace

- 1 Registrovaná data
- 2 Nastavení parametrů

Nastavení registrace dat a jejich formátu je důležité pro další práci s nimi a pro jejich bezproblémový přenos do počítače.

5 Nastavení přístroje

- 1 Výškové jednotky
- 2 Jednotky vkládání výšek
- 3 Počet zobrazených desetinných míst
- 4 Automatické vypínání
- 5 Akustický signál
- 6 Jazyk

V menu nastavení přístroje se provádí základní uživatelské nastavení přístroje, které nemá přímý vliv na přesnost měření.

6.3.3 Módy měření

1. Normální měření (elektronické čtení hodnot na lati)

Po zacílení a zaostření latě a stisknutí tlačítka MEAS se na displeji po dvou sekundách zobrazí čtení na lati a délka. Následně jsou hodnoty uloženy do paměti.

2. Optické měření (optické odečítání hodnot latě)

V určitých specifických případech může být nutné vložit hodnoty získané klasickým optickým odečítáním do paměti přístroje. V tomto případě je nutné brát v úvahu, že optická čtení jsou méně přesná než elektronická, a také že při adjustaci kontrolujeme vodorovnost elektronické záměrné přímký a ukládáme její odchylku, o kterou se následně čtení automaticky opravují.

3. Opakovaná měření.

Tento mód můžeme použít, pokud se chceme ujistit, že bude dodržena stanovená přesnost. Při opakovaném měření je po každém měření zobrazena střední hodnota čtení na lati, vzdálenosti a standardní odchylka. Pokud byla definovaná standardní odchylka, musí být vykonána alespoň tři měření. Jejich počet může být nastaven, maximální počet je deset.

6.3.4 Programy měření

1. Jednotlivé měření

Při měření ze základního menu bez referenční výšky jsou jednotlivá čtení nezávisle zobrazována na displeji. Jestliže bylo aktivováno posloupné zvyšování čísel záznamů a bodů, jsou měření příslušně ukládána. Při měření s referenčním bodem o známé výšce zaměříme nejprve na něj (záměra vzad) a poté na měřený bod.

2. Vytyčování

Po záměře na bod o známe výšce si stanovíme výšku vytyčovaného bodu a maximální odchylku aktuální výšky bodu od stanovené. Potom posouváme latí, dokud dostatečně neodstraníme odchylku mezi stanovenou a aktuální výškou. Obdobně postupujeme při optickém vytyčování, na displeji se zobrazuje informace o čtení na lati, kterého máme dosáhnout.

3. Pořadová nivelace

Při pořadové nivelaci jsou měřena a sčítána jednotlivá převýšení. Na displeji přístroje se střídavě objevuje výzva pro měření vzad a vpřed, resp. výzva pro měření z_1 , p_1 , p_2 , z_2

v závislosti na zvolené metodě nivelace. Pokud zadáme výšku počátečního a konečného bodu pořadu, je ihned v terénu vypočten rozdíl mezi naměřeným a udávaným převýšením. Během nivelačního pořadu lze měřit boční záměry a vytyčovat, stejně jako pokračovat v pořadu.

6.4 Působení okolních vlivů při elektronické nivelaci

Chvění vzduchu značně snižuje kontrast obrazu latě a může mít při elektronickém měření za následek místní zkreslení. Na rozdíl od klasických metod zaznamenávají elektronické nivelační přístroje celý úsek latě v zorném poli přístroje (přístroj *DiNi 22* potřebuje k odečtu laťový úsek alespoň třicet centimetrů), takže vlivy chvění a vibrace nejsou tak výrazné. Totéž lze říci o chybách v dělení latě, které se rovněž ve výsledku zprůměrnují.

Přesnost měření, tj. přesnost určení obrazu stupnice čárového kódu na detektoru, závisí na sejmutí kódu na lati a je tedy ovlivněna kvalitou obrazu. Zacílení dalekohledu na lať nemusí být zcela přesné, svislé vlákno ryskového kříže musí být na lati, není však nutné, aby bylo uprostřed.

Důležité je osvětlení. Zejména osvětlení při slunci nebo zatažené obloze způsobuje kolísání doby pro sejmutí obrazu. Přístroj *DiNi 22* měl problémy zejména při slunečném počasí, při velmi intenzivním, ostrém slunečním svitu a nestenoměrném zastínění latě. Často přístroj nemohl přečíst kód na lati, dokud nebyla zastíněna většina laťového úseku v zorném poli přístroje. Většině uživatelů tato vlastnost vadit nebude, neboť slunečné počasí s velmi intenzivním, ostrým svitem není pro nivelaci příliš vhodné. Zvyšuje se chvění vzduchu a chyba z diferenční refrakce, zároveň dochází během měření k poměrně velkým změnám teplot přístroje a latí, což negativně ovlivňuje přesnost měření. Ve své práci jsem se snažil otestovat přístroj i za takto nevhodných podmínek. Při nižší intenzitě osvětlení latě (šero) se prodlužovala doba odečtu laťové hodnoty.

U elektronických nivelačních přístrojů posuzujeme také výskyt dalších chyb, které se u klasických optických nivelačních přístrojů nevyskytují. Tato chyba vyplývá z diferenční refrakce. Detektor registru je úsek latě odpovídající přibližně vertikálnímu úhlu 2° . Při rozdílných teplotách vrstev vzduchu těsně nad terénem dochází k rozdílné refrakci spodních a horních paprsků, a tím k malému zkreslení registrovaného úseku kódové stupnice latě.

7 Testování přístroje DiNi 22

Úkolem mé práce bylo ověřit přesnost přístroje *DiNi 22* a zejména pak ověřit, jak přesnost měření ovlivňují atmosférické podmínky. Za tímto účelem jsem za různých klimatických podmínek opakovaně měřil jednotlivá převýšení mezi body nivelačního pořadu *Mg 02 České Budějovice – Hluboká n. Vltavou*, který je součástí nivelační sítě IV. řádu. Pořad jsem měřil metodou přesné nivelace. Pro měření jsem použil úsek mezi nivelačními body 5 a 8 zmíněného nivelačního pořadu. Úsek je veden po zpevněných plochách, v obci po chodnicích s povrchem z betonové dlažby nebo s asfaltovým povrchem, mimo obec po pozemní komunikaci s asfaltovým povrchem. Délka úseku v obci je 652m, délka mimo obec je 740m. Body 5, 6 a 7 jsou trvale stabilizovány čepovými značkami v cihlových stavbách, bod 8 trvale stabilizován značkou hřebovou v objektu železničního nadjezdu (viz. příloha 2 Nivelační údaje). Původně jsem chtěl nivelační úsek rozdělit do tří nivelačních oddílů, při terénním průzkumu jsem ovšem zjistil, že bod 7 je pro geometrickou nivelaci nepoužitelný, neboť budova, ve které je stabilizován, je obložena obklady. Čepová značka je viditelná, ale vzhledem k obložení na ni není možné postavit nivelační lať. Úsek jsem tedy rozdělil do dvou oddílů a opakovaně za různých klimatických podmínek, různých dnů a denních dob měřil.

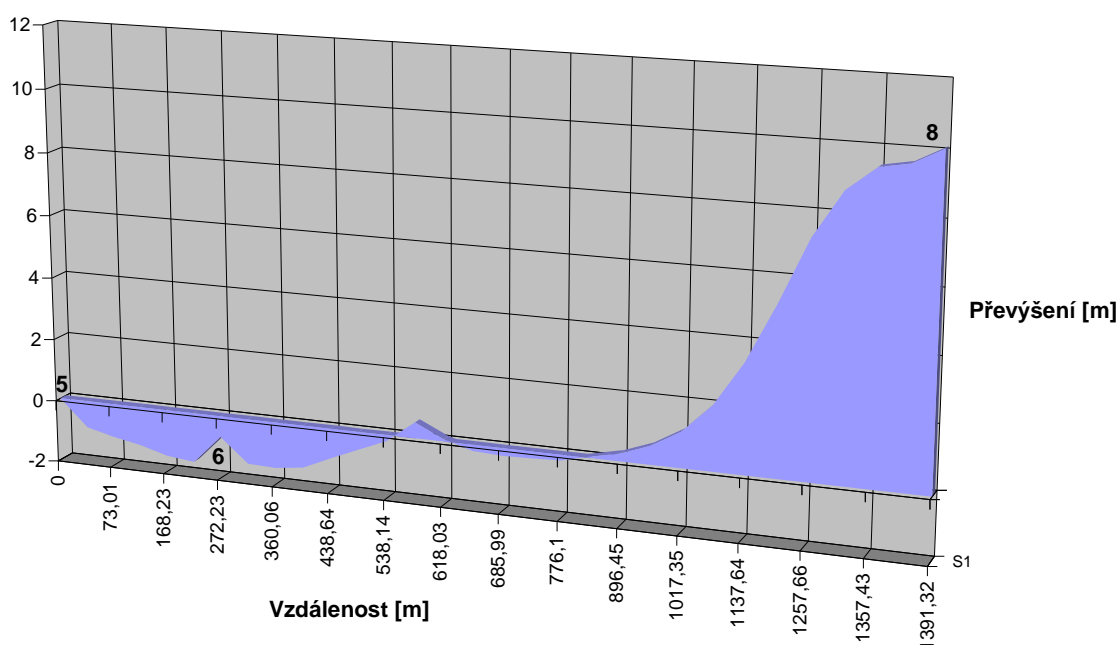
Obr. 7.1 Bod 7



7.1 Postup práce

Nejprve jsem si každý nivelační oddíl s pomocí pásma rozdělil na sudý počet sestav. Důraz jsem kladl především na délky záměr, aby záměry vzad a vpřed byly stejně dlouhé, nepřesáhly 50m a výška záměry nad terémem neklesla pod 0,5m. Zároveň jsem dbal, aby byla zachována přímost nivelační sestavy, to znamená aby se nivelační pořad vychyloval z přímého směru vždy v postavení latě, ne v postavení přístroje. Takto jsem rozdělil nivelační oddíl mezi body 5 a 6 na šest nivelačních sestav. Délka oddílu je 272m, převýšení -0,65992m. Nivelační oddíl mezi body 6 a 8 na dvacetčtyři nivelačních sestav. Délka oddílu je 1120m, převýšení 10,76837m. Jak jsem napsal výše, bod 7 nebylo možné pro práci použít, proto je druhý oddíl nepoměrně delší než oddíl první a je v něm takto vysoký počet nivelačních sestav. Průběh převýšení ji vidět v grafu 7.1.

Graf 7.1 Průběh převýšení



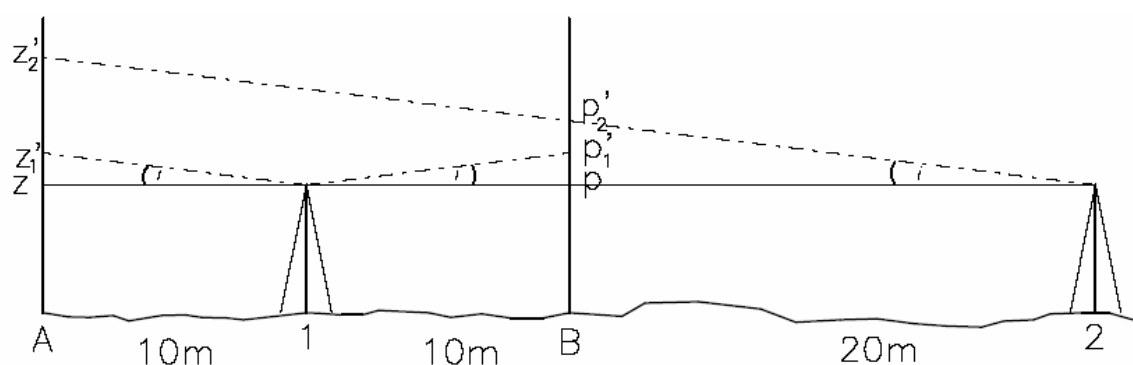
Po tomto pečlivém rozměření sestav a vyznačení značek pro umístování latí a přístroje jsem přistoupil k vlastnímu měření.

Nivelační pořad byl měřen metodou přesné nivelace od začátku září 2006 do února 2007. Nivelační vybavení tvořil přístroj *Trimble DiNi 22*, kódové dřevěné skládací nivelační latě *Zeiss LD24* délky 4 metry, nivelační podložky těžké litinové, stativ, teploměr. Při měření byly nivelační latě stavěny na nivelační podložky. Nivelační pořad

jsem zaměřil celkem desetkrát. Pětkrát ve směru pořadu (tam) s počátečním bodem 5, pětkrát ve směru opačném (zpět) s počátečním bodem 8. Každá nivelace proběhla v jiný den, za jiných klimatických poměrů.

Před vlastním měřením nivelačního pořadu jsem provedl zkoušku nivelačního přístroje. Nejprve jsem nechal přístroj dostatečně dlouho temperovat (cca 30 minut), aby se jeho teplota vyrovnala s teplotou okolního prostředí. Temperaci přístroje jsem prováděl před každým měřením. Pokud temperaci neprovedeme, dochází k vyrovnání teploty přístroje a okolního prostředí během měření. Tyto teplotní změny pak mají za následek změny sklonu záměrné přímky a negativně ovlivňují měření. Po temperaci přístroje jsem vykonal zkoušku vodorovnosti záměrné přímky. Ta se doporučuje provést vždy při použití nového nevyzkoušeného přístroje, přístroje se kterým se delší dobu neměřilo, nebo přístroje, který byl převezen na větší vzdálenost (otřesy). V menu přístroje 2 *Seřízení - adjustace* si můžeme vybrat ze čtyř různých metod. Já jsem prováděl rektifikaci Kukkamäkiho metodou. Průběh zkoušky je znázorněn na obrázku 7.2.

Obr. 7.2



V rovinném terénu si na pevném podkladu zvolíme dva body A, B ve vzdálenosti 20m. Body výškově zajistíme nivelačními podložkami, na které postavíme nivelační latě. Na střed mezi body A,B, který určíme pásmem, postavíme nivelační přístroj. Při stejné délce záměr jsou čtení na latích z_1', p_1' pochybena o stejnou hodnotu. Spojnice těchto čtení je vodorovná, horizont je pouze posunutý, zjistíme tedy správné převýšení h_1 i v případě, že záměrná přímka není vodorovná. Poté přístroj přeneseme na druhé stanovisko, 20m za bod A. Měření opakujeme, čteme z_2', p_2' , určíme převýšení h_2' , ve kterém se již chyba z nevodorovnosti záměrné přímky projeví. Odchylka záměrné přímky elektronického systému se uloží do paměti přístroje, elektronicky uskutečněná měření se pak o tuto odchylku automaticky opravují. Po nastavení odchylky záměrné přímky pro elektronický měřicí systém může být také zrektifikován ryskový kříž pro optické čtení. Po výběru metody adjustace můžeme změnit nastavení oprav ze zakřivení země a refrakce.

Vlastní měření probíhalo metodu přesné nivelace. Byly dodrženy všechny podmínky nutné pro měření touto metodou. Označíme-li zadní lať písmenem z , přední p , indexem 1 a 2 první a druhé čtení (u klasických optických přístrojů základní a vedlejší stupnici na latích) probíhal postup měření vždy takto: na lichých stanoviskách jsem měřil v pořadí z_1, p_1, p_2, z_2 na sudých v pořadí p_1, z_1, z_2, p_2 . Dvojití čtení na každém stanovisku má samozřejmě svůj význam, díky této metodě můžeme zjistit změnu výšky horizontu přístroje či latí během měření na nezpevněném podkladu, u optických přístrojů mi také umožňuje odhalit chybu z nesprávného čtení. Vzhledem k tomu, že na lati nejsou dvě stupnice jsem přístroj mezi měřeními 1 a 2 vždy přestavil a znovu urovnal. Tím jsem změnil jeho výšku, abych nezískal zcela stejné čtení. Přístroj má pro přesnou nivelaci programové vybavení, kdy automaticky vyzývá k měření z_1, p_1, p_2, z_2 na lichém stanovisku a p_1, z_1, z_2, p_2 na stanovisku sudém.

V přístroji je možné nastavit:

- maximální délku záměry
- minimální výšku záměry nad terénem
- maximální rozdíl v převýšení stanoviska (při využití programu přesné nivelace ZVVZ)

Já jsem v přístroji nastavil mezní hodnoty pro přesnou nivelaci v nivelačních pořadech IV. řádu, které stanovuje *“Nivelační instrukce pro práce v ČSJNS pro přenou nivelaci“*, tedy maximální délku záměry 50m, minimální výšku záměry nad terénem 50cm a maximální rozdíl v převýšení stanoviska 1,5mm. Přístroj při měření automaticky kontroluje, zda nebyla žádná z těchto mezních hodnot překročena. Pokud některou překročíme, přístroj nás upozorní a nabídne nám opakování měření. Pokud opakování měření odmítneme, akceptuje měření, v kterém byly mezní hodnoty překročeny. Přístroj zároveň kontroluje, zda bylo měření kompletní, tedy zda byla učiněna všechna čtyři čtení. Pokud chceme pořad ukončit na lichém stanovisku, přístroj nás také upozorní.

Při měření byly latě stavěny na těžké litinové podložky a drženy dvěma figuranty. Figuranty jsem vždy poučil o metodě přesné nivelace, nivelačním pořadu a zejména o způsobu zacházení s nivelační latí. Zapisovatel nebyl potřeba, přístroj automaticky registruje čtení na lati i délku záměr, což je jedna z jeho nesporných výhod.

7.2 Vyhodnocení měření

Naměřené údaje byly za účelem jejich vyhodnocení zpracovány v programech *Microsoft Excel 2002* a *Statistica 5.1*.

7.2.1 Posouzení přesnosti nivelace

Přesnost nivelace se posuzuje na základě rozdílu ρ měření tam T a zpět Z .

$$\rho = T - Z \quad (7.1)$$

V tabulce 7.1 jsou vyhodnoceny rozdíly ρ v jednotlivých nivelačních oddílech, v tabulce 7.2 pak rozdíly ρ v celém nivelačním pořadu.

