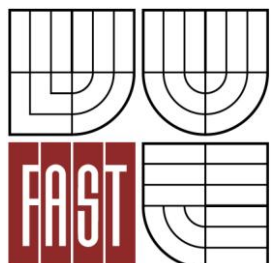




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

OPAKOVANÁ NIVELACE NA VODNÍM ZDROJI TETČICE

PRECISE REPEATED LEVELING MEASUREMENTS AT TETČICE WATER RESERVOIR

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. PAVEL ČÁP

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. RNDr. LUBOMIL POSPÍŠIL, CSc.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646T003 Geodézie a kartografie
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Pavel Čáp
Název	Opakovaná nivelace na vodním zdroji Tetčice
Vedoucí diplomové práce	doc. RNDr. Lubomil Pospíšil, CSc.
Datum zadání diplomové práce	30. 6. 2011
Datum odevzdání diplomové práce	30. 5. 2012
V Brně dne 30. 6. 2011	

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

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

Podklady a literatura

Topografické a geofyzikální mapy, družicové a letecké snímky z předmětné oblasti.
Z geologických podkladů jsou postačující Vysvětlivky ke geologické mapě dané oblasti.
Manual k měření na příslušné GPS stanici, a příslušná geodatická skripta.

Zásady pro vypracování

Měření opakované nivelace se provede na jednom profilu v rozsahu obce Tetčice tak, aby by se náchazel vodní zdroj ve středu oblasti. Práce budou provedeny ve spolupráci dalším diplomantem. Další metodou, kterou bude profil doplněn, může být GPS nebo tíhová měření. Opakování budou provedena v rozsahu 3 až 4 měření s periodou cca 1,5 až 2 měsíců, podle dostupnosti přístrojů.

Výstupem bude souborná mapa geodetických a geologicko-geofyzikálních údajů s vyznačením pohybových a dynamických změn.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....
doc. RNDr. Lubomil Pospíšil, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá zkoumáním vertikálních posunů základové půdy v obci Tetčice. V první části popisuje geologickou stavbu a komplikace v lokalitě. Další kapitoly rozebírají zjišťování vertikálních posunů, jejich měření a vyhodnocování. Jako doplněk je popsáno měření aktuální výšky hladiny podzemní vody v místních studnách v návaznosti na nivelační měření a její vyhodnocení.

Klíčová slova

Přesná nivelace, vertikální posuny, boskovická brázda, vodní zdroj Tetčice

Abstract

This master's thesis deals with the vertical movements of foundation soil in village Tetčice. In the first part describes geological structures and problems in locality. A next chapter deals with surveying vertical movements, measurements and evaluation. As addition is measurement actually groundwater level depending on the line levelling.

Keywords

Precision line levelling, vertical movements, Boskovicical furrow, Tetčice water reservoir

Bibliografická citace VŠKP

ČÁP, Pavel. *Opakovaná nivelace na vodním zdroji Tetčice*. Brno, 2011. 50 s., 16 s. tištěných příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce doc. RNDr. Lubomil Pospíšil, CSc..

Prohlášení:

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

V Brně dne 25. 5. 2012

.....
podpis autora

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 25. 5. 2012

.....
podpis autora

Poděkování:

Děkuji svému vedoucímu, doc. RNDr. Lubomilu Pospíšilovi CSc., za odbornou pomoc, podporu, cenné rady a připomínky při vypracovávání mé diplomové práce.

Také děkuji ing. Michalu Witiskovi a všem dalším kamarádům za jejich pomoc při tvorbě této práce.

V Brně, dne 25. 5. 2012

.....

Obsah

OBSAH	7
1. ÚVOD	9
2. ÚVOD DO PROBLEMATIKY	10
2.1 LOKALITA	10
<i>O obci Tetčice</i>	10
<i>Geomorfologické poměry</i>	11
2.2 GEOLOGICKÉ POMĚRY	12
<i>Geologická stavba České republiky</i>	12
<i>Český masiv</i>	12
<i>Moldanubikum</i>	13
<i>Moravosilesikum (moravsko-slezská jednotka)</i>	14
2.3 HYDROLOGICKÉ POMĚRY	17
<i>Povrchové vody</i>	17
<i>Podzemní vody</i>	17
2.4 SOUČASNÝ STAV	19
<i>Problematika v dané lokalitě</i>	19
3. SLEDOVÁNÍ HLADINY PODZEMNÍ VODY	21
4. MĚŘENÍ A ZPRACOVÁNÍ	25
4.1 METODIKA MĚŘENÍ	25
<i>Měřické body</i>	25
<i>Měřické metody</i>	26
<i>Přesná a velmi přesná nivelace</i>	26
<i>Měřické chyby při nivelaci a jejich eliminace</i>	27
<i>Přesnost měření</i>	28
4.2 MĚŘICKÉ PRÁCE.....	31
<i>Rekognoskace, doplnění a změny v bodovém poli</i>	31
<i>Přípravné práce před měřením</i>	33
<i>Použitý měřický postup</i>	33
<i>Etapové měření pomocí přesné nivelace</i>	33
<i>Použité měřické pomůcky</i>	34
4.3 ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ	36
<i>Ověření stability bodů ČSNS pro účel volby pevných bodů při vyrovnání</i>	36
<i>Volba pevných (vztažných) bodů sítě</i>	36
<i>Grafické znázornění sedání značek ČSNS</i>	39
<i>Korekce měřených převýšení</i>	39
<i>Výpočetní práce</i>	40
4.4 ČÍSELNÉ VÝSLEDKY	42
4.5 GRAFICKÉ VÝSLEDKY	45
5. ZÁVĚR	46
6. SEZNAMY	47
6.1 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	47
6.2 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	48
GNSS ...GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ SATELITNÍ SYSTÉM	48

6.3 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	49
6.4 SEZNAM TABULEK	49
6.5 SEZNAM GRAFŮ	50
6.6 SEZNAM VOLNÝCH PŘÍLOH	50

1. Úvod

Výsledky předchozích prací a poškozené budovy v obci jsou důkazem, že se v dané lokalitě děje něco ne zcela obvyklého. O pohybech základové půdy v Tetčicích nelze pochybovat. Otázkou zůstává, zdali se jedná pouze o místní deformace, či jsou součástí většího celku. Jestli se jedná pouze o sedání půdy v místě bývalého rybníka s mnoha nepříznivými faktory, nebo jde o tektonické pohyby Diendorfsko – Čebínského zlomového pásu.

Cílem práce je vystihnout vertikální pohyby v lokalitě v průběhu jednoho roku a zaznamenat jiné skutečnosti, které mohou mít na pohyby vliv. V obci je vybudována síť výškových značek. Ta bude začátkem práce upravena a doplněna tak, aby mohla co nejlépe posloužit danému účelu. Následně bude během roku opakovaně proměřována v několika etapách pomocí přesné nivelace. Měřená data budou vyrovnána a z nich vyhodnoceny posuny. Pohybové tendence budou pro dobrou představu znázorněny pomocí digitálního modelu.

Jako doplněk bude sledováno kolísání hladiny podzemní vody, vztažené vždy k etapě výškového měření.



Obr. 1 Svatý Jan pod skalou a výšková značka Ocd-17.3

2. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

2.1 Lokalita

O obci Tetčice

Obec Tetčice leží 15km západně od Brna v těsné blízkosti města Rosice. První písemná zmínka o obci pochází z roku 1104, první ověřená historická zmínka pochází až z roku 1349. V Tetčicích najdeme řadu památek. Nejstarší je barokní kaple sv. Floriána, která byla postavena v roce 1764, další památkou je socha sv. Jana Nepomuckého z přelomu 18. a 19. století stojící na skále. Pod touto sochou se nachází neobvyklá skupina kříže s dvěma pylony pocházející z roku 1850 (obr. 1). Na pylonech jsou zobrazeny sv. Jan a Panna Marie. [20]



Obr. 2 Umístění obce [18]

Do roku 1852 se v obci nacházel velký rybník, který časem zanikl. Jeho hráz byla v místech silnice vedoucí od železniční stanice ke Křibům. Za jeho vznik vděčí obec majitelům rosického panství. Tetčice jsou dodnes s ním spjaty, jak je patrné i ze znaku a vlajky obce.

O rozvoj obce se nepřímo postaraly nedaleké černouhelné doly Rosicko-Oslavanského revíru. V letech 1852-1855 se totiž do dolů postavila železnice z Brna a přinesla obci nejen několik pracovních příležitostí a pohodlné spojení až do středu Brna, ale i podstatné změny ve vzhledu obce. Postavení nádraží také umožnilo v jeho blízkosti postavit pilu, která je tam dodnes, ačkoli se obec mezitím rozrostla a pila je dnes vlastně centrem obce. [19]



Obr. 3 Znak obce [20]

Geomorfologické poměry

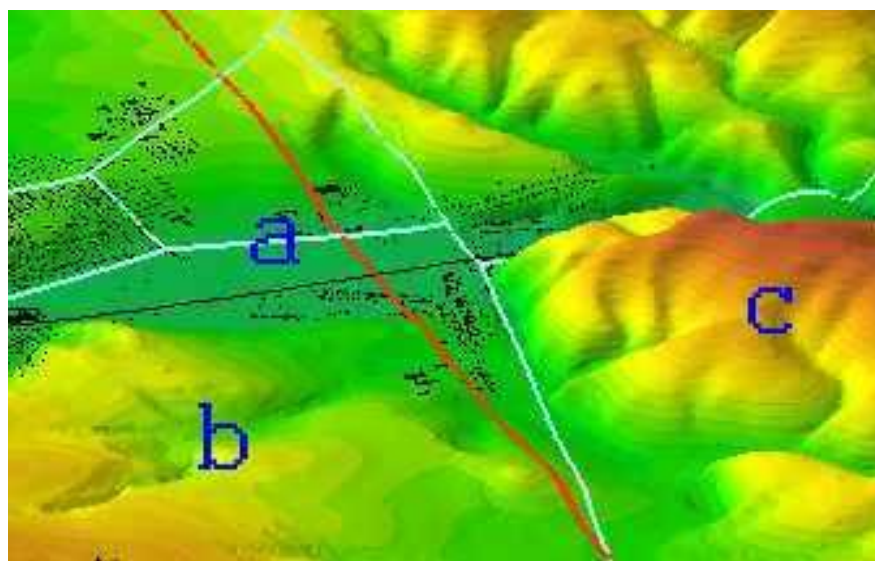
Území je poměrně hodně členité s výraznou nivou řeky Bobravy s plošinami a pánvemi západně od Tetčic.

Členění území:

a) Údolní nivy vodotečí, především řeky Bobravy - Konkávní tvary vzniklé ukládáním říčních sedimentů, dříve štěrkovitých, dnes hlinitých, na různě hlubokém skalním podloží, místy jen 2-3m pod povrch terénu. Nivy jsou také sběrné oblasti ochlazeného vzduchu, což společně s vyšší vlhkostí zvyšuje četnost přízemních mrazů a místních inverzí v jarních a podzimních měsících.

b) Tetčicko – Kratochvilská sníženina – Pozvolné, mírně zvlněné svahy sklánějící se k Tetčicím, tvořené sprašemi a sprašovými hlínami, které překrývají svahy z břidlic a pískovců směrem k východu ukončené tektonickou linií boskovické brázdy. Půdy jsou středně těžké, využití omezuje smývání ornice na dlouhých svazích.

c) Okraj Bobravské vrchoviny – Tvoří celek na jihu strmými svahy, dále k severu pozvolně přecházející do Brázdy, budovaný chudšími grandiority a zvětralinami na plošinách a hřbetech s mělkými lehčími půdami. Nejvyšší vrch je Bučín (444m Bpv) [21]



Obr. 4 Digitální model reliéfu okolí obce [25]

2.2 geologické poměry

Geologická stavba České republiky

Území České republiky patří z regionálního hlediska dvěma velkým celkům s odlišnou geologickou minulostí. Čechy a většina Moravy a Slezska jsou součástí českého masivu, východní část Moravy a Slezska patří vnější okrajové části Západních Karpat.

Hranicí mezi těmito jednotkami jsou sníženiny táhnoucí se po linii Moravská brána - Hornomoravský úval - Vyškovská brána - Dyjsko-svratecký úval, přičemž ty jsou součástí karpatské soustavy.

