

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Určení svislých posunů stavebního objektu pro účely managementu nemovitostí

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Hánek, Ph.D.

Autor: Veronika Pazderová

České Budějovice, duben 2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Veronika PAZDEROVÁ**
Osobní číslo: **Z11050**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Určení svislých posunů stavebního objektu pro účely managementu nemovitostí.**

Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíle práce:

Cílem prací je určit svislé posuny stavebního objektu, ovlivněného novou investiční výstavbou v jeho blízkosti, metodou přesné geometrické nivelace na podkladě zápisníků uskutečněných etapových měření. K tomu je zapotřebí:

Charakterizovat právní a technické podmínky měření v návaznosti na projekt geodetických prací.

Provedení apriorního rozboru přesnosti před zahájením prací.

Vyhodnocení dat stávajících etap, etapová vyrovnání, empirické charakteristiky přesnosti, výpočet a hodnocení svislých posunů.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30-35 stran textu**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

Vyhláška č. 31/1995 Sb. ČÚZK, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění vyhlášky č. 212/1995 Sb., vyhlášky č. 365/2001 Sb., vyhlášky č. 92/2005 Sb. a vyhlášky č. 311/2009 Sb.

ČSN ISO 73 0405. Měření posunů stavebních objektů. Český normalizační institut, 1997

HAMPACHER, M. - RADOUCH, V.: Teorie chyb a vyrovnávací počet 10. Praha: ČVUT, 1997. 159 s.

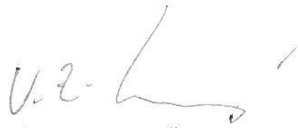
HÁNEK, P.: Měření posunů konstrukcí a prostředí na povrchu geodetickými metodami. In: LAMBOJ, L. - CHAMRA, S. - VANÍČEK, I. - ZÁLESKÝ, J.: Geotechnické inženýrství. (Skripta postgraduálního vzdělávání.) Praha, ČVUT FSv 2000, s. MO 18 - MO 22, dotisk 2001, 2002, 2003.

MÖSER, M. - MILLER, G. - SCHLEMMER, H. - WERNER, H.: Handbuch Ingenieurgeodäsie. Band 3 : WELSH, W. - HENNECKE, O. - KUHLMANN, H.: Auswertung geodätischer Überwachungsmessungen. Heilderberg, Wichmann Verlag 2000.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Hánek, Ph.D.**
Katedra krajinného managementu

Datum zadání bakalářské práce: **15. září 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2015**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13 ④
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

L.S.


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. září 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to- v nezkrácené podobě- v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou- elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Č. Budějovicích, dne

Podpis

Poděkování:

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Pavlu Hánkovi, PhD. za ochotu a rady při zpracování této práce. Poděkování patří i panu Doc. Ing. Pavlu Hánkovi, Csc. za jeho cenné rady a trpělivost. Děkuji také Štěpánce Šlechtové za pomoc při geodetických pracích vlastního měření. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině a příteli za jejich trpělivost a podporu v době mého studia.

Abstrakt:

Bakalářská práce „Určení svislých posunů stavebního objektu pro účely managementu nemovitostí“ se zabývá měřením svislých posunů na objektu. Vybraný objekt je zájmovým z důvodu zahájení výstavby nového objektu v jeho blízkosti a je tak zapotřebí jej pozorovat a posoudit případnou deformaci objektu. Uvedeny jsou zde právní předpisy, vyhlášky a normy, kterým měření svislých posunů podléhá. Popisuje metody, přístroje a pracovní pomůcky, které jsou k měření potřebné. Podrobněji jsou popsány měřičské chyby a míry přesnosti. Cílem této práce je zhodnotit výsledky zápisníků měření provedených v jednotlivých fázích stavby s porovnáním hodnot a výsledků vlastního měření.

Klíčová slova:

Měření posunů, Svislé posuny, Inženýrská geodézie, Geometrická nivelace, Teorie chyb

Abstract:

This bachelor thesis called Determination of vertical displacements of the building for the purpose of real estate management deals with measurement of vertical displacement of the building. This specific building was selected due to the initialisation of a new building construction nearby and therefore it is necessary to observe and assess possible deformation of the building. The thesis introduces also legal enactments, public notices and standards associated with the measurement of vertical displacements of the building. It describes the mistakes in measurement and accuracy rate in detail. The aim of this thesis is to assess the results of measurement documents created in individual stages of the construction and compare them with the values and results of the every measurement.

Key words:

Displacement measurement, vertical displacement, engineering geodesy, geometric levelling, theory of mistakes.

Obsah

1. Úvod	9
1.1 Cíl bakalářské práce.....	9
2. Terminologický slovník	10
Literární přehled řešené problematiky	11
3. Geodézie.....	11
3.1 Geodézie ve stavebnictví.....	12
4. Účel a potřeba měření svislých posunů	12
5. Technické a právní předpisy	13
5.1 Zákon č. 200/1994 Sb.	13
5.2 Vyhláška č. 31/1995 Sb.....	13
5.3 Norma ČSN 73 0405 Měření posunů stavebních objektů	13
6 Úředně oprávněný zeměměřický inženýr	13
7 Nivelační přístroje a pomůcky	14
7.1 Nivelační lať	14
7.2 Nivelační podložka.....	15
7.3 Nivelační zápisník	16
7.4 Nivelační přístroj	16
7.4.1 Osové podmínky nivelačního přístroje.....	17
7.4.2 Zkouška nivelačního přístroje.....	17
8 Nivelace a nivelační metody.....	18
8.1 Geometrická nivelace kupředu	18
8.2 Geometrické nivelace ze středu	18
8.2.1 Postup nivelace ze středu:.....	18
8.2.2 Nivelační pořady.....	19
8.2.3 Měření svislých posunů geometrickou nivelací	20
8.3 Způsoby měření geometrické nivelace ze středu.....	20
8.3.1 Technická nivelace (TN).....	20
8.3.2 Přesná nivelace (PN).....	21
8.3.3 Velmi přesná nivelace (VPN) a zvláště přesná nivelace (ZPN).....	21
9 Chyby vyskytující se u nivelačních prací	21
9.1 Chyby v měřické a kartografické praxi	22
9.1.1 Omyly a hrubé chyby.....	22
9.1.2 Systematické chyby	22
9.1.3 Nahodilé chyby	25

Metodika	26
10 Přesnost měření, rozbor přesnosti.....	26
10.1 Přesnost měření	26
11 Stabilizace a signalizace výškových bodů	27
Vlastní práce	29
12 Lokalita	29
12.1 Geologický průzkum	29
12.2 Síť pozorovaných bodů a jejich rozmístění.....	30
12.3 Apriorní rozbor přesnosti před zahájením prací	31
12.3.1 Zjištění požadavků na přesnost dílčích a cílových parametrů	31
12.3.2 Stanovení středních chyb	31
12.3.3 Výběr technologie a prostředků vytyčování (metody a přístroje)	32
13 Vlastní měření	33
14 Vyhodnocení dat stávajících etap.....	34
15 Výpočet a vyrovnání	36
15.1 Výsledky a přínos práce	37
15.2 Diskuse	37
16 Závěr pro pozorované body	37
17 Seznam zkratk:.....	38
18 Přehled použité literatury a zdrojů	39
19 Seznam obrázků, tabulek a příloh	41
19.1 Seznam obrázků	41
19.2 Seznam tabulek	42
19.3 Seznam příloh	43

1. Úvod

Tématem této bakalářské práce je měření svislých posunů stavebního objektu. K posunům na objektu došlo vlivem zahájení stavební činnosti v jeho blízkosti v roce 2002 a tato práce je další etapou sledování zájmového objektu.

Posuny stavebních objektů se měří v případech, kdy se mění výška, tvar nebo poloha stavebního objektu či jeho dílčích součástí. Posuny vzniklé s rozdílem od nulté nebo předcházející etapy měření.

Předchozí měření bylo vybráno z archivu, protože měření je rozsahem, průběhem, konfigurací terénu a objektů zajímavé. Ukončené sledování, případně nové měření by mohlo vyvolat neklid mezi vlastníky objektů a není k tomu souhlas. Měření prováděl Doc. Ing. Pavel Hánek, CSc., držitel oprávnění ÚOZI podle zákona 200/1994 Sb., §13, odst. 1, písm. a), b), c). Pro tyto práce je vyžadováno c). Jednotlivé etapy jsou uvedeny v seznamu ověřených prací pod čísly 85 až 91, 98 a 101.

Všeobecně je měření posunů a přetvoření důležité monitorovat z hlediska sledování stavu, funkce a bezpečnosti nových stavebních objektů i objektů stávajících, které mohou být ovlivněny stavební činností v jejich blízkém a bezprostředním okolí v době před zahájením výstavby i po jejím dokončení. Dalšími důvody pro sledování jsou potřeby porovnání hodnot vypočtených ve stavebním objektu a hodnot posunů očekávaných.

Práce je tematicky rozdělena do kapitol teoretické a praktické části. Obsah teoretické části se zabývá právními a normou danými předpisy, metodami geometrické nivelaci a jejich způsoby, chybami při nivelaci a přesností měření posunů. Praktická část zahrnuje výsledky měření předchozích etap, průběh prací a dosažené výsledky vlastního měření podložené fotografiemi a jeho vyhodnocení. Součástí práce je příloha, kde je uveden zápisník vlastního měření.

1.1 Cíl bakalářské práce

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit zápisníky technické nivelace zájmového objektu z předchozích měření z let 2002 – 2004 a vlastního měření z roku 2013.

2. Terminologický slovník

„nultá“ etapa	= výchozí etapa měření
etapové měření	= opakované měření posunů a přetvoření stavebních objektů v intervalu stanoveném v projektu měření
svislý posun	= svislá složka posunu (stavebního objektu)
měření posunů a přetvoření	= určování prostorových změn polohy nebo změn rozměru a tvaru stavebního objektu nebo jeho části vzhledem k jeho poloze nebo tvaru při základním nebo předcházejícím měření
justování	= činnost směřující k úpravě měřidla, při které měřidlo podává při daném způsobu měření konvenčně pravou hodnotu veličiny
rektifikace	= oprava přístroje tak, aby byly splněny všechny osově podmínky
nivelační přestava	= pomocný dočasný bod v nivelačním pořadu, který slouží k umístění latě při záměře vpřed a vzad
apriorní rozbor	= rozbor odvozený od evidentních skutečností či předpokladů

Literární přehled řešené problematiky

3. Geodézie

Geodézie je nauka o měření Země, která se zabývá zaměřováním, výpočty a zobrazováním částí zemského povrchu. Jejím vědeckým úkolem je také určení povšechného tvaru a rozměrů zemského tělesa. K naplnění těchto úkolů geodézie používá vhodné metody měřičské, výpočetní a zobrazovací spolu s náležitým přístrojovým vybavením (Novotný, 1995).

