

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE



Fakulta životního prostředí  
Katedra biotechnických úprav krajiny

**Využití metody trigonometrické nivelace pro určení  
nadmořské výšky hory Blaník**

*Use of method trigonometric leveling for measuring of altitude peak  
mountain of Blaník*

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Loula

Autor práce: Jan Sosnovec

2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Sosnovec

Krajinářství

Název práce

**Využití metody trigonometrické nivelace pro určení nadmořské výšky hory Blaník**

Název anglicky

**Use of method trigonometric leveling for measuring of altitude peak mountain of Blaník**

---

### Cíle práce

Primárním cílem této práce je určení nadmořské výšky hory Blaník pomocí metody trigonometrické nivelace a zaměření výšky rozhledny stojící na vrcholu. Druhým cílem je představení současných metod měření výšek a jejich porovnání z hlediska přesnosti efektivnosti a uplatnění v rámci konkrétní lokality Velkého Blaníka.

### Metodika

První část práce bude zaměřena na teorii výšek. Uvedení do souvislosti s pohledem na historii měření výšek a vývoj geodetických základů. V této části bude krátce zmíněn historický význam hory Blaník, historie vzniku rozhledny s popisem krajiny. Dále zde budou podrobněji představeny současné metody měření výšek s konkrétním zaměřením na trigonometrickou nivelaci.

Druhá část se bude týkat popisu vlastního měření metodou trigonometrické nivelace s výpočty. V závěru budou všechny výsledky shrnuty.

**Doporučený rozsah práce**

30 stran

**Klíčová slova**

Blaník, trigonometrie, nivelace, nadmořská výška

---

**Doporučené zdroje informací**

Blažek, Radim. Geodezie 30, vydáno Praha: CVUT, 1997  
Blažek, Radim. Skořepa, Zdeněk. Geodézie 3. Praha: CVUT, 2004  
Hánek, Pavel. Dvěstěpadesát století zeměměřičtví: Data z dějin oboru, vydáno Praha : Klaudian, 2000  
Honl, Ivan. Procházka, Emil. Úvod do dějin zeměměřičtví 2. Praha: CVUT, 1992  
Chamout, Lubomír. Skála, Petr. Geodezie. Praha: CZU, 2008  
Pudr, Jaroslav. Dějiny geodézie a kartografie 1. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1959  
Ratiborský, Jan. Geodezie 10, vydáno Praha: CVUT, 2000  
Ratiborský, Jan. Geodezie 20, vydáno Praha: CVUT, 2002  
Vykuřil, Jan. Vyšší geodézie 1. Praha: Kartografie, 1982



---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/06 (červen)

**Vedoucí práce**

Ing. Jiří Loula

Elektronicky schváleno dne 14. 4. 2015

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 14. 04. 2015

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že předkládaná bakalářská práce je mým dílem, které jsem vypracoval samostatně. Veškerá literatura a zdroje, z nichž jsem během vypracovávání práce čerpal, uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů.

V Praze dne 14. 4. 2015

.....

Jan Sosnovec

**Poděkování:**

Tímto chci poděkovat vedoucímu práce Ing. Jiřímu Loulovi. Dále České zemědělské univerzitě za vypůjčení měřického vybavení, a v neposlední řadě za asistenci, ochotu a trpělivost při měření slečně Kateřině Berkové a mým rodičům.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce je zaměřena na využití metody trigonometrické nivelace pro určení nadmořské výšky hory Blaník a změření výšky rozhledny na vrcholu Blaníka. Bude poskytnut náhled na efektivnost, přesnost a využitelnost dalších metod měření výšek.

V teoretické části je věnován prostor všeobecnému představení měření výšek, geodetickým základům, historii měření výšek a současným způsobům postupu měření výšek. Představeny jsou základní informace o lokalitě Velkého Blaníka. V praktické části je popsáno praktické využití trigonometrické nivelace na lokalitě Velkého Blaníka a výsledky měření. Uvedené je vyhodnocení využitelnosti jiných metod měření výšek.

**Klíčová slova:** Blaník, trigonometrie, nivelace, nadmořská výška, měření výšek

## **ABSTRACT**

This thesis focuses on the use of trigonometric leveling method for determining the altitude of the mountain Blanik and measure the height of the observation tower on the peak Blanik. Will be provided insight into the efficiency, accuracy and usability of other methods altimetry.

The theoretical part is devoted to general performance altimetry, geodetic basics, history altimetry and current methods of measurement procedure altitudes. Introduced the basic information about the location of the Great Blanik.

The practical part describes the practical use trigonometric leveling on the location of the Great Blanik and measurement results. Mentioned are evaluating the usability of other methods for altimetry.

**Key words:** Blanik, trigonometry, leveling, altitude, altimetry

## Seznam použitých zkratk

Bpv	Balt po vyrovnání
CZEPOS	Česká síť permanentních stanic pro určování polohy
ČR	Česká republika
ČSJNS	Československá jednotná nivelační síť
ČSNS	Česká státní nivelační síť
ČUZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DBP	Databáze bodových polí
ESA	European Space Agency
GIS	Geografický informační systém
GLONASS	Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistra
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Position System
CHKO	Chráněná krajinná oblast
NN	Normální nulový bod
PN	Přesná nivelace
PNS	Plošná nivelační síť
PVBP	Podrobné výškové bodové pole
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SSSR	Svaz sovětských socialistických republik
TN	Technická nivelace
TS	Totální stanice
VBP	Výškové bodové pole
VPN	Velmi přesná nivelace
WGS-84	World Geodetic System
ZNB	Základní nivelační bod
ZNS	Zvláštní nivelační síť
ZPN	Zvlášť přesná nivelace
ZVBP	Základní výškové bodové pole

## Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Teorie výšek</b> .....	11
<b>3.2</b>	<b>Historie měření výšek</b> .....	12
3.2.1	Princip al-Bírúního.....	12
3.2.2	Jakobova hůl .....	14
3.2.3	Astroláb.....	14
<b>3.3</b>	<b>Výškové systémy</b> .....	15
3.3.1	Výškové systémy před rokem 1918 .....	16
3.3.2	Výškové systémy mezi léty 1918-1945 .....	16
3.3.3	Výškové systémy po roce 1945 .....	17
<b>3.4</b>	<b>Geodetické základy</b> .....	17
3.4.1	Výškové bodové pole.....	18
3.4.2	Základní nivelační body.....	19
3.4.3	Stabilizace nivelačních bodů.....	20
<b>3.5</b>	<b>Blaník</b> .....	22
3.5.1	Historický význam .....	22
3.5.2	Příroda na Blaníku .....	22
3.5.3	Legendy.....	23
3.5.4	Rozhledna .....	23
<b>3.6</b>	<b>Metody měření výšek</b> .....	24
3.6.1	Geometrická nivelace.....	24
3.6.2	Hydrostatická nivelace .....	30
3.6.3	Trigonometrické metody.....	31
3.6.4	Trigonometrická nivelace .....	36
3.6.5	GPS .....	40
3.6.6	Barometrické měření výšek .....	43
<b>4</b>	<b>METODIKA A VÝSLEDKY</b> .....	<b>45</b>
<b>4.1</b>	<b>Vymezené území</b> .....	45
<b>4.2</b>	<b>Měřické vybavení</b> .....	46
4.2.1	Totální stanice .....	46
4.2.2	Trojpodstavcová souprava .....	47
4.2.3	Příslušenství .....	47



<b>4.3</b>	<b>Rekognoskace terénu .....</b>	<b>47</b>
<b>4.4</b>	<b>Metodika měření .....</b>	<b>49</b>
4.4.1	Postup centrace a horizontce TS .....	49
4.4.2	Princip trojpodstavcové soupravy .....	50
<b>4.5</b>	<b>Ověření výšky počátečního bodu .....</b>	<b>50</b>
<b>4.6</b>	<b>Měření pořadu.....</b>	<b>52</b>
<b>4.7</b>	<b>Vyrovnání výškového pořadu .....</b>	<b>55</b>
<b>4.8</b>	<b>Měření výšky Blanické rozhledny .....</b>	<b>56</b>
<b>5</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>64</b>
7.1	Literární zdroje .....	64
7.2	Internetové zdroje .....	65
<b>8</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>66</b>
8.1	Seznam obrázků .....	66
8.2	Seznam tabulek .....	67
8.3	Přílohy .....	67

# 1 ÚVOD

Odvětví měření výšek je jedním ze základních pilířů vědního oboru Geodézie. Nejen měření délek, úhlů, směrů a z nich určovaných polohových souřadnic bodů, ale právě třetí dimenze v podobě měření výšek nám umožňuje zkoumání tvaru či rozměru zemského tělesa a jeho povrchu. Odtud je už jen krůček k využívání geodetických postupů a prací v ostatních oborech, se kterými se dnes a denně setkáváme.

Tato práce se ve své úvodní části zabývá všeobecným představením odvětví výšek od úplného základu v podobě definice výšky, přes výškové geodetické základy a náhled do historie měření výšek až po představení současných postupů měření výšek s ohledem na jejich přesnost a využitelnost.

V druhé části je popsáno praktické využití jedné z metod měření výšek, a sice trigonometrické nivelace, na konkrétní lokalitě.

## 2 CÍLE PRÁCE

Primárním cílem této práce je využití metody trigonometrické nivelace pro určení nadmořské výšky vrcholu hory Blaník. Dále změření výšky rozhledny na vrcholu Blaníka. Mimo to chci ale také poskytnout náhled na efektivnost, přesnost a využitelnost ostatních uvedených metod měření výšek při případném použití na konkrétní lokalitě Velkého Blaníka.

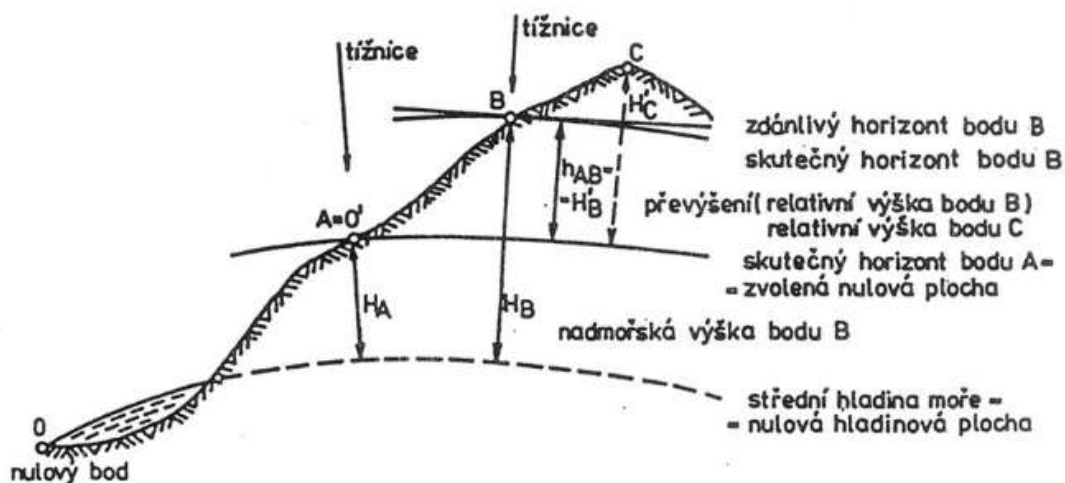
## 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1 Teorie výšek

Výška je geodetický pojem rovnocenný polohovým souřadnicím bodu. Chceme-li určit výšku bodu na zemském povrchu, musíme zvolit vztaznou plochu a definovat výškovou polohu nad touto plochou (ZEMAN A., 2008). Výška libovolného bodu A značená  $H_A$  je svislá vzdálenost, lépe řečeno je to vzdálenost ve směru siločar tíhového pole Země, zkráceně tížnic. Tížnice jsou myšlené čáry představující tíhové pole a směr tíhového zrychlení  $g$ , které není konstantní, ale přibývá od rovniku k pólům. Výška bodu A je tedy vzdálenost mezi skutečným bodem a jeho průmětem  $A_0$  na zvolené referenční ploše podél tížnic (obr. 1) (BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004). Výšky obecně dělíme na:

- absolutní nadmořské výšky,
- relativní výšky.

Absolutní výška je vzdálenost bodu od nulové hladinové plochy totožné se střední hladinou moře měřená podél tížnic. Oproti tomu relativní výška je vzdálenost bodu od jiné hladinové plochy než nulové měřená podél svislice (ZEMAN A., 2008).



Obr. 1 Výšky (ŠVEC M. A KOL., 2000)

Při určování výšek musíme zvolit nulovou referenční plochu, ke které bude výška měřena. Pro potřeby nižší geodézie stačí zvolit plochu kulovou, procházející nulovým výškovým bodem na střední hladině moře. Zvolíme-li jako hladinovou plochu Geoid, potom vzdálenost skutečného bodu a jeho průmětu na povrchu geoidu je tzv. „pravá ortometrická výška“. Další hladinovou plochou může být rotační



Využívá k tomu čtvercové desky ABGD s délkou strany jeden loket (obr. 2). Jedná se o délkovou jednotku s přesným názvem černý loket. Byla v té době používána téměř ve všech arabských měření. Při přepočtu na metrickou míru má délku 0,4932m. Čtverec je opatřen průhledy podél strany BG a alhidádou, která se otáčí kolem bodu D. Strana AB a měřítko u bodu G, na kterém je měřena vzdálenost mezi bodem G a průmětem bodu D do shodné roviny, jsou opatřeny stejnou stupnicí. Hranou čtverce BG se zaměří na vrchol objektu-tělesa, jehož výška je určována. Přístroj se upevní a na vrchol se zaměří i alhidáda. Tím vzniknou dva páry podobných trojúhelníků

$$\Delta DAT \sim \Delta EGD$$

$$\Delta GHD \sim \Delta EZG$$

Z podobnosti trojúhelníků vyplývá:

$$GE = \frac{AD * GD}{AT}$$

$$EZ = \frac{GH * GE}{GD}$$

Po dosazení GE do druhé rovnice dostaneme:

$$EZ = \frac{GH * AD}{AT}$$

Z vědomosti, že délka strany AD je rovna délce jednoho lokte, pak platí:

$$EZ = \frac{GH}{AT} \text{ [v loktech]}$$

Výška horského vrcholu h, totožná v tomto případě se stranou trojúhelníka EZ, je rovna poměru úseků GH a AT přečtených na stupnici příslušných měřítek (HONL I., PROCHÁZKA E., 1992).

**Alhidáda**, původ slova vychází z arabského *al-idhádah*, v překladu pravítko. Je otočnou součástí úhломěrných a nivelačních přístrojů, je opatřena odečítacím, zaměřovacím a urovnávacím zařízením, popřípadě doplněna svislým kruhem nebo buzolou. Na starších a jednodušších astronomických přístrojích, jako je astroláb, je to otočné pravítko s průzory, které umožňuje na kruhovém segmentu se stupnicí odečítat úhlové hodnoty (KVASIL B. A KOL., 1984).

### 3.2.2 Jakobova hůl



Mezi nejstarší a nejjednodušší přístroje k určování výšek, pomocí měření úhlů v libovolné rovině, patří tzv. Jakobova hůl (obr. 3). Zcela běžná středověká měřická pomůcka zvaná latinsky baculus Jacob nebo baculus geometricus byla využívána v zeměměřičtví, astronomii ale i při námořních plavbách (HONL I., PROCHÁZKA E., 1992). Jakobova hůl se skládá z podélné tyče AB dlouhé až jeden a půl metru a opatřené měřítkem. Na hlavní holi je posuvná kolmá příčka CD. Měření se provádí tak, že měřič drží jednou rukou tyč AB a druhou posunuje příčnou tyč CD tak dlouho, až oko přiložené k bodu A vidí koncové body CD splývat se zaměřovaným předmětem (např. se Sluncem) při měření výšky slunce nad obzorem nebo s vrcholem a patou stavby, při zaměřování výšky objektu (PUDR J., 1959).

Obr. 3 Jakobova hůl (PUDR J., 1959)

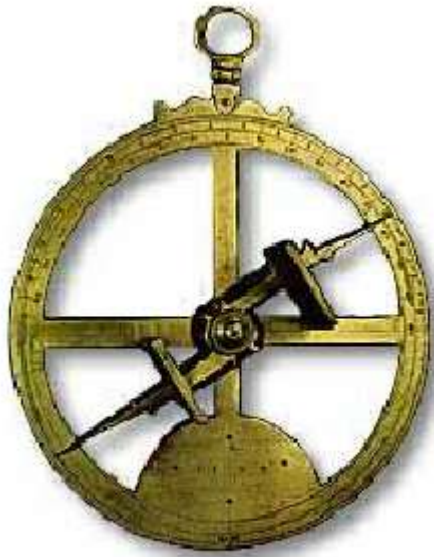
Pro úhel alfa platí:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{DE}{AE}$$

Jakobovu hůl vynalezl nejspíše kolem roku 1342 jistý Levi Ben Gerson, jenž byl matematik a astronom. Přesnost měření úhlů pomocí Jakobovi hole dosahuje odchylky mezi několika desítkami úhlových minut až 1,5 stupně. Záleží na zkušenostech a přesnosti měřiče (HONL I., PROCHÁZKA E., 1992).

### 3.2.3 Astroláb

Astrolabium, z řeckého lapač hvězd, česky hvězdojem, původně přístroj pro astronomické měření, teprve ve středověku a dále v novověku našel uplatnění i



Obr. 4 Astroláb (URL 1)

busola k posouzení horizontální polohy limbu. Přístroj byl buď zavěšen vertikálně, nebo upevněn ve speciálním nástavci pomocí ložisek. Některé přístroje byly složeny ze dvou na sebe navzájem kolmých kruhů, aby bylo možné měřit současně horizontální i vertikální úhly. Některé astroláby obsahují zjednodušenou mapu hvězdné oblohy a dá se s nimi určovat poloha kosmických těles, zeměpisné souřadnice, místní čas a také počítat některé geometrické úlohy. Princip spočívá v zacílení pevného pravítka například na horizont a pohyblivé alhidády na polohu hvězdy. Výškový úhel poté přečteme na kruhu (PUDR J., 1959).

v geometrii. Astroláb byl nástupcem po Jakobově holi na poli úhlového měření v astronomii a námořnictví. Patří k nejstarším úhloměrným strojům, i přesto byl využíván ještě koncem první poloviny 19. století. První astroláby měly půlkruhy o průměru 10 až 50 cm, později měly plné kruhy jako na obr. 4. Ve středu kruhu je otočné alhidádové pravítko se dvěma průhledítky pro měření. Dále zabezpečovací pravítko s průhledítky ve směru  $0^\circ - 180^\circ$ , sloužící k zabezpečení jednoho ramene měřeného úhlu. Ve středu alhidády je

### 3.3 Výškové systémy

Výškový systém, jak už název napovídá, je systém, v kterém se měří výšky. Vždy je jednoznačně určen těmito základními parametry:

- výškovým bodovým polem,
- střední hladinou moře,
- druhem výšek (způsob jak vnímáme tíhové pole),
- způsobem vyrovnání (BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004).

Historii výškových systémů lze na našem území dělit dle časové osy na tři úseky. Výškové systémy před rokem 1918, mezi léty 1918 - 1945 a po roce 1945 (VYKUTIL J., 1982).

### 3.3.1 Výškové systémy před rokem 1918

Souvislé nivelační práce na území Evropy byly zahájeny v roce 1867. V bývalém Rakousko-Uhersku zaměřil základní nivelační síť, tedy nivelační síť I. řádu, Vojenský zeměpisný ústav ve Vídni mezi léty 1872 – 1896. Základním bodem, který určil jistý Dr. Farolfilm v roce 1875, a který sloužil jako výchozí pro náš a Slovenský základní bod v Lišově a ve Strečnu, byl bod na břehu Jaderského moře, přesněji v Terstu. Dr. Farolfilm zde celý rok měřil střední hladinu moře. Stabilizovaný bod měl hodnotu + 3,352m. Od tohoto bodu, pak byly zaměřeny nivelační pořady po celém území Rakouska-Uherska. Na našem území, tak bylo ze základních bodů v Lišově a Strečnu spolehlivě stabilizováno 878 nivelačních bodů. Po vyrovnání se Rakousko-Uherská nivelační síť I. řádu rozdělila na tři části, tím vznikly na našem státním území první dva výškové systémy:

- *Jaderský výškový systém-Lišov* se základním bodem u Lišova, který měl výšku 565,1483 m nad střední hladinou Jaderského moře,
- *Jaderský výškový systém-Strečno* (VYKUTIL J., 1982).

### 3.3.2 Výškové systémy mezi léty 1918-1945

Po vzniku Československé republiky zůstalo z původních 878 na našem území jen asi 670 stabilizovaných bodů rakouské nivelace I. řádu. To bylo velmi málo jako základ pro výšková měření. Z naléhavosti rozvoje nového státu se začaly doplňovat nové body do stávajících dvou systémů. Při výpočtu nových bodů se vycházelo ze základního bodu Lišov a na slovenské straně z bodu Strečno. Ale prokázalo se, že základní bod ve Strečnu poklesl a tak začaly vznikat rozdíly mezi výškami měřených bodů na hranici Moravy a Slovenska. V roce 1939 při okupaci bylo ze strany Německa nařízeno přejít na výškový systém Severního moře. Střední hladina byla určena v Amsterdamu a základním výchozím bodem tohoto systému byl tzv. Normální nulový bod (Normal-Null, NN). Ten se nacházel na hvězdárně v Potsdamu a jeho výška byla 37 m nad střední hladinou Severního moře. Propojení stávajících bodů a nově měřených nivelačních bodů bylo provedeno přepočtem

$$V_{NN} = V_j - 248,6 \text{ mm.}$$

Výškový systém NN byl hned po osvobození v roce 1945 zrušen (VYKUTIL J., 1982).



### 3.3.3 Výškové systémy po roce 1945

Téměř v zápětí po osvobození byla vybudována Československá jednotná nivelační síť (ČSJNS). Zahrnovala současnou nivelační síť I. řádu a nově měřené body. ČSJNS byla zaměřena metodou velmi přesné nivelace a po roce 1957 obsahovala víc než 70 000 bodů a přes 30 000 km nivelačních pořadů. Po vyrovnání celé sítě, jak české tak slovenské části, vznikl výškový systém *Jadranský-ČSJNS*. V letech 1949-1956 byla ČSJNS spojena s okolními socialistickými státy a pro potřeby jednotného mapování byly výšky bodů ČSJNS převedeny do přibližného Baltského systému výšek s označením B-68.

$$V_{B-68} = V_j - 0,68 \text{ m}$$

V roce 1955 byl zaveden prozatímní výškový systém s označením B-46.

$$V_{B-46} = V_j - 0,46 \text{ m}$$

Tento rozdíl ve výškách byl určen na shodném bodě naší a sovětské nivelační sítě v Čierné nad Tisou. V roce 1957 byla naše nivelační síť spolu s ostatními sítěmi evropských socialistických států vyrovnána podle západní části SSSR. Základním výškovým bodem je nula v Kronštadt. Tím vznikl *Baltský výškový systém po vyrovnání (Bpv)*. Výškový systém Bpv se od toho jaderského na konkrétním bodě v Lišově liší o 388,6 mm. Výšky ostatních nivelačních bodů jsou menší oproti jaderskému systému o 350 – 420 mm (VYKUTIL J., 1982).

Od 1.1.2000 je pro veškerá výšková měření přípustný pouze výškový systém Bpv (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008).

## 3.4 Geodetické základy

Každé měření většího rozsahu se musí opírat o předem vybudovanou základní síť bodů. Těmto sítím říkáme geodetické základy. Nacházejí se na celém území ČR a dělíme je následovně:

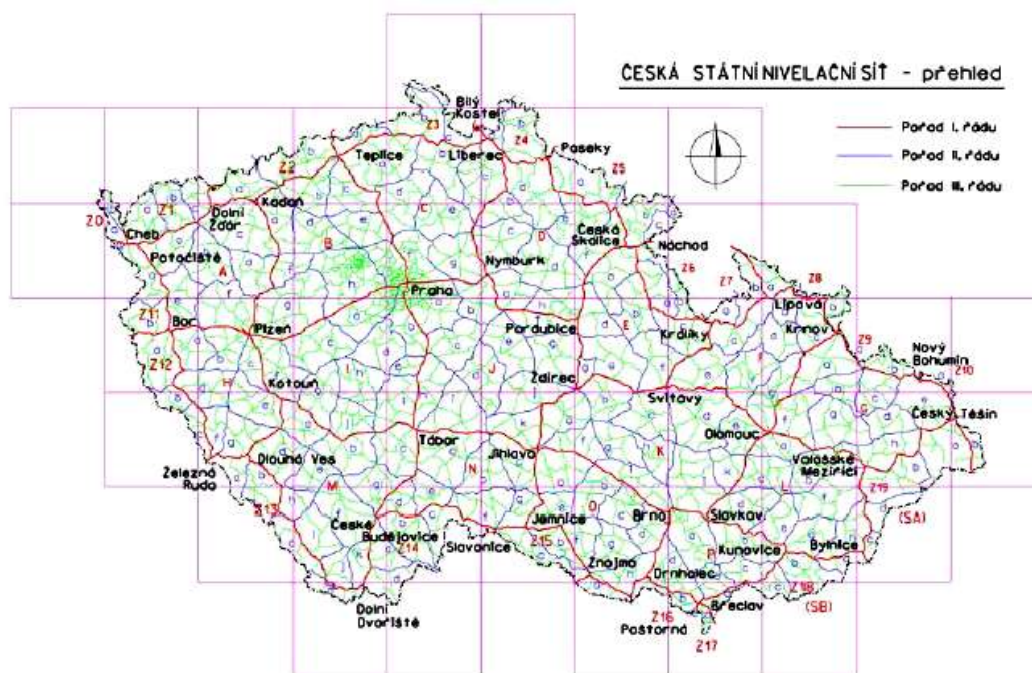
- polohové bodové pole,
- výškové bodové pole,
- tíhové bodové pole,
- geodynamické bodové pole (nejnovější bodové pole vytvořené metodou GPS),

- CZEPOS (česká síť permanentních stanic pro určování polohy), (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008).

