

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY

POROVNÁNÍ VÝŠKOVÉ PŘESNOSTI BODŮ
POLOHOVÉHO BODOVÉHO POLE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Dana Tollingerová, Ph.D.

Bakalant: Jana Hotárková

2013

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Dany Tollingerové, Ph.D. a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala“.

V Rakovníku 6.12.2012

Jana Hotárková

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucí práce Ing. Daně Tollingerové Ph.D. za odborné vedení a rady, Ivaně Hotárkové za pomoc při měření, Ing. Martinovi Hrdličkovi z firmy Hrdlička spol. s r.o. za zapůjčení měřického vybavení a za odborné rady a pomoc Ing. Lubomíru Chamoutovi.

V Rakovníku 6.12.2012

Jana Hotárková

Abstrakt

Hlavní náplní této bakalářské práce je zjistit, zda vlivem těžební činnosti může docházet k poklesům půdy a tím i výšek bodů polohového bodového pole. Teoretická část práce se věnuje seznámení s historií trigonometrie, dále s přístroji pro měření – totální stanicí, stanicí GPS a nivelačním přístrojem. V praktické části práce bude popsáno vlastní kontrolní výškové měření vybraných bodů polohového bodového pole pomocí trigonometrické nivelace, metodou GPS a technickou nivelací. Výsledky každého způsobu měření budou vzájemně porovnány z hlediska přesnosti a ekonomické stránky jednotlivých metod. Posléze budou naměřené nadmořské výšky porovnány s nadmořskými výškami bodů polohového bodového pole v dokumentaci ČUZK. V závěru práce ověříme pomocí měření, zda výšky vybraných bodů odpovídají svým oficiálním výškám, které jsou dostupné na internetových stránkách Českého úřadu zeměměřického a katastrálního nebo zda je možné, že body klesají a výšky se mění díky poklesům půdy vlivem důlní těžby.

Klíčová slova: polohové bodové pole, trigonometrické určení výšek, technická nivelace, totální stanice, stanice GPS

Summary

The main concern of this thesis is to determine whether the influence of mining activities can lead to declines in soil and thus the treble control points positioning. The theoretical part deals with the introduction to the history of trigonometry, as well as apparatus for measurement - total station, GPS station and leveling device. The practical part will describe their own control height measurements of selected control points positioning using trigonometric leveling method GPS and technical leveling. The results of each measurement method will be compared with each other in terms of accuracy and economy of each method. Eventually, they measured the altitude compared with altitudes he control points positioning in the documentation ČUZK. In conclusion, we will verify by measuring whether the height of selected points correspond to their official heights, which are available on the website of the Czech Office for Surveying, Mapping and Cadastre, or whether it is possible that the points fall and height changes due to drops in the soil due to mining industry.

Key words: positional point field, trigonometric determination of heights, Technical leveling, Total Station, GPS station

Obsah

Prohlášení	2
Poděkování	3
Abstrakt	4
Obsah	5
Seznam použitých zkratk a symbolů	7
1. Úvod	8
2. Cíl a metodika práce	9
3. Historie trigonometrie na území České republiky	10
3.1 Systémy klasické triangulace	10
3.1.1 Katastrální triangulace	10
3.1.2 Vojenské triangulace	11
3.1.3 Československá jednotná trigonometrická síť katastrální (JTSK)	12
3.1.4 Souřadnicový systém 1942 (S-42)	13
3.2 Geodetické referenční systémy globální a kontinentální	14
3.2.1 Referenční systém EUREF	14
3.2.2 Souřadnicový systém ETRS89	15
3.2.3 Souřadnicový systém WGS 84	15
3.2.4 Souřadnicový systém S-JTSK/05	16
4. Historie výškových systémů na území České republiky	17
4.1 Výškové systémy před rokem 1918	17
4.2 Výškové systémy po roce 1918	17
4.3 Výškové systémy po roce 1939	17
4.4 Výškové systémy po roce 1950	18
5. Bodová pole	20
5.1 Polohové bodové pole	20
5.1.1 Číslování bodů	20
5.1.2 Stabilizace a signalizace	21
5.1.3 Přesnost bodů	22
5.2 Výškové bodové pole	22
5.2.1 Systém značení	22
5.2.2 Stabilizace a signalizace	22
5.2.3 Přesnost bodů výškového pole	23
6. Globální navigační satelitní systémy	24
6.1 GPS NAVSTAR (NAVigation Satellite Timing And Ranging)	24
6.2 GLONASS	24

6.3 GALILEO	25
7. Síť permanentních stanic v ČR	27
7.1 CZEPOS	27
7.2 Trimble VRS NOW	27
8. Metodika	29
8.1 Popis území	29
8.1.1 Rakovník	29
8.1.2 Lubná	30
8.1.3 Mutějovice - Perun	31
8.2 Geodetické přístroje	33
8.2.1 Niveláčnický přístroj Topcon At-g4	33
8.2.2 Totální stanice Trimble M3	33
8.2.3 GNSS Trimble R6	34
8.3 Měření výšek	35
8.3.1 Nivelace	35
8.3.2 Trigonometrická nivelace	37
8.3.3 Metoda GPS	39
9. Výsledky	40
10. Diskuse	43
11. Závěr	45
12. Seznam literatury a použitých zdrojů	46
13. Seznam obrázků	48
14. Seznam tabulek	50
Přílohy	51

Seznam použitých zkratk a symbolů

AGS – astronomicko-geodetická síť

Bpv – Baltský - po vyrovnání

CZEPOS – Czech positioning system

ČSJNS – Československá Jednotná Nivelační Síť

ČUZK – Český Úřad Zeměměřický a Katastrální

DOPNUL – DOPlnění NULtého řádu

ETRF89 – Evropský terestrický referenční rámec v realizaci 1989

ETRF2000 - Evropský terestrický referenční rámec v realizaci 2000

ETRS89 - Evropský Terestrický Referenční Systém 1989.0

EUREF – EUropean REference Frame

GLONASS – GLObalnaja NAVigacionnaja Sputnikovaja Systéma

GNSS –Globální Navigační Natelitní Nystém

GPS – Global Positioning Nystem

GPS NAVSTAR - GPS NAVigation Satelite Timing And Ranging

IUGG – mezinárodní unie geodézie a geofyziky

JAGS – Jednotná astronomicko-geodetická síť

NATO – North Atlantic Treaty Organization

NNSS – Navy Navigation Satellite System

RUVZÚ - Rakousko-Uherský Vojenský Zeměpisný Ústav

S-1952 – Souřadnicový systém roku 1952

S-42 - Souřadnicový systém 1942

S-JTSK – Jednotná Trigonometrická Síť Katastrální

TB – Triangulační Bod

TL – Triangulační List

VÚGTK – Výzkumný Úřad Geodetický, Topografický a Kartografický

WGS84 – World geodetic system 1984

Zhb – Zhušťovací bod

ZL – Základní triangulační List

ZÚ – Zeměměřický Úřad

1. Úvod

Jak naznačuje název tato bakalářská práce se bude zabývat porovnáním výškové přesnosti bodů polohového bodového pole.

Následující kapitoly této práce čtenáře seznámí s historií tvorby trigonometrických a výškových systémů na našem území, globálními geodetickými systémy využívající družice na oběžné dráze a o poskytovatelích satelitních služeb na našem území.

V dnešní době se stále více využívá kosmického měření. Měření jinými metodami se nevyužívá již tak často jako dřív. Práce se zabývá přesností metod a také časovou a ekonomickou stránkou každé metody. Je možné nahradit očividně zdlouhavější metody technické a trigonometrické nivelace metodou GPS měření? Může se GPS metoda přesností vyrovnat již dvěma zmíněným metodám?

Na území města Rakovníka je známo, že trigonometrický bod č. 21 v průběhu let 1992 a 2003 změnil výšku o necelých 60 centimetrů. Otázkou je, proč se výška změnila. Jsou oblasti s důlní činností dostatečně stabilní, aby k poklesům nedocházelo? Předmětem zkoumání je zjištění, zda je to způsobeno nepřesným měřením anebo vlivem důlní činnosti.

Obsahem praktické části této práce je vyhodnocení těchto měření. Budou popsány jednotlivé postupy měření a na ně navazující početní zpracování zaměřených údajů. Nakonec budou veškeré výsledky vzájemně porovnány a vyhodnoceny. V místech těžební činnosti může docházet k poklesu výšky bodů a to může způsobovat nepřesnosti při zaměřování. Oblasti s důlní činností nemusí být dostatečně stabilní, aby k poklesům nedocházelo

Při měření budou použity přístroje firmy Hrdlička spol.s r.o., které tato firma standardně využívá ke svým pracím. Pro technickou nivelaci bude použit nivelační přístroj Topcon At-g4, pro trigonometrickou nivelaci totální stanice Trimble M3 a pro GPS měření zařízení Trimble R6.

2. Cíl a metodika práce

Cílem této bakalářské práce je porovnat výškovou přesnost bodů polohového bodového pole. První část práce se zabývá teorií, druhá část popisem vlastních prací a zhodnocením naměřených dat.

V teoretické části čtenáři přiblíží historii tvorby triangulační a výškové sítě na našem území, vývoj globálních navigačních satelitních systémů ve světě, počátky budování globálních geodetických systémů u nás a o poskytovatelích těchto služeb na našem území.

Pro posouzení dané problematiky byly vybrány 3 lokality – Rakovník, Lubná a Mutějovice. V metodické části budou území popsána z geologického hlediska a na mapce bude přiblížena poloha důlních děl a vybraných bodů, které se nacházejí poblíž těchto děl. Poté budou popsány přístroje – totální stanice Trimble M3, nivelační přístroj Topcon At-g4 a stanice GPS Trimble R6, jež budou k těmto pracím použity. Na všech třech zmiňovaných územích bude provedeno výškové zaměření bodů metodami technické nivelace, trigonometrické nivelace a metodou GPS v síti CZEPOS a Trimble VRS NOW a následně bude popsán postup práce technické nivelace, trigonometrické nivelace a metody GPS.

Hlavním cílem praktické části je ověřit, zda při měřických pracích má v měřené oblasti vliv těžba na výškovou přesnost bodů polohového bodového pole. V závěru práce budou vzájemně porovnány výsledky všech kontrolních měření a výsledky budou posouzeny z hlediska přesnosti, ekonomické a časové stránky jednotlivých metod.

3. Historie trigonometrie na území České republiky

Základní trigonometrická síť tvoří základ pro veškeré geodetické práce a mapování. Poloha bodů je dána souřadnicemi y, x, z. Zpočátku se síť budovali pro jednotlivé státy a nebyly nijak propojeny (Vykuřil J., 1982). Dnes se v České republice používají systémy S-JTSK a WGS 84.

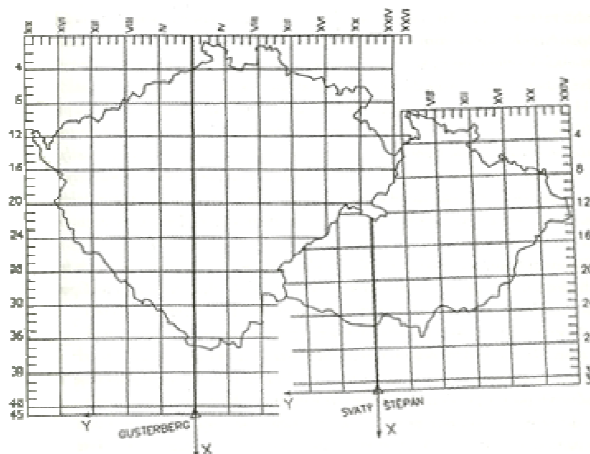
Trigonometrická síť je tvořena trojúhelníky a každý vrchol trojúhelníku tvoří trigonometrický bod a ty tvoří základní polohové bodové pole. Poprvé byla metoda trigonometrie využita již v 17. století. Při budování této sítě se nejprve zvolili stabilizované body (body I. řádu), tzn. body dominující okolí a rovnoměrně rozloženy v okolí (20-60 km). Mezi tyto body se dále vkládali další body, II., III. a IV. řádu a vytvořili dohromady podrobné polohové bodové pole o vzdálenosti cca 1,5-2 km (Ratiborský J., 2000).

Na našem území byla trigonometrická síť budována za Rakouska - Uherska pro katastrální mapování. K určování bodů byla převzata základna u vídeňského Nového Města, která byla zaměřená již v druhé polovině 18. století. Práce na triangulační síti probíhali v několika etapách (Fišer Z., Vondrák J., 2005).

3.1 Systémy klasické triangulace

3.1.1 Katastrální triangulace

Katastrální triangulace probíhala přibližně od roku 1821 do roku 1864 v měřítku 1:2880 pro vyhotovení map tzv. stabilního katastru (Fišer Z., Vondrák J., 2005). Nové mapování mělo sloužit jako spravedlivý daňový podklad. Evidence pozemků měla usnadnit a lépe rozlišit pozemky dani podrobené a pozemky od daně osvobozené. Na měřítko byl požadavek, aby se obrazec v terénu o výměře 1 dolnomoravského jitra na mapě zobrazil jako obrazec o straně jednoho palce. 1 jitro = 40 sáhů = 6 stop = 12 palců. Z toho vyplývá početní operace $40 \cdot 6 \cdot 12 = 2880$. Takto vzniklo použité měřítko, kdy 1 palec na mapě se rovná 2880 palcům v terénu (Bumba J., 2009).



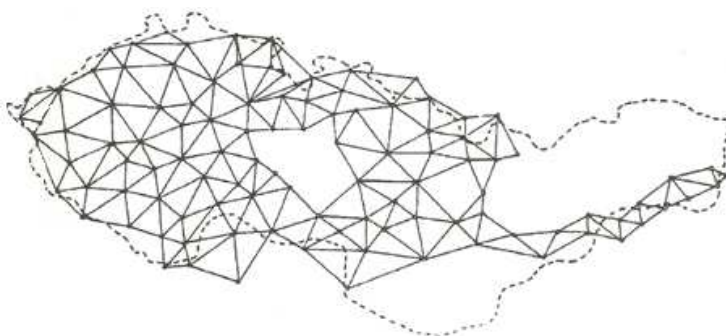
Obr. č. 1: Klad mapových listů v systémech Gustenberg a Svatý Štěpán (Bumba J., 2009).

Pro zemi českou byla tehdy zvolena soustava s počátečním bodem na trigonometrickém bodě Gusterberg (Horní Rakousy), pro část moravskoslezskou na trigonometrickém bodě Svatý Štěpán (Vídeň) (obr. č. 1).

Body byly tehdy stabilizovány dřevěnými kůly. Při pozdější stabilizaci, ke které často docházelo i několik let po určení bodu, se kůl zarazil hlouběji do země a na něj se nasadil stabilizační kámen. Nebylo tedy jisté, zda stále odpovídal původním souřadnicím (Fišer Z., Vondrák J., 2005).

3.1.2 Vojenské triangulace

Vojenská triangulace probíhala v letech 1862 až 1898 a budoval ji Vojenský zeměpisný ústav ve Vídni. V těchto letech vznikla trigonometrická síť I. řádu a byla oproti původní triangulaci velmi přesná (obr. č. 2). Stala se podkladem pro tzv. 3. vojenské mapování.



Obr. č. 2: Vojenská triangulace (Ratiborský J., 2002).

K třetímu vojenskému mapování došlo v letech 1870 až 1883. Byla již použita nivelace a mapovalo se pro měřítko 1:25 000 (Fišer Z., Vondrák J., 2005). Používal se měřický stolek, výšky se určovaly výškoměrem a výškový systém se používal jadranský (Veverka B., 2001).

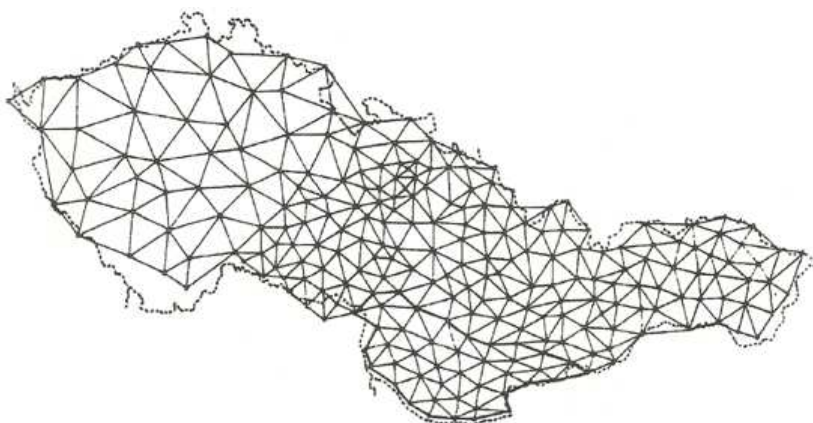
Třetímu vojenskému mapování logicky předcházelo mapování I. a II. První vojenské mapování (Josefské) probíhalo již od roku 1763 do roku 1787 a to na příkaz Marie Terezie. Základem byly Müllerovy mapy, na kterých byly podrobně zmapovány Čechy již v roce 1720. Jeho mapy se doplňovaly „od oka“ bez triangulace. Tyto mapy se ale nikdy nevydaly, zůstaly uloženy ve Vídni (Fišer Z., Vondrák J., 2005).