Úkolem geodézie z technického hlediska je určení tvaru a prostorové polohy jednotlivých předmětů měření. Jedná se o předměty umělé nebo přirozené, vzhledem k soustavě geodetického základu nebo ve výjimečných případech v relativním vzájemném vztahu. Přirozené předměty jakožto objektů měření jsou například vodstva, terénní tvary, údolí, druhy kultur a porostů. Objekty měření, jako jsou zejména budovy, komunikace, technická zařízení, tunely a různá vedení, se řadí mezi předměty umělé (Streibl, 1986).

Počátky geodézie ve starém Egyptě a v antickém Řecku byly úzce spojeny s měřením zemského povrchu. Následoval starý Řím a závěr středověku. Potřeba map, které znázorňovaly topografii Země a jejího povrchu, v novověku postupně narůstala. Později se ukázalo, že je užitečné upřesnit problematiku měření velkých částí zemského tělesa oproti měření částí malých. Stará geodézie se postupně rozdělila na dvě části, a to na vyšší a nižší geodézii. Od 19. století se lidská společnost velmi rychle vyvíjela a to zapříčinilo nové potřeby měřičských technologií (Maršíková, 2007).

Stavby, které jsou významné, neobvyklé nebo stavby vznikající ve špatných geologických podmínkách, je nutné měřit před i po uvedení do provozu. Měří se posuny a přetvoření dílčích částí stavebního objektu a jeho konstrukcí ve vztahu k primárnímu měření, tzv. nulté etapě. Měření jsou nutná u důvodů funkčnosti a bezpečnosti stavby. Takto úzce orientované práce provádí pouze některé skupiny geodetů za předpokladu využití odborných znalostí (Hánek a kol., 2007).

V zeměměřičství je stále hlavní metodou mapování, geodetické metody měření mohou dobře sloužit i potřebám v odvětvích stavebnictví, průmysl, důlní činnost atd. Souhrnný název pro různé aplikace geodetických metod měření v netopografické, v nemapovací oblasti je inženýrská geodézie (Maršíková, 2007).

3.1 Geodézie ve stavebnictví

Funkce geodézie ve stavebnictví je možné klasifikovat na čtyři hlavní oddíly: a) zaměření mapových podkladů pro projektování staveb, b) vytyčení projektovaných objektů, c) zaměření nových objektů, d) pro měření deformací objektů. V měření deformací některých objektů se uplatňují i fotogrammetrická měření. Způsoby geodetického měření jsou různé podle oblasti stavebnictví, kde jsou aplikovány (Maršíková, 2007). Nejčastěji jsou geodetické práce potřeba pro zaměření výškopisných a polohopisných podkladů pro výstavbu, pro vytyčení projektovaných staveb a pro zaměření nových objektů za účelem zobrazení v mapě (Streibl, 1986).

4. Účel a potřeba měření svislých posunů

Účel měření posunů

Dle ČSN 73 0405 je zapotřebí měřit svislé posuny na stavebních objektech pro získávání podkladů z několika závažných důvodů. Určit, jak působí stavba na základovou půdu a jak ovlivňuje stavební objekt domy v blízkosti. Dále je důležité porovnat skutečné hodnoty posunů s hodnotami, které byly vypočteny ve stavebním projektu. Stavební objekty se musí sledovat, jak jejich stav a funkce působí na stávající stavební objekty, novostavby nebo stavební objekty ovlivněné stavební činností v jejich blízkém okolí.

Potřeba měření posunů a přetvoření

Geodetické metody jsou jedny z možných fyzikálních metod, jak lze měřit posuny a přetvoření staveb. Prioritou těchto metod je poskytování informací o chování objektů v souvislosti se všemi částmi konstrukce ve všech směrech a v určitý čas. Informace získáváme v relativních hodnotách v momentě, kdy dochází k přetvoření částí konstrukce vůči sobě navzájem. Posuny konstrukcí vzhledem k vztažné síti vychází z měření jako hodnoty „absolutní“. Z bezpečnostního hlediska je velmi podstatné sledovat chování staveb při výstavbě, obzvláště po ukončení všech stavebních prací. Případné nesrovnalosti mezi statikem projektovaným a měřením určeným chováním stavby mohou následovat bezpečnostní rizika [1].

5. Technické a právní předpisy

5.1 **Zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění zákona č. 120/2000 Sb., zákona č. 186/2001 Sb., zákona č. 319/2004 Sb., zákona č. 413/2005 Sb. a zákona č. 444/2005 Sb.**

Zákon pojednává o zeměměřické činnosti a jejích náležitostech při výkonu z právního hlediska. Ověřuje výsledky zeměměřických výsledků a upravuje práva o geodetických referenčních systémech a státních mapových dílech (Zákon č. 200/1994. Sb.).

5.2 **Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění zákona č. 120/2000 Sb., zákona č. 186/2001 Sb., zákona č. 319/2004 Sb., zákona č. 413/2005 Sb. a zákona č. 444/2005 Sb.**

Vyhláška svým obsahem stanovuje předmět a obsah zprávy týkající se bodových polí a náležitostmi s nimi spojené. Dále upravuje předmět a obsah správy základních a tematických státních mapových děl, sjednocování a ustálení postupů pro geografická názvosloví. Kontroluje předmět a obsah činností ÚOZI, úplnost dokumentace realizace stavby, žádosti a zkoušky spojené s úředním oprávněním (Vyhláška č. 31/1995).

5.3 **Norma ČSN 73 0405 Měření posunů stavebních objektů**

Tato norma udává potřebné informace a podklady pro zpracování měření vertikálních posunů staveb. Platí pro zjišťování změn na stavebních objektech a jejich částí ve srovnání k předcházejícím etapám měření. Jedná se o posuny, které vznikly různými změnami v základové půdě. Vlivy na stavební objekty vzniklé stavební činností (ČSN 73 0405).

6 Úředně oprávněný zeměměřický inženýr

Úřední oprávnění se vydávají dle zákona č. 200/1994 Sb., o zeměměřičství na základě písemné žádosti fyzickým osobám, které jsou bezúhonné a způsobilé k právním úkonům. Dále musí splňovat podmínku absolvování vysoké školy zeměměřické minimálně magisterského studijního programu, například v oborech geodézie a kartografie, geomatika, důlní měřičství, vojenská geodézie nebo geodézie a katastr nemovitostí. Osoba, která žádost podává, musí dále splňovat zákonem stanovenou podmínku minimální doby praxe, a to v rozsahu 5 let. Zároveň musí vykonat zkoušku před komisí ustanovenou ČÚZK. Obdobné oprávnění může získat též držitel oprávnění z jiné členské země EU, avšak podmínkou je absolvování tříleté praxe v ČR nebo složení srovnávací zkoušky. ÚOZI je následně oprávněn používat kruhové razítko se státním znakem a stanoveným textem, kterýmž opatřuje veškeré dokumenty vypracované organizacemi mimo resort ČÚZK (Hánek a kol., 2007).

Již zmíněná oprávnění jsou udělována pro ověřování geometrických plánů, jejichž součástí je vytyčování vlastnických hranic. Pro práce v bodových polích a na státních mapových dílech pro požadavky orgánů zeměměřictví a katastru. Dále jsou oprávnění

udělována pro ověřování prací ve výstavbě, prací na státních mapových dílech pro potřeby obrany státu a prací v bodových polích (Zákon č. 200/1994 Sb.)

Ověřováním zeměměřických činností se zjišťuje a dokazuje, že svými náležitostmi a přesností odpovídají právním předpisům a podmínkám, které byly sjednány s objednatelem (Hánek a kol., 2007).

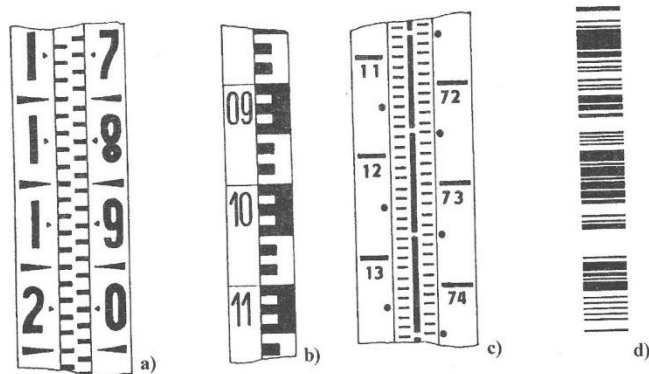
Dle vyhlášky Českého úřadu zeměměřického a katastrálního č. 31/1995 Sb., je povinnost ověřovat vztažena na činnosti spojené s přípravou staveb, jakožto vyhotovení geodetických podkladů a zároveň posoudit jejich správnost, úplnost a vhodnost. Nutné je ověřování činností při projektování staveb, do kterého spadá zhotovení nebo doplnění geodetických podkladů, zhotovení projektu vytyčovací sítě, vytvoření podkladu pro územní řízení, taktéž zřídit a zaměřit všechny potřebné body. Ověřují se aktivity pro vypracování vytyčovacích výkresů jednotlivých objektů, vyhotovení koordinačního výkresu a činnosti zpracování projektu měření posunů a přetvoření je nutnost provést ověření taktéž. V kategorii provádění staveb se jedná o vytyčení tvaru a rozměrů objektu, vytyčení obvodu staveniště a měření skutečného provedení stavby. Zda náležitosti odpovídají předpisům zeměměřič ověřuje v dokumentaci a provozu staveb. Dále jak uvádí vyhláška ověřování číselné a grafické vyjádření výsledků zaměření skutečné polohy, výšky a tvarů pozemních, podzemních a nadzemních objektů a zařízení, včetně technického vybavení, vzhledem k bodům vytyčovací sítě.

7 Nivelační přístroje a pomůcky

Úkolem geodetů je na základě měření určovat polohu bodů a míst na Zemi. Pro tato měření je potřeba různých pomůcek a přístrojů (Maršík, 1998).

7.1 Nivelační latě

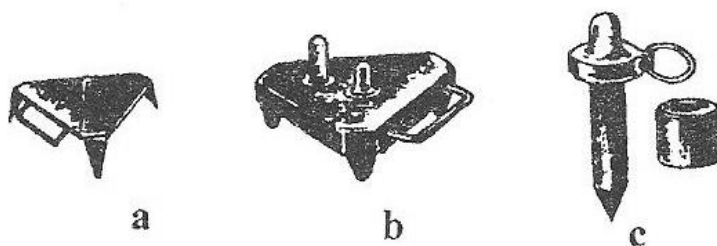
Nivelační latě se vyrábějí v různých provedeních a úpravách v závislosti na požadované přesnosti odečtení délkové metrické stupnice. Vyschlé dřevo, lehký kov nebo kombinace dřeva a plechové pásky jsou vhodnými materiály pro použití. Nejčastější užití materiálu je vyschlé dřevo s invarovým páskem. Latě jsou opatřeny jedním nebo dvěma držadly, popřípadě opěrkami pro snazší udržení ve svislé poloze. Svislost se u přesnějších latí kontroluje krabicovou libelou. Nejčastější rozměry latí jsou o délce 1,7; 2; 3 a 4m s šířkou kolem 10 cm, často skládací. Délka se může měnit vlivem změny vlhkosti, teploty a napínací síly. Nejčastějším je dělení laťové stupnice centimetrové, půlcentimetrové pro přesnější práce, případně čárkový kód (Blažek, 2006).