Český masiv

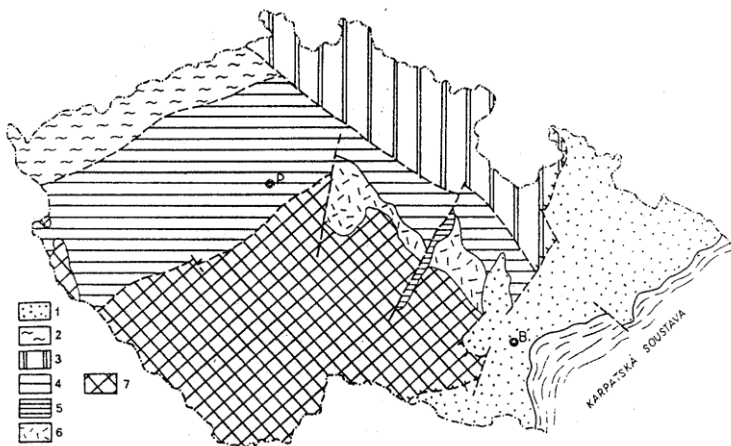
Český masiv je zbytkem variského horstva, které bylo vyvrásněno při variském vrásnění přibližně před 380-300 miliony let (střední devon-svrchní karbon). Podle teorie deskové tektoniky byla příčinou vzniku horstva srážka desek zemské kůry – staré pevniny Gondvany na jihu a Laurasie na severu.

Původně souvislá pásma variského horstva byla již při svém vzniku i později porušována zlomy v zemské kůře a snižována účinky eroze. Takže dnes vystupují na povrch jen jejich vzájemně izolované zbytky, oddělené pokryvy mladších uloženin. Zbytky variského horstva můžeme sledovat od jižní Anglie a z Pyrenejského poloostrova přes Francii až do střední Evropy, kde je největším povrchovým zbytkem právě Český masiv. [9]



Obr. 5 Český masiv [13]

Český masiv se skládá z 5 základních stavebních jednotek (resp. ker) lišících se horninovou stavbou a stářím hornin. Jedná se o moldanubikum, bohemikum, saxothuringikum, lugikum a moravosilesikum. [16]



Obr. 6 Bloková stavba Českého masívu. Oblasti:
 1 - moravsko-slezská
 2 – krušnohorská
 3 – lugická
 4 – středočeská
 5 - hlinská zóna
 6 - kutnohorská-svratecká
 7 – moldanubická

[14]

Následující odstavce se týkají těch částí Českého masívu, jež se nacházejí bezprostředně v blízkosti zájmové lokality.

Moldanubikum

Moldanubikum je nejstarší stavební jednotkou Českého masívu a přísluší mu území zaplňující prostor mezi tokem Vltavy a Dunaje. Výrazně přesahuje do Bavorska a Rakouska k Dunaji. Do moldanubika patří Český les, Šumava, Novohradské hory, větší části jihočeské vysočiny a Českomoravské vrchoviny.

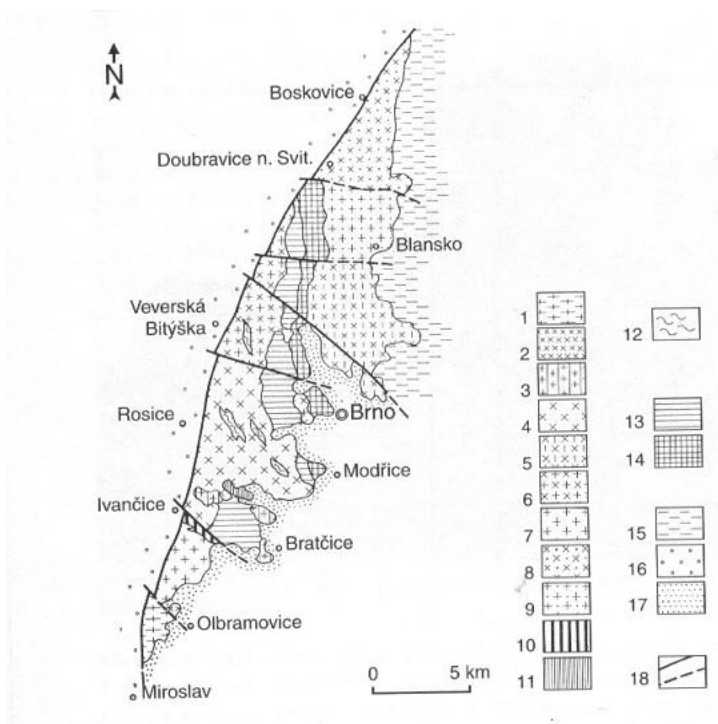
Vznik a vývoj moldanubika je nejasný. Nejsilněji metamorfované horniny, tj. takové, u nichž během geologické minulosti došlo k jejich strukturní a minerální přestavbě v důsledku vysokých tlaků a teplot a zničení zbytků fauny a flóry, neumožňují uspokojivé zařazení, a to ani při použití radiometrických metod. Všeobecně moldanubikum na území republiky je budováno *předprvohorními horninami* (starohorními až prahorními), které byly v nejstarších obdobích vývoje zemské kůry zasahovány nejstaršími orogenetickými procesy. Základními horninami *moldanubika* jsou silné metamorfity, a to *pararuly* (přeměněné sedimenty), které převažují, a dále *ortoruly* (přeměněné vyvřeliny), aj.[16]

Moravosilesikum (moravsko-slezská jednotka)

Moravosilesikum je východní lem oddělující Český masiv od karpatské soustavy. V rámci moravosilesika vyčleňujeme moravikum a silesikum (moravská jednotka, slezská jednotka).

Moravikum (moravské krystalinikum) je krystalinický komplex se složitou stavbou. Jsou zde stopy příkrovové stavby, kdy docházelo k nasouvání od západu k východu. Východní část moravika (okolí Brna, jižní část Drahanské vrchoviny a území mezi Brnem a severním cípem Znojma) zveme jako brunovistulikum, které se vyznačuje tím, že vrstvy klidně ležících vrstev hornin jsou prostoupeny vyvěřelými horninami (Brněnský pluton). Vrstvy brunovistulika se na východě noří pod karpatskou soustavu. [16]

Brněnský masiv společně s dyjským masivem tvoří geologickou jednotku brunovistulikum. Brněnský masiv je severojižním směrem protažené, trojúhelníkovité těleso, v kterém převládají různé typy granodioritů, rozdělené severojižní zónou metabazitů (gabra, diority, ultrabazika, přeměněné bazické i kyselé vulkanity) na monotónnější severovýchodní a pestřejší jihozápadní část. Obě dvě části se od sebe výrazně liší složením, kdy můžeme mluvit o dvou různých tektonických sblížených komplexech. [2]



Obr. 7 Brněnský masiv

1-11 - Různé typy místních biotických a amfiboliticko-biotických granodioritů a granitů

12 - Zbytky krystalinického pláště

13, 14 - metabazity

15 - devon a spodní karbon

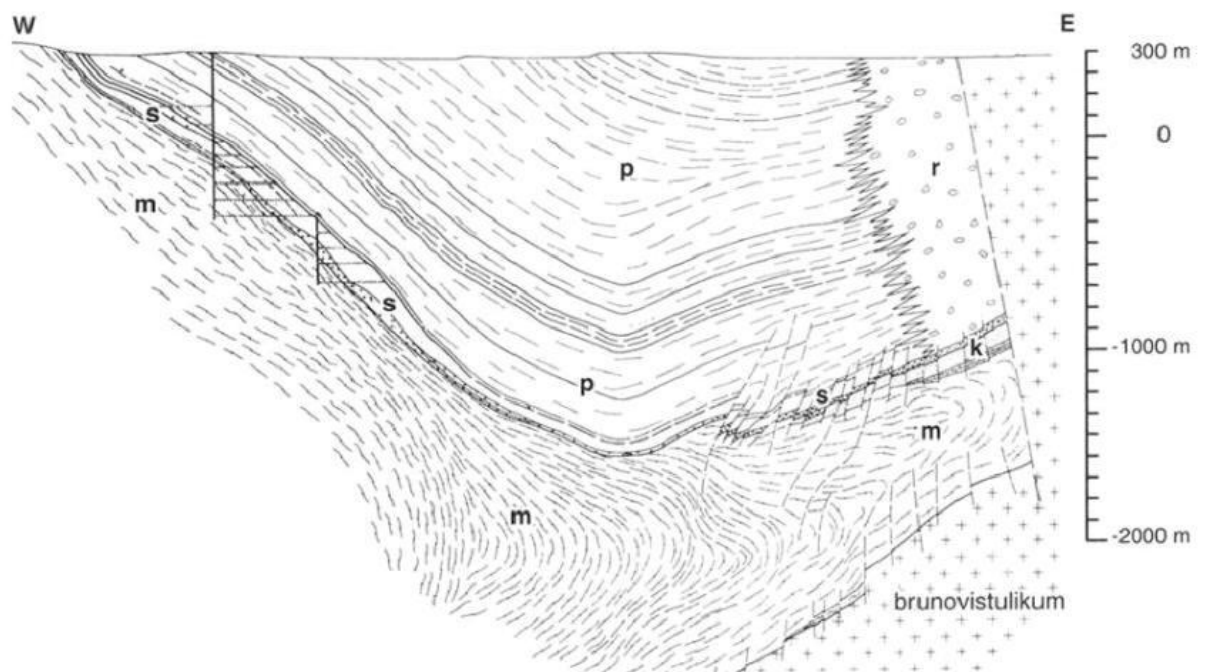
16 - permokarbon boskovické brázdy

17 - terciér karpatské předhlubně

18 - zlomy

[2]

Boskovická brázda je severovýchodním až jihozápadním směrem protažená, téměř 100 km dlouhá a 3-10 km široká propadlina o rozloze necelých 500 km². Tato asymetrická příkopová propadlina, obklopená na JV brněnským masivem a na SZ horninami moravika, vznikla tektonickými pohyby v závěrečných fázích variského vrásnění a zakrývá styk lugodanubika a moravosilezika a brunovistulika. Tvoří široký pruh probíhající od Moravského Krumlova přes Oslavany, Rosice, Veverskou Bítýšku až k Boskovicím. V j.v. směru je známo pokračování brázdy v oblasti Miroslavi a dále v Rakousku u Zöbingu. [3]



Obr. 8 Příčný profil boskovickou brázdou v rosicko-oslavanské části
(přes důl Jindřich ve Zbýšově)

m - krystalikum moravika,

k - devonské a kulmské horniny,

s - svrchnokarbonské balinské slepence a nadložní uhlonosné vrstvy

p - spodnopermské uloženiny, převážně prachovce a pískovce

r - rokytenské slepence

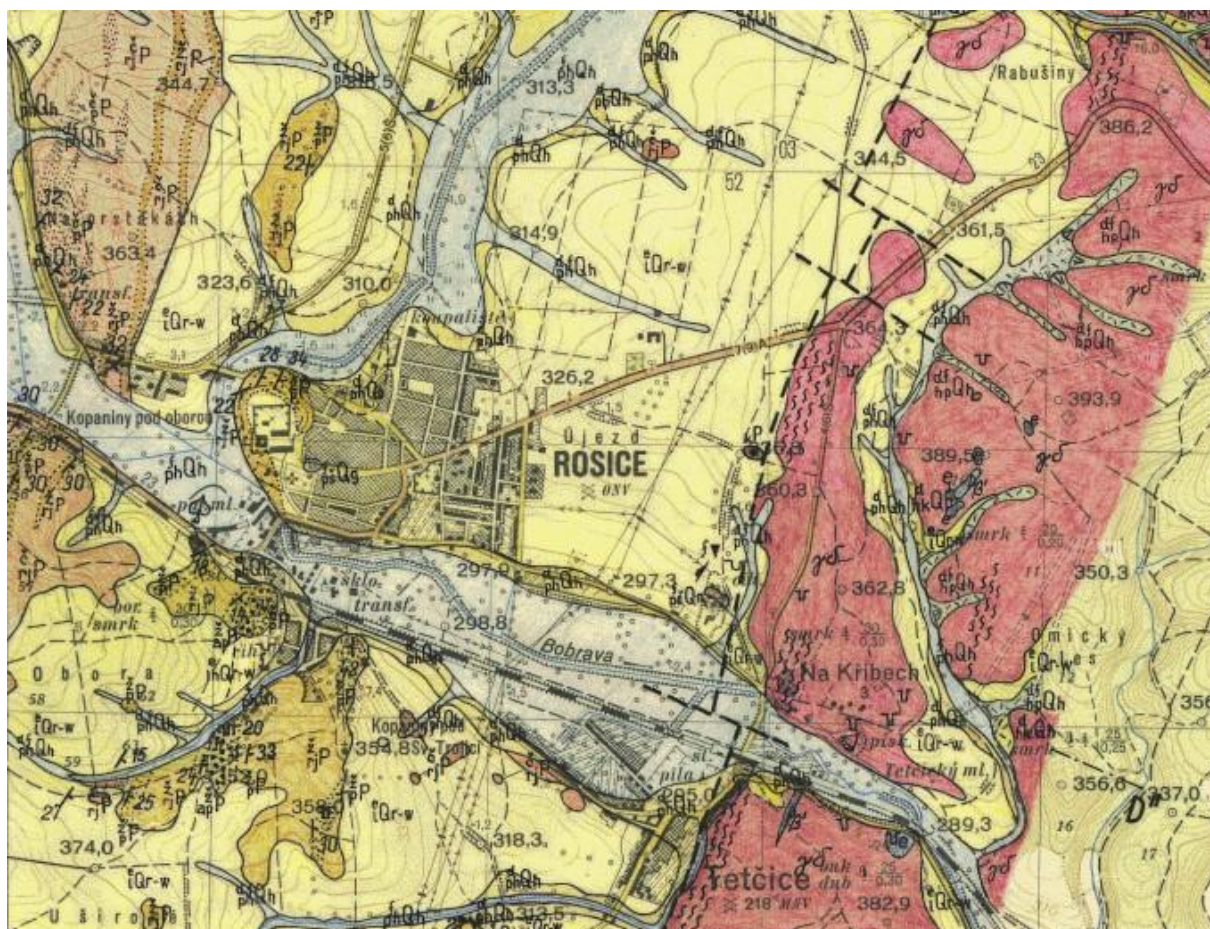
W, E – orientace (západ, východ)

[9]

Tetčice se z hlediska regionálně geologického nachází v jižní části boskovické brázdy, v rosicko-oslavanské pánvi.