### 3.4.1 Výškové bodové pole

Výškové bodové pole tvoří tzv. českou státní nivelační síť (dále jen ČSNS). Výšky bodů ČSNS jsou vztaženy k referenční nulové ploše kvazigeoidu a nazýváme je normálními výškami (podle Moloděnského). Jsou produktem nivelačních a tíhových měření na zemském povrchu. Výchozím bodem výšek je nula kronšadtského vodočtu. Jsou tedy vyrovnány ve výškovém systému Bpv. Výškové bodové pole se dále dělí:

- základní výškové bodové pole (ZVBP), zahrnující:
  - základní nivelační body (ZNB),
  - body ČSNS I. řádu,
  - body ČSNS II. řádu,
  - body ČSNS III. řádu,
- podrobné výškové bodové pole (PVBP), zahrnující:
  - body ČSNS IV. řádu,
  - plošné nivelační sítě (PNS),
  - stabilizované body technických nivelací (CIMBÁLNIK M. A KOL., 2007).

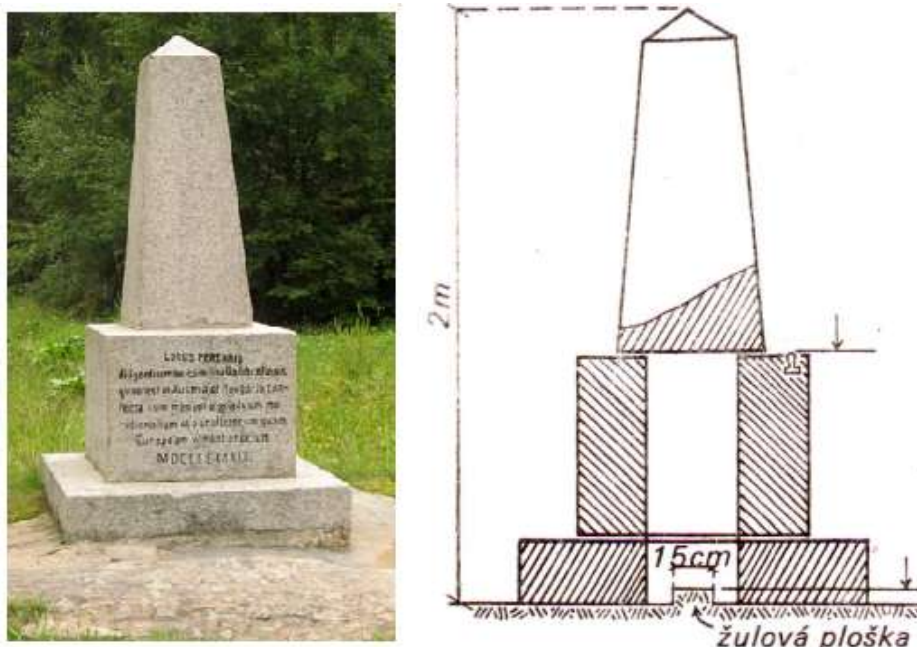


Obr. 5 Mapa ČSNS I. až III. řádu (SCHENK J., 2004)

V databázi bodových polí (DBP) z území ČR se v současné době nachází 12 ZNB, 16 134 bodů I. řádu ČSNS, 19 741 bodů II. řádu ČSNS a 47 714 bodů III. řádu ČSNS. Od roku 2006 jsou přidávány do databáze také body PVBP, které slouží všeobecně jako body zhušťovací (URL 2). PNS se budují podle účelu zpravidla na menších územních celcích, na území jedné nebo více obcí. Označují se zkratkou a názvem obce např. PNS Kladno. Dále se můžeme setkat se zvláštními nivelačními sítěmi (ZNS). Budují se jako sítě zhušťovací převážně v oblastech realizace velkých technických projektů, v poddolovaných územích atd. (CIMBÁLNÍK M. A KOL., 2007). Podrobnější informace o jednotlivých bodech výškového bodového pole, ale i ostatních polí geodetických základů najdeme na adrese <http://bodovapole.cuzk.cz>

### 3.4.2 Základní nivelační body

Základních nivelačních bodů, jak už bylo výše zmíněno, se na území České republiky nachází 12. Slouží k zajištění ČSNS. Lokality jejich umístění byly vybrány na základě geologických posudků, tak aby se nacházely v geologicky co možná nejklidnějších oblastech a neohrožil jejich posun či propad. Body jsou stabilizované v neporušených skalních výchozech a chráněny jsou pomníkem (viz. obr. 6).



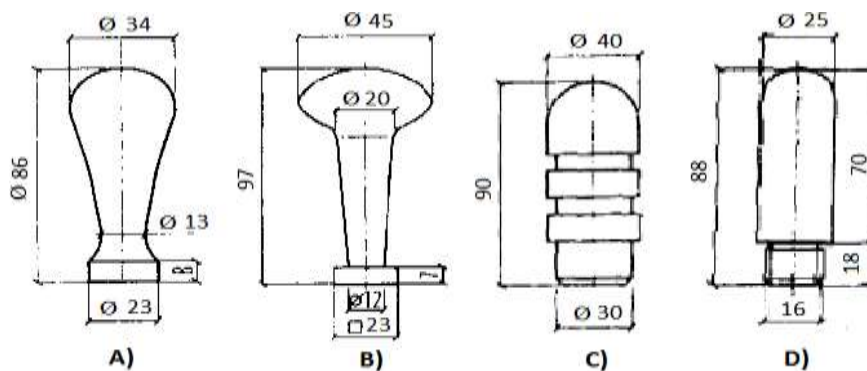
Obr. 6 Základní nivelační bod ZNB-Lišov (zdroj: vlevo URL 3, vpravo VYKUTIL J., 1982)

Nejvýznamnější z těchto 12 bodů je ZNB I. Lišov. Ten byl na našem území stabilizován vůbec jako první nivelační bod již v roce 1889 při budování první nivelační sítě I. řádu. Přirozenou výškovou značkou je vyhlazená vyvýšená ploška o rozměrech 15 x 15 cm na rostlé skále. Značka je zakryta dvoumetrovým pomníkem a zajištěna dalšími čtyřmi stabilizovanými body v okolí. Jeden je volně přístupný pro běžná měření a zbylé tři jsou zakryty žulovými deskami v úrovni terénu. Výškový bod v Lišově byl zaměřen nivelačním pořadem z nulového bodu na pobřeží Jadranského moře. Při jeho stabilizaci ve výškovém systému Jadran měl výšku 565,0736 m n. m. (VYKUTIL J., 1982). V současném výškovém systému Bpv má základní nivelační bod Lišov výšku 564,7597 m n.m. Ostatními body jsou: II. ZNB-Mrač, III. ZNB-Vrbatův Kostelec, IV. ZNB-Vlaské, V. ZNB-Želešice, VI. ZNB-Chrastava (nový od roku 2006, původní VI. ZNB-Svárov musel být zrušen, kvůli výstavbě rychlostní komunikace), VII. ZNB-Žírovice, VIII. ZNB-Teplice, IX. ZNB-Železná Ruda, X. ZNB-Bojkovice, XI. ZNB-Krnov a poslední XII. ZNB-Pecný (URL 4).

### 3.4.3 Stabilizace nivelačních bodů

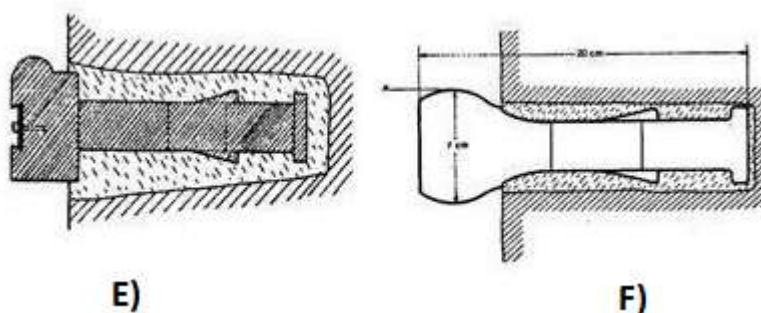
Všechny body ČSNS jsou stabilizovány nivelačními značkami. Nivelační značka musí mít takový tvar, aby bylo možné jednoznačně určit bod, ke kterému se nadmořská výška vztahuje (ZEMAN A., 2008). Stabilizace výškových bodů může být přirozená jako v případě ZNB ,vyhlazená vodorovná skalní ploška rozměrů 10x10 či 15x15, nebo umělá z kovů a slitin nepodléhajících korozi, temperovaná litina, mosaz ocel atd. (BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004).

Dnes se pro stabilizaci všech bodů VBP I.-IV. řádu i PNS používají značky následujících typů (viz obr. 7 a 8).



Obr. 7 Typy hřebových značek (URL 5)

**Hřebová značka** (obr. 7A) se osazuje shora do vodorovné plochy skal, balvanů, vybraných staveb nebo do horní plochy nivelačního kamene (ZEMAN A., 2008). Nivelačních kamenů se užívá pro stabilizaci značky v místech, kde nejsou vhodné přirozené ani umělé stavební objekty. Jedná se o žulový kvádr 25x25x100 cm umístěný v hloubce 1 metru na betonové desce obetonovaný více jak z ½ pro zajištění stability (BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004). **Hřebová značka** (obr. 7B) je osazena shora do vodorovné plochy nebo ze strany do svislé plochy skal a vybraných staveb. **Hřebová značka pro hloubkové stabilizace** (obr. 7C) je stabilizovaná na dně vrtu v hloubce mezi 4 až 15 m. Hloubková stabilizace se užívá tam, kde je potřeba vysoce kvalitní stabilizace a pevné podloží je zároveň v hloubce víc jak dvou metrů. **Hřebová značka pro tyčovou stabilizaci** (obr. 7D), tento typ stabilizace bodu se provádí ze stejných důvodů jako předchozí hloubková stabilizace, liší se však tím, že nivelační značka není stabilizována na dně vrtu, ale je napojena na soustavě ocelových tyčí o průměru 25 mm a značka se tak nachází jen pár desítek cm pod povrchem. Další jsou značky čepové (viz obr. 8).



Obr. 8 čepové nivelační značky (URL 6)

**Čepová značka s označením "Státní nivelace"** (obr. 8E) se využívá pro nivelační body ZVBP, osazuje se do stěn vybraných staveb, vhodných objektů. **Čepová značka bez označení** pro PVBP (obr. 8F) se osazuje ze strany do vhodných objektů jako mostní pilíře, staré podsklepené budovy, skalní stěny a v neposlední řadě také nivelační kameny (ZEMAN A., 2008). Základním pravidlem pro osazování nivelačních značek je dostatek prostoru nad značkou, tak aby bylo možné postavit na bod nivelační lať. Nivelační body volně v krajině jsou signalizovány červenobílými tyčemi pro snadné nalezení a jsou opatřeny cedulkou s nápisy „Státní nivelace poškození se trestá“ (BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004).

### **3.5 Blaník**

Mluvíme-li o Blaníku, máme jistě na mysli Velký Blaník, skalní masiv však tvoří dva vrcholy. Tím druhým je Malý Blaník. Komplex obou vrcholů utváří jedinečný krajinný ráz celé podblanické oblasti. Velký Blaník s nadmořskou výškou 638 m a Malý Blaník s výškou 564 m jsou nepřehlédnutelnými dominantami.

#### **3.5.1 Historický význam**

Archeologický průzkum z roku 1940 prokázal, že vrchol Velkého Blaníka byl osídlen již v době železné, tj. asi 400 let př. n. l. Kamenné valy sídliště jsou dobře patrné na Blaníku dodnes. V díle „Staré letopisy české“ vzniklém kolem roku 1402 se objevuje zmínka o existenci středověkého hradu na Blaníku. Tuto skutečnost potvrdil až v roce 1961 Pavel Radoměřský, který objevil základy hradu, ne však na Velkém Blaníku, jak se předpokládalo, ale na sousedním Malém Blaníku. V roce 1672 byla vybudována na Malém Blaníku Adamem z Říčan kaple sloužící jako poutní místo, a její torzo tam nalezneme i dnes. Svou významnost dokazuje Blaník také tím, že v roce 1868 zde byl vylomen a opracován kámen, který se nachází v základech národního divadla. Takovýchto kamenů bylo tehdy použito několik a to z různých koutů naší vlasti (POUZAR J., 1996).

#### **3.5.2 Příroda na Blaníku**

Celý masiv Blaníků tvoří podstatnou část stejnojmenné chráněné krajinné oblasti. Ta byla zákonem vyhlášena v roce 1981. Se svojí rozlohou 4057 ha je označena za nejmenší CHKO v České republice. Oba Vrcholy jsou současně prohlášeny za přírodní rezervaci od roku 1992 (RACKOVÁ L., 2001).

Horninové podloží Velkého Blaníka je tvořeno především kyselou blanickou ortorulou. Skalní podloží často vystupuje k povrchu v podobě skalních výchozů a kamenných moří. Při výstupu na vrchol procházíme několika typy lesních porostů. V nižších polohách nalezneme porosty dubohabřin, naproti tomu na vrcholu nalezneme buky lehce obohacené o jedli bělokorou a smrk ztepilý. V celé CHKO se vyskytuje mnoho zástupců z rostlinné říše hub a všeobecně bohaté bylinné patro.

Z hlediska fauny je zde významně zastoupena skupina bezobratlých s několika vzácnými druhy a pak také ptactvo. Na Blaníku hnízdí např. holub doupňák nebo výr velký (KOVAŘÍK V., PEŠOUT P., 2000).

### 3.5.3 Legendy

Blanický masiv je mimo jiné horou bájnou. Pověstí, ať už o Velkém či Malém Blaníku, bylo sepsáno a vyprávěno mnoho. Pověstí pocházejí z různých dob a jsou ovlivněné různými událostmi. Mezi nejčastější patří např. Sibylino proroctví, pověst O vozkovi, či proroctví slepého mládence, z něhož je následující úryvek:

*„Na temeni Blaníka zříš ve stínu buků, jedlí a smrků pradávne kamenné hradby, většinou sesuté. Mechem a křovím zarůstají; po dřevěném hradě, jehož chránili, není dnes ani památka. Ale pod hradbami, v hoře samé dřímají ozbrojení rytíři, „svatováclavské vojsko“ dřímají a čekají, až nastane den, kdy bude potřeba jejich pomoci, až budou do boje povoláni,“ (JIRÁSEK A., 1995).*

Proroctví popisuje dobu, kdy bude Českému národu nejhůře, blaničtí rytíři vyjedou z hory a porazí všechny nepřátele. V Čechách pak zavládne mír.

### 3.5.4 Rozhledna

Jako první stavba byl v roce 1835 na vrcholu Velkého Blaníka postaven triangulační jehlanec signalizující trigonometrický bod v rámci měření katastrální triangulace a budování triangulačních sítí I., II. a III. řádu. Na jeho místě nechal v roce 1895 kardinál František hrabě Schónborn postavit první blanickou rozhlednu, která dále sloužila jako signalizace triangulačního bodu (POHORECKÝ V., 2005).

V roce 1914 byla na Blaníku postavena nová rozhledna. Nechal ji postavit pražský arcibiskup Lev Skrbenský z Hříště. (obr. 9 vlevo). Byla to přibližně 20 metrů vysoká věž, dřevěné konstrukce. Rozhledna neměla plášť, byla tak otevřena vnějším vlivům. Dalo se na ni vystoupat jen po žebřících. Tato rozhledna byla již v polovině 30. let 20. stol. v tak havarijním stavu, že na ni byl výstup zakázán a v roce 1936 se zřítily. Během dalších let vzniklo hned několik návrhů na to, co vybudovat na Blaníku. Objevily se snahy vybudovat na vrcholu kapli, či pomník k počtě svatého Václava. Dalším zajímavým projektem měl být tzv. blanický památník, snaha o něj se objevila po vzniku samostatného československého státu na počest československých legií. Vzniklo dokonce několik návrhů zamýšleného pomníku od, v té době, předních architektů. Ani k realizaci tohoto projektu nikdy nedošlo (URL 7).





Obr. 9 Blanická rozhledna v roce 1914 (zdroj: URL 7) a dnes (zdroj: vlastní)

Návrh na stavbu nové a zatím poslední rozhledny na Blaníku připravil klub českých turistů v roce 1939. Návrh zhotovil Ing. Arch. Alexander Hanuš a postavena byla v roce 1941 (obr. 9 vpravo). Rozhledna má tvar Husitské hlásky, je opláštěná dřevěným šindelem a vysoká je 30 metrů. Přesto, že rozhledna svým návrhem je ojedinělá a nenajdeme druhou takovou, podle návrhu architekta Hanuše není dokončena, chybí jí zvonice nad vstupem (URL 7).

### 3.6 Metody měření výšek

Výšky bodů a převýšení můžeme měřit a určovat několika různými způsoby. Při volbě metody měření vycházíme nejčastěji z požadované přesnosti, ale také efektivnosti. Mezi nejčastěji využívané v geodézii řadíme tyto:

- Geometrická nivelace,
- Hydrostatická nivelace,
- Trigonometrické metody,
- Družicová měření (GPS) (VITÁSEK J., NEVOSÁD Z., 2004).

Poněkud starší, méně přesnou alternativou měření převýšení je pak metoda

- Barometrická.

#### 3.6.1 Geometrická nivelace

Pomocí nivelace neměříme přímo výšky. Podstata metody spočívá v měření převýšení rozdílu výšek dvou bodů A a B od zvoleného horizontu realizovaného

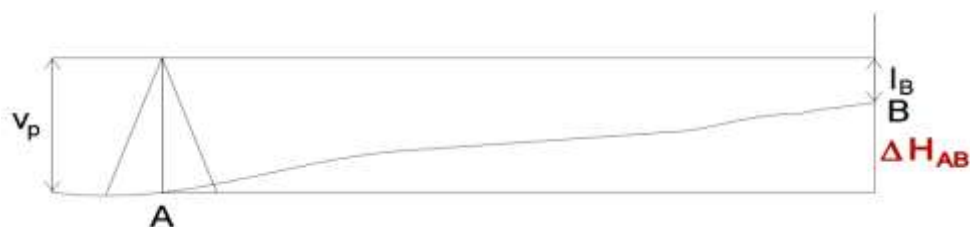


vodorovnou rovinou. Rovinu horizontu nám udává urovnaný dalekohled nivelačního přístroje (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008).

### 3.6.1.1 Metody nivelace

Existují dvě základní metody geometrické nivelace, lišící se v postupu provedení měření. Jedná se o geometrickou nivelaci vpřed a geometrickou nivelaci ze středu.

**Geometrická nivelace vpřed** se provádí tak, že na bod A postavíme nivelační přístroj a připravíme ho k měření. Na druhý bod, bod B, postavíme nivelační lať. Změříme výšku přístroje (výška horizontu stroje)  $v_p$  a na lati přečteme laťový úsek  $l_B$  (obr. 10).



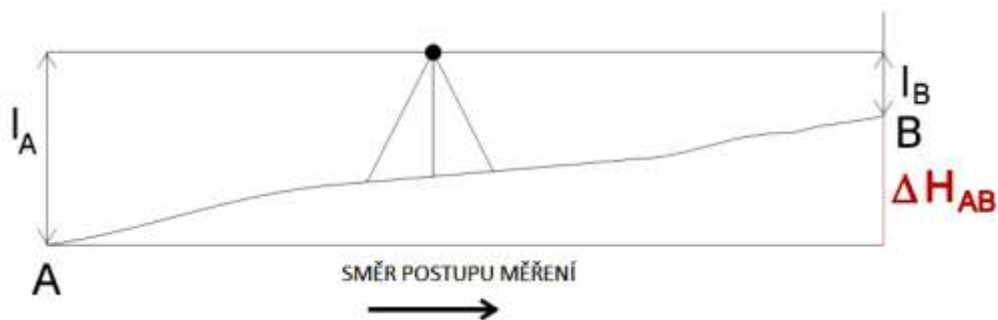
Obr. 10 Geometrická nivelace vpřed (URL 8)

Výsledné převýšení vypočteme ze vztahu:

$$\Delta H_{AB} = v_p - l_B$$

Měříme-li převýšení na velkou vzdálenost, nebo při velkých převýšení, musíme vzdálenost rozdělit na několik kratších úseků a měření v každém z nich opakovat. Přístroj postupně stavíme na bod, kde při předchozím měření stála lať, a lať postavíme na bod následující ve směru měření. Výsledné převýšení je součet dílčích naměřených převýšení (URL 8). Tato metoda se prakticky nepoužívá, důvodem je pracnost, nutnost stabilizace všech bodů, měření výšky přístroje na každém bodu a nižší přesnost (BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004).

**Geometrická nivelace ze středu** je nejpřesnější, nejužívanější a nejjednodušší nivelační metoda. Oproti nivelaci vpřed se liší v tom, že na obou bodech, jejichž převýšení určujeme, jsou postaveny nivelační latě. Nivelační přístroj postavíme přibližně doprostřed mezi oba body. Záměrná přímka urovnaného přístroje vytne na latích laťové úseky  $l_A$  označený jako čtení vzad (z) a  $l_B$  označený jako čtení vpřed (p), (obr. 11).



Obr. 11 Geometrická nivelace ze středu (URL 8)

Převýšení sestavy vypočteme ze vztahu:

$$\Delta H_{AB} = l_A - l_B = z - p$$

Převýšení v celém oddílu:

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = \Delta H_{A,1} + \Delta H_{1,2} + \dots + \Delta H_{n,B}$$

Stanovisko nivelačního přístroje a dvojice okolních bodů s nivelačními latěmi tvoří nivelační sestavu. Nivelační sestava je základním prvkem nivelace. Při měření na větší vzdálenost, nebo při velkém převýšení, musíme měření několikrát opakovat a klást tak jednu nivelační sestavu za druhou. Soubor nivelačních sestav mezi počátečním a koncovým bodem utváří tzv. nivelační oddíl. Postup měření probíhá tak, že přístroj postavíme do středu první nivelační sestavy a odečteme nejprve čtení vzad na lati na bodě A a následně čtení vpřed na lati na tzv. přestavovém bodě. Poté přemístíme lat' z bodu A na druhý přestavový bod a nivelační přístroj postavíme opět doprostřed druhé sestavy. Lat' na prvním přestavovém bodě už jen natočíme do směru měření, abychom mohli odečítat. Tímto způsobem pokračujeme, až na konec oddílu. Latě na přestavových bodech stavíme na nivelační podložky. Je třeba dbát zvýšené opatrnosti, aby se podložka při manipulaci s latí (otáčení při měření vedlejší niv. sestavy) nepohnula. Několik za sebou následujících oddílů vytváří nivelační pořad (URL 8).

Nivelační pořad může být „vložený“, tento typ začíná a končí na známých bodech. „Uzavřený“ začíná a končí na stejném bodě. „Volný“ začíná na známém bodě a končí na bodě, jehož výšku určujeme. Měříme-li některý z těchto pořadů, kde se jednotlivé body nacházejí v jedné linii za sebou, mluvíme o tzv. **pořadové nivelaci**. Pokud naopak chceme měřit výšku několika bodů rozprostřených libovolně na ploše, využijeme tzv. **plošnou nivelaci**. Základem plošné nivelace je také některý z výše uvedených liniových pořadů, k němu však navíc v každé nivelační sestavě

zaměřujeme ještě několik bodů bočními záměry. Tato metoda se využívá k určení výšek v plochém terénu s malým počtem překážek (ŠVEC M. A KOL. 2000).

### 3.6.1.2 Nivelační přístroje

Všechny nivelační přístroje mají společný princip, vytyčují vodorovnou záměru. Dnes je dělíme na základě konstrukčního provedení, a sice podle těchto pěti hledisek:

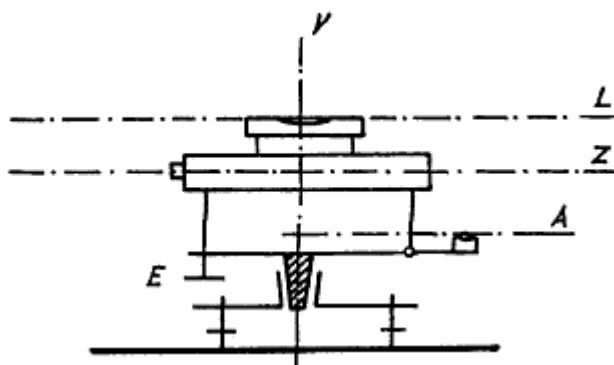
- Podle realizace vodorovné záměry (libelové a kompenzátorové)
- Podle zdroje světla (optické a laserové)
- Podle způsobu čtení (vizuální a automatické)
- Podle způsobu hrubého urovnání (kulová hlavice, stavěcí šrouby, klínové kotouče)
- Podle přesnosti na:
  - velmi přesné ( $m_o \leq 0,3$  mm),
  - přesné ( $0,3$  mm  $< m_o \leq 1,5$  mm),
  - technické ( $1,5$  mm  $< m_o \leq 5$  mm),

kde  $m_o$  je střední jednotková kilometrová chyba. Jedná se o nejčastěji užívanou charakteristiku přesnosti nivelace (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008).