Obr. č. 1 Nivelační latě se stupnicí a) čárkovou, b) „šachovnicovou“ a šachovnicovou, c) s invarovým páskem, d) čárkového kódu (Blažek, 2006)

7.2 Nivelační podložka

Nivelační lať není možné stavět přímo na terén, nemá-li být vnesena chyba z jejího nepevného vertikálního postavení na neúnosném povrchu. Touto chybou by mohlo dojít k špatnému změření nivelovaného výškového bodu rozdílu. Pro vyvarování chyby z neúnosného povrchu je třeba použít nivelační podložky. Dle požadované přesnosti se používá několik typů. Ploché podložky se používají nejvíce pro běžné nivelační práce. Většinou mají trojúhelníkový tvar a jsou opatřeny držadlem. Vyrobené jsou ze silného plechu, na kterém je v horní části zakulacený výstupek viz obr. č. 2 a). Masivnější podložky z litiny jsou uplatňovány pro přesnější práce. Spodní část je opatřena třemi hroty, které se zatlačí do země viz obr. č. 2 b). Druhým typem jsou hřbové podložky, které se používají v méně únosném terénu a na něž je kladen nárok vyšší přesnosti práce viz obr. č. 2 c). Mají prstenek, výčnělek je polokruhovitý a dřív podložky bývá kuželovitého či jehlanovitého tvaru (Blažek, 2006).



Obr. č. 2 Nivelační podložka a) trojúhelníkového tvaru s jedním nahoře zakulaceným výběžkem, b) trojúhelníkového tvaru se dvěma výstupky, c) kruhového tvaru s jedním výstupkem (Blažek, 2006).

7.3 Nivelační zápisník

Slouží zeměměřickým pracovníkům k přehlednému záznamu číselných údajů získaných při měření, zároveň se užívá i k výpočtu a vyrovnání výsledků. Je upraven tak, aby mohl sloužit při všech běžných druzích nivelačních prací (Novotný, 1995).

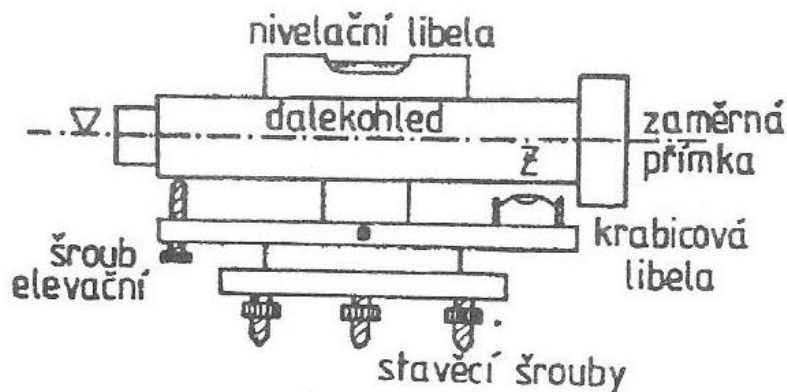
Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu	Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
	přestavovací	boční			přestavovací	určeného bočně	
A		2,251			275,712		Dům čp. 18
	P ₁ '			1,72	277,963	276,24	
	P ₁ ''			0,51		277,45	Polygon. b. č. 7
P ₁			1,302			276,661	
		1,752					
P ₂			1,640			276,773	
		1,352					
B			1,902			276,223	Dům čp. 31
	Σ	5,355	4,844				
ΔH _{AB}		0,511					

Obr. č. 3 Ukázka zápisníku pro technickou a plošnou nivelaci (Hauf a kol., 1982)

7.4 Nivelační přístroj

Nivelační přístroj je geodetický přístroj, který slouží k přesnému měření převýšení a vytyčování projektovaných výšek. Svou konstrukcí jsou jednodušší než teodolit. Jeho hlavní součástí je pevný dalekohled, otáčející se jen kolem vertikální osy, kompenzátorové zařízení nebo trubicová nivelační libela a spodní část přístroje se stavěcími šrouby. Přístroj se urovnává přibližně pomocí krabicové libely a tří stavěcích šroubů. Záměrná přímka se urovná přesně pomocí citlivé trubicové libely a elevačním šroubem nebo pomocí kompenzátoru. Měřický proces je automatizován kompenzátorovým zařízením. Přesnost převýšení na vzdálenost 1 km se udává od 0,4 mm (Vitásek, 1998).



Obr. č. 4 Schéma nivelačního přístroje (Vitásek, 1998)

7.4.1 Osové podmínky nivelačního přístroje

U nivelačního přístroje, podobně jako u teodolitu, musí být splněny podmínky vyjadřující vzájemnou polohu jednotlivých os. Oproti teodolitu obecně platí větší důležitost a čestnost porušení těchto podmínek, které je po převozu přístroje i během měření častější:

1. podmínka: $L' \perp V$; tj. osa pomocné krabicové libely L' má být kolmá k ose alhidády V
2. podmínka: $H \perp V$; tj. vodorovné vlákno ryskového kříže H má být kolmé k ose alhidády V
3. hlavní podmínka: $L \parallel Z$; tj. osa nivelační libely L má být rovnoběžná se záměrnou přímkou Z

Již z výrobního závodu jsou všechny přístroje pečlivě seřizeny a přinejmenším jednou ročně má být provedena jeho justáž v mechanické dílně. V běžném provozu je však nutné vzájemnou polohu os kontrolovat. Rektifikování přímo v terénu je nutné při vysokých požadavcích na přesnost (Blažek, 2006). Pokud není možno přístroj rektifikovat, a obvykle se tak u přístrojů s kompensátorem stává, i přesto je přístroj pro technickou nivelaci použitelný. Musí se však přísně dodržet zásada geometrické nivelace ze středu. Je-li v jedné nivelační přestavě záměra vzad a vpřed stejná, je možné určit převýšení přestavových bodů. Pro plošnou nivelaci je však velice obtížné užití nerektifikovaného přístroje (Maršík, 2002).

7.4.2 Zkouška nivelačního přístroje

Z obrázku č. 4 je zřejmé, že

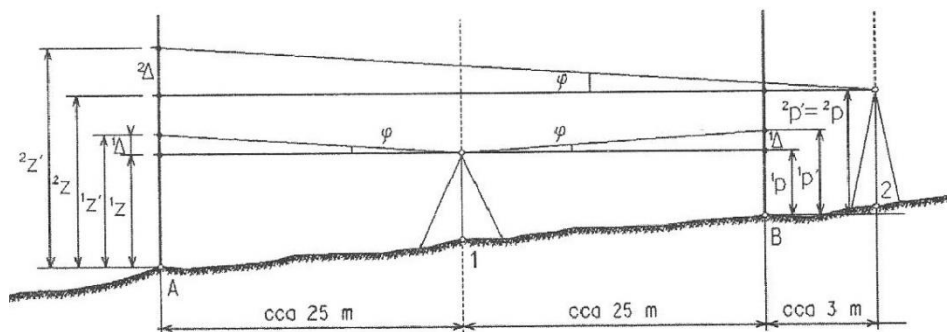
$$\Delta^1 H_{AB} = H_B - H_A = {}^1z - {}^1p = {}^1z' - {}^1\Delta - ({}^1p' - {}^1\Delta) = {}^1z' - {}^1p'.$$

Při postavení přístroje doprostřed se získá správný výškový rozdíl, a to i z pochybných čtení ${}^1z'$ a ${}^1p'$. Dále se určí

$$\Delta^2 H_{AB} = {}^2z' - {}^2p' \neq \Delta^1 H_{AB}.$$

Velikost chyby ${}^2\Delta$ se určí včetně znaménka, pokud dojde k porušení podmínky $L \parallel Z$ a výškové rozdíly se nebudou rovnat.

$${}^2\Delta = \Delta^1 H_{AB} - \Delta^2 H_{AB} \text{ (Blažek, 2006).}$$



Obr. č. 5 Zkouška nivelačního přístroje (Blažek, 2006)

8 Nivelace a nivelační metody

Norma ČSN 73 0405 udává, že všech etapách musí měření proběhnout tak, aby se docílilo požadované přesnosti. Důraz se klade na volbu metod měření, měřicí přístroje a pomůcky a způsob, jakým jsou zaznamenány naměřené hodnoty. Dále je nutné dodržovat zásady hospodárnosti při úpravách stavební konstrukce, náklady spojené s měřením nebo pozastavení prací na stavbě, přerušení jeho provozu či výroby.

Geometrickou nivelací se určuje převýšení mezi dvěma body pomocí nivelačního přístroje a nivelačních pomůcek [2].

8.1 Geometrická nivelace kupředu

Metoda nivelace kupředu se pro určování výškových rozdílů nehodí a prakticky se nepoužívá z důvodu vysoké pracnosti, nutnosti stabilizace všech bodů, nižší přesnosti a vlivem hlavní systematické chyby – porušení $L \parallel Z$. Metoda se zde uvádí pouze ze své podstaty pro uplatnění ve speciálních nivelačních pracích – měření profilů (Blažek, 2006).