Druhé vojenské mapování (Františkovo) probíhalo od roku 1809 do roku 1869, v Čechách od r. 1842 do r. 1852. K mapování byla použita triangulace, které předcházelo budování triangulační sítě v letech 1824 až 1840 (Fišer Z., Vondrák J., 2005).

3.1.3 Československá jednotná trigonometrická síť katastrální (JTSK)

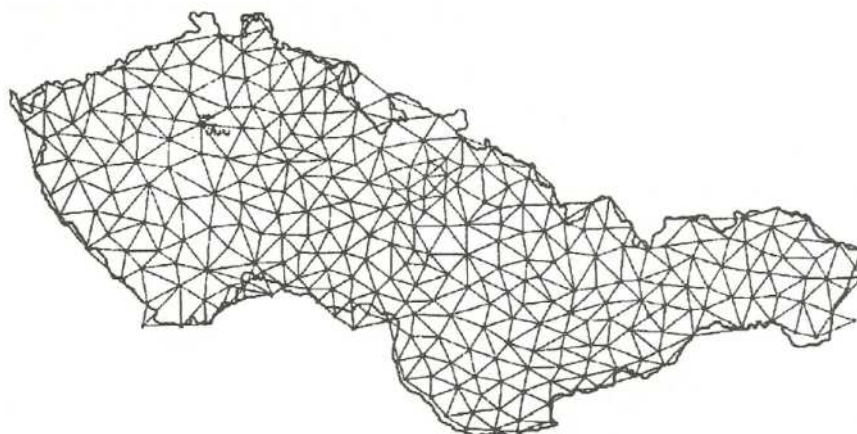
Nová jednotná síť se začala budovat, protože stará síť byla nepřesná a mnoho bodů se již nenašlo. Po vzniku Československé Republiky 28. 10. 1918, byla 27. 11. 1918 zřízena triangulační kancelář. Předsedou se stal Ing. Křovák, který navrhl vhodné zobrazení pro potřeby ČSR. V S-JTSK se toto Křovákovo zobrazení používá dodnes (Vykuřtil J., 1982). Systém JTSK je dále určen Besselovým elipsoidem (Vyhláška ČUZK 430/2006 Sb.). Poté byly zahájeny akce k získání geodetických a kartografických podkladů a přístrojové vybavení (časopis Zeměměřič č. 4/99).

Budování této sítě probíhalo v několika etapách od roku 1920 až do roku 1957. V roce 1920 bylo zahájeno měření na Moravě, postupovalo se na východ. Roku 1926 se započalo s vyrovnáváním již zaměřených bodů a stále se pokračovalo v měření na jižním Slovensku. Celkové vyrovnání sítě skončilo v roce 1927 a byl tak určen tvar sítě.



Obr. č. 3: Jednotná trigonometrická síť 1. řádu (stav k 1927) (Ratiborský J., 2002).

V Čechách a Podkarpatské Rusi bylo z Vojenské triangulace převzato 64 bodů, trojúhelníky tedy byly větší než trojúhelníky na zbytku území (obr. č. 3). Proto byla síť v Čechách v letech 1928 až 1936 doplněna o 93 bodů (obr. č. 4) (Vykuřtil J., 1982).

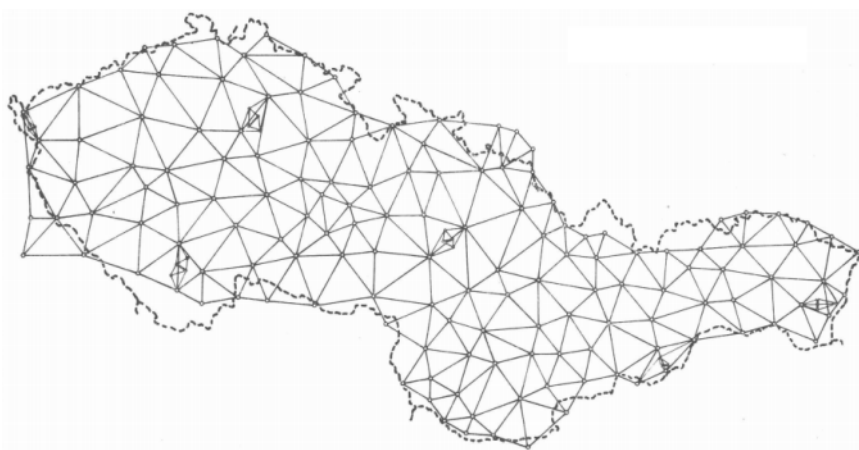


Obr. č. 4: Jednotná trigonometrická síť (Ratiborský J., 2002).

Od roku 1928 byla síť postupně zahušťována o podrobnější body II., III., IV. a V. řádu a mezi rokem 1949 a rokem 1950 byla síť I. řádu doplněna podél československých hranic o 20 bodů. V roce 1957 byly práce dokončeny. Přesnost této sítě byla relativně vysoká, průměrná střední chyba $\pm 1\text{cm}$. Pro nedostatek času i financí bylo do sítě I. řádu z Vojenského mapování převzato celkem 107 bodů z 268. Na těchto bodech nebylo provedeno nové atmosférické měření, nepřeměřili se geodetické základny a síť nebyla spojena se sítěmi okolních států (Vykuřil J., 1982).

3.1.4 Souřadnicový systém 1942 (S-42)

Zároveň se systémem JTSK byla od roku 1931 budována nová síť s názvem „Základní trigonometrická síť s většími trojúhelníky“. Později byla označena jako astronomicko-geodetická síť AGS (obr. č. 5). Síť AGS má se sítí JTSK I. řádu identických 144 bodů. Měření byla dokončena v roce 1955. Síť byla vyrovnána na Krasovského elipsoidu a do zobrazovací roviny Gaussova zobrazení v 6° pásech. Vyrovnané souřadnice sítě AGS se staly základem nového systému s názvem „Souřadnicový systém 1942 (S-42)“. Platnost skončila až v roce 2006.



Obr. č. 5: Astronomicko-geodetická síť (Cimbálník M., Mervart L., 1997).

Vyrovnáním bodů I. a II. řádu S-JTSK měl systém JTSK a S-42 společných 731 bodů. Těchto bodů se využilo k převodu ostatních souřadnic S-JTSK do systému S-42. Pro tyto práce byl Vojenským topografickým ústavem vytvořen prozatímní „souřadnicový systém roku 1952“ v měřítku 1:25 000, kdy byly body S-JTSK transformovány do ještě nevyrovnané sítě S-42. Body v systému S-1952 byly po vyrovnání připojeny k systému S-42 (Vykuřil J., 1982).

Dále docházelo k novým geodetickým měřením a výsledky byly později využity k druhému vyrovnání sítě S-42 v roce 1983. Výsledkem byla vyrovnaná astronomicko-geodetická síť v souřadnicovém systému S-42/83 - JAGS (Jednotná astronomicko-geodetická síť) (Fišer Z., Vondrák J., 2005). Síť se od sebe lišili nepatrně. Došlo k posunu, pootočení i prohnutí sítě a celkově ke zlepšení sítě. Síť

S-42/83 byla tehdy nejkvalitnějším geodetickým základem (*Cimbálník M., Mervart L., 1997*).

3.2 Geodetické referenční systémy globální a kontinentální

V 90. letech začala mít Československá republika zájem na tom, aby se stala součástí evropského referenčního systému EUREF. EUREF Permanent network je stálá síť evropských stanic GNSS (globální navigační satelitní systém), která umožňuje za pomoci družic určovat polohu kdekoliv na Zemi.

Subkomise EUREF – European reference frame – byla založena na Valném shromáždění IUGG (Mezinárodní unie geodézie a geofyziky), které se konalo ve Vancouveru v roce 1987. EUREF se zabývá realizací evropského referenčního rámce – geodetické infrastruktury pro nadnárodní projekty, které vyžadují přesné georeferenční systémy. EUREF prosazuje přijetí referenčního systému ETRS89 (definovaný EUREF) v evropských zemích (www.euref.eu).

3.2.1 Referenční systém EUREF

Od roku 1991 začaly počátky budování geodetických základů nového typu. Československá republika se zúčastnila kampaně EUREP-CS/H 91, kdy na našem území bylo zaměřeno 6 bodů systému AGS. Byla vytvořena společná síť 0. řádu (NULRAD), která byla předchůdcem systému ETRS89 (*Cimbálník M., Mervart L., 1997*). 3 z těchto bodů leží na území České republiky (*Vitásek J., Nevosád Z., 2005*).

V roce 1992 bylo v kampani CS-NULRAD-92 zaměřeno dalších 13 bodů. Výsledkem jsou souřadnice 19 bodů v souřadnicovém systému NULRAD. (*Cimbálník M., Mervart L., 1997*). Z těchto 13-ti bodů leží na území ČR 7 bodů (*Vitásek J., Nevosád Z., 2005*).

V roce 1993 byla v rámci kampaně CS-BRD-93 tato budovaná síť spojena s referenční sítí v Německu (*Cimbálník M., Mervart L., 1997*).

V rámci kampaně DOPNUL (doplnění nultého řádu) bylo v roce 1994 zaměřeno dalších 166 bodů a družicová síť DOPNUL tak byla dobudována a celkem obsahovala 176 bodů (*obr. č. 6*). Vzdálenost jednotlivých bodů byla přibližně 21 km. Od roku 1996 probíhalo její zhuštění, zaměřilo se přibližně 3000 bodů s vzdáleností bodů mezi sebou cca 5 km. (*Vitásek J., Nevosád Z., 2005*).



Obr. č. 6: Družicová síť DOPNUL (Vitásek J., Nevosád Z., 2005).

3.2.2 Souřadnicový systém ETRS89

„Evropský terestrický referenční systém je na území České republiky určen technologiemi kosmické geodézie a konstantami, které jsou součástí programů mezinárodních zpracovatelských center, souborem geocentrických souřadnic vybraných bodů geodetických základů, jejichž souřadnice byly vztaženy k epoše 1989.0 a evropskému terestrickému referenčnímu rámci (ETRF) v realizaci 2000 (ETRF2000) a elipsoidem geodetického referenčního systému 1980 (GRS80)“ (Vyhláška ČUZK 430/2006 Sb.).

Do roku 2010 u nás fungoval systém ETRS89 v rámci ETRF89. V letech 1996 až 2009 byly nově vyrovnána všechna měření v ČR na trigonometrických a zhušťovacích bodech. Toto vyrovnání dalo vzniknout souřadnicovému systému ETRS89 v novém rámci ETRF2000. U nás funguje od počátku roku 2011 (www.cuzk.cz).

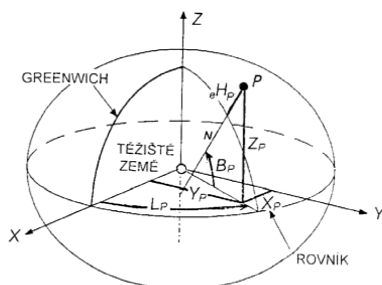
Systém byl vytvořen v roce 1987 pro definici evropského referenčního systému EUREF (Cimbálník M., Mervart L., 1997). Nyní se standardně využívá v Evropě. Souřadnice jsou zobrazeny jako trojrozměrné pravoúhlé (x, y, z) nebo trojrozměrné elipsoidní (Φ , λ , H) (www.euref.eu).

3 2.3 Souřadnicový systém WGS 84

World Geodetic System 1984 – Světový geodetický systém 1984. Jde o geodetický, geocentrický a globální prostorový systém. Tento systém byl zaveden jako pracovní souřadnicový systém družicového systému GPS-NAVSTAR, Ministerstvem obrany USA roku 1984 pro účely obrany státu (Čábelka M., 2008).

Systém WGS 84 se standardně používá pro potřeby NATO, armádu a letectvo ČR. Dále se používá jako navigační systém v letecké, vodní a pozemní dopravě (Vitásek J., Nevosád Z., 2005).

Systém WGS 84 je realizován na modifikovaném Námořním navigačním družicovém systému (NNSS – Navy Navigation Satellite System). Je posunut počátek souřadnicové soustavy tak, aby systém byl geocentrický (Čábelka M., 2008). Osa x je průsečnice nultého poledníku (Greenwich – královská observatoř v Londýně) a rovníku, osa y je průsečnice poledníkové roviny s rovníkem (obr. č. 7) (Vitásek J., Nevosád Z., 2005). Osa z je totožná s osou rotace Země v roce 1984.



Obr. č. 7: Souřadnicový systém WGS84 (Vitásek J., Nevosád Z., 2005).

„Světový geodetický systém 1984 je na území České republiky určen technologiemi kosmické geodézie, které jsou součástí programů monitorovacího a zpracovatelského centra správce systému, souborem souřadnic bodů, které jsou vztaheny ke světovému geodetickému systému 1984 v realizaci G873 a elipsoidem světového geodetického systému 1984“ (Vyhláška ČUZK 430/2006 Sb.).

3.2.4 Souřadnicový systém S-JTSK/05

K zavedení souřadnicového systému S-JTSK/05 vedl požadavek, aby souřadnice S-JTSK měli matematický vztah se souřadnicemi v systému ETRS89. Se sítí ETRF-89 je společných asi 176 bodů systému S-JTSK. Díky těmto 176 bodům bylo možné převést body pomocí systému S-42/83 do systému S-JTSK/95. Tato transformace odstraňovala chybné měřítko a lokální deformace stávajícího systému S-JTSK (Vitásek J., Nevosád Z., 2005). Později byl systém vyrovnán na S-JTSK/05. Systém byl přesto nedokonalý a souřadnice systému S-JTSK a systému S-JTSK/05 se lišili v průměru o 14 cm. (Zákrytový zpravodaj, 3/2011).

S-JTSK/05 není na území České republiky závazným systémem, využívá se jen jako pracovní systém, který zprostředkovává transformaci mezi ETRS89 a S-JTSK (www.cuzk.cz)

4. Historie výškových systémů na území České republiky

Budování výškových systémů na našem území můžeme rozdělit na několik etap.

4.1 Výškové systémy před rokem 1918

První nivelační práce byly v Evropě započaty už na počátku 19. století. Na našem území byla základní nivelační síť zaměřena za Rakouska-Uherska v letech 1872 až 1896 Vojenským zeměpisným ústavem ve Vídni.

Základním bodem nivelační sítě byl v Čechách a na Moravě bod Lišov nedaleko Českých Budějovic, jeho výška byla stanovena na 565,1483 m a vztažena ke střední hladině Jaderského moře. Druhým nivelačním bodem byl bod Strečno na území dnes Slovenské republiky.

Bylo zaměřeno 38 polygonů a stabilizováno bylo 878 výškových bodů. Při budování těchto bodů bylo použito geometrické nivelace a délka záměr nebyla větší než 50 metrů. Použita byla velmi přesná nivelace a síť měla vysokou kvalitu. Byla proto použita jako podklad pro další výšková měření (*Vykutíl J., 1982*).

4.2 Výškové systémy po roce 1918

Další vývoj výškové sítě na našem území pokračoval až po první světové válce. Zůstalo kolem 670 bodů. Síť byla tedy velmi řídká, a proto se začalo s obnovou celého systému. Práce dostala za úkol nově zřízená nivelační kancelář Ministerstva veřejných prací, a protože nebylo dostatek financí, neproběhla kontrola hlavních bodů a přešlo se rovnou na zhušťování sítě. Navazovalo se na body původního systému a nové body byly vkládány mezi body původní. Měření probíhalo ve dvou etapách. První měření šlo z bodu Lišov, druhé z bodu Strečno. Na styku těchto dvou měření se zjistilo, že výškový rozdíl se pohybuje od 23 do 82 milimetrů. Po kontrole obou bodů v roce 1922 se zjistilo, že bod Strečný byl poškozen a klesl o 78 milimetrů (*Vykutíl J., 1982*).

Nová síť I. řádu byla zaměřena mezi roky 1922 a 1926 (*Hauf M. a kolektiv, 1989*). Síť byla propojena s okolními státy (Polsko, Maďarsko, Rakousko), kvalita byla dobrá. Střední kilometrová chyba byla jen 1,7 milimetru. Síť však nebyla dobudována, nivelační pořady zestárly, některé stabilizované body byly ztraceny a některé poškozeny. V roce 1938 bylo rozhodnuto, že se kvůli nedostatkům stávající nivelační sítě vytvoří nová, jednotná nivelační síť. Tento plán však již nebyl uskutečněn (*Vykutíl J., 1982*).