V podstatě jsou pro měření v ČSNS vhodné všechny nivelační přístroje, které splňují tyto podmínky:

- nivelační přístroj má optický mikrometr umožňující čtení na lati se střední chybou  $< 0,1$  mm,
- střední chyba urovnání záměrné přímky  $< 2''$  (ZEMAN A., 2008),
- osa pomocné krabicové libely A je kolmá ke svislé ose přístroje V,
- vodorovná ryska záměrného kříže je kolmá ke svislé ose přístroje V,
- osa nivelační libely L je rovnoběžná se záměrnou přímkou (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008).

Pro ověření, zda přístroj splňuje tyto podmínky, jsou stanoveny postupy a zkoušky. Při zjištění nepřesností se některé vady dají odstranit přímo v terénu před měřením. Tzv. „polní zkouška nivelačního přístroje“, která odhaluje nepřesnosti v poslední podmínce, se doporučuje provádět před každým měřením.



Obr. 12 Osy nivelačního přístroje (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008)

### 3.6.1.3 Druhy nivelace

Geometrická nivelace ze středu se na základě požadované přesnosti měření dále dělí:

- technická nivelace (TN),
- přesná nivelace (PN),
- velmi přesná nivelace (VPN),
- zvlášť přesná nivelace (ZPN).

Tyto metody se neliší jen měřickým postupem, ale také požadovanými parametry na použité přístroje a pomůcky.

**Technická nivelace** je nejběžnější druh nivelace, který stačí pro většinu technických úloh. Není určena pro měření v nivelačních sítích I.-IV. řádu ani PNS (BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004). Nivelační přístroj musí splňovat střední kilometrovou chybu  $m_o \leq 5$  mm. Vypočteme ji pomocí vzorce

$$m_o = 0,5 * \sqrt{\frac{\rho^2}{r}},$$

kde  $\rho$  je rozdíl převýšení měřeného „tam“ a „zpět“ v mm a  $r$  je délka nivelačního pořadu v km.

Latě mohou být skládací, sklopné, teleskopické délky 2-4 m opatřeny krabicovou libelou. Délka jednotlivých záměr může dosahovat až 120 m v rovinném terénu, doporučeno je ale cca 60 m a rozdíl sousedních záměr by neměl přesáhnout 1-2 m. Vzdálenost stačí krokovat. Výška záměr na lati nad terénem nesmí klesnout

pod 30 cm. Mezní odchylka mezi naměřeným převýšením a skutečným převýšením se spočte podle vzorce

$$\Delta h = 40 \text{ mm} * \sqrt{r}$$

Nebo přesněji podle vzorce

$$\Delta h = 20 \text{ mm} * \sqrt{r},$$

kde  $r$  je délka nivelačního pořadu v km.

Naměřená odchylka  $\sigma$  v mm se poté úměrně rozpočítá mezi záměry vzad a celý pořad se tak vyrovná (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008).

**Přesná nivelace** se používá při určování výšek bodů v nivelačních pořadech III. a IV. řádu a v PNS. Každý pořad se vždy niveluje dvakrát, tam a zpět. Záměry se zaměřují pásmem s přesností na 0,1 m. Latě musí být celistvé a s půlcentimetrovou invarovou stupnicí, opatřeny libelou. Přístroj musí být vybaven optickým mikrometrem. Délka záměr má být max. 40 m a výška záměry na lati nad terénem nesmí klesnout pod 80 cm. U pořadu je nutné provést kontrolní měření, připojení na dva nejbližší body. Maximální přípustná odchylka mezi dvakrát měřeným převýšením tam a zpět se vypočte dle vzorce

$$\Delta_{\text{max}_{\text{mm}}} = 3\sqrt{R_{\text{km}}},$$

kde  $R$  je délka nivelačního oddílu v km. Výpočet pro ověřovací měření vypadá následovně

$$\Delta_{\text{max}_{\text{mm}}} = 2 \text{ mm} + 3\sqrt{R_{\text{km}}}$$

**Velmi přesná nivelace a zvláště přesná nivelace** se používá pro práce v nivelačních sítích I. a II. řádu a při speciálních technických měřeních, jako je sledování vertikálních pohybů zemské kůry, měření poklesů a posunů pilířů atd. Používají se nejpřesnější dostupné přístroje. Metoda měření se od PN příliš neliší, jen kritéria přesnosti jsou úměrně vyšší (BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004).

#### 3.6.1.4 Chyby při měření nivelace

Přesnost měření nivelace bývá zatížena chybami, jichž se dopouštíme. Tyto chyby dělíme následovně:

- hrubé chyby
- nevyhnutelné chyby
  - systematické chyby
  - nahodilé chyby

Hrubým chybám se dá vyhnout, jejich příčinou je člověk a jeho nepozornost, nepřesnost a únava. Dají se poměrně snadno odhalit v naměřených hodnotách. Systematické chyby jsou nebezpečné proto, že se opakují při každém čtení, mají stejnou hodnotu a znaménko. Výrazně ovlivňují výslednou hodnotu měření, bez toho aniž bychom něco poznali. Patří sem:

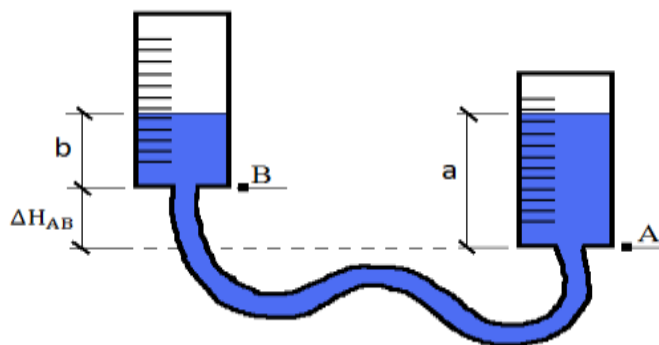
- chyba ze zanedbání rozdílu mezi skutečným a zdánlivým horizontem (u metody geometrické nivelace ze středu se eliminuje),
- chyba ze svislé složky refrakce (měříme vždy alespoň 30 cm nad terénem),
- chyba z nesprávné délky laťového metru,
- chyba z nesvislé polohy nivelační latě (v případě absence libely lze s latí mírně kývat ve směru měření a zapisovat vždy nejmenší čtenou hodnotu).

Mezi nahodilé chyby patří:

- chyba z nepřesného urovnání nivelační libely (eliminujeme pečlivým urovnáním),
- chyba ze změny výšky přístroje nebo latě (eliminujeme opatrností, plynulostí měření a soustředěním se),
- chyba ze čtení laťové stupnice (eliminujeme co nejpřesnějším odhadem mm na stupnici při měření TN za pomoci vizuálního čtení),
- chyba z nestejnoměrného dělení laťové stupnice (využíváme jen kvalitní certifikované latě) (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008).

#### 3.6.2 Hydrostatická nivelace

Tento typ nivelace je založen na principu využití fyzikálních vlastností kapaliny, umístěné ve dvou spojených nádobách, tvořících hydrostatickou soupravu. Dvě nádoby spojené hadicí umístíme na body, jejichž převýšení měříme (obr. 13).



Obr. 13 princip hydrostatické nivelace (zdroj: vlastní)

Pro kapalinu v klidu v hydrostatické soupravě platí Bernoulliho rovnice rovnováhy:

$$p_1 + \rho_1 * g * h_1 = p_2 + \rho_2 * g * h_2$$

Když  $p_1 = p_2$  a  $\rho_1 = \rho_2$ , pak výška hladin v obou nádobách tvoří společnou hladinovou plochu. K přesnému určení převýšení se měří hloubky hladin kapaliny.

Hledané převýšení se určí ze vzorcem:  $\Delta H_{AB} = a - b$

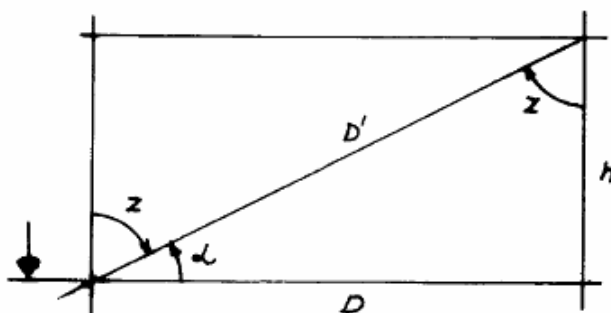
Přesnost měření je závislá na teplotě kapaliny a to hlavně v uzavřených koncích nádob. Střední chyba převýšení na délku hadice  $\approx 30$  m, je udávána kolem 0,05 mm. Existují různé typy hydrostatických souprav. Některé se zavěšují na speciální konzoly, jiné se staví rovnou na upravený terén. Využití hydrostatické nivelace je efektivní na malé vzdálenosti, a v uzavřených prostorech např. staveb. Přesto lze tímto způsobem nivelovat na poměrně velké vzdálenosti. Se vzdáleností roste náročnost na celou soupravu. Pro přesnost je potřeba vyloučit konstantu soupravy. To lze provést dvojím měřením. Při druhém měření se na měřených bodech prohodí nádoby a měření se zprůměruje (HAUF M. A KOL. 1989).

### 3.6.3 Trigonometrické metody

Trigonometrie je oblast matematiky, která pomocí goniometrických funkcí: sinus, kosinus, tangens a kotangens, řeší praktické úlohy o trojúhelnících. Trigonometrie je z řeckého trigonon – tři úhly a metro – měřit. Nejstarší poznatky o trigonometrii pocházejí z Egypta. První opravdové záznamy pocházejí od helénistického matematika Hipparchuse (150 př.n.l.), který vytvořil tabulku pro funkci sinus. K nám do Evropy se trigonometrie dostala hlavně zásluhou Arabů. O reformu se postaral arabský matematik Abu' l-Wafá. Kolem roku 980 zavedl

všech šest trigonometrických funkcí. Mimo čtyři základní ještě funkce kosekans a sekans (HONL I., PROCHÁZKA E., 1992).

Trigonometrická metoda určování výšek je základní metodou užívanou jak v mapování, tak pro různé geodetické práce v inženýrské geodézii. Její výhodou je rychlost měření a rychlost výpočtu převýšení (NEVOSÁD Z., VITÁSEK J., 2004). Princip metody je založen na řešení pravoúhlého trojúhelníka, kde měříme délku a úhel. Hledaná hodnota je velikost svislé odvěsny (obr. 14) (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008).



Obr. 14 Řešení pravoúhlého trojúhelníka (zdroj: CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008)

Hodnotu výšky či převýšení „h“ pak získáme jednoduchým výpočtem libovolného vzorce z těchto čtyř v závislosti na měřených hodnotách:

- $h = D * \operatorname{tg} \alpha$  (měřená vodorovná vzdálenost **D** a výškový úhel **α**)
- $h = D * \operatorname{cotg} z$  (měřená vodorovná vzdálenost **D** a zenitový úhel **z**)
- $h = D' * \sin \alpha$  (měřená šikmá vzdálenost **D'** a výškový úhel **α**)
- $h = D' * \cos z$  (měřená šikmá vzdálenost **D'** a zenitový úhel **z**)

Přesnost takto určené výšky či převýšení odpovídá přesnosti měření jednotlivých délek a úhlů. Pro měření je v dnešní době vhodné využít totální stanice s elektronickým dálkoměrem, která současně dokáže řešit tyto rovnice a uživateli tak poskytne hodnotu převýšení v reálném čase při měření v terénu (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008).

### 3.6.3.1 Základní typy trigonometrických měření

V praxi se užívají tři hlavní měřické a výpočetní varianty, jejich řešení se vzájemně prolínají a uplatňují v různých případech. Jedná se o:

- určení výšky nepřístupného bodu,

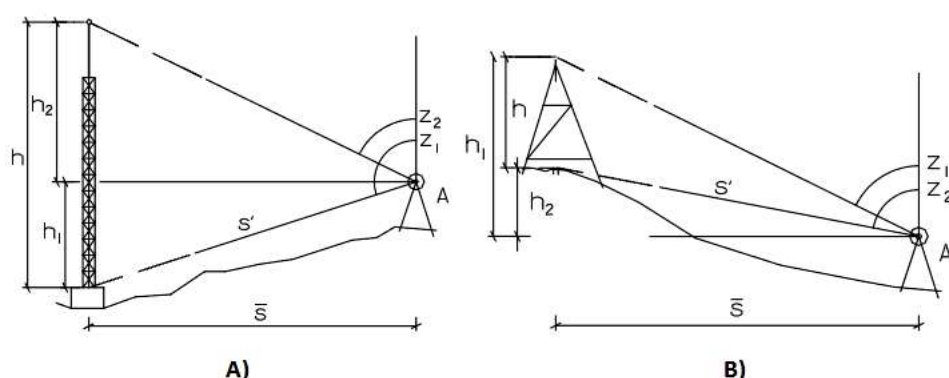


- určení výšky objektu,
- určení převýšení dvou bodů (NEVOSÁD Z., VITÁSEK J., 2004).

### Určení výšky nepřístupného bodu a objektu

V prvních dvou variantách: určení výšky nepřístupného bodu a určení výšky objektu se postupuje téměř analogicky a měření s následným výpočtem se odvíjí od konkrétní situace. Zpravidla mohou nastat tři situace.

**Situace 1.** – Měření výšky objektu kdy pata i vrchol leží přibližně na svislici a pata objektu je přístupná délkovému i úhlovému měření (viz obr. 15).



Obr. 15 Měření výšky objektu (NEVOSÁD Z., VITÁSEK J., 2004)

V tomto případě stačí změřit šikmou vzdálenost  $S'$  a zenitové úhly  $Z_1$  a  $Z_2$ . Výslednou výšku objektu  $h$  (obr. 15A) pak vypočteme následovně:

$$h = h_1 + h_2 = \frac{\bar{S}}{\operatorname{tg}(200^g - Z_1)} + \frac{\bar{S}}{\operatorname{tg} Z_2}$$

kde:  $\bar{S} = S' \cdot \sin(200^g - Z_1)$ .

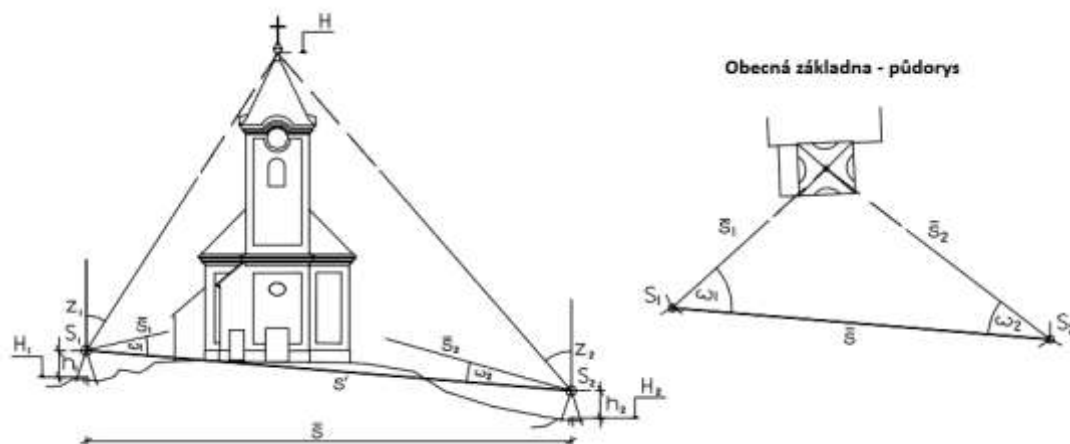
Výška objektu „ $h$ “ (obr. 15B) se vypočte:

$$h = h_1 - h_2 = \bar{S} \cdot \operatorname{cotg} Z_1 - \bar{S} \cdot \operatorname{cotg} Z_2 = \bar{S} \cdot (\operatorname{cotg} Z_1 - \operatorname{cotg} Z_2)$$

kde:  $\bar{S} = S' \cdot \sin Z_1$  (NEVOSÁD Z., VITÁSEK J., 2004).

Chceme-li znát pouze nadmořskou výšku nepřístupného bodu, v tomto případě výšku vrcholu objektu, určíme ji jako převýšení dvou bodů. K tomu potřebujeme znát nadmořskou výšku bodu, z kterého měříme (určená např. nivelačním pořadem). K této výšce přičteme výšku přístroje a převýšení vypočtené z naměřené šikmé vzdálenosti k patě objektu a zenitového úhlu měřeného k vrcholu objektu.

**Situace 2.** – Měření výšky nepřístupného bodu kdy není vrchol a z nějakého důvodu ani pata objektu přístupná délkovému měření. Lze měřit jen úhly. Úlohu řešíme metodou „obecné základny“. Zvolíme dvojici stanovisek  $S_1$  a  $S_2$ , které nám společně s nepřístupnou patou objektu vytvoří trojúhelník (viz obr. 16).



Obr. 16 Princip obecné základny (NEVOSÁD Z., VITÁSEK J., 2004)

Změříme vodorovnou vzdálenost  $\bar{S}$  mezi body  $S_1$  a  $S_2$ , vnitřní úhly  $\omega_1$  a  $\omega_2$ , zenitové úhly  $Z_1$  a  $Z_2$  a výšku stroje na stanovišti  $S_1$  a  $S_2$ . Pomocí sinové věty vypočteme vodorovnou vzdálenost  $\bar{S}_1$  nebo  $\bar{S}_2$

$$\bar{S}_1 = \bar{S} * \frac{\sin \omega_2}{\sin(\omega_1 + \omega_2)}$$

Výsledná výška bodu H se vypočte

$$H = H_1 + h_1 + \bar{S}_1 * \cotg Z_1$$

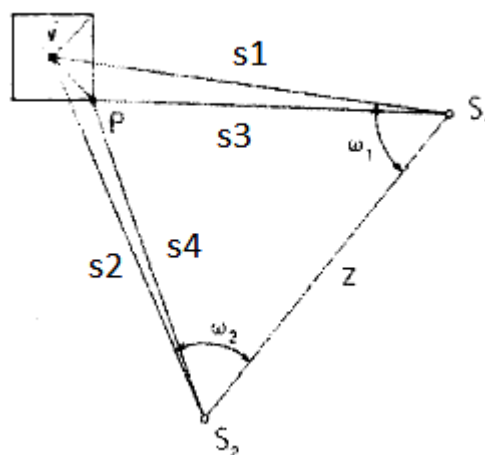
kde:

$H_1$  je výška stabilizovaného bodu na stanovišti  $S_1$ ,

$h_1$  je výška zcentrovaného a horizontovaného přístroje na stanovišti  $S_1$ .

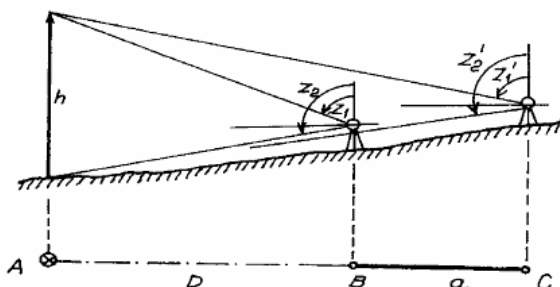
Pro kontrolu lze obdobně vypočítat výšku i z druhé strany přes stanoviště  $S_2$ , pokud je vyžadována vyšší přesnost, pak se jako výsledek bere průměrná hodnota z obou výpočtů (NEVOSÁD Z., VITÁSEK J., 2004).

Chceme-li v tomto případě znát výšku celého objektu a nikoliv jen nadmořskou výšku nepřístupného bodu (vrcholu), použijeme některý ze způsobů uvedených v situaci 1. Rozdílem bude, že vodorovné vzdálenosti vrcholu a paty objektu se budou lišit (obr. 17), (BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004).



Obr. 17 Obecná základna – situace 2 (BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004)

**Situace 3.** – Nastává tehdy, chceme-li určit výšku objektu, či nadmořskou výšku nepřístupného bodu, pata objektu není přístupná délkovému měření a nemůžeme rozvinout základnu do strany jako v situaci 2. To může nastat např. při měření výšky věže kostela v městské zástavbě, kde jsme omezeni šířkou ulice. V tomto případě zvolíme základnu „a“ ve svislé rovině přesně v prodloužení nepřístupné vzdálenosti „D“ (obr. 18).



Obr. 18 Základna ve svislé rovině (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008)

Pro výpočet výšky objektu „h“ musíme změřit délku základny „a“ a na obou bodech B a C zenitové úhly  $Z_1$  a  $Z_2$ . Výslednou výšku poté vypočteme následovně:

$$h = D * (\cotg Z_{1B} - \cotg Z_{2B}) = (D + a) * (\cotg Z_{1C} - \cotg Z_{2C})$$

$$h = D * p = (D + a) * q$$

$$D * p = D * q + a * q$$

$$D * p - D * q = a * q$$

$$D * (p - q) = a * q$$

$$D = \frac{a * q}{p - q}$$

$$h = D * p$$

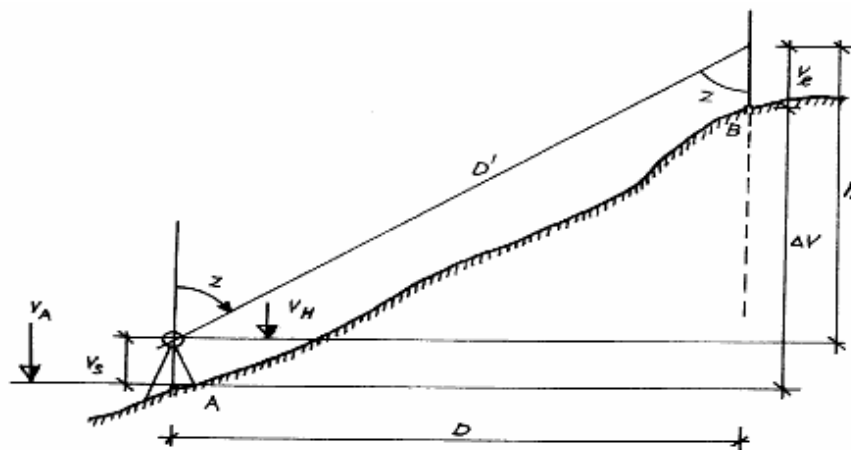
$$h = \frac{a * q}{p - q} * p$$

$$h = \frac{a * (\cotg Z_{1C} - \cotg Z_{2C})}{(\cotg Z_{1B} - \cotg Z_{2B}) - (\cotg Z_{1C} - \cotg Z_{2C})} * (\cotg Z_{1B} - \cotg Z_{2B})$$

Tyto tři výše uvedené situace 1, 2, 3 shrnují postupy, jak trigonometricky měřit a počítat nadmořské výšky nepřístupných bodů a výšky objektů (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008).

### 3.6.4 Trigonometrická nivelace

Třetím případem využití trigonometrie je měření převýšení mezi dvěma body (A a B). Oproti technické nivelaci v trigonometrii nemusíme dodržovat vzdálenost sestavy (vzdálenost stroje a cíle), můžeme tedy cílit libovolně na krátké či dlouhé vzdálenosti dle potřeby a viditelnosti (NEVOSÁD Z., VITÁSEK J., 2004). Nadmořskou výšku bodu B určíme trigonometricky tak, že nad bodem A, jehož nadmořskou výšku známe, zcentrujeme a zhorizontujeme totální stanici. Změříme zenitový úhel  $Z$  a šikmou vzdálenost  $D'$ . Nakonec musíme s milimetrovou přesností změřit výšku stroje a výšku terče (obr. 19).



Obr. 19 Trigonometricky měřené převýšení dvou bodů (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008)

Nadmořská výška bodu B se následně vypočte

$$H_B = H_A + v_s + (D' * \cos z) - v_c$$

kde:

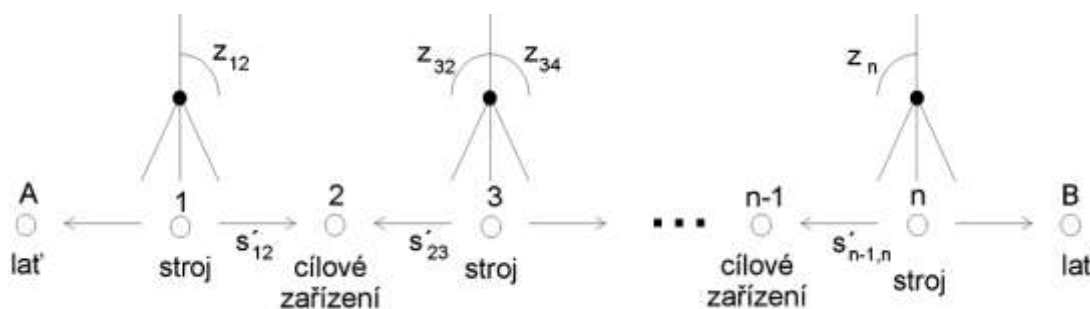
$H_A$  je nadmořská výška bodu A,  $v_s$  je výška stroje nad bodem A,

$v_c$  je výška cíle nad bodem B (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008).

Při určování převýšení bodů na velké vzdálenosti, lze stejně jako u geometrické nivelace, využít principu měření nivelačního pořadu sestávajícího z většího počtu sestav. Při měření pořadu trigonometrické nivelace stavíme na počáteční bod A a koncový bod pořadu B nivelační lať a při vodorovné záměře odečteme výšku  $h_A$  nad bodem A a  $h_B$  nad bodem B. Na přestavové body se staví cílové zařízení (odrazný terč) a ze stanovisek přístroje se měří zenitové úhly a šikmé délky. Všeobecně jsou známi dva postupy:

- trigonometrická nivelace s jedenkrát měřeným převýšením,
- trigonometrická nivelace s dvakrát měřeným převýšením (URL 9).