Tab. 7.1

Číslo měření	Nivelační oddíl	Počet sestav	Délka oddílu R km	Převýšení Δh tam m	Převýšení Δh zpět m	Průměr Δh m	$\rho = T - Z$ mm	$5 \cdot \sqrt{R}$ mm
1	5-6	6	0.272	-0.6673	-0.6658	-0.6666	-1.5	2.61
2	5-6	6	0.272	-0.6668	-0.6654	-0.6661	-1.4	2.61
3	5-6	6	0.272	-0.6535	-0.6663	-0.6599	12.8	2.61
4	5-6	6	0.272	-0.6653	-0.6658	-0.6656	0.5	2.61
5	5-6	6	0.272	-0.6688	-0.6653	-0.6671	-3.5	2.61
1	6-8	24	1.12	10.7755	10.7728	10.7742	2.7	5.29
2	6-8	24	1.12	10.7728	10.7737	10.7733	-0.9	5.29
3	6-8	24	1.12	10.7920	10.7765	10.7843	15.5	5.29
4	6-8	24	1.12	10.7730	10.7739	10.7735	-0.9	5.29
5	6-8	24	1.12	10.7710	10.7724	10.7717	-1.4	5.29

Tab. 7.2

Číslo měření	Nivelační úsek	Počet sestav	Délka oddílu L km	Převýšení Δh tam m	Převýšení Δh zpět m	Průměr Δh m	$\rho = T - Z$ mm	$5 \cdot \sqrt[3]{L^2}$ mm
1	5-8	30	1.392	10.1082	10.1070	10.1076	1.2	6.23
2	5-8	30	1.392	10.1060	10.1083	10.1072	-2.3	6.23
3	5-8	30	1.392	10.1385	10.1102	10.1244	28.3	6.23
4	5-8	30	1.392	10.1077	10.1081	10.1079	-0.4	6.23
5	5-8	30	1.392	10.1022	10.1071	10.1047	-4.9	6.23

Rozdíly ρ mezi naměřenými převýšeními tam T a zpět Z jsem porovnal s mezní hodnotou pro přesnou nivelaci při měření nivelačních pořadů IV. řádu. Mezní hodnota, kterou by rozdíly v oddílech neměly překročit, je dána vzorcem $\Delta \max_{mm} = 5 \cdot \sqrt{R}$, kde R je délka nivelačního oddílu v kilometrech. Pro nivelační úsek (několik nivelačních oddílů) je mezní rozdíl ${}^2\Delta \max_{mm} = 5 \cdot \sqrt[3]{L^2}$, kde L je délka nivelačního úseku v kilometrech.

Z tabulek 7.1 i 7.2 je zřejmé, že jsem se při měření s pořadovým číslem tři (zejména při měření T ve směru tam) dopustil hrubé chyby nebo omylu a to opakovaně, neboť mezní hodnota je výrazně překročena v obou oddílech. S přístrojem není možné dopustit se chyby při čtení či zápisu, stejně tak s ním nelze měřit, pokud je záměrná přímka pomocí krabicové libely nedostatečně urovňána a její urovnání je mimo rozsah urovnání kompenzátořem. Celý pořad je veden po zpevněných komunikacích, kde měření není ohroženo změnou horizontu přístroje či změnou výšky (např. poklesem) latí. Příčinu této chyby nedokážu vysvětlit.

Při jednom měření figurant nepokládal patku latě na kulový vrchlík nivelační podložky, ale vždy před něj na nivelační podložku. Při změně stanoviska přístroje pak lať přemístil na podložce opět blíže k přístroji, před kulový vrchlík. Tohoto nesprávného postupu jsem si po několika sestavách všiml, měření ukončil a zahájil znovu. Pokud bych takovýto postup jednoho z figurantů při některém měření neodhalil, mohlo by to mít na naměřené převýšení takto výrazný vliv. Vzhledem k tomu, že hodnoty převýšení naměřené při měření číslo tři se velmi výrazně liší od hodnot naměřených při jiných měření, bude toto měření z dalších výpočtů vyloučeno.

Mezní hodnota rozdílu $T-Z$ byla také překročena při měření s pořadovým číslem pět v oddílu 5-6. V oddílu 6-8 mezní hodnota překročena nebyla, stejně jako v celém nivelačním pořadu, kde je ovšem hodnota rozdílu ρ výsledky oddílu 5-6 také negativně ovlivněna. Zdroje a původ chyb je možné hledat v chybě urovnání záměry kompenzátořem, pohybech stativu s nivelačním přístrojem a pohybech podložek s nivelačními latěmi. Na pozemní komunikaci byl při většině měření hustý provoz, vibrace od dopravy mohly také negativně ovlivnit výsledky měření. Dále měly samozřejmě na měření vliv atmosférické podmínky. Přístroj jsem testoval i v podmínkách, které pro měření nejsou vhodné (silný vítr, jasné počasí a jiné). Vlivu atmosférických podmínek na naměřené hodnoty s podrobněji věnuji v kapitole 7.3.

7.2.2 Výpočet středních chyb z rozdílů měření tam a zpět

Střední kilometrový rozdíl se spočítá podle vzorce

$$\rho_0 = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{\rho^2}{R} \right]} = 2,98mm, \quad (7.2)$$

kde n je počet nivelačních oddílů a R je jejich délka v kilometrech. Střední kilometrová chyba dvojí nivelace je pak

$$m_0 = \frac{\rho^2}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{\rho^2}{R} \right]} = 1,49 \text{ mm} . \quad (7.3)$$

Protože kilometrová chyba určená z delšího oddílu se v síti více uplatňuje než z kratšího oddílu, navrhl Lallemand váhy pro čtverce ρ_i^2 úměrné délkám oddílu R_i . Vzorec pro střední kilometrovou chybu je pak

$$m_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{[\rho^2]}{[R]}} = 1,1 \text{ mm} \quad (7.4)$$

Charakteristiky přesnosti pro celkové převýšení jsou :

$$\text{Střední kilometrový rozdíl } \rho_0 = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{\rho^2}{R} \right]} = 2,36 \text{ mm} ,$$

$$\text{střední kilometrová chyba dvojí nivelace } m_0 = \frac{\rho^2}{2} = 1,18 \text{ mm} .$$

Základní střední kilometrová chyba obousměrné nivelace $\overline{m_0}$ udávaná výrobcem je při použití běžných kódových latí LD24 1,3mm. Mezní hodnota střední empirické chyby m_0 je dána rovnicí.

$$m_0 \leq \overline{m_0} + 2m_{mo} , \quad (7.5)$$

$$\text{kde } m_{mo} = \frac{\overline{m_0}}{\sqrt{2n}} , \quad (7.6)$$

je střední chyba střední chyby.

V mém případě má být střední empirická chyba $m_0 \leq 1,63 \text{ mm}$. Tato podmínka byla splněna, mé nivelační měření svou přesností odpovídá základní střední chybě $\overline{m_0}$ použité nivelační metody.

7.2.3 Porovnání naměřených hodnot s evidovaným stavem

Testování přístroje jsem prováděl mezi body nivelačního pořadu Mg 02 České Budějovice – Hluboká n. Vltavou, znal jsem tedy jejich nivelační údaje. Výsledky svých měření jsem porovnával také s nimi. Výsledky jsou shrnuty v tabulce 7.3, kde

<i>Evidov.</i>	je převýšení uvedené v nivelačních údajích [m]
<i>Změřené</i>	je převýšení změřené metodou přesné nivelace [m]
<i>Rozdíl</i>	je rozdíl evidovaného a změřeného převýšení MB-JEST [m]

Tab. 7.3 Rozdíl evidovaného a změřeného převýšení

	Převýšení 5-6 [m]			Převýšení 6-8 [m]			Převýšení celkové [m]		
	Evidov.	Změřené	Rozdíl	Evidov.	Změřené	Rozdíl	Evidov.	Změřené	Rozdíl
1	-0,6599	-0,6673	0,0074	10,7684	10,7755	-0,0071	10,1085	10,1082	0,0003
2	-0,6599	-0,6668	0,0069	10,7684	10,7728	-0,0044	10,1085	10,1060	0,0025
3	-0,6599	-0,6535	-0,0064	10,7684	10,7920	-0,0236	10,1085	10,1385	-0,0300
4	-0,6599	-0,6658	0,0059	10,7684	10,7728	-0,0044	10,1085	10,1070	0,0015
5	-0,6599	-0,6654	0,0055	10,7684	10,7737	-0,0053	10,1085	10,1083	0,0002
6	-0,6599	-0,6663	0,0064	10,7684	10,7765	-0,0081	10,1085	10,1102	-0,0017
7	-0,6599	-0,6658	0,0059	10,7684	10,7739	-0,0055	10,1085	10,1081	0,0004
8	-0,6599	-0,6653	0,0054	10,7684	10,7730	-0,0046	10,1085	10,1077	0,0008
9	-0,6599	-0,6688	0,0089	10,7684	10,7710	-0,0026	10,1085	10,1022	0,0063
10	-0,6599	-0,6653	0,0054	10,7684	10,7724	-0,0040	10,1085	10,1071	0,0014
Průměrný rozdíl			0,0064				-0,0051		
Bez měření 9			0,0061				-0,0054		

Při porovnávání naměřených hodnot s nivelačními údaji jsem nejprve spočítal jednotlivé rozdíly evidovaných a změřených převýšení (*MB-JEST*). Poté jsem spočítal průměr z jednotlivých rozdílů. To jsem udělal zvlášť pro oba nivelační oddíly a také pro celý nivelační pořad. Do průměru jsem nezahrnul měření číslo 3, zatížené hrubou chybou či omylem. Následně jsem spočítal průměr bez měření číslo 9, ve kterém byly také naměřeny hodnoty výrazně odlišné od ostatních měření. Z uvedených výsledků je patrné, že zatímco v naměřeném převýšení celého nivelačního pořadu jsem s evidovanými hodnotami poměrně ve shodě (průměrný rozdíl 0,7mm), v naměřeném převýšení jednotlivých oddílů jsem se naopak výrazně lišil (-6,1mm resp. 5,4mm). Podle nivelačních údajů byl nivelační pořad *Mg 02 České Budějovice – Hluboká n. Vltavou* naposledy kontrolován v roce 1974. Vzhledem k tomu že všech 8 (resp. 9) měření dopadlo velmi podobně (stejná znaménka a podobné hodnoty rozdílů), vedlo mě to k předpokladu, že došlo ke změně výšky (k poklesu) nivelačního bodu 6. Tento předpoklad jsem se pokusil ověřit pomocí statistických metod. Zároveň předpokládám, že u bodů 5 a 8 ke změně výšky nedošlo a jejich evidované údaje odpovídají skutečnosti.

Pro potvrzení předpokladu poklesu výšky bodu 6 a určení jeho pravděpodobné výšky jsem použil intervalové odhady. Ty mají tu výhodu, že podávají také informaci o kvalitě odhadu, která u bodových odhadů chybí. Na základě znalosti rozdělení výběrových charakteristik zkonstruujeme interval, který pokrývá neznámou hodnotu charakteristiky (u nás střední hodnota) s předem zvolenou spolehlivostí ($1 - \alpha$). Příslušný interval nazýváme $100(1 - \alpha)\%$ -ní interval spolehlivosti, číslo $1 - \alpha$ nazýváme koeficientem spolehlivosti a číslo α nazýváme hladinou významnosti. Spolehlivost odhadu si volíme sami, obvykle žádáme,

aby byla blízko jedné. K tomu stačí abychom zvolili $\alpha = 0,05$ nebo $\alpha = 0,01$. Předpokládal jsem, že naměřené hodnoty převýšení jsou náhodnou spojitou veličinou s normálním rozdělením. Volil jsem hladinu významnosti $\alpha = 0,05$. Z výběrového souboru jsem vyřadil měření 3 a 9, ve kterých byly naměřeny hodnoty výrazně odlišné od ostatních měření. V tabulkách 7.4 a 7.5 jsou uvedeny intervalové odhady převýšení mezi body 5 a 6, resp. mezi body 6 a 8 s doplňující informace o kvalitě odhadu.

Tab. 7.4 Intervalový odhad hodnoty převýšení mezi body 5 a 6

	Rozsah souboru	Průměr \bar{m}	95%-ní interval spolehlivosti	Rozptyl s^2	Směrodatná odchylka s
Převýšení 5-6	8	-0,6660	(-0,6666 ; -0,6654)	0,000001	0,000741

Z naměřených hodnot vyplývá, že s 95% spolehlivostí se převýšení mezi body 5 a 6 nachází v intervalu (-0,6666 ; -0,6654). Šířka intervalu je 1,2mm. Hodnota převýšení uvedená v nivelačních údajích -0,6599 je o 5,5mm vyšší než je horní mez intervalu, je tedy výrazně mimo interval.

Tab. 7.5 Intervalový odhad hodnoty převýšení mezi body 6 a 8

	Rozsah souboru	Průměr \bar{m}	95%-ní interval spolehlivosti	Rozptyl s^2	Směrodatná odchylka s
Převýšení 6-8	8	10,7738	(10,7724 ; 10,7750)	0,000002	0,001454

S 95%-ní spolehlivostí se převýšení mezi body 6 a 8 nachází v intervalu (10,7724;10,7750). Hodnota převýšení uvedená v nivelačních údajích 10,7684 je opět výrazně mimo interval.

Ze všech naměřených převýšení a výšek bodů 5 a 8 jsem spočítal výšku bodu 6. Dostal jsme tedy celkem 16 hodnot výšky bodu 6 (měření 3 a 9 byla ze souboru vyřazena) Předpokládal jsem, že body 5 a 8 svou výšku nezměnily. V následujících tabulkách jsou uvedeny intervalové odhady výšky bodu 6. V tabulce 7.6 je spočten 95%-ní interval spolehlivosti, v tabulce 7.7 99%-ní interval spolehlivosti.

Tab. 7.6 Intervalový odhad výšky bodu 6, $\alpha = 0,05$

	Rozsah souboru	Průměr	95%-ní Interval spolehlivosti	Rozptyl s^2	Směrodatná odchylka s
Výška bodu 6	16	386,4126	(386,4119 ; 386,4133)	0,000002	0,001269

Tab. 7.7 Intervalový odhad výšky bodu 6, $\alpha = 0,01$

	Rozsah souboru	Průměr	99%-ní Interval spolehlivosti	Rozptyl s^2	Směrodatná odchylka s
Výška bodu 6	16	386,4126	(386,4117 ; 386,4135)	0,000002	0,001269

Na základě svých měření mohu prohlásit, že 95%-ní spolehlivostí se výška bodu 6 nachází v intervalu (386,4119 ; 386,4133), s 99%-ní spolehlivostí se nachází v intervalu (386,4117 ; 386,4135). 95%-ní interval má šířku 1,4mm, 99%-ní má logicky šířku větší 1,8mm. Výška bodu uvedená v nivelačních údajích je 386,418m. Podle mých měření došlo s 99% spolehlivostí k poklesu bodu 6 o 4,5-6,3mm.

Z výsledků mých měření nelze učinit jednoznačný závěr o výšce bodu 6 a to především z toho důvodu, že mé měření probíhalo pouze mezi třemi body nivelačního pořadí u *Mg 02 České Budějovice – Hluboká n. Vltavou*. Myslím si však, že by mělo dojít k profesionálnímu ověření výšky bodu 6, případně dalších bodů, neboť z mého měření dostatečně průkazně vyplývá, že ke změnám ve výšce bodů došlo.

7.3 Vliv vnějších atmosférických podmínek na změřená převýšení

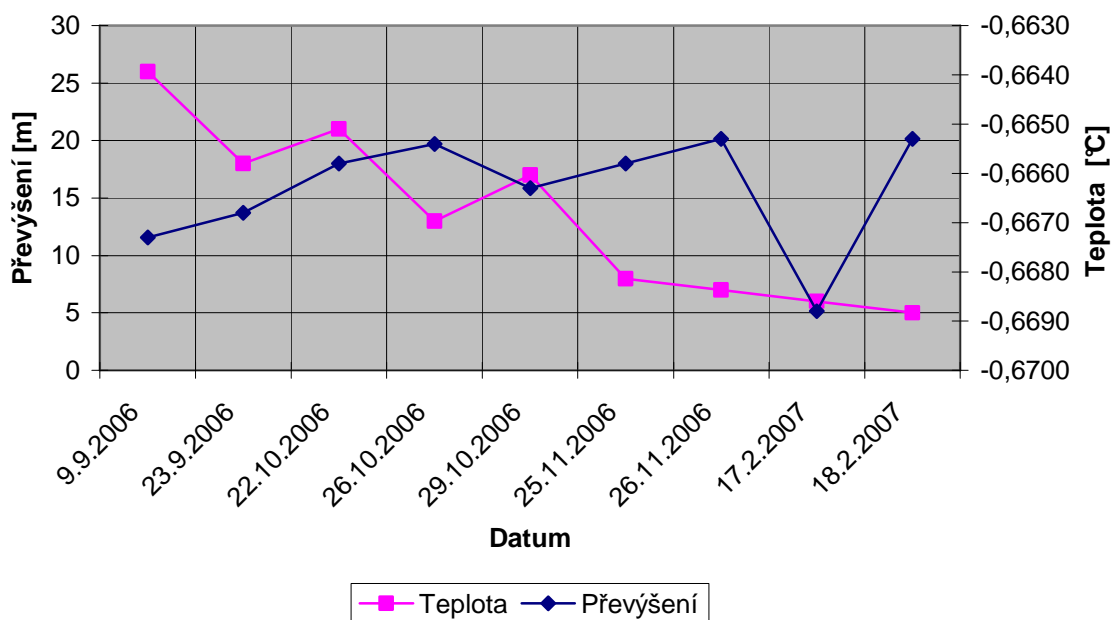
Jak jsem již napsal, vnější atmosférické podmínky ovlivňují při měření všechny přístroje. Ve své práci jsem se snažil ověřit jejich vliv na přesnost digitálního nivelačního přístroje *DiNi 22*. Za tímto účelem jsem za různých klimatických podmínek opakovaně měřil jednotlivá převýšení mezi body nivelačního pořadí IV. řádu *Mg 02 České Budějovice – Hluboká n. Vltavou*. Nivelační pořadí jsem změřil celkem desetkrát. Pětkrát ve směru pořadí (tam), pětkrát ve směru opačném (zpět). Každá nivelace proběhla v jiný den, za jiných klimatických poměrů. Snažil jsem se vybírat podmínky pro měření vhodné, ale také podmínky extrémní, pro měření nevhodné. V následném přehledu jsou uvedeny podmínky jednotlivých měření. V závorkách za silou větru jsou uvedeny stupně Beaufortovy stupnice.

- 9.9. Doba měření 14.00-16.30, teplota 25-26°C, jasno, slabý vítr (3)
- 23.9. Doba měření 9.00-12.30, teplota 15-18°C, jasno, silný vítr (6)
- 30.9. Doba měření 14.30-17.00, teplota 23-24°C, jasno, silný vítr (6)
- 22.10. Doba měření 12.00-14.30, teplota 20-22°C, jasno, vánek(1)
- 26.10. Doba měření 16.30-18.45, teplota 15-12°C, oblačno, mírný vítr (4)

- 29.10. Doba měření 10.30-12.30, teplota 15-17°C, oblačno, mírný víchr (7)
- 25.11. Doba měření 12.00-14.30, teplota 8-9°C, zataženo, slabý vítr (3)
- 26.11. Doba měření 14.30-17.00, teplota 6-8°C, zataženo, mlha, bezvětří (0)
- 17.2. Doba měření 9.00-11.30, teplota 4-6°C, polojasno, čerstvý vítr (5)
- 18.2. Doba měření 15.00-17.00, teplota 5-7°C, oblačno, slabý vítr (3)

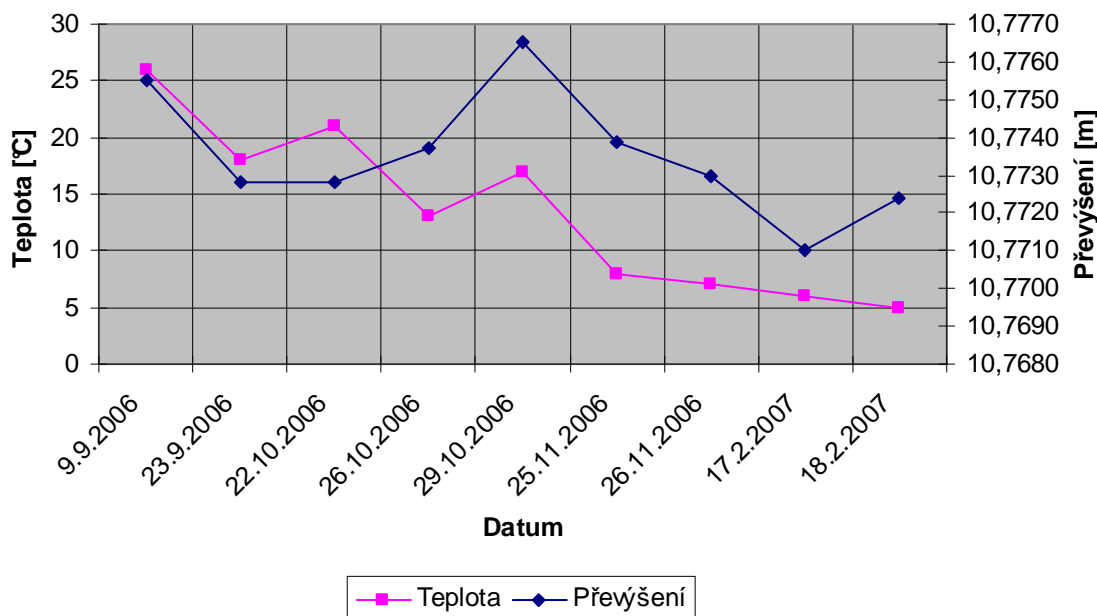
V následujících grafech je zobrazena závislost naměřeného převýšení na teplotě. Do vyhodnocovaných hodnot jsem nezahrnul měření ze dne 30.9., ve kterém došlo k hrubé chybě či omylu a naměřené hodnoty jsou výrazně odlišné od hodnot naměřených v jiných dnech.