8.2 Geometrické nivelace ze středu

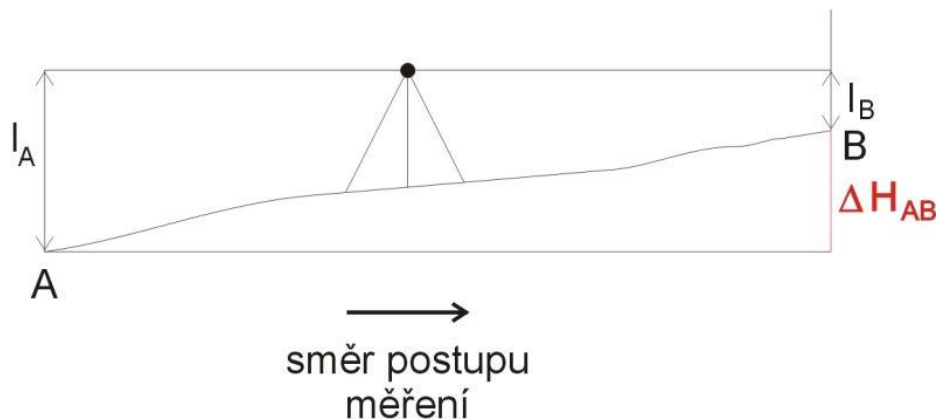
Geometrická nivelace ze středu se dělí dle způsobu měření, především dle požadované přesnosti měření na tři hlavní typy: technická nivelace, přesná nivelace a velmi přesná nivelace. Technická nivelace je často označována v technických předpisech zkratkou TN a je nejčastěji používaným typem geometrické nivelace ze středu. Pro speciálních geodetické práce a měření v celostátních výškových sítích se používají velmi přesná nivelace a přesná nivelace. (Maršík, 2002) Z hlediska vzdálenosti není nutné použití měřičských hřebů ani mikrometru, avšak je postačující stanoviska odkrokovat při délce $s < 120$ metrů. (Hauf a kol., 1982)

8.2.1 Postup nivelace ze středu:

Určuje tak výškový rozdíl ΔH_{AB} bodů A, B jako rozdíl výšek l_A a l_B . Při geometrické nivelaci ze středu se umístí nivelační přístroj přibližně doprostřed mezi body A, B. Na body A a B se postaví nivelační lať ve svislé poloze. (Maršíková, 2007) Nivelační přístroj se urovná podle libely, zamíří se na lať a jeho záměrná přímka tak protne laťové úseky $l_A=z$ (záměra vzad) a $l_B=p$ (záměra vpřed), které se odečtou na laťích. Výškový rozdíl bodů se stanoví ze vztahu:

$\Delta H_{AB} = l_A - l_B$, kde: l_A je odečtený laťový úsek na bodě A

l_B je odečtený laťový úsek na bodě B



Obr. č. 6 Měření převýšení pomocí nivelace [2]

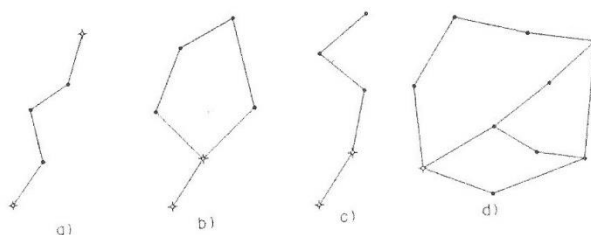
Jestliže je známa nadmořská výška bodu A, potom nadmořská výška bodu B je

$$v_B = v_A + (z - p)$$

Tento způsob stanovení výškového rozdílu se může použít v případě, kdy rozdíl není větší než délka nivelační latě a délka záměr nepřesáhne 70 až 100 metrů. Jestliže jsou od sebe body A, B příliš vzdálené, je třeba sestavit dvojice záměr vzad a vpřed v kratších úsecích do nivelačního pořadu (Novotný, 2007).

8.2.2 Nivelační pořady

Nivelační pořady se skládají z nivelačních sestav a nivelačních oddílů mezi určenými výškovými body a body, které jsou známé. Výběrem vhodné volby technologie měření je možná eliminovat některé chyby nivelačního přístroje a částečně odstranit vliv prostředí, především důsledným zaměřením pořadu v obou směrech. Základní podmínkou pro přesnější nivelační práci je vyvarovat se měření za špatných observačních podmínek. Nivelační pořady rozlišujeme čtyři (viz obr. č. 6) na vložené, uzavřené, volné a pořady tvořící plošnou nivelační síť (Blažek, 2006).



Obr. č. 7 Nivelační pořad a) vložený, b) uzavřený, c) volný, d) tvořící plošnou nivelační síť (Blažek, 2006)

8.2.3 Měření svislých posunů geometrickou nivelací

Měření je podloženo z pevných výškových bodů, které jsou mimo oblast sedání a v dostatečné vzdálenosti od pozorovaného objektu. Tyto body nemusí být připojeny na ČSJNS. Běžně se volí pět i více pevných bodů. Jeden z těchto bodů se zvolí ve všech etapách jako bod výchozí, ostatní body ověřují jeho stálost. Vztažné body se spojí s body pozorovanými uzavřeným nivelačním pořadem. V případě velmi přesných prací se často přestavy stabilizují. Používají se postupy přesné nivelace nebo velmi přesné nivelace. V určení absolutního posunu lze dosáhnout střední chyby 0,3 až 0,6 mm/ 1km (Hauf a kol., 1982).

8.3 Způsoby měření geometrické nivelace ze středu

Různé nivelační způsoby odpovídají rozdílným požadavkům na přesnost měřených výškových rozdílů. Vyplývá tak z širokého uplatnění nivelace v geodetické praxi. Vhodné parametry přístrojů a pomůcek, stejně jako odpovídající měřický postup umožňují co nejefektivněji docílit požadovaného stupně přesnosti. Uvedeny jsou v pořadí, odpovídajícím zvyšujícím se nárokům na přesnost (Blažek, 2006).

8.3.1 Technická nivelace (TN)

Dle Blažka 2009, je TN nejběžnějším druhem nivelace postačujícím pro většinu technických úkolů a pro určení nadmořské výšky některých bodů v PVBP. Jedná se zejména o stabilizované body technické nivelace a body polohopisného bodového pole, u kterých byla dodatečně určena výška. V běžné technické praxi se rozlišují dva kvalitativně odlišné druhy TN. Základním kritériem přesnosti pro nižší nároky na přesnost při běžné technické práci je mezní odchylka

$$\Delta_{max_{mm}} = 40 * \sqrt{L_{km}},$$

a pro zvýšenou přesnost pro vyšší nároky na přesnost platí kritérium

$$\Delta_{max_{mm}} = 20 * \sqrt{L_{km}}.$$

Dopustné odchylky technické nivelace	
Druh práce	Dopustná odchylka v mm
TN ve stavební praxi	$\pm 10\sqrt{r}$
TN ve vodohospodářství	$\pm 15\sqrt{r}$
TN se stabilizovanými body	$\pm 20\sqrt{r}$
Ostatní práce	$\pm 40\sqrt{r}$

Tab. č. 1 Dopustné odchylky technické nivelace (Maršik, 2002)

8.3.2 Přesná nivelace (PN)

Používá se zejména v nivelačních pořadech III. a IV. řádu a v PNS při určování nadmořských výšek ve výškovém bodovém poli. Vhodná je pro speciální práce v kategorii inženýrské geodézie, vyžadující vyšší přesnost. Tato nivelace se řídí Nivelační instrukcí pro práce v ČSJNS. Zvětšení dalekohledu musí být minimálně 24 násobné a citlivost libely odpovídající přesnost 20,6". Vyžaduje se použití pevných stativů, těžkých litinových podložek nebo nivelačních hřebů. Při přesné nivelaci se každý pořad niveluje dvakrát. V případě, kdy se použijí 2 latě, musí odpovídat sudý počet sestav. Přesnost záměry se rozměruje pomocí pásma, přesnost se udává 0,1m (Blažek, 2006).

Latě musí být ucelené a opatřeny krabicovou libelou. Délka jedné záměry by neměla překročit 50 m, výška záměry nad terénem je minimálně 50 cm. U záměry se nesmí překročit konstanta 1mm a v sestavě 1,5 při užití dvoustupnicových latí. Základní kritériem přesnosti je mezní odchylka

$$^1\Delta_{\max_{mm}} = 5 * \sqrt{R_{km}}, \text{ kde } R \text{ je délka nivelačního oddílu v km [2].}$$

8.3.3 Velmi přesná nivelace (VPN) a zvláště přesná nivelace (ZPN)

Metoda VPN se používá pro práce v ZVBP, zejména v nivelačních sítích I. a II. řádu. ZPN má užití při speciálních pracích s vysokými nároky na dosaženou přesnost, například při přesném měření vertikálních posunů, určování náklonů a poklesů pilířů nebo pro sledování svislých pohybů zemské kůry. Přístroje se používají libelové i kompenzátorové, nejčastěji reverzní. Kriteria přesnosti jsou přiměřeně přísnější na rozdíl od PN, avšak technologie se příliš neliší (Blažek, 2006).

9 Chyby vyskytující se u nivelačních prací

V přírodě se odehrávají jevy a existují předměty, jež vnímáme smysly nezávisle na našem vědomí. Kvantitativní stránky jevů a předmětů se zjišťuje tak, že hledáme poměr měřené fyzikální veličiny k fyzikální veličině s ní stejnorodé, zvolené na jednotky míry. V astronomii a geodézii se měří hlavně délky, úhly, plochy, výšky, velikost síly tíže a čas. V závislosti na volbě jednotky míry charakterizujeme výsledek měření číslem (Böhm, 1990). Při veškerých měřických pracích prováděných v oboru geodézie a kartografie mohou vznikat a vznikají chyby. Příčinou mohou být nepřesné pomůcky a přístroje, nepříznivé působení vnějších vlivů nebo i nedokonalosti smyslů člověka (Novotný, 1995).

Z fyziky je známo, že není takové měření fyzikálních parametrů, které by bylo vykonáno s absolutní přesností. V každém fyzikální měření se vyskytují tzv. nevyhnutelné chyby. Úhly a délky měřené v geodézii jsou parametry, kde jsou jejich nejpravděpodobnější hodnoty získávány výpočtem. Tento způsob výpočtu se v geodézii nazývá vyrovnávací počet (Maršík, 1998). Veličina, kterou měříme, nazýváme měřená veličina. Měřenou veličinou je například úhel, délka, plocha atd. Každá znovu naměřená hodnota l_i obsahuje ve výsledném čísle chybu

ε_i , která hodnotu výsledku mohla zvětšit nebo zmenšit oproti skutečné hodnotě L určité měřené veličiny. Rozdíl mezi skutečnou hodnotou a naměřenou hodnotou je tedy chybou ve výsledku jednotlivých měření. S každým opakováním měření učiníme převážně pokaždé jinou chybu, naměřené hodnoty se tak obecně budou lišit (Böhm, 1987).

$$l_1 = L - \varepsilon_1, l_2 = L - \varepsilon_2, \dots, l_n = L - \varepsilon_n.$$

Podle toho skutečná chyba:

$$\varepsilon_i = L - l_i;$$

hodnota skutečná minus naměřená neboli „má být“ minus „jest“.

9.1 Chyby v měřické a kartografické praxi

Po opakování měření stejné veličiny se chyby projeví jako větší či menší rozdíly mezi výsledky. Pomocí vyrovnávacího počtu tak můžeme odstranit vliv chyb na výsledky měření. Chyby rozdělujeme do tří hlavních skupin podle velikosti, vlivu na výsledek, četnosti výskytu a dalších vlastností (Novotný, 1995).