Princip trigonometrické nivelace s jedenkrát měřeným převýšením je stejný jako princip geometrické nivelace ze středu (obr. 20).



Obr. 20 Trig. nivelace – jednou měřené převýšení (URL 9)

Převýšení jedné sestavy se obecně vypočte dle vzorce

$$\Delta H_{i,j} = S'_{i,j} * \cos z_{i,j}$$

Celkové převýšení pořadu se vypočte dle vzorce

$$\Delta H_{AB} = \sum_{i=A,j=B}^{i=A,j=1} \Delta H_{i,j} + h_A - h_B$$

kde:

$h_A$  je odečtená výška z nivelační latě nad bodem A při vodorovné záměře,

$h_B$  je odečtená výška z nivelační latě nad bodem B při vodorovné záměře.

Nadmořskou výšku bodu B vypočteme ze vzorce

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$

Druhá metoda trigonometrické nivelace s dvakrát měřeným převýšením zvyšuje přesnost a spolehlivost vypočtených převýšení. Využitím této metody eliminujeme tzv. chybu z refrakce na velkých vzdálenostech (viz. kap. 3.6.4.1 – Opravy v trigonometrické nivelaci). Výsledné převýšení  $\Delta H$  je dáno aritmetickým průměrem ze dvou měření jednoho převýšení. Princip metody je založen na záměrech „vzad“ a „vpřed“ s využitím trojpodstavcové soupravy (obr. 21).



Obr. 21 Princip trig. nivelace – dvakrát měřené převýšení (URL 9)

Sestava nivelačního pořadu se v tomto případě skládá z cílového zařízení na bodě jedna, stroje na bodě dva a cílového zařízení na bodě tři. Převýšení mezi sousedními body obecně vypočteme takto

$$\overline{\Delta H_{i,j}} = \frac{\Delta H_{i,j} + \Delta H_{j,i}}{2}$$

Po dosazení základního vzorce převýšení získáme

$$\overline{\Delta H_{i,j}} = \frac{1}{2} * \overline{S'_{i,j}} * (\cos Z_{i,j} - \cos Z_{j,i})$$

kde

$$\overline{S'_{i,j}} = \frac{S'_{i,j} + S'_{j,i}}{2}$$

Výsledné převýšení nivelačního pořadu při dvakrát měřeném převýšení vypočteme takto

$$\Delta H_{AB} = \sum_{i=n,j=B}^{i=A,j=1} \overline{\Delta H_{i,j}} + h_A - h_B$$

Provádíme-li měření na vzdálenost větší než 250-300 m musíme do výpočtu zahrnout také opravu z refrakce a ze záměny skutečného horizontu (viz. kap. 3.6.4.1 – Opravy v trigonometrické nivelaci). Výsledný vzorec pak bude vypadat takto:

$$\Delta H_{AB} = \sum_{i=n,j=B}^{i=A,j=1} \overline{\Delta H_{i,j}} + h_A - h_B + q - u$$

Po dosazení za „q“ a „u“ dostaneme

$$\Delta H_{AB} = \sum_{i=n,j=B}^{i=A,j=1} \overline{\Delta H_{i,j}} + h_A - h_B + \frac{S^2}{2R} - k * \frac{S^2}{2R}$$

(URL 9)

### 3.6.4.1 Opravy v trigonometrické nivelaci

Při měření převýšení, kde jednotlivé sestavy dosahují větší vzdálenosti než je přibližně 250-300 metrů musíme zavádět dvě základní opravy měření pro dosažení přesnosti. Jedná se o opravu ze zakřivení země a opravu z refrakce.

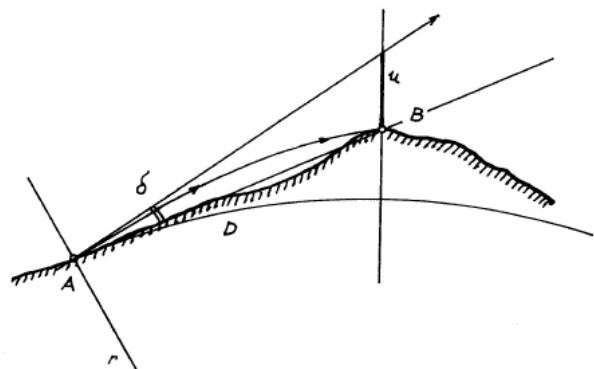
#### Oprava z refrakce

Při měření v přízemních vrstvách atmosféry způsobuje nehomogenní prostředí definováno rozdílným tlakem a teplotou ohyb záměry. A to takovým způsobem, že měříme zenitový úhel menší o úhel „ $\delta$ “ (obr. 22).

Opravu z refrakce „u“ vypočteme ze vzorce

$$u = k * \frac{D^2}{2R}$$

kde R je poloměr země 6378 m a k je refrakční koeficient o hodnotě 0,13. Chybu z refrakce od výsledného převýšení vždy odečítáme.



Obr. 22 Oprava z refrakce (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008)

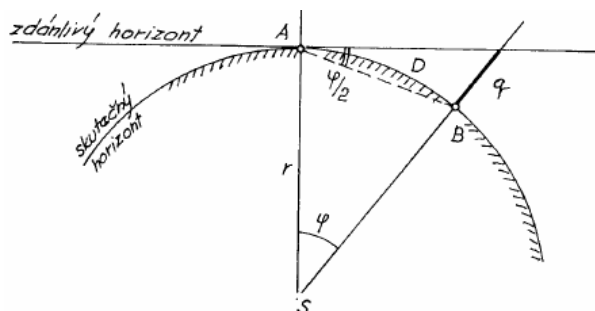
### Oprava ze zakřivení země

Při měření na velké vzdálenosti dochází vlivem záměny skutečného horizontu za zdánlivý horizont k chybě „q“ (obr. 23). Protože je zenitový úhel měřený ke zdánlivému horizontu, musíme opravu q vždy přičíst k převýšení.

Opravu q vypočteme následovně

$$q = \frac{D^2}{2R}$$

kde R je poloměr země s hodnotou 6378 metrů a D je měřená vodorovná vzdálenost.



Obr. 23 Oprava ze zakřivení Země (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008)

Následující tabulka udává přibližné hodnoty oprav z refrakce a ze zakřivení země odpovídající daným vzdálenostem (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008).

D (m)	q (m)	u (m)	q - u (m)
100	0.001	-	0.001
300	0.007	- 0.001	0.006
1 000	0.078	- 0.010	0.068
2 000	0.314	- 0.041	0.273

Tab. 1 Hodnoty oprav (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008)

#### 3.6.4.2 Přesnost trigonometrie

Přesnost měření trigonometrické nivelace odpovídá přesnosti technické nivelace. Vyrovnání pořadu provedeme stejně jako u technické nivelace. Při důkladném měření všech hodnot, využití moderních přístrojů a provedení oprav lze dosáhnout hodnot přesnosti PN (NEVOSÁD Z., VITÁSEK J., 2004).

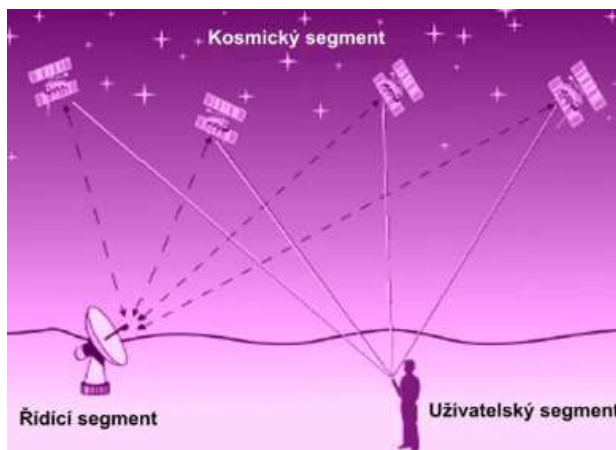
#### 3.6.5 GPS

Global Positioning System, ve zkratce GPS, je americký navigační systém, který dokáže určit prostorovou polohu ve třech souřadnicích X, Y a Z s přesností několika metrů až centimetrů v závislosti na metodě měření a použitých přístrojích kdekoli



na Zemi. Systém vyvinula armáda ve třech etapách od roku 1973 do roku 1995. Primárně byl vyvinut pro vojenské účely, ale později byl zpřístupněn i veřejnosti.

Systém se skládá ze tří částí (obr. 24). Kosmická část kam spadá 24 vesmírných družic obíhajících Zemi v 6 téměř kruhových drahách ve výšce přibližně 20 000 km nad zemským povrchem. **Kontrolní část**, která zahrnuje pozemní řídicí, monitorovací a vysílací stanice. A **uživatelská část**, která je tvořena rozsáhlým souborem přijímačů.



Obr. 24 Segmenty GPS (ČÁBELKA M., 2008)

GPS systém není jediný navigační systém. Do kategorie GNSS (globálních navigačních satelitních systémů) patří také GLONASS, ruský navigační systém, který je oproti GPS mladší a modernější s celkovým počtem 29 družic. Dále sem také patří evropský systém Galileo (ČÁBELKA M., 2008). Systém Galileo je v současné době stále ve vývoji s plánem provozuschopnosti od roku 2018. Vybudování systému Galileo zajišťuje Evropská unie v zastoupení evropské kosmické agentury (ESA). Hlavním důvodem je fakt, že oba současné systémy, ať už GPS NAVSTAR či GLONASS, jsou primárně vojenské systémy a jejich provozovatelé nijak nezaručují plný přístup veřejnosti a ostatních států např. ve výjimečných vojenských situacích (URL 10).

### 3.6.5.1 Princip měření

Poloha GPS přijímače je výsledkem geometrického protínání z měřených vzdáleností mezi anténou přijímače a družicemi systému GPS. Při určování polohy přijímač zachycuje signál z několika družic a to buď současně, nebo v rychlém časovém sledu za sebou (cca 20 ms). Vzdálenost přijímače a družice se získává několika způsoby. Nejrozšířenější jsou dva principy, z nichž první je založen na měření fázového posunu vlny signálu podobně jako u elektronických dálkoměrů a ten druhý na časovém posunu mezi vysláním a přijetím signálu. Přijímače jsou

opatřeny velmi přesnými hodinami a časově synchronizovány s družicemi. Poloha každé družice je známá a družice informace o ni posílá vyslaným signálem.

Signál se skládá stabilně ze dvou vln L1, L2 a několika kódů, kdy každý nese určité informace. Jedna složka signálu je kódovaná a slouží pouze pro účely americké armády, tato část přenáší ty nejpřesnější možné měřené údaje, oproti veřejně přístupné složce signálu, která je záměrně lehce ovlivněna (ČÁBELKA M., 2008).

### 3.6.5.2 *Metody měření*

Hledanou polohu bodu lze určit dvěma způsoby. První je určení tzv. **absolutní polohy**, kdy jsou souřadnice určeny v polohovém systému WGS-84 vztaženému k elipsoidu v kartézské soustavě souřadnic X, Y a Z v reálném čase a stačí využít pouze jedno přijímací zařízení. Pomocí této metody se dosahuje ale jen asi metrové přesnosti. Pro potřeby geodézie je to nedostačující. Druhou metodou je určení **relativní polohy**, kdy polohu určujeme nikoliv k družici ale k referenčnímu bodu, jehož geocentrické souřadnice známe. Takto lze dosáhnou až centimetrové přesnosti. (ČÁBELKA M., 2008).

### 3.6.5.3 *Přístroje*



Moderní geodetické přístroje pro měření polohy pomocí signálu GPS dokážou v dnešní době přejímat také signál z permanentních stanic, čímž získají polohové souřadnice v reálném čase a s požadovanou centimetrovou přesností. V České republice se jedná o síť stanic CZEPOS (ČÁBELKA M., 2008). Příkladem je přístroj (obr. 25) od výrobce Topcon. Tento přístroj oplývá mnoha nad rámcovými funkcemi, ale mezi hlavní výhody patří schopnost napojení nejen na GPS, ale také na ruský GLONASS a částečně již podporuje i Galilea. Polohu dokáže měřit pomocí několika specifických metod i parametrů signálu (URL 11).

*Obr. 25 GPS přijímač*

*Topcon GRS-1 (URL 11)*

#### **3.6.5.4 Výhody a nevýhody**

K největším výhodám měření polohy a výšky pomocí GPS patří:

- mezi měřenými body nemusí být přímá viditelnost,
- poskytuje trojrozměrné souřadnice,
- při měření nás neovlivňuje počasí ani denní světlo.

K nevýhodám pak patří:

- nelze měřit v podzemí,
- zhoršené výsledky či neschopnost měření v hustém porostu (např. v lese),
- je vyžadována přímá viditelnost na družice, obloha nejen nad bodem ale od cca 20° nad obzorem výš by měla být viditelná,
- objevují se problémy s měřením v hustě zastavěných oblastech, nebo úzkých údolích (ČÁBELKA M., 2008).

#### **3.6.5.5 Přesnost měření výšek**

Přesnost měřených souřadnic bodu pomocí technologie GPS je i při nejlepší vůli v řádech metrů až centimetrů v závislosti na vybavení a postupu měření. Navíc pokud chceme tímto způsobem měřit výšky, je nutné naměřené hodnoty přepočítat a vyrovnat do systému Bpv. Měřené hodnoty v kartézské soustavě souřadnic jsou vztaženy na plochu elipsoidu. Přesnost není tak úplně pro inženýrskou geodézii dostačující. Odpovídá to spíše hrubě měřené TN. V geodézii však využití má ve spojení s mapováním a GIS, pro tyto potřeby je přesnost dostatečná (ČÁBELKA M., 2008).

#### **3.6.6 Barometrické měření výšek**

Metoda barometrického určení výšek, či spíše výškového rozdílu, vychází z principu rozdílu tlaku vzduchu v různých nadmořských výškách. Tento tlak je vyvolán tíhou zemské atmosféry. Metoda samotná je dnes spíše na ústupu, nelze ji využít pro přesné měření, nedosahuje totiž ani decimetrové přesnosti. Výškový rozdíl mezi dvěma body se určí z měřeného rozdílu barometrických tlaků. Vycházíme z ověřené zákonitosti, že se změnou nadmořské výšky o  $\pm 11$  m se změní barometrický tlak přibližně o 1 mm Hg. Vystoupáme-li tedy o 11 metrů výš, tlak poklesne o 1mm rtuťového sloupce což odpovídá jednotce 1 torr a naopak. Torr tzv. „barometrický výškový stupeň“ je stará tlaková jednotka využívaná v době měření

tlaku pomocí rtuťových barometrů. Převod na dnešní tlakovou jednotku Pascal [Pa] je následující:

$$1 \text{ torr} = 1 \text{ mm Hg sloupce} = 133,3 \text{ Pa}$$

Pro určení výškového rozdílu dvou bodů v závislosti na naměřených hodnotách tlaku nám slouží tzv. Laplaceův základní barometrický vzorec:

$$\Delta H_{AB} = K * \log \frac{b_A}{b_B} * (1 + \alpha * t)$$

kde:

$K$  = barometrický součinitel, jehož hodnota pro střední Evropu je 18 464,

$b_A, b_B$  = barometrické tlaky na bodech, jejichž převýšení určujeme,

$\alpha$  = koeficient roztažnosti vzduchu ( $\alpha = 273^{-1}$ ),

$t$  = průměrná teplota při měření ( $t = \frac{t_A + t_B}{2}$ ).

Tento základní vzorec se pak v praxi využívá ve dvou tvarech. První z nich je tzv. určení hrubých nadmořských výšek pomocí základního výchozího bodu, jímž je mořská hladina se středním barometrickým tlakem  $b = 101,5914 \text{ kPa}$  při teplotě  $t = 0^\circ$ . Nadmořskou výšku určovaného bodu vypočteme ze vztahu:

$$H_i = 18464 * (\log 101591,4 - \log b_i) * (1 + \alpha * t_i)$$

Vzhledem k tomu, že v okamžiku měření tlak na hladině moře nebude odpovídat přesně udané hodnotě (kolísá), mluvíme o hrubém měření.

Druhým tvarem využití Laplaceova vzorce je princip výpočtu převýšení barometrickým výškovým stupněm.

$$\Delta H_{AB} = \frac{8019}{b} * (1 + \alpha * t) * (b_A - b_B) = \Delta H_0 * (b_A - b_B)$$

kde:

$\Delta H_0$  je barometrický výškový stupeň (odpovídající změně tlaku o 133,33 Pa) při průměrném tlaku a teplotě. Hodnotu  $\Delta H_0$  určíme z tabulek a po vynásobení naměřeným rozdílem tlaků získáme hodnotu výškového rozdílu  $\Delta H_{AB}$  (BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004).

### **3.6.6.1 Přístroje**

Pro měření tlaku se užívají tlakoměry, tzv. barometry. Dělíme je na rtuťové, ty jsou starší a nevhodné pro měření v terénu, kovové a aneroidy využívané v geodézii. Rtuťové barometry pracují na principu měření sloupce rtuti ve skleněné trubici. Jsou těžké a špatně přenosné, uplatnění mají jen jako staniční a kontrolní. Kovové barometry vznikly v polovině 19. stol. Hlavní částí je skoro vzduchoprázdňá válcová krabička z plechu neprodyšně uzavřena pružnou membránou. Pohyb membrány v závislosti na změně tlaku je mechanicky převeden ukazatelem na stupnici. Tyto tlakoměry mají malou citlivost, proto je nutné po příchodu na bod před měřením alespoň 15-20 min počkat, než je možné odečítat hodnoty. Jednodušší a rychlejší měření je pomocí aneroidu od švédského inženýra Paulini-ho. Při využití aneroidů neměříme absolutní hodnotu tlaku ale spíše odchylku od základní normální hodnoty. Protože jsou aneroidy cejchovány při teplotě +10 °C, musíme k měřeným výškovým rozdílům připojit opravu z rozdílu teplot, kterou nalezneme v barometrických tabulkách. Další skupinou přístrojů jsou optické mikrobarometry. Citlivost a přesnost těchto přístrojů je téměř na 0,01 torru.

Měření výšek pomocí barometrů je jednoduché. Jejich výhodou je rychlost a ekonomičnost této metody. To je důvod, proč se ještě dnes používají. Omezujícím faktorem je ale přesnost. I za příznivých podmínek, kdy je bezvětří a ustálený tlak, neměříme déle než 2 hodiny a na větší vzdálenost než 5 km lze obtížně dosáhnout větší než metrovou přesnost (BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004).

## **4 METODIKA A VÝSLEDKY**

Praktická část této práce spočívá v určení nadmořské výšky hory Blaník pomocí metody trigonometrické nivelace a změření výšky objektu rozhledny.

### **4.1 Vymezené území**

Velký Blaník je 638 metrů vysoký masiv ve středočeském kraji. Nachází se asi 10 km jižně od města Vlašim na území obce Louňovice pod Blaníkem. Celý komplex, jak Velký Blaník, tak i Malý Blaník se nachází na území nejmenší Chráněné krajinné oblasti v České republice, CHKO Blaník. Oba kopce jsou současně označeny jako přírodní rezervace (obr. 26).



Obr. 26 Oblast měřických prací CHKO Blaník – Velký Blaník (URL 12)

## 4.2 Měřické vybavení

Při měření bylo využito toto přístrojové vybavení a příslušenství.

### 4.2.1 Totální stanice

Přesné označení: elektronická totální stanice značky Topcon green label, model GTS-105N (dále jen TS). Na našem trhu se nabízí jako jediná z řady GTS-100N (obr. 27). Díky svým parametrům je vhodná pro sběr dat pro polohové informační systémy, tachymetrické snímky, vytyčování hranic pozemků a ostatní práce v inženýrském stavitelství a všeobecně ve stavitelství.



Obr. 27 totální stanice Topcon (URL 13)

Kapacita paměti až 24 000 bodů  
 přesnost měření úhlů na 5'' (1,5 mgon)  
 optické zvětšení 30 x  
 nejmenší zaostření na 1,3 m  
 nejmenší čtení 1''  
 cílení na jeden hranol až na vzdálenost 2000 m při zachování přesnosti měření +/- 2 mm + 2ppm  
 TS je opatřena dvěma bočními displeji.  
 Rozměry: 336x184x172 mm při hmotnosti 4,9 kg (URL 13).

#### 4.2.2 Trojpodstavcová souprava

Je souprava sestávající ze tří stativů s dostřed'ovacími podložkami, umožňujícími závislé centrování měřicího přístroje a měřících značek (URL 14).

Na prvním stativu je umístěna TS a na druhém a třetím stativu jsou umístěna odrazná zařízení. K tomu byla využita sada od značky Leica, jejímž obsahem je: 2x trojnožka s optickým centrovačem umožňující zcentrování a horizontování odrazného zařízení, dále 2x adaptér do trojnožky umožňující snadné odepnutí či upnutí odrazného zařízení



Obr. 28 souprava zn. Leica (zdroj: vlastní)

ke stativu, 2x odrazný hranol, 2x cílový černo-žlutý terč tvaru převráceného U, který se nasune kolem odrazného hranolu a v terénu umožňuje snadnější cílení dalekohledu TS na odrazný hranol (obr. 28).

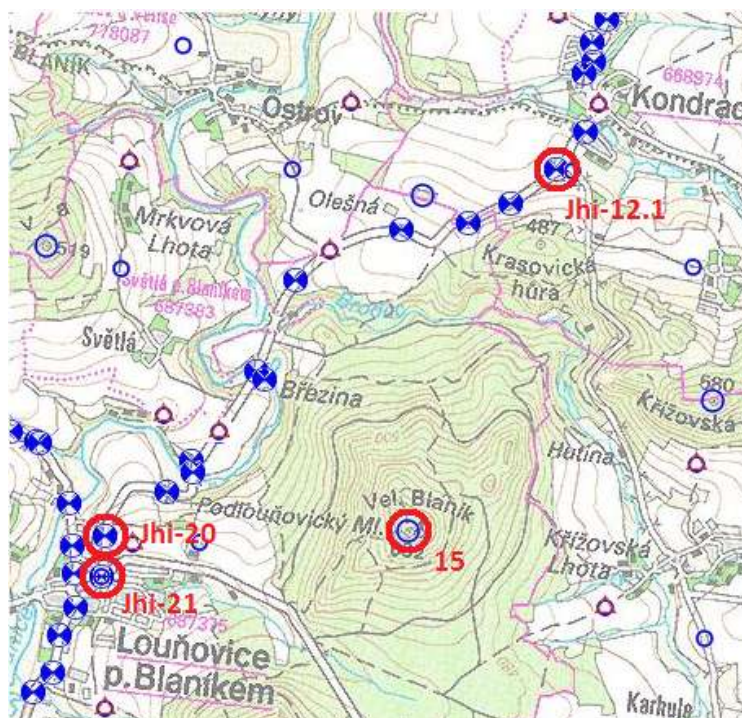
#### 4.2.3 Příslušenství

Mimo výše uvedenou TS a soupravu odrazných zařízení jsem při měření dále využil teleskopickou hliníkovou nivelační lať s centimetrovým dělením stupnice, opatřenou libelou pro urovnání do svislého směru. Dále výtyčku s odrazným hranolem a stojánkem pro upevnění a možnost zaměření případných dalších bodů bokem mimo hlavní výškový pořad. Výtyčku s hranolem jsem využil při měření výšky rozhledny. Kompletnost vybavení doplňovaly tři hliníkové stativy značky TOPCON.

### 4.3 Rekognoskace terénu

Před započítím měření bylo potřeba nejprve vyhledat informace o bodových polích a jednotlivých geodetických bodech, které by bylo vhodné využít k měření. Tyto informace jsem získal v databázi bodových polí, které spravuje Český úřad zeměměřický a katastrální (dále jen ČÚZK). Po následné rekognoskaci, což je „zjišťování stavu skutečností na místě, kde se mají konat geodetické práce v terénu“ (URL 14), jsem zvolil body: Jhi-20, Jhi-21, Jhi-12.1 a bod 15 (obr. 29).





Obr. 29 Mapový klad geodetických polohových a výškových bodových polí (URL 2)

Body s označením Jhi jsou součástí trvale stabilizovaného nivelačního pořadu Jhi Vlašim – Tábor. Nivelační bod Jhi-20 je stabilizován čepovou značkou na boční zdi márnice na hřbitově v obci Louňovice. Výška je 409,504 m. n. m. v Bpv a zaměřena byla v roce 1990 (příloha 1). Při měření sloužil jako ověřovací bod. Metodou trigonometrické nivelace byla z tohoto bodu ověřena výška následujícího bodu Jhi-21.

Nivelační bod Jhi-21 je stabilizován čepovou značkou na zdi po pravé straně u vstupu do kostela Na nebe vzetí panny Marie v centru obce Louňovice. Výška tohoto bodu je 402,096 m.n.m. v Bpv a změřena byla v roce 1990. Tento bod sloužil jako počáteční bod výškového pořadu (příloha 2).

Nivelační bod Jhi-12.1 je stabilizován obetonovaným žulovým hranolem (nivelačním kamenem) na kraji pole přibližně 300 metrů jižně za obcí Kondrac. Výška bodu zaměřená v roce 1990 je 425,876 m.n.m v Bpv. Bod při měření sloužil jako koncový bod měřeného výškového pořadu (příloha 3).