Graf 7.2 **Závislost převýšení mezi body 5-6 na teplotě**



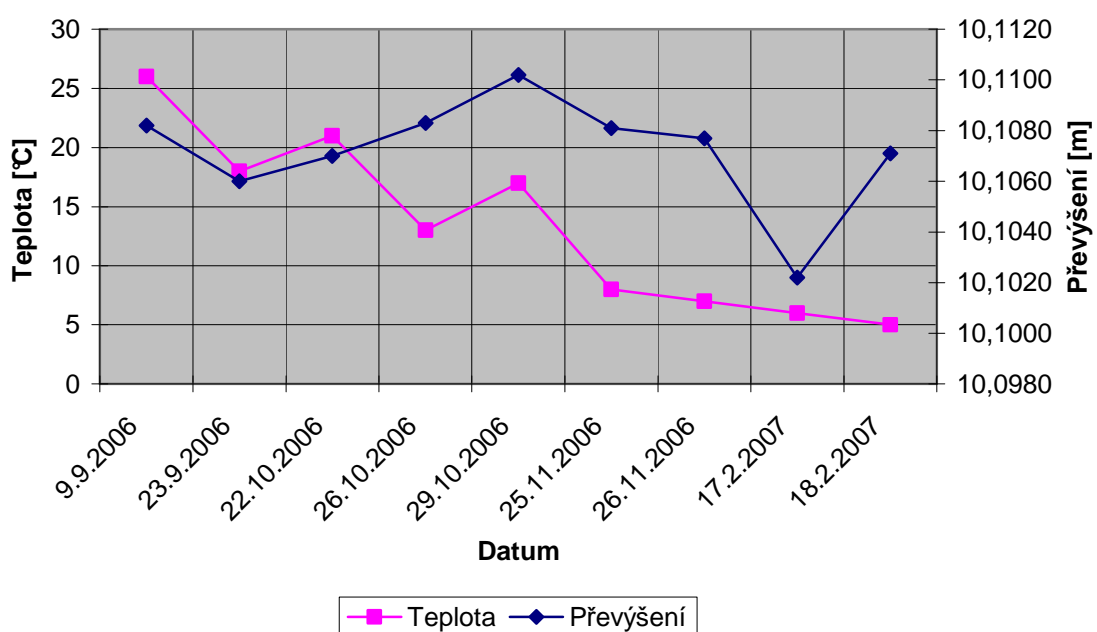
Z grafu 7.2 není patrná závislost převýšení na teplotě.

Graf 7.3 Závislost převýšení mezi body 6-8 na teplotě



V grafu 7.3 je patrný určitý náznak závislosti převýšení na teplotě. Vzhledem k několikanásobně větší délce tohoto oddílu a také většímu počtu sestav bych tomuto grafu přikládal větší váhu. Křivka převýšení do jisté míry sleduje trend křivky teploty, ne však zcela průkazně.

Graf 7.4 Závislost převýšení mezi body 5-8 na teplotě

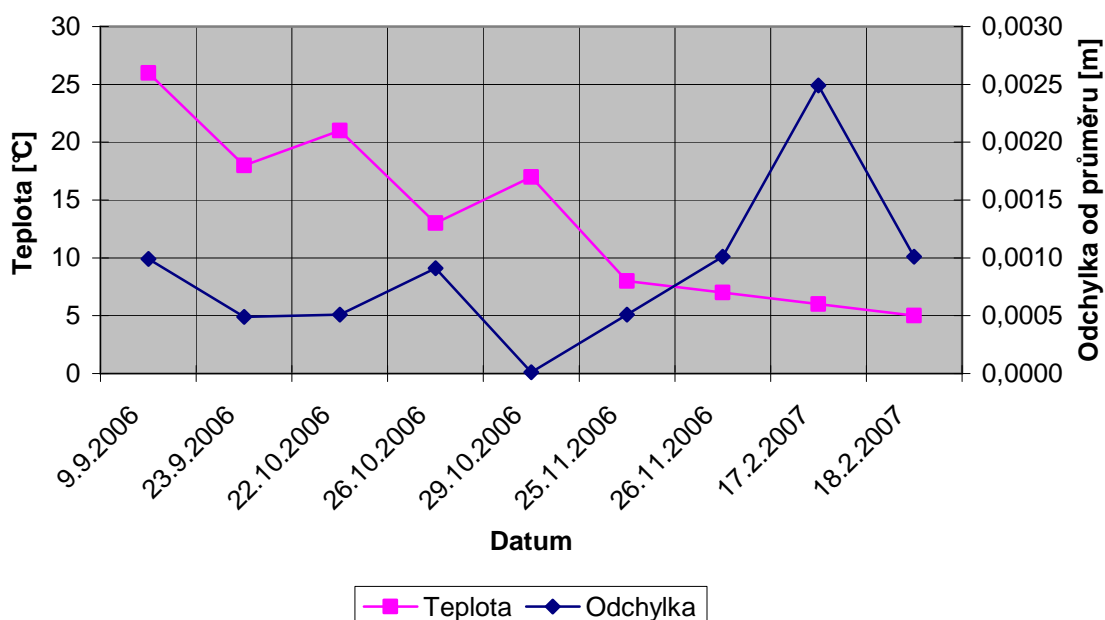


V grafu 7.4 je porovnání vlivu teploty na celkové převýšení celého nivelačního tahu. Závislost převýšení na teplotě z grafu není patrná.

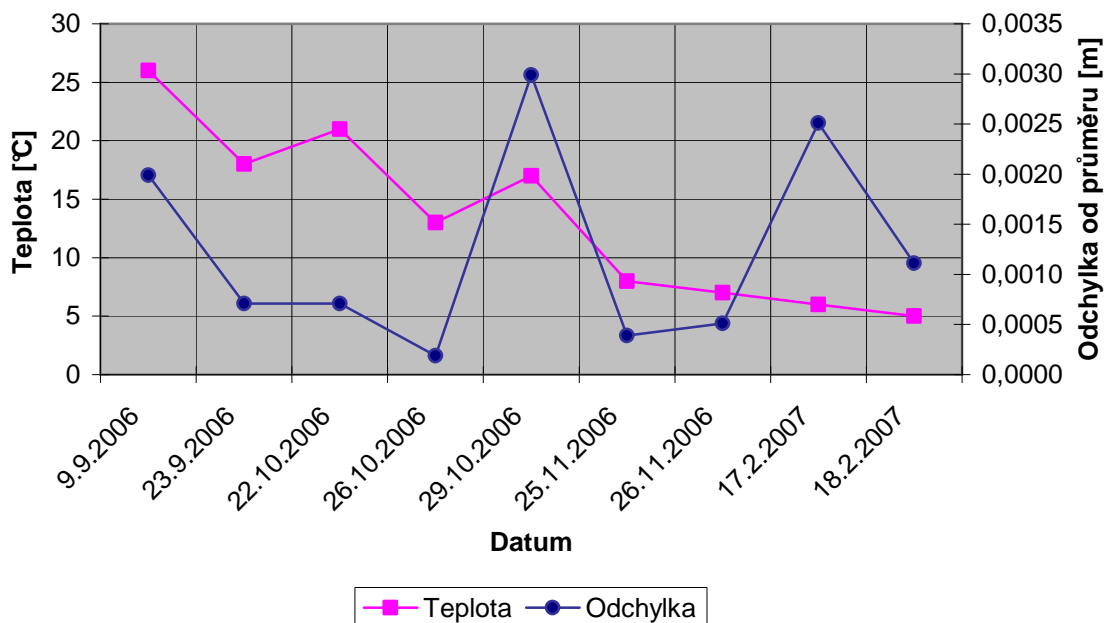
Závislost převýšení na teplotě se mi nepodařilo prokázat. Z grafu 7.3 je patrný určitý vliv teploty na převýšení, ale výsledné hodnoty ukazují, že výsledky měření jsou závislé i na dalších podmínkách okolního prostředí, na síle větru, vibracích od dopravy, tlaku, vlhkosti, slunečním svitu (zda je obloha jasná, či zatažená) a také na zkušenostech měřiče a figurantů. Při síle větru stupně 6 Beaufortovy stupnice a vyšším je pro figuranta velmi obtížné udržet lať ve svislé poloze, zvláště pokud vítr mění svůj směr. Naopak při bezvětří nedochází k promíchávání mas vzduchu, což při jasném počasí vede k poměrně velkému teplotnímu gradientu, kdy po většinu dne (celé odpoledne) jsou vrstvy vzduchu u povrchu teplejší než vrstvy vzduchu od povrchu vzdálenější. Při jasném počasí zároveň dochází k výraznějšímu ohřívání přístroje (pokud není chráněn slunečníkem) a také k ohřívání latí. To vše může mít nepříznivý vliv na přesnost měření.

V následujících grafech jsem znázornil závislost odchylky od průměru (absolutní hodnota rozdílu změřeného převýšení a aritmetického průměru naměřených převýšení) na teplotě.

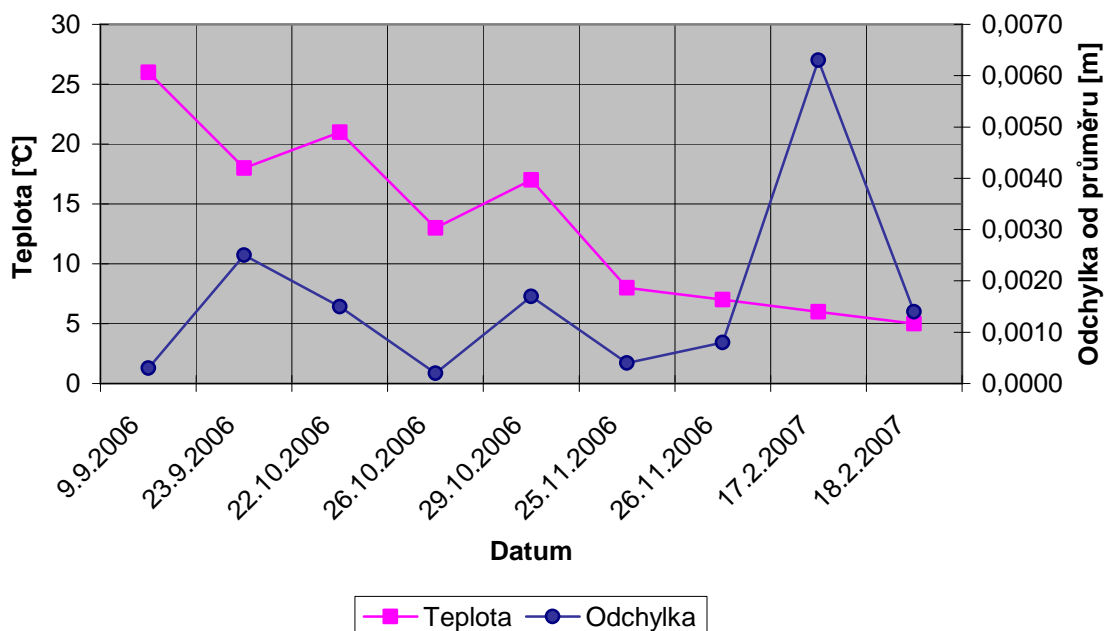
Graf 7.5 Závislost odchylky převýšení mezi body 5-6 na teplotě



Graf 7.6 Závislost odchylky převýšení mezi body 6-8 na teplotě



Graf 7.7 Závislost odchylky převýšení mezi body 5-8 na teplotě



Z uvedených grafů není patrná závislost odchylky od průměru na teplotě. Z grafů je zřejmé, že měření ze dne 17.2. je zatíženo větší chybou než ostatní měření, proto bylo toto měření vyloučeno ze statistického vyhodnocování rozdílu mezi stavem evidovaným

v nivelačních údajích a naměřenými hodnotami (viz. 7.2.3). Stejně jako v předchozím zkoumání závislosti převýšení na teplotě jsem dospěl k závěru, že jednotlivá měření nejsou přímo závislá na teplotě, ale na komplexních podmínkách okolního prostředí. Dále také samozřejmě na vybavení a zkušenostech měřiče.

8 Závěr

Předmětem mé diplomové práce bylo zejména otestovat elektronický nivelační přístroj *Zeiss DiNi 22* při měření za různých klimatických podmínek a ověřit možnosti jeho využití. Za tímto účelem jsem opakovaně měřil jednotlivá převýšení mezi body nivelačního pořadu IV. řádu *Mg 02 České Budějovice – Hluboká n. Vltavou*, který je součástí nivelační sítě IV. řádu.

Pro měření jsem použil úsek mezi nivelačními body 5 a 8 zmíněného nivelačního pořadu. Tento úsek jsem rozdělil na dva nivelační oddíly, jeden mezi body 5 a 6, druhý mezi body 6 a 8. Bod 7 nebylo možné vzhledem k obložení pro nivelaci použít. Nivelační pořad jsem změřil celkem desetkrát, pětkrát ve směru pořadu (tam), pětkrát ve směru opačném (zpět). Pořad jsem měřil metodou přesné nivelace. Velký důraz jsem kladl na volbu umístění záměr, aby nebyly porušeny zásady přesné nivelace. Při měření jsem pečlivě zaznamenával atmosférické podmínky.

Získané hodnoty jsem zpracoval do tabulek a následně do přehledných grafů. Na grafech je názorně vidět průběh převýšení nivelačního pořadu a dále také závislost převýšení a odchylky od průměru na teplotě. Přímo závislost naměřených hodnot na teplotě se mi nepodařilo prokázat, ačkoliv zejména v nivelačním oddílu mezi body 6 a 8 určitý vliv teploty na převýšení patrný je. Měření ovlivňuje daleko více faktorů, než pouze teplota. Ovlivňují jej zkušenosti měřiče, přístrojové vybavení a samozřejmě veškeré vnější podmínky, z nichž nelze vytrhnout pouze teplotu. Z dalších vnějších podmínek ovlivňujících měření bych zmínil vlhkost, tlak, vyzdvihnul bych sílu větru, intenzitu slunečního svitu (zda je zatažená či jasná obloha) a také povrch, po kterém je pořad veden. Mé měření probíhalo na zpevněných komunikacích, kde nehrozila možnost změny výšky horizontu přístroje či latí během měření. Měření však mohla být ovlivněna vibracemi od intenzivní dopravy.

Měření s digitálním přístrojem *DiNi 22* je velice příjemné. Díky velkému přehlednému displeji, logicky vystavěnému menu a poměrně snadné, dosti intuitivní obsluze je velmi snadné si měření s ním osvojit. Podle mého názoru přispívají velkou měrou ke snadnému ovládní přístroje tzv. „*softkeys*“, pět tlačítek umístěných na ovládacím panelu přímo pod displejem, která nemají pevně stanovenou funkci, jejich funkce se mění podle režimu, ve kterém se přístroj nachází.

Myslím si, že digitální nivelační přístroje nejsou přesnější než libelové či kompenzátorové přístroje pro přesnou či velmi přesnou nivelaci. Jsou při měření také

ovlivňovány vnějšími podmínkami. Vzhledem k tomu, že snímají celý úsek latě v zorném poli přístroje, jsou k některým vnějším vlivům více citlivé než běžné optické přístroje (chyba z diferenční refrakce), k některým méně (vibrace, chvění vzduchu). Jejich hlavní výhoda spočívá ve zrychlení a usnadnění práce měřiče. Díky automatickému odečtu a zápisu měřených dat, umožňují výrazné zrychlení práce a eliminaci nejběžnějších zdrojů chyb, tj. chyby z odečtu a při zápisu. Zároveň odpadá potřeba zapisovatele. Ke zrychlení a usnadnění práce přispívá i možnost zavedení automatických korekcí a také nastavení mezních hodnot (maximální délka a minimální výška záměry, maximální rozdíl v převýšení stanoviska), které chceme při měření dodržet a jejichž dodržování přístroj kontroluje.

Při měření mě nepříjemně překvapil stav nivelační sítě IV. řádu. Pořad *Mg 02 České Budějovice – Hluboká n. Vltavou* mi přišel dosti neudržovaný. Bod 7 nebylo možné pro měření využít, protože budova, ve které je stabilizován čepovou značkou je obložena obklady a na bod tedy není možné postavit nivelační lať. Bod 8 stabilizovaný hřebovou značku v železničním nadjezdu byl zarostlý křovím, které jsem nejprve musel odstranit, abych mohl bod použít. Za předpokladu, že se nezměnila výška bodů 5 a 8 došlo prokazatelně k poklesu bodu 6. Na základě svých měření jsem dospěl k závěru, že výška bodu 6 je s 99%-ní spolehlivostí nižší o 4,5-6,3mm, než je uvedeno v nivelačních údajích. Poslední kontrola tohoto nivelačního pořadu proběhla v roce 1974. Myslím si, že by mělo dojít k profesionálnímu ověření výšky bodu 6 a případně dalších bodů. Stav nivelační sítě IV. řádu je zřejmě celorepublikovým problémem. Nedochozí k její pravidelné, systematické údržbě, je udržována spíše sporadicky, v závislosti na aktuálních potřebách měření v konkrétních oblastech.