Lokalita leží na styku boskovické brázdy s brněnským masivem a v podloží neogenní sedimentární výplně jsou obsaženy jak granodiority brněnského masivu, který tvoří území východně od lokality, tak vlastní sedimenty boskovické brázdy (pískovce). V morfologických depresích těchto hornin jsou zachovány zbytky sedimentů třetihorního stáří (jíly, písky, šterky).

Kvartérní pokryv tvoří hlinité a jílovité fluvialní sedimenty, nesouvislé kumulace sprašových hlín, šterkovité a šterkopískové akumulace pleistocenního a holocenního stáří. [11]



Obr. 9 Geologická mapa

Legenda:

- $ph^f Qh$... fluvialní písčitohlinité sedimenty (holocén)
- $ph^d Qh$... deluviální písčitohlinité sedimenty (holocén)
- $r^e Qr-w$...spraše a fosilní půdy (pleistocén)
- $rj^z P$...jílovce až prachovce (perm)
- $\gamma\delta$...biotitický až dvojslídny granodiorit

2.3 Hydrologické poměry

Povrchové vody

Vlastní lokalitu a její okolí tvoří rovinatý terén s nadmořskou výškou zhruba kolem 295 m Bpv, bez hloubkových erozních účinků povrchových a srážkových vod. V minulosti (přelom 19. a 20. století) byly v lokalitě provedeny drenáže, příkopy jsou patrné na severním, západním i jižním okraji lokality.

Významným vodním tokem v lokalitě je Bobrava, která protéká blízko severního okraje zájmové lokality. Pramení západně od Domašova, protéká obcemi Zastávka, Rosice, Tetčice a Radostice, pod Želešicemi ústí v nadmořské výšce 210 m do Svratky.

Na území obce je tok Bobravy regulovaný a ohrázovaný. V roce 2006 bylo ohrázování opravováno z důvodu poškození při vysokých průtocích (podél Bobravy je aktivní zóna záplavového území vyhlášená v roce 2005).

Rozdělení odtoků v dané oblasti během roku vychází z klimatických podmínek. Nejvodnatějšími měsíci jsou obvykle březen a duben. V chladném období roku (leden - březen) se mohou vytvářet povodňové vlny smíšeného sněho-dešťového typu, zatímco v letních měsících bývají povodně z přívalových srážek. Nejnížší průtoky se obvykle vyskytují v září a říjnu.

Podzemní vody

Formálně leží lokalita na rozhraní dvou hydrogeologických rajonů – boskovické brázdy a krystalinika brněnské jednotky, věcně je s ohledem na geologickou pozici zvodně součástí boskovické brázdy.

Zvodeň je okrajovou součástí badenského bazálního kolektoru rajonu a v daném prostoru je hydraulicky okrajově spojena jednak s puklinovým kolektorem permokarbonu boskovické brázdy, jednak s puklinovým kolektorem krystalinika brněnské jednotky. Nadložní horizont tvoří podzemní voda vázaná na průlinové kolektory štěrků a štěrkopísků. Podzemní voda v těchto kolektorech tvoří souvislé horizonty, pohybuje se ve směru sklonu jejich podloží, tj. po povrchu nepropustných poloh kvartérních zemin (jílů, sprašových hlín), permokarebonských sedimentů nebo hornin brněnského masivu a prosakuje v podobě plošných vývěrů do místních vodotečí.

Kolektor představuje netypickou lokální zvodeň na okraji rajonu a jeho hydrogeologické povodí zasahuje do sousedního rajonu. Kolektor také omezeně komunikuje s povrchovým zvodněním kvartérních sedimentů údolní nivy. Lokalita patří do oblasti s celoročním doplňováním zásob podzemních vod.

Úroveň hladiny podzemní vody se pohybuje nejčastěji v hloubkách do 2 – 4 m pod terénem, její kolísání obvykle nepřesahuje 0,5 m. Úroveň hladiny spodního terciárního

kolektoru je napjatá a po perforaci nadložních jíílů (s bází nejčastěji mezi 3,5 až 8,0 m) se ustálí v úrovni hladiny svrchního kolektoru (tj. 2 – 4 m pod terénem). Po srážkově nadnormálním období může být mírně napjatá také svrchní kvartérní zvodeň. Mocnost zvodnělé terciérní vrstvy v prameništi Tetčice, se pohybuje v rozmezí 6 – 9 m.

Dotaci kolektoru zajišťuje vsak především na svazích Bobravské vrchoviny, která ovlivňuje směr proudění podzemní vody převážně k severu. Napjatost hladiny podzemní vody terciérního kolektoru svědčí o dobré funkci nadložního izolátoru (kvartérních jemnozrnných zemin), přestože v okrajových částech patrně oba kolektory omezeně komunikují. Kvalita podzemních vod přímo v zájmové oblasti je sledována od roku 1982 a z hygienického hlediska odpovídá požadavkům pro pitnou vodu.

Voda je v současnosti odebírána ze dvou vrtů z terciérního kolektoru, který je v daném prostoru zakryt kvartérními aluviálními (říčními) sedimenty, ve kterých je vyvinuta samostatná zvodeň. Terciérní kolektor je napájen podzemní vodou ze severozápadních svahů Bobravské vrchoviny (Bučín 444 m Bpv) dotovaných srážkami. Odvodnění kolektoru probíhá omezeně do toku Bobravy v místech, kde je říční erozí porušen nebo oslaben kvartérní kryt nepropustných sedimentů, proto je hladina podzemní vody mírně napjatá. Odebírané množství představuje v současné době průměrně 20 l/s. [11]



Obr. 10 Vodní zdroj Tetčice [20]

Úhrny srážek v pozorovaném období

Z meteorologických pozorování lze usuzovat, že pozorované období bylo výrazně sušší, než je v lokalitě obvyklé.

Rok	2011								2012			Celkem
	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	1.	2.	3.	
S	55	60	88	45	35	30	1	21	41	16	5	397
N	65	75	64	61	41	34	42	33	30	30	29	504

S = úhrn srážek [mm] N = dlouhodobý srážkový normál 1961-1990 [mm]

Tab. 1 Srážkové úhrny Jihomoravského kraje [24]

2.4 Současný stav

Problematika v dané lokalitě

V posledních letech se množí stížnosti místních obyvatel na poruchy na budovách vznikající pravděpodobně vlivem špatné únosnosti, či pohyby základové půdy. Nejvíce postiženou oblastí je okolí pily a vlakové zastávky, konkrétně Tyršova a Sušilova ulice. Možných příčin a domněnek je hned několik. V další stati budou rozebrány ty nejvíce pravděpodobné.

„Dům jsme stavěli v roce 2000 se základy přes metr do hloubky a už je zde prasklina, do které se vejde prst“

Výpověď obyvatelky domu na Sušilově ulici

„Co začali čerpat tu vodu, praskají domy“

Výpověď staršího pána, pravděpodobně starousedlíka

Kvalita základové půdy

Velká část obce a především postižené oblasti se nacházejí v místě bývalého rybníka a stojí tzv. „na bahně“. V roce 2009 provedla firma SIMgeo s.r.o. vrtné práce pro zjištění kvality základové půdy pro stavbu základní školy v Tyršově ulici. V těsné blízkosti těchto vrtů se nachází výškové značky pozorovací sítě (315, 316, 317).

Kvartérní pokryv

Na povrchu je pod cca 0,50m navážky, tvořené při povrchu drnovou pokrývkou a silně zahliněným pískem, limnický (jezerní) jíl v mocnosti až 3m různé barvy a konzistence. Pod ním se nachází vrstva šedočerného až černého limnického organogenního jílu (bahna měkké až tuhé konzistence). Níže se nachází limnický šedorezavý jíl v mocnosti až 1,7m. V podloží těchto jílovitých sedimentů je fluvialní jílovotopísčitý štěrk, středně ulehlý, zvodnělý. V podloží kvartérního pokryvu cca 8m se nachází neogenní silně vápnitý jíl marinního původu.

Geologické poměry z hlediska staveb je třeba považovat za složité. Důvodem jsou jednak jílovité sedimenty, také přítomnost podzemní vody s napjatou hladinou a síranovou agresivitou vůči betonu. Dále je třeba vzít v úvahu vliv promrznání. Rovněž negativně působí objemové změny jílovitých zemin v podzákladi mělce založených objektů. [12]

Podzemní voda a její čerpání

V postižené oblasti se nachází vysoká hladina podzemní vody, dle místních obyvatel někdy vystupuje až na povrch. Navíc je voda čerpána pro účely zásobování Rosic pitnou vodou, což může také mít negativní účinky na stabilitu budov. Výška a kolísání hladiny podzemní vody byla pokusně sledována v pěti vybraných studnách.

Vibrace

V obci se kříží železnice s frekventovanou silnicí (II/394) spojující Rosice s Ivančicemi. Dále je v obci vybudována pila, jejíž základy jsou pod hladinou podzemní vody.

(Známý je případ z obce Černá Hora, kdy činnost pily se základy pod HPV měla negativní vliv na okolní budovy vlivem přenosu vibrací. Po uvedení pily mimo provoz potíže ustaly.)

Tektonicky aktivní oblast

Některé prameny říkají, že se jedná o pohyby tektonického zlomu oddělujícího Boskovickou brázdou od Brněnského masívu. Touto možností se také zabývají diplomové a disertační práce sledující pohyby především metodami GNSS.

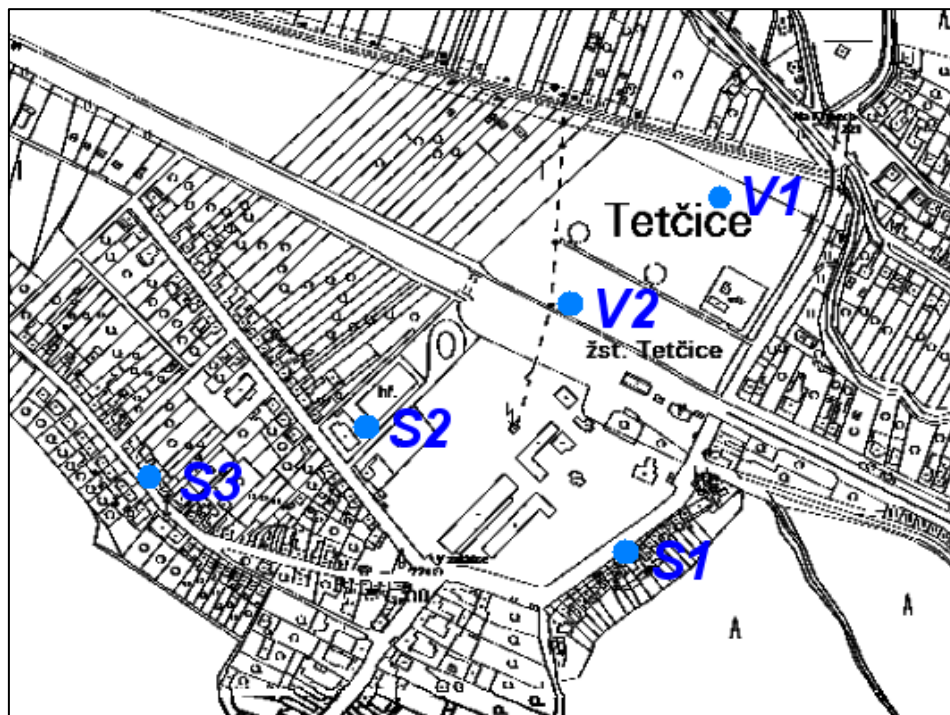


Obr. 11 Poškozená budova Sokolovny v Tyršově ulici

3. SLEDOVÁNÍ HLADINY PODZEMNÍ VODY

Velká část nově postavené obce leží na bývalém rybníku, jenž byl roku 1852 zrušen při stavbě železnice. Území bylo vysušeno drenáží, která není udržována a existuje k ní jen historická dokumentace. Je zde vysoká hladina podzemní vody samostatného kvartérního kolektoru, která kolísá v závislosti na srážkách a ročním období. Výška hladiny této zvodně byla sledována v průběhu roku v několika přístupných studnách a vrtech.