- omyly a hrubé chyby
- systematické chyby
- nahodilé chyby

9.1.1 Omyly a hrubé chyby

Omyly jsou způsobeny nesprávnými úkony měřiče, nikoli objektivními podmínkami měření. Omyl může vzniknout nepozorností či špatnou manipulací s přístrojem, nepatří proto mezi chyby nevyhnutelné. Nejčastější je omyl u měřičů nezkušených, avšak není jich ušetřen ani zkušený měřič, především při únavě. Patří sem zacílení na jiný bod, opomenutí urovnání libely při nivelaci, nesprávně přečtené údaje na lati o jeden či více dílků nebo mylný zápis naměřené hodnoty (Böhm, 1990).

Hrubé chyby jsou omyly způsobené nepečlivostí lidského činitele. Odhalí se při opakování měření stejného parametru (Maršík, 1998).

9.1.2 Systematické chyby

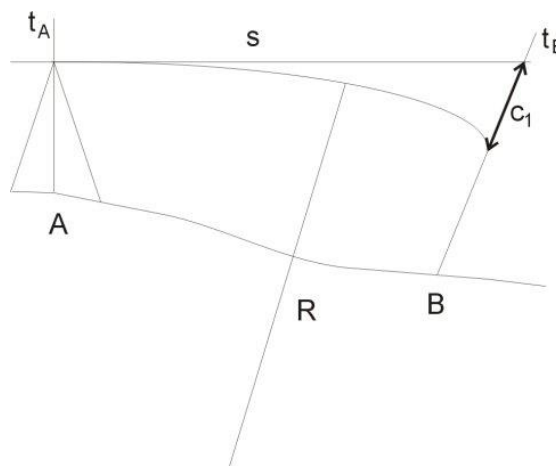
Systematické (soustavné) chyby jsou způsobeny jednostranně působícími příčinami a za stejných podmínek mají stejné znaménko. Původem může být konstrukční chyba přístroje, nedodržení přesně svislé či vodorovné polohy, nesprávná délka stupnice latě či pásma nebo nesprávně určené hodnoty konstant. Výsledek opakovaných měření je ovlivněn vždy v jednom smyslu; je proto nutné je včas rozeznat a zavést příslušné opravy. Tyto opravy se zjišťují nejčastěji porovnáním pomůcek a přístrojů s přesnými laboratorními zřízeními. Po zjištění rozdílů se výsledky měření opraví (Novotný, 1995).

Chyba ze zakřivení horizontu

Urovnáním nivelační libely by záměrná přímka Z měla být shodná se skutečným horizontem, ne však s horizontem zdánlivým. Nedodržením tohoto rozdílu vzniká v jednotlivých čteních chyba. Velikost chyby je zatelná pouze při nivelaci kupředu a současně z části při nestejně dlouhých záměrech. Geometrickou nivelací ze středu se vliv chyby na měřené převýšení měřickou metodou beze zbytku vyloučí (Blažek, 2006).

$$c_1 = \frac{s^2}{2R}$$

kde c_1 je chyba, s délka záměry a R je poloměr Země.



Obr. č. 8 Chyba ze zakřivení horizontu [2]

Chyba ze sklonu záměrné přímky

U nivelačních přístrojů je chyba ze záměrné přímky způsobena nesprávnou rektifikací přístroje (viz. kap. 5.4.1), tj. nesplněním tak podmínky $L \parallel Z$. U nivelačních přístrojů s automatickým urovnáním záměrné přímky je chyba způsobena nedokonalou funkcí kompenzátoru, nepřesnou horizontací, ale i špatně provedenou justáží (Blažek, 2006).

$$c_2 = \varphi * s = \frac{\varphi''}{\rho''} s.$$

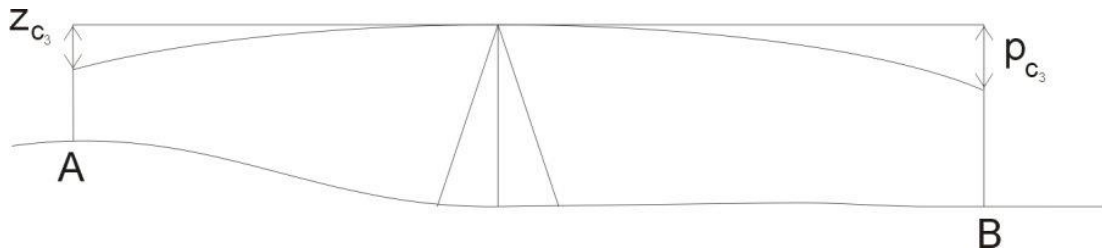
Chyba z nesprávné hodnoty délky laťového metru

Pro potlačení chyby se na začátku a na konci sezóny se porovnávají obě laťové stupnice v metrologickém ústavu pomocí speciálních komparátorů. V sezónu se komparace provádí vždy jednou za 2 týdny po půlmetrových úsecích speciálními metry (Hauf a kol., 1982).

Chyba ze svislé složky refrakce

Velikost chyby je závislá zejména na změně teploty s výškou nad terénem, tj. vertikální teplotní gradient. Pokud je gradient v celé délce dvou záměr konstantní, vytváří se v obou čteních stejná chyba, která se v hodnotě převýšení vyloučí [2].

$$z - p = (z' + z_{c3}) - (p' + p_{c3}) = z' - p' + (z_{c3} - p_{c3}), \text{ kde } z_{c3} - p_{c3} = \Delta c_3$$



Obr. č. 9 Chyba ze svislé složky refrakce [2]

Dle Haufa a kol., je ohyb nivelační záměry způsoben prakticky jen ve svislém teplotním gradientu. Kladný bývá v nivelační přízemní vrstvě obvykle až od večera 1-2 hodiny před západem slunce až do rána 1-2 hodiny po východu slunce. Tyto doby jsou inverzní, v době kdy absorpce slunečního tepla začne převládat nad vyzařováním tepla půdou a naopak. Gradient se dostává do záporných hodnot v ostatní denní době dle ročního období, denní doby, oblačnosti a krytu půdy. Vysoké záporné hodnoty se vyskytují například nad asfaltem a setrvávají záporné déle do noci. Pro nivelační pořady se gradient pohybuje v mezích $+0,3^\circ$ až $0,6^\circ \text{ m}^{-1}$. Při záporném gradientu je záměra vypuklá k povrchu, při kladné je vydutá. Chybou v nivelaci je rozdíl středních gradientů při záměře vzad a vpřed $\Delta G = G_2 - G_p$. S přibližováním záměry k povrchu gradient narůstá, tzn. u větší záměry blíží se skloněnému terénu je gradient větší. Hodnota vlivu této diferenční refrakce má:

$$\varepsilon = - (h_z - h_p) = 0,46 * 10^{-3} s \Delta G.$$

Opatřením refrakce je vyšší stativ, kratší záměry, zatažená obloha, nivelace na podzim. Nivelaci nepřibližovat příliš k povrchu a druhou nivelaci nutno provést v jinou denní dobu. V případě vlnění obrazu latě, které je způsobeno vodorovným prouděním různě teplých mas vzduchu je nutno zkrátit záměru (Hauf a kol., 1982).

Chyba z nesvislé polohy latě

V momentě, kdy dochází k odečtení, má být nivelační lať přesně svisle. Měřič snadno pozná vybočení v kolmém směru na záměru dle svislé rysky ryskového kříže a pokynem jej pomocník opraví. Avšak vybočení ve směru záměry prakticky nepoznatelné a svislo tak závisí na kvalitě práce pomocníků (Blažek, 2006). Odklon latě od svislice může po urovnání „od oka“ dosahovat hodnot $0,5^\circ$ ÷ $2,5^\circ$ zapříčiněnou vnějšími vlivy, jako jsou například povětrnostní vlivy nebo členitost terénu. Chyba by mohla nabývat poměrně vysokých hodnot, proto je zapotřebí pečlivě urovnávat krabicovou libelu při přesnějších pracích. Při běžných technických pracích je třeba poučení měřických pomocníků o kontrolování svislosti podle olovnice, rohů budov, případně kývat ve směru záměry (Hauf a kol., 1982).

9.1.3 Nahodilé chyby

Chyby nahodilé jsou chyby nevyhnutelné a jsou nejen charakteru osobního (nedokonalost lidských smyslů, zvláště zraku), ale také charakteru přístrojového a materiálového (drobné konstrukční nedokonalosti optické nebo mechanické části přístroje a pomůcek, nepravidelná srážka map aj.). Vznik těchto chyb mohou zapříčinit i vnější podmínky, zejména povětrnostní vlivy (Novotný, 1995).

Nikdy nejsou zcela dokonalé ani lidské schopnosti, ani schopnosti přístrojové techniky a proto se při každém měření vyskytují tzv. náhodné chyby. Všeobecně jsou tyto chyby velmi malé, avšak mohou mít znaménko plus i minus (Maršík, 1998).

Chyba z nepřesného urovnání nivelační libely

Urovnání libely provedené koincidenčním způsobem lze urovnat maximálně s přesností 1/10 citlivosti [2].

Chyba ze změny výšky přístroje a latě

Přístroj se v měkké půdě pohybuje směrem dolů, při zaražení do drnů vzniká zvedání. Vyvarovat se této chybě lze zajištěním stálosti na tvrdém podkladu, odstraněním drnů. Okolo přístroje a latě je zapotřebí se pohybovat s opatrností. Vhodné je střídání poloh noh stativ po jednotlivých stanoviscích, nahrazení hřeby za podložky a nivelaci provést v co možná nejkratším čase. Ohrožující je moment, kdy se přístroj přenáší na další stanoviště (Hauf a kol., 1982).

Chyba ze čtení laťové stupnice

Jedná se zejména o chyby koincidence odečítací pomůcky, která může být ovlivněna délkou záměry, zvětšením dalekohledu, chvěním vzduchu nebo na kritériích optického mikrometru. Tuto chybu lze eliminovat vhodnou volbou délky záměry a výběrem technologie. V neposlední řadě jsou důležité vhodné observační podmínky (Blažek, 2006).

Chyba z nestejnomyšerného dělení laťové stupnice a kolmosti

Tyto chyby mají analogický charakter jako chyby ze čtení laťové stupnice [2].

Chyba z přeostržení dalekohledu

Projevují se zejména při nepřesném rozměření sestav. Kratší záměry je nutné rozměřit přesněji než delší, zároveň záměry v blízkosti za nevhodných observačních podmínek (Blažek, 2006).

Metodika

10 Přesnost měření, rozbor přesnosti

10.1 Přesnost měření

Dle normy ČSN 73 0405 nesmí ho mezní odchylka přesáhnout hodnotu pro užívané stavební objekty, které jsou ovlivněné stavení činností v okolí, hodnotu

$$\delta_5 \leq \frac{2}{5} p_k;$$

kde p_k je kritická hodnota posunu v mm. V případě, že její hodnota dosáhne, dochází k ohrožení objektu, který je sledován.