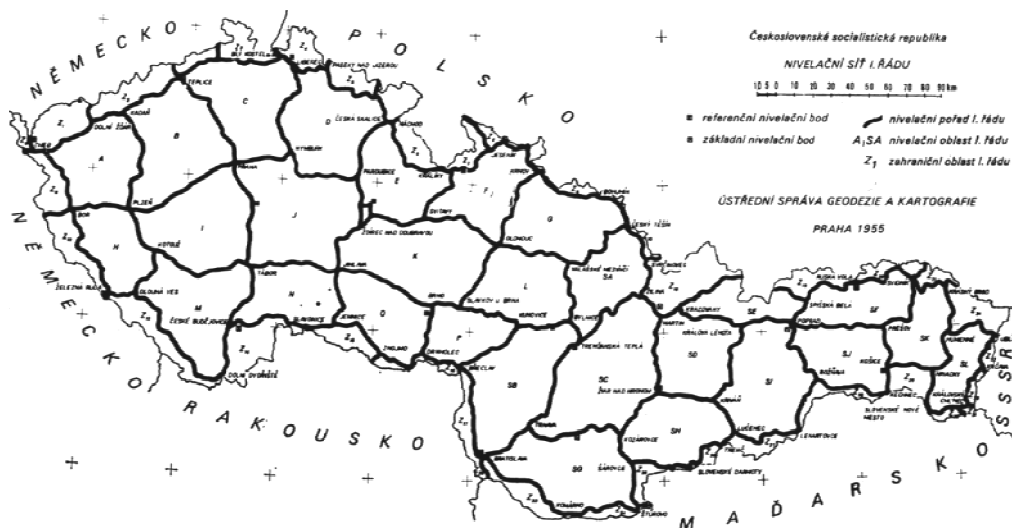
4.3 Výškové systémy po roce 1939

V roce 1939 Němci nařídili převést všechny výšky do výškového systému Severního moře. Základním bodem byl normální nulový bod na Hvězdárně

v Potsdamu. Do této sítě byly vyrovnány i body I. řádu, které byly zaměřeny během války v letech 1939 až 1941. Rozdíl mezi systémem Severního moře a Baltského moře byl přibližně 25 centimetrů. Po skončení války byl tento systém zrušen (Vykuřil J., 1982).

Do roku 1945 probíhali práce na obnově výškové sítě v omezené míře. Po roce 1945 se práce zrychlili. Nově budovaná síť dostala název Československá jednotná nivelační síť (ČSJNS) a výchozím bodem se stal bod Lišov. Do sítě I. řádu byly převzaty body, které byly zaměřeny v letech 1939 až 1941 v Čechách a na Moravě, v pohraničí byly zaměřeny nové pořady.

ČSJNS tvoří 27 polygonů a 35 pohraničních pořadů (obr. č. 8). Nivelačních bodů je celkem 15 000. Výšky tohoto systému byly opět vztaženy k výškovému systému Jaderskému (Vykuřil J., 1982).



Obr. č. 8: Československá nivelační síť (Vykuřil J., 1982).

V roce 1949 byla samostatně vyrovnána českomoravská síť, v roce 1952 byla po doměření vyrovnána slovenská síť a poté byly obě sítě vyrovnány jako celek. Rozdíly výšek mezi vyrovnáním samostatným a společným nečinili více než 1 centimetr (Hauf M. a kolektiv, 1989).

4.4 Výškové systémy po roce 1950

Výšková síť byla v letech 1949 až 1956 propojena s okolními socialistickými státy. Síť I. řádu byla doměřena v roce 1953, II. a III. řádu v roce 1964 (obr. č. 9).

V 50. letech bylo přestoupeno k výškovému systému baltskému. V roce 1952 byl vytvořen přibližný baltský systém B-68 a byl použit pro topografické mapování v měřítku 1:25 000. Výšky ČSJNS jaderského systému byly převedeny odečtením konstanty 0,68 m do systému baltského. V roce 1955 byl systém B-68 nahrazen

prozatímním systémem B-46, od výšek jaderského systému se odečetlo 0,46 m. V roce 1957 došlo k vyrovnání výškové sítě se sítěmi evropských států a vznikl tak nový systém Baltský – po vyrovnání (Bpv). Výšky tohoto systému jsou oproti výškám Jaderského systému nižší přibližně o 40 centimetrů (Vykuřil J., 1982).

Od 1.1 2000 se v České republice smí používat pouze výškový systém Baltský – po vyrovnání (Chamout L., Skála P., 2008).



Obr. č. 9: Československá nivelační síť I. a II. Řádu (Vykuřil J., 1982).

„Výškový systém baltský - po vyrovnání je určen výchozím výškovým bodem, kterým je nula stupnice mořského vodočtu v Kronštadu a souborem normálních výšek z mezinárodního vyrovnání nivelačních sítí“ (Vyhláška ČUZK 430/2006 Sb.).

Základní nivelační bod Lišov, jehož nadmořská výška je 564,7597m v systému Bpv (obr. č. 10), je výchozím bodem české nivelační sítě. Bod leží u obce Lišov nedaleko Českých Budějovic. Bod byl stabilizován již v roce 1877 v rámci sítě rakousko-uherské nivelace Rakousko-uherským vojenským zeměpisným ústavem (RUVZÚ) (www.cuzk.cz). Bodů, jako je základní nivelační bod Lišov, bylo na území celého mocnářství celkem sedm. Na území České republiky se nachází jen jeden – Lišov (časopis Zeměměřič č. 8./9. 2004). Bod je vyhlazen ve vodorovnou plošku 15x15cm na zachovalé skále a je chráněn třídílným pomníkem zřízeným RUVZÚ v roce 1890 (www.cuzk.cz).



Obr. č. 10: Základní nivelační bod Lišov (www.cuzk.cz).

5. Bodová pole

Bodová pole jsou tvořena geodetickými body, které jsou rozloženy po celém území České republiky (*Schenk J., 2004*).

Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního 31/1995 Sb. nám říká, že „geodetický bod je trvale označený bod stanovenými měřickými značkami a signalizačními nebo ochrannými zařízeními. Geodetickými údaji soubor písemných, číselných a grafických údajů o bodech polohového, výškového a tíhového bodového pole, které jsou součástí dokumentovaných výsledků zeměměřických činností nebo báze dat bodového pole. Bází dat bodového pole údaje o bodech dokumentované orgány státní správy zeměměřictví a katastru nemovitostí České republiky.“

Bodová pole dělíme podle jejich účelu na polohová, výšková a tíhová. Dále je vždy dělíme na základní a podrobná pole. Tyto body jsou v terénu stabilizovány a trvale značeny, aby na ně bylo možné provést měření (*Fišer Z., Vondrák J., 2005*). Podrobné bodové pole budujeme podle potřeby a vycházíme přitom z bodů základního bodového pole (*Schenk J., 2004*).

5.1 Polohové bodové pole

Polohové bodové pole tvoří body základního polohového bodového pole, zhušťovací body a body podrobného polohového bodového pole (*Vyhláška ČUZK 31/1995 Sb.*).

Body polohového bodového pole jsou určeny souřadnicemi x, y a výškou a slouží jako podklad pro polohová měření (*Vykutíl J., 1982*).

Všechny údaje o bodech polohového bodového pole lze najít na internetu na stránkách: <http://dataz.cuzk.cz>.

5.1.1 Číslování bodů

Čísla bodů polohového pole jsou dvanáctimístná. Prvních osm čísel je číslo skupinové, které vyjadřuje buď číslo základního triangulačního listu (ZL 50x50) a triangulačního listu (TL 10x10) nebo číslo katastrálního území, kde se bod nachází. Zbýlá čtyři čísla jsou čísla vlastní (*Ratiborský J., 2002*).

Čísla vlastní nabývají hodnot od 1 do 9999. Číslem 1-199 číslujeme body základního polohového pole a říkáme jim body trigonometrické (TB). Od čísla 201 do čísla 499 značíme body zhušťovací (ZhB) a společně s body trigonometrickými se číslují v rámci triangulačních listů. Body zajišťovací a orientační číslujeme od čísla 501 do čísla 3999 a od čísla 4001 číslujeme pomocné body a číslujeme je v rámci katastrálního území (*Ratiborský J., 2000*).

Body základního polohového pole i body podrobného polohového pole mají každý své geodetické údaje. Mezi ně zahrnujeme číslo a název bodu, lokalizační

údaje bodu, souřadnice y , x a jeho výšku, místopisný náčrt, údaje o stabilizaci, ochraně a signalizaci, údaje o zřízení bodu a údaje o zajišťovacích nebo orientačních bodech. Pokud se jedná o bod trigonometrický, uvádí se ještě údaje o vlastníku pozemku nebo stavby (*Vyhláška ČUZK 31/1995 Sb.*). Geodetické údaje bodu podrobného polohového pole jsou číslo bodu, lokalizační údaje bodu, souřadnice, třída přesnosti a výška bodu v Bpv, místopisný náčrt, nárys nebo detail, popis, způsob stabilizace a určení bodu a poznámky (*Vyhláška ČUZK 26/2007 Sb.*).

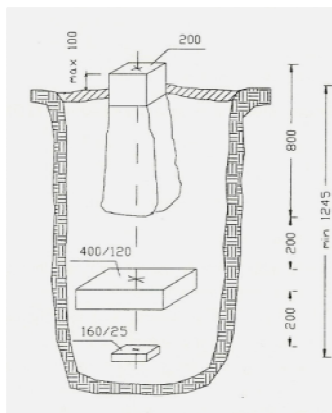
5.1.2 Stabilizace a signalizace

Největší důraz na stabilizaci bodů je kladen na body základní (*Schenk J., 2004*). Většinou ke stabilizaci dochází třemi značkami – povrchový žulový hranol a dvě podzemní značky (*obr. č. 11*). Pokud není možné bod stabilizovat tímto způsobem, je použit jiný způsob. Trigonometrický bod by měl mít zajištěné orientace na jiný bod trigonometrický, zhušťovací nebo jiný orientační bod, který je vzdálen maximálně 300 metrů. Jako trigonometrický bod může být použita např. makovice věže kostela apod. Takový bod by měl být vždy zajištěn dvěma zajišťovacími body na zemi.

Zhušťovací bod se stabilizuje jednou povrchovou a jednou podpovrchovou značkou. Bod je vždy zajištěn buď jiným zhušťovacím nebo podrobným bodem polohového pole nebo jiným bodem bez podpovrchové značky vzdáleným maximálně 500 metrů.

U bodů podrobného polohového pole se body stabilizují kamenem s jednou podpovrchovou značkou. Pokud podzemní stabilizace není možná, musí se zřídit stabilizovaný zajišťovací bod.

Body polohového pole, základního i podrobného, by měli být dále označeny červenobílou nebo černobílou ochrannou tyčí vzdálenou od středu bodu 0,75 metru a výstražnou tabulkou: STÁTNÍ TRIANGULACE. POŠKOZENÍ SE TRESTÁ u bodu triangulačního nebo „GEODETICKÝ BOD. POŠKOZENÍ SE TRESTÁ“ nebo „ZHUŠŤOVACÍ BOD. POŠKOZENÍ SE TRESTÁ“ u bodu zhušťovacího (*Vyhláška ČUZK 31/1995 Sb.*).



Obr. č. 11: Stabilizace bodu základního polohového pole (*Ratiborský J., 2002*).

5.1.3 Přesnost bodů

„Základní střední souřadnicová chyba u trigonometrického bodu je stanovena hodnotou 0,015 m, u bodu zhušťovacích je to 0,02 m. Střední chyba v určení nadmořské výšky je u obou typů bodů stanovena hodnotou na 0,1 metru“ (*Vyhláška ČUZK 31/1995 Sb.*).

5.2 Výškové bodové pole

Výškové bodové pole tvoří body základního výškového bodového pole a body podrobného výškového bodového pole. Body se dále dělí na body I., II., III., IV. řádu a body plošné nivelace. Základní síť tvoří 12 nivelačních bodů, které zajišťují Českou státní nivelační síť (*Vyhláška ČUZK 31/1995 Sb.*).

Výšky bodů jsou určeny nivelací v přijatém výškovém systému a jsou rozloženy tak, aby na ně bylo možno provést navazující výškové měření (*Schenk J., 2004*).

Soubor několika nivelačních bodů jdoucích za sebou tvoří nivelační pořad, část pořadu mezi dvěma nivelačními body je oddíl. Úsek tvoří několik oddílů jdoucích za sebou. Nivelačním polygonem rozumíme uzavřený řetězec, který tvoří jeden a více nivelačních pořadů. Polygon tvoří nivelační uzavřenou oblast na určitém území (*Vykutíl J., 1982*).

Všechny údaje o bodech výškové sítě lze najít na internetu na stránkách: <http://nivelace.cuzk.cz>.

5.2.1 Systém značení

Číslování výškového pole se liší od číslování polohového bodového pole. Každý bod má své číslo, které je originální a jiný výškový bod nemůže mít stejné.

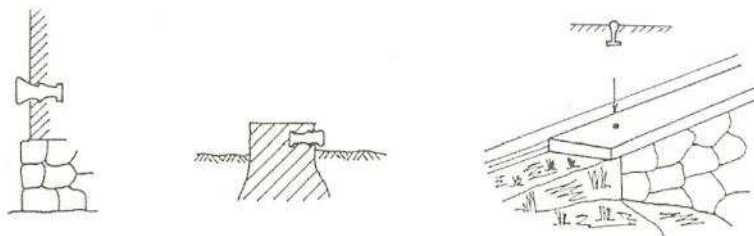
Polygony I. řádu se značí velkým písmenem (A, B, C,...), v Čechách a na Moravě je to písmeny A až P. Vložený polygon je označen malým písmenem postupně podle abecedy (Aa, Bb, Cc,...). U III. řádu se pořady číslují od 1 (Aa1, Bb2, Cc3..). Podrobné výškové pole se navíc značí označením katastrálního území (*Hauf M. a kolektiv, 1989*).

5.2.2 Stabilizace a signalizace

Nivelační body I. řádu se nejčastěji umísťují podél komunikací. Základní nivelační body se umísťují poblíž bodů I. řádu a stabilizují se dvěma až čtyřmi body (*Vykutíl J., 1982*).

Nivelační body jsou v terénu od sebe vzdáleny 0,3 km, pokud leží v zastavěné oblasti a do 1,0 km v nezastavěné oblasti. V kopcovitém terénu se volí menší vzdálenosti (*Schenk J., 2004*).

Body jsou stabilizovány několika způsoby. Může být použita značka hřebová nebo čepová (většinou na stavbách) (obr. č. 12) s označením: „STÁTNÍ NIVELACE“. Ostatní body jsou chráněny červenobílou ochrannou tyčí s výstražnou tabulkou, na které stojí: „STÁTNÍ NIVELACE. POŠKOZENÍ SE TRESTÁ“.



Obr. č. 12: Čepové a hřebové nivelační značky (Chamout L., Skála P., 2008).

U stabilizovaných bodů nivelační sítě se pořizují údaje, které zahrnují číslo bodu, označení nivelačního pořadu, délku oddílu a vzdálenost od počátku pořadu, číslo předcházejícího nivelačního bodu, místopisný náčrt, lokalizační údaje, druh značky, druh stabilizace, stupeň stability, druh nivelačního bodu, rok určení nadmořské výšky, údaje o zřízení, stav a stáří bodu.

Údaje o nadmořské výšce se uvádějí v metrech a zaokrouhlují se u bodů I. – IV. řádu na tři desetinná místa, u bodů plošné nivelační sítě a ostatních sítí na dvě desetinná místa (Vyhláška ČUZK 31/1995 Sb.).

5.2.3 Přesnost bodů výškového pole

„Přesnost je určena podle střední chyby m_L nivelačního převýšení mezi nivelačními body. Hodnota m_L nesmí překročit hodnotu, která vyjde ze vzorce $m_L = m \cdot \sqrt{L}$ (v milimetrech). L je hodnota vzdálenosti nivelačních bodů v kilometrech a m je hodnota základní střední kilometrové chyby nivelačního převýšení (v milimetrech).

Pro I. řád platí: $0,4+0,71 \sqrt{nR}$

II. řád platí: $0,45+0,8 \sqrt{nR}$

III. řád platí: $0,6+1,06 \sqrt{nR}$

IV. řád platí: $1,0+1,77 \sqrt{nR}$

nR je počet nivelačních oddílů v posuzovaném převýšení“ (Vyhláška ČUZK 31/1995 Sb.).

6. Globální navigační satelitní systémy

Ve zkratce GNSS (Global Navigation Satellite Systems), je služba, kdy se za využití družic určuje poloha kdekoli na Zemi. Družice využívají radiových vln a princip je založen na měření času, který uplyne od doby, kdy vlna byla vyslána a dorazila k přijímači. Družice jsou pohyblivé objekty, pohybují se velkou rychlostí a každá je vybavena systémem, který kdykoli poskytne informace o její poloze.

Mezi světové GNSS patří americký systém GPS NAVSTAR, ruský systém GLONASS a evropský systém Galileo, který je ve výstavbě.

Tyto systémy jsou zpravidla tvořeny 3 základními složkami:

- a) složka kosmická - soustava družic obíhající po oběžné dráze,
- b) složka řídicí a kontrolní - pozemní stanice,
- c) složka uživatelská – přijímače nejrůznějších typů a využití (*Čábelka M., 2008*).

6.1 GPS NAVSTAR (NAVigation Satellite Timing And Ranging)

GPS – Global Positioning System = Globální polohový systém. Systém byl vyvinut jako vojenský navigační systém a je provozovaný Ministerstvem obrany Spojených států amerických. Hlavní řídicí stanice leží v Colorado Springs, USA. Později byl zpřístupněn i pro civilní účely.

Vývoj systému probíhal ve 3. etapách. 1. a 2. etapa probíhala od roku 1973 do roku 1988. Proběhlo ověřování principů činnosti systému GPS, prováděny testy, budování řídicích středisek, vývoj družic a testovali se přijímače. Ve 3. etapě do roku 1994 se dosáhlo vypuštění všech družic a systém byl částečně zprovozněn. Plně funkční je od ½ roku 1995.

Základní počet družic je 24, obíhají Zemi ve skupinách po 4 na 6 oběžných drahách. Na oběžné dráze obíhají ve výšce 20,2 km. V současnosti je na orbitu 31 družic. Jsou vypouštěny nové družice a staré se ruší podle technického stavu. Družice jsou na oběžných drahách rozmístěny nepravidelně (*www.gps.gov*). Průměrná životnost družice je 10let, obměna celého kosmického segmentu trvá 20 let (*Čábelka M., 2008*).