Pomocí technické nivelace byla určena nadmořská výška okraje studny (nebo vrtu). Od tohoto místa byla pomocí speciálně upraveného pásma určena aktuální nadmořská výška HPV v systému Bpv.



Obr. 12 Pozorovací místa výšky HPV [17]

Ke konci pásma byla pomocí karabiny a očka připevněna plastová nádobka. Ta byla zevnitř zatížena pomocí ocelových matic. Při položení na vodní hladinu se nádobka zanoří přesně po rysku vyznačenou na jejím horním okraji. Byla určena vzdálenost mezi touto ryskou a počátkem pásma (0,227m).

Nadmořská výška HPV byla tedy určena podle vztahu:

$$H_{HPV} = H_S - (I + 0,227m)$$

H_{HPV} ...výška hladiny podzemní vody

H_S ...výška okraje skruže

I ...čtení na pásnu

Odhadovaná přesnost určení výšky, po sérii pokusů činí 1-2cm.



Obr. 13 Úprava pásma k zjištění hloubky vody ve studních



Obr. 14 Studna S2-Sokolovna



Obr. 15 Studna S3 - Hybešova 80



Obr. 16 Studna S1-Nádražní 40



Obr. 17 Vrty V1 a V2(HPV2)

Zápisník měření výšky vody ve studních

Hodnoty uváděny v metrech

Studna	I.etapa	Výška obruby nad terénem	Výška obruby nad hladinou	Hloubka hladiny pod terénem	Nadmořská výška obruby	Nadmořská výška hladiny
V1	severní vrt	0,90	2,02	1,12	294,71	292,69
V2	jižní vrt (HV2)	0,40	1,62	1,22	294,56	292,94
S1	Nádražní 40	0,27	3,70	3,43	297,97	294,27
S2	Sokolovna	0,44	1,68	1,24	295,17	293,49
S3	Hybešova 80	0,30	3,31	3,01	297,38	294,07

Jasno, 25°C

měřeno dne 27.9.2011 17:00

Studna	II.etapa	Výška obruby nad terénem	Výška obruby nad hladinou	Hloubka hladiny pod terénem	Nadmořská výška obruby	Nadmořská výška hladiny
V1	severní vrt	0,90	1,91	1,01	294,71	292,80
V2	jižní vrt (HV2)	0,40	1,46	1,06	294,56	293,10
S1	Nádražní 40	0,27	3,86	3,59	297,97	294,11
S2	Sokolovna	0,44	1,70	1,26	295,17	293,47
S3	Hybešova 80	0,30	3,35	3,05	297,38	294,03

Jasno, 10°C

měřeno dne 9.11.2011 17:00

Studna	III.etapa	Výška obruby nad terénem	Výška obruby nad hladinou	Hloubka hladiny pod terénem	Nadmořská výška obruby	Nadmořská výška hladiny
V1	severní vrt	0,90	2,01	1,11	294,71	292,70
V2	jižní vrt (HV2)	0,40	1,50	1,10	294,56	293,06
S1	Nádražní 40	0,27	4,06	3,79	297,97	293,91
S2	Sokolovna	0,44	1,75	1,31	295,17	293,42
S3	Hybešova 80	0,30	3,45	3,15	297,38	293,93

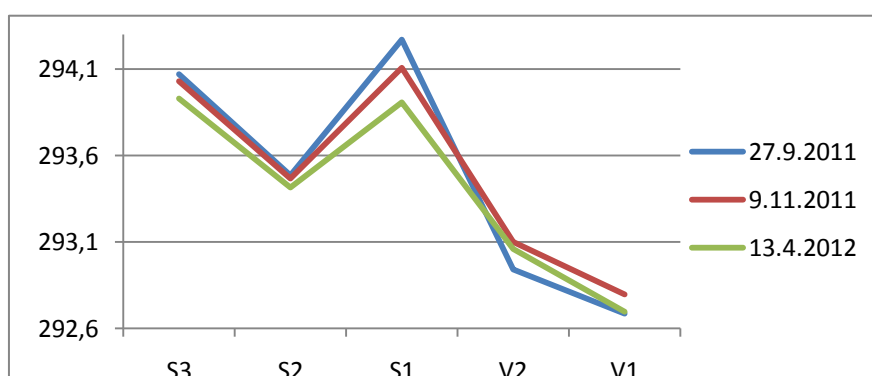
Zataženo, 15°C

měřeno dne 13.4.2012 14:00

Vyhodnocení měření výšky vody ve studních

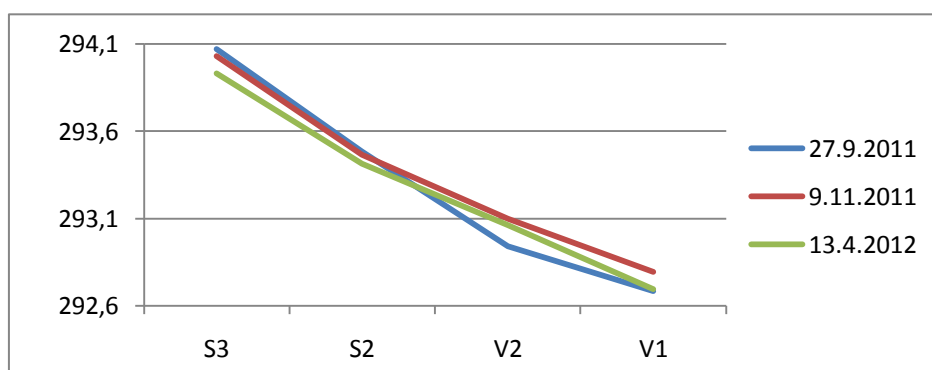
Údaje uváděny v metrech

Všechna měřená místa		27. 9. 2011	9. 11. 2011	13. 4. 2012
Studna		Nadmořská výška hladiny	Nadmořská výška hladiny	Nadmořská výška hladiny
S3	Hybešova 80	294,071	294,031	293,931
S2	sokolovna	293,485	293,465	293,415
S1	Nádražní 40	294,269	294,109	293,909
V2	jižní vrt	292,941	293,101	293,061
V1	severní vrt	292,685	292,795	292,695



Graf 1 Vyhodnocení výšky HPV na všech bodech

Profil S3-S2-V2-V1		27. 9. 2011	9. 11. 2011	13. 4. 2012
Studna		Nadmořská výška hladiny	Nadmořská výška hladiny	Nadmořská výška hladiny
S3	Hybešova 80	294,071	294,031	293,931
S2	sokolovna	293,485	293,465	293,415
V2	jižní vrt	292,941	293,101	293,061
V1	severní vrt	292,685	292,795	292,695



Graf 2 Vyhodnocení výšky HPV na profilu S3-S2-V2-V1

4. MĚŘENÍ A ZPRACOVÁNÍ

4.1 Metodika měření

Měření posunů patří k nejvýznamnějším úkolům inženýrské geodzie. Zpravidla zahrnuje měření změn polohy, výšky a tvaru (posunů a přetvoření) stavebních objektů a jejich částí, vyvolaných změnami v základové půdě včetně změny výšky hladiny spodní vody, účinkem statického nebo dynamického zatížení a stavební činností na sledovaném objektu nebo v jeho okolí (přetížení, podtunelování). Deformace se zpravidla neměří, ale usuzujeme na ni vyhodnocením měřených posunů.

Měření posunů slouží k získávání podkladů pro posouzení stavu, funkce a bezpečnosti objektů, a také pro ověření teoretických předpokladů o chování základové půdy a objektu. Pro měření se vypracovává projekt měření posunů, který uvádí potřebné geologické, hydrologické a stavební informace a hodnoty očekávaných a kritických posunů.

Měření je zpravidla organizováno jako etapové. Posuny jsou rozdílem odpovídajících si souřadnic základní (nulté) a libovolné další etapy, vyjádřených v témže (často v místním) souřadnicovém systému.

Posuny se dělí z několika hledisek. Absolutní posuny jsou vztaženy ke stabilním ověřeným tzv. vztažným bodům, umístěným mimo oblast působení vlivů, vyvolávajících posun sledovaného objektu (např. pokles poddolovaného objektu vůči nezasaženému okolí). Relativní posun vztahuje polohu tzv. pozorovaného bodu sledovaného objektu k poloze téhož bodu v měřické etapě časově předcházející (např. průhyb pole mostu při statické zkoušce). Odlišovat můžeme posuny vodorovné, svislé nebo prostorové (tzv. 3D). [8]

Měřické body

Body se volí na místech s co nejmenší možností poškození, zničení nebo znepřístupnění tak, aby byly použitelné pokud možno po celou dobu pozorování. Vztažné body se umísťují mimo předpokládané posuny, případně tak aby jimi byly co nejméně ovlivněny. Pozorované body musí být pevně spojeny s pozorovaným objektem. Jestliže se předpokládá postupné rušení některých pozorovaných bodů (např. na základové desce), zřizují se nové náhradní body tak, aby byly alespoň v jedné etapě měřitelné současně s rušenými body. Stabilizace měřických bodů je většinou tvořena speciálně osazenými znaky. Příklady provedení měřických značek a terčů uvádí ČSN ISO 4463-2: 1999. V jiných případech měřická značka vznikne úpravou vhodné části stavební konstrukce (hlavy nýtů a šroubů, svislé a vodorovné plochy nosníků). Body základních a podrobných bodových polí (tj. polohového nebo výškového) se mohou používat, pokud svými parametry vyhovují účelu měření (trvanlivost a jednoznačnost značky).

Poloha a hustota pozorovaných bodů se volí tak, aby na základě analýzy změn jejich polohy bylo možno určit posuny celého sledovaného objektu. Proto toto rozmístění navrhuje zpracovatel projektu, resp. uživatel objektu a jeho technologických vybavení, ve spolupráci s autorem měřické části. [8]

Měřické metody

Pro určení horizontálních posunů se používá *protínání* vpřed ze základny s použitím vteřinových teodolitů, protínání z délek nebo *polární metoda* s pomocí totálních stanic (elektronických dálkoměrů) vyšší přesnosti nebo *metoda záměrné přímky* (též tzv. alignement - mechanická, optická, laserová realizace, s přímým čtením příčných posunů, nebo s jejich výpočtem z měřených úhlových změn), polygonová metoda, metody GNSS a další.

Pro měření svislých posunů na přístupných bodech se nejčastěji používá metoda *přesné nivelace* (PN). Základem vybavení je nivelační přístroj s optickým mikrometrem nebo elektronický digitální přístroj, dosahující kilometrové chyby dvojí (obousměrné) nivelace menší než předpokládaná velikost posunů. Směrodatná odchylka určení výšky bodu, charakterizující přesnost měření, se pohybuje zpravidla v rozmezí 0,1- 0,4 mm. Svislost stavebních objektů lze ověřovat optickým či laserovým provažovačem nebo teodolitem, totální stanicí. [8]

Přesná a velmi přesná nivelace

Přesná nivelace je jeden z druhů geometrické nivelace ze středu. Používá se při určování nadmořských výšek v pořadech III. a IV. řádu a plošných nivelačních sítí. Technologii měření stanovuje "Nivelační instrukce pro práce v ČSJSN", ve které jsou uvedeny parametry metody. Zvětšení dalekohledu má být minimálně 24 násobné, citlivost nivelační libely 20,6" nebo má být použit kompenzátor v odpovídající úpravě. Používají se pevné stativy, nivelační podložky těžké litinové.

Pořady se nivelují dvakrát, tam a zpět, v jinou denní dobu. Klade se důraz na lať, při použití páru, je potřeba mít sudý počet sestav, pokud je sestava jedna, použije se jedna lať. Největší přípustná délka záměry je 50 m, minimální výška záměry nad terénem je 0,5 m.

U velmi přesné nivelace je největší přípustná délka záměry 40m a minimální výška záměry nad terénem 80cm. Měření tam a zpět je třeba provádět v jiný den a jinou denní dobu.

[1]

Před měřením je třeba nechat pomůcky temperovat na teplotu prostředí a to alespoň 2 minuty pro každý °C v rozdílu teplot. V průběhu temperance je vhodné zkontrolovat funkčnost ustanovek, odstranit paralaxu nitkového kříže a funkčnost kompenzátoru. Poté se provádí kontrola seřízení pomocné krabicové libely, kolmosti vodorovného vlákna záměrného obrazce na točnou osu přístroje (Ni 007) a vodorovnost záměrné přímky realizované kompenzátořem.