Poslední bod využitý při měření je trigonometrický bod č. 15 stabilizovaný žulovým hranolem při vrcholu Blaníka, jeho výška je 631,840 m.n.m., to je stav k roku 2009 (příloha 4). Tento bod posloužil jako kontrolní bod měření a pevně stabilizovaný bod pro zaměření výšky rozhledny na vrcholu Velkého Blaníka.



## 4.4 Metodika měření

K měření nadmořské výšky hory Blaník jsem využil metody trigonometrické nivelace s dvakrát měřeným převýšením tam a zpět za pomoci trojpodstavcové soupravy. Nadmořskou výšku jsem vypočetl z převýšení nivelačního pořadu. Jednalo se o vložený pořad, který začínal a končil na dvou výškově známých bodech, Jhi-20 a Jhi-12.1. Nivelační pořad o celkové délce 5204,425 m jsem měřil ve čtyřech dnech, rozdělený na čtyři oddíly.

### 4.4.1 Postup centrace a horizontce TS

Před započítím měření pomocí totální stanice je nutné provést její urovnání v horizontálním a vertikálním směru, tak aby měření mohlo být provedeno správně. Těmto úkonům se říká centrace a horizontace. Osobně doporučuji věnovat náležitou pozornost této přípravě vždy při provádění. Vyhneme se tak zcela zbytečným chybám při měření. Postup je následovný. Rozložíme stativ a podle přibližné výšky měřiče vysuneme a upevníme nohy. Stativ umístíme nad geodetický bod, na který budeme přístroj centrovat. Nyní zašlápneme jednu ze tří noh stativu, aby byl stabilní a hlava stativu byla přibližně vodorovně. Na stativ upevníme totální stanici šroubem v hlavě stativu a pomocí optického centrovače zaostříme obraz terénu pod stativem. Pohybem zbylých dvou noh stativu se snažíme TS dostat co nejpřesněji nad geodetický bod. Nyní zašlápneme i zbylé nohy a pohledem do optického centrovače a otáčením stavěcích šroubů trojnožky TS dorovnáme střed centrovače na bod. Pro tuto chvíli jsme s centrací hotovi a pustíme se do horizontace TS. Postupným vysouváním a zasouváním teleskopických nohou stativu se snažíme urovnat krabicovou libelu. Pohybujeme vždy tou nohou, která je ve směru vychýlení libely. Po urovnání krabicové libely kontrolujeme centraci, která se nám malinko rozhodí, a dorovnáme ji opětovným pohybem stavěcích šroubů. Nyní následuje nové urovnání krabicové libely pomocí nohou stativu a opětovná kontrola centrace. Postup opakujeme do té doby, dokud není krabicová libela co možná nejpřesněji urovnána a přístroj zcentrován. Nyní přistoupíme k urovnání trubicové libely, která zajišťuje přesnou horizontaci. Tento úkon provedeme citlivým pohybem stavěcích šroubů dle potřeby. Nakonec zkontrolujeme centraci přístroje. Pokud se nám stane, že se ještě malinko vychýlila, povolíme upevňovací šroub a TS posuneme po hlavě stativu a



Vzhledem k tomu, že výchozí bod ověřovacího pořadu Jhi-20 je stabilizován čepovou značkou ve zdi budovy, nejde nad ním postavit stativ s přístrojem. Tuto situaci jsem vyřešil tak, že jsem TS zcentroval a zhorizontoval pár metrů od nivelačního bodu, na který jsem postavil nivelační lať a provedl vodorovnou záměru pod zenitovým úhlem 100<sup>s</sup> v I. a II. poloze dalekohledu. Průměr obou čtení mi dal výšku horizontu stroje. Směrem na nivelační bod Jhi-20 jsem si také nastavil hodnotu 0<sup>s</sup> na kruhu měřícím vodorovné úhly. Dál jsem postupoval dle principu měření trigonometrické nivelace za pomoci trojpodstavcové soupravy. Měřil jsem šikmé délky jednotlivých sestav a zenitové úhly v obou polohách dalekohledu a také vodorovné úhly pro představu směru nivelačního pořadu. Ověřovací pořad jsem zakončil opět cílením na nivelační lať na bodě Jhi-21, který je také stabilizován čepovou značkou ve zdi. Převýšení jednotlivých sestav jsem vypočítal pomocí vzorce:

$$\overline{\Delta H_{i,j}} = \frac{1}{2} * \overline{S'_{i,j}} * (\cos z_{i,j} - \cos z_{j,i}) + q - u$$

kde:

$\overline{S'_{i,j}}$  je průměrná hodnota šikmé délky sestavy,

$Z_{i,j}$  je hodnota zenitového úhlu při záměře vpřed,

$Z_{j,i}$  je hodnota zenitového úhlu při záměře vzad,

$q$  je hodnota opravy ze zakřivení země,

$u$  je hodnota opravy z rektifikace.

i,j	$\overline{S'_{i,j}}$	$Z_{i,j}$	$Z_{j,i}$	$q$	$u$	$v$	$\overline{\Delta H_{i,j}}$	
	[m]	[grad]	[grad]	[m]	[m]	[mm]	[m]	
Jhi-20,1	3,480	100,0000	100,0000	0,000	0,000	0	0,000	
1,2	56,814	101,2114	98,7431	0,000	0,000	0	-1,101	
2,3	61,659	103,1734	96,7857	0,000	0,000	0	-3,092	
3,4	77,620	102,2585	97,7068	0,000	0,000	0	-2,774	
4,5	58,589	102,5484	97,4086	0,000	0,000	0	-2,364	
5,6	25,793	94,7526	105,1472	0,000	0,000	0	2,103	
6,Jhi-21	2,947	100,0000	100,0000	0,000	0,000	0	0,000	
<b>SUMA</b>								<b>-7,229</b>

Tab. 2 Hodnoty pro výpočet dílčích převýšení ověřovacího pořadu (zdroj: vlastní)

Výška bodu Jhi-20 = 409,504 m n.m. (příloha 1)

Výška bodu Jhi-21 = 402, 096 m n.m. (příloha 2)

Ověřovací výpočet výšky bodu Jhi-21:

$$H_{Jhi-21} = H_{Jhi-20} + \sum \overline{\Delta H_{i,j}} + h_{Jhi-20} - h_{Jhi-21}$$
$$H_{Jhi-21} = 409,504 + (-7,229) + 0,826 - 1,005$$
$$\mathbf{H_{Jhi-21} = 402, 096 \text{ m n. m.}}$$

kde:

$h_{Jhi-20}$  je výška přístroje nad bodem Jhi-20 (příloha 8),

$h_{Jhi-21}$  je výška přístroje nad bodem Jhi-21 (příloha 9).

Vypočtená výška ověřovaného bodu se přesně shoduje s výškou zadanou, není zde žádná odchylka v převýšení, a proto není potřeba provádět vyrovnání pořadu. Hodnoty vyrovnání „ $v$ “ v tab. 2 jsou nulové.

#### 4.6 Měření pořadu

První den 18. 10. 2014 jsem provedl ověření výšky výchozího bodu Jhi-21 a změřil první oddíl nivelačního pořadu od výchozího bodu Jhi-21 po bod 13 (viz. přílohy 10 až 12). Jednalo se o úsek mezi obcí Louňovice a úpatím Velkého Blaníka. Poslední tři představové body (11, 12 a 13) jsem si v terénu stabilizoval dřevěnými kolíky s hřebíčky v hlavě a změřil si přesnou výšku přístroje nad body. Měření jsem ukončil ve večerních hodinách. Počasí bylo po ránu mlhavé, přes den jasno s teplotou přibližně 16 °C. Viditelnost dobrá.

Druhý den 19. 10. 2014 jsem zjistil, že mi neznámý vandal zničil stabilizaci bodu č 13. Měření jsem započal na stabilizovaném bodě 11, přes bod 12 a dále na již nový nestabilizovaný bod 13. Opět jsem si s milimetrovou přesností změřil výšku stroje nad bodem 11 a 12. V tomto druhém oddíle mezi body 12 až 29 (viz. přílohy 12 až 16) jsem urazil úsek od úpatí kopce na vrchol Blaníka. Na vrcholu kopce jsem pro stabilizaci využil stávající trigonometrický bod 15 (v zápisnících označen jako bod B) a další dva body (28 a 29) jsem si s ohledem na bezpečnost stabilizoval jako specifické grafické značky na kamenné dlažbě kolem rozhledny. Viditelnost

v dopoledních hodinách byla mírně omezena vlivem mlhavého počasí. Odpoledne byla již dobrá s ohledem na pohyb v lese. Teplota se pohybovala kolem 20 °C.

Třetí den měření 24. 10. 2014 jsem pokračoval oddílem mezi přestavovými body 29 až 53 z vrcholu Blaníka na druhou stranu směrem k obci Kondrac. Měřené hodnoty (viz. přílohy 16 až 22). Měření jsem započal na trigonometrickém bodě 15 (B) přes stabilizované body 28 a 29. Počasí bylo hned od rána nádherné a tomu také odpovídala turistická návštěvnost, nebylo v mých silách tento den změřit rozhlednu. Třetí den jsem zakončil v podvečerních hodinách tradičním stabilizováním třech posledních bodů (51,52 a 53), opět za pomoci dřevěných kolíků s hřebíčky.

Čtvrtý den 25. 10. 2014 jsem započal měření autenticky na stabilizovaných bodech (51, 52 a 53) a doměřil jsem poslední oddíl nivelačního pořadu až na známý bod Jhi-12.1 na druhé straně Blaníka (přílohy 22 až 25). Tento den bylo oblačno s teplotami okolo 10 °C. Viditelnost byla dobrá.

Během měření jsem vždy měřil výšku stroje na mnou stabilizovaných bodech, na začátku a konci oddílu. Na ostatních nebylo třeba, protože se při měření výška přenáší po hlavách urovnaných stativů. Každé měření, ať už vzad nebo vpřed, se skládalo z těchto měřených hodnot:

- šikmá délka sestavy v I. a II. poloze dalekohledu,
- zenitový úhel v I. a II. poloze dalekohledu,
- vodorovný úhel v I. a II. poloze dalekohledu.

Výsledný zenitový úhel z měřených hodnot  $Z_I$  a  $Z_{II}$  v první a druhé poloze dalekohledu vypočteme následovně

$$Z = Z_I + i$$

Kde:

$i$  = hodnota indexové chyby vycházející ze vzorce

$$i = \frac{400 - (Z_I + Z_{II})}{2}$$

(RATIBORSKÝ J. 2011).

vstupní body		v. stroje začátek oddílu		převýšení oddílu			v. stroje konec oddílu		změřené body	
bod	[m nad. m]	±	[m]	oddíl	±	[m]	±	[m]	bod	[m nad. m.]
Jhi-21	402,096	+	0,894	ΣΔH Jhi21-12			-	1,484	12	458,491
					+	56,985				458,493
					+	0,002				
					+	56,987				
		+	1,508	ΣΔH 12-B			-	1,358	B	631,838
					+	173,197				631,840
					+	0,000				
					+	173,197				
B	631,84	+	1,358	ΣΔH B-29			-	1,431	29	633,990
					+	2,225				633,992
					+	0,000				
					+	2,225				
		+	1,417	ΣΔH 29-53			-	1,442	53	419,388
					-	214,577				419,404
					+	0,014				
					-	214,563				
Jhi-12.1	425,876	+	1,384	ΣΔH 53-Jhi12.1			-	1,487	Jhi-12.1	425,849
					+	6,564				425,876
					+	0,011				
					+	6,575				

Tab. 3 Měřené výšky bodů a převýšení jednotlivých oddílů v pořadí (zdroj: vlastní)

Hodnoty v prvním sloupci, jsou známé výšky vstupních bodů. Hodnoty v druhém sloupci jsou měřené výšky přístroje vždy na začátku oddílu. Hodnoty v třetím sloupci udávají převýšení, z nichž první hodnota je měřené převýšení v oddílu, druhá hodnota (červeně zvýrazněná) je vyrovnání a třetí hodnota je již vyrovnané převýšení. Následující sloupec udává měřené hodnoty výšky stroje na konci oddílů. Poslední sloupec udává vypočtené výšky bodů a tučně zvýrazněné, vyrovnané skutečné výšky bodů.

Hodnoty převýšení jednotlivých oddílů vychází ze součtu dílčích převýšení sestav v daném oddílu (viz. přílohy 5 až 7)

Nadmořská výška koncového bodu oddílu se vypočte pomocí obecného vzorce

$$H_B = H_A + \sum \Delta H_{i,j} + v_A - v_B$$

kde:

$H_B$  je hledaná výška libovolného koncového bodu, kterou chceme vypočítat,

$H_A$  je výška počátečního bodu,

$\sum \Delta H_{i,j}$  součet všech převýšení mezi body A a B,

$V_A$  je výška přístroje na počátečním bodě (provádíme-li výpočet přes více oddílů, jedná se o součet výšek přístrojů všech počátečních bodů),

$V_B$  je výška přístroje na koncovém bodě (provádíme-li výpočet přes více oddílů, add.  $V_A$ ).

Nadmořskou výšku vrcholového bodu číslo 29 mohu nyní vypočítat dvojitým způsobem. První způsob je delší a vychází z výpočtu převýšení od počátečního bodu pořadu Jhi-21. Já využiji druhý kratší způsob, a sice výpočet převýšení z ověřeného trigonometrického bodu č. 15 (značený B), přes který jsem vedl výškový pořad. Výpočet vypadá následovně

$$H_{29} = H_B + \sum \Delta H_{B-29} + v_B - v_{29}$$
$$H_{29} = 631,840 + 2,225 + 1,358 - 1,431$$

$$\mathbf{H_{29} = 633,992 \text{ m n. m.}}$$

Změřená výška koncového bodu Jhi-12.1 se od udané hodnoty liší o 27 mm (tab. 3). Proto je nutné provést výpočet mezní odchylky a při splnění podmínky provést vyrovnání.

#### 4.7 Vyrovnání výškového pořadu

Mezní odchylka pořadu:

$$\Delta h = 20 \text{ mm} * \sqrt{r}$$

$r$  = vzdálenost výškového pořadu zadána v (km)

Odchylka dosažená při měření:

$$\sigma h = h - h'$$

kde:

$h$  = převýšení mezi skutečnými výškami bodů Jhi-21 a Jhi-12.1,

$h'$  = převýšení mezi naměřenými výškami bodů Jhi-21 a Jhi-12.1.

$$h = H_{Jhi-12.1} - H_{Jhi-21}$$

$$h' = H_{66} - H_{Jhi-21}$$

$$h = 425,876 - 402,096$$

$$h' = 425,849 - 402,096$$

$$h = 23,78 \text{ m}$$

$$h' = 23,753 \text{ m}$$

$H_{66}$  = naměřená výška na koncovém bodu pořadu Jhi-12.1 před vyrovnáním

$$\sigma_h = h - h'$$

$$\sigma_h = 23,78 - 23,753$$

$$\sigma_h = 27 \text{ mm}$$

$$\Delta h = 20 \text{ mm} * \sqrt{r}$$

$$\Delta h = 20 \text{ mm} * \sqrt{5,204}$$

$$\Delta h = 45,626 \cong 45 \text{ mm}$$

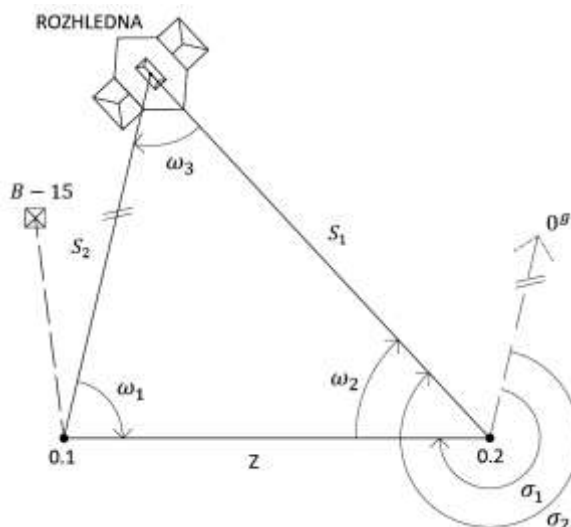
$$\Delta h > \sigma_h$$

$$45 > 27$$

Měřená odchylka pořadu splňuje podmínku mezní odchylky. Proto můžeme přistoupit k výškovému vyrovnání pořadu a odchylku 27 mm vhodně v závislosti na délkách dílčích záměr rozdělit mezi jednotlivá převýšení (viz přílohy 5 až 7) jednotlivé hodnoty vyrovnání přičítáme k měřeným převýšením.

#### 4.8 Měření výšky Blanické rozhledny

S ohledem na typ objektu-stavby, nemožnosti využití přímého měření výšky např. pomocí pásma, jsem využil způsob nepřímého trigonometrického měření výšky objektu. Vrchol objektu je nepřístupný měření délek, lze změřit pouze zenitový úhel. Pata objektu je naproti tomu přístupná pro délkové i úhlové měření, nicméně pata a vrchol rozhledny neleží na jedné svislici, jak je patrné z obr. 31. Na základě těchto parametrů jsem zvolil princip určení výšky rozhledny pomocí obecné základny obr. 31. Stanovil jsem dvojici pomocných bodů (0.1, 0.2) jejichž spojnice **Z** je výše zmíněná základna.



Obr. 31 Princip obecné základny aplikovaný v dané lokalitě (zdroj: vlastní)



**Měřené hodnoty na bodě 0.1:**

$$\text{vnitřní úhel } \omega_1 = 88,8524^g$$

$$\text{šikmá vzdálenost } Z'_{0.1-0.2} = 27,427 \text{ m}$$

$$\text{zenitový úhel } z_I = 100,3796^g \text{ (úhel převýšení z bodu 0.1 na 0.2)}$$

**Měřené hodnoty na bodě 0.2:**

$$\text{směrový úhel } \sigma_1 = 223,3301^g$$

$$\text{směrový úhel } \sigma_2 = 295,9380^g$$

$$\text{šikmá vzdálenost } Z'_{0.2-0.1} = 27,429 \text{ m}$$

$$\text{zenitový úhel } z_{II} = 99,5250^g \text{ (úhel převýšení z bodu 0.2 na 0.1)}$$

$$\text{zenitový úhel } Z_1 = 60,7171^g \text{ (vrchol rozhledny)}$$

$$\text{zenitový úhel } Z_2 = 91,1279^g \text{ (hranol na úpatí rozhledny)}$$

$$\text{šikmá vzdálenost } S' = 41,328 \text{ m}$$

Druhý vnitřní úhel  $\omega_2$  vypočtu z rozdílu směrových úhlů  $\sigma_1$  a  $\sigma_2$  patrně z obr. 31

$$\omega_2 = \sigma_2 - \sigma_1$$

$$\omega_2 = 295,9380^g - 223,3301^g$$

$$\omega_2 = 72,6079^g$$

Výpočet délky základny  $Z$  pomocí dvakrát měřené šikmé vzdálenosti ( $Z'_{0.1-0.2}$ ,  $Z'_{0.2-0.1}$ ) mezi body 0.1, 0.2 a zenitových úhlů ( $Z_I$ ,  $Z_{II}$ ).

$$Z_{0.1-0.2} = \sin Z_I * Z'_{0.1-0.2}$$

$$Z_{0.2-0.1} = \sin Z_{II} * Z'_{0.2-0.1}$$

$$Z_{0.1-0.2} = \sin 100,3796^g * 27,427$$

$$Z_{0.2-0.1} = \sin 99,5250^g * 27,429$$

$$Z_{0.1-0.2} = 27,427 \text{ m}$$

$$Z_{0.2-0.1} = 27,428 \text{ m}$$

$$Z = \frac{Z_{0.1-0.2} + Z_{0.2-0.1}}{2}$$

$$Z = \frac{27,427 + 27,428}{2}$$

$$Z = 27,428 \text{ m}$$

Třetí vnitřní úhel  $\omega_3$  vypočtu ze známého pravidla o součtu vnitřních úhlů v obecném trojúhelníku s úpravou na grády

$$\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 = 200^g$$

Z toho vyplývá:

$$\begin{aligned}\omega_3 &= 200^\circ - \omega_1 - \omega_2 \\ \omega_3 &= 200^\circ - 88,8524^\circ - 72,6079^\circ \\ \omega_3 &= \mathbf{38,5397^\circ}\end{aligned}$$

Z již známých hodnot  $\omega_1$ ,  $\omega_2$ ,  $\omega_3$  a  $Z$  dopočítám při využití sinové věty hledanou stranu obecného trojúhelníka  $S_1$  (obr. 31).

### Sinova věta

Pro každý trojúhelník ABC, jehož vnitřní úhly mají velikost  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  a strany délky a, b, c, platí, že poměr délek stran a hodnot sinů jim protilehlých úhlů je v trojúhelníku konstantní

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

Platí také, že poměr délek dvou stran trojúhelníku se rovná poměru sinů protilehlých úhlů:

$$\frac{a}{b} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \quad \frac{b}{c} = \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}, \quad \frac{c}{a} = \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha}$$

(RATIBORSKÝ J., 2011)

Po aplikaci sinové věty na tento příklad získám vzorec:

$$\begin{aligned}S_1 &= \frac{\sin \omega_1}{\sin \omega_3} * Z \\ S_1 &= \frac{\sin 88,8524}{\sin 38,5397} * 27,428\end{aligned}$$

$$S_1 = \mathbf{47,460 \text{ m}}$$

V tuto chvíli již znám všechny potřebné hodnoty a mohu se pustit do výpočtu výšky samotné rozhledny. Výška rozhledny je brána od země k hřebenu střechy, přesněji k místu styku hromosvodu a hřebenu střechy. Samotnou délku hromosvodu jsem do výšky rozhledny nezapočítával. Hromosvod vnímám jako nestálý prvek objektu, je náchylný povětrnostním podmínkám a jeho délka se může měnit i zásahem člověka.

Výšku rozhledny **H** vypočtu z řešení pravoúhlých trojúhelníků pomocí goniometrických funkcí. Využiji k tomu měřené zenitové úhly  $Z_1, Z_2$  a vypočtené vodorovné vzdálenosti  $S_1, S.$  (obr. 32).

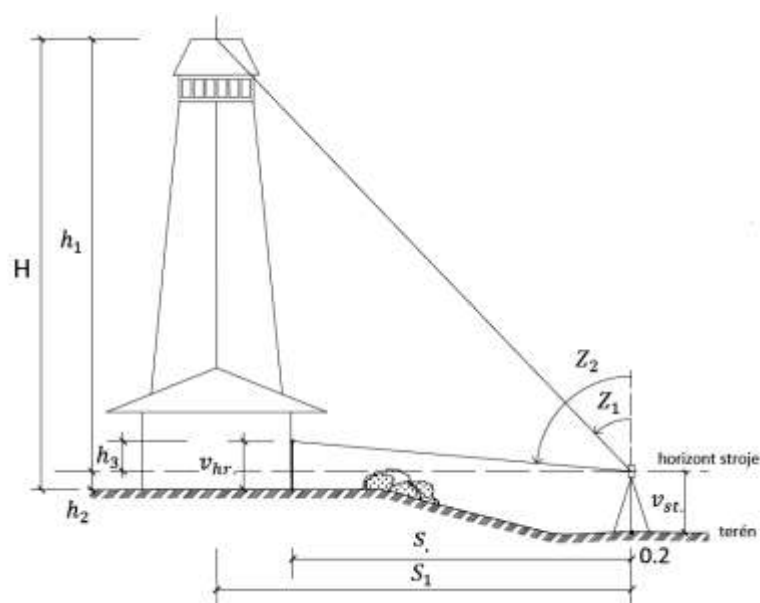
Vstupní hodnoty:  $Z_1 = 60,7171^\circ$

$Z_2 = 91,1279^\circ$

$S_1 = 47,459 \text{ m}$

$S. = 40,927 \text{ m}$

$v_{hr} = 1,750 \text{ m}$  (výška hranolu na výtyče)



Obr. 32 Postup měření výšky blanické rozhledny (zdroj: vlastní)

Užitím funkce tangens získám:

$$\frac{S_1}{h_1} = \operatorname{tg} Z_1$$

Po úpravě:

$$h_1 = \frac{S_1}{\operatorname{tg} Z_1}$$

$$h_1 = \frac{47,459}{\operatorname{tg} 60,7171^\circ}$$

$$h_1 = 33,671 \text{ m}$$

A stejně tak:

$$\frac{S.}{h_3} = \operatorname{tg} Z_2$$

Po dosazení pak:

$$h_3 = \frac{S.}{\operatorname{tg} Z_2}$$
$$h_3 = \frac{40,927}{\operatorname{tg} 91,1279^\circ}$$
$$\mathbf{h_3 = 5,741 \text{ m}}$$

**Výška rozhledny:**

$$H = h_1 + h_2$$

kde:

$$h_2 = v_{\text{hr.}} - h_3$$

Z toho vyplývá:

$$H = h_1 + v_{\text{hr.}} - h_3$$
$$H = 33,671 + 1,750 - 5,741$$
$$\mathbf{H = 29,680 \text{ m}}$$

Výška rozhledny, vyplývající z předchozích výpočtů a měření, je tedy necelých 30 metrů, přesněji pak: 29,680 m.