Přístroj *DiNi 22* se díky svým výhodám prosadil v měřické praxi i přes vyšší pořizovací náklady. Rozšířil se především v inženýrské geodézii. Podle mého názoru budou digitální nivelační přístroje díky svým nesporným výše popsaným výhodám zaujímat na trhu stále významnější postavení na úkor klasických optických nivelačních přístrojů. Nabídka digitálních nivelačních přístrojů se stále rozšiřuje, nejsou již k dispozici pouze přístroje pro přesnou a velmi přesnou nivelaci, ale také stavební přístroje, které mohou oslovit širší skupinu měřičů. Nevýhodou digitálních nivelačních přístrojů je stále jejich cena. S rostoucím tržním významem těchto přístrojů ale očekávám vstup dalších výrobců geodetických přístrojů do tohoto segmentu a tedy větší konkurenční tlak na ceny. Podle mého názoru je otázkou času, kdy tyto digitální přístroje zcela nahradí přístroje běžné. Kolik geodetů dnes používá v praxi k měření úhlů klasické teodolity?

9 Přehled použité literatury

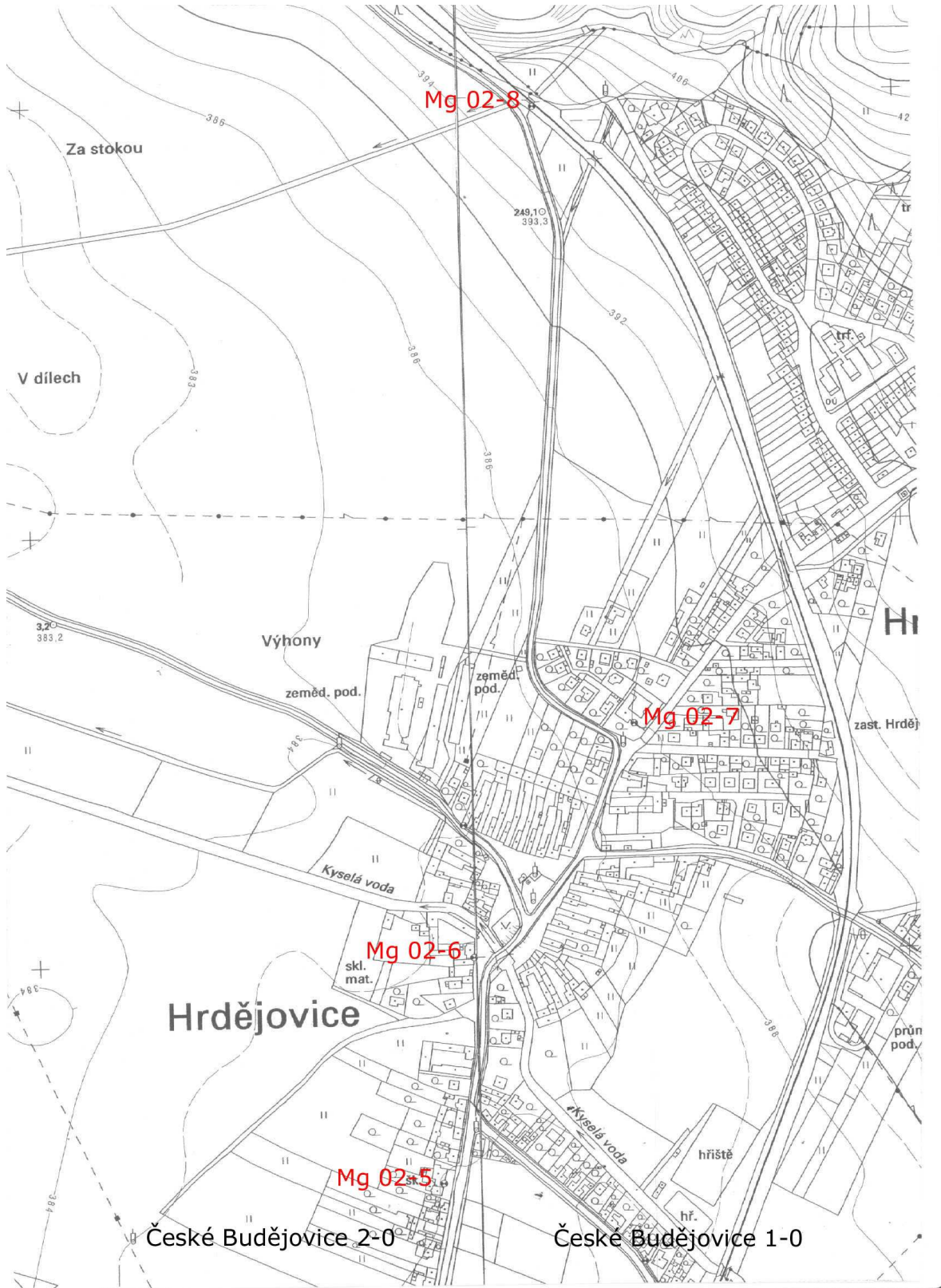
- [1] Blažek, R., Skořepa, Z.: *GEODÉZIE 30 Výškopis*. ČVUT, Praha 1997. 93 s.
- [2] Čermáková, A., Střeleček, F.: *Statistika I*. JU ZF, České Budějovice 1995. 170 s.
ISBN 80-7040-126-5
- [3] ČSN ISO 8322-3: *Geometrická přesnost ve výstavbě. Určování přesnosti měřicích přístrojů*. Český normalizační institut, Praha 1994. 16 s.
- [4] Hrabě, A., Beneš, F.: *Vývoj výškových základů na území České Republiky*. ZÚ, Praha 1997
- [5] Maršík, Z., Maršíková, M.: *Geodezie II*. JU ZF, České Budějovice 2002. 123 s.
ISBN 80-7040-546-5
- [6] Mervart, L., Cimbálník, M.: *Vyšší geodézie 2*. ČVUT, Praha 1997. 178 s.
- [7] Návod k přístroji Trimble DiNi 12/12T/22, Zeiss-Trimble
- [8] Nevosád, Z., Vitásek, J.: *Geodézie III*. VUT, Brno 2000. ISBN 80-214-1774-9
- [9] *Precise digital leveling- presentation*. NGS (National Geodetic Survey), 2006.
<http://www.dot.state.co.us/NGSadvisor/NGS/Precise%20Digital%20Leveling%20Presentation.pdf>
- [10] Valihrach, J.: *Testování elektronického nivelačního přístroje WILD NA 3003*. DP.
VUT, Brno 2003
- [11] Vyhláška č. 31/1995 Sb.
- [12] Vykutil, J.: *Vyrovnávací počet*, VUT, Brno 1973
- [13] Vykutil, J.: *Vyšší geodézie*. Kartografie, Praha 1982

Seznam příloh:

Příloha 1	Přehledná situace	(1 x A4)
Příloha 2	Nivelační údaje	(4 x A4)
Příloha 3	Nivelační zápisníky	(23 x A4)

Příloha 1 Přehledná situace

(1 x A4)



Příloha 2 Nivelační údaje

(4 x A4)

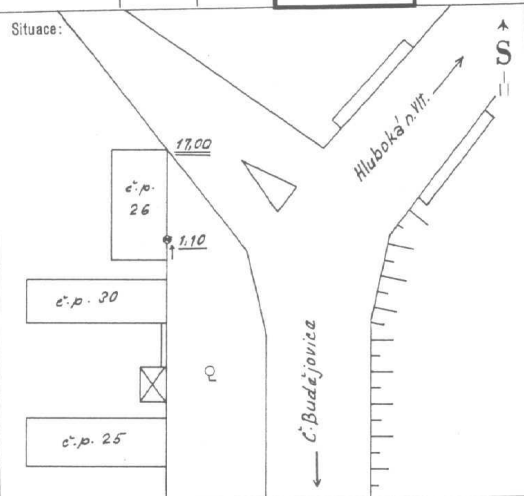
NIVELAČNÍ ÚDAJE

Pořadí: **1** Platnost od: **1.7.1974** do:

Nivelační pořadí - Podrobná nivelační síť: Mg 02 České Budějovice-Hluboká nad Vltavou			Kraj: Jihočeský	List mapy: 32-22			
			Okres: Č. Budějovice	1:50000			
			Obec: Hrdějovice	SMD - 5			
			Kat. úz.:	Č. Budějovice 2-0			
Předcházející bod: 4	Délka oddílu	Vzdálenost od počátku pořadí	Nivelační převýšení	Tíhová redukce	Oprava z vyrovnání	Nadmořská výška balt - po vyrovnání	Převod do jaderu
	km	m	m	mm		m	+
Nivelační bod: 5	0,756	2,290	-2,28283		-0,06	187,078	+0,394
Situační popis: Č. Hrdějovice (České Budějovice), dům č.p.108 , 0,9 m nad zemí			Situace: 		Hluboká n Vlt. ↑ ↓ Č. Budějovice	S ↑ ↓	
							Poznámky:
Druh značky	Stupeň stability	Stabilizoval (ústav, jméno, datum)	Druh bodu	Výška z roku	Převýšení z roku		
čepová V.	N	ZÚ, ing. Jiříčný 1950		1950	1950		
Stav a stáří stavby, stavební hmota, půdní vlastnosti: zachovalá, omítnutá, podsklepená, cihlová stavba s kamennou podezdívkou							
Geologický popis:					Klasifikace		
Geomorfologické vlastnosti místa:							
NÚ vyhotovil (ústav, jméno, datum)	situaci	ZÚ, ing. Jiříčný, 1950		Kontroloval	ing. Nekolová, VI.1974		
	zápis	Švacová, V.1974					
Záznam změn:							

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Pořadí: **1** Platnost od: **1.7.1974** do:

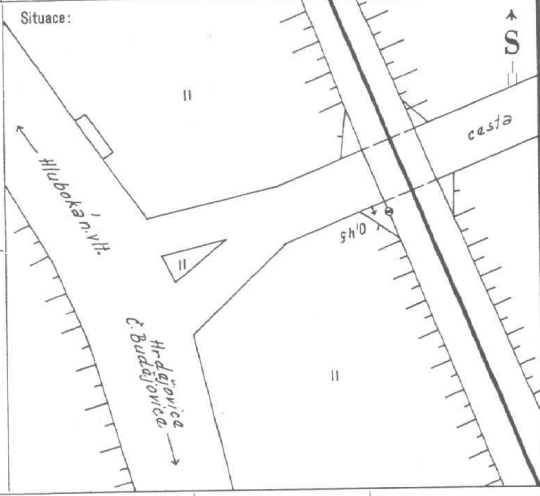
Nivelační pořad - Podrobná nivelační síť: Mg 02 České Budějovice - Hluboká n. Vltavou		Kraj: Jihočeský	List mapy: 32-22				
		Okres: Č. Budějovice	1:50000				
		Obec: Hrdějovice	SMO - 5				
		Kat. úz.:	Č. Budějovice 2-C				
Předcházející bod: 5	Délka oddílu	Vzdálenost od počátku pořadu	Nivelační převýšení	Tíhová redukce	Oprava z vyrovnání	Nadmořská výška balt. - po vyrovnání	Převod do jaderanu
	km	m	m	mm	mm	m	m
Nivelační bod: 6	0,280	2,570	-0,65992		-0,02	386,418	+0,394
Situční popis: Č. Hrdějovice (České Budějovice), dům č.p. 26, 0,7 m nad zemí			Situace: 				
Poznámky:							
Druh značky	Stupeň stability	Stabilizoval (ústav, jméno, datum)	Druh bodu	Výška z roku	Převýšení z roku		
čepová V.	N	ZÚ, ing. Jiříčný 1950		1950	1950		
Stav a stáří stavby, stavební hmota, půdní vlastnosti: zachovalá, omítnutá, cihlová stavba							Klasifikace
Geologický popis:							
Geomorfologické vlastnosti místa:							
NÚ vyhotovil (ústav, jméno, datum)	situaci	ZÚ, ing. Jiříčný, 1950		Kontroloval	ing. Nekolová, VI. 1974		
	zápis	Švecová, V. 1974					
Záznam změn:							

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Pořadí: 1		Platnost od: 1.7.1974		do:			
Nivelační pořad - Podrobná nivelační síť: Mg 02 České Budějovice-Hluboká n.Vltavou			Kraj: Jihočeský	List mapy: 32-22			
			Okres: Č. Budějovice	1:50000			
			Obec: Hrdějovice	SMO - 5	Č. Budějovice 1-0		
			Kat. úz.:				
Předcházející bod: 6	Délka oddílu	Vzdálenost od počátku pořadu	Nivelační převýšení	Tíhová redukce	Oprava z vyrovnání	Nadmořská výška baň - po vyrovnání	Převod do jaderu +
	km		m	mm		m	m
Nivelační bod: 7	0,349	2,919	+2,08573		-0,03	388,504	+0,394
Situace: Č. Hrdějovice (České Budějovice), dům č.p. 9, 0,5 m nad zemí							
Poznámky:							
Druh značky	Stupeň stability	Stabilizoval (ústav, jméno, datum)	Druh bodu	Výška z roku.....	Převýšení z roku.....		
čepová V.	N	ZÚ O.Šimon 1950		1950	1950		
Stav a stáří stavby, stavební hmota, půdní vlastnosti: zachovalá, omítnutá, podsklepená cihlová stavba							Klasifikace
Geologický popis:							
Geomorfologické vlastnosti místa:							
NÚ vyhotovil (ústav, jméno, datum)		situaci	zapis		Kontroloval		
		ZÚ, O.Šimon, 1950	Svecová, V. 1974		ing. Nekolová, VI. 1974		
Záznam změn:							

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Pořadí: **1** Platnost od: **1.7.1974** do:

Nivelační pořad - Podrobná nivelační síť: Mg 02 České Budějovice-Hluboká n.Vltavou		Kraj: Jihočeský	List mapy: 22-44				
		Okres: Č. Budějovice	1:50000				
		Obec: Hrdějovice	SMO - 5 Č. Budějovice 1-0				
		Kat. úz.:					
Předcházející bod: 7	Délka oddílu	Vzdálenost od počátku pořadu	Nivelační převýšení	Tíhová redukce	Oprava z vyrovnání	Nadmožská výška balt - po vyrovnání	Převod do jaderu +
	km		m	mm		m	m
Nivelační bod: 8	0,838	3,757	+8,68264		-0,07	397,187	+0,394
Situací popis: H. Hrdějovice (České Budějovice), železniční nadjezd y km 29,693 silnice Hluboká n.Vlt.-Hrdějovice 0,4 m nad zemí, shora		Situace: 					
Poznámky:							
Druh značky	Stupeň stability	Stabilizoval (ústav, jméno, datum)	Druh bodu	Výška z roku.....	Převýšen z roku.....		
hřebová IV.	J	ZÚ O.Simon 1950		1950	1950		
Stav a stáří stavby, stavební hmota, půdní vlastnosti:		zachovalá, kamenná stavba					Klasifikace
Geologický popis:							
Geomorfologické vlastnosti místa:							
NÚ vyhotovil (ústav, jméno, datum)	situaci zapis	ZÚ, O.Simon, 1950 Švecová, V.1974		Kontroloval	ing. Nekolová, VI.1974		
Záznam změn:							

Příloha 3 Nivelační zápisníky (23 x A4)

Příloha 3 Niveláčnické zápisky

Db - celková délka záměr vzad
 Df - celková délka záměr vpřed
 dz - rozdíl v evidovaném a změřeném převýšení (MB-JEST)
 Sh - změřené převýšení
 Z - nadmořská výška

Měření 1, směr pořadu TAM

9.9. teplota 25-26°C, jasno, slabý vítr (3)

Adjustace přístroje

341 Justaz c_ -0.00115
 342 Zakriv ZAP/Refrak ZAP

					Vzdálenost	čtení na lati
Vlastní měření						
343	Pocatek pořadu	aZVVZ	21			
344	Bod 5		21			Z
387.0780						
345	5	1	21	Rb	1.2809 HD	16.49
346	1	1	21	Rf	2.1387 HD	16.37
347	1	1	21	Rf	2.1392 HD	16.36
348	5	1	21	Rb	1.2804 HD	16.47
354	2	1	21	Rf	2.1536 HD	19.89
355	1	1	21	Rb	1.9350 HD	20.13
356	1	1	21	Rb	1.9347 HD	20.16
357	2	1	21	Rf	2.1536 HD	19.89
358	2	1	21	Rb	1.8516 HD	20.05
359	3	1	21	Rf	2.0330 HD	20.09
360	3	1	21	Rf	2.0324 HD	20.10
361	2	1	21	Rb	1.8518 HD	20.04
362	4	1	21	Rf	2.1525 HD	27.45
363	3	1	21	Rb	1.9238 HD	27.54
364	3	1	21	Rb	1.9239 HD	27.54
365	4	1	21	Rf	2.1530 HD	27.44
366	4	1	21	Rb	1.8945 HD	26.02
367	5	1	21	Rf	1.9943 HD	26.09
368	5	1	21	Rf	1.9947 HD	26.08
369	4	1	21	Rb	1.8943 HD	25.98
370	6	1	21	Rf	1.4282 HD	26.10
371	5	1	21	Rb	2.3482 HD	25.73
372	5	1	21	Rb	2.3482 HD	25.73
373	6	1	21	Rf	1.4285 HD	26.10
	6		31	Sh	-0.6673 dz	0.0072 Z
386.4180						
	6D	6	31	Db	138.95 Df	135.97 Z
386.4108						
Konec pořadu			31			
Pokracovani			31			
374	6	1	21	Rb	1.6755 HD	15.52
375	7	1	21	Rf	1.2923 HD	15.10
376	7	1	21	Rf	1.2925 HD	15.10
377	6	1	21	Rb	1.6743 HD	15.56
386	8	1	21	Rf	2.4536 HD	29.67
387	7	1	21	Rb	1.2588 HD	29.73
388	7	1	21	Rb	1.2588 HD	29.75
389	8	1	21	Rf	2.4523 HD	29.71
390	8	1	21	Rb	2.2406 HD	20.28
391	9	1	21	Rf	2.1129 HD	19.92
392	9	1	21	Rf	2.1127 HD	19.92

