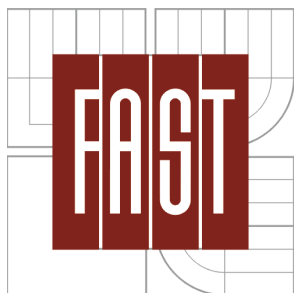




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF GEODESY

ETAPOVÉ MĚŘENÍ POSUNŮ NIVELAČNÍM  
PŘÍSTROJEM LEICA SPRINTER 150 M  
STAGE MEASUREMENT OF SHIFTS USING LEICA SPRINTER 150 M

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

PAVLÍNA KUBIŠTOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ VONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2014



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** B3646 Geodézie a kartografie  
**Typ studijního programu** Bakalářský studijní program s kombinovanou formou studia  
**Studijní obor** 3646R003 Geodézie a kartografie  
**Pracoviště** Ústav geodézie

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Kubištová Pavlína

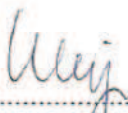
**Název** Etapové měření posunů nivelačním přístrojem  
Leica Sprinter 150 M

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.

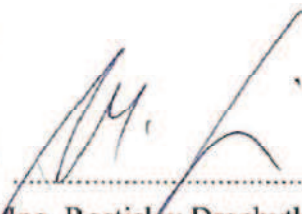
**Datum zadání  
bakalářské práce** 30. 11. 2013

**Datum odevzdání  
bakalářské práce** 30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013

  
.....  
doc. Ing. Josef Weigel, CSc.  
Vedoucí ústavu



  
.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

### **Podklady a literatura**

Nevošád Z., Vitásek J., Soukup F. Geodézie II. Brno, VUT v Brně 1999, ISBN 80-214-1475-8

Vitásek J., Nevošád Z.. Geodézie I. Brno, VUT v Brně 1999, ISBN 80-214-1152-X

Koutková H., Moll I. Úvod do pravděpodobnosti a matematické statistiky. Brno, VUT v Brně 2001, ISBN 80-214-1811-7

Ryšavý J. Geodesie I. 4. doplněné vydání. Praha, Státní nakladatelství technické literatury 1955

Hauf M. a kol. Geodézie - technický průvodce 42. 2. upravené vydání ,Praha, SNTL Praha 1989

Dále použijte doporučenou literaturu pro předměty Geodézie, Teorie chyb a vyrovnávací počet a Geodetické sítě.

### **Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)**

Proveďte kontrolu testovaného přisroje se zřetelem na „základní podmínky“. Následně ověřte přesnost přístroje a porovnejte s přesností udávanou výrobcem. Analyzujte dosažené výsledky v rámci etapových měření přetvoření stavby v Brně Bystřici - Černého. Získané výsledky etapového měření vyhodnoťte a uspořádejte do grafů.

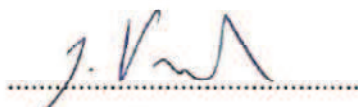
Práci logicky rozčleňte na teoretickou část (maximálně 1/3 práce) a část popisující postup, zpracování a výsledky vlastních experimentů.

Součástí práce bude i "abstrakt" v anglickém jazyce (po dohodě s vedoucím práce je možný jiný světový jazyk) v rozsahu cca 1 strany.

### **Struktura bakalářské/diplomové práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

### **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je posoudit, zda je možné použít nivelační přístroj Leica Sprinter 150M, který se se svou přesností pohybuje na hranici technické a přesné nivelace, pro účely přesné nivelace. Zadáním bakalářské práce bylo zaměřit ve třech etapách objekt v ulici Černého č.p. 15,17,19, v Brně Bystřci, který je sledován z důvodu náklonu objektu směrem do Údolí oddechu a porovnat naměřené hodnoty s hodnotami převzatými. Na základě měření posoudit, zda je možné nivelační přístroj Leica Sprinter 150M použít pro přesnou nivelaci.

### **Klíčová slova**

Technická nivelace, nivelační přístroj Leica Sprinter 150M, sledovaný objekt v ulici Černého č.p. 15,17,19

### **Abstract**

The aim of this Bachelor thesis is to assess whether it is possible to use the Leica Sprinter 150 m leveling device, with its precision moves on the edge of technical and precise levelling, for the purposes of precision levelling. By entering a Bachelor's thesis was focused in three stages, the object in Černého street No. 15, 17, 19, in Brno Bystřec, which is observed due to the inclination of the object in the direction of the Valley and to compare the measured value with the values given. On the basis of measurements to assess whether it is possible to the Leica Sprinter 150 m leveling device to use for the exact level indicator.

### **Keywords**

Technical levelling, the Leica Sprinter 150 m leveling device, reference the object in Černého street No. 15, 17, 19

## **Bibliografická citace VŠKP**

Pavčina Kubiřtová *Etapové měření posunů nivelačním přístrojem Leica Sprinter 150 M*. Brno, 2014. 47 s., 28 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26.5.2014



.....  
podpis autora  
Pavlína Kubištová

## Poděkování

Tímto děkuji svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Vondrákovi, PhD., za poskytnutí dříve měřených etap k této bakalářské práci. Poděkování patří především mému bráchovi Aleši Sládkovi, který mi pomáhal při měření v terénu. Dále mé poděkování patří i mé rodině a blízkým, kteří mi byli oporou v průběhu studia.

V Brně dne 26.5.2014

## OBSAH

ÚVOD .....	10
1 Vymezení pojmů .....	11
1.1 Výškový systém v České republice .....	11
1.2 Nivelace .....	11
1.3 Geometrická nivelace ze středu .....	12
1.4 Druhy nivelačních měření .....	14
1.5 Druhy nivelace .....	15
1.5.1 Technická nivelace .....	15
1.5.2 Přesná nivelace .....	17
1.5.3 Velmi přesná nivelace a zvlášť přesná nivelace .....	17
1.6 Nivelační latě a podložky .....	18
1.6.1 Nivelační latě .....	18
1.6.2 Nivelační podložky .....	19
1.7 Nivelační přístroje .....	20
1.8 Zkouška a rektifikace nivelačního přístroje .....	22
1.9 Chyby ovlivňující přesnost nivelace .....	24
2 Nivelační přístroj Leica Sprinter 150M .....	25
2.1 Technické parametry přístroje Leica Sprinter 150M .....	25
2.2 Metody měření přístroje Leica Sprinter 150M .....	26
3 Popis objektu .....	28
4 Měřické práce .....	30
4.1 Přístroje a pomůcky .....	30
4.2 Měření .....	30
4.2.1 Etapy měření .....	30
4.2.2 Vztažné značky „A“ a „B“ .....	31
4.2.3 Postup měření .....	32
4.2.4 Výpočetní práce .....	33
4.3 Připojení vztažné nivelační značky „A“ na Českou státní nivelační síť .....	33
5 Zpracování dat .....	35
5.1 Etapy převzaté .....	35
5.2 Výpočet zápisníku .....	36
5.3 Zpracování naměřených dat .....	37
5.4 Vývoj převýšení na jednotlivých nivelačních značkách .....	38



5.5 Porovnání posunů s 0. etapou .....	39
5.6 Porovnání posunů s předcházející etapou .....	40
5.7 Posouzení přesnosti měření .....	42
6 Závěr .....	43
7 Seznam použité literatury .....	44
8 Seznam obrázků, tabulek a grafů .....	45
9 Seznam příloh .....	47
10 Přílohy .....	48

## ÚVOD

Důvodem zvolení daného tématu „Etapové měření posunů nivelačním přístrojem Leica Sprinter 150M“ je především to, zda je možné nivelační přístroj Leica Sprinter 150M využít i pro měření posunů, jelikož jeho přesnost se pohybuje na rozhraní nivelačních přístrojů použitých pro technickou nivelaci a nivelačních přístrojů použitých pro přesnou nivelaci.

Od roku 2001 se na objektu v ulici Černého č.p.15,17,19 provádí etapové měření na 8 nivelačních značkách, které jsou osazeny do konstrukce objektu, kde již bylo provedeno X. etap měření vertikálních posunů objektu panelového domu. Objekt je sledován z možného náklonu, kdy je možné se přiklánět k variantě, že je postaven na nestabilním podloží. Pro účely této práce mi byly poskytnuty podklady předešlých měření, které následně budu porovnávat s mnou naměřenými hodnotami.

Vlastní měření probíhalo v třech etapách, které byly rozvrhnuty do tří ročních období.

# 1 VYMEZENÍ POJMŮ

## 1.1 VÝŠKOVÝ SYSTÉM V ČESKÉ REPUBLICE

Výškovým systémem České republiky rozumíme Českou státní nivelační síť (ČSNS). Geodetickým referenčním systémem závazným pro Českou republiku je Výškový systém Baltský – po vyrovnání (Bpv). Tento výškový geodetický referenční systém je určen výchozím výškovým bodem, kterým je nula stupnice vodočtu v Krondštatu a souborem normálních výšek z mezinárodního vyrovnání nivelačních sítí. [1]

Podle vyhlášky č. 31/1995 Sb., výškové bodové pole obsahuje:

- a) základní výškové bodové pole
  - aa) základní nivelační body
  - ab) body České státní nivelační sítě I. – III. řádu
- b) podrobné výškové bodové pole
  - ba) nivelační síť IV. řádu
  - bb) plošné nivelační síť
  - bc) stabilizované body technických nivelací [2]

## 1.2 NIVELACE

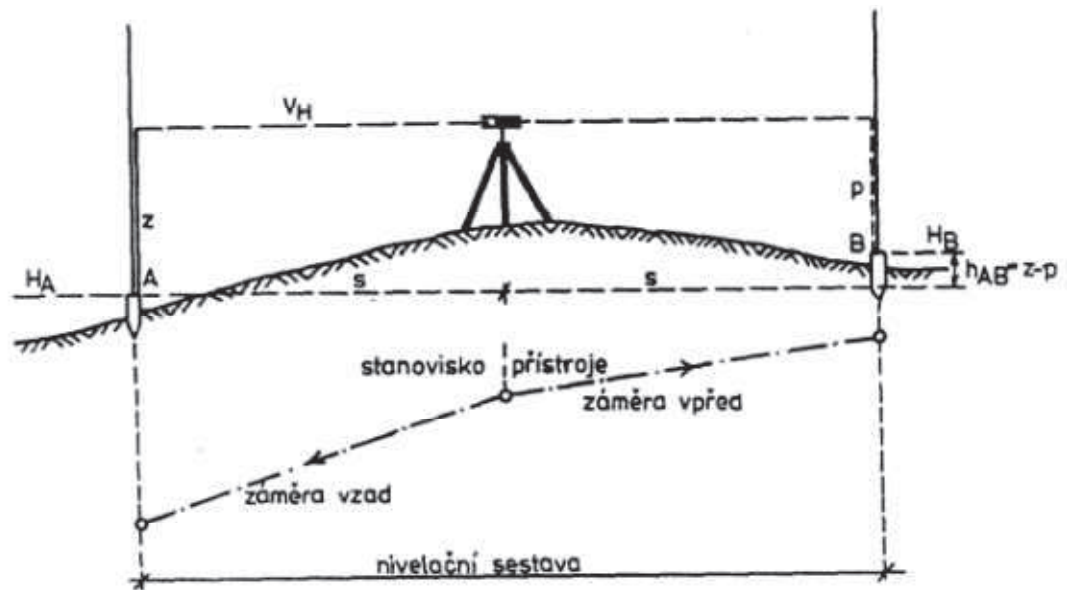
Výškové rozdíly mezi dvěma body u geometrické nivelace zjistíme odměřením vertikálních délek nivelačních latí od vodorovné srovnávací roviny. Srovnávací rovinu určuje nivelační přístroj, respektive vodorovné vlákno nitkového kříže dalekohledu nivelačního přístroje.

Geometrickou nivelaci dělíme:

- a) kupředu
- b) ze středu

Geometrická nivelace ze středu se používá pro sledování posunů nebo poklesů. Touto metodou můžeme měřit výškové rozdíly, které se pohybují v desetínách nebo dokonce i v setinách milimetru, záleží na zvolené přesnosti měření.

Nivelační sestavu tvoří dvojice latí a v polovině spojnice latí postavený nivelační přístroj, obr.1.



Obr.1 Nivelační sestava [5]

Převýšení  $\Delta H_{AB}$  je dáno vztahem

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = z - p \quad [3]$$

$\Delta H_{AB}$  – převýšení

$H_A$  – výška bodu A

$H_B$  – výška bodu B

$z$  – záměra vzad

$p$  – záměra vpřed

Nivelační pořad rozdělujeme na oddíly a úseky. Délka oddílů se volí podle povahy terénu zhruba 0,5 až 1 km. Několik oddílů tvoří úsek. Pomocí tohoto rozdělení lze snáze hledat hrubé chyby nebo posuzovat přesnost měření.

Jako všechny měřické metody i geometrickou nivelaci dělíme, a to podle přesnosti na technickou, přesnou, velmi přesnou nebo zvlášť přesnou nivelaci. [3], [4]

### 1.3 GEOMETRICKÁ NIVELACE ZE STŘEDU

Metoda geometrické nivelace ze středu je používána z důvodu, že je nejpřesnější, nejužívanější a nejjednodušší nivelační metoda. Princip metody geometrické nivelace ze středu je takový, že do spojnice bodů A a B se přibližně do poloviny této spojnice postaví nivelační přístroj. Přístroj urovnáme pomocí libely tak, aby mohla být určena srovnávací

rovina. Nivelační lať postavíme na bod A, změříme záměru vzad  $^A z$ , poté postavíme nivelační lať na bod B a změříme záměru vpřed  $^B p$ . Nivelační sestavu tvoří postavený stroj mezi body A a B, jak je patrné na obr.1. Výškový rozdíl nelze určit jednou nivelační sestavou, proto se výškový rozdíl určuje pomocí několika nivelačních sestav. Několik nivelačních sestav tvoří nivelační pořad a ten se dělí na nivelační oddíly a nivelační úseky. Délka nivelačního oddílu se volí podle povahy terénu zhruba 0,5 km až 1 km. Nivelační oddíl by měl obsahovat sudý počet sestav při použití dvou nivelačních latí. Výškový rozdíl nivelačního oddílu je na obr. 2.

Na přestavované body není nutná stabilizace kolíky, používá se přechodná stabilizace pomocí nivelační podložky.

Výškový rozdíl nivelačního oddílu je dán vztahem:

$$\begin{aligned} \Delta H_{AB} &= H_B - H_A = \Delta H_{A,1} + \Delta H_{1,2} + \dots + \Delta H_{n-1,n} + \Delta H_{n,B} = \\ &= ({}^1 z - {}^1 p) + ({}^2 z - {}^2 p) + \dots + ({}^{n-1} z - {}^{n-1} p) + ({}^n z - {}^n p) = [z]_1^n - [p]_1^n \end{aligned} \quad [3]$$

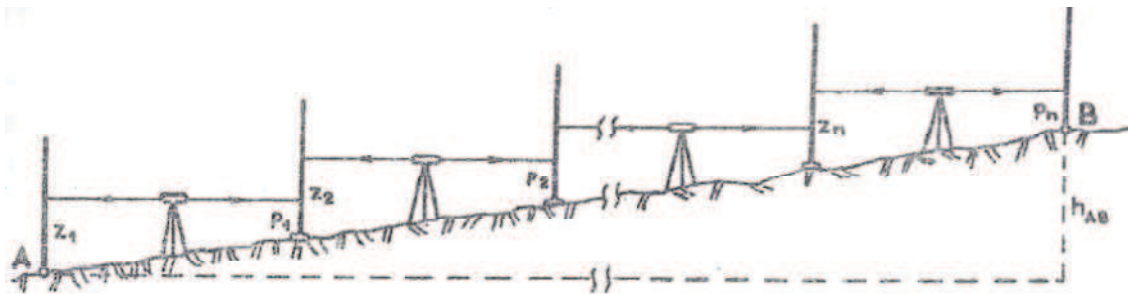
$\Delta H_{AB}$  – převýšení

$H_A$  – výška bodu A

$H_B$  – výška bodu B

$z$  – záměra vzad

$p$  – záměra vpřed



Obr.2 Nivelační oddíl [4]

Několik nivelačních oddílů může při dlouhých nivelačních pořadech tvořit nivelační úsek. Pomocí tohoto rozdělení lze snáze hledat hrubé chyby nebo posuzovat přesnost měření. [3], [4]

## 1.4 DRUHY NIVELAČNÍCH MĚŘENÍ

Nivelační měření se provádí mezi známými a určovanými výškovými body. Při měření nivelačního pořadu je potřeba dbát na jeho přímost. Pokud je potřeba se ze směru odchýlit, je nutné dodržet zásadu, aby byla zachována přímost nivelační sestavy.

**Nivelační pořady dělíme na:**

a) vložené

- tento nivelační pořad začíná a končí na bodech, na kterých máme ověřenou výšku, obr.3

b) volné

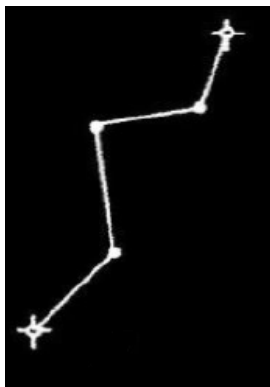
- tento nivelační pořad začíná na známém, ověřeném bodě a končí na jednom z určovaných bodů, obr.4

c) uzavřené

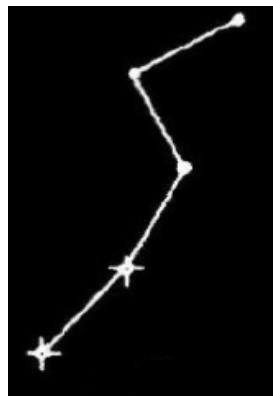
- nivelační pořad začíná na známém, ověřeném bodě a zároveň na tomto bodě i končí, obr.5

d) pořady tvořící plošnou nivelační síť

- musí zahrnout alespoň dva body o známých, ověřených výškách a body u kterých určujeme výšky, obr.6 [3],[4]



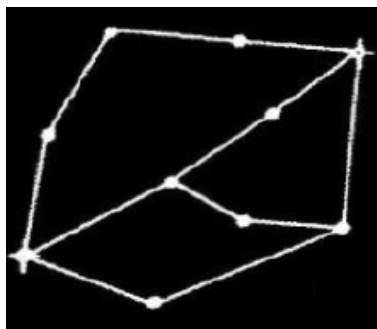
Obr.3 Vložený nivelační pořad [6]



Obr.4 Volný nivelační pořad [6]



Obr.5 Uzavřený nivelační pořad [6]



Obr.6 Plošná nivelační síť [6]

## 1.5 DRUHY NIVELACE

Pomocí měření výškových rozdílů dostáváme různé přesnosti těchto měření. Různé přesnosti odpovídají různým druhům nivelací. Druhy nivelací nám umožňují co nejlépe docílit požadovaného stupně přesnosti, a to podle parametrů nivelačních přístrojů a pomůcek odpovídajících měřickým postupům.