## 5 DISKUZE

Tato bakalářská práce obecně popisuje metody měření výšek, přičemž praktická část práce je založena na konkrétním využití metody trigonometrické nivelace v lokalitě Velký Blaník. Cílem práce je změření výšky hory Blaník a výšky blanické rozhledny. Jak je patrné již v kapitole 4 „Metodika a výsledky“ nejvyšším naměřeným bodem nivelačního pořadu byl bod s označením 29, jehož nadmořská výška byla určena jako 633,992 m n. m. (viz. tab. 3). Tato hodnota však není nijak jednoznačná. Nadmořská výška bodu 29 totiž může být považována za vrchol hory Blaník, ale také nemusí. Bod 29 byl zaměřen na přibližně nejvyšším bodě obecně přístupného „vrcholu“ hory vzdáleného 2 metry od paty rozhledny. Dostupné zdroje a zavedené informace však udávají výšku Blaníka ještě o 4 metry vyšší a sice 638 m.n.m. V mapových podkladech na portálu Národního geoportálu INSPIRE (URL 15) se dokonce dostaneme až k hodnotě 639 m.n.m. Tyto hodnoty lze vysvětlit tím, že na dostupném vrcholu hory Blaník se několik metrů od rozhledny nacházejí Rytířské skály. Tento název označuje strmý skalní výchoz, který je jeden z mnoha na Blaníku. Výchoz se tyčí odhadem ještě 4-5 m nad bod 29. Výchoz je běžným způsobem nepřístupný, obrostlý stromy a bez jasného vrcholu. Budeme-li uvažovat o absolutním vrcholu hory jako o místě, kam nejvýše fyzicky vystoupat, bude jím vrchol skalního výchozu nacházející se ve výšce někde mezi 638 a 639 m.n.m. Budeme-li však za vrchol považovat obecně přístupnou výškovou úroveň, kde také stojí rozhledna, pak je odpovídající hodnotou výšky hory Blaník naměřený údaj 633,992 m.n.m.

Druhým cílem bylo změření samotné výšky rozhledny. Zde bylo dosaženo hodnoty 29,680 m, od paty k vrcholu bez délky hromosvodu. Tato hodnota se výrazně neliší, udávaná výška blanické rozhledny je 30 metrů.

V teoretické části této bakalářské práce bylo představeno pět postupů měření výšek a převýšení. Geometrická nivelace, hydrostatická nivelace, trigonometrická nivelace, barometrická metoda a metoda GPS.

Při porovnání z hlediska využitelnosti pro měření nadmořské výšky hory Blaník si jednotlivé metody stojí následovně. Barometrická metoda měření převýšení je dnes spíše už historická metoda. Její přesnost v řádech decimetrů až metrů není pro geodetické účely dostačující. Přesto ji z hlediska finanční dostupnosti aneroidů,

snadnému a rychlému měření lze dále využívat pro přibližné určení výškových rozdílů pro jiné než geodetické potřeby. (BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004).

Hydrostatická nivelace by s milimetrovou přesností byla dostačující pro určení nadmořské výšky Blaníka. Její omezení ve využití pro tuto úlohu spočívá v náročnosti na přesun soupravy nádob s kapalinou a schopnosti měřit jen poměrně malá převýšení na malé vzdálenosti. (HAUF M. A KOL. 1989).

Metoda měření výšek pomocí GPS je metodou nejnovější. Stále se vyvíjí a zpřesňuje díky novým postupům měření a hlavně vývoji přístrojů. To se ale poměrně nepříznivě odráží v ceně přístrojového vybavení. Měření je z hlediska přesnosti zatěžováno větším počtem chyb, z důvodu několika ovlivnitelných složek nepřímého měření a složitějšího prostředí kosmu (lze uvést např. několik složek refrakce z vlivu vrstev atmosféry na přijímaný signál), (ČÁBELKA M., 2008). Metodou GPS lze přesto dosáhnout až centimetrové přesnosti. Nikoliv však v prostředí vrcholu Velkého Blaníka. Celá hora, vrcholu nevyjímaje, je poměrně hustě pokryta lesním porostem. Tato skutečnost měření nadmořské výšky hory Blaník pomocí přijímače signálu GPS vylučuje. Přijímače potřebují pro přesné měření nezakrytý výhled na oblohu.

Metoda geometrické nivelace je v současnosti stále nejpreciznější a nejjednodušší metodou při určování výšek a převýšení bodů (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008). Ani tuto metodu není nejvhodnější využít pro měření výšky Blaníka. Při měření postupem trigonometrické nivelace bylo zaměřeno 65 představových bodů. Tato hodnota by se znásobila několikrát, pokud bychom na svazích Blaníka chtěli využít geometrickou nivelaci. Při jejím využití a nároku na přesnost jsme omezeni třemi základními podmínkami. Mezi ně patří stejná vzdálenost sousedních záměr. Nejnižší záměra při čtení na latě ve výšce 30 cm nad terénem a pravidlo rozdílu vzdálenosti sousedních sestav, kdy ta následující nemá přesahovat sestavu předchozí o více jak 1/3 její délky (CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008). Při využití geometrické nivelace bychom tedy sice mohli měřit s největší dostupnou přesností, náročnost by však převyšovala efektivnost.

Trigonometrická nivelace nachází uplatnění v místech, kde není potřeba přesnosti velmi přesné nivelace. Její výhoda se projevuje hlavně v kopcovitém terénu, kde není nutné stavět stroj každých pár metrů, jako u geometrické nivelace. Tím zkracujeme dobu nutnou pro měření pořadu. Využitím trojpodstavcové soupravy se postup ještě urychlí a při velmi pečlivém měření se navíc dá dosáhnout kritérií pro přesnou nivelaci.

## 6 ZÁVĚR

Rozhodnutí využít pro měření výšky hory Blaník a výšky blanické rozhledny právě metodu trigonometrické nivelace považuji s ohledem na terénní charakteristiku lokality a porovnání jednotlivých metod měření výšek a převýšení za správné. Při měření převýšení mezi počátečním a koncovým známým bodem pořadu bylo dosaženo odchylky od skutečného převýšení jen 27 mm. Tím byla splněna při celkové délce pořadu 5204,425 m podmínka mezní odchylky pro přesnou nivelaci. Vrchol hory Blaník je v této práci zastoupen bodem č. 29 a nadmořskou výškou 633,992 m.n.m. Rozhledna na Velkém Blaníku je vysoká necelých 30 m. Teoretická část práce je zaměřena na úvod do výšek se snahou o ucelený pohled na oblast výšek v geodézii. Tuto část považuji za případný přínos pro širší veřejnost. Přínosem této práce pro mě byla jednoznačně práce v terénu. Mohl jsem provést celý proces od získání vstupních dat, přes provedení samotného měření, až po zpracování výsledků téměř sám bez odborného dozoru přímo v terénu. Obecný princip trigonometrické nivelace mi již na začátku byl znám. Ovšem využití trojpodstavcové soupravy a provedení dvakrát měřeného převýšení byla příjemná změna. Veškeré měření se navíc odehrávalo v krásné krajině Velkého Blaníka.

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### 7.1 Literární zdroje

1. BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2004: *Geodézie 3*. Praha: ČVUT, 2. vydání, 162 s.
2. CIMBÁLNÍK M., ZEMAN A., KOSTELECKÝ J., 2007: *Základy vyšší a fyzikální geodézie*. Praha: ČVUT, 1. vydání, 218 s.
3. ČÁBELKA M., 2008: *Úvod do GPS*. Praha: CITT Praha, Akademie kosmických technologií oblast Galileo, GMES, 74 s., online: <https://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/ke-stazeni/vyuka/gps/skriptum-uvod-do-gps/view> [cit. 25.12.2014]
4. HAUF M. A KOL., 1989: *Geodézie*. Praha: nakladatelství technické literatury, 2. vydání, 561 s.
5. HONL I., PROCHÁZKA E., 1992: *Úvod do dějin zeměměřictví 2*. Praha: ČVUT, 124 s.
6. CHAMOUT L., SKÁLA P., 2008: *Geodezie*. Praha: ČZU, 179 s.
7. JIRÁSEK A., 1995: *Staré pověsti české*. Praha: Albatros, 12. vydání, 283 s.
8. KOVAŘÍK V., PEŠOUT P., 2000: *100 let ochrany přírody a krajiny na Podblanicku*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody Vlašim, 179 s.
9. KVASIL B. A KOL., 1984: *Malá Československá Encyklopedie, I. svazek A-Č*. Praha: Academia, 880 s.
10. NEVOŠÁD Z., VITÁSEK J., 2000: *Geodézie III*. Brno: VUT, 176 s.
11. NEVOŠÁD Z., VITÁSEK J., 2004: *Geodézie II, modul 03, průvodce předmětem*. Brno: VUT, 39 s.
12. POHORECKÝ V., 2005: *Po stopách triangulačních věží a další turistické zajímavosti Čech a Moravy*. Praha: Libri, 1. vydání, 208 s.
13. POUZAR J., 1996: *Podblanickou minulostí*. Praha: VIDA, 168 s.
14. PUDR J., 1959: *Dějiny geodézie a kartografie*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 74 s.
15. RACKOVÁ L., 2001: *Krajinou kolem Blaníka*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody, 52 s.
16. RATIBORSKÝ J., 2011: *Geodézie I, měření a výpočty*. Praha: ČVUT, 234 s.



17. SCHENK J., 2004: *Geodetické sítě, bodová pole, učební text*. Ostrava: Vysoká škola báňská, 18 s., online: <http://igdm.vsb.cz/igdm/materialy/geosite.pdf> [cit. 25.12.2014]
18. ŠVEC M. A KOL., 2000: *Stavební geodézie 10, praktická výuka*. Praha: ČVUT, 215 s.
19. VITÁSEK J., NEVOSÁD Z., 2004: *Geodézie, modul 01, průvodce předmětem*. Brno: VUT, 36 s.
20. VYKUTIL J., 1982: *Vyšší geodézie*. Praha: Kartografie, 1. vydání, 544 s.
21. ZEMAN A., 2008: *Fyzikální geodézie, teorie výšek a výškové systémy*. Praha: ČVUT, 2. vydání, 83 s.

## 7.2 Internetové zdroje

URL 1: Geomatika – Západočeská univerzita v Plzni [cit. 13.11.2014], dostupné z:  
[http://gis.zcu.cz/Stare\\_mapy/hist\\_mer\\_postupy.html](http://gis.zcu.cz/Stare_mapy/hist_mer_postupy.html)

URL 2: Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 6.12.2014], dostupné z:  
<http://www.cuzk.cz/Zememerictvi/Geodeticke-zaklady-na-uzemi-CR/Informace-o-geodetickyh-zakladech,/Informace-o-geodetickyh-zakladech.aspx>

URL 3: Lišov [cit. 22.2.2015], dostupné z:  
[http://www.lisov.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=86&Itemid=159](http://www.lisov.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=159)

URL 4: Bodová pole ČUZK [cit. 6.1.2015], dostupné z:  
<http://bodovapole.cuzk.cz/znb.aspx>

URL 5: Geomatika – Západočeská univerzita v Plzni [cit. 15.2.2015], dostupné z:  
<http://www.gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch10s02.html>

URL 6: Víme, víte [cit. 7.1.2015], dostupné z:  
<http://www.vimevite.cz/index.php?page=1&ida=322>

URL 7: Louňovice pod Bláníkem [cit. 18.12.2014], dostupné z:  
<http://www.lounovicepodblanikem.cz/rozhledna/rozhledna.php?str=1>

URL 8: Geomatika – Západočeská univerzita v Plzni [cit. 12.2.2015], dostupné z:  
<http://www.gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch11s05.html>

URL 9: Geomatika – Západočeská univerzita v Plzni [cit. 10.3.2015], dostupné z:  
<http://www.gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch13s05.html>

- URL 10: Český kosmický portál [cit. 26.3.2015], dostupné z:  
<http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/galileo/>
- URL 11: Geoserver – Geodetické GPS [cit. 21.3.2015], dostupné z:  
<http://www.gnss-gps.cz/>
- URL 12: Mapový portál [cit. 5.11.2014], dostupné z:  
<http://www.mapy.cz>
- URL 13: Geoserver [cit. 28.11.2014], dostupné z:  
[http://www.geoserver.cz/zbozi\\_files/316/totalni-stance-topcon-GTS-105N.pdf](http://www.geoserver.cz/zbozi_files/316/totalni-stance-topcon-GTS-105N.pdf)
- URL 14: Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický [cit. 7.2.2015],  
dostupné  
z: <http://www.vugtk.cz/slovník/>
- URL 15: Národní geoportál INSPIRE [cit. 7.4.2015], dostupné z:  
[www.geoportal.gov.cz](http://www.geoportal.gov.cz)

## 8 PŘÍLOHY

### 8.1 Seznam obrázků

<i>Obr. 1: Výšky</i> .....	11
<i>Obr. 2: Historické měření výšek, podle Al-Birúniho</i> .....	12
<i>Obr. 3: Jakobova hůl</i> .....	14
<i>Obr. 4: Astroláb</i> .....	15
<i>Obr. 5: Mapa ČSNS I. až III. řádu</i> .....	18
<i>Obr. 6: Základní nivelační bod ZNB-Lišov</i> .....	19
<i>Obr. 7: Typy hřebových značek</i> .....	20
<i>Obr. 8: Čepové nivelační značky</i> .....	21
<i>Obr. 9: Blanická rozhledna v roce 1914 a dnes</i> .....	24
<i>Obr. 10: Geometrická nivelace vpřed</i> .....	25
<i>Obr. 11: Geometrická nivelace ze středu</i> .....	26
<i>Obr. 12: Osy nivelačního přístroje</i> .....	28
<i>Obr. 13: Princip hydrostatické nivelace</i> .....	31
<i>Obr. 14: Řešení pravoúhlého trojúhelníka</i> .....	32
<i>Obr. 15: Měření výšky objektu</i> .....	33

<i>Obr. 16: Princip obecné základny .....</i>	34
<i>Obr. 17: Obecná základna – situace 2.....</i>	35
<i>Obr. 18: Základna ve svislé rovině .....</i>	35
<i>Obr. 19: Trigonometricky měřené převýšení dvou bodů .....</i>	36
<i>Obr. 20: Trigonometrická nivelace s jedenkrát měřeným převýšením .....</i>	37
<i>Obr. 21: Princip trig. nivelace s dvakrát měřeným převýšením .....</i>	38
<i>Obr. 22: Oprava z refrakce.....</i>	39
<i>Obr. 23: Oprava ze zakřivení Země .....</i>	40
<i>Obr. 24: Segmenty GPS .....</i>	41
<i>Obr. 25: GPS přijímač Topcon GRS-1 .....</i>	42
<i>Obr. 26: Oblast měřických prací, CHKO Blaník – Velký Blaník.....</i>	46
<i>Obr. 27: Totální stanice Topcon .....</i>	46
<i>Obr. 28: Souprava zn. Leica .....</i>	47
<i>Obr. 29: Mapový klad geodetických polohových a výškových bodových polí.....</i>	48
<i>Obr. 30: Obecný postup měření převýšení.....</i>	50
<i>Obr. 31: Princip obecné základny aplikovaný v dané lokalitě .....</i>	56
<i>Obr. 32: Postup měření výšky blanické rozhledny.....</i>	59

## **8.2 Seznam tabulek**

<i>Tab. 1: Hodnoty oprav .....</i>	40
<i>Tab. 2: Hodnoty pro výpočet dílčích převýšení ověřovacího pořadu .....</i>	51
<i>Tab. 3: Měřené výšky bodů a převýšení jednotlivých oddílů v pořadu.....</i>	54

## **8.3 Přílohy**

*Příloha č. 1: Geodetické informace o nivelačním bodu Jhi-20*

*Příloha č. 2: Geodetické informace o nivelačním bodu Jhi-21*

*Příloha č. 3: Geodetické informace o nivelačním bodu Jhi-12.1*

*Příloha č. 4: Geodetické informace o nivelačním bodu 15 Blaník*

*Příloha č. 5: Tabulka dílčích převýšení jednotlivých sestav pořadu trigonometrické nivelace (část I.)*

*Příloha č. 6: Tabulka dílčích převýšení jednotlivých sestav pořadu trigonometrické nivelace (část II.)*

*Příloha č. 7: Tabulka dílčích převýšení jednotlivých sestav pořadu trigonometrické nivelace (část III.)*

*Příloha č. 8: Zápisník měřených hodnot – Ověřovací pořad (část I.)*

*Příloha č. 9: Zápisník měřených hodnot – Ověřovací pořad (část II.)*

*Příloha č. 10: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část I.)*

*Příloha č. 11: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část II.)*

*Příloha č. 12: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část III.)*

*Příloha č. 13: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část IV.)*

*Příloha č. 14: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část V.)*

*Příloha č. 15: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část VI.)*

*Příloha č. 16: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část VII.)*

*Příloha č. 17: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část VIII.)*

*Příloha č. 18: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část IX.)*

*Příloha č. 19: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část X.)*

*Příloha č. 20: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část XI.)*

*Příloha č. 21: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část XII.)*

*Příloha č. 22: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část XIII.)*

*Příloha č. 23: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část XIV.)*

*Příloha č. 24: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část XV.)*

*Příloha č. 25: Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část XVI.)*

*Příloha č. 26: Zápisník měřených hodnot – Měření rozhledny*

Příloha č. 1 Geodetické informace o nivelačním bodu Jhi-20 (URL 4)

Nivelační pořad: Jhi Vlašim-Tábor						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddlílu	od počátku			
Jhi-19.1	<b>Jhi-20</b>	0.592	10.854	<b>409.504 m</b>	1990	
<p>Místopisný popis: Louňovice, márnice hřbitova</p>		<p>Místopis:</p>				
<p>Stav a stáří objektu: značka 0,7 m nad zemí zachovalá omítnutá cihlová stavba s kamennou podezdílkou</p> <p>Roznámky:</p>		<p>Úz. jednotka: 320107901 Okres: Benešov Obec: LOUŇOMCE POD BLANÍKEM Kat. území: LOUŇOMCE POD BLANÍKEM Vlastník/parc. č.: /</p>				
ZM-50	23-11		SMD-5	VLAŠIM7-8		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
Č V	3	ZÚ		Y	719102 m	dig.
	Druh stab.	Ing.Zoul		X	1096476 m	
	N	1949				
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba	
14° 50' 54,5"		49° 38' 24,8"	980929 mgal	981034 mgal	-10 mgal	

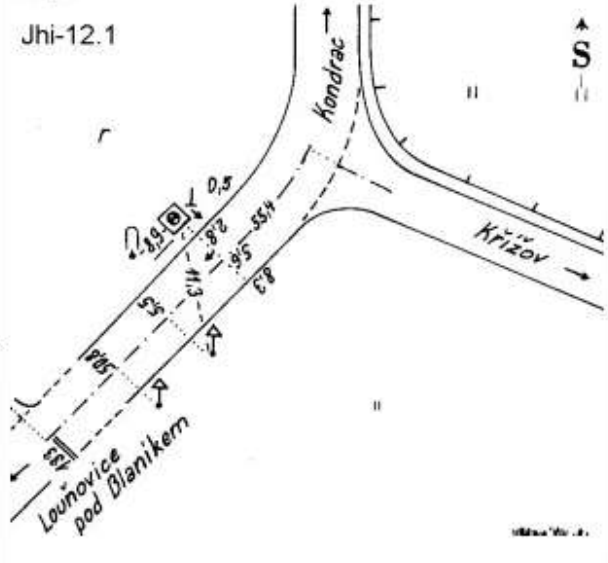
4.10.2014

Příloha č. 2 Geodetické informace o nivelačním bodu Jhi-21 (URL 4)

Nivelační pořad: Jhi Vlašim-Tábor						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		odřihu	od počátku			
Jhi-20	<b>Jhi-21</b>	0.256	11.110	<b>402.096 m</b>	1990	
<p>Místopisný popis: Louňovice, kostel Nanebevzetí P. Marie</p> <p>Stav a stáří objektu: značka 0,5 m nad zemí zachovalá omítnutá kamenná stavba z roku 1650</p> <p>Poznámky: PB Jh3 1. Nelze svisle postavit 3 m latí, možno zaměřit 1 m latí</p>		<p>Místopis:</p>				
		<p>Úz. jednotka: 320107901</p> <p>Okres: Benešov</p> <p>Obec: LOUŇOMCE POD BLANÍKEM</p> <p>Kat. území: LOUŇOMCE POD BLANÍKEM</p> <p>Vlastník/parc. č.: /</p>				
ZM-50	23-11		SMD-5	VLAŠIM7-8		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
Č V	2	ZÚ	PB	Y	719120 m	
	Druh stab.	Ing.Zoul		X	1096728 m	dig.
	N	1949				
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba	
14° 50' 55,3"		49° 38' 16,7"	980931 mgal	981034 mgal	-10 mgal	

4.10.2014

Příloha č. 3 Geodetické informace o nivelačním bodu Jhi-12.1 (URL 4)

Nivelační pořad: Jhi Vlašim-Tábor						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		odřezu	od počátku			
Jhi-11	<b>Jhi-12.1</b>	0.318	6.536	<b>425.876 m</b>	1990	
<p>Místopisný popis: Kondrac, nivelační kámen</p>			<p>Místopis: Jhi-12.1</p> 			
<p>Stav a stáří objektu: obetonovaný žulový hranol, normalizovaný do 0,3 m humus, do 1,0 m hlína s kameny</p> <p>Poznámky:</p>			<p>Úz. jednotka: 320106201 Okres: Benešov Obec: KONDRAC Kat. území: KONDRAC Vlastník/parc. č.: /</p>			
ZM-50	23-11		SMD-5	VLAŠIM6-7		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
H III	3	GKP		Y	716326 m	
	Druh stab.	Bartůněk		X	1094228 m	dig.
	NK	1989				
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba	
14° 52' 57,1"		49° 39' 48,7"	980928 mgal	981036 mgal	-10 mgal	

4.10.2014

Příloha č. 4 Geodetické informace o trigonometrickém bodu 15 Blaník (URL 4)

**GEODETICKÉ ÚDAJE**  
trigonometrického bodu

Kraj: Středočeský kraj  
 Okres: Benešov  
 Obec: Louňovice pod Blaníkem

Vytvářeno pro web 05.03.2015

TL	2210
ZM-50	23-11
SMO-5	080868

Číslo a název bodu		15		Blaník	
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška	
				Bpv	vztahuje se na
15	TB	717236.32	1096451.95	631.84	hranol
15.2	OB3	717317.81	1096223.01	594.26	hranol
15.3	OB3	přibližná délka*		633.05	hranol
15.4	EC1	717213.87	1096459.69	663.13	vrch hromosv.

Orientace na body (ve stupních)							
Číslo		Jižní	Délka strany	Číslo		Jižní	Délka strany
15.2		160 24 28.7	243.013				
15.3		314 57 47.0	45.900				

**Metopisný popis:** Bod je na historickém kopci Blaník, východně od Louňovic, trvale signalizován hromosvodem na turist. rozhledně (15.4). Centrum je umístěno na západní straně od schodiště rozhledny. Bod 15.1 převeden na 288, bod 15.2 na OB3.

Bod	15		15.2		15.3		15.4	
Stab. údaje	0,00	žula 25.25.105	0,00	žula 16.16.75	0,00	žula v bet 16.16.80	0,00	vrch hromosvodu
	1.10	žula 40.40.15	1.01	žula 30.30.10				
	1.30	křížek vyt.ve skále						
Okraj. změn. znaky na boku	1940 j.							
Ochranný znak (okružní)	OT-2009							
Nat. adresa (přísluš. úř. org.)	Louňovice pod Blaníkem 1187/1		Louňovice pod Blaníkem		Louňovice pod Blaníkem		Louňovice pod Blaníkem	

10.4.2014



Příloha č. 5 Tabulka dílčích převýšení jednotlivých sestav pořadu trigonom. nivelace (část I.)

i,j	$\overline{S}_{i,j}$	$Z_{i,j}$	$Z_{j,i}$	q	u	v	$\overline{\Delta H}_{i,j}$
	[m]	[grad]	[grad]	[m]	[m]	[m]	[m]
Jhi-21,1	3,263	100,0000	100,0000	0,000	0,000		0,000
1,2	26,183	104,9133	94,9905	0,000	0,000		-2,038
2,3	94,772	97,2162	102,7540	0,001	0,000		4,122
3,4	71,137	95,7039	104,2624	0,000	0,000		4,778
4,5	97,320	95,5779	104,3971	0,001	0,000		6,737
5,6	57,704	98,2345	101,7246	0,000	0,000		1,582
6,7	161,090	98,3459	101,6369	0,002	0,000		4,165
7,8	185,705	96,6518	103,3309	0,003	0,000	0,001	9,740
8,9	102,945	97,8653	102,1101	0,001	0,000		3,432
9,10	129,226	97,0167	102,9657	0,001	0,000		6,037
10,11	261,233	96,0704	103,9211	0,005	0,001	0,001	16,101
11,12	43,462	96,5563	103,3836	0,000	0,000		2,329
11,12	43,468	96,6490	103,2891	0,000	0,000		2,266
12,13	78,189	92,5257	107,4415	0,000	0,000		9,139
13,14	67,118	88,6976	111,2616	0,000	0,000		11,832
14,15	81,001	87,2595	112,7130	0,000	0,000		16,085
15,16	47,201	89,3888	110,5575	0,000	0,000		7,811
16,17	100,730	93,4860	106,4881	0,001	0,000		10,270
17,18	59,686	94,3914	105,5656	0,000	0,000		5,231
18,19	77,614	95,5609	104,4074	0,000	0,000		5,388
19,20	71,808	93,8744	106,0904	0,000	0,000		6,879
20,21	60,353	93,7596	106,1948	0,000	0,000		5,885
21,22	72,832	87,1521	112,8117	0,000	0,000		14,579
22,23	61,108	83,0657	116,8912	0,000	0,000		16,044
23,24	49,518	81,8207	118,1298	0,000	0,000		13,930
24,25	37,811	79,3850	120,5524	0,000	0,000		12,013
25,26	58,254	79,1878	120,7711	0,000	0,000		18,689
26,27	62,941	83,8675	116,0949	0,000	0,000		15,762
27,B	23,173	89,8509	110,0410	0,000	0,000		3,659
B,28	25,970	98,0837	101,8152	0,000	0,000		0,761

Příloha č. 6 Tabulka dílčích převýšení jednotlivých sestav pořadu trigonom. nivelace (část II.)