393	8	1	21	Rb	2.2406	HD	20.29
394	10	1	21	Rf	2.0095	HD	19.18
395	9	1	21	Rb	2.4120	HD	19.18
396	9	1	21	Rb	2.4113	HD	19.19
397	10	1	21	Rf	2.0115	HD	19.17
398	10	1	21	Rb	2.3235	HD	29.62
399	11	1	21	Rf	1.9380	HD	29.99
400	11	1	21	Rf	1.9379	HD	30.00
401	10	1	21	Rb	2.3232	HD	29.67
402	12	1	21	Rf	1.9119	HD	20.09
403	11	1	21	Rb	2.2951	HD	19.57
404	11	1	21	Rb	2.2946	HD	19.57
405	12	1	21	Rf	1.9131	HD	20.17
406	12	1	21	Rb	2.3290	HD	19.62
407	13	1	21	Rf	1.6479	HD	20.26
408	13	1	21	Rf	1.6478	HD	20.26
409	12	1	21	Rb	2.3292	HD	19.61
410	14	1	21	Rf	2.4720	HD	19.79
411	13	1	21	Rb	2.0489	HD	20.03
412	13	1	21	Rb	2.0488	HD	20.03
413	14	1	21	Rf	2.4724	HD	19.77
414	14	1	21	Rb	1.9734	HD	19.98
415	15	1	21	Rf	2.2447	HD	20.01
416	15	1	21	Rf	2.2445	HD	20.02
417	14	1	21	Rb	1.9723	HD	20.02
418	16	1	21	Rf	2.1029	HD	13.98
419	15	1	21	Rb	2.0610	HD	13.99
420	15	1	21	Rb	2.0610	HD	13.97
421	16	1	21	Rf	2.1031	HD	13.97
422	16	1	21	Rb	2.1374	HD	15.01
423	17	1	21	Rf	2.1126	HD	14.81
424	17	1	21	Rf	2.1113	HD	14.81
425	16	1	21	Rb	2.1365	HD	15.01
426	18	1	21	Rf	1.9083	HD	30.04
427	17	1	21	Rb	1.9484	HD	30.14
428	17	1	21	Rb	1.9474	HD	30.16
429	18	1	21	Rf	1.9083	HD	30.05
430	18	1	21	Rb	2.1965	HD	29.92
431	19	1	21	Rf	1.9733	HD	30.06
432	19	1	21	Rf	1.9735	HD	30.05
433	18	1	21	Rb	2.1966	HD	29.94
434	20	1	21	Rf	1.9821	HD	30.20
435	19	1	21	Rb	2.1883	HD	30.11
436	19	1	21	Rb	2.1879	HD	30.13
437	20	1	21	Rf	1.9822	HD	30.22
438	20	1	21	Rb	2.2229	HD	30.11
439	21	1	21	Rf	1.8860	HD	30.22
440	21	1	21	Rf	1.8865	HD	30.18
441	20	1	21	Rb	2.2230	HD	30.11
442	22	1	21	Rf	1.7788	HD	29.93
443	21	1	21	Rb	2.3155	HD	30.04
444	21	1	21	Rb	2.3162	HD	30.01
445	22	1	21	Rf	1.7794	HD	29.87
448	22	1	21	Rb	2.4905	HD	29.89
449	23	1	21	Rf	1.5966	HD	30.05
450	23	1	21	Rf	1.5972	HD	30.08
451	22	1	21	Rb	2.4898	HD	29.88
452	24	1	21	Rf	1.2643	HD	29.90
453	23	1	21	Rb	2.6499	HD	30.33
454	23	1	21	Rb	2.6495	HD	30.33
455	24	1	21	Rf	1.2638	HD	29.90

456	24		1	21	Rb	2.8884	HD	29.93
457	25		1	21	Rf	1.0557	HD	29.95
458	25		1	21	Rf	1.0557	HD	29.92
459	24		1	21	Rb	2.8881	HD	29.94
460	26		1	21	Rf	1.2655	HD	30.04
461	25		1	21	Rb	3.2878	HD	30.13
462	25		1	21	Rb	3.2884	HD	30.09
463	26		1	21	Rf	1.2655	HD	30.04
464	26		1	21	Rb	2.8246	HD	29.92
465	27		1	21	Rf	1.3750	HD	30.04
466	27		1	21	Rf	1.3749	HD	30.05
467	26		1	21	Rb	2.8246	HD	29.91
468	28		1	21	Rf	1.6027	HD	19.69
469	27		1	21	Rb	2.3370	HD	20.11
470	27		1	21	Rb	2.3368	HD	20.10
471	28		1	21	Rf	1.6026	HD	19.68
472	28		1	21	Rb	2.1729	HD	9.93
473	29		1	21	Rf	1.9945	HD	9.87
474	29		1	21	Rf	1.9942	HD	9.88
475	28		1	21	Rb	2.1727	HD	9.94
476	30		1	21	Rf	1.5900	HD	8.25
477	29		1	21	Rb	2.0725	HD	8.25
478	29		1	21	Rb	2.0724	HD	8.25
479	30		1	21	Rf	1.5896	HD	8.26
480	308			21	Sh	10.1082	dz	0.0008 Z
397.1870								
481	308	30		21	Db	697.34	Df	697.04 Z
397.1862								
482	Konec poradu			21				

Měření 2, směr poradu TAM

23.9. teplota 15-18°C, jasno, silný vítr (6)

Adjustace přístroje

483 Justaz c_ -0.00117
484 Zakriv ZAP/Refrak ZAP

Vlastní měření

485	Pocatek poradu	aZVVZ	22					
486	1D		22					Z
387.0780								
487	1D		1	22	Rb	1.2674	HD	16.44
488	2D		1	22	Rf	2.1260	HD	16.37
489	2D		1	22	Rf	2.1681	HD	16.43
490	1D		1	22	Rb	1.3092	HD	16.47
491	3D		1	22	Rf	2.1075	HD	20.05
492	2D		1	22	Rb	1.8954	HD	19.98
493	2D		1	22	Rb	1.9346	HD	20.12
494	3D		1	22	Rf	2.1485	HD	19.92
495	3D		1	22	Rb	1.8214	HD	20.00
496	4D		1	22	Rf	2.0076	HD	20.10
497	4D		1	22	Rf	2.0277	HD	20.16
498	3D		1	22	Rb	1.8424	HD	19.99
499	5D		1	22	Rf	2.1553	HD	27.57
500	4D		1	22	Rb	1.9142	HD	27.44
501	4D		1	22	Rb	1.8452	HD	27.49
502	5D		1	22	Rf	2.0867	HD	27.53
503	5D		1	22	Rb	1.8327	HD	26.19
504	6D		1	22	Rf	1.9180	HD	25.94
505	6D		1	22	Rf	1.9642	HD	26.03
506	5D		1	22	Rb	1.8791	HD	26.12

507	7D		1	22	Rf	1.3630	HD	26.09
508	6D		1	22	Rb	2.2803	HD	25.83
509	6D		1	22	Rb	2.3329	HD	25.82
510	7D		1	22	Rf	1.4158	HD	26.04
511	7D			22	Sh	-0.6668	dz	0.0068 Z
386.4180								
512	7D	6		22	Db	135.95	Df	136.12 Z
386.4112								
513	Konec poradu			22				
515	Pokračování			23				
517	6D		1	23	Rb	1.6300	HD	15.51
518	1D		1	23	Rf	1.2483	HD	15.16
519	1D		1	23	Rf	1.2892	HD	15.24
520	6D		1	23	Rb	1.6711	HD	15.42
521	2D		1	23	Rf	2.3843	HD	29.67
522	1D		1	23	Rb	1.1915	HD	29.88
523	1D		1	23	Rb	1.1930	HD	29.57
524	2D		1	23	Rf	2.3846	HD	29.64
525	2D		1	23	Rb	2.1457	HD	20.24
526	3D		1	23	Rf	2.0201	HD	19.92
527	3D		1	23	Rf	2.1370	HD	20.11
528	2D		1	23	Rb	2.2625	HD	20.05
529	4D		1	23	Rf	2.0027	HD	19.21
530	3D		1	23	Rb	2.3979	HD	19.30
531	3D		1	23	Rb	2.3646	HD	19.24
532	4D		1	23	Rf	1.9693	HD	19.27
535	4D		1	23	Rb	2.2088	HD	29.75
536	5D		1	23	Rf	1.8216	HD	29.81
537	5D		1	23	Rf	1.8756	HD	29.87
538	4D		1	23	Rb	2.2636	HD	29.69
539	6D		1	23	Rf	1.7732	HD	20.08
540	5D		1	23	Rb	2.1611	HD	19.73
541	5D		1	23	Rb	2.2075	HD	19.75
542	6D		1	23	Rf	1.8170	HD	20.07
543	6D		1	23	Rb	2.2318	HD	19.85
544	7D		1	23	Rf	1.5538	HD	20.00
545	7D		1	23	Rf	1.5361	HD	19.97
546	6D		1	23	Rb	2.2149	HD	19.93
547	8D		1	23	Rf	2.3336	HD	19.72
548	7D		1	23	Rb	1.9116	HD	20.15
549	7D		1	23	Rb	1.9478	HD	20.17
550	8D		1	23	Rf	2.3706	HD	19.68
551	8D		1	23	Rb	1.8517	HD	20.12
552	9D		1	23	Rf	2.1218	HD	19.91
553	9D		1	23	Rf	2.0166	HD	19.98
554	8D		1	23	Rb	1.7462	HD	20.01
555	10D		1	23	Rf	1.8828	HD	13.91
556	9D		1	23	Rb	1.8411	HD	14.11
557	9D		1	23	Rb	1.9490	HD	14.13
558	10D		1	23	Rf	1.9911	HD	13.82
559	10D		1	23	Rb	1.9298	HD	14.92
560	11D		1	23	Rf	1.9087	HD	14.95
561	11D		1	23	Rf	1.9801	HD	14.97
562	10D		1	23	Rb	2.0021	HD	14.87
563	12D		1	23	Rf	1.7299	HD	29.92
564	11D		1	23	Rb	1.7669	HD	30.32
565	11D		1	23	Rb	1.8301	HD	30.32
566	12D		1	23	Rf	1.7925	HD	30.04
567	12D		1	23	Rb	2.0331	HD	29.99
568	13D		1	23	Rf	1.8089	HD	30.08
569	13D		1	23	Rf	1.8594	HD	30.16

570	12D		1	23	Rb	2.0835	HD	29.96
571	14D		1	23	Rf	1.8043	HD	30.06
572	13D		1	23	Rb	2.0106	HD	30.23
573	13D		1	23	Rb	2.0562	HD	30.27
574	14D		1	23	Rf	1.8517	HD	30.00
575	14D		1	23	Rb	2.0581	HD	30.07
576	15D		1	23	Rf	1.7172	HD	30.20
577	15D		1	23	Rf	1.7551	HD	30.22
578	14D		1	23	Rb	2.0953	HD	30.07
579	16D		1	23	Rf	1.6367	HD	29.69
580	15D		1	23	Rb	2.1697	HD	29.87
581	15D		1	23	Rb	2.1961	HD	29.90
582	16D		1	23	Rf	1.6622	HD	30.00
583	16D		1	23	Rb	2.3538	HD	30.24
584	17D		1	23	Rf	1.4601	HD	29.76
585	17D		1	23	Rf	1.5001	HD	29.99
586	16D		1	23	Rb	2.3940	HD	30.27
587	18D		1	23	Rf	1.1982	HD	30.15
588	17D		1	23	Rb	2.5841	HD	30.03
589	17D		1	23	Rb	2.6170	HD	30.07
590	18D		1	23	Rf	1.2314	HD	30.07
591	18D		1	23	Rb	2.7738	HD	29.92
592	19D		1	23	Rf	0.9438	HD	29.96
593	19D		1	23	Rf	0.9823	HD	29.85
594	18D		1	23	Rb	2.8135	HD	30.00
595	20D		1	23	Rf	1.1459	HD	30.05
596	19D		1	23	Rb	3.1716	HD	30.11
597	19D		1	23	Rb	3.2414	HD	30.04
598	20D		1	23	Rf	1.2150	HD	30.16
599	20D		1	23	Rb	2.7074	HD	30.13
600	21D		1	23	Rf	1.2583	HD	29.94
601	21D		1	23	Rf	1.3464	HD	29.89
602	20D		1	23	Rb	2.7957	HD	30.08
603	22D		1	23	Rf	1.5473	HD	20.03
604	21D		1	23	Rb	2.2817	HD	19.68
605	21D		1	23	Rb	2.3039	HD	19.86
606	22D		1	23	Rf	1.5688	HD	19.90
607	22D		1	23	Rb	2.1347	HD	9.85
608	23D		1	23	Rf	1.9623	HD	10.13
609	23D		1	23	Rf	2.0145	HD	10.10
610	22D		1	23	Rb	2.1866	HD	9.86
611	24D		1	23	Rf	1.5311	HD	8.35
612	23D		1	23	Rb	2.0175	HD	8.31
613	23D		1	23	Rb	2.0614	HD	8.33
614	24D		1	23	Rf	1.5740	HD	8.33
615	24D			23	Sh	10.7728	dz	0.0030 Z
397.1870								
616	24D	24		23	Db	698.04	Df	697.12 Z
397.1840								
617	Konec poradu			23				

Měření 3, směr poradu TAM

30.9. teplota 23-24°C, jasno, silný vítr (6)

618	Pocatek poradu		aZVVZ	24				
619	5D			24				Z
387.0780								
620	5D		1	24	Rb	1.2222	HD	16.51
621	1D		1	24	Rf	2.1052	HD	16.57
622	1D		1	24	Rf	2.1636	HD	16.52
623	5D		1	24	Rb	1.2801	HD	16.48

624	2D		1	24	Rf	2.0899	HD	20.05
625	1D		1	24	Rb	1.9053	HD	20.10
626	1D		1	24	Rb	1.9529	HD	20.10
627	2D		1	24	Rf	2.1406	HD	19.95
628	2D		1	24	Rb	1.8239	HD	19.89
629	3D		1	24	Rf	2.0402	HD	20.39
630	3D		1	24	Rf	2.1047	HD	20.45
631	2D		1	24	Rb	1.8885	HD	19.86
632	4D		1	24	Rf	2.1763	HD	27.56
633	3D		1	24	Rb	1.9764	HD	27.68
634	3D		1	24	Rb	1.9347	HD	27.75
635	4D		1	24	Rf	2.1340	HD	27.57
636	4D		1	24	Rb	1.8402	HD	26.03
637	5D		1	24	Rf	1.9601	HD	26.38
638	5D		1	24	Rf	2.0253	HD	26.37
639	4D		1	24	Rb	1.9045	HD	25.99
640	6D		1	24	Rf	1.4038	HD	25.35
641	5D		1	24	Rb	2.3569	HD	26.62
642	5D		1	24	Rb	2.4047	HD	26.58
643	6D		1	24	Rf	1.4535	HD	25.35
644	6D			24	Sh	-0.6535	dz	-0.0066 Z
386.4180								
645	6D	6		24	Db	136.80	Df	136.26 Z
386.4246								
646	Konec poradu			24				
665	Pokracovani							
667	6D		1	25	Rb	1.7218	HD	11.94
668	1D		1	25	Rf	2.4939	HD	10.04
669	1D		1	25	Rf	2.4168	HD	10.22
670	6D		1	25	Rb	1.6444	HD	11.73
674	2D		1	25	Rf	2.3692	HD	32.40
675	1D		1	25	Rb	2.3311	HD	33.40
676	1D		1	25	Rb	2.2715	HD	33.52
677	2D		1	25	Rf	2.3097	HD	32.31
678	2D		1	25	Rb	2.2018	HD	19.96
679	3D		1	25	Rf	2.0789	HD	20.36
680	3D		1	25	Rf	2.1301	HD	20.35
681	2D		1	25	Rb	2.2514	HD	20.05
682	4D		1	25	Rf	1.9684	HD	19.31
683	3D		1	25	Rb	2.3708	HD	19.14
684	3D		1	25	Rb	2.3412	HD	19.16
685	4D		1	25	Rf	1.9385	HD	19.34
686	4D		1	25	Rb	2.2940	HD	29.63
687	5D		1	25	Rf	1.9125	HD	30.14
688	5D		1	25	Rf	1.9421	HD	30.09
689	4D		1	25	Rb	2.3232	HD	29.71
690	6D		1	25	Rf	1.8498	HD	20.10
691	5D		1	25	Rb	2.2348	HD	19.65
692	5D		1	25	Rb	2.2696	HD	19.54
693	6D		1	25	Rf	1.8857	HD	20.17
694	6D		1	25	Rb	2.3465	HD	19.96
695	7D		1	25	Rf	1.6706	HD	20.23
696	7D		1	25	Rf	1.5769	HD	20.24
697	6D		1	25	Rb	2.2529	HD	19.92
698	8D		1	25	Rf	2.4569	HD	19.94
699	7D		1	25	Rb	2.0414	HD	20.27
700	7D		1	25	Rb	1.9940	HD	20.32
701	8D		1	25	Rf	2.4099	HD	19.76
702	8D		1	25	Rb	1.9372	HD	19.99
703	9D		1	25	Rf	2.2095	HD	20.19
704	9D		1	25	Rf	2.1575	HD	20.22

705	8D	1	25	Rb	1.8848	HD	19.97
706	10D	1	25	Rf	2.0387	HD	13.84
707	9D	1	25	Rb	1.9996	HD	14.12
708	9D	1	25	Rb	2.0346	HD	14.04
709	10D	1	25	Rf	2.0741	HD	13.89
710	10D	1	25	Rb	2.0964	HD	14.79
711	11D	1	25	Rf	2.0742	HD	15.23
712	11D	1	25	Rf	2.0129	HD	15.31
713	10D	1	25	Rb	2.0350	HD	14.69
716	12D	1	25	Rf	1.8419	HD	30.14
717	11D	1	25	Rb	1.8745	HD	30.10
718	11D	1	25	Rb	1.9275	HD	30.10
719	12D	1	25	Rf	1.8950	HD	30.15
720	12D	1	25	Rb	2.1613	HD	29.87
721	13D	1	25	Rf	1.9368	HD	30.53
722	13D	1	25	Rf	1.9002	HD	30.58
723	12D	1	25	Rb	2.1244	HD	29.81
724	14D	1	25	Rf	1.9056	HD	30.00
725	13D	1	25	Rb	2.1163	HD	30.45
726	13D	1	25	Rb	2.1450	HD	30.30
727	14D	1	25	Rf	1.9370	HD	29.97
728	14D	1	25	Rb	2.1785	HD	30.17
729	15D	1	25	Rf	1.8411	HD	30.26
730	15D	1	25	Rf	1.7801	HD	30.46
731	14D	1	25	Rb	2.1183	HD	30.06
732	16D	1	25	Rf	1.7223	HD	29.77
733	15D	1	25	Rb	2.2655	HD	30.29
734	15D	1	25	Rb	2.2204	HD	30.16
735	16D	1	25	Rf	1.6789	HD	29.96
736	16D	1	25	Rb	2.5187	HD	30.21
737	17D	1	25	Rf	1.6213	HD	30.15
738	17D	1	25	Rf	1.5921	HD	30.13
739	16D	1	25	Rb	2.4878	HD	30.12
740	18D	1	25	Rf	1.2854	HD	30.23
741	17D	1	25	Rb	2.6750	HD	30.13
742	17D	1	25	Rb	2.6482	HD	30.25
743	18D	1	25	Rf	1.2588	HD	30.18
744	18D	1	25	Rb	2.8963	HD	30.38
745	19D	1	25	Rf	1.0551	HD	29.95
746	19D	1	25	Rf	0.9968	HD	29.83
747	18D	1	25	Rb	2.8338	HD	30.23
748	20D	1	25	Rf	1.2760	HD	30.18
749	19D	1	25	Rb	3.2983	HD	30.03
750	19D	1	25	Rb	3.2510	HD	30.19
751	20D	1	25	Rf	1.2272	HD	30.07
752	20D	1	25	Rb	2.8409	HD	30.28
753	21D	1	25	Rf	1.3931	HD	29.94
754	21D	1	25	Rf	1.3360	HD	30.05
755	20D	1	25	Rb	2.7846	HD	30.28
756	22D	1	25	Rf	1.6055	HD	20.13
757	21D	1	25	Rb	2.3446	HD	19.66
758	21D	1	25	Rb	2.2873	HD	19.57
759	22D	1	25	Rf	1.5496	HD	20.19
760	22D	1	25	Rb	2.2185	HD	9.89
761	23D	1	25	Rf	2.0423	HD	10.20
762	23D	1	25	Rf	1.9776	HD	10.10
763	22D	1	25	Rb	2.1539	HD	9.94
764	24D	1	25	Rf	1.5867	HD	8.35
765	23D	1	25	Rb	2.0707	HD	8.39
766	23D	1	25	Rb	2.0277	HD	8.51
767	24D	1	25	Rf	1.5438	HD	8.22