6.2 GLONASS

V 70. letech minulého století začalo Rusko vyvíjet svůj navigační systém s názvem GLONASS (GLObalnaja NAVigacionnaja Sputnikovaja Sistéma). Původně byl vyvinut jako vojenský systém, dnes je využíván i pro civilní účely. Systém GLONASS je obdobou amerického systému GPS NAVSTAR, ale je modernější (*Čábelka M., 2008*).

První družice byly vypuštěny v roce 1982. Družic je celkem 29, v provozu je jich aktuálně 23 (26. 2. 2013). Zemi obíhají ve 3 rovinách ve výšce 19,1 km

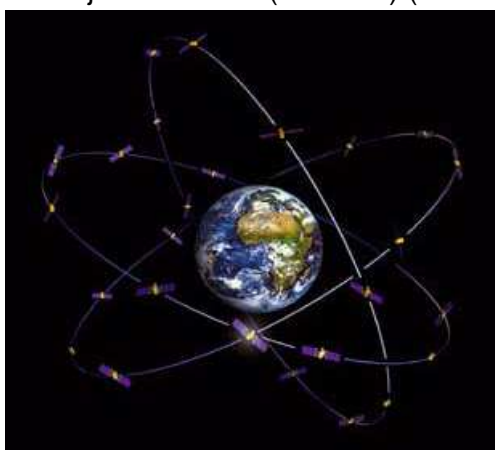
(www.glonass-ianc.rsa.ru). Družice jsou rozmístěny tak, aby jich bylo ze Země vidět vždy minimálně 5 (Čábelka M., 2008).

6.3 GALILEO

Globální navigační systém, který je budován za spolupráce států evropské unie a Evropskou kosmickou agenturou (ESA) zřízenou pro tyto účely. Projekt GALILEO byl oficiálně zahájen 19.7.1999 a zprovozněn by měl být v roce 2014.

Princip GALILEA je stejný jako princip amerického systému GPS a ruského systému GLONASS a tyto dva systémy ho budou doplňovat, ale bude oproti nim sloužit hlavně pro civilní účely. Tento evropský navigační systém by měl mít vyšší přesnost dostupnou veřejnosti a lepší pokrytí, zejména v severnějších oblastech světa (Čábelka M., 2008).

Celkový počet družic by měl být 30, obíhat Zemi budou ve třech rovinách ve výšce 23,222 km. Roviny dráhy svírají s rovinou rovníku 56°. Každou rovinu bude tvořit 9 aktivních družic a jedna záložní (obr. č. 13) (www.esa.int).



Obr. č. 13: Konstelace družic systému GALILEO (www.esa.int).

První testovací družice byla do vesmíru vyslána na konci roku 2005, druhá v polovině roku 2008. Obě družice vysílají vysoce kvalitní navigační signál, který pokrývá celou zeměkouli. Další dvě družice Galileo-IOV PFM (Thijs) a Galileo-IOV FM2 (Natalia) byly do vesmíru vypuštěny 21. 10. 2011. Jejich názvy nesou jména dětí, která byla vybrána v mezinárodní soutěži o nejlepší kresbu s kosmickou tematikou, pořádaná evropskou komisí ve všech 27 státech Evropské unie. 12. 10. 2012 byly vypuštěny další dvě družice Galileo-IOV FM3 (David) a Galileo-IOV FM4 (Sif) (<http://space.skyrocket.de>). Předposlední jmenovaná družice nese jméno českého chlapce Davida, vítěze jmenované soutěže (www.novinky.cz). Dalších 14 družic by mělo být vyneseno do roku 2015 a poslední družice by měla být do vesmíru vyslána v roce 2020 (<http://ec.europa.eu>).

Každá družice vysílá rádiové signály. Tyto signály bude přijímat 20 pozemních stanic, které budou monitorovat a určovat vzdálenost družic. Údaje o vzdálenostech

budou dále zpracovány v hlavních řídicích stanicích v Německu a Itálii a vyhodnocené údaje o dráhách satelitu poputují zpět do monitorovacích stanic a odtud pak zpět na družice. Družice pak vysílají přesné údaje uživateli na Zemi. Centrála systému Galileo by měla sídlit v Praze. Rozhodli o tom zástupci států Evropské unie na konci roku 2010 (<http://zpravy.ihned.cz>).

Po dokončení bude systém GALILEO poskytovat 5 druhů služeb:

- základní služba – volně dostupná
- komerční služba – zpoplatněna, například geodézie
- kritická služba – bezpečnost, ozbrojené, záchranné, dopravní složky
- veřejně regulovaná služba – vysoká přesnost, vládní služby (policie, armáda)
- vyhledávací a záchranná služba (Čábelka M., 2008).

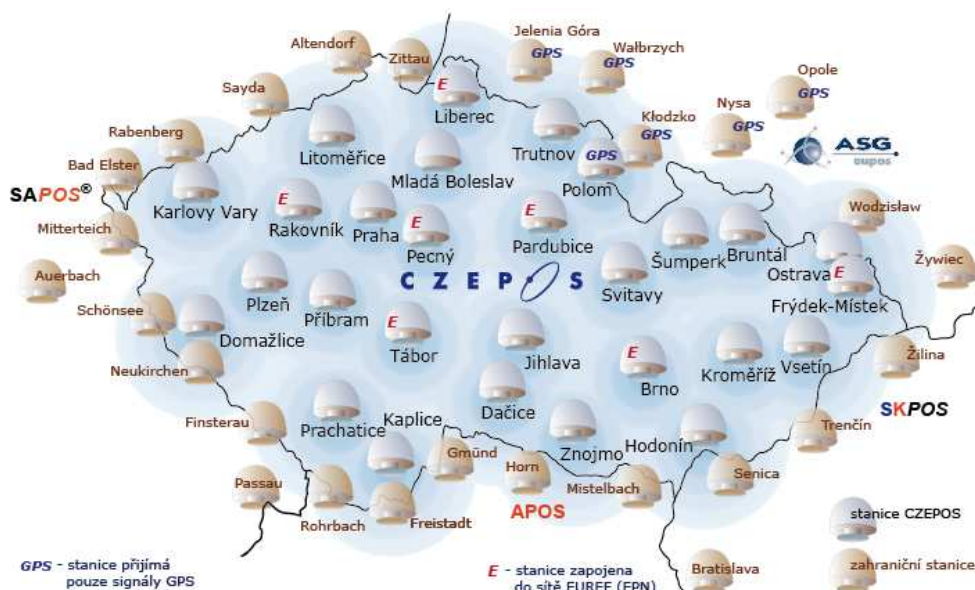
Od roku 2009 je v provozu evropská podpůrná geostacionární navigační služba EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service). Jde o předstupeň systému GALILEO, který vylepšuje vlastnosti GPS i GLONASS. Funguje pouze na evropském kontinentu a provozuje ho Evropská kosmická agentura (www.czechspaceportal.cz).

7. Síť permanentních stanic v ČR

V České republice existuje několik společností, které poskytují služby permanentních stanic. Například CZEPOS, TRIMBLE VRS NOW, GEODIS TopNet, VESOG. Tato kapitola se bude podrobně zmiňovat pouze o CZEPOS a TRIMBLE VRS NOW.

7.1 CZEPOS

Síť permanentních stanic CZEPOS (obr. č. 14) (Czech positioning system) umožňuje přijímat korekční data v reálném čase, je tedy možno určit polohu v souřadnicích. Tato síť je realizována ve spolupráci VÚGTK (Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický) a ZÚ (Zeměměřický ústav) v Praze. Jeho realizace započala v roce 2004 (Vitásek J., Nevosád Z., 2005). Systém tvoří 28 stanic na území České Republiky a 27 stanic sousedních států. Na území České Republiky je 23 stanic CZEPOS a 5 externích stanic jiných vědeckých institucí. Veškeré stanice CZEPOS a většina externích stanic je od 5/2012 kompatibilní se systémy GPS NAVSTAR a GLONASS (<http://czeapos.cuzk.cz>).



Obr. č. 14: Síť permanentních stanic CZEPOS (<http://czeapos.cuzk.cz>).

7.2 Trimble VRS NOW

Síť Trimble VRS NOW pracuje na stejném principu jako síť CZEPOS. Je provozována firmou Trimble, která své služby provozuje i v jiných zahraničních státech (Velká Británie, Německo, Irsko, Estonsko, atd).

Na území České Republiky je umístěno 24 referenčních stanic a využito je i 8 stanic na území Německa (obr. č. 15). Síť Trimble VRS Now je od r. 2012 zahrnuta do monitorovací kampaně VÚGTK, není tedy nutné ověřovat měření dle vyhlášky 31/1995 Sb.



Obr. č. 15: Referenční stanice sítě Trimble VRS Now (www.geotronics.cz).

8. Metodika

8.1 Popis území

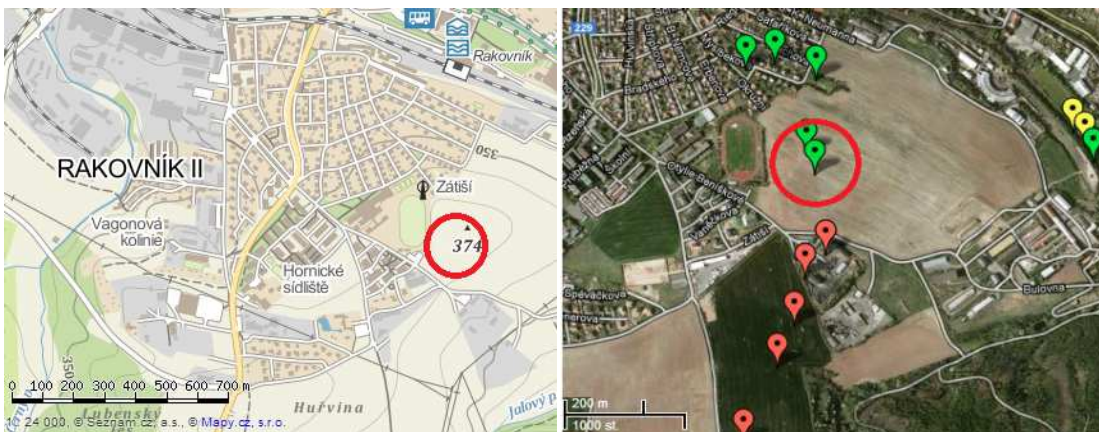
Pro přeměřování výšek bodů polohového pole byla vybrána tři území. Všechny se nachází na západě středočeského kraje a hornická činnost má v těchto oblastech dlouholetou tradici.

Z geologického hlediska naše území spadají do středočeské oblasti a jsou součástí českého masivu. Ten dělíme na čtyři oblasti, ze kterých nás zajímá oblast limnického (sladkovodního) permokarbonu. Oblast limnického permokarbonu se dělí na další čtyři oblasti a to limnickou část Středočeskou, Lužickou, Krušnohorskou a limnických brázd. Limnický permokarbon tvoří svrchnokarbonsko-permské sedimenty, které jsou z části uhlonosné. Součástí limnického permokarbonu je rakovnická pánev (Brunclík O., Beneš S., Vlk K., 1986).

8.1.1 Rakovník

Město Rakovník je okresní město a leží přibližně 60 kilometrů západně od hlavního města Prahy. V okolí města se v dřívější době těžili kyzonosné a kamenečné břidlice a uhlí, v dnešní době dochází k těžbě žáruvzdorných lupků (Krejčí F., 1972). Na mapce (obr. č. 16) je znázorněno vybrané zkoumané území.

Jámy a štoly ležící v této oblasti jsou jámy Josef, Antonín Paduánský, Marie, Svatá Terezie, Svatá Marie Pomocná a štola Jiří II. Jejich poloha je znázorněna na mapce (obr. č. 17) (www.kladnominule.cz).



Obr. č. 16: Vybrané území Rakovník (www.mapy.cz).

Obr. č. 17: Poloha důlních děl Rakovník (www.kladnominule.cz).

Na Rakovnicku byly vybrány pro technickou nivelaci trigonometrický bod 21 (obr. č. 18) a nivelační bod Bg9-4.2, který byl ověřen nivelačním bodem Bg9-5.1 (obr. č. 19). TB 21 na povrchu značí žulový hranol a je chráněn betonovou skruží. Stav nadmořské výšky k roku 2003 je 373,39 m.n.m (příloha č. 1).

Nivelační bod Bg9-4.2 je stabilizován čepovou nivelační značkou na boku betonového mostku u silnice. Výška je 388,388 m.n.m. a byla zaměřena v roce 2008 (příloha č. 2). Nivelační bod Bg9-5.1 je stabilizován čepovou nivelační značkou umístěnou na budově. Výška je 392,703 m.n.m. a byla zaměřena v roce 2008 (příloha č. 3).

Trigonometrický bod 21 byl trigonometrickou nivelací ověřen ze zhušťovacího bodu 254 (obr. č. 18). Ten je značen povrchovým žulovým hrotem. Výška je 378,22 m.n.m a byla zaměřena v roce 1999 (příloha č. 4).

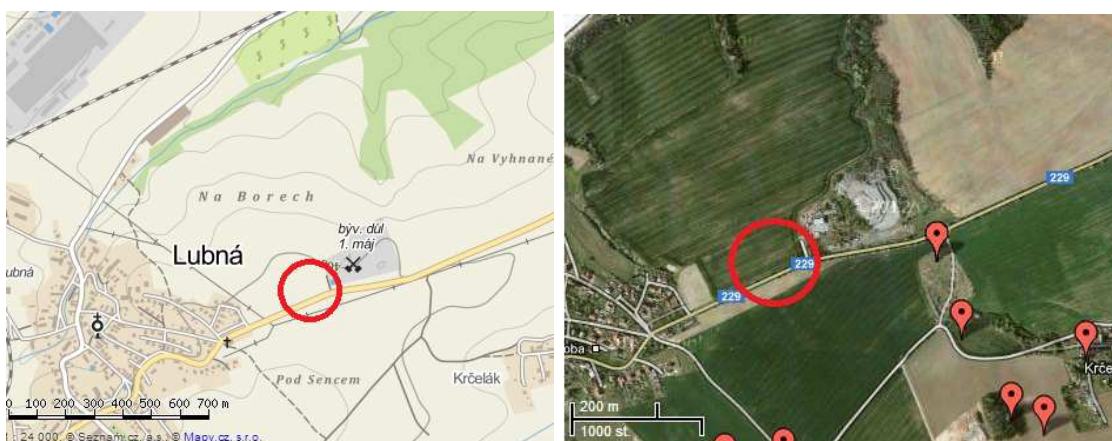


Obr. č. 18: TB 21 a Zhb 254(www.cuzk.cz). Obr. č. 19: NB Bg9-4.2 a Bg9-5. (www.cuzk.cz).

8.1.2 Lubná

Obec Lubná leží nedaleko města Rakovník. V jejím okolí se těžili kyzonosné a kamenečné břidlice a uhlí, v dnešní době se zde těží žáruvzdorný lupek (Krejčí F., 1972). Na mapce (obr. č. 20) je znázorněno vybrané zkoumané území.

Jámy ležící v této oblasti jsou jámy I. Máj, Marta II a Marta III. Jejich poloha je znázorněna na mapce (obr. č. 21) (www.kladnominule.cz).



Obr. č. 20: Vybrané území Lubná (www.mapy.cz).

Obr. č. 21: Poloha důlních děl Lubná (www.kladnominule.cz).

Pro technickou nivelaci byly vybrány body TB 24 (obr. č. 22) a NB Bg9-6.1, který byl ověřen nivelačním bodem Bg9-5.1 (obr. č. 23). Trigonometrický bod 24 na

povrchu značí žulový hranol. Stav nadmořské výšky k roku 1991 je 397,66 m.n.m (příloha č. 5).

Nivelační bod Bg9-6.1 je stabilizován čepovou nivelační značkou na budově. Výška je 398,312 m.n.m. a byla zaměřena v roce 2008 (příloha č. 6). Nivelační bod Bg9-5.1 je stabilizován čepovou nivelační značkou umístěnou na budově. Výška je 392,703 m.n.m. a byla zaměřena v roce 2008 (příloha č. 3).

Trigonometrický bod 24 byl trigonometrickou nivelací ověřen ze Zhb 260 (obr. č. 22). Ten je značen povrchovým žulovým hranolem. Výška je 406,23 m.n.m a byla zaměřena v roce 1999 (příloha č. 7).