Nivelaci dělíme do čtyř skupin a to podle očekávané přesnosti:

- 1) technická nivelace TN
- 2) přesná nivelace PN
- 3) velmi přesná nivelace VPN
- 4) zvlášť přesná nivelace ZPN [3], [4]

### 1.5.1 TECHNICKÁ NIVELACE

Tento druh nivelace se používá nejčastěji. Technická nivelace není určena pro měření bodů I. – IV. řádu. Pomocí technické nivelace se určují nadmořské výšky bodů v podrobném výškovém poli, tj. body stabilizované technické nivelace a body polohopisného bodového pole, u kterých výška byla určena dodatečně.

Technologie měření je stanovena „Směrnici pro technickou nivelaci“, která udává požadavky pro měření technické nivelace. Podle této směrnice má mít nivelační přístroj zvětšení dalekohledu nejméně 16-ti násobné, citlivost libely má být v rozmezí 60'' (na 2 mm dílek stupnice) nebo 80''(na 2 mm dílek stupnice) v koincidenční úpravě nebo odpovídající kompenzátor. Nivelační lať musí mít zřetelné dělení stupnice, většinou po 0,01m, pevnou patku a lehké nivelační podložky. Nivelační lať musí být opatřena krabicovou libelou, která určí svislost nivelační latě.

Technickou nivelaci rozlišujeme v praxi podle přesnosti na:

- a) základní přesnost
- b) zvýšenou přesnost

ad a) základní přesnost

V praxi se tato metoda využívá pro běžné technické práce. Při základní přesnosti se mohou používat latě skládací, zasouvací, rozkládací nebo celistvé, které jsou dlouhé 2-4 m. Každá nivelační lať by měla být opatřena krabicovou libelou, pokud krabicovou libelu nemá, lze ji nahradit olovnicí nebo kýváním. U každé nivelace je důležitá i délka záměr, ta by při základní přesnosti technické nivelace neměla přesáhnout 120 m. U tohoto typu nivelace se délka záměr neměří, pouze se krokuje tak, aby při krátkých záměrech, tj. do 50 m rozdíl záměry vpřed a záměry vzad nebyl větší než 1-2 m, u větších vzdáleností by tento rozdíl neměl přesáhnout 5 m. Tyto rozdíly záměr by se měli dodržovat, je to z důvodu, aby se dalekohled nivelačního přístroje nemusel přeastřovat. Měření u nivelačních pořadů volných probíhá dvakrát, tzn. měření tam a měření zpět, uzavřené a vložené nivelační pořady se měří jednou.

Aby bylo možné zjistit požadovanou přesnost, je nutné znát mezní odchylku  $\Delta_{\max_{mm}}$  mezi daným a měřeným převýšením, kterou vypočteme podle vztahu

$$\Delta_{\max_{mm}} = 40\sqrt{L_{km}} \quad [3]$$

*L* – délka nivelačního pořadu v km

Odchylka mezi měřeným a daným převýšením se rozdělí úměrně k záměrům vzad, vždy na celé milimetry.

Jedná-li se o dvakrát měřené převýšení, vypočte se mezní odchylka podle následujícího vztahu

$$\Delta_{\max_{mm}} = 0,67 \cdot 40 \cdot \sqrt{L_{km}} \quad [3]$$

*L* – délka nivelačního pořadu v km

ad b) zvýšená přesnost

U tohoto typu technické nivelace je nutné použít kvalitnější nivelační latě délky 2 – 3 m, které jsou pokud možno celistvé. Nivelační lať musí být opatřena krabicovou libelou, aby bylo možné nivelační lať urovnat do svislé polohy. Délky záměr je důležité krokovat co nejpřesněji, aby se dalekohled nemusel přeastřovat. Jejich délka by neměla přesáhnout 80 m, ideální délka záměry by se měla pohybovat okolo 40 – 50 m. Výšku záměry volíme



nejméně 30 cm nad terénem. Pokud používáme dvě nivelační latě, počet nivelačních sestav má být sudý. Nivelační pořad se měří dvakrát a to směrem tam a zpět.

Mezní odchylka mezi daným a měřeným převýšením je dána vztahem

$$\Delta \max_{mm} = 20\sqrt{L_{km}} \quad [3]$$

a mezní odchylka mezi dvakrát měřeným převýšením je dána vztahem

$$\Delta \max_{mm} = 0,67 \cdot 20 \cdot \sqrt{L_{km}} \quad [3]$$

*L* – délka nivelačního pořadu v km

Technická nivelace zvýšené přesnosti se používá pro vodohospodářské účely a pro měření v podrobném výškovém poli. [3], [4]

### **1.5.2 PŘESNÁ NIVELACE**

Přesná nivelace se používá pro měření nadmořských výšek v nivelačních pořadech III.-IV. řádu a v plošné nivelační síti. Technologie měření je stanovena „Nivelační instrukcí pro práce v ČSJNS“. Podle této instrukce má být zvětšení dalekohledu alespoň 24 násobné, citlivost nivelační libely 20,6“, nivelační latě vcelku se stupnicí na invarovém pásu.

Nivelační pořad přesné nivelace musí být měřen dvakrát tam a zpět tak, aby nebyl měřen ve stejnou denní dobu. Počet sestav musí být sudý při použití dvou latí. Délky záměr se vždy rozměřují pásmem s přesností na 0,1 m. [3], [4]

### **1.5.3 VELMI PŘESNÁ NIVELACE A ZVLÁŠT PŘESNÁ NIVELACE**

Používají se při měření základního výškového bodového pole, které obsahuje nivelační síť I.–II. řádu. Pro měření těchto nivelací je nutné používat nejpřesnější nivelační přístroje a nivelační latě vcelku se stupnicí na invarovém pásu. Postup měření je stejný jako u technické nivelace jen s rozdílem, že délky záměr jsou rozměřovány pásmem, používají se dvě nivelační latě a nivelační pořad se měří dvakrát tam a zpět. Samozřejmě jsou i přísnější kritéria přesnosti než u přesné nivelace. [3], [4]

## 1.6 NIVELAČNÍ LATĚ A PODLOŽKY

### 1.6.1 NIVELAČNÍ LATĚ

„Nivelační latě se vyrábí pro nivelaci podle požadované přesnosti. Pro technickou nivelaci se využívá nivelačních latí, které jsou vyrobeny z vyschlého dřeva nebo z lehkého kovu. Na latě jsou připevněny plechové pásy s nanesenými stupnicemi. Spodní část latě je ukončena ocelovou patkou opracovanou do rovinné plochy kolmé k ose latě. Šířka latě je 8–10 cm. Průřez latí se volí tak, aby byla zaručena dostatečná tuhost vůči změnám teploty a vlhkosti, které způsobují deformaci a změnu délky latě“ (str. 36, Geodézie III., Prof. Ing. Zdeněk Nevosád, DrSc., Doc. Ing. Josef Vitásek, CSc.). Nivelační latě pro technickou nivelaci jsou děleny po centimetrech, ale na stupnici najdeme očíslované metry a decimetry, obr.7. Stupnice nivelační latě pro technickou nivelaci je číslována střídavě černě a červeně po jednom metru. Dílky na stupnici nivelační latě jsou ve tvaru písmene E a jsou děleny po pěti centimetrech, čísla musí být dostatečně velká, aby byla na dálku dobře čitelná. Jsou opatřeny jedním nebo dvěma držadly. Stupnice na nivelační lati může být též opatřena čárovým kódem.

Podle způsobu provedení rozeznáváme nivelační latě sklopené, skládací a zasouvací. Délka nivelační latě se určuje podle způsobu provedení:

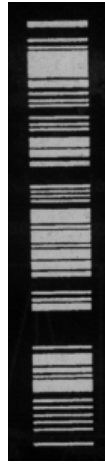
- 3 nebo 4 m mají latě skládací
- ze 3 nebo 4 do sebe zasouvacích dílů jsou latě zasouvací, v dnešní době se již moc nepoužívají, nahradily je latě teleskopické

V posledních letech se rozšířilo používání digitálních přístrojů, u kterých odpadá čtení a odhadování hodnot na lati měřením, nivelační latě je opatřena čárovým kódem, obr.8.

Nivelační latě pro přesnou nivelaci, obr.9, a velmi přesnou nivelaci, obr.10, musí splňovat řadu podmínek. Většinou se vyrábí třímetrové vcelku, nesmí být skládací, zasouvací a ani sklápěcí. Stupnice je natištěna na invarovém pásu, to je na oceli, která nepodléhá tepelné roztažnosti. Také rám, na kterém je stupnice upnuta má pevnější a těžší konstrukci než latě pro technickou nivelaci. [3], [4]



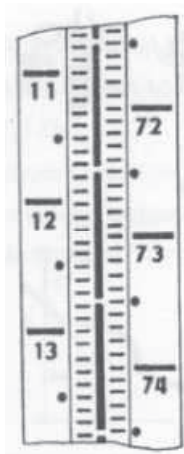
Obr.7 Nivelační lať  
pro technickou  
nivelaci [5]



Obr.8 Nivelační lať  
s čárovým kódem [5]



Obr.9 Invarové latě  
s centimetrovým  
dělením [5]



Obr.10 Invarové nivelační  
latě s půlcentimetrovým  
dělením [5]

## 1.6.2 NIVELAČNÍ PODLOŽKY

Pro měření na přestavovaných bodech, se nemusí přestavované body stabilizovat kolíky, je nutné zajistit pevné postavení latí, proto se používají nivelační podložky. Nivelační podložky mohou být ploché nebo hřbové. Ploché podložky jsou zhotoveny ze silného plechu, většinou trojúhelníkového tvaru, nahoře s jedním zakulaceným výstupkem, jsou opatřeny držadlem, aby se mohly snadněji přenášet. Použití těchto nivelačních podložek je u běžných technických nivelačních prací.

Masivnější litinové podložky se používají pro přesnější práce, mají tvar trojúhelníkový nebo kruhový, ve spodní části podložky se nachází tři hroty, které slouží pro zatlačení podložky do země a jsou opatřeny jedním nebo dvěma výstupky (Obr.11,12).

Hřebové podložky (Obr.13), jsou určené pro přesnější práce, které probíhají v méně únosném terénu, například bláto. Do země se hřebová podložka zatluče pomocí palice a je potřeba před zatlučením hřebové podložky do země opatřit tuto hřebovou podložku dutou válcovou objímkou, aby nebyl poškozen vrchlík. Po skončení měřických prací se hřebová podložka vytáhne pomocí kovového oka. [3], [4]



Obr.11 Nivelační podložka [5]



Obr.12 Nivelační podložka [5]



Obr.13 Hřebová podložka [5]

## 1.7 NIVELAČNÍ PŘÍSTROJE

Nivelační přístroje určují srovnávací rovinu, resp. vodorovné vlákno nitkového kříže dalekohledu nivelačního přístroje.

Klasifikace nivelačních přístrojů:

- a) podle způsobu realizace vodorovné přímky
  1. nivelační přístroje libelové
  2. nivelační přístroje kompenzátorové
- b) podle zdroje světla
  1. optické
  2. laserové
- c) podle druhu čtení
  1. vizuální
  2. automatické (elektronické), pro registraci měření se používá čárový kód

d) podle přesnosti

1. nivelační přístroje stavební  $m_0 > 5\text{mm} / \text{km}$
2. nivelační přístroje technické  $1,5\text{mm} < m_0 < 5\text{mm} / \text{km}$
3. nivelační přístroje přesné  $0,3\text{mm} < m_0 < 1,5\text{mm} / \text{km}$
4. nivelační přístroje velmi přesné  $m_0 < 0,3\text{mm} / \text{km}$

*$m_0$ -střední jednotková kilometrová chyba obousměrné nivelace (přesnost měření v  $n$ -sestavách na délku jednoho kilometru)*

Dnes vyráběné nivelační přístroje jsou všechny opatřeny kompenzátorem, zaúžením, které samo po hrubé horizontaci vyrovná dalekohled přístroje do vodorovné roviny.

Při použití digitálních nivelačních přístrojů se používá nivelační lať s čárovým kódem. Tyto latě musí být komparovány. Při měření se musí dodržovat některé důležité zásady, postupy měření, při nichž se odstraní řada systematických chyb. Je třeba důsledně dodržovat nivelaci ze středu, tzn. u velmi přesné nivelace rozměřovat vzdálenost nivelačních latí, u přesné nivelace rozměřovat a přesně krokovat a u technické nivelace krokovat postavení latí. Srovnávací přímka musí být minimálně 50 cm nad zemí u přesné a velmi přesné nivelace, minimálně 30 cm nad zemí u technické nivelace. Při slunečném počasí se měří pouze v časných dopoledních a pozdních odpoledních hodinách. U digitálních nivelačních přístrojů může měřič ovlivnit přesnost pouze dodržením těchto podmínek. Více může přesnost ovlivnit figurant chybným držením nivelační latě. Nivelační lať musí být urovnaná ve svislé poloze podle příložené krabicové libely a při měření musí být držena ve stálé poloze, nesmí se kymáčet ani chvět. Toho lze dosáhnout pouze za bezvětří nebo jen při slabém větru a při používání podpěr u velmi přesné nivelace a přesné nivelace. Při měření se lať staví na nivelační body nebo na nivelační podložky. Nivelační lať se při přestávkách měření i během měření nesmí položit nulou na zem, jelikož i malá znečištění, například nános bahna, písku a i jehličí, může přesnost měření negativně ovlivnit. [3], [4]

## 1.8 ZKOUŠKA A REKTIKACE NIVELAČNÍHO PŘÍSTROJE

U kompenzátorových nivelačních přístrojů musí být splněny následující osové podmínky, které vyjadřují vzájemnou polohu jednotlivých os. Nivelační přístroje by měly být kontrolovány 1 x ročně v mechanické dílně. Z důvodu že se přístroje častěji přenáší a převáží, je zde větší riziko nesplnění daných osových podmínek. Osové podmínky jsou tři a to následující:

1. *Osová podmínka  $L' \perp V$  – Osa pomocné alhidádové libely  $L'$  má být kolmá k ose alhidády  $V$*

Chybné hodnoty se odečítají, pokud kompenzátor nepracuje správně, tzn., že překročil kompenzační interval 8'-10'. Aby nedocházelo k chybným hodnotám, je důležité splnění této podmínky u kompenzátorových přístrojů. Splnění podmínky zjistíme, když se urovná nivelační přístroj podle krabicové libely, kdy při jemném poklepu na dalekohled sledujeme ryskový kříž. Jestliže se ryskový kříž nehýbe, poznáme, že je potřeba provést rektifikace krabicové libely.

2. *Osová podmínka  $H \perp V$  – Vodorovné vlákno ryskového kříže  $H$  má být kolmé k ose alhidády  $V$*

Kontrola se provádí pomocí nivelační libely, kdy je nutné nivelační přístroj pečlivě horizontovat, kdy se polovina výchyly odstraní elevačním šroubem a druhá polovina výchyly se upraví stavěcími šrouby.

Nesplnění osové podmínky poznáme tak, že střed bubliny krabicové libely se nenachází ve středu vyznačeného kroužku, je nutné opravit tuto odchylku krabicové libely pomocí rektifikačního šroubu.

3. *Osová podmínka  $L \parallel Z$  – Zkouška a rektifikace kompenzátoru*

Aby nivelační přístroj fungoval správně, je nutné před každým měřením provést zkoušku nivelačního přístroje a zjistit, zda osa nivelační libely  $L$  je rovnoběžná se záměrnou osou  $Z$ . Zkoušku je možno provést v terénu bezprostředně před měřením. Tato zkouška by se měla provést u nového nevyzkoušeného přístroje, u přístroje, který byl převážen nebo u přístroje, se kterým nebylo dlouho měřeno.

Zkouška nivelačního přístroje (Obr. 14) se provede tak, že si zvolíme dva body A a B, které jsou od sebe vzdáleny 40 – 50 m a převýšení mezi těmito body nepřesahuje 2 m. Na bod 1, který je v polovině spojnice bodů A a B se postaví nivelační přístroj. Po urovnání nivelačního přístroje se odečte čtení  $^1z'$  a  $^1p'$  na

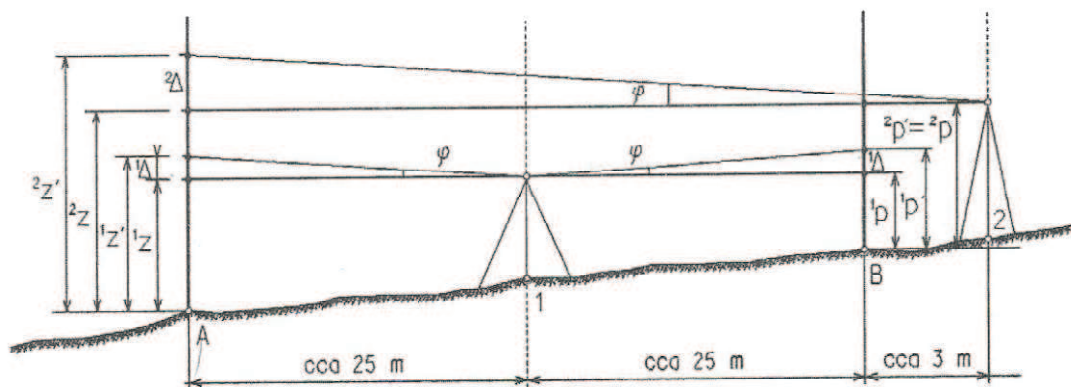
latích, které jsou postaveny a urovnány do svislé polohy na bodech A a B. Výškový rozdíl  $\Delta^1 H_{AB}$  se vypočte rozdílem hodnot  ${}^1z' - {}^1p'$ . Po výpočtu výškového rozdílu není zřejmé, zda je nivelační přístroj zatížen chybou z nerovnoběžnosti os L a Z, kdy osa Z svírá s vodorovnou rovinou úhel  $\varphi$ . Obě čtení  ${}^1z'$  a  ${}^1p'$  budou zatížena o stejnou hodnotu  ${}^1\Delta$ . Na stanovisko 2 se přenese nivelační přístroj, kdy toto stanovisko se nachází za bodem B cca 3 m. Nivelační přístroj se urovná a odečte se na bližší lati, která je ve svislé poloze na bodě B, hodnota  ${}^2p' \doteq {}^2p$ . Tuto hodnotu můžeme považovat za správnou i při malé nerovnoběžnosti os. Odečte se hodnota  ${}^2z'$ , která je na vzdálenější lati na bodě A.