Měřické chyby při nivelaci a jejich eliminace

Jako při každém měření se vyskytují chyby náhodné a systematické a projevuje se vliv prostředí, především atmosférické podmínky. Celková (úplná) chyba naměřeného převýšení je dána vzorcem:

$$m = \sqrt{n\mu^2 + n^2c^2}$$

n... počet sestav

c...průměrná systematická chyby

μ...střední náhodná chyba

Vliv náhodných chyb roste s odmocninou, vliv systematických úměrně s počtem záměr [4]. V dalších odstavcích budou vyjmenovány některé chyby vznikající při nivelaci viz. [4] a popsáno, jakým způsobem byly alespoň částečně odstraněny.

Chyby náhodné

Chyba ze zacílení na rysku latě – Záměrný kříž přístroje má klínovou úpravu, cílíme tak, že se k rysce latě přiblížíme jen z jednoho směru (shora nebo zdola). U digitálního přístroje nelze ovlivnit měřickým postupem.

Chyba v urovnání záměry kompenzátorem – V rozsahu dle údajů výrobce. Nutná temperance přístroje před měřením.

Vliv nestejně dlouhých záměr – Rozdíl záměry vpřed a vzad nemá překročit stanovenou hodnotu. Není-li možné toto dodržet (přechod komunikace, vodního toku; stísněné podmínky v zástavbě a jiné) je nutné rozdíl kompenzovat vhodným rozmístěním přístroje a latí v další sestavě. (Například v první sestavě je záměra vpřed delší o 5m než vzad, proto je nutné v druhé sestavě záměru vpřed o tuto hodnotu zkrátit). Dále je možné vypočítat korekci, která se zavádí přímo do zápisníku.

Chyby systematické

Odklon latě od svislé polohy – Je-li krabicová libela latě dobře rektifikována, chyba lze minimalizovat pečlivým držením latě ve svislé poloze. Provádíme kontrolu seřízení krabicové libely v podélném i příčném směru pomocí svislého vlákna záměrného kříže.

Nepřesnost délky laťového metru – Lze opravit pomocí údajů z kalibračního listu. Dále lze vyloučit vhodným měřickým postupem (sudý počet sestav v jednom měřeném převýšení, střídání pořadí latí). Také lze provést polní komparace pomocí normálního metru.

Změna výšky přístroje a latí během měření – Vzniká propadáním či vytlačováním noh stativu (podložky). Pro zjištění změny výšky horizontu přístroje a latí se používá

postup čtení ZPĚT – VPŘED - VPŘED – ZPĚT. Dále je nutné používání vhodných nivelačních podložek a stativu s pevnýma nohama.

Vliv refrakce – Vzduch, jímž prochází záměra, nemá stejnou teplotu, vzniká tedy nehomogenní prostředí pro průchod záměrného paprsku. Ten se ohýbá a znehodnocuje měřené údaje.

- volíme stejně dlouhé záměry s maximální délkou 40m
- záměry procházejí nejnižší 0,5m nad terénem
- záměry v rámci jedné sestavy procházejí konstantním prostředím (vyvarujeme se přechodům: světlo, stín; různé povrchy např. trávník, asphalt; interiér, exteriér) V místech rozhraní rozdílných prostředí stavíme lať.
- měření tam a zpět provádíme v rozdílné denní době ideálně jiný den
- ideální povětrnostní podmínky pro měření jsou zatažená obloha a mírný vítr

Přesnost měření

Při určování posunů stavebních objektů se obvykle odhadne velikost možného posunu, zvolí se kritická hodnota, při které je již objekt staticky ohrožen a z těchto hodnot se volí metoda měření a potřebná přesnost. V našem případě zkoumáme, jestli k posunům dochází a co by je mohlo způsobovat. Je tedy komplikované předem stanovit jejich očekávanou velikost. Při rekognoscaci terénu jsou patrná poškození budov, je tedy vhodné stanovit přesnost takovou, aby byly odhaleny možné posuny způsobující tyto poruchy. Jako nejvhodnější metoda se jeví přesná nebo velmi přesná nivelace. Po vyrovnání sítě lze odhalit posuny menší než 1mm.

Před měřením

Vycházíme z předpokladu, že kritická hodnota posunu, která může ovlivnit statiku budov je 1cm a více.

$$\delta_{krit} = 10mm$$

Chceme-li bezpečně odhalit takovýto posun, stanovíme mezní chybu určení posunu jako:

$$\delta_p = \frac{2}{5} \delta_{krit} \quad [23]$$

Střední chyba posunu tedy je:

$$m_p = \frac{\delta_p}{t} \quad t = 2$$

$$m_p = 2mm$$

Posun se určuje na základě rozdílu výšky téhož bodu určené ve dvou etapách. Střední chyba určení výšky v jedné etapě pak je:

$$m_H = \frac{m_p}{\sqrt{2}}$$

$$m_H = 1,4mm$$

Nejvzdálenější body (Ocd-17.c a 322.1) jsou od sebe vzdáleny $R=1,8km$. Pro určení výšky mezi nimi s požadovanou přesností pomocí nivelace musí být použita metoda s touto maximální střední kilometrovou chybou:

$$m_H = m_0 \sqrt{R}$$

$$m_0 = \frac{m_H}{\sqrt{R}}$$

$$m_0 = 1,04mm$$

Tuto hodnotu splňuje velmi přesná nivelace s uvažovanou střední kilometrovou chybou $m_0 = 0,4-0,8$ mm. [6]

Při měření

Protože se nejedná o klasickou pořadovou nivelaci, ale spíše o úlohu inženýrské geodézie, je vhodnější přesnost posuzovat vzhledem k střední chybě jedné sestavy. K určení převýšení mezi značkami je použito několik sestav.

Střední chyba jedné sestavy byla stanovena na $m_{s0} = 0,14mm$ dle [6].

Střední chyba jednoho převýšení

$$m_{\Delta h} = m_{s0} \sqrt{n}$$

Střední chyba rozdílu měření tam a zpět

$$m_{\Delta} = \sqrt{2} \cdot m_{\Delta h}$$

Mezní hodnota rozdílu měření tam a zpět

$$\Delta = t \cdot m_{\Delta}$$

n ... počet sestav

Δh ... měřené převýšení

$t = 2$... součinitel konfidence

Zhodnocení dosažené přesnosti

Tato kapitola poněkud předbíhá posloupnost práce, ale z důvodu přehlednosti byla zařazena na tohle místo.

Byly vypočteny střehení kilometrové chyby jednotlivých pořadů dle vzorce:

$$m_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\rho^2}{R}} \quad [6] \quad \rho \dots \text{rozdíl měření tam a zpět}$$

	Ocd17.1 - 324			Ocd14.1 - P2			Okruh 315		
	ρ [mm]	R [km]	m_0 [mm]	ρ [mm]	R [km]	m_0 [mm]	ρ [mm]	R [km]	m_0 [mm]
1.E	0,1	1,53	0,04	0,63	1,32	0,27	0,75	1,22	0,34
2.E	0,51	1,53	0,21	0,39	1,32	0,17	0,19	1,22	0,09
3.E	0,36	1,53	0,15	0,86	1,32	0,37	0,85	1,22	0,38

Tab. 2 Kilometrové střední chyby jednotlivých pořadů

Průměrná střední kilometrová chyba celého měření je $m_0 = 0,22\text{mm}$, což vyhovuje požadavku na přesnost z rozboru před měřením.

Dále vypočtena průměrná hodnota aposteriorní střední chyby jedné měřené sestavy z výsledků vyrovnání.

$$m_{is0apost} = \frac{m_{i\Delta h}}{\sqrt{n}}$$

$$m_{s0apost} = \frac{\sum m_{is0apost}}{r}$$

r... počet měřených převýšení

$m_{is0apost}$... aposteriorní střední chyba měřené sestavy

$m_{s0apost}$... průměrná aposteriorní střední chyba měřených sestav v jedné etapě

1. Etapa $m_{s0apost}=0,09\text{mm}$
2. Etapa $m_{s0apost}=0,09\text{mm}$
3. Etapa $m_{s0apost}=0,08\text{mm}$

Požadovaná přesnost jedné měřené sestavy byla dodržena.

4.2 MĚŘICKÉ PRÁCE

Rekognoskace, doplnění a změny v bodovém poli

Začátkem všech polních prací byla důkladná rekognoskace v terénu a předání bodového pole. Byla posouzena kvalita a přístupnost stávajících nivelačních značek. Dále byly diskutovány změny a rozšíření bodového pole. Způsob stabilizace všech měřických značek je v samostatné příloze č. 2.

Doplnění měřické sítě

- Do sítě byly zahrnuty dvě stávající nivelační značky ČSNS Ocd-17.1c a Ocd-14.1
- V lokalitě s největšími předpokládanými posuny byly vybudovány značky 318, 328, 329, 330. Číslování se odvíjí od nejvyššího naposled použitého čísla v předchozích pracích v lokalitě s počáteční číslicí 3. Nivelační údaje jsou v samostatné příloze č.3.

Název značky	Popis stabilizace
Ocd-17.1c	Čepová značka státní nivelace zabetonovaná v rostlé skále
Ocd-14.1	Čepová značka státní nivelace zabetonovaná v základech rodinného domu
318	Hřbová značka; pozinkovaná betonářská ocel 10X100mm se zakulacenou hlavou, zapuštěná do propustku, ukotvená chemickou maltou
328	Hřbová značka; pozinkovaný šroub vratový s plochou půlkulatou hlavou (M6x100 DIN 603/A4) zapuštěný v betonovém tělese vstupní šachty ing. sítě, ukotven chemickou maltou
329	Hřbová značka; pozinkovaný šroub vratový s plochou půlkulatou hlavou (M6x100 DIN 603/A4) zapuštěný v betonovém tělese vstupní šachty ing. sítě, ukotven chemickou maltou
330	Čepová značka; pozinkovaný šroub (M10 x180 DIN 931/A2) s dodatečně zakulacenou hlavou, zapuštěný v základu budovy, ukotven chemickou maltou

Tab. 3 Způsob stabilizace nově vzniklých značek pozorované sítě

Změny ve stávající síti

- Byly vypuštěny měřické značky č. 322.2, 321, 314, 312, 313, 311, Ocd-15

Název značky	Důvod vypuštění z měřické sítě
311	Nevhodná stabilizace
312	Nebezpečný přístup (v kolejišti)
313	Nebezpečný přístup (v kolejišti)
314	Nadbytečná, nebezpečný přístup
321	Nepřístupná (v uzamčené zahradě)
332.2	Nadbytečná
Ocd-15	Nebezpečný přístup

Tab. 4 Odůvodnění vypuštění měřických značek stávající měřické sítě



Obr. 18 Ukázky různých druhů stabilizačních značek „domácí výroby“



Obr. 19 Stabilizace značky č. 330

Přípravné práce před měřením

Před samotným měřením převýšení mezi značkami v první etapě byla celá síť rozměřena pásmem a barvou označena místa budoucích sestav (příčná čárka značí postavení přístroje, dvě tečky postavení latě). Rozměření proběhlo především z důvodu dodržení správného rozložení sestav (přístroj přesně mezi latěmi). Také se snížil počet pracovníků měřické skupiny při vlastní nivelaci a urychlil postup měření.

Použitý měřický postup

„Měřický postup v sestavě, oddílu, úseku a pořadu je třeba volit tak, aby se co nejvíce eliminovaly především systematické chyby a postup zůstal rychlý a hospodárný.“
[4]

Celá síť byla rozdělena do tří pořadů. Ty byly měřeny tam a zpět.

- I. **Ocd17.1c** – R9 – R8 – R7 – R6 – R5 – R12 – R11 – 301- R11 – R10 – R4 – R3 – R2 – R1 - **302** – 303 – 304 – 305 – **P2** – 307 – 309 – 310 – **324**
- II. **Ocd14.1** – 326 – 325 – 327 – **302** – Ocd17.2 – Ocd17.3 – Ocd17.5 – P3 – Ocd18 – **315** – 330 – 329 – 328 – 306 – **P2**
- III. **315** – 316 – **317** – **324** – 110 – 332.1 – 320 – 318 – 319 – **317**

Časové nároky na měření jedné úplné etapy vycházejí na 2-4 dny měření. Z hlediska možností pomocníků bylo měření prováděno nejlépe ve sledu dvou po sobě jdoucích víkendů.

Etapové měření pomocí přesné nivelace

Celá výšková síť byla opakovaně zaměřena ve třech etapách. Etapy byly vztaženy k ročním obdobím v době, kdy se dají předpokládat extrémní hodnoty posunů vlivem počasí.