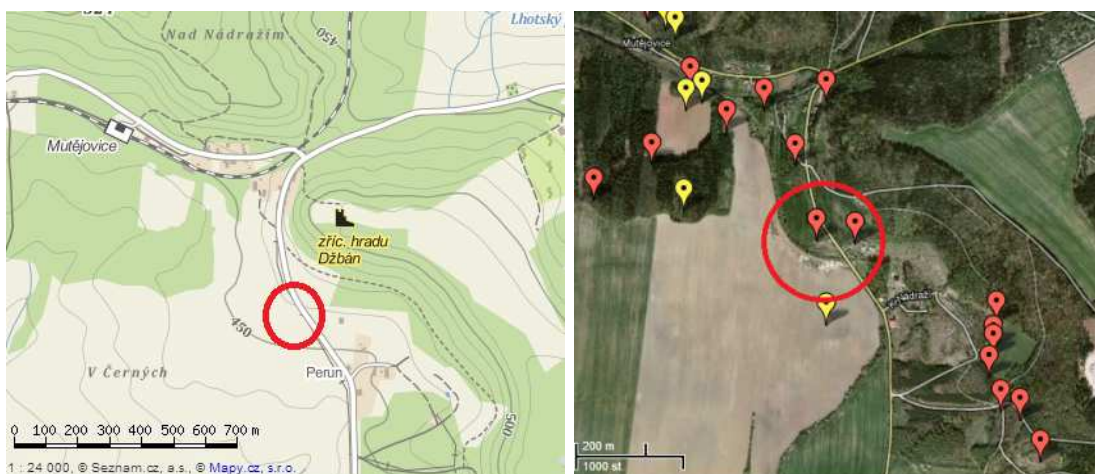


Obr. č. 22: TB 24 a Zhb 260 (www.cuzk.cz). Obr. č. 23: Bg9-6.1 a Bg9-5.1 (www.cuzk.cz).

8.1.3 Mutějovice - Perun

Obec Mutějovice leží asi 15 km severně od města Rakovník. Území leží na uhlonosné kounovské sloji, takže se zde v minulosti těžilo uhlí. V dnešní době se zde těží žáruvzdorný lupek (Krejčí F., 1972). Na mapce (obr. č. 24) je znázorněno vybrané zkoumané území.

Jámy ležící v této oblasti jsou jámy Očišťování Pany Marie, Jan I, Jan II. Jejich poloha je znázorněna na mapce (obr. č. 25) (www.kladnominule.cz).



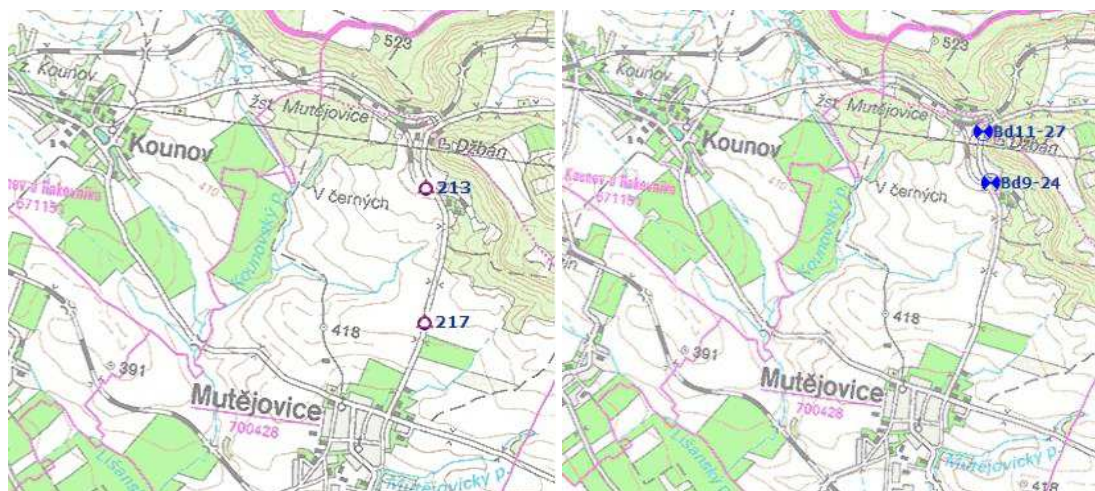
Obr. č. 24: Vybrané území Mutějovice (www.mapy.cz).

Obr. č. 25: Poloha důlních děl Mutějovice (www.kladnominule.cz).

Pro technickou nivelaci byly vybrány body Zhb 213 (obr. č. 26) a NB Bd9-24, který byl ověřen nivelačním bodem Bd9-11 (obr. č. 27). Zhušťovací bod 213 na povrchu značí žulový hranol. Stav nadmořské výšky k roku 1999 je 457,73 m.n.m (příloha č. 8).

Nivelační bod Bd9-24 je stabilizován čepovou nivelační značkou na budově. Výška je 457,524 m.n.m. a byla zaměřena v roce 1986 (příloha č. 9). Nivelační bod Bd9-11 je stabilizován čepovou nivelační značkou umístěnou na budově. Výška je 468,488 m.n.m. a byla zaměřena v roce 1986 (příloha č. 10).

Zhušťovací bod 213 byl trigonometrickou nivelací ověřen ze Zhb 217 (obr. č. 26). Ten je značen povrchovým žulovým hranolem. Výška je 427,05 m.n.m a byla zaměřena v roce 1999 (příloha č. 11).



Obr. č. 26: Zhb 213 a Zhb 217 (www.cuzk.cz).

Obr. č. 27: NB Bd9-24 a Bd11-27 (www.cuzk.cz).

Výšky všech bodů jsou určeny ve výškovém systému baltský – po vyrovnání. Veškeré geodetické a nivelační údaje jsou uvedené v příloze.

8.2 Geodetické přístroje

K zaměřování údajů pro tuto práci bylo použito tří různých přístrojů. K trigonometrické nivelaci bylo použito totální stanice Trimble M3, k technické nivelaci byl použit nivelační přístroj Topcon At-g4 a pro měření metodou GNSS byla použita stanice GPS Trimble R6.

8.2.1 Nivelační přístroj Topcon At-g4

Nivelační přístroj s kompenzátorem (*obr. č. 28*).

Přesnost přístroje Topcon je $\pm 2,0$ mm na jeden kilometr (nivelační-přístroj-topcon-atg7,4cz.pdf). Tento přístroj se pro svou přesnost hodí pro technickou nivelaci.

Nivelační soupravu tvoří nivelační přístroj, nivelační lať, stativ, nivelační podložka. Dále potřebujeme zápisník a psací potřeby.

Nivelační lať je plastová a konce má chráněné kovovými destičkami. Je teleskopická, má centimetrovou stupnici a je opatřena libelou.



Obr. č. 28: Nivelační přístroj Topcon At-g4 (vlastní zdroj).

8.2.2 Totální stanice Trimble M3

Totální stanice od firmy Trimble (*obr. č. 29*) poskytuje rychlé, přesné a spolehlivé měření. Její úhlová přesnost je 5". Měření bylo prováděno na koutový odrazný hranol, který byl připevněn na teleskopické výtyčce značky Nikon. Další pomůcky – stativ, svinovací metr.

Přesnost měření: 3", 5" hranol $\pm (3+2\text{ppm} \times D)$ mm (*Trimble M3 - technické specifikace.pdf*).



Obr. č. 29: Totální stanice Trimble M3 (vlastní zdroj).

8.2.3 GNSS Trimble R6

Spolehlivý dvoufrekvenční GPS rover od firmy Trimble (obr. č. 30). Kompaktní přijímač je umístěn na výtyčce a ovládá se kontrolní jednotkou TSC2. Je schopný přijímat signál z amerického systému GPS NAVSTAR ale i z ruského systému GLONASS. Veškeré výpočty probíhají v kontroleru, kde software kontrolní jednotky využívá tzv. globální klíč s opravami, který automaticky opravuje lokální deformace souřadnicového systému S-JTSK a výškově počítá s přesným modelem geoidu pro ČR. Transformační klíč je schválen CUZK.

Přesnost měření při statickém a rychlém statické měření: poloha 3 mm + 0,1 ppm RMS, výška 3,5 mm + 0,4 ppm RMS (*Trimble R6 - technické specifikace.pdf*).



Obr. č. 30: Trimble R6 (vlastní zdroj).

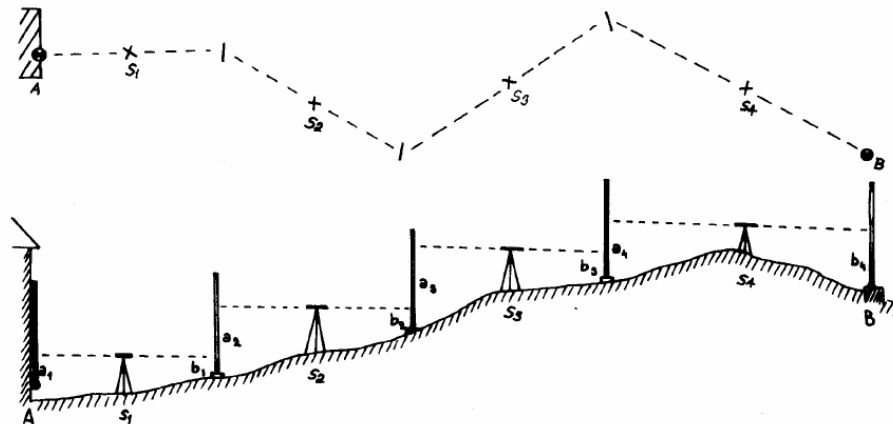
8.3 Měření výšek

„Výška je vzdálenost bodu od zvolené referenční plochy, která je dána hladinou moře“ (www.vugtk.cz).

Záměrem měření výšek je určení převýšení mezi body s danou výškou a body neznámými (Chamout L., Skála P., 2008). Existuje několik metod pro určování výšek, nivelace, trigonometrická nivelace a metoda GPS.

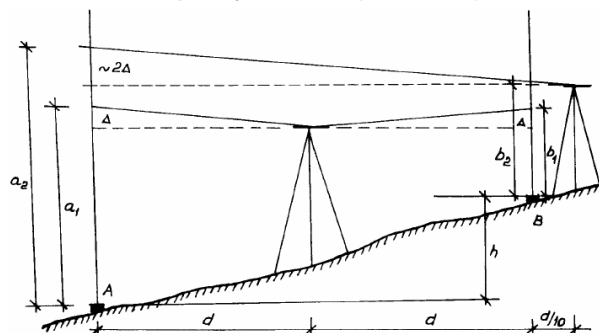
8.3.1 Nivelace

Podstatou nivelace je určení rozdílu výšek dvou bodů. Realizuje se ve vodorovné poloze dalekohledu nivelačního přístroje. Nivelační pořady se připojují na výškové body státní nivelace ČSN. Nejčastěji využívanou metodou nivelace je metoda ze středu (obr. č. 31). Při technické nivelaci by měla být střední kilometrová chyba přístroje $\leq 5\text{mm}$, dle vzorce $\Delta_h \leq 20 \cdot \sqrt{r_{\text{km}}}$ (Chamout L., Skála P., 2008).



Obr. č. 31: Nivelační metoda ze středu (Chamout L., Skála P., 2008).

Před započítáním veškerého měření provedeme polní zkoušku nivelačního přístroje. Zkouška spočívá v kontrole osové podmínky, že záměrná přímka je rovnoběžná s osou nivelační libely. Stroj postavíme do přímky mezi body A a B. Vyrovnáme do vodorovné polohy, přečteme čtení vpřed a vzad a získáme převýšení h_1 . Poté nivelační přístroj postavíme za jeden z bodů a znovu přečteme a zapíšeme čtení vpřed a vzad a získáme převýšení h_2 (obr. č. 32)



Obr. č. 32: Polní zkouška nivelačního přístroje (Chamout L., Skála P., 2008).

Rozdíl převýšení h_1 a h_2 by neměl být vyšší než 2-3 mm, které může způsobit nepřesný odhad čtení z nivelační lati. Polní zkouška přístroje byla pro jistotu provedena před každým vlastním měřením.

Pro určení výšek bodů byl zvolen uzavřený nivelační pořad, kdy výchozí a koncový bod je stejný. Z tohoto důvodu bylo nutné ověřit výšku nivelačního bodu, který byl pro technickou nivelaci výchozí a zároveň koncový. Ověření provedeme zaměřením tohoto bodu na jiný nejbližší nivelační bod a to volným nivelačním pořadem, který tvoří pouze jeden nivelační pořad.

Stroj stavíme tak, aby stál co nejstabilněji a vodorovně. Nohy stativu zašlápeme a přístroj urovnáme pomocí krabicové libely. Délka záměr je v maximální vzdálenosti 50-60m od nivelační latě. Vzdálenost u technické nivelace určujeme krokováním. Maximální délka uzavřeného nivelačního pořadu by neměla překročit 3 km. Na prvním stanovišti lať stavíme na nivelační bod se známou výškou, další body dočasně stabilizujeme nivelační podložkou a lať stavíme na ní. Na každém stanovišti cílíme na nivelační lať, zaostříme dalekohled a odečítáme údaje z nivelační latě, nejprve záměru vzad (a), poté vpřed (b) a zapisujeme do zápisníku. Výšky záměr by neměli klesnout pod 0,3 m, abychom předešli chybě z refrakce.

Hledané převýšení je:

$$h = a - b.$$

a - záměra vzad

b - záměra vpřed

Výška bodu se určí ze vzorce:

$$V_B = V_A + h$$

V_A - výška bodů

h – vypočtené převýšení (může být kladné i záporné)

Převýšení bodů získáme součtem všech převýšení v měřené sestavě a tuto hodnotu přičítáme k výšce výchozího bodu.

Všechny tato údaje zapisujeme do nivelačního zápisníku a v něm dochází k veškerým výpočtům.

Mezní odchylka nivelačního pořadu:

$$\Delta_h = 40\text{mm} \cdot \sqrt{r}$$

r - délka nivelačního pořadu v km.

Může být zpřísněna na:

$$\Delta_h = 20\text{mm} \cdot \sqrt{r}$$

Musí být splněna nerovnost $\Delta h > \sigma_h$.

$$\sigma_h = h - h'$$

h - dané převýšení počátečního a koncového bodu (u ověření nivelačního bodu)

- součet všech měření vzad (u uzavřeného nivelačního pořadu)

h' - změřené převýšení počátečního a koncového bodu (u ověření nivelačního bodu)

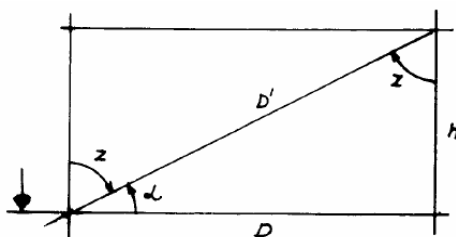
- součet všech měření vpřed (u uzavřeného nivelačního pořadu)

Odchylku σ_h (opravu) měření rozdělujeme rovnoměrně do celého pořadu a to k měření vzad.

Přesnost měření ovlivňují chyby, kterých se můžeme dopustit. Chyby rozdělujeme na chyby hrubé a nevyhnutelné, nevyhnutelné pak na systematické a nahodilé. Mezi tyto chyby patří například: chyba z nesvislé polohy nivelační latě, z nesprávné délky latě, chyba z odečtení laťového úseku, chyba z refrakce a zakřivení Země. Těmto chybám se snažíme předejít kontrolou a nastavením přístrojů, správným postupem práce a pečlivostí při měření (Chamout L., Skála P., 2008).

8.3.2 Trigonometrická nivelace

Při tomto měření určujeme převýšení mezi dvěma body totální stanicí a výtyčkou s odrazným hranolem. Vychází se z řešení pravoúhlého trojúhelníka (obr. č. 33).



Obr. č. 33: Řešení pravoúhlého trojúhelníka (Chamout L., Skála P., 2008).

Nad bodem o známé nadmořské výšce postavíme, zcentrujeme a horizontujeme totální stanicí. K horizontaci slouží elektronická libela, která se po zapnutí totální stanice zobrazí na displeji. Urovnání této libely se provede za pomoci nohou stativu a stavěcích šroubů. Pečlivě změříme pomocí svinovacího metru výšku přístroje. Na další dočasně stabilizovaný bod umístíme výtyčku s odrazným hranolem o známé

výšce a zaměříme zenitový úhel a šikmou délku. Tyto veličiny měříme vzad a vpřed a v obou polohách dalekohledu v co nekratší možné době. Takto měření opakujeme na každém stanovisku, dokud nedojdeme zpět na výchozí bod. Většinou se užívají záměry delší než při nivelaci. Pomocí zaměřených veličin dokážeme vypočítat převýšení h a poté celkové převýšení mezi body $\Delta H_{A,B}$.

Převýšení spočítáme pomocí vzorce:

$h = D' \cdot \cos z$ - pokud známe šikmou délku a zenitový úhel z

$h = D \cdot \cotg z$ - pokud známe vodorovnou délku a zenitový úhel z .

Úhlu α se při výpočtech nepoužívá.

Výška bodu se určí ze vzorce:

$$H_B = H_A + v_p \pm h - v_c$$

H_A – výška výchozího bodu se známou výškou

$v_{p,c}$ - výška stroje, cílového zařízení

h – převýšení

Pokud je vzdálenost mezi stanovisky delší než 300 metrů, je potřeba do výpočtu zahrnout opravu ze zakřivení Země a z refrakce. Vzorec pak vypadá následovně:

$$H_B = H_A + v_p \pm h - v_c + q - r$$

q - vliv zakřivení Země

r – vliv refrakce

Pomocí tohoto výpočtu odstraňujeme systematické chyby, ke kterým dochází při měření a to chybu ze zdánlivého horizontu a chybu z refrakce. Muže dojít i k dalším chybám, nepřesné měření výšky stroje, cílového zařízení, špatné držení cílového zařízení, chyba v cílení. Těmto chybám se dá předejít pečlivou prací.

Veškeré naměřené údaje zapisujeme do trigonometrického zápisníku, kde dochází k výpočtům. Opravy ve výpočtu se provádí podobně jako při technické nivelaci a musí být opět splněna nerovnost $\Delta h > \sigma h$.