28,29	16,193	94,1561	105,6841	0,000	0,000		1,464
B,28	25,907	97,9381	101,9604	0,000	0,000		0,818
28,29	16,212	94,6738	105,1689	0,000	0,000		1,335
29,30	66,172	107,4179	92,5442	0,000	0,000		-7,712
30,31	62,815	113,8101	86,1490	0,000	0,000		-13,539
31,32	96,285	113,8654	86,1099	0,001	0,000	0,001	-20,822
32,33	41,531	114,8772	85,0629	0,000	0,000		-9,636
33,34	77,264	116,5808	83,3910	0,000	0,000	0,001	-19,913
34,35	122,568	109,0121	90,9697	0,001	0,000	0,001	-17,309
35,36	90,174	96,3477	103,6247	0,001	0,000	0,001	5,152
36,37	34,384	88,8223	111,1050	0,000	0,000		5,987
37,38	52,460	103,2634	96,6869	0,000	0,000		-2,708
38,39	99,356	104,9880	94,9885	0,001	0,000	0,001	-7,794
39,40	86,558	107,3431	92,6284	0,001	0,000	0,001	-9,980
40,41	81,062	101,8425	98,1243	0,000	0,000	0,001	-2,367
41,42	48,526	104,7853	95,1625	0,000	0,000		-3,664
42,43	65,215	113,2056	86,7543	0,000	0,000		-13,451
43,44	86,851	114,4046	85,5667	0,001	0,000	0,001	-19,502
44,45	84,188	111,0447	88,9209	0,000	0,000	0,001	-14,555
45,46	50,236	110,5843	89,3613	0,000	0,000		-8,335
46,47	155,621	105,3297	94,6523	0,002	0,000	0,003	-13,033
47,48	91,359	106,1120	93,8616	0,001	0,000	0,001	-8,775
48,49	75,832	106,5410	93,4253	0,000	0,000		-7,798
49,50	49,207	103,6797	96,2692	0,000	0,000		-2,862
50,51	105,362	107,2615	92,7106	0,001	0,000	0,001	-12,014
51,52	25,410	115,3409	84,5628	0,000	0,000		-6,083
52,53	11,190	122,3271	77,4589	0,000	0,000		-3,862
51,52	25,305	115,2429	84,6598	0,000	0,000		-6,020
52,53	11,229	122,9887	76,7999	0,000	0,000		-3,985
53,54	80,836	104,9206	95,0454	0,000	0,000	0,001	-6,263
54,55	68,648	95,0451	104,9183	0,000	0,000		5,318
55,56	56,963	89,0094	110,9441	0,000	0,000		9,765

Příloha č. 7 Tabulka dílčích převýšení jednotlivých sestav pořadu trigonom. nivelace (část III.)

56,57	45,432	88,9033	111,0392	0,000	0,000		7,859
57,58	53,464	91,5132	108,4380	0,000	0,000		7,086
58,59	51,296	90,2684	109,6787	0,000	0,000		7,790
59,60	92,082	92,5520	107,4174	0,001	0,000	0,001	10,727
60,61	61,015	93,7720	106,1871	0,000	0,000		5,940
61,62	150,159	104,0459	95,9384	0,002	0,000	0,002	-9,553
62,63	125,085	104,7081	95,2712	0,001	0,000	0,001	-9,261
63,64	186,000	104,4086	95,5773	0,003	0,000	0,003	-12,888
64,65	141,403	103,7437	96,2360	0,002	0,000	0,002	-8,331
65,Jhi-12.1	92,483	101,1053	98,8684	0,001	0,000	0,001	-1,624

LEGENDA:

$i, j$  Označení nivelační sestavy

$\overline{S}_{i,j}$  Průměrná šikmá délka sestavy vypočtená podle vzorce:  $\overline{S}_{i,j} = \frac{S'_{i,j} + S'_{j,i}}{2}$   
z dvakrát měřené šikmé vzdálenosti vpřed a vzad.

$Z_{i,j}$  Hodnota zenitového úhlu při měření převýšení vpřed v sestavě

$Z_{j,i}$  Hodnota zenitového úhlu při měření převýšení vzad v sestavě

$q$  Hodnota opravy ze zakřivení země, která se vypočte dle vzorce:  $q = \frac{S^2}{2R}$ , kde  $R$  je hodnota poloměru Země (6378 m) a  $S$  je vodorovná délka sestavy.

$u$  Hodnota opravy z refrakce, která se vypočte dle vzorce:  $u = k * \frac{S^2}{2R}$ , kde  $k$  je refrakční koeficient (0,13),  $S$  je vodorovná délka sestavy a  $R$  je poloměr Země (6378)

$v$  Hodnota opravy z vyrovnání pořadu trigonometrické nivelace

$\overline{\Delta H}_{i,j}$  Dílčí převýšení jednotlivých nivelačních sestav, které se vypočte podle vzorce:

$$\overline{\Delta H}_{i,j} = \frac{1}{2} * \overline{S}_{i,j} * (\cos z_{i,j} - \cos z_{j,i}) + q - u$$

$$\overline{\Delta H}_{i,j} = \frac{1}{2} * \overline{S}_{i,j} * (\cos z_{i,j} - \cos z_{j,i}) + \frac{S^2}{2R} - k * \frac{S^2}{2R}$$

Příloha č. 8 Zápisník měřených hodnot – Ověřovací pořad (část I.)

Str.: .....  
1

Zápisník vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek

Přístroj		Turnus výšky :	
Typ : TOPCON GTS -105N		Obor :	
Výrobní číslo : CH 0935		Skupina č. :	
Zapsal : SOSNOVEC		Zapsal : SOSNOVEC	
Vypočetl. : JAN		Vypočetl. : JAN	
Kontroloval :		Kontroloval :	
Poznámka :		Poznámka :	

Váha číslo přes 10 11	Zenitové úhly z			Vzdálenosti			Opravy		Vodorovné vzdálenosti
	Zápis	z	z	Sikmá délka	Vodorovná délka	Z nam. výšky	Zo zobrazení	17	
I	400 0 0	100 0 0	0 0	3 480	3 480	0,000	0,000		
II	300 0 0	200 0 0	0 0	3 480	3 480	0,000	0,000		
Σ	400 0 0	100 0 0	0 0	3 480	3 480	0,000	0,000		3,480
I	101 21 0	101 21 14	1 14	56 810	56 810	0,000	0,000		
II	98 78 71	210 0 18	0 18	56 813	56 813	0,000	0,000		
Σ	399 99 71	210 0 14	0 14	56 812	56 812	0,000	0,000		56,810
I	98 74 24	98 74 31	1 11	56 816	56 816	0,000	0,000		
II	301 25 62	210 0 14	0 14	56 815	56 815	0,000	0,000		
Σ	399 99 86	210 0 7	0 7	56 816	56 816	0,000	0,000		56,815
I	403 17 40	103 17 34	1 34	61 659	61 659	0,000	0,000		
II	306 82 77	210 0 12	0 12	61 658	61 658	0,000	0,000		
Σ	400 0 12	103 17 0	0 6	61 659	61 659	0,000	0,000		61,582
I	96 78 62	96 78 57	1 11	61 660	61 660	0,000	0,000		
II	303 21 29	210 0 29	0 29	61 658	61 658	0,000	0,000		
Σ	399 99 91	210 0 15	0 15	61 659	61 659	0,000	0,000		61,580
I	402 26 24	102 25 85	1 85	77 620	77 620	0,000	0,000		
II	397 74 53	210 0 77	0 77	77 618	77 618	0,000	0,000		
Σ	400 0 77	102 25 0	0 39	77 619	77 619	0,000	0,000		77,570
I	97 70 48	97 70 68	1 11	77 618	77 618	0,000	0,000		
II	301 19 8	210 0 14	0 14	77 614	77 614	0,000	0,000		
Σ	399 99 56	210 0 21	0 21	77 620	77 620	0,000	0,000		77,570
I	402 55 22	102 54 84	1 84	58 587	58 587	0,000	0,000		
II	397 45 53	210 0 75	0 75	58 589	58 589	0,000	0,000		
Σ	400 0 75	102 54 0	0 38	58 588	58 588	0,000	0,000		58,544
I	97 41 35	97 40 86	1 11	58 590	58 590	0,000	0,000		
II	302 59 63	210 0 98	0 98	58 589	58 589	0,000	0,000		
Σ	400 0 98	102 54 0	0 49	58 590	58 590	0,000	0,000		58,544

Staniční číslo	Směr na bod č.	Vodorovné směry					Průměr reduk.	Průměr reduk. skupin
		1. skupina	2. skupina	3. skupina	4. skupina	5. skupina		
1	Jhi - 20	0 4 14	3 98					0 0 0
2		211 76 91						211 71 93
1		223 92 54	92 72					223 88 74
3		231 1 48	2 73					30 98 75
2		325 93 92	89 84					125 89 84
4		336 34 42	34 65					336 30 67
3		401 7 23	7 39					401 3 41
5		7 23 95	24 18					7 20 20
4		207 94 41	20 20					207 59 31
		7 59 34	55 35					207 55 35



Priloha c. 9 Zapisnik merynych hodnot – Oveřovací pořad (cást II.)

Str.: 9

Zapisnik vodorovnych smeru, zenitovych uhlu a delka

Přístroj		Turnus výšky:	
Typ: TOPCON 613-05N		Ober:	
Výrobní číslo: 6H 0955		Skupina č.:	SOSNOVEC
		Vypočet:	JAN
		Kontroloval:	
		Poznámka:	

Výška měřicího bodu	Zenitové úhly z			Vzdálenosti					Opravy	
	12	13	z	Šikmá délka	Vodorovná délka	15	16	17	Z nam. výšky	Vodorovná vzdálenosti
10 11	94 75 67	94 75 126	I	25 796	25 708	0,000				18
II	305 15 40	20= - 0 71	II	25 796	25 708	0,000				
Σ	400 0 71	I= - 0 35	φ	15 796	25 708	0,000				25, 708
I	105 14 92	105 14 72	I	25 789	25 705	0,000				
II	294 85 49	20= - 0 44	II	25 794	25 707	0,000				
Σ	400 0 44	I= - 0 30	φ	25 790	25 706	0,000				25, 706
I	100 0 0	100 0 0	I	2 947	2 947	0,000				
II	300 0 0	20= 0 0	II	2 947	2 947	0,000				
Σ	400 0 0	I= 0 0	φ	2 947	2 947	0,000				2, 947
I			I							
II		20=	II							
Σ		I=	φ							
I			I							
II		20=	II							
Σ		I=	φ							
I			I							
II		20=	II							
Σ		I=	φ							
I			I							
II		20=	II							
Σ		I=	φ							
I			I							
II		20=	II							
Σ		I=	φ							
I			I							
II		20=	II							
Σ		I=	φ							

Název situace:		Vodorovné směry								
Staniční číslo	Směr na bod č.	1. skupina			2. skupina			Průměr reduk.	Průměr za 2 skupin	9
		Průměr reduk.	1. skupina	2. skupina	Průměr reduk.	2. skupina				
5	6		290 63 40	63 52					290 59 54	
II			90 63 63	59 54						
I	5		251 16 4	26 11						
II			51 26 17	21 13					251 21 13	
4005	Jhi - 21		287 50 76	50 62						
II			87 50 48	46 64					187 46 64	
I										
II										
I										
II										
I										
II										
I										
II										
I										
II										
I										
II										
I										
II										

Příloha č. 10 Zápisník měřených hodnot – Niveláčnický pořad (část I.)

Str.: 1

Zápisník vodorovných směrů, zenitových úhlů a dělek

Polygonový pořad č. 1 PH profilování stanovisko: SOŠNOVEC cíl: SOŠNOVEC J. dne: 18. 10. 20 14 viditelnost: DOBRA		Název situace:		Prístroj Typ: TOPCON GTS-105N Výrobní číslo: 6H 0955		Tumus vjaky: Obor: SOŠNOVEC Skupina č.: JAN Zapsal: SOŠNOVEC Vypočetl: JAN Kontroloval: POZNÁMKA:											
Stanoviště číslo	Směr na bod č.	Vodorovné směry			Zenitové úhly z. 10			Vzdálenosti			Opravy						
		1. skupina	Průměr reduk.	2. skupina	Průměr reduk.	Průměr ze 2 skupin	Zápis	z.	Šířka dělka	Vodorovná délka	Z. rovin. výšky	Z. rovin. výšky	Z. rovin. výšky				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Jhi - 21	289	44	34	14	60			1	100	0	100	0		3	263	0
		89	14	86	10	62			II	300	0	20	+		3	263	0
		226	83	58	83	93			I	104	91	104	91	33	26	183	0
		26	74	28	79	95			II	105	8	55	20	+	26	183	0
		15	93	72	93	84			I	94	99	4	94	99	26	183	0
		215	93	96	89	86			II	305	0	94	20	+	26	181	0
		372	61	43	61	58			I	97	21	55	97	21	94	773	0
		172	61	72	57	60			II	302	78	31	20	+	94	773	0
		119	51	87	51	98			I	102	75	35	102	75	94	770	0
		349	53	43	48	99			II	297	24	55	20	+	94	771	0
		303	63	53	63	53			I	95	70	76	95	70	71	139	0
		103	63	51	59	54			II	304	99	98	20	+	71	139	0
		389	47	9	47	15			I	400	0	74	0	0	71	139	0
		189	47	40	43	16			II	104	16	58	104	16	71	137	0
		244	46	16	46	49			I	195	74	10	20	+	71	135	0
		44	46	42	41	21			II	400	0	68	0	0	71	136	0
		289	43	65	43	88			I	95	57	84	95	57	97	321	0
		89	44	40	9	89			II	304	41	26	20	+	97	320	0
		104	39	80	104	39	71		I	104	0	10	0	0	97	321	0
		195	60	38	60	28			II	195	60	38	20	+	97	320	0
		400	0	18	0	9			I	400	0	18	0	0	97	319	0
									II								





Příloha č. 12 Zázpisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část III.)

Str.: 2

Zázpisník vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek

Pohybový pořad č. Půlprohmání		Směr na bod č.		Vodorovné směry		Zemité úhly z		Vzdělenosti		Opravy		
stanovisko:	ci:	1.	2.	1. skupina	2. skupina	12	13	14	15	16	17	18
vyška:	ci:	1.	2.	Průměr reuk.	Průměr reuk.	Zápis	z	Šikmá délka	Vodorovná délka	Z nam. výšky vzdělenosti	Ze zobrazení	Vodorovné vzdělenosti
10	9	144	60	26	00	55		119	114	119	107	+0,001
		344	60	84	56	57		119	114	119	107	-0,000
	11	346	47	97	48	9		129	125	129	113	+0,001
		146	48	20	44	11		161	154	160	156	+0,005
	10	352	31	50	31	85		161	153	160	155	-0,001
		152	32	20	27	87		161	153	160	155	+0,004
11	12	149	49	86	49	86		161	153	160	155	+0,005
		349	49	86	45	88		161	153	160	155	+0,004
12	11	121	9	36	9	54		43	46	43	39	0
		21	9	71	5	55		43	46	43	39	0
11	12	13	53	36	53	44		43	46	43	39	0
		249	53	52	49	46		43	46	43	39	0
12	11	113	43	26	43	54		43	46	43	39	0
		154	43	82	39	56		43	46	43	39	0
13	13	113	41	44	41	46		43	46	43	39	0
		313	41	48	37	48		43	46	43	39	0
13	12	105	1	76	3	46		43	46	43	39	0
		305	3	55	99	48		43	46	43	39	0



Příloha č. 13 Zápisník měřených hodnot – Nivelační pořad (část IV.)

Str.: 4

Zápisník vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek

Přístroj		Turnus výšky:										
Typ: TOPCON GT3-105 N		Obor:										
Výrobní číslo: GH 0955		Skupina č.:										
		Zapsal: SOŠNOVEC										
		Vypočet: JAN										
		Kontroloval:										
		Poznámka:										
Věk 10	11	Zenitové úhly z			Vzdálenosti			Opravy				
		Zápis	z	12	13	14	15	16	Z nam. výšky Ze zobrazení	Vodorovné vzdálenosti		
I	88	69	52	88	69	76	1	67	111	66	066	0
II	511	30	0	21=+	0	44	II	67	111	66	067	0
Σ	399	99	52	=+	0	34	φ	67	111	66	066	0
I	111	26	3	111	16	16	1	67	116	66	069	0
II	188	93	70	21=+	0	87	II	67	115	66	068	0
Σ	399	99	73	=+	0	143	φ	67	115	66	068	0
I	87	25	78	87	25	85	1	81	008	79	391	0
II	341	94	56	21=+	0	34	II	81	005	79	387	0
Σ	400	0	34	=-	0	117	φ	81	006	79	389	0
I	111	71	8	111	71	80	1	80	995	79	385	0
II	389	28	48	21=+	0	141	II	80	997	79	387	0
Σ	399	99	56	=+	0	221	φ	80	996	79	386	0
I	89	38	62	89	38	88	1	47	204	46	550	0
II	310	60	91	21=+	0	140	II	47	205	46	551	0
Σ	399	99	60	=+	0	300	φ	47	204	46	550	0
I	110	55	54	110	55	75	1	47	199	46	551	0
II	289	44	4	21=+	0	141	II	47	197	46	549	0
Σ	399	99	58	=+	0	211	φ	47	198	46	550	0
I	93	48	70	93	48	60	1	100	734	100	277	+0,001
II	305	51	50	21=+	0	20	II	100	733	100	286	-0,000
Σ	400	0	20	=-	0	110	φ	100	733	100	286	+0,001
I	106	48	78	106	48	81	1	100	726	100	283	+0,001
II	293	51	16	21=+	0	6	II	100	719	100	286	-0,000
Σ	399	99	94	=+	0	3	φ	100	727	100	284	+0,001
I	94	38	92	94	38	14	1	59	689	59	457	0
II	305	60	64	21=+	0	141	II	59	688	59	457	0
Σ	399	99	56	=+	0	221	φ	59	688	59	457	0

Přístroj		Turnus výšky:										
Typ: TOPCON GT3-105 N		Obor:										
Výrobní číslo: GH 0955		Skupina č.:										
		Zapsal: SOŠNOVEC										
		Vypočet: JAN										
		Kontroloval:										
		Poznámka:										
Věk 10	11	Zenitové úhly z			Vzdálenosti			Opravy				
		Zápis	z	12	13	14	15	16	Z nam. výšky Ze zobrazení	Vodorovné vzdálenosti		
I	88	69	52	88	69	76	1	67	111	66	066	0
II	511	30	0	21=+	0	44	II	67	111	66	067	0
Σ	399	99	52	=+	0	34	φ	67	111	66	066	0
I	111	26	3	111	16	16	1	67	116	66	069	0
II	188	93	70	21=+	0	87	II	67	115	66	068	0
Σ	399	99	73	=+	0	143	φ	67	115	66	068	0
I	87	25	78	87	25	85	1	81	008	79	391	0
II	341	94	56	21=+	0	34	II	81	005	79	387	0
Σ	400	0	34	=-	0	117	φ	81	006	79	389	0
I	111	71	8	111	71	80	1	80	995	79	385	0
II	389	28	48	21=+	0	141	II	80	997	79	387	0
Σ	399	99	56	=+	0	221	φ	80	996	79	386	0
I	89	38	62	89	38	88	1	47	204	46	550	0
II	310	60	91	21=+	0	140	II	47	205	46	551	0
Σ	399	99	60	=+	0	300	φ	47	204	46	550	0
I	110	55	54	110	55	75	1	47	199	46	551	0
II	289	44	4	21=+	0	141	II	47	197	46	549	0
Σ	399	99	58	=+	0	211	φ	47	198	46	550	0
I	93	48	70	93	48	60	1	100	734	100	277	+0,001
II	305	51	50	21=+	0	20	II	100	733	100	286	-0,000
Σ	400	0	20	=-	0	110	φ	100	733	100	286	+0,001
I	106	48	78	106	48	81	1	100	726	100	283	+0,001
II	293	51	16	21=+	0	6	II	100	719	100	286	-0,000
Σ	399	99	94	=+	0	3	φ	100	727	100	284	+0,001
I	94	38	92	94	38	14	1	59	689	59	457	0
II	305	60	64	21=+	0	141	II	59	688	59	457	0
Σ	399	99	56	=+	0	221	φ	59	688	59	457	0

Příloha č. 14 Zápisník měřených hodnot – Nivelační pořad (část V.)

Str.: 5

Zápisník vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek

Přístroj		Turmus výšky:	
Typ: TOPCON GTS-105N		Obor:	
Výrobní číslo: CH 0955		Skupina č.:	
		Zapsal: SOSNOVEC	
		Vypočetl: JAN	
		Kontroloval:	
		Poznámka:	

Výška cíle mety D	Zenitové úhly z			Vzdálenosti			Opravy		
	12	13	z	15	16	17	Znečin. výšky	Vodorovné	
10 11	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I	105 56 46	105 56 56	0	59 687	59 499			0	
II	294 43 34	210 +	0	59 684	59 456			0	
Σ	399 99 80	10 +	0	69 685	59 454			0	59 454
I	95 56 57	95 56 9		77 615	77 426			0	
II	324 44 34	210 -	0	77 615	77 406			0	
Σ	400 0 25	10 -	0	77 615	77 426			0	77 426
I	104 40 62	104 40 74		77 614	77 424			0	
II	295 59 14	210 +	0	77 613	77 429			0	
Σ	399 99 76	10 +	0	77 613	77 427			0	77 427
I	93 87 34	93 87 44		71 810	71 478			0	
II	306 12 46	210 +	0	71 810	71 478			0	
Σ	399 99 80	10 +	0	71 810	71 478			0	71 478
I	106 9 0	106 9 4		71 805	71 479			0	
II	293 00 01	210 +	0	71 809	71 479			0	
Σ	399 99 01	10 +	0	71 806	71 478			0	71 478
I	93 75 70	93 75 96		60 354	60 064			0	
II	306 12 39	210 +	0	60 358	60 068			0	
Σ	399 99 57	10 +	0	60 356	60 066			0	60 066
I	106 7 36	106 7 48		60 357	60 066			0	
II	293 80 59	210 +	0	60 357	60 066			0	
Σ	399 99 75	10 +	0	60 357	60 066			0	60 066
I	87 15 14	87 15 01		72 837	71 359			0	
II	342 84 77	210 +	0	72 836	71 359			0	
Σ	399 99 86	10 +	0	72 836	71 358			0	71 358
I	100 20 01	100 20 01		72 834	71 358			0	
II	287 48 56	210 +	0	72 830	71 360			0	
Σ	399 99 47	10 +	0	72 829	71 359			0	71 359

Název situace		Vodorovné směry								
Př. č.	D	1. skupina			2. skupina			Průměr reduk.	Průměr ze 2 skupin	9
		1	2	3	4	5	6			
18	17	379	371	18	71	22				
		179	171	25	67	23			379	67 23
	19	156	26	00	26	01				
		356	20	04	01	04			156	20 04
	18	170	41	11	44	46				
		370	48	01	44	48			170	44 48
	20	353	69	50	60	58				
		153	69	66	65	60			353	65 60
	19	102	41	18	42	46				
		322	42	00	38	48			102	38 48
	21	390	10	8	10	14				
		170	10	20	6	16			390	6 16
	20	333	7	36	7	39				
		133	8	22	3	21			333	3 21
	22	149	84	44	84	35				
		349	84	26	20	37			149	20 37
	21	149	41	58	43	18				
		349	43	71	29	20			149	29 20





Príloha č. 16 Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část VII.)

Str.: 7.....