Jistá veličina X se dá měřit různými metodami. Liší se přístroje, postupy, dané meteorologické podmínky a kvalita měřiče. Například vzdálenost dvou bodů AB můžeme měřit dálkoměrem nebo pásmem. Počet elementárních chyb bude příslušet každé metodě a bude jí dán odpovídající soubor možných měření l_i , a zároveň chyb $\varepsilon_i = L - l_i$ s určitými parametry rozdělení. Jako míra přesnosti se používá chyba průměrná, pravděpodobná a střední neboli kvadratická (Hauf a kol, 1982).

Název	Definice v nekonečně velkém souboru ve svém názvu má přívlástek „základní“	Odhad v relativně malém výběru ve svém názvu má přívlástek „výběrová“ nebo „empirická“	Poznámky Pojmenování
náhodná variance	$\sigma^2 = E(\Delta^2)$	$s^2 = \frac{[\Delta^2]}{n}$	Δ – náhodná složka skutečné chyby ε ;
standard, střední (náhodná) chyba	$\sigma = \sqrt{E(\Delta^2)}$ *)	$s = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}}$ *)	
úplná variance	$\bar{m}^2 = E(\varepsilon^2)$	$m^2 = \frac{[\varepsilon^2]}{n}$	ε – skutečná chyba může obsahovat i systematickou složku;
střední (úplná) chyba	$\bar{m} = \sqrt{E(\varepsilon^2)}$ *) odhad z vyrovnání:	$m = \sqrt{\frac{[\varepsilon^2]}{n}}$ *) $m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n'}}$	v – opravy; n' – počet stupňů volnosti, nebo počet nadbytečných měření
průměrná chyba	$\bar{v}_{ \varepsilon } = E(\varepsilon)$	$v_{ \varepsilon } = \frac{[\varepsilon]}{n}$	
pravděpodobná chyba	$P(r > \varepsilon) = P(r < \varepsilon) = 0,5$	uprostřed seřazených absolutních hodnot chyb	

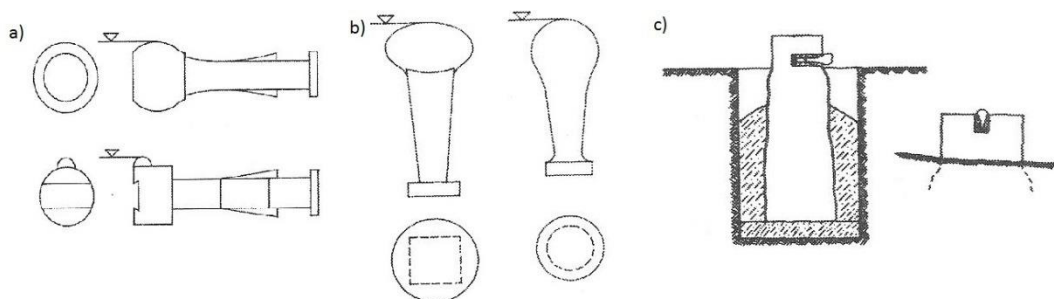
Tab. č. 2 Přehled základních a výběrových měř přesnosti v souborech chyb měření (Böhm, 1990)

11 Stabilizace a signalizace výškových bodů

Dle normy ČSN 73 0405 musí materiál, z kterého jsou měřické značky vyrobeny, jeho tvar a úprava jeho povrchu, splňovat podmínku trvanlivosti po dobu měření. Značky musí zcela jasně označovat pozorované body a umožnit tak měření určených veličin, vyhotovení záznamu z měření a jeho údajů, popřípadě dálkový přenos údajů.

Výšková značka státní nivelace

Pro potřeby měřické praxe je tato značka nejdůležitějším pevným bodem. Obvykle je to kovový roubík, který je osazen ve výšce 20-80 cm nad terémem do zdiva stavebního objektu. Osazen může být do samostatného nivelačního kamene. Hřebové značky bývají zapuštěny svisle v kamenech nebo jiných objektech (Novotný, 1995).



Obr. č. 10 Výškové značky a) Čepové značky, b) Hřebové značky, c) Osazení nivelační značky (Hánek a kol., 2007)

Stabilizace nivelačních bodů

Stabilizace výškových bodů se rozděluje na přirozenou a umělou. Při přirozené stabilizaci se užívají např. základní nivelační body, kde je jako vlastní bod vybroušená malá plocha o rozměrech 0,15x0,15m na rostlé skále. Nad tímto bodem se vybuduje pomník vysoký 2 metry s dutinou (viz. obr. č. 10), do které se spouští nivelační lať. Umělá stabilizace využívá značky z materiálů odolných proti vlhkosti a kyselinám, tj. slitina mědi a niklu (Hánek a kol., 2007).



Obr. č. 11 Ukázka stabilizace nivelačního bodu – pomník [3]

Uživatelé nemovitosti, na kterých jsou měřické značky umístěny, jsou dle zákona 31/1995 Sb. povinni toto umístění trpět. Uživatel nemovitost nejdříve obdrží předem tiskopis s oznámením o provedení stabilizačních či měřických pracích, následně potvrdí tiskopis „Seznam osazení nivelačních značek“ podpisem na dvou kopiích. Jednu kopii si ponechá a druhou obdrží obecní úřad (Hauf a kol., 1982).

Signalizace výškových bodů

Jedná se o signalizaci přechodnou při měření pomocí nivelační latě nebo jiného měřítka. Pro zjednodušení hledání nivelačních bodů v polní trati se body osazují červenobílými tyčemi (OT) v blízkosti nivelačního kamene nebo skalní stabilizace a jsou opatřeny plechovou cedulkou s nápisem „STÁTNÍ (PODROBNÁ) NIVELACE – POŠKOZENÍ SE TRESTÁ“. V případě skalních stabilizací jsou často osazeny železnými roxory se zvýrazněnou barvou. Nejčastěji jsou roxory umístěny šikmo vzhledem ke skalnímu podloží. Dříve se v místní trati nad nivelační čepovou značkou pořizovala tabulka z plechu taktéž s nápisem o poškození, dnes je však toto upozornění vyraženo na čele čepové značky (Blažek, 2006).



Obr. č. 12 Ukázka plechové tabulky s nápisem o poškození státní výškové značky [4]

Vlastní práce

Cílem práce je určit svislé posuny stavebního objektu, ovlivněné novou investiční výstavbou v jeho blízkosti, metodou přesné geometrické nivelace na podkladě zápisníků uskutečněných etapových měření.

12 Lokalita

Jak již bylo vysvětleno v úvodu, měření bylo vybráno z archivu, protože měření je rozsahem, průběhem, konfigurací terénu a objektů zajímavé. Ukončené sledování, případné nové měření by mohlo vyvolat neklid mezi vlastníky objektů a není k tomu souhlas. Měření prováděl Doc. Ing. Pavel Hánek, CSc., držitel oprávnění ÚOZI podle zákona 200/1994 Sb., §13, odst. 1, písm. a), b), c). Pro tyto práce je vyžadováno c). Jednotlivé etapy jsou uvedeny v seznamu ověřených prací pod čísly 85 až 91, 98 a 101.



Obr. č. 13 Prostorové zobrazení zájmového objektu ve vztahu s novostavbou ve fázi dokončení [1]

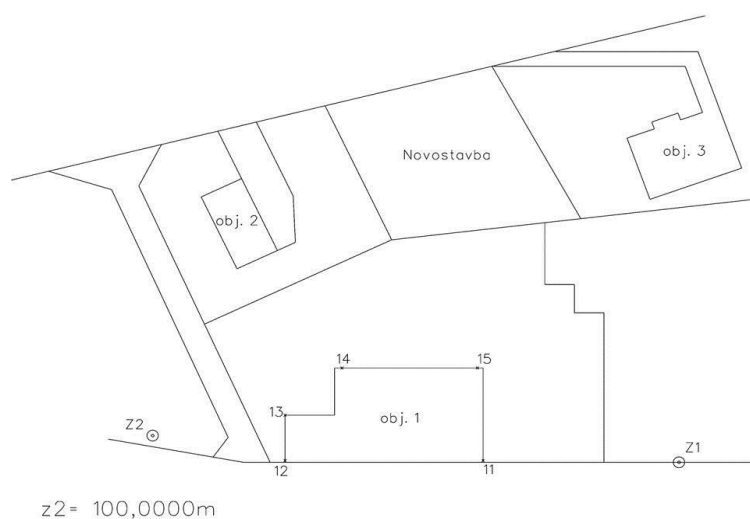
12.1 Geologický průzkum

V prostoru staveniště byly zhodnoceny základové poměry jako složité, ovlivněné působením svažitosti terénu a základové půdy jako proměnlivé (viz. obrč. č. 14).



Obr. č. 14 Geologická mapa – podloží zájmové lokality [1]

12.2 Síť pozorovaných bodů a jejich rozmístění



Obr. č. 15 Náčrt rozmístění bodů na zájmové lokalitě „Autor: Veronika Pazderová“

Výškových bodů bylo v nulté etapě stabilizováno 31, postupem času však bylo mnoho bodů zničeno. Nebylo nutné osazovat nové body, jelikož tato bakalářská práce navazuje na dlouholeté předchozí měření. Sledování probíhá na vybraných, již osazených bodech.

Poznámka: Pokus o posouzení bodů

Bod Z_1 – značku někdo ořezal, schod minimálně 3,2 mm. V roce 2003- 2013 byla pořízena nová fasáda, přístup bodu byl ztížen, ale ne znemožněn. Schod již není patrný (viz. obr. č. 15).

Bod Z_2 – v okolí byly provedeny terénní úpravy, kámen nakloněný (viz. obr. č. 16), zapříčinilo potíže; v roce 2002 neplatilo.



Obr. č. 16 Fotografie bodu č. Z1 „Foto: Veronika Pazderová“



Obr. č. 17 Fotografie bodu č. Z2 „Foto: Veronika Pazderová“

12.3 Apriorní rozbor přesnosti před zahájením prací

12.3.1 Zjištění požadavků na přesnost dílčích a cílových parametrů

Koeficient spolehlivosti u_p jsem zvolila interval 2 dle zásad jednorozměrných odchylek.