Etapa	Datum	Předpoklad extrému
I. Léto	25. 7. – 10. 8. 2011	Postupné ubývání vody v krajině
II. Podzim	15. – 29. 10. 2011	Největší deficit vody v krajině, nízká HPV (těsně před většími dešti)
III. Jaro	16. -18. 3. 2012	Tání sněhu, množství srážek, vysoká HPV

Tab. 5 Etapy měření

Použité měřické pomůcky

Technické požadavky na měřické vybavení pro PN:

Přístroj

- konstantní délka dalekohledu
- min 30x zvětšení
- průměr výstupní pupily min 1,5 mm
- střední chyba urovnání záměrné přímky < 0,2"
- optický mikrometr, střední chyba čtení na lati < 0,1 mm

Latě

- celistvé
- stupnice na invarovém pásu, pro optické měření 2, pro elektronické stačí 1
- krabicová libela s citlivostí < 15'
- opěrné tyče

Stativ s pevnýma nohama

[5]

Nivelační přístroj Leica DNA 003

Střední kilometrová chyba měření tam a zpět:

Elektronické měření s invarovou latí	0,3mm
Elektronické měření s běžnou latí	1,0mm

Dalekohled:	Zvětšení	24x
	Průměr objektivu	36mm
	Minimální záměra	0,6m
	Zorný úhel	2°

Kompenzátor:	Rozsah	10'
	Odchylka kompenzace	0,3''

[7]

Nivelační přístroj Zeiss Ni007

Střední kilometrová chyba měření tam a zpět:

měření s invarovou latí	0,5mm
-------------------------	-------

Dalekohled:	Zvětšení	31,5x
	Hodnota dílku na bubínku	0,1mm
	Minimální záměry	2,2m

[4]

Nivelační přístroj Leica Na 3003

Střední kilometrová chyba měření tam a zpět:

Elektronické měření s invarovou latí	0,4mm
Elektronické měření s běžnou latí	1,2mm

Dalekohled:	Zvětšení	24x
	Průměr objektivu	36mm
	Minimální záměra	1,8m
	Zorný úhel	2°

Kompensátor:	Rozsah	10′
	Odchyłka kompenzace	0,4″

[10]

Kódové nivelační latě Wild GPCL3

Invarové latě Zeiss



Obr. 20 Použité nivelační přístroje Leica DNA 003; Leica Na 3003; Zeiss NI007 [15]

4.3 ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ

Ověření stability bodů ČSNS pro účel volby pevných bodů při vyrovnání

Zájmovou oblastí prochází pořad státní nivelační sítě II. řádu Ocd. Výsledky předchozích etap ukazují, že body ČSNS v dané lokalitě vykazují změny oproti udávaným hodnotám dle ČÚZK. Z tohoto důvodu bylo měření první etapy rozšířeno nad rámec původní sítě o body Ocd-18.1, Ocd-13.3, Ocd-14.1, Ocd-17.1c. Poslední dva body, tj. Ocd-14.1 a Ocd-17.1c byly nově zahrnuty do pozorované sítě i v dalších etapách.

Bod	Způsob stabilizace	Výška dle ČÚZK	Výška z roku	Výsledek rekognoskace
Ocd-13.3	Č, dům	298,597	1982	nalezen
Ocd-14	Č, dům	298,000	1982	nenalezen, budova po rekonstrukci
Ocd-14.1	Č, dům	297,157	1982	nalezen
Ocd-15	Č, mostek	299,098	1953	nenalezen
Ocd-16	Č, dům	296,263	1982	nelze zaměřit 3m latí
Ocd-16a	Č, dům	297,820	1982	nenalezen
Ocd-17	Č, dům	297,021	1982	nenalezen
Ocd-17.1	Č, skála	296,424	1982	nalezen, nevyužit
Ocd-17.1a	Č, skála	293,298	1982	nenalezen, pravděpodobně pod zemí
Ocd-17.1b	Č, skála	292,528	1982	nenalezen, pravděpodobně pod zemí
Ocd-17.1c	Č, skála	294,897	1982	nalezen
Ocd-17.2	Č, skála	296,863	1982	nalezen
Ocd-17.3	Č, skála	297,665	1982	nalezen
Ocd-17.4	Č, skála	297,842	1982	nalezen, nevyužit
Ocd-17.5	Č, dům	298,537	1982	nalezen
Ocd-18	Č, dům	298,094	1982	nalezen
Ocd-18.1	Č, dům	308,308	1982	nalezen

Tab. 6 Výsledek rekognoskace bodů ČSNS

Volba pevných (vztažných) bodů sítě

Naměřená převýšení byla sestavena do tabulky a vyhodnocen rozdíl mezi zjištěnou a udávanou hodnotou dle ČÚZK. Rozdíly byly porovnány s mezní hodnotou stanovenou dle vztahu pro ověřování totožnosti a neměnnosti připojovacích nivelačních bodů pro síť druhého řádu.

$$\Delta dH = 2,0 + 2,25\sqrt{R}$$

Jako pevné body pro vyrovnání byly zvoleny body **Ocd-17.3** a **Ocd-17.1c**. I přes svoji značnou vzdálenost v rámci sítě nevykazují vertikální změny. Oba body jsou stabilizovány čepovou značkou v rostlé skále. Ostatní body jsou na budovách, jež jsou založeny na podloží popisovaném v předešlých kapitolách.

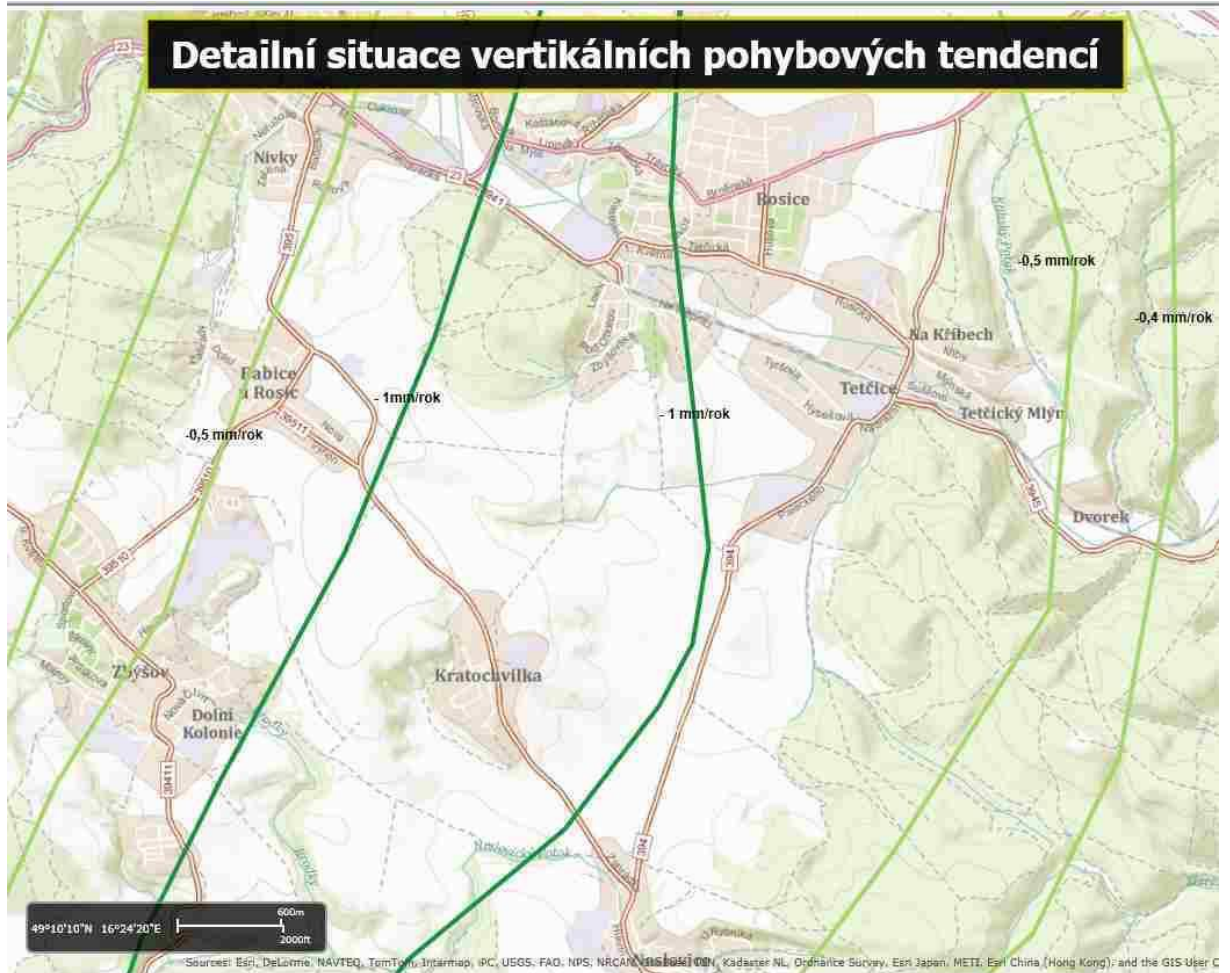
Bod Ocd-17.2 má stejný charakter jako Ocd-17.3, avšak leží v jeho těsné blízkosti, proto nebyl využit jako pevný bod sítě. Sloužil pouze k ověření Ocd-17.3.

Značka1	Značka2	R (km)	dH (m)	dH ČÚZK (m)	rozdíl (mm)	Mezní odch. pro II.řád (mm)
Ocd-18.1	Ocd-18	0,2	10,2149	10,214	0,9	3,0
Ocd-18	Ocd-17.5	0,2	-0,4410	-0,443	2,0	3,0
Ocd-17.5	Ocd-17.3	0,13	0,8626	0,872	-9,4	2,8
Ocd-17.3	Ocd-17.2	0,01	0,8022	0,802	0,2	2,2
Ocd-17.2	Ocd-14.1	0,5	-0,2773	-0,294	16,7	3,6
Ocd-14.1	Ocd-13.3	0,4	-1,4374	-1,440	2,6	3,4
Ocd17.1c	Ocd17.2	0,9	-1,9668	-1,966	-0,8	4,1
Ocd-18	Ocd-14.1	0,8	0,9466	0,937	9,6	4,0
Ocd-18.1	Ocd-13.3	1,44	9,7242	9,711	13,2	4,7

Tab. 7 Porovnání naměřených a daných převýšení

Vliv pohybu vztažných bodů

Dle mapy vertikálních recentních pohybů na území ČR lze předpokládat, že celá oblast sedá o 0,5 – 1,0 mm ročně. [22]



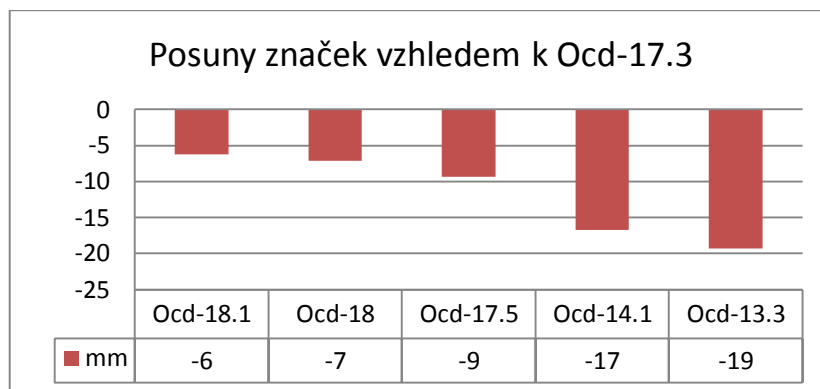
Obr. 21 Detailní situace vertikálních pohybových tendencí [22]

Největší roční očekávaná změna převýšení mezi pevnými body může nabývat hodnoty okolo 0,2mm. Tato hodnota je v rámci přesnosti nezjistitelná, a proto nebyla uvažována.

Největší roční očekávaná změna převýšení mezi nejvzdálenějšími body sítě může nabývat hodnoty okolo 0,4mm. Případné zjištění tohoto pohybu bude přisuzováno pouze lokálním vlivům.

Grafické znázornění sedání značek ČSNS

Byly porovnány výšky bodů dle ČÚZK s výškami z vyrovnání první etapy, za předpokladu neměnnosti značky Ocd-17.3. Graf tedy ukazuje změnu výšky značek od doby jejich určení (1982) do data první etapy. Lze usuzovat, že sledovaná oblast nerovnoměrně sedá (a zdvihá se).



Graf 3 Vyhodnocení výšky HPV na profilu S3-S2-V2-V1

Korekce měřených převýšení

Do měřených převýšení se zavádějí různé korekce, které zpřesňují výsledné hodnoty. Jelikož se jedná o periodické měření mezi stejnými značkami se stejnou konfigurací sestav a hledanou veličinou je rozdíl mezi jednotlivými etapami, výpočet korekcí, které mají při všech etapách stejnou velikost, může odpadnout.

Vliv teploty

Vlivem změny teploty mezi jednotlivými etapami měření dochází k délkovým změnám laťového metru.

Maximální teplotní rozdíl (léto - zima)	$\Delta t = 30^{\circ}\text{C}$
Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší značkou	$\Delta h = 12,8\text{m}$
Teplotní roztažnost invaru	$\alpha = 1,2 \cdot 10^{-6}\text{K}^{-1}$
Změna převýšení vlivem teploty	$\Delta l = 0,5\text{mm}$

Korekci je třeba zavádět. Její ovlivňuje požadovanou přesnost.