768	8D		25 Sh	10.1385 dz	-0.0295 Z
397.1870					
769	8D	24	25 Db	699.24 Df	697.96 Z
397.2165					

Měření 4, směr pořadu ZPĚT
22.10. teplota 20-22°C, jasno, vánek(1)

771	Pocatek poradu	aZVVZ	26		
772	8D		26		Z
397.1870					
779	8D	1	26 Rb	1.5965 HD	8.47
780	1D	1	26 Rf	2.0787 HD	8.19
781	1D	1	26 Rf	2.0461 HD	8.22
782	8D	1	26 Rb	1.5642 HD	8.45
783	2D	1	26 Rf	2.2164 HD	9.78
784	1D	1	26 Rb	2.0389 HD	10.14
785	1D	1	26 Rb	1.9954 HD	10.04
786	2D	1	26 Rf	2.1739 HD	9.86
787	2D	1	26 Rb	1.6281 HD	20.02
788	3D	1	26 Rf	2.3614 HD	19.72
789	3D	1	26 Rf	2.3113 HD	19.71
790	2D	1	26 Rb	1.5787 HD	20.05
791	4D	1	26 Rf	2.8594 HD	30.03
792	3D	1	26 Rb	1.4073 HD	29.94
793	3D	1	26 Rb	1.3710 HD	29.86
794	4D	1	26 Rf	2.8230 HD	30.04
795	4D	1	26 Rb	1.2999 HD	30.19
796	5D	1	26 Rf	3.3222 HD	29.93
797	5D	1	26 Rf	3.2970 HD	30.06
798	4D	1	26 Rb	1.2745 HD	30.14
799	6D	1	26 Rf	2.9271 HD	29.95
800	5D	1	26 Rb	1.0930 HD	29.95
801	5D	1	26 Rb	1.0658 HD	30.08
802	6D	1	26 Rf	2.9008 HD	29.86
803	6D	1	26 Rb	1.3143 HD	30.21
804	7D	1	26 Rf	2.6957 HD	30.14
805	7D	1	26 Rf	2.7004 HD	30.14
806	6D	1	26 Rb	1.3201 HD	30.12
807	8D	1	26 Rf	2.5211 HD	30.04
808	7D	1	26 Rb	1.6250 HD	29.87
809	7D	1	26 Rb	1.6048 HD	30.03
810	8D	1	26 Rf	2.5017 HD	29.95
811	8D	1	26 Rb	1.7430 HD	30.04
812	9D	1	26 Rf	2.2787 HD	29.99
813	9D	1	26 Rf	2.2512 HD	30.03
814	8D	1	26 Rb	1.7171 HD	29.97
815	10D	1	26 Rf	2.1840 HD	30.07
816	9D	1	26 Rb	1.8430 HD	30.17
817	9D	1	26 Rb	1.7954 HD	30.28
818	10D	1	26 Rf	2.1363 HD	30.03
819	10D	1	26 Rb	1.8983 HD	30.05
820	11D	1	26 Rf	2.1041 HD	30.18
821	11D	1	26 Rf	2.1550 HD	30.17
822	10D	1	26 Rb	1.9489 HD	30.17
823	12D	1	26 Rf	2.1792 HD	30.05
824	11D	1	26 Rb	1.9518 HD	30.02
825	11D	1	26 Rb	1.9983 HD	29.92
826	12D	1	26 Rf	2.2261 HD	30.14
827	12D	1	26 Rb	1.8791 HD	30.21
828	13D	1	26 Rf	1.9112 HD	30.12

829	13D		1	26	Rf	1.8427	HD	30.09
830	12D		1	26	Rb	1.8119	HD	30.07
831	14D		1	26	Rf	2.0898	HD	14.92
832	13D		1	26	Rb	2.0642	HD	14.95
833	13D		1	26	Rb	2.0146	HD	14.90
834	14D		1	26	Rf	2.0407	HD	14.96
835	14D		1	26	Rb	2.0755	HD	13.92
836	15D		1	26	Rf	2.0299	HD	14.04
837	15D		1	26	Rf	1.9700	HD	14.00
838	14D		1	26	Rb	2.0152	HD	13.97
839	16D		1	26	Rf	1.9430	HD	20.02
840	15D		1	26	Rb	2.2122	HD	19.96
841	15D		1	26	Rb	2.1628	HD	19.96
842	16D		1	26	Rf	1.8940	HD	20.08
843	16D		1	26	Rb	2.4486	HD	19.58
844	17D		1	26	Rf	2.0262	HD	20.24
845	17D		1	26	Rf	1.9802	HD	20.13
846	16D		1	26	Rb	2.4028	HD	19.71
847	18D		1	26	Rf	2.3311	HD	19.89
848	17D		1	26	Rb	1.6543	HD	20.06
849	17D		1	26	Rb	1.6036	HD	20.09
850	18D		1	26	Rf	2.2797	HD	19.86
851	18D		1	26	Rb	1.8705	HD	20.08
852	19D		1	26	Rf	2.2532	HD	19.72
853	19D		1	26	Rf	2.2735	HD	19.66
854	18D		1	26	Rb	1.8909	HD	20.13
855	20D		1	26	Rf	2.3036	HD	29.80
856	19D		1	26	Rb	1.9144	HD	29.93
857	19D		1	26	Rb	1.9435	HD	29.92
858	20D		1	26	Rf	2.3330	HD	29.78
859	20D		1	26	Rb	1.9729	HD	19.14
860	21D		1	26	Rf	2.3716	HD	19.31
861	21D		1	26	Rf	2.3247	HD	19.44
862	20D		1	26	Rb	1.9262	HD	19.07
863	22D		1	26	Rf	2.2489	HD	20.13
864	21D		1	26	Rb	2.1205	HD	20.00
865	21D		1	26	Rb	2.1814	HD	20.00
866	22D		1	26	Rf	2.3100	HD	20.13
867	22D		1	26	Rb	2.3793	HD	32.99
868	23D		1	26	Rf	2.2915	HD	32.81
869	23D		1	26	Rf	2.2230	HD	32.88
870	22D		1	26	Rb	2.3112	HD	32.97
871	24D		1	26	Rf	1.6164	HD	10.37
872	23D		1	26	Rb	2.3401	HD	10.17
873	23D		1	26	Rb	2.2772	HD	10.26
874	24D		1	26	Rf	1.5531	HD	10.29
875	6D			26	Sh	-10.7728	dz	0.0038 Z
386.4180								
876	6D	24		26	Db	560.11	Df	559.48 Z
386.4142								
877	Konec poradu			26				
878	Pokracovani			26				
879	6D		1	26	Rb	1.4983	HD	26.02
880	25D		1	26	Rf	2.4177	HD	25.86
881	25D		1	26	Rf	2.3893	HD	25.98
882	6D		1	26	Rb	1.4691	HD	25.93
883	26D		1	26	Rf	1.9568	HD	26.13
884	25D		1	26	Rb	2.0540	HD	25.99
885	25D		1	26	Rb	1.9950	HD	26.01
886	26D		1	26	Rf	1.8971	HD	26.12
887	26D		1	26	Rb	2.2009	HD	27.56

888	27D	1	26	Rf	1.9689	HD	27.48
891	27D	1	26	Rf	2.0233	HD	27.47
892	26D	1	26	Rb	2.2544	HD	27.54
893	28D	1	26	Rf	1.9267	HD	20.11
894	27D	1	26	Rb	2.1134	HD	20.03
895	27D	1	26	Rb	2.1820	HD	20.20
896	28D	1	26	Rf	1.9959	HD	19.94
897	28D	1	26	Rb	2.2397	HD	20.16
898	29D	1	26	Rf	2.0262	HD	19.96
899	29D	1	26	Rf	1.9653	HD	19.94
900	28D	1	26	Rb	2.1788	HD	20.11
901	30D	1	26	Rf	1.3527	HD	16.45
902	29D	1	26	Rb	2.2092	HD	16.39
903	29D	1	26	Rb	2.2553	HD	16.42
904	30D	1	26	Rf	1.3986	HD	16.40
905	5D		26	Sh	-10.1070	dz	-0.0020 Z
387.0780		906		5D	30		26 Db
696.29 Df		695.40 Z	387.0800		907	Konec	poradu
26							

Měření 5, směr pořadu ZPĚT

22.10. teplota 15-12°C, oblačno, mírný vítr (4)

908	Pocatek pořadu	aZVVZ	27				
909	8D		27				Z
397.1870							
910	8D	1	27	Rb	1.6431	HD	8.33
911	1D	1	27	Rf	2.1264	HD	8.27
912	1D	1	27	Rf	2.0358	HD	8.30
913	8D	1	27	Rb	1.5525	HD	8.28
914	2D	1	27	Rf	2.2456	HD	9.90
915	1D	1	27	Rb	2.0691	HD	10.04
916	1D	1	27	Rb	1.9936	HD	9.99
917	2D	1	27	Rf	2.1701	HD	9.94
918	2D	1	27	Rb	1.5862	HD	19.99
919	3D	1	27	Rf	2.3207	HD	19.88
920	3D	1	27	Rf	2.2520	HD	19.80
921	2D	1	27	Rb	1.5170	HD	20.06
922	4D	1	27	Rf	2.8146	HD	30.10
923	3D	1	27	Rb	1.3649	HD	29.85
924	3D	1	27	Rb	1.3473	HD	29.95
925	4D	1	27	Rf	2.7966	HD	30.06
926	4D	1	27	Rb	1.2344	HD	30.04
927	5D	1	27	Rf	3.2604	HD	30.11
928	5D	1	27	Rf	3.2837	HD	30.02
929	4D	1	27	Rb	1.2577	HD	30.10
930	6D	1	27	Rf	2.8437	HD	29.73
931	5D	1	27	Rb	1.0115	HD	30.15
932	5D	1	27	Rb	1.0509	HD	30.05
933	6D	1	27	Rf	2.8836	HD	29.84
934	6D	1	27	Rb	1.2859	HD	30.16
935	7D	1	27	Rf	2.6693	HD	30.17
936	7D	1	27	Rf	2.6912	HD	30.14
937	6D	1	27	Rb	1.3074	HD	30.24
938	8D	1	27	Rf	2.4766	HD	29.96
939	7D	1	27	Rb	1.5812	HD	30.06
940	7D	1	27	Rb	1.5982	HD	30.09
941	8D	1	27	Rf	2.4931	HD	29.98
942	8D	1	27	Rb	1.6857	HD	29.97

943	9D	1	27	Rf	2.2208	HD	30.01
944	9D	1	27	Rf	2.2559	HD	30.09
945	8D	1	27	Rb	1.7209	HD	29.93
946	10D	1	27	Rf	2.1792	HD	30.13
947	9D	1	27	Rb	1.8383	HD	30.14
948	9D	1	27	Rb	1.8543	HD	30.08
949	10D	1	27	Rf	2.1950	HD	30.19
950	10D	1	27	Rb	1.8961	HD	30.13
951	11D	1	27	Rf	2.1021	HD	30.20
952	11D	1	27	Rf	2.1422	HD	30.17
953	10D	1	27	Rb	1.9361	HD	30.16
954	12D	1	27	Rf	2.1661	HD	30.20
955	11D	1	27	Rb	1.9395	HD	29.90
956	11D	1	27	Rb	1.9409	HD	29.92
957	12D	1	27	Rf	2.1672	HD	30.18
958	12D	1	27	Rb	1.8606	HD	30.07
959	13D	1	27	Rf	1.8969	HD	30.20
960	13D	1	27	Rf	1.9151	HD	30.15
961	12D	1	27	Rb	1.8791	HD	30.12
962	14D	1	27	Rf	2.0822	HD	15.02
963	13D	1	27	Rb	2.0644	HD	14.81
964	13D	1	27	Rb	2.0978	HD	14.80
965	14D	1	27	Rf	2.1153	HD	15.01
966	14D	1	27	Rb	2.0204	HD	13.88
967	15D	1	27	Rf	1.9836	HD	14.15
968	15D	1	27	Rf	1.9675	HD	14.17
969	14D	1	27	Rb	2.0046	HD	13.86
970	16D	1	27	Rf	1.9161	HD	20.05
971	15D	1	27	Rb	2.1892	HD	19.88
972	15D	1	27	Rb	2.2158	HD	19.91
973	16D	1	27	Rf	1.9422	HD	20.03
974	16D	1	27	Rb	2.4230	HD	19.66
975	17D	1	27	Rf	2.0018	HD	20.24
976	17D	1	27	Rf	2.0152	HD	20.19
977	16D	1	27	Rb	2.4367	HD	19.70
978	18D	1	27	Rf	2.3283	HD	20.07
979	17D	1	27	Rb	1.6519	HD	19.85
980	17D	1	27	Rb	1.6771	HD	19.91
981	18D	1	27	Rf	2.3532	HD	20.05
982	18D	1	27	Rb	1.8599	HD	20.05
983	19D	1	27	Rf	2.2439	HD	19.74
984	19D	1	27	Rf	2.2642	HD	19.79
985	18D	1	27	Rb	1.8802	HD	19.98
986	20D	1	27	Rf	2.3018	HD	29.95
987	19D	1	27	Rb	1.9264	HD	30.01
988	19D	1	27	Rb	1.8991	HD	30.06
989	20D	1	27	Rf	2.2744	HD	29.86
990	20D	1	27	Rb	1.9234	HD	18.67
991	21D	1	27	Rf	2.3338	HD	19.55
992	21D	1	27	Rf	2.3658	HD	19.54
993	20D	1	27	Rb	1.9554	HD	18.66
994	22D	1	27	Rf	2.2634	HD	20.04
995	21D	1	27	Rb	2.1366	HD	20.11
996	21D	1	27	Rb	2.1215	HD	20.18
997	22D	1	27	Rf	2.2480	HD	19.97
998	22D	1	27	Rb	2.3496	HD	33.04
999	23D	1	27	Rf	2.2647	HD	32.89
1000	23D	1	27	Rf	2.2477	HD	32.83
1001	22D	1	27	Rb	2.3325	HD	33.08
1002	24D	1	27	Rf	1.5746	HD	10.30
1003	23D	1	27	Rb	2.3002	HD	10.27

1004	23D		1	27	Rb	2.2787	HD	10.31
1005	24D		1	27	Rf	1.5525	HD	10.27
1006	6D			27	Sh	-10.7737	dz	0.0047 Z
386.4180								
1007	6D	24		27	Db	559.24	Df	560.72 Z
386.4134								
1008	Konec poradu			27				
1009	Pokracovani			27				
1010	6D		1	27	Rb	1.5854	HD	26.68
1011	25D		1	27	Rf	2.5095	HD	26.37
1012	25D		1	27	Rf	2.4992	HD	26.35
1013	6D		1	27	Rb	1.5747	HD	26.63
1014	26D		1	27	Rf	1.9357	HD	26.06
1015	25D		1	27	Rb	2.0406	HD	26.09
1016	25D		1	27	Rb	2.0314	HD	26.14
1017	26D		1	27	Rf	1.9265	HD	26.02
1018	26D		1	27	Rb	2.1776	HD	27.54
1019	27D		1	27	Rf	1.9499	HD	27.53
1020	27D		1	27	Rf	1.9549	HD	27.60
1021	26D		1	27	Rb	2.1829	HD	27.48
1022	28D		1	27	Rf	1.8881	HD	19.94
1023	27D		1	27	Rb	2.0790	HD	20.18
1024	27D		1	27	Rb	2.1158	HD	20.26
1025	28D		1	27	Rf	1.9250	HD	19.86
1026	28D		1	27	Rb	2.2003	HD	20.00
1027	29D		1	27	Rf	1.9904	HD	20.08
1028	29D		1	27	Rf	2.0065	HD	20.11
1029	28D		1	27	Rb	2.2162	HD	20.00
1030	30D		1	27	Rf	1.3167	HD	16.56
1031	29D		1	27	Rb	2.1726	HD	16.33
1032	29D		1	27	Rb	2.1984	HD	16.32
1033	30D		1	27	Rf	1.3418	HD	16.52
1034	5D			27	Sh	-10.1083	dz	-0.0007 Z
387.0780								
1035	5D	30		27	Db	696.07	Df	697.22 Z
387.0787								
1036	Konec poradu			27				

Měření 6, směr poradu ZPĚT

29.11. teplota 15-17°C, oblačno, mírný víchř (7)

1037	Pocatek poradu	aZVVZ		28				
1038	8D			28				Z
397.1870								
1039	8D		1	28	Rb	1.5807	HD	8.19
1040	1D		1	28	Rf	2.0730	HD	8.65
1041	1D		1	28	Rf	2.1170	HD	8.70
1042	8D		1	28	Rb	1.6214	HD	8.23
1043	2D		1	28	Rf	2.1712	HD	10.11
1044	1D		1	28	Rb	1.9989	HD	9.84
1045	1D		1	28	Rb	2.0553	HD	9.78
1046	2D		1	28	Rf	2.2278	HD	10.13
1047	2D		1	28	Rb	1.5999	HD	19.92
1048	3D		1	28	Rf	2.3318	HD	19.85
1049	3D		1	28	Rf	2.3543	HD	19.91
1050	2D		1	28	Rb	1.6213	HD	19.86
1051	4D		1	28	Rf	2.8481	HD	30.28
1052	3D		1	28	Rb	1.4006	HD	29.65
1053	3D		1	28	Rb	1.3689	HD	29.86
1054	4D		1	28	Rf	2.8183	HD	30.15