Požadavky na přesnost měření posunů užívaných stavebních objektů ovlivněných stavební činností jsou charakterizovány mezní hodnotou

$$\delta_5 \leq \frac{2}{5} p_k ,$$

kde p_k je kritická hodnota posunu v mm. V případě dosažení této hodnoty dojde k ohrožení sledovaného objektu. Přesnost měření se posuzuje dle nejmenší hodnoty δ_1 - δ_5 , stanovených podle normy.

$$\delta = 5 \cdot 2 = + 2,9 \text{ mm}; \text{ přičemž } \Delta_1 = 5 * \sqrt{r} = 1,7 \text{ mm}; \text{ nesplněno.}$$

Pořad je příliš krátký $r = 0,113 \text{ km}$; potom odvození přes počet sestav:

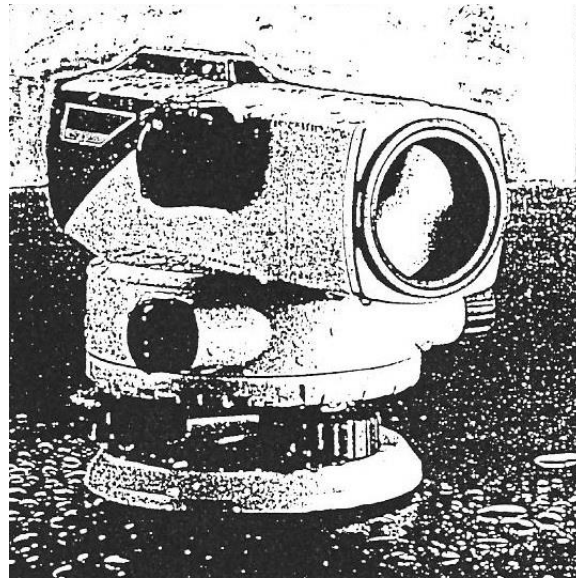
$$\Delta_2 = 3,2 \text{ mm}; \text{ splněno.}$$

12.3.2 Stanovení středních chyb

Střední chyba v určení absolutního posunu $0,3 - 0,6 \text{ mm/ 1km}$.

12.3.3 Výběr technologie a prostředků vytyčování (metody a přístroje)

Veškerá měření byla provedena metodou geometrické nivelace ze středu, technologií technické nivelace. K měření byly poskytnuty nivelační přístroje Zeiss Ni 007, pro mé vlastní měření optický nivelační přístroj Sokkia



Obr. č. 18 Optický nivelační přístroj Sokkia (Novotný, 1995)

Postup prací při měření:

- geologický průzkum
- zjištění výšek bodu vlastním měřením Z1 – 11- Z2 – zhodnocení měření nivelace Z1 – 11 – Z2, kdy došlo k poškození, např. kde jsou stabilizovány. Z2 již dle prvního pohledu poškozen
- „nultá“ etapa měření zájmového bodu- v nulté etapě byly stabilizovány body, které byly výškově určeny plošnou nivelací (TAM A ZPĚT)
- vlastní měření

13 Vlastní měření

Před zahájením geodetických prací byla provedena zkouška nivelačního přístroje (viz. kap. 5.4.2). Zjištěná chyba se rovná hodnotě $\Delta = + - 0,2 \text{ mm} / 10\text{m}$.

Mé vlastní měření posunů bylo provedeno dne 16. 7. 2013 pod vedením pana Doc. Ing. Pavla Hánka, CSc. a za pomoci mé spolužačky Štěpánky Šlechtové.

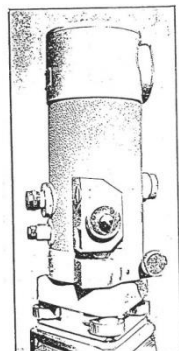


Obr. č. 19 Fotografie z průběhu měření „Foto: Veronika Pazderová“

Metodou přesné geometrické nivelace jsem postupovala od bodu Z1- 11- Z2 pro zjištění výškové stability výchozích bodů. Bod Z2 byl pro všechna měření vztažným bodem, do kterého byl vnesen vlastní systém s nadmořskou referenční výškou 100,0000 metrů. Záměry jsem krokovala a jejich délky jsem volila s ohledem na svažitost terénu. K měření jsem použila nivelační přístroj Sokkia a nivelační lať se stupnicí čárkového kódu. Při měření mi byl nápomocen

Předchozí měření byla měřena přístrojem Zeiss Ni007 na invarovou dvoustupnicovou lať s čárovou stupnicí 0,5 cm. K vlastnímu měření byl použit nivelační přístroj Sokkia na lať se stupnicí tvořenou čárkovým kódem (viz. kap. 5.1).

Nivelační přístroj Zeiss Ni007 Tento kompenzátorový nivelační přístroj je určen pro přesné výškové měření především v inženýrské geodézii. V případě použití běžné nivelační latě s centimetrovým dělením, je zaručena přesnost $+ - 2 \text{ mm} / 1 \text{ km}$ dvojité nivelace. Při měření se speciální invarovou latí a při použití optického mikrometru je přesnost $+ - 0,5 \text{ mm} / 1 \text{ km}$ (Novotný, 1995).



pomůcky:

- Nivelační lať
- Nivelační zápisník
- Nivelační přístroj
- Stativ
- Nivelační podložka

14 Vyhodnocení dat stávajících etap

V závislosti na etapách výstavby byla prováděna měření v časových intervalech dle nařízení statika.

„Nultou“ etapou měření zájmového objektu se nazývá výchozí etapa měření, která předchází zahájení stavebních prací. Vzhledem k této etapě jsou počítány svislé posuny. Toto měření bylo provedeno 28. 9. 2002. V nulté etapě byly stabilizovány body, které byly výškově určeny plošnou nivelací (TAM A ZPĚT).

Následující měření jsou rozdělena do etap E1 - E8 podle fází výstavby po dobu následujících 2 let, viz. Tab. č. 1.

	Datum	Počasí	Teplota	Vývoj stavby
E0	28.9.2002	Jasno	8-16°C	stavba nezahájena
	5.10.2002	Oblačno	10°C	stavba zahájena
E1	5.1.2003	Jasno, mírné sněžení	-4°C	zemní práce
E2	15.1.2003	Zataženo	3°C	zemní práce
E3	29.3.2003	Zataženo	4°C	základy
E4	11.4.2003	Déšť se sněhem, bezvětří	2°C	1. podlaží
E5	8.5.2003	Jasno	12°C	2. podlaží
E6	11.7.2003	Polojasno	18-26°C	hrubá stavba
E7	23.12.2003	Sníh	-4°C	zastřešení
E8	15.4.2004	Polojasno	15°C	dokončeno
E9 vlastní měření	16.7.2013	Jasno	24°C	dokončeno

Tab. č. 3 Tabulka etap

B o d č.	Nultá et. [m]	E1 [m] [mm]		E2 [m] [mm]		E3 [m] [mm]		E4 [m] [mm]		E5 [m] [mm]		E6 [m] [mm]		E7 [m] [mm]		E8 [m] [mm]		Vlastní měření [m] [mm]		
		[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	
28.9.,5.10.2002		5.1.2003		14.1.2003		29.3.2003		11.4.2003		8.5.2003		11.7.2003		23.12.2003		15.7.2004				
Z1	92,4244	stabilní		stabilní		stabilní		stabilní		stabilní		stabilní		stabilní		stabilní		stabilní		
Z2	100,0000	vztažný		vztažný		vztažný		vztažný		vztažný		oprav.		oprav.		stabilní		vztažný		
#	96,8876	n.m.		n.m.		96,8885 +0,9		n.m.		n.m.		96,8876 0,0		96,8878 +0,2		96,8881 +0,5		96,9013 +1,4		
#	95,5003	n.m.		n.m.		95,4998 -0,5		95,5001 -0,2		95,5003 0,0		95,4994 -0,9		95,5000 -0,3		95,5004 +0,1		95,5141 +1,4		
#	94,2333	94,2327	-0,6	94,2324	-0,9	94,2325	-0,8	94,2334	+0,1	94,2340	+0,7	94,2321	-1,2	94,2328	-0,5	94,2327	-0,6	94,2439	-1,6	
#	92,6283	92,6260	-2,3	92,6259	-2,4	92,6245	-3,8	92,6250	-3,3	92,6258	-2,5	92,6234	-4,9	92,6262	-2,1			zničen	zničen	
#	92,6268	92,6263	-0,5	92,6262	-0,6	92,6260	-0,8	92,6244	-2,4	92,6263	-0,5	92,6254	-1,4	92,6263	-0,5	92,6256	-1,2	92,6368	+1,0	

Tab. č. 4 Tabulka naměřených hodnot v letech 2002 – 2004 + vlastní měření



Obr. č. 21 Fotografie bodu č. 11 + měřič Veronika Pazderová „Foto: Veronika Pazderová“



Obr. č. 22 Fotografie bodu č. 12 „Foto: Veronika Pazderová“



Obr. č. 23 Fotografie bodu č. 13 „Foto: Veronika Pazderová“



Obr. č. 24 Fotografie bodu č. 14 „Foto: Veronika Pazderová“



Obr. č.25 Fotografie bodu č. 15 „Foto: Veronika Pazderová“

15 Výpočet a vyrovnání

Výpočet obousměrně připojeného pořadu, měřeného obousměrně, s mezní odchylkou uzávěru:

$$\Delta_1 = 5 * \sqrt{R} = 5 * \sqrt{0,113} = 1,7 \text{ mm}$$

kde R je délka pořadu v kilometrech.

Měřené převýšení:

$$h'_{z1,z2} = \sum z - \sum p = 7,5819 \text{ mm}$$

Dané převýšení:

$$h_{z1,z2} = H_{z2} - H_{z1} = 7,5756 \text{ mm}$$

Odchylka v uzávěru o_h :

$$o_h = h_{z1,z2} - h'_{z1,z2} = -6,3 \text{ mm};$$

potom porovnání s mezní odchylkou:

$$o_h \geq \Delta_1; \text{ nevyhovuje.}$$

Potom:

$$\Delta_2 = n_{\delta} * \sqrt{n} * u, \quad \text{kdy } n = 28, \sqrt{n} = 5,3 \text{ a } u = 2$$

Odhad:
 $m_c = 0,3\text{mm}$

Potom:
 $\Delta_2 = 3,2\text{ mm}; \quad o_h \leq \Delta_2; \text{ vyhovuje.}$

Ověření:
Z1 – Z2

15.1 Výsledky a přínos práce

pořad je příliš krátký $r = 0,113\text{km}$; potom odvození přes počet přestav $\Delta_2 = 3,2\text{mm}$; splněno.

\emptyset Z1 – Z2	+7,5818 m	...	jest 2013
	<u>+7,5756 m</u>	...	má být 2002

0,0062 m = - 6,2 mm / 11 let

Pokud body Z1, Z2 považujeme za body IV. řádu, platí:

$$\Delta_3 = 2 + \Delta_1 \text{ nebo } \Delta_2, \text{ tj. } = 3,7 \text{ mm nebo } 5,2 \text{ mm}$$

15.2 Diskuse

V obou případech nesplněno. Jeden nebo oba body jsou neidentické. Blíže nelze rozhodnout, protože další vztažné body Z₃ a Z₄ byly zničeny.