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

h – rozdíl v daném převýšení mezi body A a B

h' - rozdíl v zaměřeném převýšení mezi body A a B

Odchylku σ_h (opravu) měření rozdělujeme podle délky záměr rovnoměrně ke každému stanovisku (*Chamout L., Skála P., 2008*).

8.3.3 Metoda GPS

Měření pomocí metody GPS je založeno na principu příjmu a zpracování signálu, který vysílají družice. Základem je určení vzdálenosti mezi družicí a přijímačem.

Systémy jsou tvořeny kosmickým, kontrolním a uživatelským segmentem. Kosmický segment tvoří družice, které vysílají signály o své poloze, přesném času a další data. Tyto signály přijímá kontrolní segment, který tvoří hlavní řídicí stanice, monitorovací stanice a stanoviště pozemních antén. V hlavní řídicí stanici se shromažďují data z monitorovacích stanic. Data se zpracovávají pozemní řídicí stanice je předávají nazpět všem družicím (*Čábelka M., 2008*).

Pro příjem a zpracování signálů slouží speciální přijímače. V případě sítě CZEPOS je to 23 stanic (www.cuzk.cz) a síť TRIMBLE VRS NOW 24 stanic na území České republiky (www.geotronics.cz). Tyto stanice mají přesně určené souřadnice. Měřené vzdálenosti porovnávají a výsledné opravy předají pomocí korekcí druhé aparatuře, která je na určovaném bodě (*Čábelka M., 2008*).

GPS rover se po zapnutí připojí k požadované síti VRS Now nebo CZEPOS přes mobilní internetové připojení GPRS. Poté se spustí software Trimble Survey Controler a provede se měření. V případě sítě CZEPOS je nutné se připojit k nejbližší referenční stanici – ve všech třech případech to byla stanice Rakovník. K měření dochází tehdy, postavíme-li výtyčku s měřicí sestavou na měřený bod. Výtyčka musí být v naprostém klidu a vyrovnána vodorovně podle libely umístěné na výtyčce.

Trimble Survey Controler (TSC) je univerzální software pro sběr dat z měření. Jeho součástí je globální klíč, který transformuje souřadnice do systému JTSK, s opravami a pro přesný model geoidu pro Českou republiku. TSC software je schválen Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním (www.geotronics.cz).

Na každém bodě se provedlo dvojí nezávislé měření v časovém rozmezí minimálně 1 hodiny. Za tuto dobu se změní postavení družic. Z těchto 2 měření počítáme průměr a tak získáme výšku jednotlivých bodů. Během měření software navíc zaznamenává datum, čas měření, počet družic, hodnotu PDOP (vhodnost uspořádání družic).

Chyby v měření mohou být nahodilé i systematické – chyby způsobené družicí (špatné postavení družic, špatná viditelnost družic) anebo přijímačem. Systematické chyby jsou značně eliminovány při zpracování (*Čábelka M., 2008*).

9. Výsledky

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty, které byly při jednotlivých měřeních získány.

Na triangulačním bodě 21 (*tab. 1*), k. ú. Rakovník, byly zaměřeny dvě hodnoty výšek bodu (*tab. 2*), z jejich průměru získáme výšku bodu (*tab. 3*).

Č. bodu	oficiální výška (m.n.m.)
21	373,390

Tab. 1: Nadmořská výška TB 21.

	1. a 2.měření (m.n.m.)	hodnota PDOP	počet satelitů	výška bodu (m.n.m.)
CZEPOS	373,358	1,56	7	373,363
	373,368	2,56	6	
Trimble VRS Now	373,368	1,31	13	373,367
	373,366	1,57	12	

Tab. 2: Měření na TB 21.

Č. bodu	Rozdíl výšek (m)	
	Trimble VRS Now	CZEPOS
21	0,023	0,027

Tab. 3: Rozdíly výšek na TB 21.

Na zhušťovacím bodě 260 (*tab. 4*), k. ú. Lubná, byly zaměřeny dvě hodnoty výšek bodu (*tab. 5*) a průměrem těchto dvou hodnot získáme výšku bodu (*tab. 6*).

Č. bodu	oficiální výška (m.n.m.)
260	406,230

Tab. 4: Nadmořská výška Zhb 260.

	1. a 2.měření (m.n.m.)	hodnota PDOP	počet satelitů	výška bodu (m.n.m.)
CZEPOS	406,162	1,67	8	406,153
	406,145	3,23	6	
Trimble VRS Now	406,151	1,34	14	406,153
	406,155	1,6	13	

Tab. 5: Měření na Zhb 260.

Č. bodu	Rozdíl výšek (m)	
	Trimble VRS Now	CZEPOS
260	0,077	0,077

Tab. 6: Rozdíly výšek na Zhb 260.

Na zhušťovacím bodě 213 (tab. 7), k. ú. Mutějovice, byly zaměřeny dvě hodnoty výšek bodu (tab. 8) a průměrem těchto dvou hodnot získáme výšku bodu (tab. 9).

Č. bodu	oficiální výška (m.n.m.)
213	457,730

Tab. 7: Nadmořská výška Zhb 213.

	1. a 2.měření (m.n.m.)	hodnota PDOP	počet satelitů	výška bodu (m.n.m.)
CZEPOS	457,633	2,09	7	457,635
	457,636	1,91	9	
Trimble VRS Now	457,632	1,35	15	457,642
	457,653	1,26	16	

Tab. 8: Měření na Zhb 213.

Č. bodu	Rozdíl výšek (m)	
	Trimble VRS Now	CZEPOS
213	0,0875	0,0955

Tab. 9: Rozdíly výšek na Zhb 213.

U žádného z měření nebyla překročena mezní hodnota PDOP (vhodnost uspořádání družic). Jeho hodnota by se měla pohybovat v rozmezí 0-4. Protokol měření pomocí DPS neuveden v příloze 19.

Při výpočtech technické nivelace byla použita zpřísněná odchylka měření $\Delta_h = 20\text{mm} \cdot \sqrt{r}$. Všechna měření tuto odchylku splnila. Zjištěné výšky bodů jsou uvedeny v následující tabulce (tab. 10), celé zápisníky technické nivelace jsou uvedeny v příloze 13-15.

Bod	Oficiální výška bodu (m.n.m.)	Nadm. Výška bodu (m.n.m.)
TB 21 (Rakovník)	373,390	373,351
Zhb 260 (Lubná)	406,230	406,125
Zhb 213 (Mutějovice)	457,730	457,637

Tab. 10: Výsledné výšky technické nivelace.

Při výpočtech trigonometrické nivelace byla použita odchylka měření $\Delta h = 20\text{mm} \cdot \sqrt{r}$. Všechna měření tuto odchylku splnila. Zjištěné výšky jsou uvedené v následující tabulce (tab. 11), celé zápisníky trigonometrické nivelace jsou uvedeny v příloze 16 – 18.

Bod	Oficiální výška bodu (m.n.m.)	Nadmořská výška bodu (m.n.m.)
TB 21 (Rakovník)	373,390	373,361
Zhb 260 (Lubná)	406,230	406,096
Zhb 213 (Mutějovice)	457,730	457,665

Tab. 11: Výsledné výšky trigonometrické nivelace.

Výsledky všech měření jsou shrnuty v následující tabulce (tab. 12).

Č. bodu	Oficiální výška bodu	Měření GPS		Technická nivelace	Trigonometrická nivelace
		CZEPOS	Trimble VRS Now		
TB 21	373,390	373,363	373,367	373,351	373,361
Zhb 260	406,230	406,153	406,153	406,125	406,096
Zhb 213	457,730	457,635	457,642	457,637	457,665

Tab. 12: Shrnutí měření (m.n.m.).

10. Diskuse

Vstupními daty v této práci byly zadané souřadnice Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním a údaje ze zápisníků z naměřených hodnot, které jsou vzájemně porovnávány. Naměřené hodnoty byly ze zápisníků přístrojů přepsány do přehledných zápisníků v případě technické a trigonometrické nivelace, v případě měření GPS stanicí do programu Microsoft Excel.

Měření metodou GPS probíhalo dle vyhlášky 31/1995 Sb. na každém bodě dvakrát s časovým odstupem alespoň 1 hodiny, kdy se změní postavení družic a vyloučí se tak možnost chyb v měření. Měření probíhá v rámci několika sekund, je tedy časově nenáročné a úsporné. I množství vybavení, které je potřebné k měření, je malé. Přijímač i kontroler jsou umístěny na výtyčce a k veškerému měření stačí jeden člověk. Tato metoda má řadu dalších výhod, její využití nezávisí na počasí ani denní době, nemusí být zajištěna vzájemná viditelnost bodů a vzdálenost mezi body není omezující oproti metodám terestrickým. Nutností je použití na otevřených prostorech, bez překážek, které by mohli bránit v příjmu signálu. Je potřeba co nejlepší viditelnost mezi přijímačem a družicemi. Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady měřících aparatur. Výsledkem měření jsou souřadnice bodů v systému WGS-84.

Při trigonometrické nivelaci dochází k měření šikmých úhlů, délek a směrů. Všechny naměřené hodnoty se zaznamenávají do paměti přístroje. Měření bylo provedeno pomocí totální stanice Trimble M3. Z každého bodu byly měřeny záměry vzad i vpřed a v obou polohách dalekohledu. To znamená, že každý bod byl zaměřen 4x. Orientace byla provedena na body, které byly v terénu dobře stabilizovány měřickým hřebem. Při této metodě je nutné, aby byla přímá viditelnost na body, mezi kterými právě dochází k měření. Z přístroje získáme výstup dat, která poté zapíšeme do příslušného zápisníku a vypočítáme výšky všech bodů. Do výpočtu vstupují délky zaokrouhlené. Nebude proto zavedena oprava ze zakřivení a z nadmořské výšky, neboť vliv této opravy se při dané nadmořské výšce a měřené vzdálenosti výrazně neprojeví. Při této metodě je nutné větší množství pomůcek a tato metoda je zároveň časově náročnější, v řádu několika hodin. Byla proto využita pomoc figuranta, který měl za úkol držet výtyčku s odrazným hranolem. K měření byla použita totální stanice Trimble M3, hliníkový stativ, výtyčka s odrazným hranolem, svinovací metr a také vysílačky k dorozumívání mezi měřičem a figurantem.

Technická nivelace pomocí nivelačního přístroje Topcon At-g4 probíhá obdobně. Přístroj je srovnán vodorovně, hodnoty měření odečítáme z nivelační latě a ručně zapisujeme do připraveného zápisníku. Délky záměr jsou výrazně kratší než u trigonometrické nivelace a dočasné body stabilizujeme pomocí nivelační podložky.

Zprvu bylo zapotřebí vybrat body, které by se hodily pro účel této práce, tedy body, které se nachází v oblastech, kde docházelo anebo v její blízkosti stále dochází k důlní činnosti.

Trigonometrický bod 21 na katastrálním území města Rakovník byl zaměřen technologií GNSS pomocí sítě CZEPOS RTK a TRIMBLE VRS Now. Takto zaměřená výška bodu je 373,363 m.n.m. metodou CZEPOS a 373,367 m.n.m. metodou TRIMBLE VRS Now. Oficiální výška bodu převzatá z ČUZK je 373,39 m.n.m. Bod je tedy zaměřen o 2,3 a 2,7 cm níže. Trigonometrickou nivelací byl bod zaměřen s výškou 373,361 m.n.m., tedy o 2,9 cm níže a technickou nivelací byl zaměřen s výškou 373,351 m.n.m. to je o 3,9 cm níže.

Z rozdílů výšek je jasné, že tento bod se ve všech způsobech měření pohybuje v mezích dopustných odchylek. V roce 1992 byl tento bod pomocí nivelace určen s výškou 373,95 m.n.m. (*příloha č. 12*). To je oproti nynější výšce rozdíl 56 cm. Je tedy možné, že již dříve došlo k poklesu tohoto bodu, který leží v poddolované části obce, vlivem důlní činnosti.

Zhušťovací bod 260, který leží na katastrálním území obce Lubná u Rakovníka byl zaměřen technologií GNSS pomocí sítě CZEPOS RTK i TRIMBLE VRS Now s výškou bodu 406,153 m.n.m, což je k vzhledem k oficiální výšce 406,23 m.n.m o 7,7 cm níže.

Zhušťovací bod 213 na katastrálním území obce Mutějovice byl zaměřen technologií GNSS pomocí sítě CZEPOS RTK s výškou 457,635 m.n.m. a TRIMBLE VRS s výškou 457,642 m.n.m. Oficiální výška bodu je 457,73 m.n.m. Bod je tedy zaměřen o 9,55 a 8,75 cm níže.

Dle metodické pomůcky českého úřadu zeměměřického a katastrálního pro ověření spolehlivosti hodnoty nadmořské výšky bodu polohového bodového pole je dáno, že střední chyba ve výšce na bodě určeného technologií GNSS je 0,06m. Pokud je tedy střední chyba ve výšce 0,06m = 6cm, tak trigonometrický bod č. 21 tuto odchylku nepřekračuje a výška bodu je v dopustné odchylce. Avšak u zbylých bodů je tato hodnota překročena a měření tudíž nesplňuje podmínku o střední chybě ve výšce.

Dalším kontrolním měřením byla trigonometrická nivelace. Zhušťovací bod 260 má po zaměření výšku 406,096 m. n. m., což je o 13,4 cm níže a zhušťovací bod č. 213 je zaměřen s výškou 457,665 m. n. m., tudíž o 6,5 cm níže.

Poslední metodou, kterou byly body přeměřeny, je technická nivelace. Na zhušťovacím bodě 260 má po zaměření výšku 406,125 m. n. m., což je o 10,5 cm níže a zhušťovací bod 213 je zaměřen s výškou 457,637 m. n. m, tudíž o 9,3 cm níže.

11. Závěr

V této práci jsem se věnovala výškovému zaměření bodů polohového bodového pole. Na základě zaměření bodů terestrickými metodami a technologií GNSS je posuzován vliv lidských činností v prostředí na přesnost těchto bodů. Tyto metody jsou dále posuzovány z ekonomického a časového hlediska.

Nejjednodušší a zároveň časově nejméně náročnou je metoda pomocí GPS. Trigonometrická nivelace je o něco méně náročná než technická nivelace. K oběma metodám je výhodná pomoc figuranta, díky kterému ušetříme velké množství času, ale zároveň jsou tyto metody náročnější jak na počet osob při měření, tak množství pomůcek.

Za nejpřesnější metodu bych považovala v mém případě technickou nivelaci, kdy měření vychází z bodů výškově velice přesných. Protože ale rozdíly mezi těmito různými metodami nejsou tak markantní, v řádu pár centimetrů, dá se mluvit o tom, že pokud na vysoké přesnosti bodu nelpíme, nemusíme se bát využít jednodušší metody GPS. Výšky na stejných bodech jsou rozdílné. Tento rozdíl může být způsoben tím, že měření nevycházelo vždy ze stejného bodu a tyto body mají nadmořské výšky určené jinou přesností.

Vyhláška 31/1995 Sb. uvádí střední chybu v určení nadmořské výšky trigonometrických i zhušťovacích bodů 0,1m. Tuto odchylku v obou případech měření, jak trigonometrickou tak technickou nivelací, nesplňuje zhušťovací bod 260 na k. ú. Lubná. Zhušťovací bod 213 této přesnosti vyhovuje.

Všechna provedená měření splňují kritéria mezních odchylek, u trigonometrické a technické nivelace je to zpřesněná odchylka $\Delta h = 20\text{mm} \cdot \sqrt{r}$. Dá se tudíž tvrdit, z výsledků měření a následujících výpočtů, že body klesají. Je proto vysloven předpoklad výškové nepřesnosti bodů vlivem důlní činnosti. Tento předpoklad ale nemůže být bezpečně potvrzen, protože toto měření obsahuje málo bodů pro potvrzení konečných závěrů.

12. Seznam literatury a použitých zdrojů

- **Brunclík O., Beneš S., Vlk K., 1986:** Geologie a půdoznalství IIIa (Geologie), Vysoká škola zemědělská Praha, Praha, 127 s.
- **Bumba J., 2009:** České katastry od 11. do 21. století, Grada Publishing, a.s., Praha, 192 s.
- **Cimbálník M., Mervart L., 1997:** Vyšší geodézie 1, Vydavatelství ČVUT, Praha, 171 s.
- **Čábelka M., 2008:** Úvod do GPS dostupné na www.natur.cuni.cz/geografie/informatika-kartografie/ke-stazeni/vyuka/gps/skriptum-uvod-do-gps citováno [30.12.2011].
- **Ehrenberger V., Matušek Z., Drozd H., Geršlová J., Hojdar J., Majer J., Matějček J., Paděra Z., Vozár J., 1985:** Uhelné hornictví v ČSSR, Nakladatelství Profi, Ostrava, 793 s.
- **Fišer Z., Vondrák J., 2005:** Mapování II., Vysoké učení technické v Brně, Brno, 48 s.
- **Hauf M. a kolektiv, 1989:** Geodézie, Technický průvodce 242 SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha, 564 s.
- **Chamout L., Skála P., 2008:** Geodezie, Česká Zemědělská Univerzita v Praze, Praha, 179 s.
- **Krejčí F., 1972:** 200 let od rozšíření uhelné těžby Rakovnicka, České lupkové a uhelné závody, n. p. Nové Strašecí, Praha, 174 s.
- **Metodická pomůcka** pro ověřování spolehlivosti hodnoty nadmořské výšky bodu polohového bodového pole a indexaci její hodnoty uváděné v geodetických údajích dostupné na www.cuzk.cz/GenerujSoubor.ashx?ID=94808, citováno [1. 3. 2013].
- **Neumann J., 1996:** Geografická informace, Český výkladový a anglicko-český a česko-anglický překladový slovník, Ministerstvo hospodářství, Praha, 219 s.
- **nivelacni-pristroj-topcon-atg7,4cz.pdf** dostupné na http://www.geoserver.cz/zbozi_files/119/nivelacni-pristroj-topcon-atg7cz.pdf, citováno [3. 12. 2012].
- **Novák Z., Procházka J., 2006:** Inženýrská geodézie 10, Vydavatelství ČVUT, Praha, 181 s.
- **Ratiborský J., 2000:** Geodézie 10, Vydavatelství ČVUT, Praha, 234 s.
- **Ratiborský J., 2002:** Geodézie 20, Vydavatelství ČVUT, Praha, 133 s.
- **Schenk J., 2004:** Geodetické sítě, Bodová pole, Vysoká škola báňská, Ostrava, 18 s.
- **Švábenský O., Vitula A., Bureš J., 2006:** Inženýrská geodézie 1, Vysoké učení technické v Brně, Brno, 102 s.