Zápisník vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek

Náčet situace:		Přístroj										Turnus výšky:						
Polygonový pořad č. Při profilání		Typ : TOPCON GTS -105N										Obor :						
stanoviško: cíl:		Výrobní číslo : 6H 0955										Skupina č. :						
Měří: IČDNOVEC dne: 19. a. 24. 10. 2014 viditelnost DOBRÁ		Zapsal: SOSNOVEC										Vypočetl: JAN						
Stanoviško		Kontroloval: Poznámka:										Vodorovné vzdálenosti						
Směr na bod č.		Vzdálenosti										Opravy						
výška stanoviška		Šířka délka										Z reáln. výšky						
disko		Zápis										Ze zobrazení						
1. 2. 3.		12 13 14 15 16 17 18																
27	26	I 116 9 8 116 9 44 1	62 020	60 030														
		II 233 90 10 233 90 22 11	62 944	60 940														
		Σ 349 99 18 = + 0 41 φ	62 940	60 930														60.939
	B	I 89 85 6 89 85 9 1	23 477	22 883														
		II 340 44 88 21+ 0 6	23 479	22 885														
		Σ 399 99 94 = + 0 3 φ	23 478	22 884														22.884
	27	I 110 3 96 110 4 10 1	23 168	22 880														
		II 289 95 76 21+ 0 28 11	23 170	22 882														
		Σ 399 99 71 = + 0 14 φ	23 169	22 881														22.881
	B 1358	I 98 8 32 98 8 37 1	25 973	25 967														
		II 301 01 58 21+ 0 10 11	25 970	25 958														
		Σ 399 99 90 = + 0 5 φ	25 971	25 959														25.959
	28	I 101 8 1 24 101 8 1 52 1	25 969	25 958														
		II 208 18 20 21+ 0 56 11	25 969	25 958														
		Σ 399 99 141 = + 0 28 φ	25 969	25 958														25.958
	B 1438	I 94 15 36 94 15 61 1	16 493	16 425														
		II 305 84 14 21+ 0 50 11	16 497	16 429														
		Σ 399 99 150 = + 0 25 φ	16 495	16 427														16.427
	29	I 105 68 22 105 68 44 1	16 491	16 423														
		II 294 51 40 21+ 0 38 11	16 492	16 424														
		Σ 399 99 62 = + 0 49 φ	16 491	16 423														16.423
	B 1441	I 97 93 81 97 93 81 1	25 940	25 947														
		II 292 6 22 21+ 0 6 11	25 941	25 947														
		Σ 400 0 6 = - 0 3 φ	25 940	25 947														25.947
	28	I 101 95 97 101 96 4 1	25 905	25 897														
		II 298 3 88 21+ 0 15 11	25 906	25 893														
		Σ 399 99 85 = + 0 7 φ	25 905	25 892														25.892

Náčet situace:		Vodorovné směry								
Polygonový pořad č. Při profilání		1. skupina			2. skupina			Průměr reduk.		Průměr ze 2 skupin
stanoviško: cíl:		5			6			7		8
Měří: IČDNOVEC dne: 19. a. 24. 10. 2014 viditelnost DOBRÁ		4			5			6		7
Stanoviško		Směr na bod č.			Průměr reduk.			Průměr reduk.		Průměr ze 2 skupin
výška stanoviška		1. 2. 3.			4			5		6
disko		4			5			6		7
27	26	I 335 35 86 36 41								
		II 735 36 96 82 43								335 32 43
		Σ 112 77 21 77 17								
	B	I 522 77 10 73 19								102 73 19
		II 253 97 11 97 38								
	27	I 53 97 64 93 40								253 93 40
		II 115 36 64 36 76								
		Σ 345 36 88 92 78								115 32 78
	B	I 35 35 12 35 41								
		II 235 95 70 31 49								35 31 43
		Σ 150 91 76 91 88								
	29	I 150 91 76 91 88								150 87 90
		II 341 22 68 23 10								
		Σ 491 23 52 49 12								341 19 12
	B 1441	I 115 36 53 36 55								
		II 345 36 56 32 56								115 32 56
		Σ 84 45 58 45 91								
	28	I 84 45 58 45 91								84 41 94
		II 284 46 26 44 94								
		Σ 284 46 26 44 94								



Příloha č. 17 Zápisník měřených hodnot – Nivelační pořad (část VIII.)

Str.: 8

Zápisník vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek

Polygonový pořad č. PŘI PRŮBĚHĚ stanoviško: cíl:				Nabírá situace:				Přístroj				Turnus výuky:						
Měří: SODNOVEC dne: 24. 10. 20 14				Měří: DOBRK				Typ: TOPCON GTS-105N				Obor:						
včetně: DOBRK								Výrobní číslo: GH 0955				Zapsali: SODNOVEC						
												Vypočet: JAN						
												Kontroloval: JAN						
												Pozorámka:						
Stanoviško číslo	Směr na bod č.	Příměr	Vodorovné směry		Průměr reduk. skupin	Průměr ze 2 skupin	Z	Vzdálenosti		Opravy Z nam. výšky Za označení	Vodorovné vzdálenosti							
			1. skupina	2. skupina				Síťová délka	Vodorovná délka									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
28	29		I	100	30	16	30	31						16	156	0		
			II	0	30	46	26	33						16	157	0		
														16	157	0	16, 157	
29	28		I	278	81	94	82	3						16	152	0		
			II	78	81	42	78	5						16	154	0		
														16	153	0	16, 153	
30	30		I	55	37	44	37	66						66	727	0		
			II	255	37	88	35	68						66	168	65	740	0
														66	169	65	720	0
30	29		I	207	24	20	24	22						66	177	65	748	0
			II	7	24	14	20	24						66	178	65	725	0
														66	175	65	722	0
31	31		I	362	70	14	70	75						62	209	61	337	0
			II	162	71	36	66	77						62	214	61	342	0
														62	212	61	340	0
31	30		I	324	63	88	63	79						62	217	61	336	0
			II	124	63	70	59	81						62	217	61	337	0
														62	218	61	337	0
32	32		I	165	52	40	50	97						96	219	94	004	+0,001
			II	365	53	54	48	99						96	219	94	005	-0,001
														96	220	94	005	+0,001
32	31		I	209	5	36	5	16						96	227	94	004	+0,001
			II	9	4	96	1	18						96	222	94	009	-0,001
														96	220	94	007	+0,001
33	33		I	38	89	12	90	10						41	517	40	349	0
			II	938	90	78	86	12						41	517	40	349	0
														41	517	40	349	0

Príloha č. 18 Zápisník měřených hodnot – Niveláční pořad (část IX.)

9  
str.: .....

Zápisník vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek

Polygonořný pořad č. Příklad		Název situace:		Přístroj		Turnus výšky:						
Stanořisko:		Směr na bod č.		Typ: TOPCON PTA-105N		Obor:						
Měři: JOSNOVEC J. dne 21. 10. 2014		3		Výrobni číslo: GH 0955		Skupina č.:						
Věřitelnořt: DOŘEK		4		Zapsal: JOSNOVEC		Ze zřazení:						
Stanořisko		5		Kontroloval: JAN		Poznámka:						
1		6		12		13						
2		7		14		15						
3		8		16		17						
4		9		18		18						
33	32	119	24	24	52	1	41	535	40	381	0	
		319	24	30	54	II	41	535	40	518	0	
		330	67	20	63	I	77	257	74	651	0	40.318
		130	67	46	65	II	77	260	74	654	0	
		277	56	0	73	I	77	259	74	653	0	74.653
		77	55	46	75	II	77	268	74	653	0	
		67	57	78	15	I	77	268	74	653	0	74.653
		267	58	52	17	II	77	262	74	653	0	
		360	5	84	66	I	77	262	74	653	0	
		180	5	48	68	II	77	262	74	653	0	
		159	71	18	33	I	77	262	74	653	0	
		339	71	48	35	II	77	262	74	653	0	
		78	81	80	9	I	77	262	74	653	0	
		278	81	38	11	II	77	262	74	653	0	
		294	88	72	67	I	77	262	74	653	0	
		74	88	62	69	II	77	262	74	653	0	
		268	16	24	86	I	77	262	74	653	0	
		68	17	48	88	II	77	262	74	653	0	





Príloha č. 20 Zápisník měřených hodnot – Nivelační pořad (část XI.)

Str.: 11.....

Zápisník vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek

Polygonoový pořad č. Při protínání stanovisko: cil:		Měří: dne: 14. 10. 20 14 viditelnost: DOBRÁ		Stánovisko výška stroje		Směr na bod č.		Nějaká situace:	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Vodorovná směry		Zeměpisná souřadnice		Vzdálenosti		Vodorovné vzdálenosti	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
42		41		338	52	38	52	54	
				138	52	70	48	56	338 48 56
		43		135	82	16	82	69	
				335	83	22	78	71	135 78 71
		42		0	77	98	77	65	
				200	77	32	73	67	0 73 67
		44		160	30	0	30	54	
				360	31	8	26	56	160 26 56
		43		1	40	52	40	42	
				200	40	32	36	44	1 36 44
		45		0	25	44	20	66	
				55	61	72	61	66	0 20 66
		44		255	61	60	57	68	55 57 68
		46		318	57	36	57	94	
				118	58	52	53	96	318 53 96
		45		163	1	60	2	42	
				63	2	24	98	44	162 98 44

Přístroj		Forma výšky:										
Typ: TOPCON GTS-105 N		Obor:										
Výrobní číslo: GH 0955		Skupina č.:										
Zapsal: SOJNOVEC		Za srovnání:										
Vypočetl: JAN		Opravy:										
Kontroloval:		Změn. výšky:										
Poznámka:		Za srovnání:										
10	11	12	13	14	15	16	17	18				
1	2	3	4	5	6	7	8	9				
1	95	16	40	95	16	25	1	48	576	48	386	0
2	304	83	60	2	0	30	2	48	519	48	389	0
3	309	09	70	1	0	15	1	48	528	48	388	0
4	113	20	66	113	20	56	1	65	242	63	84	0
5	286	80	49	2	0	80	2	65	240	63	84	0
6	400	0	80	1	0	40	1	65	241	63	84	0
7	26	75	70	26	75	43	1	65	248	63	84	0
8	313	24	84	2	0	54	2	65	247	63	84	0
9	400	0	54	1	0	17	1	65	248	63	84	0
10	114	40	76	114	40	46	1	86	845	84	634	+0,001
11	285	59	84	2	0	60	2	86	847	84	633	-0,000
12	400	0	60	1	0	30	1	86	846	84	637	+0,001
13	85	57	4	85	56	67	1	86	856	84	633	+0,001
14	314	43	70	2	0	74	2	86	856	84	633	-0,000
15	400	0	74	1	0	37	1	86	856	84	633	+0,001
16	114	4	62	114	4	47	1	84	824	82	920	0
17	288	95	8	2	0	30	2	84	813	82	919	0
18	590	09	70	1	0	15	1	84	814	82	920	0
19	82	93	0	82	92	9	1	84	820	82	920	0
20	311	7	82	2	0	18	2	84	819	82	919	0
21	309	09	82	1	0	9	1	84	811	82	919	0
22	110	58	74	110	58	43	1	50	231	40	538	0
23	289	47	88	2	0	62	2	50	232	40	539	0
24	400	0	62	1	0	31	1	50	232	40	539	0
25	89	36	38	89	36	13	1	50	238	40	537	0
26	310	64	41	2	0	50	2	50	244	40	541	0
27	400	0	50	1	0	25	1	50	240	40	540	0



Priloha c. 21 Zapisnik merynych hodnot – Nivelacni porad (cast XII.)

Str.: 12

Zapisnik vodorovnych smeru, zenitovych uhlu a delek

Vyska povrchu 10	11	Zenitovy uhl z				Vzdelenosti			Opravy z nem. vyšky ze zabazeni	17	18
		12	13	14	15	Vodorovna deleka					
						16	18				
1	105 53 32	105 30 19 7	1	155 67 9	155 07 2	+0,00 1					
11	104 67 44	104 21 0 8 7 2	11	155 62 0	155 07 5	-0,00 0					
Σ	400 0 82	400 0 82	Σ	155 67 9	155 07 4	+0,00 1				155,074	
1	94 65 58	94 65 23 1	1	155 62 1	155 07 2	+0,00 2					
11	305 35 19	305 0 30	11	155 62 4	155 07 5	-0,00 0					
Σ	400 0 30	400 0 30	Σ	155 62 3	155 07 4	+0,00 1				155,074	
1	106 11 11	106 11 20 1	1	91 35 7	90 93 7	+0,00 1					
11	293 81 81	293 0 16	11	91 35 7	90 93 6	-0,00 0					
Σ	400 0 16	400 0 16	Σ	91 35 0	90 93 7	+0,00 1				90,937	
1	93 85 90	93 86 16 1	1	91 35 9	90 93 5	+0,00 1					
11	306 13 62	306 0 44	11	91 36 0	90 93 6	-0,00 0					
Σ	399 99 56	399 0 92	Σ	91 36 0	90 93 6	+0,00 1				90,936	
1	106 53 91	106 54 10 1	1	75 82 8	75 42 9	0					
11	293 45 58	293 0 14	11	75 83 0	75 43 0	0					
Σ	399 99 76	399 0 42	Σ	75 83 0	75 43 0	0				75,430	
1	93 42 34	93 42 53 1	1	75 83 4	75 43 0	0					
11	308 57 28	308 0 38	11	75 83 2	75 42 8	0					
Σ	399 99 62	399 0 19	Σ	75 83 3	75 42 9	0				75,429	
1	103 68 44	103 69 9 1	1	49 20 7	49 11 5	0					
11	296 32 90	296 0 34	11	49 20 6	49 12 4	0					
Σ	400 0 34	400 0 17	Σ	49 20 7	49 12 5	0				49,125	
1	96 26 70	96 26 0 2 1	1	49 20 7	49 12 3	0					
11	303 71 88	303 0 44	11	49 20 7	49 12 3	0					
Σ	399 99 56	399 0 20	Σ	49 20 7	49 12 3	0				49,123	
1	107 26 0	107 26 15 1	1	105 35 8	104 67 8	+0,00 1					
11	299 73 70	299 0 30	11	105 36 0	104 67 5	-0,00 0					
Σ	399 99 70	399 0 15	Σ	105 35 9	104 67 4	+0,00 1				104,674	

Stanovisko cislo	1	2	3	Směr na bod c.	Vodorovne smery				Pruměr ze 2 skupin
					1. skupina		2. skupina		
					Pruměr redak.	2. reduk.	Pruměr redak.	2. reduk.	
46	1	2	3	47	1	2	3	4	92 15 2 9
46	1	2	3	46	1	2	3	4	3 11 1 8 9 0
47	1	2	3	48	1	2	3	4	5 1 1 7 9 9
48	1	2	3	47	1	2	3	4	2 5 0 2 1 9 0
49	1	2	3	49	1	2	3	4	8 6 5 1 8
49	1	2	3	48	1	2	3	4	1 3 3 6 3 3 4
50	1	2	3	50	1	2	3	4	3 1 1 5 1 9 0
49	1	2	3	49	1	2	3	4	2 5 0 3 1 7 2
51	1	2	3	51	1	2	3	4	7 3 1 1 2 5

Nakřt situace:

Polygonovy porad c.  
Při provedení  
stanovisko:  
Měří: SOŠNOVEC J.  
dne: 14. 10. 20 14  
viditelnost: DOBRÁ

Příloha č. 22 Zápisník měřených hodnot – Nivelační pořad (část XIII.)

str.: 13.....

Zápisník vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek

Polygonový pořad č. Půl protínání stanoviško: cíl: Měří: JOSIMOVEC J. dne: 15. 10. 2014 včelnost: DOBRKA			Některá situace:		Zápisník vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek																	
Stano- viško číslo	Směr na bod č.	Výška arce	Vodorovné směry		Zemťové úhly z		Vzdálenosti		Vodorovná déleka		Opravy		Vodorovné vzdálenosti									
			1. skupina	2. skupina	Zápis	z	Sílná déleka	Vodorovná déleka	Z nem. výky Za zatažení	Za zatažení												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
51	1305		I	10	84	10	78	I	97	71	0	92	71	6	I	105	365	-104	675	+0,001		
			II	11	10	74	6	80	Σ	307	28	28	28	28	II	105	364	-104	674	-0,000		
			I	992	9	50	9	16	I	115	34	47	115	34	9	I	95	403	-104	675	+0,001	
			II	102	8	82	5	18	Σ	224	66	90	22	-0	II	25	405	04	671	0		
			I	340	17	88	17	62	I	8	56	67	84	156	28	I	25	416	04	671	0	
			II	110	17	36	13	64	Σ	515	44	6	22	-0	II	25	406	04	671	0		
			I	142	3	18	3	80	I	100	0	67	-0	134	φ	25	416	04	672	0		
			II	342	4	142	99	82	Σ	122	37	36	102	130	14	I	11	174	10	503	0	
			I	64	39	44	38	98	I	277	66	94	28	0	30	II	11	182	10	507	0	
			II	264	28	52	35	0	Σ	399	99	30	28	0	155	φ	11	183	10	507	0	
			I	194	6	4	6	57	I	97	45	74	77	45	89	I	11	197	10	507	0	
			II	994	7	10	2	59	Σ	322	53	16	28	0	30	II	11	194	10	499	0	
			I	347	14	90	14	72	I	115	24	66	115	24	29	I	25	398	04	675	0	
			II	147	14	54	10	74	Σ	224	76	8	28	-0	74	II	25	400	04	675	0	
			I	149	0	20	0	92	I	84	66	10	84	65	98	I	25	399	04	674	0	
			II	349	1	64	96	94	Σ	545	34	14	28	-0	164	II	25	409	04	675	0	
			I	362	14	92	14	58	I	122	97	74	122	97	77	I	11	213	10	497	0	
			II	162	14	24	10	60	Σ	272	1	0	28	0	126	II	11	212	10	497	0	
			I	148	96	94			I	99	99	74	28	0	113	φ	11	193	10	499	0	
			II	362	14	92	14	58	Σ	36	99	78	76	79	99	II	11	234	10	496	0	
			I	162	14	24	10	60	I	293	10	80	28	0	142	II	11	235	10	497	0	
			II	362	14	60			Σ	399	99	58	28	0	121	φ	11	235	10	497	0	





Príloha č. 24 Zápisník měřených hodnot – Nivelační pořad (část XV.)

str.: 15.....

Zápisník vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek

Polygonový pořad č.:		Přístroj		Turnus výuky:		
stanovisko:		Typ: TOPCON GI-105N		Obor:		
dlí:		Výrobní číslo: 6H 0955		Skupina č.:		
Měří: SOSNOVEC J.		Zapsal: SOSNOVEC		Vzdělání:		
dne: 25.10. 2014		Kontroloval: JAN		Za získání:		
viditelnost: DOBRÁ		Poznámka:		17		
Načít situace:		Zenitové úhly z		Vodorovná délka		
Směr na bod č.		Zápis		Slivná délka		
výše		z		Vzdálenosti		
délka		z		Vodorovná délka		
1		12		15		
2		13		16		
3		14		18		
4		15		18		
58	57	1 366	5 092	6 34	1 366	2 36
		II 166	6 96	2 36		
	59	1 183	16 60	16 60	1 183	12 68
		II 303	16 91	12 68		
	58	1 158	1 90	2 34	1 158	98 36
		II 58	2 78	98 36		
	60	1 42	87 0	87 6	1 42	83 8
		II 242	87 12	83 8		
	59	1 396	61 54	61 96	1 396	57 98
		II 196	62 38	57 98		
	61	1 214	45 28	45 30	1 214	11 32
		II 44	45 32	11 32		
	60	1 281	81 98	82 42	1 281	72 44
		II 81	82 86	72 44		
	62	1 40	44 46	44 74	1 40	37 96
		II 240	44 2	37 96		
	61	1 183	10 04	11 3	1 183	7 5
		II 863	11 12	7 5		

Vodorovné směry		Zenitové úhly z		Vzdálenosti		Opravy	
Průměr reduk.		Zápis		Slivná délka		Z nam. výšky	
1. skupina		z		Vodorovná délka		Za získání	
2. skupina		z		Vzdálenosti		Vodorovné	
3. skupina		z		Vzdálenosti		vzdálenosti	
4. skupina		z		Vzdálenosti		vzdálenosti	
5. skupina		z		Vzdálenosti		vzdálenosti	
6. skupina		z		Vzdálenosti		vzdálenosti	
7. skupina		z		Vzdálenosti		vzdálenosti	
8. skupina		z		Vzdálenosti		vzdálenosti	
9. skupina		z		Vzdálenosti		vzdálenosti	
		1 366	5 092	6 34	1 366	2 36	
		II 166	6 96	2 36			
		1 183	16 60	16 60	1 183	12 68	
		II 303	16 91	12 68			
		1 158	1 90	2 34	1 158	98 36	
		II 58	2 78	98 36			
		1 42	87 0	87 6	1 42	83 8	
		II 242	87 12	83 8			
		1 396	61 54	61 96	1 396	57 98	
		II 196	62 38	57 98			
		1 214	45 28	45 30	1 214	11 32	
		II 44	45 32	11 32			
		1 281	81 98	82 42	1 281	72 44	
		II 81	82 86	72 44			
		1 40	44 46	44 74	1 40	37 96	
		II 240	44 2	37 96			
		1 183	10 04	11 3	1 183	7 5	
		II 863	11 12	7 5			



Příloha č. 25 Zápisník měřených hodnot – Nivelační pořad (část XVI.)

Str.: 16

Zápisník vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek

Polygonový pořad č. Př. protínání stanoviško:		Přístroj		Turnus výuky:	
Měří: dne: 25.10. 20 14		Typ: TOPCON GT1-105N		Obor:	
cíle: viditelnost: DOBŘA		Výrobní číslo: 6H 0955		Za seřazení:	
Stanoviško		Vzdálenosti:		Vodorovné	
Směr na bod č.		Sikmá odlika		vzdálenosti	
výška střep:		Z		z	
číslo		Zápis		z	
1		12		13	
2		14		15	
3		16		17	
4		18		19	
5		20		21	
6		22		23	
7		24		25	
8		26		27	
9		28		29	
10		30		31	
11		32		33	
12		34		35	
13		36		37	
14		38		39	
15		40		41	
16		42		43	
17		44		45	
18		46		47	
19		48		49	
20		50		51	
21		52		53	
22		54		55	
23		56		57	
24		58		59	
25		60		61	
26		62		63	
27		64		65	
28		66		67	
29		68		69	
30		70		71	
31		72		73	
32		74		75	
33		76		77	
34		78		79	
35		80		81	
36		82		83	
37		84		85	
38		86		87	
39		88		89	
40		90		91	
41		92		93	
42		94		95	
43		96		97	
44		98		99	
45		100		101	
46		102		103	
47		104		105	
48		106		107	
49		108		109	
50		110		111	
51		112		113	
52		114		115	
53		116		117	
54		118		119	
55		120		121	
56		122		123	
57		124		125	
58		126		127	
59		128		129	
60		130		131	
61		132		133	
62		134		135	
63		136		137	
64		138		139	
65		140		141	
66		142		143	
67		144		145	
68		146		147	
69		148		149	
70		150		151	
71		152		153	
72		154		155	
73		156		157	
74		158		159	
75		160		161	
76		162		163	
77		164		165	
78		166		167	
79		168		169	
80		170		171	
81		172		173	
82		174		175	
83		176		177	
84		178		179	
85		180		181	
86		182		183	
87		184		185	
88		186		187	
89		188		189	
90		190		191	
91		192		193	
92		194		195	
93		196		197	
94		198		199	
95		200		201	
96		202		203	
97		204		205	
98		206		207	
99		208		209	
100		210		211	
101		212		213	
102		214		215	
103		216		217	
104		218		219	
105		220		221	
106		222		223	
107		224		225	
108		226		227	
109		228		229	
110		230		231	
111		232		233	
112		234		235	
113		236		237	
114		238		239	
115		240		241	
116		242		243	
117		244		245	
118		246		247	
119		248		249	
120		250		251	
121		252		253	
122		254		255	
123		256		257	
124		258		259	
125		260		261	
126		262		263	
127		264		265	
128		266		267	
129		268		269	
130		270		271	
131		272		273	
132		274		275	
133		276		277	
134		278		279	
135		280		281	
136		282		283	
137		284		285	
138		286		287	
139		288		289	
140		290		291	
141		292		293	
142		294		295	
143		296		297	
144		298		299	
145		300		301	
146		302		303	
147		304		305	
148		306		307	
149		308		309	
150		310		311	
151		312		313	
152		314		315	
153		316		317	
154		318		319	
155		320		321	
156		322		323	
157		324		325	
158		326		327	
159		328		329	
160		330		331	
161		332		333	
162		334		335	
163		336		337	
164		338		339	
165		340		341	
166		342		343	
167		344		345	
168		346		347	
169		348		349	
170		350		351	
171		352		353	
172		354		355	
173		356		357	
174		358		359	
175		360		361	
176		362		363	
177		364		365	
178		366		367	
179		368		369	
180		370		371	
181		372		373	
182		374		375	
183		376		377	
184		378		379	
185		380		381	
186		382		383	
187		384		385	
188		386		387	
189		388		389	
190		390		391	
191		392		393	
192		394		395	
193		396		397	
194		398		399	
195		400		401	
196		402		403	
197		404		405	
198		406		407	
199		408		409	
200		410		411	
201		412		413	
202		414		415	
203		416		417	
204		418		419	
205		420		421	
206		422		423	
207		424		425	
208		426		427	
209		428		429	
210		430		431	
211		432		433	
212		434		435	
213		436		437	
214		438		439	
215		440		441	
216		442		443	
217		444		445	
218		446		447	
219		448		449	
220		450		451	
221		452		453	
222		454		455	
223		456		457	
224		458		459	
225		460		461	
226		462		463	
227		464		465	
228		466		467	
229		468		469	
230		470		471	
231		472		473	
232		474		475	
233		476		477	
234		478		479	
235		480		481	
236		482		483	
237		484		485	
238		486		487	
239		488		489	
240		490		491	
241		492		493	
242		494		495	
243		496		497	
244		498		499	
245		500		501	
246		502		503	
247		504		505	
248		506		507	
249		508		509	
250		510		511	
251		512		513	
252		514		515	
253		516		517	
254		518		519	
255		520		521	
256		522		523	
257		524		525	
258		526		527	
259		528		529	
260		530		531	
261		532		533	
262		534		535	
263		536		537	
264		538		539	
265		540		541	
266		542		543	
267		544		545	
268		546		547	
269		548		549	
270		550		551	
271		552		553	
272		554		555	
273		556		557	
274		558		559	
275		560		561	
276		562		563	
277		564		565	
278		566		567	
279		568		569	