Normální korekce (z tíže)

Normální korekce se skládá ze dvou složek $C_N = C_g + C_{(g-\gamma)}$.

První složka, normální ortometrická korekce (C_g), zohledňuje sbíhavost normálních hladinových ploch. Není třeba ji zavádět, jelikož její velikost je v průběhu všech etap konstantní.

Druhá složka, korekce z anomálie tíže ($C_{(g-\gamma)}$), se mění se změnou výšky (posun), takže by mohla hledané veličiny ovlivnit.

Průměrná hodnota bougerovy anomálie z mapy b.a.	$\Delta g_{BS} = 13,8 \text{ mgal}$
Průměrná nadmořská výška	$H_S = 294 \text{ m Bpv}$
Předpokládaný posun	$\Delta h = 0,01 \text{ m}$
Vliv anomálie tíže	$C_{(g-\gamma)} = 0,0005 \text{ mm}$

Korekci není třeba zavádět. Její velikost je zanedbatelná v rámci požadované přesnosti.

Výpočetní práce

Výpočet zápisníků

Měřené hodnoty byly staženy z přístroje do počítače ve formě textových souborů. Ty byly dále editovány a pro lepší přehlednost upraveny v programu Microsoft Excel. Následně byly vypočteny obousměrné převýšení v celých pořadech a dílčích částech a porovnány s mezními odchylkami. Měřená převýšení byla opravena o vliv teploty a bylo-li třeba o vliv nestejně dlouhých záměr.

Ověření stability vztažných bodů

Před zahájením vyrovnání byla ověřena výšková neměnnost vztažných bodů (Ocd-17.1c, Ocd14.2). Rozdíly v měřených převýšeních v rámci všech etap mezi těmito body byly porovnány s mezní odchylkou vycházející z rozboru přesnosti. Pro změření tohoto převýšení bylo potřeba změřit 22 sestav.

Převýšení Ocd-17.1c - Ocd-17.2

dle ČÚZK	1,96600 m
z I. etapy	1,96682 m
z II. etapy	1,96674 m
z III. etapy	1,96694 m

Rozdíl	
ČÚZK-I.E	-0,81 mm
I.E-II.E	0,08 mm
II.E-III.E	-0,20 mm
I.E-III.E	-0,12 mm

Mezní	1,33 mm
--------------	---------

Značky nevykazovaly vzájemný pohyb po dobu pozorování sítě. Tím splňují předpoklad pro jejich zvolení jakožto pevných (vztažných) bodů.

Vyrovnaní

Korigovaná měřená převýšení byla sestavena do tabulky v programu Microsoft Excel a připravena na vyrovnaní (příloha č.5). Vyrovnaní výškové sítě proběhlo pomocí MNČ v programu G-Net. Byly vypočteny výšky jednotlivých značek v rámci každé etapy a posouzeny posuny. Protokoly o vyrovnaní tvoří samostatnou přílohu č6.

Počet měřených převýšení 47

Nadbytečných měření 26

Uzavřených obrazců 6

Pevných bodů 2

Aposteriorní jednotková chyba:

1. etapa 0.9869

2. etapa 0.9801

3. etapa 0.8631

Vyhodnocení posunů

Při hodnocení posunů byl použit tento postup:

1. Zjištění střední chyby určení posunu.

$$\sqrt{mz_i^2 + mz_j^2} = m_{pos}$$

2. Porovnání velikosti posunu se střední chybou jeho určení

$$p \leq m_{pos} \quad \dots \text{posun nenastal}$$

$$m_{pos} \leq p \leq t \cdot m_{pos} \quad \dots \text{posun nelze vyloučit}$$

$$p \geq t \cdot m_{pos} \quad \dots \text{posun byl prokázán (v rámci přesnosti měření)}$$

m_{zi} ...střední chyba určení výšky značky v rámci etapy

m_{pos} ... střední chyba určení posunu

p ... velikost posunu

t ...součinitel konfidence $t=2$

4.4 Číselné výsledky

Vyrovnané výšky značek v jednotlivých etapách byly uspořádány do tabulek a vyhodnoceny velikosti posunů.

ČB	I.Etapa		II.Etapa		III.Etapa	
	Z [m]	M _Z [mm]	Z [m]	M _Z [mm]	Z [m]	M _Z [mm]
110	295,79214	0,38	295,79169	0,37	295,79111	0,32
300	290,29615	0,22	290,29669	0,22	290,29555	0,20
301	290,92785	0,22	290,92858	0,22	290,92771	0,19
302	295,43548	0,13	295,43521	0,13	295,43612	0,11
303	295,63935	0,16	295,63854	0,16	295,63897	0,14
304	294,85122	0,21	294,84914	0,21	294,85066	0,17
305	295,12690	0,23	295,12754	0,23	295,12780	0,19
306	295,44046	0,25	295,44119	0,25	295,44185	0,21
307	294,86860	0,26	294,86897	0,25	294,86917	0,21
309	294,32215	0,28	294,32271	0,28	294,32346	0,22
310	294,41431	0,31	294,41481	0,30	294,41540	0,26
315	295,66294	0,26	295,66200	0,26	295,66211	0,23
316	295,34119	0,30	295,34075	0,29	295,34097	0,26
317	294,42923	0,31	294,42888	0,31	294,42966	0,27
318			295,62065	0,35	295,62064	0,30
319	294,03327	0,33	294,03281	0,33	294,03351	0,29
320	296,79431	0,38	296,79383	0,38	296,79382	0,32
322.1	297,83912	0,39	297,83855	0,38	297,83816	0,33
324	294,19739	0,31	294,19713	0,31	294,19747	0,27
325	296,33973	0,28	296,33897	0,27	296,33903	0,22
326	301,15244	0,32	301,15191	0,32	301,14980	0,27
327	298,46651	0,26	298,46643	0,26	298,46649	0,21
328	294,47693	0,26	294,47554	0,26	294,47612	0,23
329	294,77023	0,27	294,76887	0,27	294,76930	0,24
330	295,04098	0,27	295,03985	0,27	295,03966	0,24
OCD14.1	297,14032	0,38	297,13958	0,37	297,13932	0,30
OCD17.1C	294,89700		294,89700		294,89700	
OCD17.2	296,86300		296,86300		296,86300	
OCD17.3	297,66500		297,66500		297,66500	
OCD17.5	298,52770	0,18	298,52740	0,18	298,52717	0,16
OCD18	298,08687	0,24	298,08695	0,24	298,08650	0,23
P1	288,94701	0,18	288,94735	0,17	288,94790	0,15
P2	295,10598	0,24	295,10400	0,24	295,10825	0,20
P3	297,59279	0,23	297,59242	0,23	297,59232	0,23
R1	294,29608	0,15	294,29587	0,15	294,29683	0,14
R10	291,31547	0,21	291,31627	0,21	291,31544	0,18
R11	290,77068	0,22	290,77129	0,22	290,77065	0,19
R12	290,20245	0,22	290,20311	0,22	290,20209	0,20
R2	293,12337	0,17	293,12425	0,17	293,12522	0,15
R3	292,42785	0,19	292,42855	0,19	292,42876	0,17
R4	291,61033	0,20	291,61121	0,20	291,61053	0,18
R5	289,37260	0,22	289,37333	0,22	289,37169	0,19
R6	288,90173	0,22	288,90243	0,22	288,90061	0,19
R7	288,72795	0,21	288,72868	0,21	288,72832	0,18
R8	288,41782	0,20	288,41844	0,20	288,41836	0,18
R9	288,48931	0,19	288,48887	0,19	288,48866	0,17

Tab. 8 Vyrovnané výšky bodů v jednotlivých etapách měření a jejich přesnost

ČB	II.-I.			III.-II.			III.-I.		
	[mm]	M _{pos} [mm]	POSUN?	[mm]	M _{pos} [mm]	POSUN?	[mm]	M _{pos} [mm]	POSUN?
110	-0,45	0,53	N	-0,58	0,49	N/A	-1,03	0,49	A
300	0,54	0,31	N/A	-1,14	0,30	A	-0,60	0,30	A
301	0,73	0,31	A	-0,87	0,29	A	-0,14	0,29	N
302	-0,27	0,18	N/A	0,91	0,17	A	0,64	0,17	A
303	-0,81	0,22	A	0,43	0,21	A	-0,38	0,21	N/A
304	-2,08	0,29	A	1,52	0,27	A	-0,56	0,27	A
305	0,64	0,33	N/A	0,26	0,30	N	0,90	0,30	A
306	0,73	0,35	A	0,66	0,33	A	1,39	0,33	A
307	0,37	0,36	N/A	0,20	0,33	N	0,57	0,33	N/A
309	0,56	0,39	N/A	0,75	0,36	A	1,31	0,36	A
310	0,5	0,43	N/A	0,59	0,40	N/A	1,09	0,40	A
315	-0,94	0,36	A	0,11	0,35	N	-0,83	0,35	A
316	-0,44	0,42	N/A	0,22	0,39	N	-0,22	0,39	N
317	-0,35	0,43	N	0,78	0,41	N/A	0,43	0,41	N/A
318				-0,01	0,46	N			
319	-0,46	0,47	N	0,70	0,44	N/A	0,24	0,44	N
320	-0,48	0,53	N	-0,01	0,50	N	-0,49	0,50	N
322.1	-0,57	0,55	N/A	-0,39	0,51	N	-0,96	0,51	N/A
324	-0,26	0,44	N	0,34	0,41	N	0,08	0,41	N
325	-0,76	0,39	N/A	0,06	0,35	N	-0,70	0,35	A
326	-0,53	0,45	N/A	-2,11	0,42	A	-2,64	0,42	A
327	-0,08	0,36	N	0,06	0,33	N	-0,02	0,33	N
328	-1,39	0,37	A	0,58	0,35	N/A	-0,81	0,35	A
329	-1,36	0,38	A	0,43	0,36	N/A	-0,93	0,36	A
330	-1,13	0,38	A	-0,19	0,36	N	-1,32	0,36	A
OCD14.1	-0,74	0,53	N/A	-0,26	0,48	N	-1,00	0,48	A
OCD17.1C									
OCD17.2									
OCD17.3									
OCD17.5	-0,3	0,26	N/A	-0,23	0,24	N	-0,53	0,24	A
OCD18	0,08	0,34	N	-0,45	0,33	N/A	-0,37	0,33	N/A
P1	0,34	0,25	N/A	0,55	0,23	A	0,89	0,23	A
P2	-1,98	0,34	A	4,25	0,31	A	2,27	0,31	A
P3	-0,37	0,33	N/A	-0,10	0,32	N	-0,47	0,33	N/A
R1	-0,21	0,22	N	0,96	0,20	A	0,75	0,20	A
R10	0,8	0,30	A	-0,83	0,28	A	-0,03	0,28	N
R11	0,61	0,31	N/A	-0,64	0,29	A	-0,03	0,29	N
R12	0,66	0,31	A	-1,02	0,29	A	-0,36	0,30	N/A
R2	0,88	0,25	A	0,97	0,23	A	1,85	0,23	A
R3	0,7	0,27	A	0,21	0,25	N	0,91	0,25	A
R4	0,88	0,28	A	-0,68	0,27	A	0,20	0,27	N
R5	0,73	0,31	A	-1,64	0,29	A	-0,91	0,29	A
R6	0,7	0,31	A	-1,82	0,29	A	-1,12	0,29	A
R7	0,73	0,30	A	-0,36	0,28	N/A	0,37	0,28	N/A
R8	0,62	0,28	A	-0,08	0,27	N	0,54	0,27	A
R9	-0,44	0,27	N/A	-0,21	0,25	N	-0,65	0,25	A

Tab. 9 Číselné velikosti posunů a přesnost jejich určení




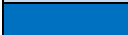
Značky s oscilující tendencí			
Rozdíl etap	II.-I.	III.-II.	III.-I.
300			
301			
302			
303			
304			
R10			
R11			
R12			
R4			
R5			
R6			
R7			
P2			
328			
329			

Značky klesající			
Rozdíl etap	II.-I.	III.-II.	III.-I.
110			
325			
326			
330			
OCD17.5			
P3			
315			
R9			
OCD14.1			

Značky nevykazující posuny			
Rozdíl etap	II.-I.	III.-II.	III.-I.
322.1			
OCD18			
316			
317			
318			
319			
320			
324			
327			

Značky zdvihající se			
Rozdíl etap	II.-I.	III.-II.	III.-I.
305			
306			
307			
309			
310			
P1			
R1			
R2			
R3			
R8			

Tab. 10 Přehled značek s podobnou pohybovou tendencí

A	... posun nastal		Zdvih
A/N	... posun nelze vyloučit		Možný zdvih
N	... posun nenastal		Možný pokles
			Pokles