1055	4D	1	28	Rb	1.2536	HD	30.07
1056	5D	1	28	Rf	3.2802	HD	30.08
1057	5D	1	28	Rf	3.3046	HD	29.99
1058	4D	1	28	Rb	1.2798	HD	30.14
1059	6D	1	28	Rf	2.8962	HD	29.91
1060	5D	1	28	Rb	1.0684	HD	30.00
1061	5D	1	28	Rb	1.0304	HD	30.10
1062	6D	1	28	Rf	2.8571	HD	29.82
1063	6D	1	28	Rb	1.3048	HD	30.02
1064	7D	1	28	Rf	2.6921	HD	30.26
1065	7D	1	28	Rf	2.6584	HD	30.18
1066	6D	1	28	Rb	1.2706	HD	30.07
1067	8D	1	28	Rf	2.5145	HD	30.15
1068	7D	1	28	Rb	1.6153	HD	29.88
1069	7D	1	28	Rb	1.5798	HD	29.95
1070	8D	1	28	Rf	2.4756	HD	30.11
1071	8D	1	28	Rb	1.7034	HD	29.82
1072	9D	1	28	Rf	2.2353	HD	30.15
1073	9D	1	28	Rf	2.2713	HD	29.82
1074	8D	1	28	Rb	1.7397	HD	29.87
1075	10D	1	28	Rf	2.1762	HD	30.21
1076	9D	1	28	Rb	1.8348	HD	30.16
1077	9D	1	28	Rb	1.8535	HD	30.18
1078	10D	1	28	Rf	2.1957	HD	30.08
1079	10D	1	28	Rb	1.9112	HD	29.96
1080	11D	1	28	Rf	2.1168	HD	30.36
1081	11D	1	28	Rf	2.1076	HD	30.12
1082	10D	1	28	Rb	1.9016	HD	30.16
1083	12D	1	28	Rf	2.1730	HD	30.07
1084	11D	1	28	Rb	1.9480	HD	30.00
1085	11D	1	28	Rb	1.9726	HD	30.03
1086	12D	1	28	Rf	2.1992	HD	30.06
1087	12D	1	28	Rb	1.8822	HD	30.05
1088	13D	1	28	Rf	1.9202	HD	30.15
1089	13D	1	28	Rf	1.8985	HD	30.08
1090	12D	1	28	Rb	1.8614	HD	30.12
1091	14D	1	28	Rf	2.1019	HD	15.14
1092	13D	1	28	Rb	2.0809	HD	14.80
1093	13D	1	28	Rb	2.0489	HD	14.92
1094	14D	1	28	Rf	2.0701	HD	15.03
1095	14D	1	28	Rb	2.0413	HD	13.95
1096	15D	1	28	Rf	1.9998	HD	14.02
1097	15D	1	28	Rf	2.0276	HD	13.97
1098	14D	1	28	Rb	2.0690	HD	14.00
1099	16D	1	28	Rf	1.8884	HD	20.06
1100	15D	1	28	Rb	2.1608	HD	19.92
1101	15D	1	28	Rb	2.1940	HD	19.91
1102	16D	1	28	Rf	1.9222	HD	20.07
1107	16D	1	28	Rb	2.4293	HD	19.68
1108	17D	1	28	Rf	2.0022	HD	20.09
1109	17D	1	28	Rf	2.0082	HD	20.10
1110	16D	1	28	Rb	2.4347	HD	19.67
1111	18D	1	28	Rf	2.3173	HD	19.96
1112	17D	1	28	Rb	1.6341	HD	19.98
1113	17D	1	28	Rb	1.6570	HD	20.03
1114	18D	1	28	Rf	2.3401	HD	19.97
1115	18D	1	28	Rb	1.8423	HD	19.85
1116	19D	1	28	Rf	2.2231	HD	19.89
1117	19D	1	28	Rf	2.2532	HD	19.83
1118	18D	1	28	Rb	1.8723	HD	19.91
1119	20D	1	28	Rf	2.3067	HD	29.95

1120	19D		1	28	Rb	1.9157	HD	29.74
1121	19D		1	28	Rb	1.9394	HD	29.79
1122	20D		1	28	Rf	2.3309	HD	29.90
1123	20D		1	28	Rb	1.9668	HD	19.04
1124	21D		1	28	Rf	2.3630	HD	19.41
1125	21D		1	28	Rf	2.3849	HD	19.41
1126	20D		1	28	Rb	1.9893	HD	19.01
1127	22D		1	28	Rf	2.2539	HD	20.09
1128	21D		1	28	Rb	2.1291	HD	20.08
1129	21D		1	28	Rb	2.1539	HD	20.07
1130	22D		1	28	Rf	2.2807	HD	20.08
1131	22D		1	28	Rb	2.3363	HD	33.09
1132	23D		1	28	Rf	2.2500	HD	32.82
1133	23D		1	28	Rf	2.2765	HD	32.86
1134	22D		1	28	Rb	2.3623	HD	32.98
1135	24D		1	28	Rf	1.5618	HD	10.36
1136	23D		1	28	Rb	2.2849	HD	10.17
1137	23D		1	28	Rb	2.3232	HD	10.15
1138	24D		1	28	Rf	1.6000	HD	10.37
1139	6D			28	Sh	-10.7765	dz	0.0075 Z
386.4180								
1140	6D	24		28	Db	558.33	Df	561.38 Z
386.4106								
1141	Konec poradu			28				
1142	Pokracovani			28				
1143	6D		1	28	Rb	1.4550	HD	26.19
1144	25D		1	28	Rf	2.3676	HD	25.66
1145	25D		1	28	Rf	2.3951	HD	25.67
1146	6D		1	28	Rb	1.4821	HD	26.19
1147	26D		1	28	Rf	1.9347	HD	26.22
1148	25D		1	28	Rb	2.0194	HD	25.94
1149	25D		1	28	Rb	2.0559	HD	25.95
1150	26D		1	28	Rf	1.9708	HD	26.19
1151	26D		1	28	Rb	2.2199	HD	27.50
1152	27D		1	28	Rf	1.9824	HD	27.57
1153	27D		1	28	Rf	2.0047	HD	27.60
1154	26D		1	28	Rb	2.2423	HD	27.46
1155	28D		1	28	Rf	1.9254	HD	19.93
1156	27D		1	28	Rb	2.0975	HD	20.22
1157	27D		1	28	Rb	2.1169	HD	20.26
1158	28D		1	28	Rf	1.9445	HD	19.92
1159	28D		1	28	Rb	2.1949	HD	20.01
1160	29D		1	28	Rf	1.9616	HD	20.04
1161	29D		1	28	Rf	1.9868	HD	20.01
1162	28D		1	28	Rb	2.2197	HD	20.04
1163	30D		1	28	Rf	1.3293	HD	16.39
1164	29D		1	28	Rb	2.1807	HD	16.50
1165	29D		1	28	Rb	2.2084	HD	16.50
1166	30D		1	28	Rf	1.3572	HD	16.39
1167	5D			28	Sh	-10.1102	dz	0.0012 Z
387.0780								
1168	5D	30		28	Db	694.71	Df	697.18 Z
387.0769								
1169	Konec poradu			28				

Měření 7, směr poradu ZPĚT

25.11. teplota 8-9°C, zataženo, slabý vítr (3)

1227	Pocatek poradu	aZVVZ	30					
1228	8D		30					Z
397.1870								

1229	8D	1	30	Rb	1.5561	HD	8.25
1230	1D	1	30	Rf	2.0512	HD	8.49
1231	1D	1	30	Rf	2.0730	HD	8.44
1232	8D	1	30	Rb	1.5774	HD	8.29
1233	2D	1	30	Rf	2.1516	HD	10.03
1234	1D	1	30	Rb	1.9868	HD	9.99
1235	1D	1	30	Rb	2.0186	HD	10.01
1236	2D	1	30	Rf	2.1837	HD	10.02
1237	2D	1	30	Rb	1.5329	HD	19.78
1238	3D	1	30	Rf	2.2678	HD	20.00
1239	3D	1	30	Rf	2.2902	HD	20.06
1240	2D	1	30	Rb	1.5551	HD	19.68
1241	4D	1	30	Rf	2.7687	HD	30.22
1242	3D	1	30	Rb	1.3193	HD	29.81
1243	3D	1	30	Rb	1.3427	HD	29.90
1244	4D	1	30	Rf	2.7919	HD	30.14
1245	4D	1	30	Rb	1.2049	HD	30.07
1246	5D	1	30	Rf	3.2318	HD	30.10
1247	5D	1	30	Rf	3.2546	HD	30.14
1248	4D	1	30	Rb	1.2276	HD	30.04
1249	6D	1	30	Rf	2.8245	HD	29.86
1250	5D	1	30	Rb	0.9957	HD	30.03
1251	5D	1	30	Rb	1.0126	HD	30.02
1252	6D	1	30	Rf	2.8416	HD	29.87
1253	6D	1	30	Rb	1.2177	HD	30.06
1254	7D	1	30	Rf	2.6029	HD	30.05
1255	7D	1	30	Rf	2.6263	HD	30.20
1256	6D	1	30	Rb	1.2411	HD	30.21
1257	8D	1	30	Rf	2.4177	HD	30.05
1258	7D	1	30	Rb	1.5227	HD	29.98
1259	7D	1	30	Rb	1.5534	HD	29.93
1260	8D	1	30	Rf	2.4483	HD	30.13
1261	8D	1	30	Rb	1.6588	HD	30.00
1262	9D	1	30	Rf	2.1937	HD	30.06
1263	9D	1	30	Rf	2.2219	HD	29.94
1264	8D	1	30	Rb	1.6874	HD	30.05
1265	10D	1	30	Rf	2.1126	HD	30.07
1266	9D	1	30	Rb	1.7721	HD	30.26
1267	9D	1	30	Rb	1.8012	HD	30.30
1268	10D	1	30	Rf	2.1420	HD	30.02
1269	10D	1	30	Rb	1.8532	HD	30.03
1270	11D	1	30	Rf	2.0600	HD	30.33
1271	11D	1	30	Rf	2.0838	HD	30.38
1272	10D	1	30	Rb	1.8775	HD	29.95
1273	12D	1	30	Rf	2.0672	HD	30.18
1274	11D	1	30	Rb	1.8410	HD	29.91
1275	11D	1	30	Rb	1.8683	HD	29.89
1276	12D	1	30	Rf	2.0947	HD	30.17
1277	12D	1	30	Rb	1.7910	HD	30.20
1278	13D	1	30	Rf	1.8221	HD	30.08
1279	13D	1	30	Rf	1.8650	HD	30.05
1280	12D	1	30	Rb	1.8339	HD	30.20
1281	14D	1	30	Rf	2.0485	HD	15.04
1282	13D	1	30	Rb	2.0224	HD	14.82
1283	13D	1	30	Rb	2.0460	HD	14.78
1284	14D	1	30	Rf	2.0725	HD	15.05
1285	14D	1	30	Rb	1.9858	HD	13.95
1286	15D	1	30	Rf	1.9451	HD	14.03
1287	15D	1	30	Rf	1.9884	HD	13.94
1288	14D	1	30	Rb	2.0291	HD	14.06
1289	16D	1	30	Rf	1.8640	HD	19.99

1290	15D		1	30	Rb	2.1365	HD	20.05
1291	15D		1	30	Rb	2.1622	HD	20.02
1292	16D		1	30	Rf	1.8895	HD	20.00
1293	16D		1	30	Rb	2.3757	HD	19.70
1294	17D		1	30	Rf	1.9511	HD	20.19
1295	17D		1	30	Rf	1.9788	HD	20.30
1296	16D		1	30	Rb	2.4036	HD	19.59
1297	18D		1	30	Rf	2.2910	HD	19.99
1298	17D		1	30	Rb	1.6091	HD	19.99
1299	17D		1	30	Rb	1.6287	HD	20.02
1300	18D		1	30	Rf	2.3108	HD	20.01
1301	18D		1	30	Rb	1.8002	HD	20.03
1302	19D		1	30	Rf	2.1801	HD	19.79
1303	19D		1	30	Rf	2.2126	HD	19.77
1304	18D		1	30	Rb	1.8324	HD	20.02
1305	20D		1	30	Rf	2.2638	HD	29.78
1306	19D		1	30	Rb	1.8767	HD	29.88
1307	19D		1	30	Rb	1.9112	HD	29.91
1308	20D		1	30	Rf	2.2988	HD	29.74
1312	20D		1	30	Rb	1.9166	HD	18.96
1313	21D		1	30	Rf	2.3180	HD	19.49
1314	21D		1	30	Rf	2.3425	HD	19.45
1315	20D		1	30	Rb	1.9410	HD	19.01
1316	22D		1	30	Rf	2.1902	HD	20.15
1317	21D		1	30	Rb	2.0652	HD	20.04
1318	21D		1	30	Rb	2.1045	HD	20.04
1319	22D		1	30	Rf	2.2296	HD	20.17
1320	22D		1	30	Rb	2.2889	HD	32.90
1321	23D		1	30	Rf	2.2477	HD	32.80
1322	23D		1	30	Rf	2.2891	HD	32.62
1323	22D		1	30	Rb	2.3301	HD	33.03
1324	24D		1	30	Rf	1.6732	HD	11.94
1325	23D		1	30	Rb	2.4425	HD	10.41
1326	23D		1	30	Rb	2.4838	HD	10.40
1327	24D		1	30	Rf	1.7145	HD	11.93
1328	24D			30	Sh	-10.7739	dz	-0.0049 Z
386.4180								
1329	24D	24		30	Db	559.23	Df	562.63 Z
386.4131								
1330	Konec poradu			30				
1331	Pokracovani			30				
1332	24D		1	30	Rb	1.4493	HD	26.05
1333	25D		1	30	Rf	2.3624	HD	26.29
1334	25D		1	30	Rf	2.3990	HD	26.27
1335	24D		1	30	Rb	1.4867	HD	26.14
1336	26D		1	30	Rf	1.8977	HD	26.17
1337	25D		1	30	Rb	1.9808	HD	25.98
1338	25D		1	30	Rb	2.0036	HD	25.95
1339	26D		1	30	Rf	1.9199	HD	26.22
1340	26D		1	30	Rb	2.1334	HD	27.51
1341	27D		1	30	Rf	1.8954	HD	27.54
1342	27D		1	30	Rf	1.9338	HD	27.55
1343	26D		1	30	Rb	2.1717	HD	27.49
1344	28D		1	30	Rf	1.8523	HD	19.90
1345	27D		1	30	Rb	2.0377	HD	20.33
1346	27D		1	30	Rb	2.1018	HD	20.33
1347	28D		1	30	Rf	1.9167	HD	19.84
1348	28D		1	30	Rb	2.1293	HD	20.09
1349	29D		1	30	Rf	1.9093	HD	20.02
1350	29D		1	30	Rf	1.9745	HD	20.10
1351	28D		1	30	Rb	2.1947	HD	19.99

1352	30D		1	30	Rf	1.2835	HD	16.42	
1353	29D		1	30	Rb	2.1354	HD	16.50	
1354	29D		1	30	Rb	2.1807	HD	16.50	
1355	30D		1	30	Rf	1.3293	HD	16.44	
1356	30D			30	Sh	-10.7081	dz	-0.0009	Z
387.0780									
1357	30D	30		30	Db	695.66	Df	699.01	Z
387.0789									
1358	Konec poradu			30					

Měření 8, směr poradu TAM

26.12. teplota 6-8°C, zataženo, mlha, bezvětří (0)

1359	Pocatek poradu	aZVVZ		31					
1360	5D			31					Z
387.0780									
1361	5D		1	31	Rb	1.3058	HD	16.43	
1362	1D		1	31	Rf	2.1624	HD	16.47	
1363	1D		1	31	Rf	2.2325	HD	16.46	
1364	5D		1	31	Rb	1.3758	HD	16.42	
1365	2D		1	31	Rf	2.1795	HD	20.21	
1366	1D		1	31	Rb	1.9616	HD	19.92	
1367	1D		1	31	Rb	2.0204	HD	19.92	
1368	2D		1	31	Rf	2.2378	HD	20.18	
1369	2D		1	31	Rb	1.9329	HD	19.84	
1370	3D		1	31	Rf	2.1126	HD	20.31	
1371	3D		1	31	Rf	2.1565	HD	20.30	
1372	2D		1	31	Rb	1.9777	HD	19.84	
1373	4D		1	31	Rf	2.2128	HD	27.62	
1374	3D		1	31	Rb	1.9751	HD	27.48	
1375	3D		1	31	Rb	2.0144	HD	27.49	
1376	4D		1	31	Rf	2.2526	HD	27.57	
1377	4D		1	31	Rb	1.9428	HD	26.03	
1378	5D		1	31	Rf	2.0362	HD	26.09	
1379	5D		1	31	Rf	2.0695	HD	26.14	
1380	4D		1	31	Rb	1.9763	HD	26.00	
1381	6D		1	31	Rf	1.4921	HD	25.65	
1382	5D		1	31	Rb	2.4116	HD	26.25	
1383	5D		1	31	Rb	2.4517	HD	26.16	
1384	6D		1	31	Rf	1.5322	HD	25.71	
1385	6D			31	Sh	-0.6653	dz	0.0053	Z
386.4180									
1386	6D	6		31	Db	135.89	Df	136.36	Z
386.4127									
1387	Konec poradu			31					
1388	Pokracovani			31					
1389	6D		1	31	Rb	1.7060	HD	12.07	
1390	7D		1	31	Rf	2.4766	HD	10.23	
1391	7D		1	31	Rf	2.5114	HD	10.25	
1392	6D		1	31	Rb	1.7408	HD	12.05	
1393	8D		1	31	Rf	2.3061	HD	32.83	
1394	7D		1	31	Rb	2.2679	HD	32.69	
1395	7D		1	31	Rb	2.3221	HD	32.69	
1396	8D		1	31	Rf	2.3604	HD	32.85	
1397	8D		1	31	Rb	2.2307	HD	20.05	
1398	9D		1	31	Rf	2.1057	HD	20.06	
1399	9D		1	31	Rf	2.1487	HD	20.05	
1400	8D		1	31	Rb	2.2732	HD	20.06	
1401	10D		1	31	Rf	1.9396	HD	19.08	
1402	9D		1	31	Rb	2.3409	HD	19.40	

1403	9D	1	31	Rb	2.4032	HD	19.35
1404	10D	1	31	Rf	2.0015	HD	19.11
1405	10D	1	31	Rb	2.2927	HD	29.77
1406	11D	1	31	Rf	1.9112	HD	29.92
1407	11D	1	31	Rf	1.9644	HD	29.88
1408	10D	1	31	Rb	2.3456	HD	29.82
1409	12D	1	31	Rf	1.8118	HD	19.99
1410	11D	1	31	Rb	2.1975	HD	19.82
1411	11D	1	31	Rb	2.2439	HD	19.80
1412	12D	1	31	Rf	1.8582	HD	19.99
1413	12D	1	31	Rb	2.2982	HD	19.90
1414	13D	1	31	Rf	1.6179	HD	20.08
1415	13D	1	31	Rf	1.6805	HD	20.05
1416	12D	1	31	Rb	2.3607	HD	19.93
1417	14D	1	31	Rf	2.4162	HD	19.65
1418	13D	1	31	Rb	1.9906	HD	20.30
1419	13D	1	31	Rb	2.0210	HD	20.40
1420	14D	1	31	Rf	2.4463	HD	19.50
1421	14D	1	31	Rb	1.8731	HD	20.04
1422	15D	1	31	Rf	2.1433	HD	19.92
1423	15D	1	31	Rf	2.1917	HD	19.89
1424	14D	1	31	Rb	1.9218	HD	20.07
1425	16D	1	31	Rf	1.9807	HD	13.92
1426	15D	1	31	Rb	1.9398	HD	14.09
1427	15D	1	31	Rb	1.9954	HD	14.11
1428	16D	1	31	Rf	2.0361	HD	13.89
1429	16D	1	31	Rb	2.0709	HD	15.07
1430	17D	1	31	Rf	2.0475	HD	14.78
1431	17D	1	31	Rf	2.0843	HD	14.80
1432	16D	1	31	Rb	2.1075	HD	15.06
1433	18D	1	31	Rf	1.7964	HD	29.99
1434	17D	1	31	Rb	1.8298	HD	30.27
1435	17D	1	31	Rb	1.9106	HD	30.28
1436	18D	1	31	Rf	1.8772	HD	29.96
1437	18D	1	31	Rb	2.1075	HD	30.09
1438	19D	1	31	Rf	1.8803	HD	30.04
1439	19D	1	31	Rf	1.9387	HD	30.09
1440	18D	1	31	Rb	2.1657	HD	30.08
1441	20D	1	31	Rf	1.8849	HD	30.08
1442	19D	1	31	Rb	2.0891	HD	30.16
1443	19D	1	31	Rb	2.1422	HD	30.19
1444	20D	1	31	Rf	1.9381	HD	30.10
1445	20D	1	31	Rb	2.1529	HD	30.10
1446	21D	1	31	Rf	1.8113	HD	30.22
1447	21D	1	31	Rf	1.8586	HD	30.23
1448	20D	1	31	Rb	2.2003	HD	30.07
1449	22D	1	31	Rf	1.6790	HD	29.84
1450	21D	1	31	Rb	2.2132	HD	30.11
1451	21D	1	31	Rb	2.2502	HD	30.03
1452	22D	1	31	Rf	1.7159	HD	29.96
1453	22D	1	31	Rb	2.4269	HD	30.08
1454	23D	1	31	Rf	1.5313	HD	29.91
1455	23D	1	31	Rf	1.5793	HD	29.83
1456	22D	1	31	Rb	2.4750	HD	30.13
1457	24D	1	31	Rf	1.2397	HD	30.24
1458	23D	1	31	Rb	2.6276	HD	30.03
1459	23D	1	31	Rb	2.6855	HD	30.11
1460	24D	1	31	Rf	1.2976	HD	30.26
1461	24D	1	31	Rb	2.8534	HD	29.92
1462	25D	1	31	Rf	1.0263	HD	29.98
1463	25D	1	31	Rf	1.0968	HD	29.91