Z níže uvedených vztahů získáme výškové rozdíly  $\Delta^1 H_{AB}$  a  $\Delta^2 H_{AB}$ . Nesplnění podmínky  $L \parallel Z$  poznáme z porovnání výškových rozdílů, kdy se výškové rozdíly  $\Delta^1 H_{AB}$  a  $\Delta^2 H_{AB}$  nebudou spolu rovnat. Chybu  ${}^2\Delta$  i se znaménkem určíme podle níže uvedeného vztahu. [3], [4]

$$\Delta^1 H_{AB} = H_B - H_A = {}^1z' - {}^1p' = {}^1z' - {}^1\Delta - ({}^1p' - {}^1\Delta) = {}^1z' - {}^1p' \quad [3]$$

$$\Delta^2 H_{AB} = {}^2z' - {}^2p' \neq \Delta^1 H_{AB} \quad [3]$$

$${}^2\Delta = \Delta^1 H_{AB} - \Delta^2 H_{AB} \quad [3]$$



Obr. 14 Zkouška nivelačního přístroje [3]

## 1.9 CHYBY OVLIVŇUJÍCÍ PŘESNOST NIVELACE

Při nivelaci mohou vzniknout chyby hrubé a chyby nevyhnutelné, které se dělí na chyby systematické a chyby nahodilé.

Hrubé chyby (omyly) mají velkou hodnotu, různé znaménko. Pokud je měření zatíženo hrubou chybou, tak se z dalších výpočtů vylučují. Tyto chyby vznikají nepozorností měřiče, např. neurovnání nivelační libely, posun podložky, chybné čtení na lati, omyl při zápise.

Systematické chyby mají malou hodnotu a mohou být závislé na délce nivelačního pořadu. Tyto chyby odstraňujeme pomocí výpočtu. Chyba může být způsobena ze sklonu záměrné přímkou, ze zapadání stroje nebo latě.

Nahodilé chyby mají velice malou hodnotu a nedají se odstranit, mohou se pouze minimalizovat. Minimalizují se průměrováním, neboť se hromadí podle Gaussova zákona. Podle Gaussova zákona je nejčastěji naměřenou hodnotou hodnota průměrná, kdy se při měření dopustíme stejného počtu chyb s hodnotou  $+x$  jako s hodnotou  $-x$ . Vznikají chybným zacílením na rysku latě, chybným urovnáním libely. [3],[4]



## 2 NIVELAČNÍ PŘÍSTROJ LEICA SPRINTER 150M

### 2.1 TECHNICKÉ PARAMETRY PŘÍSTROJE LEICA SPRINTER 150M

Vlastní měření bylo provedeno pomocí nivelačního přístroje Leica Sprinter 150M (obr.15), hliníkové nivelační latě (obr.16) a stativu (obr.17).

Technické údaje nivelačního přístroje Leica Sprinter 150M:

- Dalekohled má optické zvětšení 24x, průměr objektivu je 36 mm.
- Displej je monochromatický s podsvícením a jeho rozměry jsou 128x104 pixelů.
- Nivelační přístroj je opatřen krabicovou libelou, která má citlivost  $10''/2\text{mm}$  a magnetickým kyvadlovým kompenzátorem s elektronickým sledováním rozsahu, který sleduje kontrolu vychýlení horizontace  $\pm 10''$ , rozsah kompenzátoru  $\pm 10''$ , nastavení přesnosti  $0,8''$  max. a citlivost magnetického pole  $< 10''$ .
- Střední kilometrová chyba elektronického měření pomocí hliníkové latě Sprinter s čárovým kódem dosahuje 1,5 mm. U optického měření na standardní hliníkovou lať s E-stupnicí dosahuje kilometrová střední chyba 2,5 mm. Při odečtení z latě na vzdálenost 30 m je standardní odchylka jednoho odečítání pro elektronické měření 0,6 mm a pro optické měření 1,2 mm.
- Vzdálenost na standardní hliníkovou lať s čárovým kódem je v rozsahu 2-100 m.
- Dalekohled může být opticky zaostřen na minimální možnou vzdálenost 50 cm.
- Nivelační přístroj má pro přesnou vzdálenost do 10 m standardní odchylku 10 mm a pro vzdálenost větší jak 10 m je standardní odchylka  $0,0001 \times$  vzdálenost v metrech. [7]



Obr.15 Nivelační přístroj Leica Sprinter 150M [8 - upraveno],[9]



Obr.1 Nivelační lať [8 - upraveno]



Obr. 17 Stativ [8 - upraveno]

## 2.2 METODY MĚŘENÍ PŘÍSTROJE LEICA SPRINTER 150M

Nivelační přístroj Leica Sprinter 150M nám umožňuje nastavení různých programů. Před měřením je důležité si zkontrolovat nastavení zobrazení dat, kdy přístroj měří převýšení a pak je možné si zvolit, zda bude měřit naměřenou výšku latě nebo měřit vodorovnou vzdálenost. S tímto přístrojem je možné měřit, aniž by byl jakýkoli program zapnut, stačí pouze přístroj zapnout, zaostřit na nivelační lať, stisknout červené tlačítko a přístroj přečte čtení na nivelační lati a vodorovnou vzdálenost, pak je důležité naměřené čtení zapsat do Zápísníku. Data se automaticky ukládají do paměti přístroje a po měření lze naměřená data přenést do počítače. Jelikož není nastaven žádný program, přístroj měření nevyhodnocuje.

Přístroj nám nabízí volby mezi těmito programy jako je Pořadová nivelace BF, Pořadová nivelace BFFB a Střední pořadová nivelace BIF, dále programy Nad a pod, Výškový rozdíl a Interval měření. U programů pro pořadovou nivelaci a střední pořadovou nivelaci je nutné do přístroje zadat nadmořskou výšku výchozího bodu, pak nám přístroj vypočte výšky mezilehlých bodů, popř. výšky bodů, které byly zaměřeny bočně.

Program Pořadová nivelace BF je vhodný pro použití pořadové nivelace, kde se střídají záměry vzad a záměry vpřed.

Program Pořadová nivelace BFFB je program, který lze použít pro přesné měření, kdy se měří záměra vzad, vpřed, vpřed a vzad.

Pro plošnou nivelaci je vhodný program Střední pořadová nivelace BIF, kdy po zaměření záměry vzad můžeme měřit boční záměry v libovolném počtu. Pokud není zapotřebí měřit boční záměry, lze tento krok přeskočit.

Pro vytyčení výšek slouží program Nad a pod.

Veškerá naměřená data přístroj automaticky ukládá. Přenos dat se provádí pomocí programu DataLoader, kdy data jsou stažena do počítače v aplikaci MS-Excel. [7]

### 3 POPIS OBJEKTU

Objekt, který je sledován se nachází v Brně, ulici Černého č.p.15,17,19 (Obr.18; Obr.19), v katastrálním území Bystrc. Objekt je sledován z důvodu možného sedání zeminy pod objektem, která se jeví jako nestabilní, tudíž dochází k postupným poklesům objektu. Do ulice Černého je směřována vstupní část objektu a do Údolí oddechu je směřována zadní část budovy. Důsledkem nestabilního podloží může docházet k přetvoření objektu.

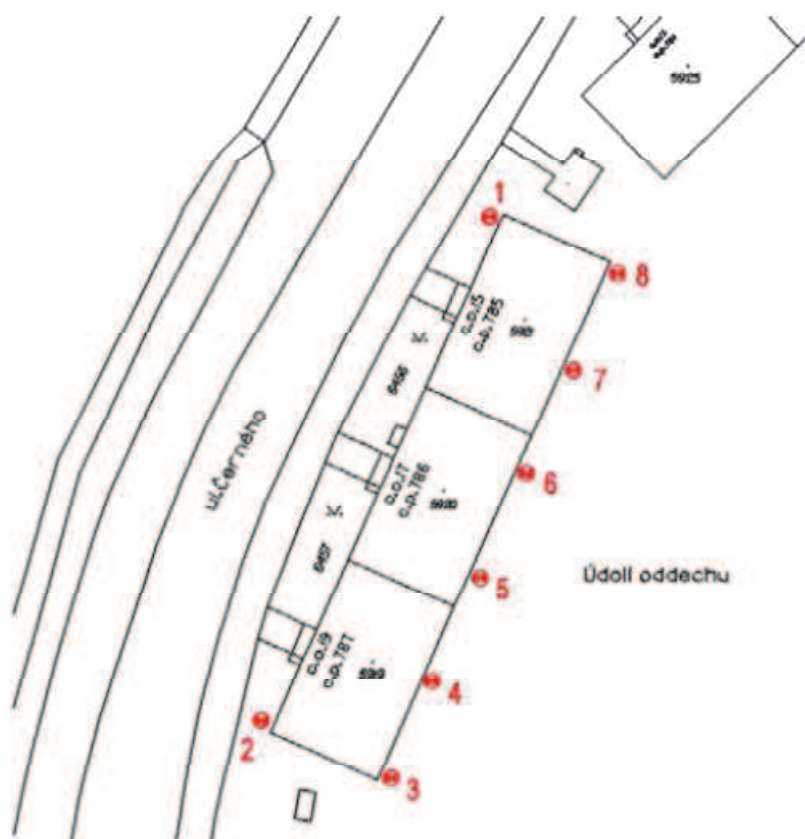
Objekt je rovnoměrně osazen 8 nivelačními čepovými značkami. Nivelační značky jsou rozmístěny kolem celého objektu, dvě nivelační značky se nachází na vstupní straně objektu v ulici Černého, šest zbývajících nivelačních značek se nachází na zadní straně objektu a to do Údolí oddechu (Obr. 20).



Obr.18 Sledovaný objekt v ulici Černého č.p.15,17,19, foto z Údolí oddechu [autor]



Obr.19 Sledovaný objekt v ulici Černého č.p.15,17,19, vstupní část [autor]



Obr.20 Rozložení nivelačních značek na objektu v ulici Černého 15,17,19 [10]

## **4 MĚŘICKÉ PRÁCE**

### **4.1 PŘÍSTROJE A POMŮCKY**

Pro vlastní měření byly použity následující pomůcky:

1. etapa měření ze dne 13.7.2012: Nivelační přístroj Leica Sprinter 150M, v.č.762 630, kovový stativ v.č.1000 171 139, nivelační hliníková lať v.č.100 171 136, nivelační podložka, dvoumetr
2. etapa měření ze dne 22.10.2012: Nivelační přístroj Leica Sprinter 150M, v.č.762 630, kovový stativ v.č.1000 171 139, nivelační hliníková lať v.č.100 171 136, nivelační podložka, dvoumetr
3. etapa měření ze dne 29.1.2013: Nivelační přístroj Leica Sprinter 150M, v.č.762 630, kovový stativ v.č.1000 174 377, nivelační hliníková lať v.č.100 174 375, nivelační podložka, dvoumetr

### **4.2 MĚŘENÍ**

#### **4.2.1 ETAPY MĚŘENÍ**

Měření bylo provedeno ve třech etapách, které byly zvoleny do tří ročních období.

První etapa měření proběhla v létě dne 13.7.2012. Bylo oblačno až zataženo, občas déšť a teplota se pohybovala okolo 13°C.

Druhá etapa měření proběhla na podzim dne 22.10.2012. Bylo oblačno až polojasno, teplota se pohybovala od 10°C do 15°C. Dne 22.10.2012 proběhlo ověření výšky nivelační značky A. Ověření výšky vztažné značky „A“ je provedeno z nivelačního bodu JM-071-1047.

Třetí etapa měření proběhla v zimě dne 29.1.2013. Bylo zataženo, teplota se pohybovala kolem 0°C. Před měřením této etapy bylo zjištěno, že vztažná značka „A“ byla zničena.

Objekt v ulici Černého č.p.15,17,19 je sledován od roku 2001, kdy ke konci roku 2001 byla zaměřena první etapa, v roce 2002 bylo zaměřeno celkem šest etap, v roce 2007 byly zaměřeny další dvě etapy, v roce 2009 byla zaměřena jedna etapa a v roce 2010 byla zaměřena také jedna etapa. Pro vyhodnocení a zpracování výsledků byly všechny etapy měření převzaty. Mnou měřené etapy budou označeny jako 1.etapa, 2.etapa a 3.etapa. Etapy převzaté jsou číslovány římskými číslicemi od 0. do X.

#### 4.2.2 VZTAŽNÉ ZNAČKY „A“ A „B“

Vztažné značky „A“ a „B“ jsou umístěny zhruba 200 m od sledovaného objektu v ulici Černého č.p.15,17,19, v Brně.

Vztažná značka „A“ (Obr.21) je umístěna na panelovém domě v ulici Černého č.p.815/45 na severní straně budovy zhruba 40 cm nad zemí. Tato značka je označena nivelační čepovou značkou. Na podzim roku 2012 byla vztažná značka „A“ z důvodu zateplení panelového domu zničena.

Vztažná značka „B“ (Obr.22) je umístěna v ulici Černého na cihlovém objektu JME, která se nachází zhruba 55 m přes ulici od vztažné značky „A“. Bod je osazen čepovou nivelační značkou na jižní straně objektu asi 40 cm nad zemí.



Obr.21 Objekt v ulici Černého č.p. 815/45 s vyznačením přibližné polohy vztažné značky „A“ [11-upraveno]



Obr.22 Objekt JME v ulici Černého s vyznačením přibližné polohy vztažné značky „B“ [12-upraveno]

### 4.2.3 POSTUP MĚŘENÍ

Před každým měřením byla provedena zkouška nivelačního přístroje, která je zaznamenána v Zapisníku pro technickou a plošnou nivelaci u každé měřené etapy v příloze č.1.

Měření probíhalo pomocí geometrické nivelace ze středu (viz. kapitola 1.3) pomocí elektronického nivelačního přístroje a nivelační latě s čárovým kódem. Hodnoty měření byly zaznamenány do Zapisníku technické a plošné nivelace, tyto zapisníky jsou v příloze č.1. Pro měření byl použit volný nivelační pořad (viz. kapitola 1.4) měřený tam a zpět. U prvních dvou etap bylo měření připojeno jak ze vztažné značky „A“, tak i ze vztažné značky „B“ na nivelační značku 2. Při měření třetí etapy byla vztažná značka „A“ zničena, tudíž měření proběhlo mezi nivelační značkou 2 a vztažnou značkou „B“.

Sledovaný objekt v ulici Černého č.p. 15,17,19, v Brně, byl měřen volným nivelačním pořadem tam a zpět, kdy měření začínalo na nivelační značce 2 a končilo na nivelační značce 1, obě nivelační značky jsou umístěny na vstupní straně objektu. Nivelaci značky 3 – 8 byly měřeny bočně. Pouze u nivelační značky 3 bylo měřeno opticky na dvoumetr, z důvodu, že mezi nivelační značkou 3 a balkonem, který se nachází nad nivelační značkou, je pouze 1,2 m a není možné na tuto značku umístit složenou 1,5 m dlouhou nivelační lať.

V tabulce 1 jsou uvedeny převýšení mezi vztažnou značkou „A“ a nivelační značkou 2 a v tabulce 2 jsou uvedeny převýšení mezi vztažným bodem „B“ a nivelační značkou 2.

U převýšení  $\Delta h_{A-2}$  je rozdíl mezi 2. a 1. etapou -0,2mm. Jelikož se nivelační značka nachází na přední části objektu směrem do ulice Černého, je tento rozdíl pro měření metodou technické nivelace zanedbatelný.

Pokud porovnáme převýšení  $\Delta h_{B-2}$  je rozdíl mezi 2. a 1. etapou +0,2mm. Tento rozdíl můžeme v rámci metody technické nivelace pokládat za zanedbatelný. Zajímavé je již porovnání 3. a 2. etapy měření, kde rozdíl činí -7,1mm. z toho se dá usoudit, že mohlo dojít k relativně velkému poklesu nebo náklonu budovy.



Tabulka 1 Převýšení  $\Delta h_{A-2}$  [m]

Bod	1.etapa	2.etapa
	13.7.2012	22.10.2012
	převýšení $\Delta h_{A-2}$ [m]	převýšení $\Delta h_{A-2}$ [m]
2	-7,8689	-7,8691

Tabulka 2 Převýšení  $\Delta h_{B-2}$  [m]

Bod	1.etapa	2.etapa	3.etapa
	13.7.2012	22.10.2012	29.1.2013
	převýšení $\Delta h_{B-2}$ [m]	převýšení $\Delta h_{B-2}$ [m]	převýšení $\Delta h_{B-2}$ [m]
2	-7,1969	-7,1971	-7,2042

#### 4.2.4 VÝPOČETNÍ PRÁCE

Ze zápisníků měření Technické a plošné nivelace jednotlivých etap, které jsou v příloze č.1, byly vypočteny výškové rozdíly mezi vztažnou značkou „A“ a nivelační značkou 2, které jsou uvedeny v tabulce 1. V tabulce 2 jsou vypočteny výškové rozdíly mezi vztažnou značkou „B“ a nivelační značkou 2.

Dále byly vypočteny ze zápisníku Technické a plošné nivelace výškové rozdíly mezi vztažnou značkou „A“ a sledovanými nivelačními značkami a výškové rozdíly mezi vztažnou značkou „B“ a sledovanými nivelačními značkami. Pak byly vypočteny relativní rozdíly mezi nivelační značkou 1 a ostatními sledovanými nivelačními značkami.

#### 4.3 PŘIPOJENÍ VZTAŽNÉ NIVELAČNÍ ZNAČKY „A“ NA ČESKOU STÁTNÍ NIVELAČNÍ SÍŤ

Pro připojení na Českou státní nivelační síť jsem si vybrala vztažnou nivelační značku „A“ a nivelační bod JM-071-1047. Měření proběhlo tam a zpět dne 22.10.2012, kdy bylo jasno až polojasno a teplota byla okolo 15°C. Pro měření bylo zvoleno postupu geometrické nivelace ze středu (viz. kapitola 1.3).

Nivelační bod JM-071-1047 se nachází v Brně, městské části Bystrc, v ulici U sokolovny. Bod je osazen na budově č.p.370, ve výšce 0,9 m nad zemí, tato budova je zachovalá, cihlová, omítnutá a podsklepená. Nadmořská výška bodu JM-071-1047 je z roku 1956 a její hodnota je 247,209 m. Nivelační údaje tohoto bodu jsou uvedeny

v příloze č.2. Nivelační bod je vzdálen od vztážné značky „A“ zhruba 1 110 m a převýšení  $\Delta h_{A-1047} = + 8,957$  m. Maximální povolená odchylka mezi dvakrát měřeným převýšením je dána vztahem  $\Delta \max_{mm} = 0,67 \cdot 20 \cdot \sqrt{L_{km}}$  [3],  $L$  – délka nivelačního pořadu v km. Maximální povolená odchylka je 14,23 mm.