- **Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí:** dostupný na www.vugtk.cz, citováno [3. 12. 2012].
- **Trimble M3 - technické specifikace.pdf** dostupné na www.geotronics.cz, citováno [3. 12. 2012].
- **Trimble R6 - technické specifikace.pdf** dostupné na www.geotronics.cz, citováno [3. 12. 2012].
- **Veverka B., 2001:** Topografická a tematická kartografie 10, Vydavatelství ČVUT, Praha, 220 s.
- **Vitásek J., Nevosád Z., 2004:** Geodézie, průvodce předmětem geodézie, Vysoké učení technické v Brně, Brno, 36 s.
- **Vitásek J., Nevosád Z., 2005:** Geodézie III, průvodce předmětem geodézie III, Vysoké učení technické v Brně, Brno, 176 s.
- **Vyhláška 26/2007 Sb.,** kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon), ve znění pozdějších předpisů, (katastrální vyhláška)
- **Vyhláška ČUZK 31/1995 Sb.,** Českého úřadu zeměměřického a katastrálního ze dne 1. Února 1995, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb. o zeměměřictví a o změně a doplnění dalších zákonů, souvisejících s jeho zavedením.
- **Vykutil J., 1982:** Vyšší geodézie, Kartografie, n. p., Praha, 544 s.
- **časopis Zeměměřič, č. 4/99**
- <http://ec.europa.eu> citováno [3. 12. 2012].
- www.geotronics.cz citováno [17. 2. 2013].
- <http://hvr.cz> citováno [3. 12. 2012].
- <http://space.skyrocket.de> citováno [17. 2. 2013].
- <http://zpravy.ihned.cz> citováno [3. 12. 2012].
- www.cuzk.cz citováno [3. 12. 2012].
- www.czechspaceportal.cz citováno [3. 12. 2012].
- www.esa.int citováno [3. 12. 2012].
- www.euref.eu citováno [3. 12. 2012].
- www.glonass-ianc.rsa.ru citováno [3. 12. 2012].
- www.kladnominule.cz citováno [30. 12. 2011].
- www.mapy.cz citováno [3. 12. 2012].
- www.natur.cuni.cz citováno [3. 12. 2012].
- www.novinky.cz citováno [17. 2. 2013].

13. Seznam obrázků

Obr. č. 1: Klad mapových listů v systémech Gustenberg a Svatý Štěpán převzat z knihy: Bumba J.: České katastry od 11. do 21. století.

Obr. č. 2: Vojenská triangulace převzat z knihy: Ratiborský J., Geodézie 20.

Obr. č. 3: Jednotná trigonometrická síť 1. řádu (stav k 1927) převzat z knihy: Ratiborský J., Geodézie 20.

Obr. č. 4: Jednotná trigonometrická síť převzat z knihy: Ratiborský J., Geodézie 20.

Obr. č. 5: Astronomicko-geodetická síť převzat z knihy: Cimbálník M., Mervart L., Vyšší geodézie 1.

Obr. č. 6: Družicová síť DOPNUL převzat z knihy: *Vitásek J., Nevosád Z.*, Geodézie III.

Obr. č. 7: Souřadnicový systém WGS84 převzat z knihy: *Vitásek J., Nevosád Z.*, Geodézie III.

Obr. č. 8: Československá nivelační síť převzat z knihy: Vykutil J., Vyšší geodézie.

Obr. č. 9: Československá nivelační síť I. a II. řádu převzat z knihy: Vykutil J., Vyšší geodézie.

Obr. č. 10: Základní nivelační bod Lišov převzat z: www.cuzk.cz [3. 1. 2013]

Obr. č. 11: Stabilizace bodu polohového pole převzat z knihy: Ratiborský J., Geodézie 20.

Obr. č. 12: Čepové a hřbové nivelační značky převzat z knihy: Chamout L., Skála P., Geodézie.

Obr. č. 13: Konstelace družic systému GALILEO převzat z: www.esa.int [3. 1. 2013].

Obr. č. 14: Síť permanentních stanic CZEPOS převzat z: <http://czepos.cuzk.cz> [3. 12. 2012].

Obr. č. 15: Referenční stanice sítě Trimble VRS Now převzat z: www.geotronics.cz [3. 12. 2012].

Obr. č. 16: Vybrané území Rakovník převzat z: www.mapy.cz [3. 12. 2012].

Obr. č. 17: Poloha důlních děl Rakovník převzat z: www.kladnominule.cz [3. 12. 2012].

Obr. č. 18: TB 21 a Zhb 254 převzat z: www.cuzk.cz [3. 1. 2013].

Obr. č. 19: NB Bg9-4.2 a Bg9-5.1 převzat z: www.cuzk.cz [3. 1. 2013].

Obr. č. 20: Vybrané území Lubná převzat z: www.mapy.cz [3. 12. 2012].

Obr. č. 21: Poloha důlních děl Lubná převzat z: www.kladnominule.cz [3. 12. 2012].

Obr. č. 22: TB 24 a Zhb 260 převzat z: www.cuzk.cz [3. 1. 2013].

Obr. č. 23: Bg9-6.1 a Bg9-5.1 převzat z: www.cuzk.cz [3. 1. 2013].

- Obr. č. 24:** Vybrané území Mutějovice převzat z: www.mapy.cz [3. 12. 2012].
- Obr. č. 25:** Poloha důlních děl Mutějovice převzat z: www.kladnominule.cz [3.12.2012].
- Obr. č. 26:** Zhb 213 a Zhb 217 převzat z: www.cuzk.cz [3. 1. 2013].
- Obr. č. 27:** NB Bd9-24 a Bd11-27 převzat z: www.cuzk.cz [3. 1. 2013].
- Obr. č. 28:** Nivelační přístroj Topcon At-g4. Autor: Jana Hotárková.
- Obr. č. 29:** Totální stanice Trimble M3. Autor: Jana Hotárková.
- Obr. č. 30:** Trimble R6. Autor: Jana Hotárková.
- Obr. č. 31:** Nivelační metoda ze středu převzat z knihy: Chamout L., Skála P., Geodézie.
- Obr. č. 32:** Polní zkouška nivelačního přístroje převzat z knihy: Chamout L., Skála P., Geodézie.
- Obr. č. 33:** Řešení pravoúhlého trojúhelníka převzat z knihy: Chamout L., Skála P., Geodézie.

14. Seznam tabulek

Tab. 1: Nadmořská výška TB 21.

Tab. 2: Měření na TB 21.

Tab. 3: Rozdíly výšek na TB 21.

Tab. 4: Nadmořská výška Zhb 260.

Tab. 5: Měření na Zhb 260.

Tab. 6: Rozdíly výšek na Zhb 260.

Tab. 7: Nadmořská výška Zhb 213.

Tab. 8: Měření na Zhb 213.

Tab. 9: Rozdíly výšek na Zhb 213.

Tab. 10: Výsledné výšky technické nivelace.

Tab. 11: Výsledné výšky trigonometrické nivelace.

Tab. 12: Shrnutí měření.

Přílohy

Příloha č. 1: Geodetické údaje o trigonometrickém bodu č. 21, k. ú.: Rakovník.

GEODETICKÉ ÚDAJE
trigonometrického bodu

Kraj: Středočeský
Okres: Rakovník
Obec: Rakovník

Vytvořeno pro web 02.12.2012

List č.: 1/1
Stav k: 2003

TL	1324
ZM-50	12-14
SMO-5	050567

Číslo a název bodu		21		Zátěší		21	
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška		Bp	vztahuje se na
				Bp	vztahuje se na		
21	TB	791199.06	1035328.27	373.39	hranol		

Orientace na body (ve stupních)						
Číslo	Jižní	Úhlo strany	Číslo	Jižní	Úhlo strany	
242	175 34 30.2	1038.325				

Ustoupný popis: Bod je 0,5 km jižně od železniční stanice Rakovník.

Bod	21					
Stř. údaje	0,00	žula 20.20.68	0,00		0,00	0,00
	.83	žula 40.40.15				
	1.13	sklo střed hrdla				
Osm. pářích značky na toku	Δ s.					
Ochranný znak (diagonál)	20T-1991					
Kat. zeměp. Průběh DÚP (slo.)	Rakovník 551/1 orná půda					

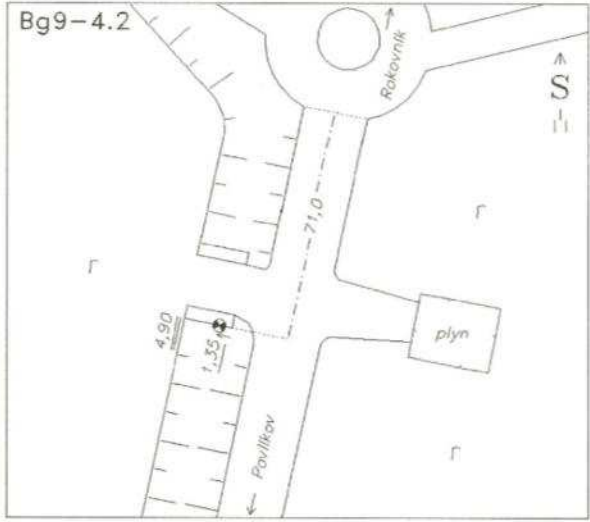
Druh a výška signál: stavby nebo nárys trvaleho cíle: Signálizace z roku:		Poznámky:
---	--	-----------

Zeměměřičský úřad 2008

Zdroj: bodovapole.cuzk.cz

Příloha č. 2: Nivelační údaje o bodu č. Bg9-4.2, k. ú.: Rakovník.

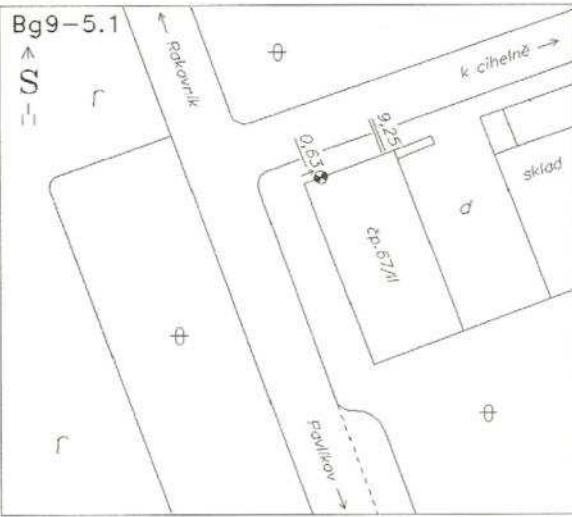
NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Bg9 Rakovník-Zvíkovec						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddílu	od počátku			
Bg9-3.1	Bg9-4.2	0.437	1.707	388.388 m	2008	
Místopisný popis: Rakovník, vjezdový můstek			Místopis: 			
Poznámky:						
Stav a stáří objektu: značka 0,5 m nad zemí, 0,1 m pod horní hranou zachovalá betonová stavba z roku 2005						
Úz. jednotka:	321200101			Vlastník:		
Okres:	Rakovník					
Obec:	RAKOVNÍK					
Kat. území:	RAKOVNÍK					
Parc. číslo:						
ZM-50	12-14		SMO-5	Rakovník 6-7		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
Č V1a	4	Zůřad		Y	792027 m	dig.
	Druh stab.	Kučera		X	1035806 m	
	J	2008				
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba	
13° 43' 37,9"		50° 5' 24,2"	980984 mgal	981074 mgal	0 mgal	
Datum: 29.3.2013						

Zdroj: bodovapole.cuzk.cz

Příloha č. 3: Nivelační údaje o bodu č. Bg9-5.1, k. ú.: Rakovník.

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Bg9 Rakovník-Zvíkovec						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddílu	od počátku			
Bg9-4.2	Bg9-5.1	0.715	2.422	392.703 m	2008	
<i>Místopisný popis:</i> Rakovník, dům čp. 67		<i>Místopis:</i> 				
<i>Poznámky:</i> 						
<i>Stav a stáří objektu:</i> značka 0,3 m nad zemí zachovalá omítnutá podsklepená cihlová stavba z roku 1900						
<i>Úz. jednotka:</i>	321200101			<i>Vlastník:</i>		
<i>Okres:</i>	Rakovník					
<i>Obec:</i>	RAKOVNÍK					
<i>Kat. území:</i>	RAKOVNÍK					
<i>Parc. číslo:</i>						
ZM-50	12-14		SMO-5	Rakovník 6-8		
<i>Druh zn.</i>	<i>Stupeň stab.</i>	<i>Stabilizoval</i>	<i>Druh bodu</i>	<i>Souřadnice v S-JTSK</i>		
Č VIa	3	Zůřad		Y	792257 m	dig.
	<i>Druh stab.</i>	Kučera		X	1036468 m	
	N	2008				
<i>Zeměpisná délka</i>		<i>Zeměpisná šířka</i>		<i>Gs</i>	<i>Gn</i>	<i>Ba</i>
13° 43' 31,3"		50° 5' 1,9"		980983 mgal	981074 mgal	1 mgal
<i>Datum: 29.3.2013</i>						

Zdroj: bodovapole.cuzk.cz

Příloha č. 4: Geodetické údaje o zhušťovacím bodu č. 254 k. ú.: Rakovník.

Kraj:		Středočeský		List č.:		1/1		Vytvářeno pro web:		16.03.2013	
Okres:		Rakovník		Stav k:		1999		TL		1324	
Obec:		Rakovník						ZM-50		12-14	
								SMO-5		050567	
Číslo a název bodu:			254		Pod Huřvinou		254				
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška							
254	ZHB	791642.40	1035687.20	Bpv	vztahuje se na						
ETRS-89		B	L	Helips							
254		50 05 26.9270	13 43 52.3094	423.95	STATIC						
Orientace na body (v gradech) :											
Bod číslo :		Jižník	Délka strany	Bod číslo :		Jižník	Délka strany				
220		162.01185	4039.048	230		183.95745	2160.888				
229		167.82547	2526.199	231		192.22698	1869.941				
								Bod určen : metodou GPS			
Mistopisný popis : Bod je asi 1.2km J od děkanského chrámu sv. Bartoloměje v Rakovníku, na J okraji města Rakovník, SZ strana asfaltové cesty směřující ze silnice Pavlíkov-Rakovník SV směrem, 31.50m JZ od stožáru elektrického vedení, kt. je na SZ straně asf. cesty.											
Bod určen : 254 - GPS.											
Bod		254									
Stab. výšle		0.00	žula 16x16x74	0.00		0.00		0.00		0.00	
		.93	žula 20x20x10								
Ochranný znak (druh, rok)		OT-1998									
Katastrální území		Rakovník									
Parcel. č.		3678									
Bod		254									
Rok	Organizace, rok	Zřízen		1998 KÚ P-V							
		Určení YX		1999							
		Určení výšky		1999							
		[Pre]Stabilizace		1998							
Rok	Organizace, rok	Údržba		1999							
		Obnova									
Poznámka :											

Zdroj: bodovapole.cuzk.cz

Příloha č. 5: Geodetické údaje o trigonometrickém bodu č. 24, k. ú.: Lubná.


GEODETICKÉ ÚDAJE
trigonometrického bodu

Kraj: Středočeský
Okres: Rakovník
Obec: Lubná

Ústí č.: 1/1
Stav k: 1991

Vytvořeno pro web 02.12.2012

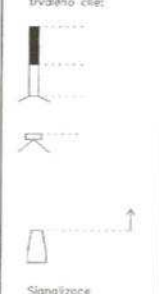
Číslo a název bodu		24	Mýto	24
Bod	Druh	Y	X	Nadmožská výška
24	TB	792233.72	1036095.49	397.66 hranol
				Bpr. vztahuje se na



Orientace na body (ve stupních)					
Číslo	Jřník	Délka strany	Číslo	Jřník	Délka strany
23	67 59 15.8	1901.762			
27	74 03 01.3	4511.621			

Ustanovení popisu: Bod je na návrší, 1,7 km jz. od železniční stanice Rakovník.