1464	24D		1	31	Rb	2.9240	HD	29.94
1465	26D		1	31	Rf	1.2182	HD	29.93
1466	25D		1	31	Rb	3.2455	HD	30.20
1467	25D		1	31	Rb	3.2852	HD	30.16
1468	26D		1	31	Rf	1.2579	HD	30.02
1469	26D		1	31	Rb	2.7697	HD	30.04
1470	27D		1	31	Rf	1.3212	HD	30.01
1471	27D		1	31	Rf	1.3834	HD	30.00
1472	26D		1	31	Rb	2.8321	HD	30.02
1473	28D		1	31	Rf	1.5803	HD	19.86
1474	27D		1	31	Rb	2.3139	HD	19.88
1475	27D		1	31	Rb	2.3515	HD	19.89
1476	28D		1	31	Rf	1.6176	HD	19.85
1477	28D		1	31	Rb	2.1899	HD	9.91
1478	29D		1	31	Rf	2.0142	HD	10.05
1479	29D		1	31	Rf	2.0508	HD	10.08
1480	28D		1	31	Rb	2.2263	HD	9.86
1481	30D		1	31	Rf	1.5712	HD	8.36
1482	29D		1	31	Rb	2.0559	HD	8.30
1483	29D		1	31	Rb	2.1027	HD	8.25
1484	30D		1	31	Rf	1.6179	HD	8.40
1485	8D			31	Sh	10.1077	dz	0.0014 Z
397.1870								
1486	8D	30		31	Db	698.21	Df	695.32 Z
397.1857								
1487	Konec poradu			31				

Měření 9, směr poradu TAM

17.2. teplota 4-6°C, polojasno, čerstvý vítr (5)

1488	Pocatek poradu		aZVVZ	100				
1489	5 D			100				Z
387.0780								
1490	5 D		1	100	Rb	1.2637	HD	16.46
1491	1D		1	100	Rf	2.1207	HD	16.56
1492	1D		1	100	Rf	2.1564	HD	16.60
1493	5 D		1	100	Rb	1.2984	HD	16.44
1494	2D		1	100	Rf	2.1406	HD	19.95
1495	1D		1	100	Rb	1.9227	HD	20.10
1496	1D		1	100	Rb	1.9311	HD	20.06
1497	2D		1	100	Rf	2.1490	HD	19.92
1498	2D		1	100	Rb	1.8402	HD	20.03
1499	3D		1	100	Rf	2.0215	HD	20.29
1500	3D		1	100	Rf	2.0586	HD	20.23
1501	2D		1	100	Rb	1.8774	HD	20.05
1502	4D		1	100	Rf	2.1238	HD	27.60
1503	3D		1	100	Rb	1.8794	HD	27.38
1504	3D		1	100	Rb	1.9242	HD	27.45
1505	4D		1	100	Rf	2.1688	HD	27.51
1506	4D		1	100	Rb	1.8691	HD	26.18
1507	5D		1	100	Rf	1.9493	HD	26.09
1508	5D		1	100	Rf	1.9937	HD	26.05
1509	4D		1	100	Rb	1.9129	HD	26.18
1510	6D		1	100	Rf	1.4342	HD	25.85
1511	5D		1	100	Rb	2.3468	HD	26.03
1512	5D		1	100	Rb	2.3910	HD	25.99
1513	6D		1	100	Rf	1.4778	HD	25.84
1514	6D			100	Sh	-0.6688	dz	0.0088 Z
386.4180								
1515	6D	6		100	Db	136.18	Df	136.25 Z
386.4093								

1516	Konec poradu		100			
1517	Pokracovani		100			
1518	6D	1	100	Rb	1.6107 HD	10.99
1519	7D	1	100	Rf	2.3887 HD	11.23
1520	7D	1	100	Rf	2.4142 HD	11.24
1521	6D	1	100	Rb	1.6363 HD	11.00
1522	8D	1	100	Rf	2.2649 HD	33.07
1523	7D	1	100	Rb	2.2331 HD	32.34
1524	7D	1	100	Rb	2.2920 HD	32.27
1525	8D	1	100	Rf	2.3234 HD	33.10
1526	8D	1	100	Rb	2.1817 HD	20.04
1527	9D	1	100	Rf	2.0573 HD	20.31
1528	9D	1	100	Rf	2.0906 HD	20.31
1529	8D	1	100	Rb	2.2145 HD	20.04
1530	10D	1	100	Rf	1.8997 HD	19.00
1531	9D	1	100	Rb	2.3010 HD	19.31
1532	9D	1	100	Rb	2.3538 HD	19.25
1533	10D	1	100	Rf	1.9511 HD	19.02
1534	10D	1	100	Rb	2.2074 HD	29.82
1535	11D	1	100	Rf	1.8259 HD	30.13
1536	11D	1	100	Rf	1.8800 HD	30.06
1537	10D	1	100	Rb	2.2620 HD	29.80
1538	12D	1	100	Rf	1.7730 HD	19.91
1539	11D	1	100	Rb	2.1582 HD	19.72
1540	11D	1	100	Rb	2.1993 HD	19.73
1541	12D	1	100	Rf	1.8146 HD	19.92
1544	12D	1	100	Rb	2.2302 HD	19.90
1545	13D	1	100	Rf	1.5496 HD	20.16
1546	13D	1	100	Rf	1.6062 HD	20.13
1547	12D	1	100	Rb	2.2860 HD	19.89
1548	14D	1	100	Rf	2.3529 HD	20.21
1549	13D	1	100	Rb	1.9271 HD	19.78
1550	13D	1	100	Rb	1.9717 HD	19.75
1551	14D	1	100	Rf	2.3967 HD	20.15
1552	14D	1	100	Rb	1.8369 HD	20.04
1553	15D	1	100	Rf	2.0953 HD	20.28
1554	15D	1	100	Rf	2.1102 HD	20.32
1555	14D	1	100	Rb	1.8514 HD	20.02
1556	16D	1	100	Rf	1.9980 HD	14.00
1557	15D	1	100	Rb	1.9461 HD	13.83
1558	15D	1	100	Rb	1.9747 HD	13.80
1559	16D	1	100	Rf	2.0264 HD	13.99
1560	16D	1	100	Rb	2.0348 HD	14.98
1561	17D	1	100	Rf	2.0010 HD	14.97
1562	17D	1	100	Rf	2.0382 HD	15.00
1563	16D	1	100	Rb	2.0712 HD	14.96
1564	18D	1	100	Rf	1.8069 HD	30.24
1565	17D	1	100	Rb	1.8316 HD	29.90
1566	17D	1	100	Rb	1.8551 HD	29.91
1567	18D	1	100	Rf	1.8310 HD	30.27
1568	18D	1	100	Rb	2.0991 HD	30.00
1569	19D	1	100	Rf	1.8712 HD	30.20
1570	19D	1	100	Rf	1.8956 HD	30.20
1571	18D	1	100	Rb	2.1235 HD	30.03
1572	20D	1	100	Rf	1.8263 HD	30.26
1573	19D	1	100	Rb	2.0310 HD	30.12
1574	19D	1	100	Rb	2.0754 HD	30.14
1575	20D	1	100	Rf	1.8708 HD	30.20
1576	20D	1	100	Rb	2.0843 HD	29.93
1577	21D	1	100	Rf	1.7443 HD	30.41
1578	21D	1	100	Rf	1.7865 HD	30.37

1579	20D		1 100 Rb	2.1246 HD	30.00
1585	22D		1 100 Rf	1.6496 HD	29.92
1586	21D		1 100 Rb	2.1834 HD	29.97
1587	21D		1 100 Rb	2.1522 HD	29.94
1588	22D		1 100 Rf	1.6194 HD	29.79
1589	22D		1 100 Rb	2.3728 HD	29.97
1590	23D		1 100 Rf	1.4756 HD	30.22
1591	23D		1 100 Rf	1.5409 HD	30.16
1592	22D		1 100 Rb	2.4388 HD	30.01
1593	24D		1 100 Rf	1.1955 HD	30.16
1594	23D		1 100 Rb	2.5766 HD	29.96
1595	23D		1 100 Rb	2.6135 HD	30.01
1596	24D		1 100 Rf	1.2351 HD	30.10
1597	24D		1 100 Rb	2.7819 HD	30.08
1598	25D		1 100 Rf	0.9429 HD	29.91
1599	25D		1 100 Rf	1.0188 HD	30.05
1600	24D		1 100 Rb	2.8577 HD	29.98
1601	26D		1 100 Rf	1.2035 HD	30.14
1602	25D		1 100 Rb	3.2236 HD	29.96
1603	25D		1 100 Rb	3.2414 HD	29.93
1604	26D		1 100 Rf	1.2207 HD	30.15
1605	26D		1 100 Rb	2.7646 HD	30.10
1606	27D		1 100 Rf	1.3168 HD	30.12
1607	27D		1 100 Rf	1.3457 HD	30.04
1608	26D		1 100 Rb	2.7940 HD	30.09
1609	28D		1 100 Rf	1.5654 HD	19.85
1610	27D		1 100 Rb	2.2975 HD	19.81
1611	27D		1 100 Rb	2.3332 HD	19.88
1612	28D		1 100 Rf	1.6008 HD	19.78
1613	28D		1 100 Rb	2.1411 HD	10.03
1614	29D		1 100 Rf	1.9597 HD	9.64
1615	29D		1 100 Rf	1.9888 HD	9.64
1616	28D		1 100 Rb	2.1703 HD	10.02
1617	30D		1 100 Rf	1.5285 HD	8.46
1618	29D		1 100 Rb	2.0106 HD	8.03
1619	29D		1 100 Rb	2.0322 HD	8.04
1620	30D		1 100 Rf	1.5500 HD	8.46
1621	8D		100 Sh	10.1022 dz	0.0068 Z
397.1870					
1622	8D	30	100 Db	694.73 Df	698.87 Z
397.1802					
1623	Konec poradu		100		

Měření 10, směr poradu ZPĚT

18.2. teplota 5-7°C, oblačno, slabý vítr (3)

1624	Pocatek poradu	aZVVZ	101		
1625	8D		101		Z
397.1870					
1626	8D		1 101 Rb	1.5192 HD	8.25
1627	1D		1 101 Rf	2.0101 HD	8.37
1628	1D		1 101 Rf	2.1062 HD	8.31
1629	8D		1 101 Rb	1.6148 HD	8.28
1630	2D		1 101 Rf	2.1873 HD	9.96
1631	1D		1 101 Rb	2.0136 HD	9.74
1632	1D		1 101 Rb	2.0516 HD	9.79
1633	2D		1 101 Rf	2.2257 HD	9.98
1634	2D		1 101 Rb	1.5593 HD	19.92
1635	3D		1 101 Rf	2.2926 HD	19.82
1636	3D		1 101 Rf	2.3613 HD	19.81
1637	2D		1 101 Rb	1.6267 HD	19.98

1638	4D	1 101 Rf	2.7774 HD	30.07
1639	3D	1 101 Rb	1.3346 HD	29.98
1640	3D	1 101 Rb	1.3979 HD	29.95
1641	4D	1 101 Rf	2.8405 HD	30.07
1642	4D	1 101 Rb	1.2002 HD	30.13
1643	5D	1 101 Rf	3.2292 HD	30.13
1644	5D	1 101 Rf	3.3000 HD	30.00
1645	4D	1 101 Rb	1.2708 HD	30.25
1646	6D	1 101 Rf	2.8440 HD	30.03
1647	5D	1 101 Rb	1.0127 HD	29.84
1648	5D	1 101 Rb	1.0844 HD	29.85
1649	6D	1 101 Rf	2.9163 HD	30.15
1650	6D	1 101 Rb	1.2297 HD	30.10
1651	7D	1 101 Rf	2.6122 HD	30.14
1652	7D	1 101 Rf	2.6947 HD	30.24
1653	6D	1 101 Rb	1.3122 HD	30.11
1654	8D	1 101 Rf	2.4477 HD	30.06
1655	7D	1 101 Rb	1.5532 HD	29.95
1656	7D	1 101 Rb	1.6108 HD	30.05
1657	8D	1 101 Rf	2.5051 HD	30.07
1658	8D	1 101 Rb	1.6896 HD	29.93
1659	9D	1 101 Rf	2.2248 HD	30.09
1660	9D	1 101 Rf	2.2617 HD	30.08
1661	8D	1 101 Rb	1.7272 HD	29.88
1662	10D	1 101 Rf	2.1343 HD	30.00
1663	9D	1 101 Rb	1.7959 HD	30.15
1664	9D	1 101 Rb	1.8663 HD	30.16
1665	10D	1 101 Rf	2.2043 HD	29.96
1666	10D	1 101 Rb	1.8812 HD	30.23
1667	11D	1 101 Rf	2.0877 HD	30.29
1668	11D	1 101 Rf	2.1447 HD	30.19
1669	10D	1 101 Rb	1.9385 HD	30.36
1670	12D	1 101 Rf	2.1360 HD	30.13
1671	11D	1 101 Rb	1.9083 HD	30.05
1672	11D	1 101 Rb	1.9513 HD	30.09
1673	12D	1 101 Rf	2.1792 HD	30.06
1674	12D	1 101 Rb	1.8065 HD	30.06
1675	13D	1 101 Rf	1.8372 HD	30.21
1676	13D	1 101 Rf	1.8964 HD	30.23
1677	12D	1 101 Rb	1.8655 HD	30.04
1678	14D	1 101 Rf	2.0411 HD	14.92
1679	13D	1 101 Rb	2.0123 HD	14.97
1680	13D	1 101 Rb	2.0829 HD	14.97
1681	14D	1 101 Rf	2.1121 HD	14.94
1682	14D	1 101 Rb	1.9921 HD	14.03
1683	15D	1 101 Rf	1.9484 HD	13.96
1684	15D	1 101 Rf	2.0191 HD	14.00
1685	14D	1 101 Rb	2.0630 HD	13.97
1686	16D	1 101 Rf	1.8654 HD	20.04
1687	15D	1 101 Rb	2.1352 HD	20.08
1688	15D	1 101 Rb	2.2202 HD	19.98
1689	16D	1 101 Rf	1.9501 HD	20.02
1690	16D	1 101 Rb	2.3832 HD	20.23
1691	17D	1 101 Rf	1.9604 HD	19.72
1692	17D	1 101 Rf	2.0169 HD	19.74
1693	16D	1 101 Rb	2.4399 HD	20.20
1694	18D	1 101 Rf	2.2974 HD	19.98
1695	17D	1 101 Rb	1.6160 HD	20.08
1696	17D	1 101 Rb	1.6734 HD	20.08
1697	18D	1 101 Rf	2.3546 HD	19.98
1698	18D	1 101 Rb	1.7893 HD	19.98

1699	19D		1	101	Rf	2.1739	HD	19.85
1700	19D		1	101	Rf	2.2574	HD	19.88
1701	18D		1	101	Rb	1.8728	HD	19.96
1702	20D		1	101	Rf	2.2471	HD	29.86
1703	19D		1	101	Rb	1.8676	HD	29.90
1704	19D		1	101	Rb	1.9308	HD	29.87
1705	20D		1	101	Rf	2.3104	HD	29.94
1706	20D		1	101	Rb	1.9315	HD	19.02
1707	21D		1	101	Rf	2.3334	HD	19.39
1708	21D		1	101	Rf	2.4015	HD	19.35
1709	20D		1	101	Rb	2.0004	HD	18.99
1710	22D		1	101	Rf	2.1852	HD	20.01
1711	21D		1	101	Rb	2.0611	HD	20.16
1712	21D		1	101	Rb	2.1526	HD	20.15
1713	22D		1	101	Rf	2.2765	HD	20.03
1714	22D		1	101	Rb	2.3295	HD	32.99
1715	23D		1	101	Rf	2.3009	HD	32.39
1716	23D		1	101	Rf	2.3592	HD	32.35
1717	22D		1	101	Rb	2.3872	HD	32.98
1721	24D		1	101	Rf	1.6744	HD	11.40
1722	23D		1	101	Rb	2.4544	HD	11.03
1723	23D		1	101	Rb	2.4897	HD	11.02
1724	24D		1	101	Rf	1.7098	HD	11.38
1725	6D			101	Sh	-10.7724	dz	0.0034 Z
386.4180								
1726	6D	24		101	Db	560.88	Df	560.79 Z
386.4147								
1727	Konec poradu			101				
1728	Pokracovani			101				
1729	6D		1	101	Rb	1.4495	HD	26.16
1730	25D		1	101	Rf	2.3704	HD	25.70
1731	25D		1	101	Rf	2.4348	HD	25.72
1732	6D		1	101	Rb	1.5143	HD	26.13
1733	26D		1	101	Rf	1.9250	HD	26.30
1734	25D		1	101	Rb	2.0105	HD	26.08
1735	25D		1	101	Rb	2.0631	HD	26.08
1736	26D		1	101	Rf	1.9753	HD	26.14
1737	26D		1	101	Rb	2.1979	HD	27.53
1738	27D		1	101	Rf	1.9549	HD	27.50
1739	27D		1	101	Rf	2.0034	HD	27.49
1740	26D		1	101	Rb	2.2469	HD	27.57
1741	28D		1	101	Rf	1.9104	HD	20.16
1742	27D		1	101	Rb	2.0701	HD	20.04
1743	27D		1	101	Rb	2.1362	HD	20.07
1744	28D		1	101	Rf	1.9767	HD	20.16
1745	28D		1	101	Rb	2.2059	HD	20.17
1746	29D		1	101	Rf	1.9687	HD	19.92
1747	29D		1	101	Rf	2.0113	HD	19.94
1748	28D		1	101	Rb	2.2491	HD	20.14
1749	30D		1	101	Rf	1.2915	HD	16.49
1750	29D		1	101	Rb	2.1505	HD	16.49
1751	29D		1	101	Rb	2.2211	HD	16.49
1752	30D		1	101	Rf	1.3622	HD	16.50
1753	5D			101	Sh	-10.1071	dz	-0.0019 Z
387.0780								
1754	5D	30		101	Db	697.36	Df	696.80 Z
387.0799								
1755	Konec poradu			101				