Výškový rozdíl mezi měřeným převýšením  $\Delta h_{A-1047}^{niv}$  a vypočteným převýšením  $\Delta H_{A-1047}$  činí 2 mm (měření tam). Výškový rozdíl mezi měřeným převýšením  $\Delta h_{1047-A}^{niv}$  a vypočteným převýšením  $\Delta H_{1047-A}$  je 7 mm (měření zpět). Tato odchylka mohla vzniknout na nivelačním bodě JM-071-1047, který je umístěn na budově č.p.370 a je hůře přístupný z důvodu přístavby nejspíše garáže u budovy č.p.370.

## 5 ZPRACOVÁNÍ DAT

Měřená data byla zapisována do zápisníku Technické a plošné nivelace. Zápisníky jsou v příloze č.1.

### 5.1 ETAPY PŘEVZATÉ

Zadáním bakalářské práce bylo zaměření tří etap sledovaného objektu v ulici Černého č.p. 15,17,19, v Brně a tyto tři etapy porovnat s již naměřenými etapami od roku 2001. Etapy od roku 2001 do roku 2010 jsou převzaty, těchto etap bylo celkem jedenáct a jsou číslovány od 0 římskými číslicemi do X. Převzaté etapy převýšení vztažené značky „B“ a nivelačních značek jsou uvedeny v příloze č. 3, ve které jsou převzaty i rozdíly jednotlivých etap k 0. etapě. V příloze č. 4 jsou převzaty relativní výšky nivelační značky 1 a ostatních nivelačních značek i s rozdíly jednotlivých etap vztažené k 0. etapě.

V tabulce 3 je uveden výškový rozdíl  $D_h B-i$  [m] z 0. etapy a z X. etapy a v tabulce 4 je relativní převýšení  $D_h 1-i$  [m], též z 0. etapy a z X. etapy.

Převzaté etapy byly měřeny metodou přesné nivelace. Vzhledem k přesnosti metody měření přesné nivelace jsou posuny prokazatelné. Z tabulky 3 lze usoudit, že k poklesům může skutečně docházet. K největším posunům dochází na nivelačních značkách 3-6, kdy posuny byly až 5 mm. Nivelační značky 3-6 jsou umístěny v zadní části objektu v ulici Černého č.p. 15,17,19, směrem do Údolí oddechu.

Relativní převýšení od nivelační značky 1 udává tabulka 4, ze které jsou patrné relativní posuny až 6 mm. Z relativních převýšení lze také usoudit podle přesnosti použité metody, že objekt se naklání. Největší relativní posuny byly naměřeny na nivelačních značkách 3-8, kdy se tyto nivelační značky nachází na zadní straně objektu v ulici Černého č.p. 15,17,19, směrem do Údolí oddechu.

Nivelační značky, které se nachází na přední straně objektu v ulici Černého č.p.15,17,19 prokazují relativně malé posuny. Z těchto převzatých výsledků měření se dá usoudit, že se objekt naklání směrem do Údolí oddechu.

Tabulka 3

Převzatá tabulka s převýšením na nivelačních značkách 1-8 vůči vztažné značce „B“

Bod i	<i>0.etapa</i> <i>7.12.2001</i> <i>Dh B-i [m]</i>	<i>X.etapa</i> <i>27.5.2010</i> <i>Dh B-i [m]</i>	<i>rozdíl X-0</i> <i>[m]</i>
1	-7,4642	-7,4631	0,0010
2	-7,1937	-7,1941	-0,0004
3	-7,4470	-7,4509	-0,0040
4	-7,7416	-7,7465	-0,0050
5	-8,3584	-8,3628	-0,0045
6	-8,4492	-8,4561	-0,0039
7	-8,0814	-8,0842	-0,0028
8	-7,7542	-7,7561	-0,0020

Tabulka 4

Převzatá tabulka s relativními posuny na nivelačních značkách 2-8 vůči nivelační značce 1

Bod i	<i>0.etapa</i>	<i>X.etapa</i>	<i>rozdíl X-0</i> <i>[m]</i>
	<i>7.12.2001</i>	<i>27.5.2010</i>	
	<i>Dh 1-i [m]</i>	<i>Dh 1-i [m]</i>	
1	0,0000	0,0000	0,0000
2	-0,2704	-0,2690	-0,0014
3	-0,0172	-0,0122	-0,0050
4	0,2774	0,2834	-0,0060
5	0,8942	0,8997	-0,0055
6	0,9851	0,9900	-0,0049
7	0,6172	0,6211	-0,0039
8	0,2900	0,2930	-0,0030

## 5.2 VÝPOČET ZÁPISNÍKU

Výpočet výšek nivelačních značek byl proveden na kalkulačce, aby přepisováním naměřených hodnot nedošlo k jejich chybnému přepisu do počítače.

Dodržení mezních odchylek bylo kontrolováno během výpočtu (viz. kapitola 1.5.1 Technická nivelace ad) b) zvýšená přesnost).

### 5.3 ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT

Z vypočtených zápisníků byla vytvořena tabulka 5 s převýšením vztažné značky „B“ ke všem sledovaným nivelačním značkám, tabulka 6 s převýšením vztažné značky „A“ ke všem sledovaným nivelačním značkám a tabulka 7 relativních posunů sledovaných nivelačních značek vůči nivelační značce 1.

Pro představu vývoje převýšení měřené v 1., 2. a 3. etapě mezi vztažnou značkou „B“ a sledovanými nivelačními značkami jsou vyhotoveny grafy průběhu jednotlivých převýšení v příloze č.5. Z grafů v příloze č. 5 je patrné, že ve 3. etapě mohlo dojít k relativně velkým posunům oproti 1. a 2. etapě. Vývoj převýšení Dh B-i ukazuje pokles u všech nivelačních značek zhruba o 8mm.

Z tabulky 6 je patrné, že poklesy mezi 1. a 2.etapou se pohybují pod 2mm.

U relativních posunů, které jsou uvedeny v tabulce 7 se posuny projeví ve 2.etapě, kdy posuny dosahují hodnoty 3mm oproti 1.etapě.

Tabulka 5 Převýšení nivelačních značek ke vztažné značce „B“

	<b>1.etapa</b>	<b>2.etapa</b>	<b>3.etapa</b>
<i>bod č.</i>	<b>13.7.2012</b>	<b>22.10.2012</b>	<b>29.1.2013</b>
<i>i</i>	<b><i>Dh B-i [m]</i></b>	<b><i>Dh B-i [m]</i></b>	<b><i>Dh B-i [m]</i></b>
<b>1</b>	-7,4692	-7,4672	-7,4759
<b>2</b>	-7,1969	-7,1971	-7,2042
<b>3</b>	-7,4585	-7,4532	-7,4612
<b>4</b>	-7,7497	-7,7510	-7,7584
<b>5</b>	-8,3666	-8,3681	-8,3753
<b>6</b>	-8,4573	-8,4589	-8,4668
<b>7</b>	-8,0882	-8,0906	-8,0982
<b>8</b>	-7,7607	-7,7624	-7,7705

Tabulka 6 Převýšení nivelačních značek ke vztažné značce „A“

	<b>1.etapa</b>	<b>2.etapa</b>
<i>bod č.</i>	<b>13.7.2012</b>	<b>22.10.2012</b>
<i>i</i>	<b><i>Dh A-i [m]</i></b>	<b><i>Dh A-i [m]</i></b>
<b>1</b>	-8,1412	-8,1392
<b>2</b>	-7,8689	-7,8691
<b>3</b>	-8,1305	-8,1252
<b>4</b>	-8,4217	-8,4230
<b>5</b>	-9,0386	-9,0401
<b>6</b>	-9,1293	-9,1309
<b>7</b>	-8,7602	-8,7626
<b>8</b>	-8,4327	-8,4344

Tabulka 7 Relativní posuny vůči nivelační značce 1

	<b>1.etapa</b>	<b>2.etapa</b>	<b>3.etapa</b>
<i>bod č.</i>	<b>13.7.2012</b>	<b>22.10.2012</b>	<b>29.1.2013</b>
<i>i</i>	<b><i>Dh 1-i [m]</i></b>	<b><i>Dh 1-i [m]</i></b>	<b><i>Dh 1-i [m]</i></b>
<b>1</b>	0,0000	0,0000	0,0000
<b>2</b>	-0,2723	-0,2700	-0,2717
<b>3</b>	-0,0107	-0,0140	-0,0147
<b>4</b>	0,2805	0,2838	0,2825
<b>5</b>	0,8974	0,9009	0,8994
<b>6</b>	0,9881	0,9917	0,9909
<b>7</b>	0,6190	0,6234	0,6223
<b>8</b>	0,2914	0,2952	0,2946

## 5.4 VÝVOJ PŘEVÝŠENÍ NA JEDNOTLIVÝCH NIVELAČNÍCH ZNAČKÁCH

Vývoj převýšení převzatých a měřených etap mezi vztažnou značkou „B“ a sledovanými nivelačními značkami je uveden v grafech, které jsou přílohou č.6. Z těchto grafů je patrné, že 3. etapa má relativně velké rozdíly převýšení oproti předcházejícím etapám. V grafu, který ukazuje vývoj převýšení Dh B-3, je patrné, že při měření 1. etapy nejspíše došlo k hrubé chybě, kdy převýšení je dosti odlišné oproti ostatním sledovaným nivelačním značkám. Tato hrubá chyba mohla vzniknout chybným čtením, kdy na nivelační značku 3 muselo být měřeno opticky na dvoumetr. Z grafů je dále vidět pozvolný posun nivelačních značek, který by se dal předpokládat. Posuny podle grafu byly relativně

malé, kdy u 3.měřené etapy došlo k většímu poklesu. Jelikož bylo měřeno technickou nivelací a nivelační lať je zasouvací nelze tento posun jednoznačně prokázat.

Vývoj relativní výšky mezi nivelační značkou 1 a ostatními nivelačními značkami v převzatých a měřených etapách je znázorněn grafy, které jsou přílohou č. 7. Grafy uvádí vývoj relativní výšky vzhledem k nivelační značce 1, pro každou nivelační značku, která je osazena na objektu v ulici Černého č.p.15,17,19, v Brně. Z grafů je vidět, že 1.etapa měření se odlišuje. Dalo by se předpokládat, že křivka grafu bude spíše pozvolná.

## 5.5 POROVNÁNÍ POSUNŮ S 0. ETAPOU

V tabulce 8 jsou porovnány rozdíly převýšení mezi vztažnou značkou „B“ a sledovanými nivelačními značkami mezi převzatou 0. etapou s 1., 2. a 3. etapou, které byly měřeny. Z tabulky 8 je patrné, že výrazné poklesy jsou na nivelačních značkách 3-8. U porovnání 3. etapy s 0. etapou jsou již posuny více jak 1 cm u všech nivelačních značek.

Porovnání rozdílů relativních výšek nivelační značky 1 s ostatními nivelačními značkami je uveden v tabulce 9. Z tabulky 9 je patrné, že největší posuny vzhledem k nivelační značce 1 jsou na nivelačních značkách 4 – 8. Body 4 – 8 se nachází na zadní straně objektu směrem do Údolí oddechu. Hodnoty rozdílu posunu vůči nivelační značce 1 na sledovaných nivelačních značkách 4 – 8 jsou v rozmezí 5 – 7 mm, které jsou u 2. etapy měření. U 3. etapy měření jsou hodnoty rozdílu posunu vůči nivelační značce 1 největší u nivelačních značek 4-8, kdy posuny se pohybují v rozmezí 5–6 mm.

Tabulka 8 Rozdíly převýšení mezi vztažnou značkou „B“ a sledovanými nivelačními značkami mezi 0. etapou a měřenými etapami

<i>bod č.</i>	<i>rozdíl 1-0</i>	<i>rozdíl 2-0</i>	<i>rozdíl 3-0</i>
<i>i</i>	<i>[m]</i>	<i>[m]</i>	<i>[m]</i>
<b>1</b>	-0,0050	-0,0030	-0,0117
<b>2</b>	-0,0031	-0,0034	-0,0105
<b>3</b>	-0,0115	-0,0062	-0,0142
<b>4</b>	-0,0082	-0,0094	-0,0168
<b>5</b>	-0,0083	-0,0097	-0,0169
<b>6</b>	-0,0080	-0,0096	-0,0176
<b>7</b>	-0,0067	-0,0092	-0,0167
<b>8</b>	-0,0065	-0,0083	-0,0164

Tabulka 9 Porovnání rozdílů relativních výšek nivelační značky 1 s ostatními nivelačními značkami mezi 0. etapou a měřenými etapami

<i>bod č.</i>	<i>rozdíl 1-0</i>	<i>rozdíl 2-0</i>	<i>rozdíl 3-0</i>
<i>i</i>	<i>[m]</i>	<i>[m]</i>	<i>[m]</i>
<b>1</b>	0,0000	0,0000	0,0000
<b>2</b>	0,0019	-0,0004	0,0013
<b>3</b>	-0,0065	-0,0032	-0,0025
<b>4</b>	-0,0031	-0,0064	-0,0051
<b>5</b>	-0,0032	-0,0067	-0,0052
<b>6</b>	-0,0030	-0,0066	-0,0059
<b>7</b>	-0,0017	-0,0061	-0,0050
<b>8</b>	-0,0014	-0,0052	-0,0046

## 5.6 POROVNÁNÍ POSUNŮ S PŘEDCHÁZEJÍCÍ ETAPOU

Tabulka 10 porovnává rozdíly převýšení mezi vztažnou značkou „B“ a sledovanými nivelačními značkami vždy s předešlou etapou. Je patrné, že mezi 2. a 1. etapou nedošlo k tak velkému poklesu, jako mezi 3. a 2. etapou, kdy jsou rozdíly převýšení v rozmezí 7–9mm. Zajímavé by bylo měření dalších etap, aby bylo vidět, jak se jednotlivá převýšení i nadále vyvíjí, zda stále dochází k tak velkým rozdílům mezi jednotlivými etapami měření.

Jelikož bylo měření provedeno i mezi vztažnou značkou „A“ a sledovanými nivelačními značkami je v tabulce 11 uveden rozdíl převýšení vztažné značky „A“ a sledovanými nivelačními značkami s předešlou etapou. Rozdíl převýšení mezi 2. a 1. etapou je největší na nivelační značce 3, kde činí 5,3 mm. Tento rozdíl mohl vzniknout z důvodu, že na této nivelační značce bylo měřeno opticky na dvoumetr, z důvodu, že složená 1,5 m dlouhá nivelační lať na tento bod nelze umístit, je možné, že vznikla chyba měřiče ve čtení na dvoumetr.

Pokud by se vycházelo z tabulky 12, jsou rozdíly relativních výšek mezi nivelační značkou 1 a ostatními nivelačními značkami s předcházející etapou v rozmezí 1 – 4 mm.



Tabulka 10 Rozdíly převýšení mezi vztažnou značkou „B“ a sledovanými nivelačními značkami s předcházející etapou

<i>bod č.</i>	<i>rozdíl 1-X</i>	<i>rozdíl 2-1</i>	<i>rozdíl 3-2</i>
<i>i</i>	<i>[m]</i>	<i>[m]</i>	<i>[m]</i>
<b>1</b>	-0,0061	0,0020	-0,0087
<b>2</b>	-0,0028	-0,0003	-0,0070
<b>3</b>	-0,0076	-0,0053	-0,0080
<b>4</b>	-0,0032	-0,0013	-0,0074
<b>5</b>	-0,0038	-0,0015	-0,0072
<b>6</b>	-0,0042	-0,0016	-0,0079
<b>7</b>	-0,0040	-0,0024	-0,0076
<b>8</b>	-0,0045	-0,0018	-0,0081

Tabulka 11 Rozdíly převýšení mezi vztažnou značkou „A“ a sledovanými nivelačními značkami s předcházející etapou

<i>bod č.</i>	<i>rozdíl 2-1</i>
<i>i</i>	<i>[m]</i>
<b>1</b>	0,0020
<b>2</b>	-0,0003
<b>3</b>	0,0053
<b>4</b>	-0,0013
<b>5</b>	-0,0015
<b>6</b>	-0,0016
<b>7</b>	-0,0024
<b>8</b>	-0,0018

Tabulka 12 Porovnání rozdílů relativních výšek nivelační značky 1 s ostatními nivelačními značkami s předcházející etapou

<i>bod č.</i>	<i>rozdíl 1-X</i>	<i>rozdíl 2-1</i>	<i>rozdíl 3-2</i>
<i>i</i>	<i>[m]</i>	<i>[m]</i>	<i>[m]</i>
<b>1</b>	0,0000	0,0000	0,0000
<b>2</b>	-0,0033	0,0023	-0,0017
<b>3</b>	0,0015	-0,0033	-0,0007
<b>4</b>	-0,0029	0,0033	-0,0013
<b>5</b>	-0,0023	0,0035	-0,0015
<b>6</b>	-0,0019	0,0036	-0,0008
<b>7</b>	-0,0021	0,0044	-0,0011
<b>8</b>	-0,0016	0,0038	-0,0006

## 5.7 POSOUZENÍ PŘESNOSTI MĚŘENÍ

Pro posouzení přesnosti jednotlivých odchylek jsem zvolila mezní odchylku pro dvakrát měřené převýšení, tzn. tam a zpět, pro zvýšenou přesnost (viz kapitola 1.5.1 Technická nivelace). Mezní odchylka pro zvýšenou přesnost je zvolena z důvodu, že nivelační přístroj Leica Sprinter 150M se pohybuje svou přesností na rozhraní technické a přesné nivelace.

Při měření 1. etapy dne 13.7.2012 ze vztažné značky „A“ na nivelační značku 2 činí odchylka při měření tam a zpět + 0,6 mm, délka nivelačního pořadu je přibližně 297m a mezní odchylka pro tento nivelační pořad je  $\pm 7,3$  mm. Mezní odchylka u nivelačního pořadu ze vztažné značky „B“ na nivelační značku 2 je  $\pm 6,6$  mm, vypočtená odchylka je + 0,6 mm. Délka nivelačního pořadu mezi vztažnou značkou „B“ a nivelační značkou 2 je přibližně 245 m. Z nivelační značky 2 bylo měřeno volným pořadem na nivelační značku 1, měření proběhlo tam a zpět. Vypočtená odchylka u tohoto nivelačního pořadu je - 0,8 mm. Délka nivelačního pořadu mezi nivelační značkou 2 a 1 je přibližně 107 m. Mezní odchylka pro tento nivelační pořad je  $\pm 4,4$ mm. Mezní odchylky byly dodrženy.