Z ...výška značky v Bpv

M_z ...střední chyba vyrovnané výšky

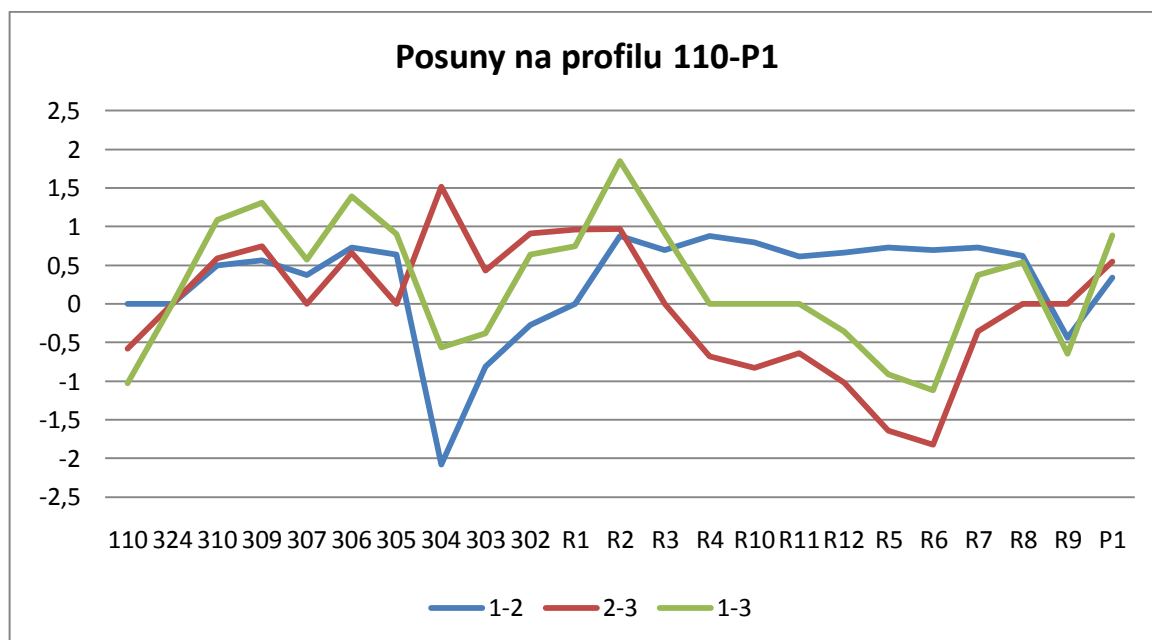
II.-I., III.-II., III.-I. ...rozdíl výšek mezi jednotlivými etapami

M_{pos} ...střední chyba určení posunu

4.5 Grafické výsledky

Z určených (prokázaných a možných) posunů byl vytvořen digitální model v programu Atlas DMT. Aby nedošlo ke zkreslování výsledků a zároveň byly patrné poměry v lokalitě, byly vytvořeny pruhy o stejné hodnotě posunu dané značky v okolí nivelačních pořadů. Takto vzniklý model byl přenesen na letecký snímek, doplněn popisem a legendou (příloha 7).

Dále byly vyhotoveny grafy, zachycující pohyb na profilu 110 – P1 jdoucím podél železnice od severozápadu k jihovýchodu kolmo na tektonický zlom oddělující Boskovickou brázdou od Brněnského masívu (příloha 8).



Graf 4 Pohyb bodů na profilu 110-P1 mezi v průběhu celé doby pozorování

5. ZÁVĚR

Měření bylo započato v červnu 2011 a ukončeno v březnu 2012, celkem byly zaměřeny tři etapy výškových měření. Před počátkem měření byla síť vhodně upravena a doplněna o 4 nové značky. Měřená data byla zpracována a vyrovnána v programu G-Net. Prezentace výsledků pomocí digitálního modelu, jakožto hypsometrické znázornění rozdílů vyrovnaných výšek značek mezi jednotlivými etapami, byla vytvořena v programu Atlas DMT. Ze zjištěných výsledků lze usuzovat o nepravidelné pohybové aktivitě v oblasti vodního zdroje a v polygonu mezi pilíři P1 a P2 v průběhu roku.

Na konec práce bych rád uvedl několik nápadů na vylepšení sítě a měřického postupu do budoucna. Změna se týká především zvýšení počtu vztažných bodů, jejichž počet a rozmístění není vyhovující. V severovýchodní části lokality se nacházejí výběžky rostlé skály (ul. Kříby), zde je vhodné zřídit trvalou výškovou značku a při neprokázání jejich vertikálních pohybů ji zařadit mezi vztažné body. Další takovou značkou by mohl být bod ČSNS Ocd-18.1 nacházející se na jihozápadě (ul. Palackého). K této značce bylo provedeno kontrolní měření pro bod Ocd-18 v rámci první etapy a nebyly prokázány výškové změny. Pro optimální rozložení pevných bodů v lokalitě dále pokusně porovnat pohyby značky 110 (nebo 322.1) jež se nachází v „klidné“ západní části a poté ji též zařadit mezi vztažné. Tato konfigurace by zajistila dobré pokrytí sledované oblasti a zkvalitnění výsledků.

Další návrh se týká pozorování pohybů budovy Sokolovny, která je pravděpodobně nejvíce poškozena. V současné době je osazena dvěma značkami (315, 330) v protilehlých rozích. Při osazení dalších značek na vhodná místa, by se mohla pro obec Tetčice vypracovat zpráva o celkových posunech této budovy.



Obr. 22 Stávající a navrhované vztažné body

6. SEZNAMY

6.1 Seznam použité literatury

- [1]BLAŽEK, R.; SKOŘPA, Z.: GEODÉZIE 3 Výškopis. 3. vyd. Praha, Vydavatelství ČVUT 2009, 162s.
- [2] ŠTELCL, J.: *Brněnský masiv*, Univerzita J. E. Purkyně, Brno, 1986. 255 s.
- [3]Horáková M.: Geologická stavba okolí Oslavan, diplomová práce PFMU 2008.
- [4]VYKUTIL, J.: Vyšší geodézie. 1. vyd., VUT, Brno, 1982, 544s.
- [5]BUREŠ, J.; KRATOCHVÍL, R.; MACHOTKA, R.; POSPÍŠIL, L.; ŠVÁBENSKÝ, O.; WEIGEL, J.: Výuka v terénu IV. HE11 – M01. VUT v Brně, Fakulta stavební. Brno 2007, 139s.
- [6]ŠVÁBENSKÝ, O.; VITULA, A.; BUREŠ, J.: Inženýrská geodézie 1. Základy inženýrské geodézie. HE03 MODUL 03, VUT v Brně, Fakulta stavební, 2007, 80 stran
- [7]GEFOS a.s. – Obchodní zastoupení autorizovaný servis firmy Leica Geosystems pro Českou republiku [on-line]. Dostupný na www: <http://www.gefos-leica.cz/cz/leica>
- [8]HÁNEK, P.; JANŽUROVÁ, I.: Měření posunů geodetickými metodami. Stavebnictví a interiér 8, 2000, č. 10, s.
- [9] CHLUPÁČ, I.: *Geologická minulost České republiky*, ACADEMICA, 2002. 436 s.
- [10]Leica Na 2002 Na3003 User manual; Leica geosystems AG, Heerburgg, 1997.
- [11] BÍLEK, D.: *Doplnění stávajícího jímacího území Tetčice o vrty HV2 a HV125 a navýšení čerpání ze stávajících z 15 l/s na 20 l/s*. Dokumentace o hodnocení vlivů záměru na životní prostředí, Brno, 2008. [on-line] Dostupný z: www.cenia.cz/eia/download/view=eia_cr&id=JHM432&file=dokumentaceDOC
- [12] Tetčice-základní škola, zpráva o inženýrsko geologickém průzkumu. Simgeo s.r.o. Brno 2009.
- [13]PETERKA, T.: *Barrandien* [online] [cit 2012-03-06] <<http://barrandien.wz.cz>>
- [14]Ústav geotechniky Fakulty stavební VUT v Brně, skriptum Regionální geologie České republiky [on-line] Dostupný z: <http://geotech.fce.vutbr.cz/studium/geologie/skripta/reggeol.htm>
- [15]*Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie* [online] [cit 2012-03-06] <<http://www.agh.edu.pl>>

- [16] ZEMĚPIS – informace o České republice a celém světě – Geografický server [online] [cit 2012-03-06] <<http://www.zemepis.com/geologiecr.php>>
- [17] Český úřad zeměměřický a katastrální [online], verze aplikace: 1.8.7, poslední aktualizace: 01. 04. 2011, [cit 2011-10-15] <<http://www.cuzk.cz>>
- [18] *Mapy.cz* [online] [cit 2011-08-02] <<http://www.mapy.cz>>
- [19] *Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online],[cit 2011-08-02] <<http://www.wikipedia.cz>>
- [20] *Obec Tetčice, oficiální stránky obce*[online],[cit 2011-08-02] <<http://www.tetcice.cz>>
- [21] Územní plán obce - návrh, Urbanistické středisko Brno spol. s. r. o., Brno 1997 38s. [online]Dostupný z: <http://www1.rosice.cz/upn-su-tetcice/d-1582/p1=51>
- [22] Vyskočil, Pavel. Recentní tektonika v oblasti České republiky v souvislostech dynamiky střední Evropy, Disertační práce . Zdiaby : VÚGTK - ICRCM, 1993. 178 s.,1 vol. příl.
- [23] ČSN 730405 Měření posunů stavebních objektů, Český normalizační institut 1997
- [24] Portál ČHMÚ [online], [cit 2012-05-12] <<http://www.chmi.cz>>
- [25] WITISKA, Michal et al. Geodetical measurement in Tetčice Village. Brno : VUTIUM 2010. 4s. ISBN 978-80-214-4117-0.

6.2 Seznam použitých zkratek

ČSNS ...Česká státní nivelační síť

Bpv ...výškový systém Balt po vyrovnání

h_{pv} ...hladina podzemní vody

DMT ...digitální model terénu

GNSS ...globální navigační satelitní systém

6.3 Seznam použitých obrázků

1. *Svatý Jan pod skalou, značka Ocd-14.2*
2. *Umístění obce [18]*
3. *Znak obce [20]*
4. *Prostorový model reliéfu okolí obce[25]*
5. *Český masiv [13]*
6. *Bloková stavba Českého masívu[14]*
7. *Brněnský masiv [2]*
8. *Příčný profil boskovickou brázdou v rosicko-oslavanské části[9]*
9. *Geologická mapa*
10. *Vodní zdroj Tetčice [20]*
11. *Poškozená budova Sokolovny v Tyršově ulici*
12. *Pozorovací místa výšky HPV [17]*
13. *Úprava pásma k zjištění hloubky vody ve studních*
14. *Studna S2-Sokolovna*
15. *Studna S3 - Hybešova 80*
16. *Studna S1-Nádražní 40*
17. *Vrty V1 a V2(HPV2)*
18. *Ukázky různých druhů stabilizačních značek „domácí výroby“*
19. *Stabilizace značky č. 330*
20. *Použité nivelační přístroje Leica DNA 003; Leica Na 3003; Zeiss NI007 [15]*
21. *Detailní situace vertikálních pohybových tendencí [22]*
22. *Výběžek skály na ulici Kříby*
23. *Stávající a navrhované vztažné body*

6.4 Seznam tabulek

1. *Srážkové úhrny Jihomoravského kraje [24]*
2. *Kilometrové střední chyby jednotlivých pořadů*
3. *Způsob stabilizace nově vzniklých značek pozorované sítě*
4. *Odůvodnění vypuštění měřických značek stávající měřické sítě*
5. *Etapy měření*
6. *Výsledek rekognoskace bodů ČSNS*
7. *Porovnání naměřených a daných převýšení*
8. *Vyrovnané výšky bodů v jednotlivých etapách měření a jejich přesnost*
9. *Číselné velikosti posunů a přesnost jejich určení*
10. *Přehled značek s podobnou pohybovou tendencí*

6.5 Seznam grafů

1. *Vyhodnocení výšky HPV na všech bodech*
2. *Vyhodnocení výšky HPV na profilu S3-S2-V2-V1*
3. *Vyhodnocení výšky HPV na profilu S3-S2-V2-V1*
4. *Pohyb bodů na profilu 110-P1 mezi v průběhu celé doby pozorování*

6.6 Seznam volných příloh

1. Přehledka měřické sítě
2. Seznam souřadnic a popis způsobu stabilizace značek
3. Nivelační údaje nově zřízených bodů
4. Zápisníky
5. Měřená převýšení na vyrovnání
6. Protokoly o vyrovnání
7. Hypsometrické znázornění posunů
8. Grafy posunů na profilu 110 – P1

Elektronické přílohy

- E1 Kalibrační list latí
- E2 Fotodokumentace