16 Závěr pro pozorované body

V „nulté“ etapě bylo stabilizováno celkem 35 bodů, které byly rozmístěny na stavebních objektech v okolí zájmového území.

V průběhu 12 let byly však téměř všechny hřbové značky zničeny a zachovaly se pouze měřické značky stabilizované na stavebním objektu číslo 1. Původně bylo na stavebním objektu umístěno 5 značek, z kterých byla jedna zničena. Konkrétně se jedná o bod číslo 14.

Platí, že v době měření původní výšky a posunů sledovaných bodů byly v místním systému Z2. Tento systém pro etapu E9 nelze použít, protože již neexistuje. Došlo k poškození výchozího bodu Z2. Porovnání jednotlivých etap bylo provedeno k bodu č. 11.

Z tohoto důvodu se dají sledovat pouze posuny s ohledem k jednomu rohu oproti okolí a nelze tedy rozhodnout o absolutním posunu, lze určit pouze změny jednotlivých hran objektu.

17 Seznam zkratk:

ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
ÚOZI	Úředně oprávněný zeměměřický inženýr
ZVBP	Základní výškové bodové pole
PVBP	Podrobné výškové bodové pole
PNS	Plošné nivelační síť

18 Přehled použité literatury a zdrojů

1. Blažek, R., Skořepa, Z.. *Geodézie III. Dotisk 2. přepracovaného vydání Praha: Nakladatelství ČVUT 2006*, 162 s. ISBN 80-01-03100-4
2. Böhm, J., Radouch, V., Hampacher, M.. *Teorie chyb a vyrovnávací počet. 2. upravené vydání Praha: Geodetický a kartografický podnik, 1990*, 416 s. ISBN 80-7011-056-2.
3. ČSN ISO 73 0405 *Měření posunů stavebních objektů Praha: se souhlasem UNMZ vytisknul Ing. Jiří Hrazdil, 1997*, 12 s..
4. Hauf, M., a kol.. *Geodézie. 1. vydání Praha: Nakladatelství technické literatury SNTL, 1982*, 544 s. ISBN 04-713-82.
5. Hampacher, M., Radouch, V.. *Teorie chyb a vyrovnávací počet 10. 1. vydání Praha: Vydavatelství ČVUT 1997*, 159 s. ISBN 80-01-01704-4
6. Hánek, P., Línková, L., Mika, K., Pospíšil, J., Suchá, J., Štroner, M.. *Stavební geodézie. 1. vydání nakladatelství ČVUT, 2007*, 133 s. ISBN 987-80-01-03707-2
7. Maršíková, M., Maršík, Z.. *Dějiny zeměměřičství a pozemkových úprav v Čechách a na Moravě v kontextu světového vývoje. 1. vydání Praha: nakladatelství Libri, 2007*, 182 s. ISBN 978-80-7277-318-6.
8. Maršík, Z., Maršíková, M.. *Geodézie II. 1. vydání České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2002*, 123 s. ISBN 80-7040-546-5.
9. Maršík, Z., *Základy geodézie a kartografie: (pro zemědělské inženýry). 2. opravené vydání České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 1998*, 81 s. ISBN 80-7040-304-7.
10. Maršíková, M., Maršík, Z.. *Speciální a vyšší geodézie. 1. vydání České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2005*, 82 s. ISBN 80-7040-768-9
11. Möser, M., Miller, G., Schlemmer, H., Werner, H.. *Handbuch Ingenieurgeodäsie. Band 3: Welsh, W., Hennecke, O., Kulhmann, H.. Auswertung geodätischer Überwachungsmessungen. Heilderberg, Wichman Verlag 2000.*
12. Novotný, M.. *Geodézie a kartografie I. 1. vydání České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 1995*, 73 s. ISBN 80-7040-135-4.

13. Streibl, J., *Geodézie I. Přístroje a výpočty. 1. vydání* Ediční středisko ČVUT Praha, 1986, 152 s. Sg. S 15.565/1
14. Vitásek, J., Pažourek, J., Nevosád, Z.. *Vybrané geodetické práce ve stavebnictví. 1. vydání* Brno: Nakladatelství VUTIUM Brno, 1998, 58 s. ISBN 80-214-1114-7
15. Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního č. 31/1995 Sb., kterou provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění vyhlášky č. 212/1995 Sb., vyhlášky č. 365/2001 Sb., vyhlášky č. 92/2005 Sb. a vyhlášky 311/2009 Sb.

[1]

http://k154.fsv.cvut.cz/vyuka/geodezie_geoinformatika/inge/Sylabus_IG_11.pdf,

zobrazeno, dne 16.12.2014

[2]

<http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html-old/ch11s05.html>,

zobrazeno, dne 12.1.2015

[3]

http://www.turistika.cz/mahttp://foto.turistika.cz/foto/31471/90556/lrg_img_6339.jpg

zobrazeno, dne 23.3. 2015

[4]

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/56/V%C3%BD%C5%A1kov%C3%A1_zna%C4%8Dka_st%C3%A1tn%C3%AD_nivelace.jpg/800px-V%C3%BD%C5%A1kov%C3%A1_zna%C4%8Dka_st%C3%A1tn%C3%AD_nivelace.jpg

zobrazeno, dne 23.3. 2015

[5]

<http://www.google.com/maps>

zobrazeno, 30.3. 2015

[6]

<http://www.geology.cz>

zobrazeno, dne 16. 12. 2014

19 Seznam obrázků, tabulek a příloh

19.1 Seznam obrázků

Obr. č.1 Nivelační latě se stupnicí a) čárkovou, b) „éčkovou“ a šachovnicovou, c) s invarovým páskem, d) čárkového kódu (Blažek, 2006)

Obr. č.2 Nivelační podložka a) trojúhelníkového tvaru s jedním nahoře zakulaceným výběžkem, b) trojúhelníkového tvaru se dvěma výstupky, c) kruhového tvaru s jedním výstupkem

Obr. č. 3 Ukázka zápisníku pro technickou a plošnou nivelaci (Hauf a kol., 1982)

Obr. č. 4 Schéma nivelačního přístroje (Vitásek, 1998)

Obr. č. 5 Zkouška nivelačního přístroje (Blažek, 2006)

Obr. č. 6 Měření převýšení pomocí nivelace [2]

Obr. č. 7 Nivelační pořad a) vložený, b) uzavřený, c) volný, d) tvořící plošnou nivelační síť (Blažek, 2006)

Obr. č. 8 Chyba ze zakřivení horizontu [2]

Obr. č. 9 Chyba ze svislé složky refrakce [2]

Obr. č. 10 Výškové značky a) Čepové značky, b) Hřebové značky, c) Osazení nivelační značky (Hánek a kol., 2007)

Obr. č. 11 Ukázka stabilizace nivelačního bodu – pomník [3]

Obr. č. 12 Ukázka plechové tabulky s nápisem o poškození státní výškové značky [4]

Obr. č. 13 Prostorové zobrazení zájmového objektu ve vztahu s novostavbou ve fázi dokončení [1]

Obr. č. 14 Geologická mapa – podloží zájmové lokality [5]

Obr. č. 15 Náčrt rozmístění bodů na zájmové lokalitě „Autor: Veronika Pazderová“

Obr. č. 16 Fotografie bodu č. Z1 „Foto: Veronika Pazderová“

Obr. č. 17 Fotografie bodu č. Z2 „Foto: Veronika Pazderová“

Obr. č. 18 Optický nivelační přístroj Sokkia (Novotný, 1995)

Obr. č. 19 Fotografie z průběhu měření „Foto: Veronika Pazderová“

Obr. č. 20 Nivelační přístroj Zeiss Ni 007 (Novotný, 1995)

Obr. č. 21 Fotografie bodu č. 11 + měřič Veronika Pazderová „Foto: Veronika Pazderová“

Obr. č. 22 Fotografie bodu č. 12 „Foto: Veronika Pazderová“

Obr. č. 23 Fotografie bodu č. 13 „Foto: Veronika Pazderová“

Obr. č. 24 Fotografie bodu č. 14 „Foto: Veronika Pazderová“

Obr. č. 25 Fotografie bodu č. 15 „Foto: Veronika Pazderová“

19.2 Seznam tabulek

Tab. č. 1 Dopustné odchylky technické nivelace (Maršík, 2002)

Tab. č. 2 Přehled základních a výběrových měř přesnosti v souborech chyb měření
(Böhm, 1990)

Tab. č. 3 Tabulka etap

Tab. č. 4 Tabulka naměřených hodnot v letech 2002 – 2004 + vlastní měření

19.3 Seznam příloh

Příl. 1 Zápisník vlastního měření

Příl. 2 Datový nosič CD

Příl. 1

25°C, slunečno

16.09.2013
Soňa Janková

10 2274

Str.: 6

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu	Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu přístroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
	přestavového	bočního			vzad +	vřed -	
21						92,4244 m	12,17 10,2 9,4 9,6 9,9 9,2
							2,3 4,4
11						96,9013 m	4,4 4,4 3,8 3,9 3,9
							3,9
22						100,0063 m	11,8
							113,4 m
							$R = 0,1132 m$
22						100,0063 m	$\Delta_1 = 5 \cdot \sqrt{R} = 1,7 mm$
							$\Delta_2 = k_e \cdot \ln \cdot \mu$
11						96,9014 m	$n = 28 \quad \bar{v}_n = 57,3$ $\mu = 2$ od b, d: $m_0 = 0,3 mm$ Pokom: $\Delta_2 = 3,2 mm$ $\sigma^2 < \Delta_2 \checkmark$
21						92,4243 m	
							$h_{21-22} = 7,5819$ $H_{21-22} = 7,5756$ $d = -6,3 mm$
							Závěr: Další bodu provedli vše neexistují Teren okolo bodu 22 byl upravován a nově oset. Nelze vyloučit že kámen se značnou byl posunut. Ucházíme, že bod 21 je stabilní.

Geodézie č. 3.39-1984 Vytiskl Geodetický a kartografický podnik v Praze, n.p.

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu	Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu přístroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
	přestavového	bočného	vzad + vřed - bočně -		přestavového	určeného bočně	
10:20	11		0,5559				3,1
			-1 2,4542				5,6
			0,5770				3,3
			2,9350				10,2
			1,6967				14,1
	15			1,2449			12,6
	141			-0,0102			osvětlení (st. znač.)
			-1 0,6309				9,3
	13		2,3653				11,7
10:40	12			0,4049			7,8
			0,4049				9,4
	13			1,9757			
			-1 2,3653				
			0,6121				
	141			-0,0120			
	15			1,3288			
				1,6476			
			2,4741				
			-1 0,4299				
			2,4709				
10:50	11			0,5316	0,5316		
			2,5309				
			2,4909	1,2396			
			2,5				