U 2. etapy měření dne 22.10.2012 jsou odchylky následující. Nivelace pořad ze vztažné značky „A“ na nivelační značku 2 je dlouhý přibližně 297 m. Mezní odchylka pro tento nivelační pořad je  $\pm 7,3$  mm. Vypočtená odchylka je + 0,9 mm. V nivelačním pořadu ze vztažné značky „B“ na nivelační značku 2 je délka 244 m. Mezní odchylka pro nivelační pořad ze vztažné značky „B“ na nivelační značku 2 je  $\pm 6,6$  mm. Vypočtená odchylka tohoto nivelačního pořadu je + 0,6 mm. Pro měření z nivelační značky 2 na nivelační značku 1 je mezní odchylka  $\pm 4,4$  mm. Délka nivelačního pořadu je přibližně 110 m a vypočtená odchylka je + 0,7 mm. Mezní odchylky byly dodrženy.

3. etapa měření proběhla dne 29.1.2013. V této etapě nivelačního pořadu ze vztažné značky „B“ na nivelační značku 2 je mezní odchylka  $\pm 6,7$  mm. Délka nivelačního pořadu je přibližně 250 m a vypočtená odchylka je - 2,3 mm. Z důvodu zateplení panelového domu v ulici Černého č.p. 815/45 je bod od listopadu 2012 zničen. Mezní odchylka nivelačního pořadu z nivelační značky 2 na nivelační značku 1 je  $\pm 4,6$ mm. Délka nivelačního pořadu je přibližně 117 m a vypočtená odchylka je - 1,1 mm. Mezní odchylky byly dodrženy.

## 6 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo posoudit, zda je nivelační přístroj Leica Sprinter 150M vhodný svou přesností pro přesnou nivelaci.

Pro tento účel byl zvolen objekt v ulici Černého č.p. 15,17,19, který je sledován od roku 2001 a bylo možné naměřené etapy pomocí nivelačního přístroje Leica Sprinter 150M porovnat s etapami, které byly převzaty a zaměřeny přesnou nivelací. Objekt v ulici Černého byl zvolen z důvodu, že je zde podezření na jeho naklání nejspíše v důsledku špatného podloží, kdy je evidentní, že se sledovaný objekt naklání směrem do Údolí oddechu.

Měření bylo provedeno ve třech etapách, kdy je z výsledků měření patrné, že se objekt naklání směrem do Údolí oddechu. Z výsledků měření je dále patrné, že nivelační značky 1 a 2, které jsou umístěny do ulice Černého, mají relativně malé posuny. Oproti nivelačním značkám 3-8 umístěným směrem do Údolí oddechu.

Jelikož bylo měřeno technickou nivelací, nedají se posuny jednoznačně prokázat. Pro každé sledování objektu je určitě vhodné použít přesnější pomůcky, tzn. přesnější nivelační přístroj a celistvou nivelační lať.

Podle mého názoru by se dalo měření považovat za přesnější, pokud by byla nivelační lať celistvá a byla opatřena libelou. Tudíž by se tento nivelační přístroj mohl použít pro přesnější práce. Z důvodu, že nivelační lať je zasouvací a libela je nasazovací, nelze tento nivelační přístroj použít pro přesnou nivelaci, kdy k chybám může dojít ze zasouvání nivelační latě a i možného chybného nasazení libely.

Měřené hodnoty z 1., 2. a 3. etapy nelze jednoznačně považovat za prokazatelné. Za prokazatelné lze považovat hodnoty měření 0.-X. etapy, kdy měření probíhalo metodou přesné nivelace.

## 7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Nařízení vlády č. 430/2006 Sb., o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání
- [2] Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením
- [3] Doc. Ing. Radim Blažek, CSc., Dr. Ing. Zdeněk Skořepa, Geodézie 3, 2. vydání, vydavatelství ČVUT v Praze, 2004, 162 s., ISBN 80-01-03100-4
- [4] Prof. Ing. Zdeněk Nevosád, DrSc., Doc. Ing. Josef Vitásek, CSc., Geodézie III, 1.vydání, vydavatel Vysoké učení technické v Brně Nakladatelství VUTIUM, 2000, 140s.
- [5] Geodézie 3 (154GD3) – přednáška Geometrická nivelace (online). Dostupné z World Wide Web: <[http://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/GD3/gd3\\_pred\\_2.pdf](http://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/GD3/gd3_pred_2.pdf)>
- [6] Doc. Ing. Pavel Hánek, CSc. a kolektiv, Stavební geodézie, 1.vydání, vydavatel ČVUT v Praze, 2007, 133 s., ISBN 978-80-01-03707-2
- [7] Uživatelská příručka Leica Sprinter 150/150M/250M – 1.0.0cz
- [8] Digitální nivelační přístroj Leica Sprinter 150M, obrázek. Dostupné z World Wide Web:  
<<http://www.geoteam.cz/eshop/digitalni-nivelacni-pristroj-leica-sprinter-150m-stativ-lat>>
- [9] Digitální nivelační přístroj Leica Sprinter 150M, obrázek. Dostupné z World Wide Web: <<http://www.radekhavlin.cz/nivelacni-pristroj-leica-sprinter-150m-z23.html>>
- [10] Technická zpráva Měření vertikálních posunů objektu panelového domu Černého 15,17,19, k.ú.Bystrc, obec Brno, Vyhotovil: Ing. Tomáš Šváb, Ověřil: Ing. Tomáš Šváb dne 20.7.2009; Číslo ověření: 102/2009
- [11] Obrázek panelového domu v ulici Černého č.p.815/45, kde je umístěn vztažný bod „A“. Dostupné z World Wide Web:  
<[https://www.google.com/maps/@49.213685,16.5237,3a,75y,270h,90t/data=!3m4!1e1!3m2!1sBY\\_X5YIMO16LoptH68q6OQ!2e0](https://www.google.com/maps/@49.213685,16.5237,3a,75y,270h,90t/data=!3m4!1e1!3m2!1sBY_X5YIMO16LoptH68q6OQ!2e0)>
- [12] Obrázek objektu JME v ulici Černého, kde je umístěn vztažný bod „B“. Dostupné z World Wide Web:  
<<https://www.google.com/maps/@49.213701,16.524309,3a,75y,297.96h,90t/data=!3m4!1e1!3m2!1sLbImn5HS1NryXiF75upSmw!2e0>>

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1 Nivelační sestava.....	12
Obr. 2 Nivelační oddíl.....	13
Obr. 3 Vložený nivelační pořad.....	14
Obr. 4 Volný nivelační pořad.....	14
Obr. 5 Uzavřený nivelační pořad.....	15
Obr. 6 Plošná nivelační síť.....	15
Obr. 7 Nivelační lať pro technickou nivelaci.....	19
Obr. 8 Nivelační lať s čárovým kódem.....	19
Obr. 9 Invarové latě s centimetrovým dělením.....	19
Obr. 10 Invarové nivelační latě s půlcentimetrovým dělením.....	19
Obr. 11 Nivelační podložka.....	20
Obr. 12 Nivelační podložka.....	20
Obr. 13 Hřebová podložka.....	20
Obr. 14 Zkouška nivelačního přístroje.....	23
Obr. 15 Nivelační přístroj Leica Sprinter 150M.....	26
Obr. 16 Nivelační lať.....	26
Obr. 17 Stativ.....	26
Obr. 18 Sledovaný objekt v ulici Černého č.p.15,17,19, foto z Údolí oddechu.....	28
Obr. 19 Sledovaný objekt v ulici Černého č.p.15,17,19, vstupní část.....	29
Obr. 20 Rozložení nivelačních značek na objektu v ulici Černého 15,17,19.....	29
Obr. 21 Objekt v ulici Černého č.p. 815/45 s vyznačením přibližné polohy vztažné značky „A“.....	31
Obr. 22 Objekt JME v ulici Černého s vyznačením přibližné polohy vztažné značky „B“.....	31
Tabulka 1 Převýšení $\Delta h_{A-2}$ [m].....	33
Tabulka 2 Tabulka 2 Převýšení $\Delta h_{B-2}$ [m].....	33
Tabulka 3 Tabulka 3 Převzatá tabulka s převýšením na nivelačních značkách 1-8 vůči vztažné značce „B“.....	36
Tabulka 4 Tabulka 4 Převzatá tabulka s relativními posuny na nivelačních značkách 2-8 vůči nivelační značce 1.....	36
Tabulka 5 Tabulka 5 Převýšení nivelačních značek ke vztažné značce „B“.....	37
Tabulka 6 Tabulka 6 Převýšení nivelačních značek ke vztažné značce „A“.....	38

Tabulka 7	Tabulka 7 Relativní posuny vůči nivelační značce 1 .....	38
Tabulka 8	Tabulka 8 Rozdíly převýšení mezi vztažnou značkou „B“ a sledovanými nivelačními značkami mezi 0. etapou a měřenými etapami .....	39
Tabulka 9	Tabulka 9 Porovnání rozdílů relativních výšek nivelační značky 1 s ostatními nivelačními značkami mezi 0. etapou a měřenými etapami .....	40
Tabulka 10	Tabulka 10 Rozdíly převýšení mezi vztažnou značkou „B“ a sledovanými nivelačními značkami s předcházející etapou .....	41
Tabulka 11	Tabulka 11 Rozdíly převýšení mezi vztažnou značkou „A“ a sledovanými nivelačními značkami s předcházející etapou .....	41
Tabulka 12	Tabulka 12 Porovnání rozdílů relativních výšek nivelační značky 1 s ostatními nivelačními značkami s předcházející etapou .....	41

## **9 SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 Zápisníky technické a plošné nivelace

Příloha č. 2 Niveláčnické údaje bodu JM-071-1047

Příloha č. 3 Převzaté etapy měření pro sledování posunů objektu, výsledky vztažené k referenční značce "B"

Příloha č. 4 Převzaté etapy měření pro sledování posunů objektu, relativní porovnání vůči značce "1", tj. sledování vývoje náklonu

Příloha č. 5 Vývoj převýšení mezi vztažnou značkou „B“ vůči sledovaným nivelačním značkám mezi měřenými etapami

Příloha č. 6 Vývoj převýšení mezi vztažnou značkou „B“ a sledovanými nivelačními značkami všech etap, včetně etap převzatých

Příloha č. 7 Vývoj relativní výšky mezi nivelační značkou 1 a ostatními nivelačními značkami v převzatých a měřených etapách

## 10 PŘÍLOHY



# Příloha č. 1

## Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Nedáno

str. 1

Číslo bodu	Čtení na lati			Nadmožská výška horizontu stroje	Nadmožská výška bodu		Poznámka
	přestavového	bočního	vzad + vpřed - bočně -		přestavového	určeného bočně	
Zkouška	nivelačního přístroje			Delka lzn			Měřil: Kubišková Pavlína
N21			0,9542		12,385m		Přístroj: Leica Sprinter 150M č. 762630
1			1,3666		12,651m		č. latic: 100171136
			$\delta = z - p = -0,4124$				č. stative: 1000171139
N21			1,2558				Dne: 13.7.2012, ~13°C,
1			1,6688				zataženo, občas dešť
			$\delta = z - p = -0,4130$				
			$\delta = z - p = +0,0006$				$\delta = 0,024 \text{ mm/1m}$ $\delta = 2,4 \text{ mm/100m}$
N2A			0,1289		256,2929	256,164	52,487
							52,974
			3,2582			253,0367	15,949
			0,3775		253,425		15,346
			2,4430			250,9695	40,415
			0,4207		251,3902		36,107
						248,9144	36,120
			2,4758			249,7516	3,705
			0,4828		249,2972		3,244
			-1	1,6456		249,3771	$\text{TOT} = 261 \text{ m}$
N22			1,5656			248,2951	
			1,0220				
N22			0,9369		249,2321	248,2952	7,117
			-1	1,4449		247,8172	50,832
			2,5473		250,3644		50,644
			-1	0,3647		249,9999	36,054
			2,6523		252,6519		36,539
			-2	0,4489		252,2030	16,503
			3,2140		255,468		19,925
			-1	1,0925		254,3263	19,926
			2,2556		256,5798		19,449
N2B			1,0878			255,492	$\text{TOT} = 245 \text{ m}$
N2B			1,0226		256,5146	255,492	10,330
			-1	2,2551		254,2595	10,377
			1,2613		255,5209		22,580
						252,0936	22,048
			3,4251				13,811
			0,3066		252,4022		13,855
						250,8758	12,331
			2,0264				12,043
			0,3737		250,7492		12,216
						248,2927	23,532
			2,5565				$\text{TOT} = 125 \text{ m}$
N22			1,0453		249,2380	248,2952	
			1,0428				
			[z] = 15,6153	15,6147	[p]		
			$\delta = [z] - [p] = +0,0006 \text{ m}$				

Č. 100047/139  
 726833  
 Typ CT3 133

sonita 10017  
 462630  
 Typ 633 112  
 46633 str.2

### Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu	Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
	přestavového	bočného			přestavového	určeného bočně	
	vzad +	vpřed -	bočně -				
N22		1,0772		249,3724	248,2952		4,645
		+1	1,6349		247,7375		4,638
		1,8630		249,6006			7,659
			1,5806		248,0200		7,864
		0,6969		248,7169			14,901
N23			0,6840			248,0329	
N24			0,9744			247,7425	
N25			1,5915			247,1254	
		+1	2,2265		246,4904		11,272
		1,4821		247,9726			16,644
N26			0,9378			247,0348	
N27			0,5687			247,4039	
N28			0,2416			247,7310	
		+1	0,7712		247,2014		15,242
		1,9130		249,1205			8,693
		+1	1,6610		247,4595		8,554
		1,6678		249,1274			1,831
N21			1,1046		248,0228		2,622 [d] = 1107m
N21		1,0700		249,0938	248,0228		3,016
		+1	1,7732		247,3206		3,193
		1,8772		249,1989			7,921
			1,8317		247,3672		4,583
		0,6623		248,0295			17,435
N28			0,2978			247,7317	13,251
N27			0,6257			247,4038	4,632
N26			0,9948			247,0347	9,643
		+1	1,5290		246,5005		17,333
		2,2455		248,7461			13,873
N25			1,6203			247,1253	12,472
N24			1,0041			247,7420	4,376
N23			0,7120			248,0341	13,023
		+1	0,8736		247,8725		13,323
		1,7048		249,5774			9,502
		+1	1,8253		247,7521		8,748
		1,6013		249,3540			4,246
N22			1,0588		248,2952		3,963 [d] = 1115m
		[Z] = 17,8696	17,8704 = [p]		D = [Z] - [p] = -0,0008m		
N22		0,9407		249,2358	248,2951		7,080
		-1	1,4244		247,8114		8,048
		2,0410		249,8523			47,738
		-1	0,4966		249,3557		47,597
		2,9885		252,3441			42,949
		-2	0,3076		252,0365		38,889 41,623
		3,3413		255,3776			26,926
		-1	0,4305		254,9471		27,652
		7,4228		257,0368			25,264 31,651
N2A			0,8428		256,164		28,612 32,300 [d] = 313m

[Z] = 14,3771; 14,3765 = [p]     D = [Z] - [p] = +0,0006m



# Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

2. etapa

str. 1

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
		přestavového	bočního	vzad +		vpřed -	bočně -	
Zkouška nivelačního přístroje								
NRA		0,9487				Delka [m]		Měřil: Kubišková Pavlína
1			1,3613			12,527		Přístroj: Leica Sprinter 15011 č. 762630
		$^1\Delta = ^2z - ^2p = -0,4126$				12,525		č. latic: 1000 171 186
								č. stojanu: 1000 171 139
								Dne: 22.10.2012, N 10°-15°C, oblačno
								OŽ polojasno
NRA		1,1201				28,542		
1			1,5330			3,573		
		$^2\Delta = ^2z - ^2p = -0,4129$						
		$\Delta = ^1\Delta - ^2\Delta = +0,0003m$						
		$\Delta = +0,3mm$				$\Delta = 1,02mm/100m$		

1000 171  
139  
pristoj SP/NIČP 150M  
c. 462630

22. 10. 2012

občev

### Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str. 2

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přestavového	bočného	vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
NZA		-1 1,5837			257,6676	256,164		Délka [m] 13,994
			2,0242			255,6234		13,874
		0,9352			258,5676			25,920
			2,0008			256,5688		26,132
		0,9628			258,5234			23,213
			3,9817			254,5437		23,114
		0,3778			251,9215			37,767
			2,6533			249,2778		37,783
		0,4329			249,7405			40,773
		-1 1,4199	1,8990			257,3415		40,340
N22			0,9363		249,2373	248,2950		7,130 6,905 [d] = 29,7m
N22		0,9148			249,2095	248,2947		7,399
		-1 1,6654	1,3889			247,3206		7,324
		-1 2,2516	1,7063		249,1359			34,433
		-2 2,9503	0,5093		254,0923			34,414
		0,9071			250,5925			31,153
		-1 2,2347	0,0921		253,1736			31,594
			0,5446		253,0322			21,994
		1,5241			255,6163			22,198
N2B			1,1013		256,5933	255,492		25,012 23,748 2,632 [d] = 245m
N2B		0,4622			255,9542	255,492		0,844
		1,8201			254,1333			15,706
		0,3124			253,5912			15,567
			3,4979		250,0486			25,133
		0,4761			251,5242			24,970
			2,4112		249,0123			33,819
		0,4595			249,4723			33,338
		-1 1,4228	1,6738			257,7995		40,322 40,205 6,129
N22			0,9275		249,2222	248,2947		6,119 [d] = 242m
		[2] = 14,9709	14,9703 = [p]		D = [2] - [p] = +0,0006m			
N22		0,9357			249,2303	248,2949		5,563
		-1 1,7413	1,4432			247,7871		5,268
			1,4076		249,5233			10,684
		0,5505			248,3412			10,443
N23			0,332			248,0392		18,536
N24			0,6296			247,7416		7,175
N25			1,2472			247,1240		7,157
N26			1,3379			247,0333		16,882
		-1 1,6900	2,0028			246,3634		18,698
			1		248,0593			12,402
N27			0,6572			247,4011		6,022

# Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

3

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přestavového	bočného	vzad +	vřed -	bočné -		přestavového	určeného bočně	
	N28			0,3289		247,7294	7,827	
		-1	0,7386			247,3197	12,183	
			1,7994		249,1190		8,593	
		-1	1,8394			247,2796	8,428	
			1,7218		249,0005		8,865	
	N21		0,9757			248,0248	3,997	Ed = 119m
	N21		0,9629		243,9377	248,0248	4,717	
		-1	1,6944			247,8933	4,482	
			1,8672		249,1604		8,736	
			1,7833			247,3771	2,809	
			0,5326		247,4097		14,675	
	N28			0,1800		247,7297	12,594	
	N27			0,5080		247,4017	5,125	
	N26			0,8767		247,0330	10,934	
		-1	1,6322			246,2775	14,875	
			2,4190		248,6965		18,643	
	N25			1,5726		247,1238	10,906	
	N24			0,9550		247,7404	2,832	
	N23			0,658		248,0384		
				0,5659		248,1305	16,580	
			1,4082		249,5337		4,721	
		-1	1,7631			247,7756	4,490	
			1,3195		249,2950		4,633	
	N22		10001			248,2949	4,534	Ed = 114m
	[Z] = 17,170		17,163 = [P]			$\Delta = [Z] - [P] = +0,0007m$		
	2		0,9177				6,579	
			1,4055				6,505	
			1,6630				37,522	
			0,5534				37,094	
							36,709	
							36,709	
	N22		0,9902		249,3352	248,2950	16,834	
		-1	1,3315			247,9537	16,801	
			2,0733		250,0769		36,557	
		-1	0,7023			249,3716	36,629	
			2,2639		251,1076		28,166	
		-2	0,5808			254,5559	28,648	
			3,4483		253,9656		19,428	
		-1	0,5903			255,9544	18,937	
			1,9889		255,9544		22,431	
		-1	1,0399			254,9145	22,856	
			1,7853		256,6978		7,493	
		-1	1,2971			255,4027	7,629	
			2,1470		257,5496		15,724	
	N2A		1,3856			256,164	15,462	Ed = 294m
	[Z] = 20,441		20,432 = [P]					
	$\Delta = [Z] - [P] = +0,0009m$							

22.10.2012

## Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str. 2

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přestavového	bočného	vzad +1	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
NZA		1,3282			257,5972	256,164		Delka [m]
		+1 2,1197				255,926		15,166
		0,7373			256,200			15,673
		+1 2,5339				252,6661		31,399
		0,2499			254,5181			32,056
			2,6924			251,3237		12,579
		0,3412			252,1619			12,691
			2,5361			249,7283		30,341
		0,4835			250,2123			30,943
		+1 2,2379				247,9744		42,268
		1,2317			249,7062			41,710
		+2 1,9325				247,2737		39,319
		1,7828			249,0567			39,757
		+2 2,6444				245,4122		34,214
		2,1858			250,5973			34,693
		+3 0,6229				249,9744		14,176
		3,4215			253,4022			14,723
			1,0988			252,3034		17,332
		0,6685			252,9719			17,686
			2,0150			249,3769		33,612
		0,1169			250,2123			33,818
		+1 2,3747				247,1391		33,445
		1,6353			249,1250			33,704
		+1 1,1393				243,2357		39,290
		1,6027			249,3285			38,389
		+1 1,1713				243,7172		39,275
		1,4274			250,1447			39,287
		+2 2,4613				247,6334		57,975
		2,7252			259,4033			57,746
		+3 0,4744				249,9344		20,924
		3,7067			253,6414			20,663
		+1 0,5058				253,1356		27,924
		1,2602			254,3959			27,515
			1,7953			252,8006		14,983
		0,4142			253,0198			15,180
			2,4670			250,5524		21,657
		0,1036			250,9574			22,374
			2,5859			248,2720		18,104
		0,6327			249,0047			18,605
1047			1,7957			247,209		17,540
		[Σ] = 27,7368	36,6938 = [Σ]		$\Delta h^{niv} = -8,9570m$	$\Delta H = -8,955m$	$\Delta = +0,0020m$	17,875 [m] = 1077,6m
		-1						
1047		1,8077			249,0163	247,209		20,169
		+5 0,3618				243,6545		20,414
		2,9556			250,6095			22,292
		-1 0,4298				254,1797		22,558
		2,1482			253,3275			15,401
		-4 0,6714				252,6561		16,173
		1,6829			254,3336			12,301
		-1 1,2415				253,0921		13,333
		0,5247			253,6217			27,630

e. lat 746613  
000 171 196

podjssuo  
N1500

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str. 5

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka  Delka [m]
přesta- vového	bočného	vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
			3,6330			249,9887		27,038
		0,4039			250,3926			19,211
		-5	2,7882			249,6049		19,589
		2,5332			250,0371			48,568
		-2	1,2483			248,7888		48,938
		1,2102			249,9933			55,697
		-2	1,8395			243,1593		55,368
		1,1773			249,5364			38,926
		-4	1,4725			247,0639		38,435
		1,9856			249,3591			14,699
		-6	0,7594			249,0397		17,725
		2,9308			252,0199			31,976
		-4	0,4660			251,5539		29,599
		2,1497			253,7032			14,583
		-2	1,5711			252,2321		14,875
		0,9753			253,1767			17,435
			3,5397			249,7370		17,532
		2,4644			250,2014			21,306
		-2	2,2336			247,9678		21,502
		0,8439			248,8165			43,880
		-4	1,1102			247,7063		44,102
		1,7666			249,4725			53,492
		-5	0,4052			249,0673		53,932
		2,5274			251,5942			31,080
		-5	0,3524			251,2521		31,221
		2,7011			253,9527			16,809
		-6	0,3944			253,5583		14,291
		2,7778			256,3555			32,868
		-4	0,9616			255,3929		32,758
		2,1688			257,5623			15,877
NR A			1,3988			256,164		15,285
	[z] =	35,8296	26,6676	[p]				Edla: 1115,3m
			$\Delta h^{niv} = +8,9620m$			$\Delta H = +8,955m$		
			$\Delta = \Delta h^{niv} - \Delta H = -0,0070m$					





# Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str. 1

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
		přestavového	bočního	vzad +		vpřed -	bočně -	
		Zkouška nivelačního přístroje						Měřil: Kubištová Pavlína Přístroj: Leica Spindler 15011 č. 762 630 č. lože: 1000 174 375 č. sloupku: 1000 174 377 Dne: 29.1.2013, v 0 <sup>o</sup> C, zobrazeno
N21		08193				Délka [m]		
1			1,6868			12,895		
						13,782		
			$\Delta = z - p = -0,8675$					
N21		03584				31,016		
1			1,2243			4,317		
			$\Delta = z - p = -0,8659$					
			$\Delta = z - \Delta = -0,0016m$					
			$\Delta = 7,6 \text{ mm}$					
						$\Delta = -6,1 \text{ mm}/100m$		

### Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přestavového	bočného	vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
N2 B		+1			255,9101	255,492		delta [m]
1		+1	1,4626			254,6798		14,699
2			1,3162		251,8561			17,721
3		+1	2,7530			252,1031		16,929
4			0,8512		252,4514			16,696
5		+1	2,5609			249,8935		31,435
6			0,8510		250,2506			31,661
7		+2	2,2534			247,9972		42,127
8			1,3181		249,3155			42,639
N22			1,0271			248,2878		19,847
N22		+1				248,2878		19,613 [d] = 250 m
		+1	1,0697		249,5516	248,2878		5,555
		+1	1,5656			247,7720		5,872
			1,8574		249,6295			9,237
				1,7209		247,9036		9,508
			0,5910		243,4936			18,261
N23				0,568			248,0306	
N24				0,232			247,7336	
N25				1,3822			247,1164	7,791
N26				1,4731			247,0255	17,786
		+1	2,0549			246,4134		13,595
			1,7580		243,2013			13,447
N27				0,8034			247,3934	5,916
N28				0,4807			247,7211	8,053
		+1	0,8359			247,5559		13,373
			1,8348		249,1403			8,385
		+1	1,8242			247,3666		8,293
			1,7217		249,0834			3,233
N281			1,0723			248,0161		3,696 [d] = 117,4 m
			1,8611					3,88
			1,7549					3,716
			1,8171					3,1
N281		+1				248,0161		3,737
		+1	1,0760		249,0922	248,0161		3,878
		+1	1,7709			247,3215		8,656
			1,8585		249,1699			8,297
			1,8370			247,3329		17,101
			0,7016		248,0545			11,816
N28				0,3127			247,7218	9,784
N27				0,6107			247,3953	11,561
N26				1,0096			247,0249	17,817
		+2	1,6951			246,3394		15,142
			2,496		243,6390			12,518
N25				1,572			247,1170	5,051
N24				0,9552			247,7338	
N23				0,658			248,0310	
		+1	0,8246			247,8644		15,044
			1,7014		249,5659			10,699
			1,8213			247,7416		10,832

162 c.  
1000174375

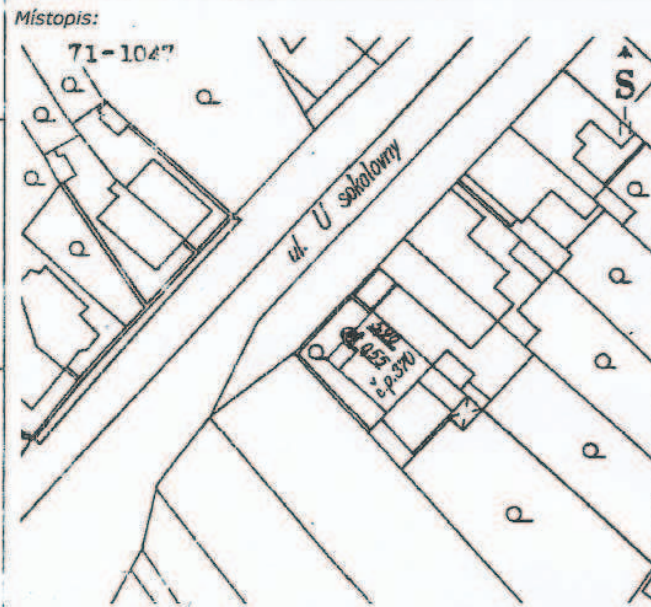
### Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str. 3

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přesta- vového	bočného	vzad + +1	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
		1,5980			249,3527			3,659
N22			1,0539			248,2878		3,164 Ed3=113m
		[Z]=18,0865	-18,0876	= [p]		$\Delta = -0,0011m$		
		+2						
N22		1,0224			249,3102	248,2878		19,715
		+4	1,3052			248,0050		20,135
		2,3021			250,3075			47,319
		+4	0,4590			249,8385		11,967
		2,5703			252,3697			32,508
		+4	0,3673			252,1019		32,777
		2,6318			254,7247			14,097
		+3	0,4311			254,2750		15,075
		<del>1,7502</del>						<del>18,532</del>
N2B		1,8527			256,1232			18,670
			0,6367			255,492		18,017 Td3=249m
		[Z]=13,2826	-13,2849	= [p]				
						$\Delta = -0,0023m$		
Shrnutí všech bodů a nivolačních zúčtek								
N2A						zničen		
N2B						255,492		
	N2 1					248,0161		
	N2 2					248,2878		
	N2 3					248,0308		
	N2 4					247,7337		
	N2 5					247,1168		
	N2 6					247,0252		
	N2 7					247,3939		
	N2 8					247,7215		

Příloha č.2

## NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: PNS-JM 071 Brno						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddílu	od počátku			
	<b>JM-071-1047</b>	0.000	0.000	<b>247.209 m</b>	1956	
Místopisný popis: Bystrc, dům čp. 370		Místopis: 71-1047 				
Poznámky: 1) Bod č. 6 PNS Bystrc z r. 1942						
Stav a stáří objektu: značka 0.9 m nad zemí, zachovalá, cihlová, cmiřnutá, podsklepená stavba						
Úz. jednotka:	370201301	Vlastník:				
Okres:	Brno - město					
Obec:	BRNO - BYSTRC					
Kat. území:	BYSTRC					
Parc. číslo:						
ZM-50	24-32	SMO-5	Tišnov 1-8			
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
ČV	3	Úř. aut. civilní geometr Ing. E. Faltus 1942		Y	603794 m	dig.
	Druh stab.			X	1157078 m	
	N					
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba	
0° 0' 0.0"		0° 0' 0.0"	0 mgal	0 mgal	0 mgal	
Datum: 12.7.2012						

**Příloha č.3** Převzaté etapy měření pro sledování posunů objektu, výsledky vztažené k referenční značce "B"

	<b>0.etapa</b>	<b>I.etapa</b>	<b>II.etapa</b>	<b>III.etapa</b>	<b>IV.etapa</b>	<b>rozdíl IV-0</b>
<i>bod č.</i>	<b>7.12.2001</b>	<b>31.1.2002</b>	<b>4.4.2002</b>	<b>6.6.2002</b>	<b>5.8.2002</b>	<b>rozdíl III-0</b>
<i>i</i>	<b><math>\Delta h</math> B-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> B-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> B-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> B-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> B-i [m]</b>	<b>[m]</b>
<b>1</b>	-7,4642	-7,4631	-7,4637	-7,4637	-7,4634	<b>0,0005</b>
<b>2</b>	-7,1937	-7,1933	-7,1940	-7,1935	-7,1931	<b>0,0002</b>
<b>3</b>	-7,4470	-7,4461	-7,4464	-7,4470	-7,4465	<b>0,0000</b>
<b>4</b>	-7,7416	-7,7409	-7,7419	-7,7417	-7,7413	<b>-0,0001</b>
<b>5</b>	-8,3584	-8,3575	-8,3581	-8,3585	-8,3577	<b>-0,0001</b>
<b>6</b>	-8,4492	-8,4485	-8,4486	-8,4494	-8,4490	<b>-0,0002</b>
<b>7</b>	-8,0814	-8,0808	-8,0811	-8,0814	-8,0805	<b>0,0000</b>
<b>8</b>	-7,7542	-7,7535	-7,7543	-7,7541	-7,7542	<b>0,0001</b>

	<b>V.etapa</b>	<b>VI.etapa</b>	<b>VII.etapa</b>	<b>VIII.etapa</b>	<b>rozdíl VIII-0</b>
<i>bod č.</i>	<b>5.10.2002</b>	<b>2.12.2002</b>	<b>16.3.2007</b>	<b>12.9.2007</b>	<b>rozdíl VII-0</b>
<i>i</i>	<b><math>\Delta h</math> B-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> B-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> B-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> B-i [m]</b>	<b>[m]</b>
<b>1</b>	-7,4634	-7,4640	-7,4629	-7,4637	<b>0,0005</b>
<b>2</b>	-7,1942	-7,1945	-7,1938	-7,1948	<b>-0,0011</b>
<b>3</b>	-7,4470	-7,4472	-7,4484	-7,4495	<b>-0,0025</b>
<b>4</b>	-7,7418	-7,7423	-7,7437	-7,7440	<b>-0,0024</b>
<b>5</b>	-8,3581	-8,3587	-8,3605	-8,3611	<b>-0,0028</b>
<b>6</b>	-8,4487	-8,4494	-8,4512	-8,4519	<b>-0,0027</b>
<b>7</b>	-8,0807	-8,0814	-8,0825	-8,0832	<b>-0,0017</b>
<b>8</b>	-7,7539	-7,7546	-7,7547	-7,7559	<b>-0,0017</b>

	<i>IX. etapa</i>		<i>X. etapa</i>	
<i>bod č.</i>	15.7.2009	<i>rozdl IX-0</i>	27.5.2010	<i>rozdl X-0</i>
<i>i</i>	<i>Δh B-i [m]</i>	<i>[m]</i>	<i>Δh B-i [m]</i>	<i>[m]</i>
1	-7,4629	0,0013	-7,1964	0,0010
2	-7,1935	0,0002	-7,1941	-0,0004
3	-7,4497	-0,0027	-7,1949	-0,0040
4	-7,7446	-0,0030	-7,1951	-0,0050
5	-8,3614	-0,0030	-7,1964	-0,0045
6	-8,4534	-0,0042	-7,1964	-0,0039
7	-8,0839	-0,0025	-7,1964	-0,0028
8	-7,7564	-0,0022	-7,1964	-0,0020

**Příloha č.4** Převzaté etapy měření pro sledování posunů objektu, relativní porovnání vůči značce "1", tj. sledování vývoje náklonu

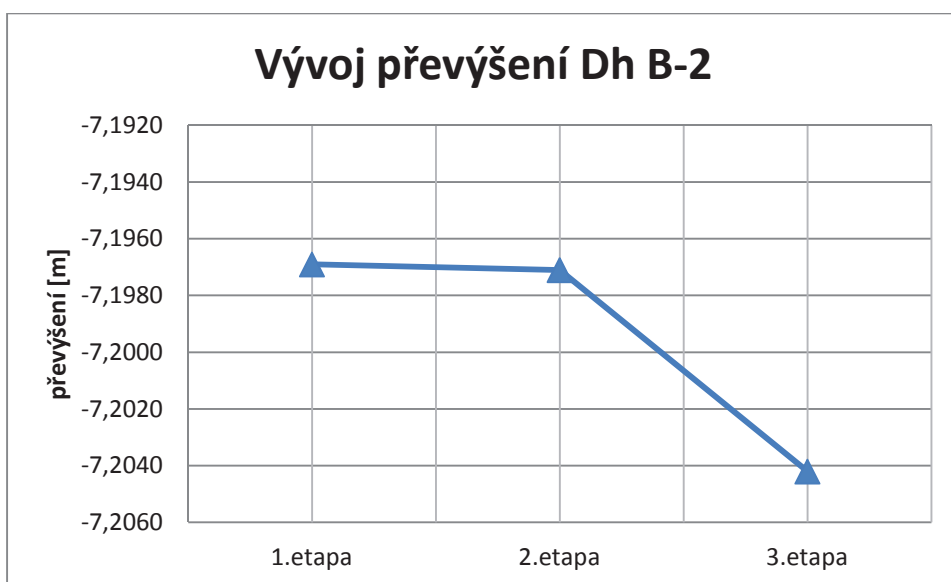
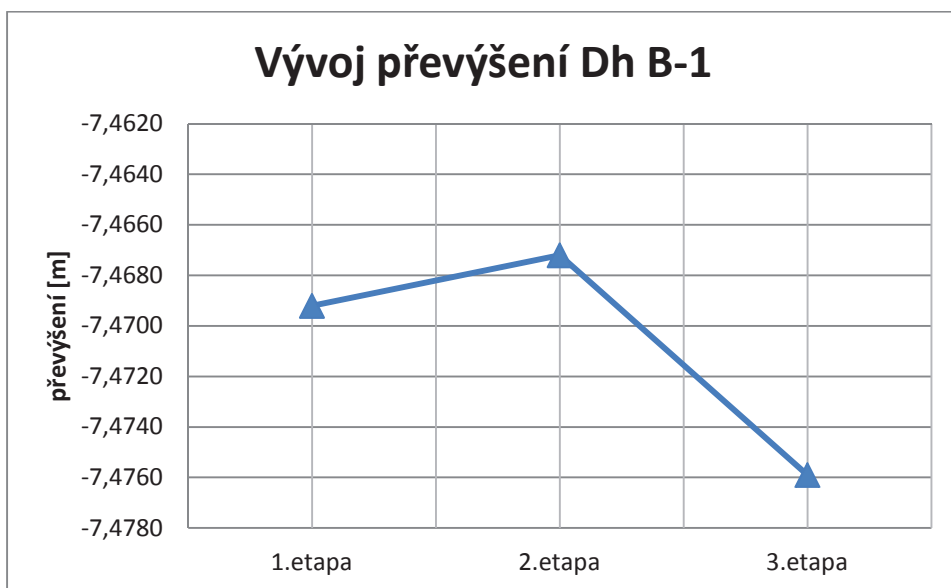
	<b>0.etapa</b>	<b>I.etapa</b>	<b>II.etapa</b>	<b>III.etapa</b>	<b>IV.etapa</b>	<b>rozdíl 3-0</b>	<b>IV.etapa</b>	<b>rozdíl IV-0</b>
<i>bod č.</i>		<b>rozdíl I-0</b>		<b>rozdíl II-0</b>		<b>[m]</b>		<b>[m]</b>
<i>i</i>	<b><math>\Delta h</math> 1-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> 1-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> 1-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> 1-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> 1-i [m]</b>	<b>[m]</b>	<b><math>\Delta h</math> 1-i [m]</b>	<b>[m]</b>
<b>1</b>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	<b>0,0000</b>	0,0000	<b>0,0000</b>
<b>2</b>	-0,2704	-0,2698	-0,2697	-0,0007	-0,2701	<b>-0,0003</b>	-0,2702	<b>-0,0002</b>
<b>3</b>	-0,0172	-0,0170	-0,0173	0,0001	-0,0167	<b>-0,0005</b>	-0,0169	<b>-0,0003</b>
<b>4</b>	0,2774	0,2778	0,2781	-0,0007	0,2780	<b>-0,0006</b>	0,2780	<b>-0,0006</b>
<b>5</b>	0,8942	0,8944	0,8944	-0,0002	0,8948	<b>-0,0006</b>	0,8943	<b>-0,0001</b>
<b>6</b>	0,9851	0,9854	0,9849	0,0002	0,9857	<b>-0,0007</b>	0,9857	<b>-0,0006</b>
<b>7</b>	0,6172	0,6177	0,6173	-0,0001	0,6178	<b>-0,0005</b>	0,6171	<b>0,0001</b>
<b>8</b>	0,2900	0,2904	0,2905	-0,0005	0,2905	<b>-0,0004</b>	0,2908	<b>-0,0008</b>

	<b>V.etapa</b>	<b>VI.etapa</b>	<b>VII.etapa</b>	<b>VIII.etapa</b>	<b>rozdíl VIII-0</b>
<i>bod č.</i>		<b>rozdíl VI-0</b>		<b>rozdíl VII-0</b>	
<i>i</i>	<b><math>\Delta h</math> 1-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> 1-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> 1-i [m]</b>	<b><math>\Delta h</math> 1-i [m]</b>	<b>[m]</b>
<b>1</b>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	<b>0,0000</b>
<b>2</b>	-0,2692	-0,2695	-0,0010	-0,2691	<b>-0,2688</b>
<b>3</b>	-0,0164	-0,0167	-0,0005	-0,0145	<b>-0,0142</b>
<b>4</b>	0,2784	0,2783	-0,0009	0,2808	<b>0,2803</b>
<b>5</b>	0,8947	0,8948	-0,0005	0,8976	<b>0,8975</b>
<b>6</b>	0,9853	0,9854	-0,0003	0,9883	<b>0,9883</b>
<b>7</b>	0,6173	0,6174	-0,0002	0,6196	<b>0,6195</b>
<b>8</b>	0,2906	0,2906	-0,0006	0,2918	<b>0,2922</b>

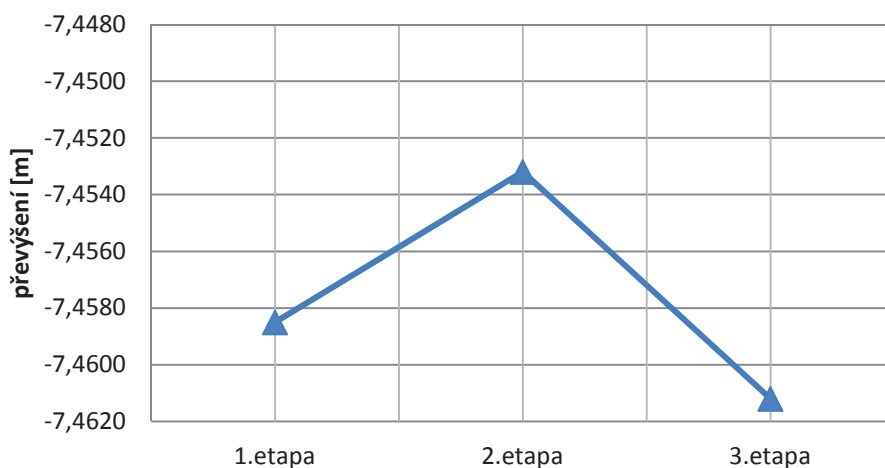


	<i>IX. etapa</i>		<i>X. etapa</i>	
<i>bod č.</i>	<i>15.7.2009</i>	<i>rozdíl IX-0</i>	<i>27.5.2010</i>	<i>rozdíl X-0</i>
<i>i</i>	<i>Δh 1-i [m]</i>	<i>[m]</i>	<i>Δh 1-i [m]</i>	<i>[m]</i>
<i>1</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<i>2</i>	-0,2694	-0,0011	-0,2690	-0,0014
<i>3</i>	-0,0132	-0,0040	-0,0122	-0,0050
<i>4</i>	0,2817	-0,0043	0,2834	-0,0060
<i>5</i>	0,8985	-0,0043	0,8997	-0,0055
<i>6</i>	0,9905	-0,0054	0,9900	-0,0049
<i>7</i>	0,6210	-0,0038	0,6211	-0,0039
<i>8</i>	0,2935	-0,0035	0,2930	-0,0030

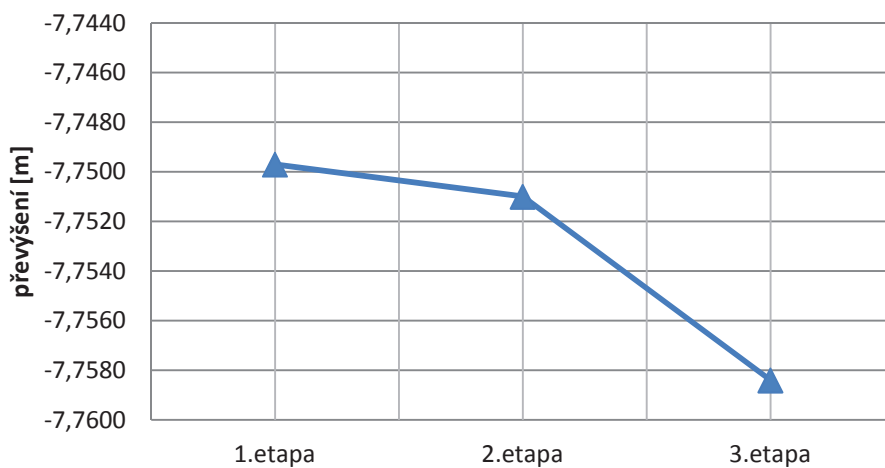
**Příloha č.5** Vývoj převýšení mezi vztažnou značkou „B“ vůči sledovaným nivelačním značkám mezi měřeními etapami



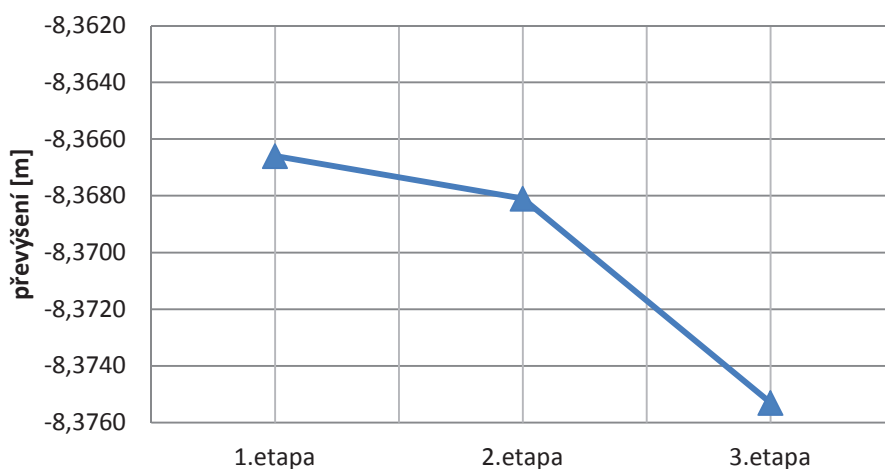
### Vývoj převýšení Dh B-3



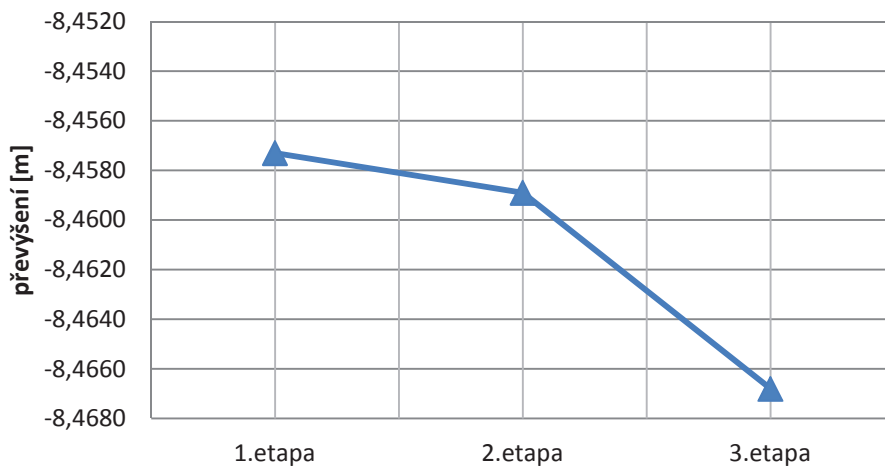
### Vývoj převýšení Dh B-4



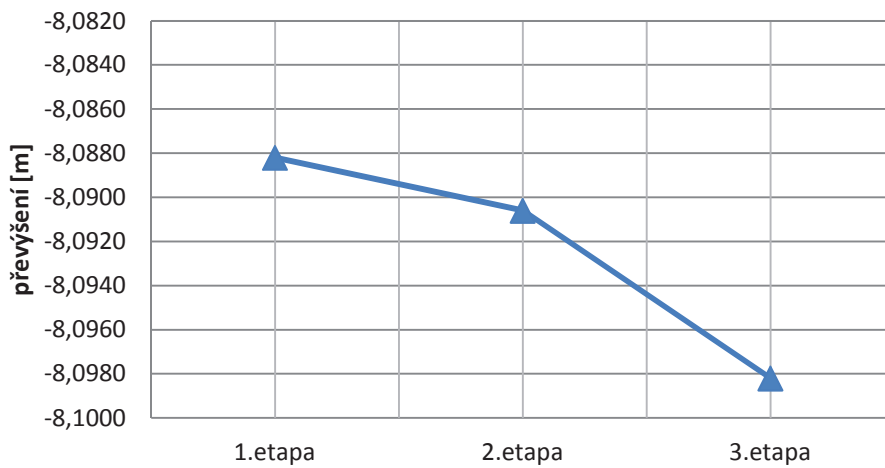
### Vývoj převýšení Dh B-5



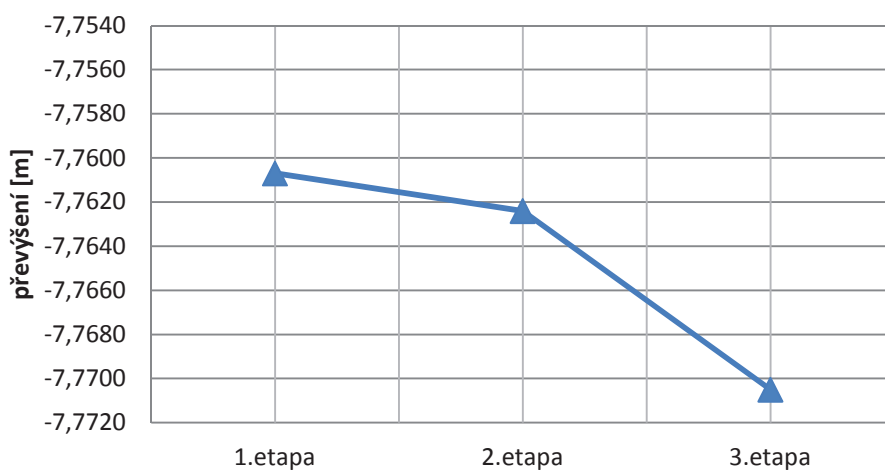
### Vývoj převýšení Dh B-6



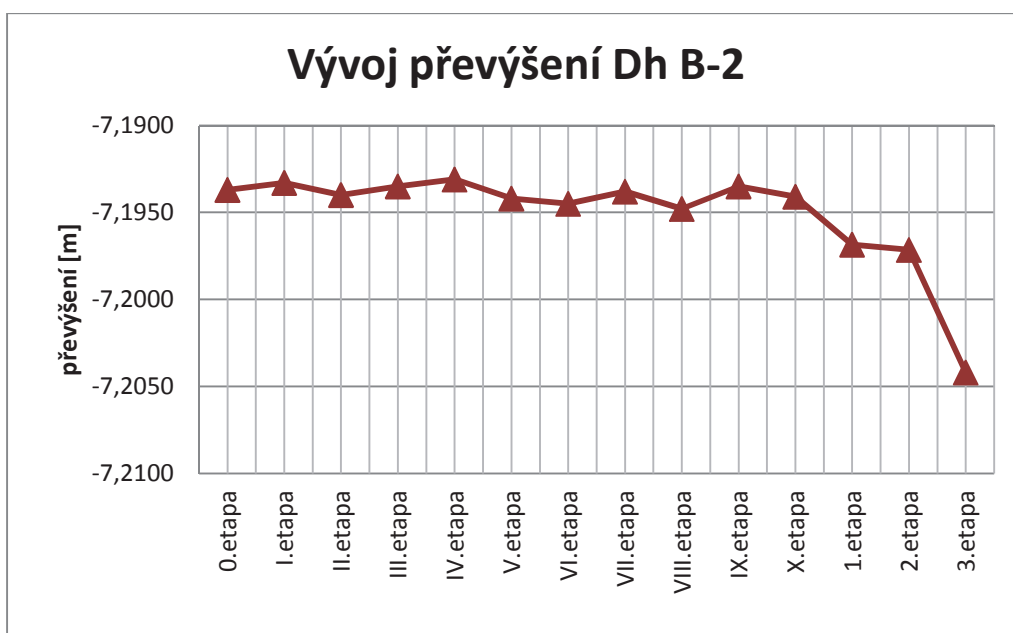
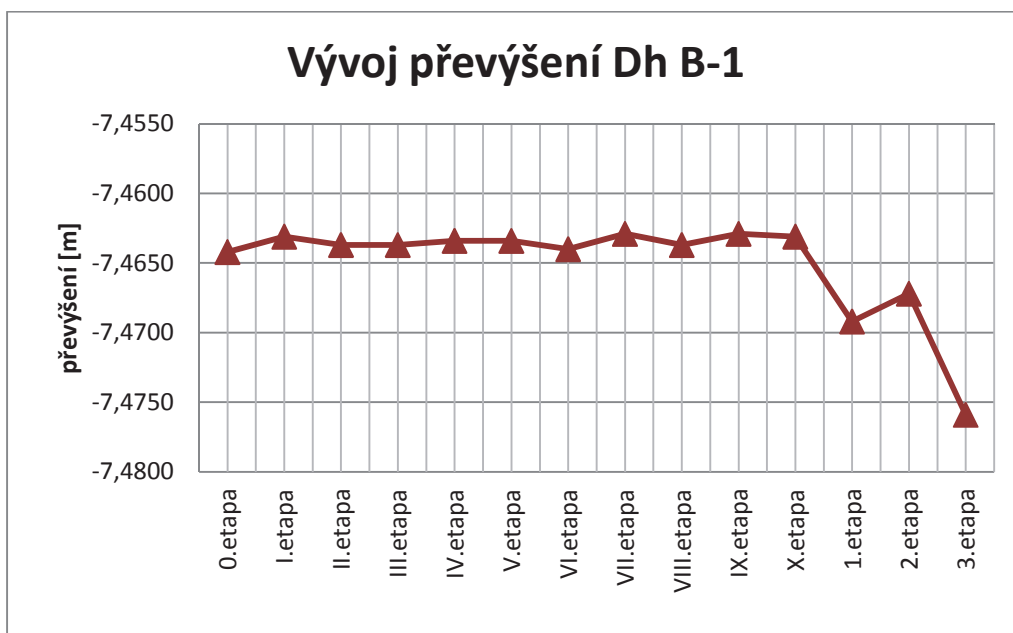
### Vývoj převýšení Dh B-7



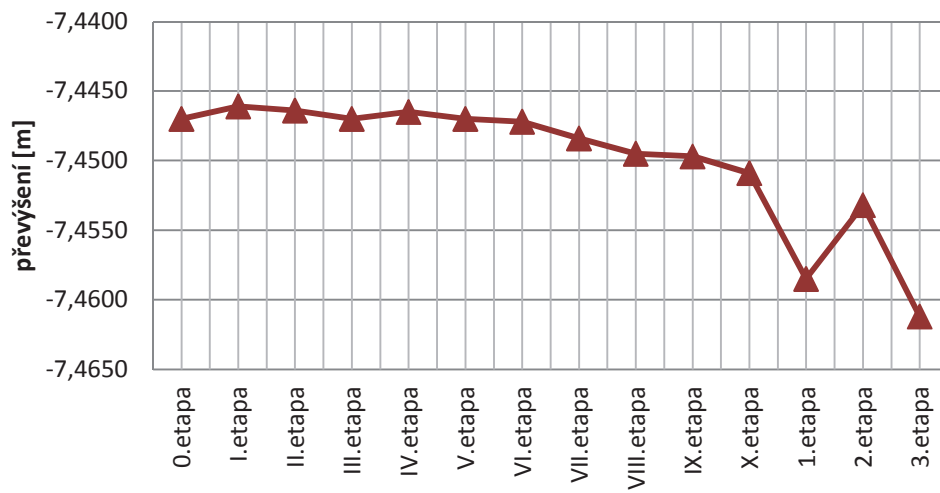
### Vývoj převýšení Dh B-8



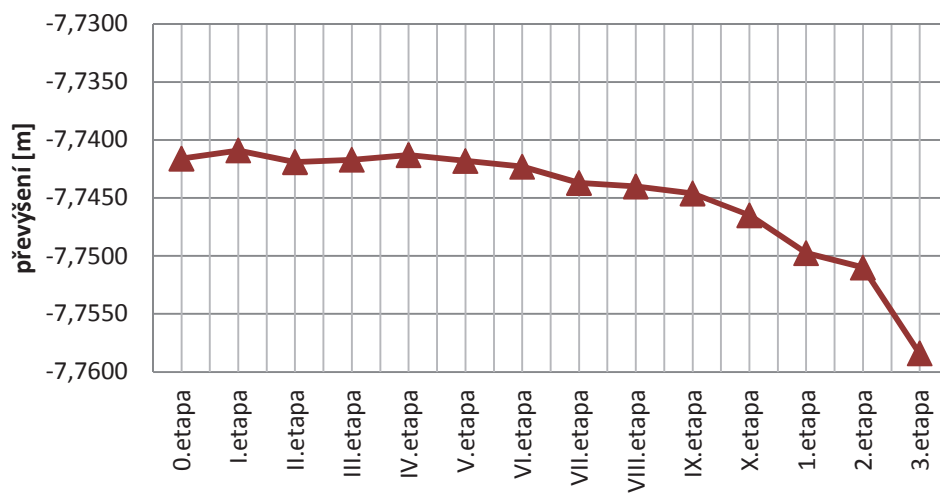
**Příloha č.6** Vývoj převýšení mezi vztaznou značkou „B“ a sledovanými nivelačními značkami všech etap, včetně etap převzatých



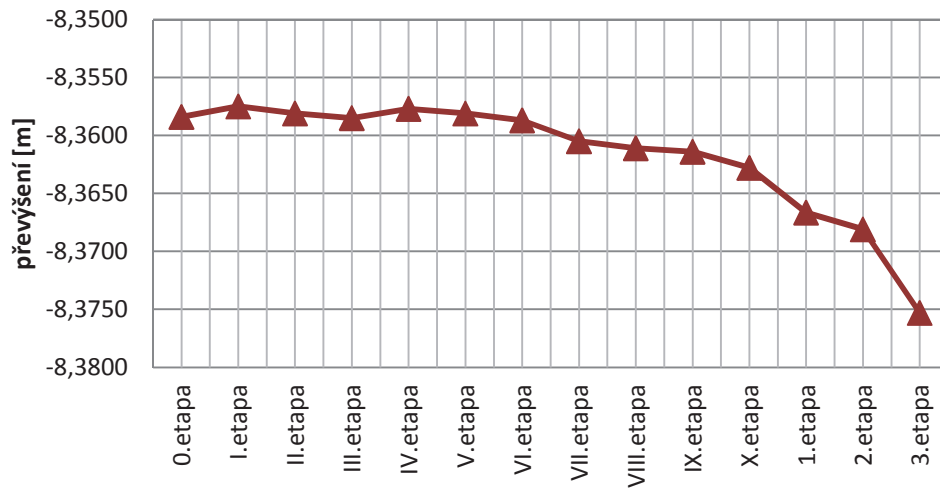
### Vývoj převýšení Dh B-3



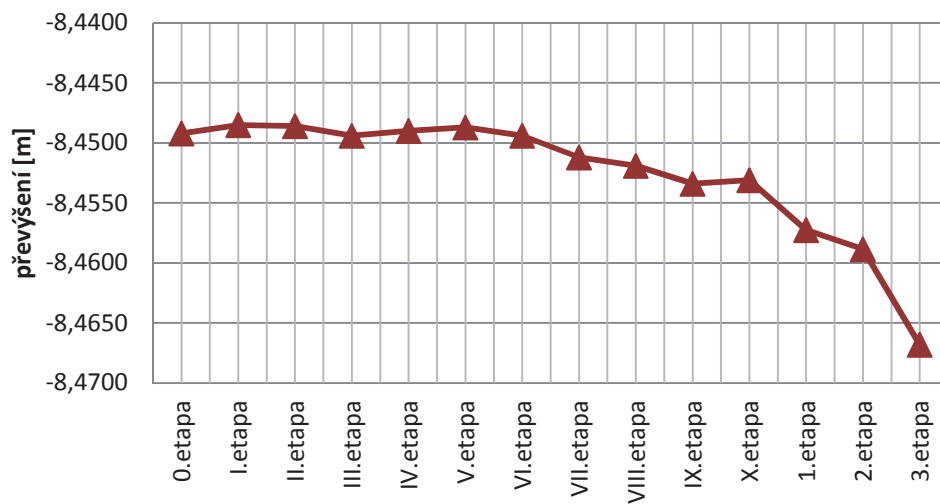
### Vývoj převýšení Dh B-4



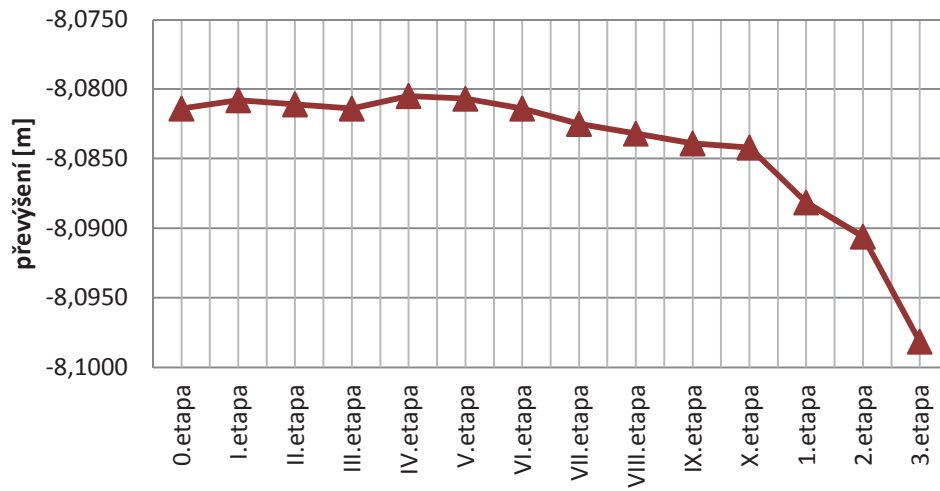
### Vývoj převýšení Dh B-5



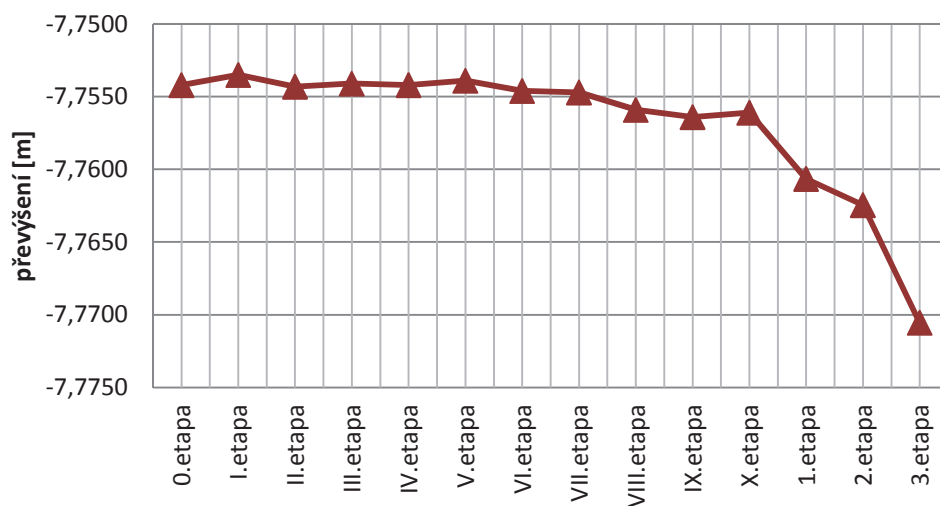
### Vývoj převýšení Dh B-6



### Vývoj převýšení Dh B-7

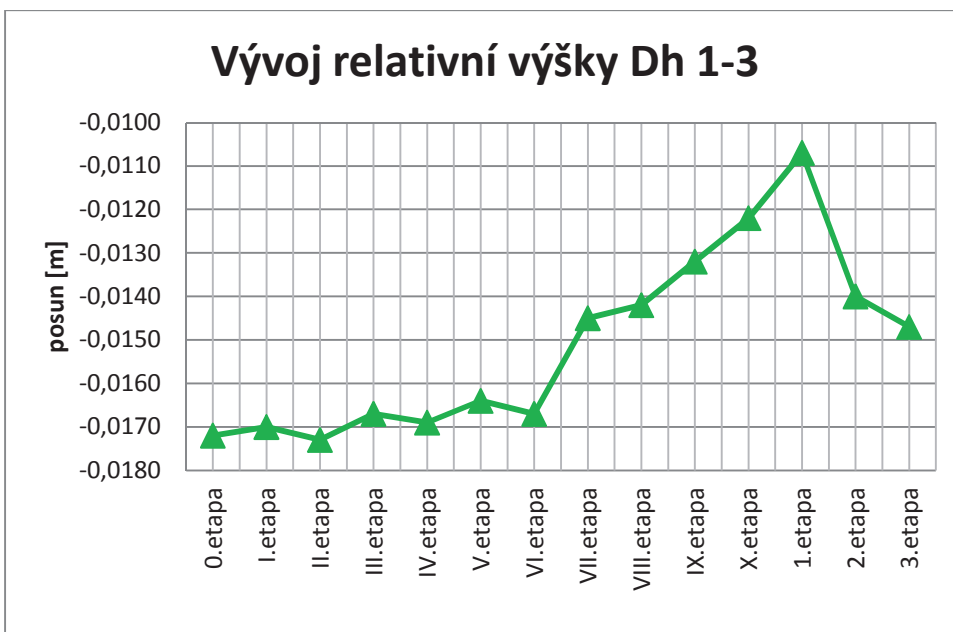
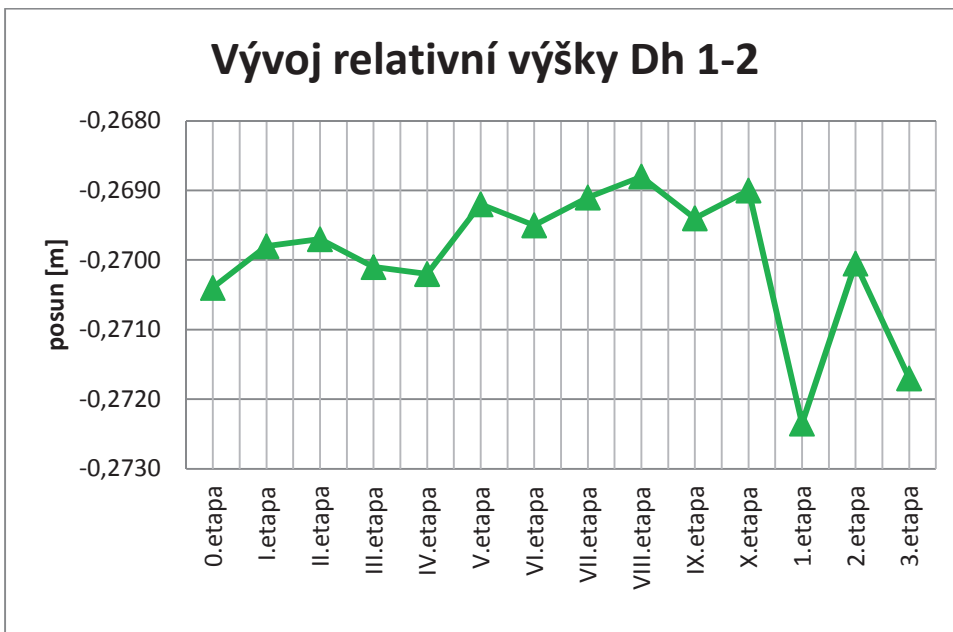


### Vývoj převýšení Dh B-8

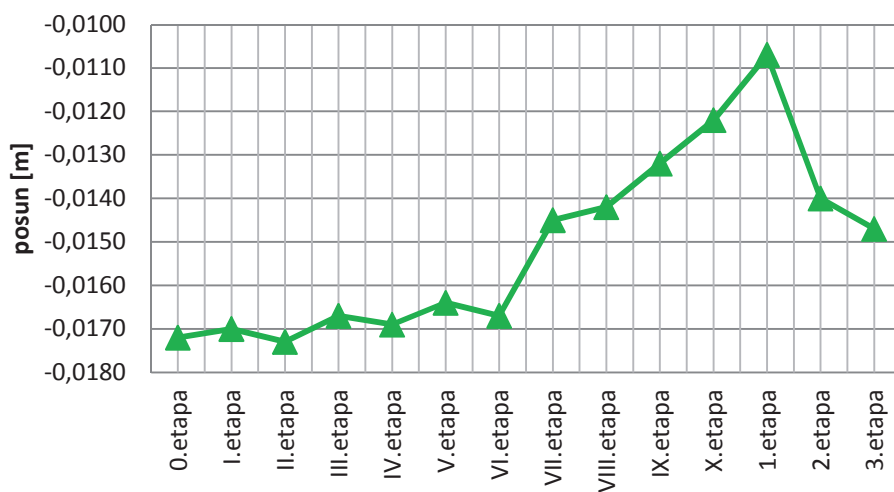




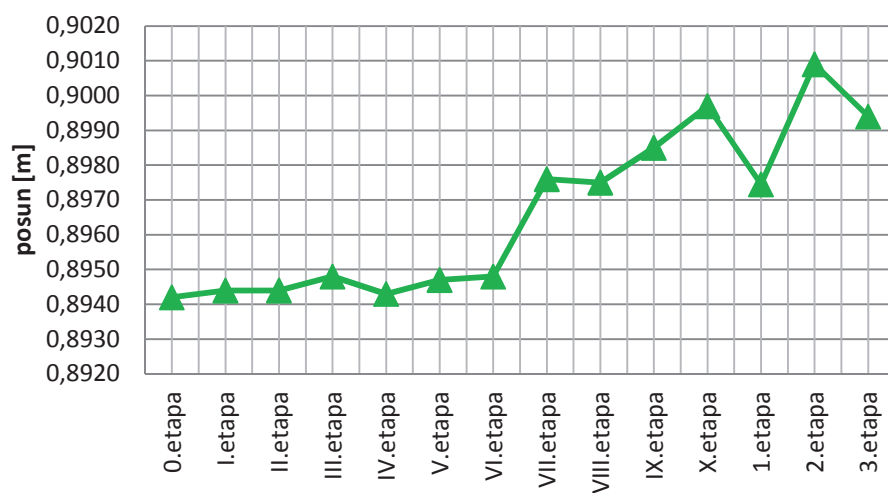
**Příloha č.7** Vývoj relativní výšky mezi nivelační značkou 1 a ostatními nivelačními značkami v převzatých a měřených etapách



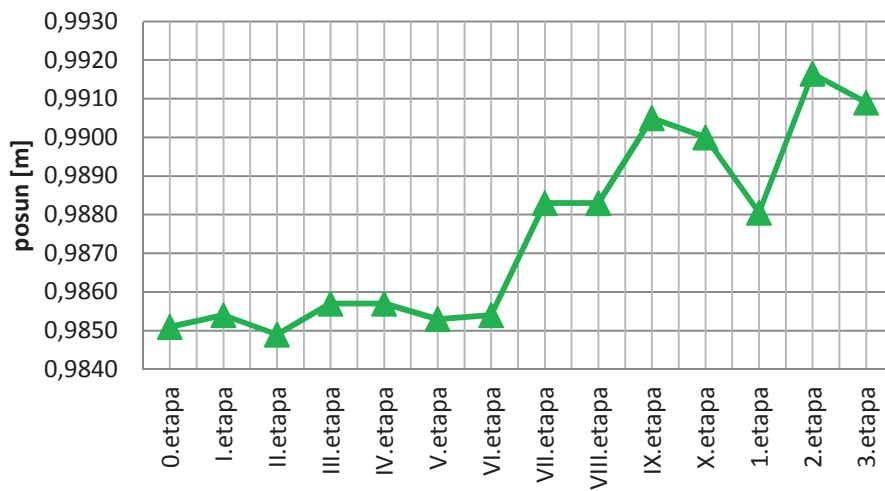
### Vývoj relativní výšky Dh 1-4



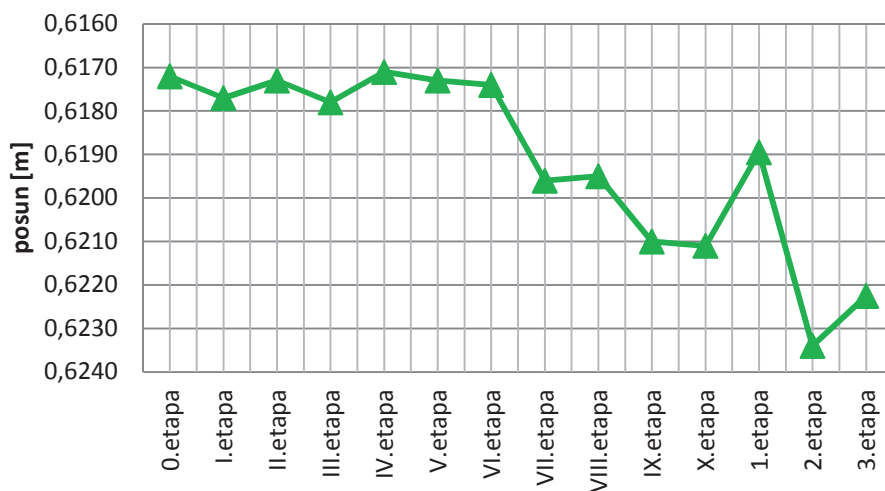
### Vývoj relativní výšky Dh 1-5



### Vývoj relativní výšky Dh 1-6



### Vývoj relativní výšky Dh 1-7



## Vývoj relativní výšky Dh 1-8