Bod	24				
Stř. čísla	0,00	žula 20.20.77	0,00	0,00	0,00
	.85	žula 40.40.15			
	1.10	sklo střed hrdla			
Označ. parrch, značky na lokus	Δ j.				
Ochranný znak (můstek)	20T-1991				
Kat. území	Lubná u Rakovníka				
Parcel. Druh poz.	1172				

Druh a výška signet, stavby nebo nárys trvalého cíle: 		Poznámky:
--	--	-----------

Zeměměřičský úřad 2006

Zdroj: bodovapole.cuzk.cz

Příloha č. 6: Nivelační údaje o bodu č. Bg9-6.1, k. ú.: Lubná.

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Bg9 Rakovník-Zvíkovec						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddílu	od počátku			
Bg9-5.1	Bg9-6.1	0.328	2.750	398.312 m	2008	
<p>Místopisný popis: Rakovník, administrativní budova</p> <p>Poznámky:</p> <p>Stav a stáří objektu: značka 0,5 m nad zemí zachovalá podsklepená montovaná stavba s betonovou podezdívkou z roku 1979</p>		<p>Místopis:</p>				
Úz. jednotka:	321200101	Vlastník:				
Okres:	Rakovník					
Obec:	RAKOVNÍK					
Kat. území:	RAKOVNÍK					
Parc. číslo:						
ZM-50	12-14		SMO-5	RAKOVNÍK 6-8		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
Č V1a	3	GKP		Y	792269 m	
	Druh stab.	Ing.Němec		X		
	N	1985				1036771 m
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba	
13° 43' 32,6"		50° 4' 52,2"	0 mgal	0 mgal	2 mgal	
Datum: 29.3.2013						

Zdroj: bodovapole.cuzk.cz

Příloha č. 7: Geodetické údaje o zhušťovacím bodu č. 260, k. ú.: Lubná.

GEODETICKÉ ÚDAJE
zhušťovacího bodu

Kraj: Středočeský
Okres: Rakovník
Obec: Lubná

Vytvořeno pro web 02.12.2012

list č.: 1/1
Stav k: 1999

TL	1324
ZM-50	12-14
SMO-5	050578

Číslo a název bodu		260	Na Martě		260
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška	
				Bpv	vztahuje se na
260	ZHB	793293.56	1036835.24	406.23	hranol
ETRS-89	B	L	Heřips	STATIC	
260	50 04 42.3816	13 42 38.5409	452.02		
Orientace na body (v gradech) :					
Bod číslo :	Jižník	Delka strany	Bod číslo :	Jižník	Delka strany
231	228.16994	3324.225	265	334.68052	1522.289
240	238.65271	3404.392	229	208.07132	3385.594

Bod určen : metodou GPS

Místopisný popis : Bod je asi 600m východně od kostela v obci Lubná, severozápadní strana silnice Lubná – Rakovník, 18.60m JZ od pomníku.

Bod určen : 260 – GPS.

Bod	260				
Stab. údaje	0.00	Zula 16x16x70	0.00		0.00
	.90	Zula 20x20x11			
Ochranný znak (druh, výš.)	OT-1998				
Kat. území (Pov. úst.)	Lubná u Rakovníka 156/1				

Bod	260				
Zřízen	1998 KÚ P-V				
Určení YX	1999				
Určení výšky	1999				
[Pře]Stabilizace	1998				
Údržba	1999				
Obnova					
Poznámka :					

Zdroj: bodovapole.cuzk.cz

Příloha č. 8: Geodetické údaje o zhušťovacím bodu č. 213, k. ú.: Mutějovice.

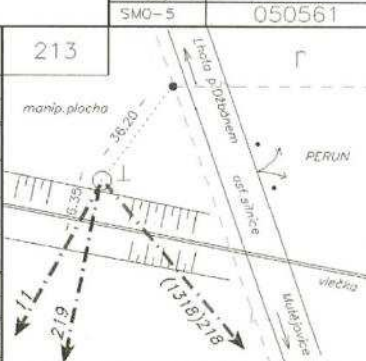
GEODETICKÉ ÚDAJE
zhušťovací bodu

Kraj: Středočeský
Okres: Rakovník
Obec: Mutějovice

Úst. č.: 1/1
Stav k: 1999

Vytvořeno pro web 02.12.2012

Číslo a název bodu		213		U vlečky		213	
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška			
				Bov	vztahuje se na		
213	ZHB	791027.90	1022161.42	457.73	hranol		
ETRS-89		B L		Helps			
213		50 12 42.9592	13 42 43.7344	503.18	STATIC		
Orientace na body (v gradech):							
Bod číslo:	Jižník	Delka strany	Bod číslo:	Jižník	Delka strany		
218	359.42762	3861.082	219	17.02837	2046.100		
11	40.05771	1306.841					



Bod určen: metodou GPS

Místopisný popis: Bod je severně od Mutějovic, na hraně náspu vlečky, proti vjezdu do Perunu.

Bod určen: 213 - GPS.

Bod	213						
Stat. údaje	0.00	Žula	0.00		0.00		0.00
	.91	16x16x71					
Ochranný znak (druh, rok)	OT-1998						
Kat. území Parcela	Mutějovice 556/2						

Bod	213						
Rok Organizace, rok	Zřízení	1998 KÚ P-V					
	Určení YX	1999					
	Určení výšky	1999					
	[Pře]Stabilizace	1998					
	Údržba	1999					
Obnova							
Poznámka:							

Zdroj: bodovapole.cuzk.cz

Příloha č. 9: Nivelační údaje o bodu č. Bd9-24, k. ú.: Mutějovice.


NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Bd9 Nesuchyně-Mutějovice						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddílu	od počátku			
Bd9-23	Bd9-24	0.040	7.452	457.524 m	1986	
<p><i>Místopisný popis:</i> Mutějovice, sklad lesního závodu Žatec</p>						
<p><i>Poznámky:</i> 1. Měřicky ukončeno na UB Bd11-27 (0,450 km)</p>						
<p><i>Stav a stáří objektu:</i> značka 0,4 m nad zemí zachovalá omítnutá cihlová stavba z roku 1960</p>						
<p><i>Úz. jednotka:</i> <i>Okres:</i> <i>Obec:</i> <i>Kat. území:</i> <i>Parc. číslo:</i></p>	<p>321205001 Rakovník MUTĚJOVICE MUTĚJOVICE</p>			<p><i>Vlastník:</i></p>		
ZM-50	12-14		SMO-5	Rakovník 6-1		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
Č VIa	4	GKP		y	790959 m	dig.
	Druh stab.	NoI		x	1022163 m	
	N	1986				
<i>Zeměpisná délka</i>		<i>Zeměpisná šířka</i>	Gs	Gn	Ba	
13° 42' 50,8"		50° 12' 46,2"	980979 mgal	981085 mgal	-2 mgal	
<i>Datum:</i> 29.3.2013						

Zdroj: bodovapole.cuzk.cz

Příloha č. 10: Nivelační údaje o bodu č. Bd11-27, k. ú.: Mutějovice.

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Bd11 Nová Hospoda-Solopysky						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddílu	od počátku			
Bd11-26	Bd11-27	0.310	10.784	468.488 m	1986	
<p>Místopisný popis: Mutějovice, dům čp.185</p>		<p>Místopis:</p> 				
<p>Poznámky: UB Bd9, Bd11 1.Původně bod B25-47 Louny-Rakovník 2.Dříve bod Bd1-54 (1956)</p>						
<p>Stav a stáří objektu: značka 0,4 m nad zemí zachovalá jednopatrová cihlová stavba</p>						
Úz. jednotka:	321205001	Vlastník:				
Okres:	Rakovník					
Obec:	MUTĚJOVICE					
Kat. území:	MUTĚJOVICE					
Parc. číslo:						
ZM-50	12-12	SMO-5	Rakovník 6-0			
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
Č I	3	MVP	UB	y	791011 m	dig.
	Druh stab.	Ing. Kmínek		x	1021771 m	
	N	1941				
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba	
13° 42' 45,6"		50° 12' 58,5"	980978 mgal	981086 mgal	-2 mgal	
Datum: 29.3.2013						

Zdroj: bodovapole.cuzk.cz

Příloha č. 11: Geodetické údaje o zhušťovacím bodu č. 217, k. ú.: Mutějovice.

GEODETICKÉ ÚDAJE
zhušťovacího bodu

Kraj: Středočeský Vytvořeno pro web 02.12.2012
Okres: Rakovník List č.: 1/1
Obec: Mutějovice Stav k: 1999

TL	1323
ZM-50	12-14
SMO-5	050561

Číslo a název bodu		217		Ve vrbici		217	
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška			
				Bpv	vztahuje se na		
217	ZHB	791039.10	1023181.95	niv. 427.05	hranol		
ETRS-89		B	L	Helips			
217		50 12 10.2270	13 42 50.6745	472.53	STATIC		
Orientace na body (v grádech) :							
Bod číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :	Jižník	Délka strany		
219	32.29572	1090.097	210.1	144.90735	2347.053		
11	96.97584	758.756					

Bod určen : metodou GPS

Místopisný popis : Bod se nachází severně od Mutějovic, vpravo od silnice do Lhoty pod Džbánem.

Bod určen : 217 - GPS.

Bod	217						
Stab. údaje	0.00	žula	0.00		0.00		0.00
		16x16x72					
	.91	žula					
		20x20x11					
Ochranný znak (druh, rok)	OT-1998						
Kat.území Parc.čís.	Mutějovice-2298						

Bod	217		
Organizace, rok	Zřízení	1998 KÚ P-V	
	Určení YX	1999	
	Určení výšky	1999	
	[Pře]Stabilizace	1998	
Rok	Údržba	1999	
	Obnova		

Poznámka :

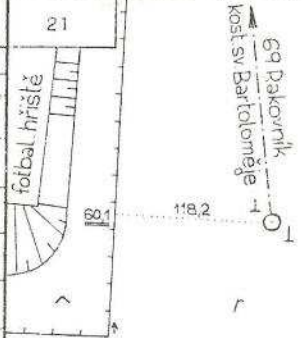
Zdroj: bodovapole.cuzk.cz

Příloha č. 12: Geodetické údaje o trigonometrickém bodu č. 21 (rok 1992), k. ú. Rakovník.

Okres: Středočeský
Město: Rakovník
Stav k 1.1.1992

GEODETICKÉ ÚDAJE

Číslo a název bodu		21	Zátiší	21	
Rež	Druh	y	x	niv.	hranol
21	TB	791 199,06	1 035 328,27	373,95	




Orientace na body ve stupních							
Číslo	Název	Úhelník	Delka strany	Číslo	Název	Úhelník	Delka strany
	Rakovník kost. sv. Bartoloměj	175 34 38	1 038,31				

Místopisný popis: Bod je 0,5 km jižně žel. stanice Rakovník.

Číslo	21				
Druh údaje	0,00	žula 20.20.68	0,00	0,00	0,00
	0,80	žula 40.40.15			
		sklo stř.hrd.			
Barva signálu	△ sev.				
Číslo úlohy (číslo rok, výška)	2 OT-1991-0,75				
Kat. území	Rakovník				
Adresa (číslo popis.)	551/1 role				
Vlastník (oblast)	Školní statek SZŠtech. Rakovník				

Druh a výška signál, stavby nebo narys trvalého cíle:



Poznámky:

Koordinátní úřad Tráha - východ
archivní dokumentace
150 00 Praha 4
2.2.95 Ověřil 65

Zdroj: bodovapole.cuzk.cz

Příloha č. 13: Zápisník technické nivelace, k.ú. Rakovník.

Zápisník pro technickou nivelaci



str.

Délka sestavy	Číslo bodu	Čtení na lati		Nadmořská výška Bpv	Místní výškový systém	Poznámka
		vzad +	vpřed -			
73	Bq 9-4.2	2702 -1		388,388		typ přístroje: AT-G4
			3434			vyr. číslo přístroje:
100		0225 -1	2203			měřeno dne: 10.12.2011
100		0209 -1	2363			měřil: JANA HOTAŘKOVÁ
						IVANA HOTAŘKOVÁ
						zapsal: JANA HOTAŘKOVÁ
100		0217 -1	2260			vypočetl: JANA HOTAŘKOVÁ
95		0254 -1	2282			viditelnost: VÝBORNA
						zkouška přístroje:
90		0266 -1	2267			a ₁ = 1172 a ₂ = 1161
94		0262 -1	2324			b ₁ = 066E b ₂ = 0547
						h ₁ = 1343 h ₂ = 4314
100		0252 -1	2440			h ₁ - h ₂ = -1000
100		0268 -1	2450			
100		0274 -1	0323			l ₁ = 0,000 m
						l ₂ = 0,014 m
80		2133 -1	0308			0,014 m
						0,014 m
100	TB 21	1569 -1	4241	373,351		Δh = 20 mm
						r = 225h k = 0,35 = 1,618 km
100		1132 -1	440			Δh = 26 mm
100		0201 -1	0324			
100		0222 -1	0412			
100		0211 -1	0601	373,351		
100		2131 -1	1150			
100		3261 -1	0319			
100		0257 -1	0514			
95		0432 -1	0376	373,351		
100		2581 -1	0613			
100		2422 -1	0912			
76		3021 -1	0169			
EG	Bq 9-4.2	2159 -1	2157	388,388		
Σ 2264	- Σ	34051	34027			

Zápisník pro technickou nivelaci



str.

Délka sestavy	Číslo bodu	Čtení na lati		Nadměrná výška Bpv	Místní výškový systém	Poznámka
		vzad +	vpřed -			
100	Bg 9-51	3015	-2	392,403		typ přístroje: AT-54
						výr. číslo přístroje:
100		2945	-1			měřeno dne: 16. 12. 2011
						měřil: JANA HOTAŘKOVÁ
100		2481	-1			IVANA HOTAŘKOVÁ
						zapsal: JANA HOTAŘKOVÁ
100		2836	-1			vypočetl: JANA HOTAŘKOVÁ
60		1072	-2			viditelnost: VYBORNÁ
						zkouška přístroje:
60		0961	-1			$a_1^m = 4972$ $a_2^m = 4504$
						$b_1^m = 0668$ $b_2^m = 0512$
80		0662	-1			$h_1 = 4315$ $h_2 = 4316$
						$h_1 - h_2 = 4315$
100		1224	-1			
80	Bg 9-42	1472	-2	368,368		$h_1 = 4315$
						$h_2 = 4320$
Σ 788		Σ 11631	13 621			$nh = h_1 - h_2$
						$nh = -0,012 = -12 \text{ mm}$
						$\Delta h = 20 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ km}$
						$r = 768 \text{ km} = 0,768 \text{ km}$
						$\Delta h = 15 \text{ mm}$
						$\Delta h > nh$

Příloha č. 14: Zápisník technické nivelace, k.ú. Lubná.



str.

Zápisník pro technickou nivelaci

Délka sestavy	Číslo bodu	Čtení na lati		Nadmořská výška Bpv	Místní výškový systém	Poznámka
		vzad +	vpřed -			
100	Bg 9-6.1	4632 +1		398,312		typ přístroje: AT-64
			4615			výř. číslo přístroje:
		4332 +1				měřeno dne: 10.12.2011
100			4133			měřil: JANA HOTAŘKOVÁ
		2081 +1				IVANA HOTAŘKOVÁ
100			4860			zapsal: JANA HOTAŘKOVÁ
		4142 +1				
90			0634			vypočetl: JANA HOTAŘKOVÁ
		2284 +1				
80			4760	400,726		viditelnost: VÝBORNÁ
		3125 +1				zkouška přístroje:
80			4248			a ₁ ^m 4346 a ₂ ^m 4482
		4396 +1				b ₁ ^m 4204 b ₂ ^m 4325
80			4316			h ₁ = 0348 h ₂ = 0363
		1600 +1				h ₁ - h ₂ = 2mm
80			0076	404,576		
		2242 +1				
80			0002			
		2249 +1				
80			0023			h ₁ = 0000 m
		4285 +1				h ₂ = 0001 m
90			1105			a ₁ - b ₁ = h ₁
		4002 +1				a ₂ - b ₂ = h ₂
95	Zhb 360		3428	406,125		h ₁ = 20mm (10" 1mm)
		4601 +1				h ₂ = 2242 (10" 0,75 - 1,00) m
100			4126			a ₁ = 20mm
		4018 +1				
100			2119			a ₂ = 20mm
		0500 +1				
100			2402			
		4475 +1				
100			0114	401,665		
		2200 +1				
100			0220			
		4400 +1				
100			4620			
		4560				
100			2162			
		1640 +1				
100			2221	398,014		
		0634 +1				
100			3424			
		4127 +1				
100			4204			
		2100 +1				
80			4451			
		4520 +1				
85	Bg 9-6.1		1230	398,312		
Σ 2248		Σ 32 1406	20 000			

Pro výuku předmětů GEODEZIE a ZÁKLADY GEODEZIE

Zápisník pro technickou nivelaci



str.

Délka sestavy	Číslo bodu	Čtení na lati		Nadmořská výška Bpv	Místní výškový systém	Poznámka
		vzad +	vpřed -			
↑ 1 2 3 4 ↓	46	B ₂ 9-5.1	4469 -1		391,303	typ přístroje: AT-64 výr. číslo přístroje:
	80		4213 -1			měřeno dne: 10.12.2011
	82		2127 -1			měřil: JANA HOTAŘKOVÁ IVANA HOTAŘKOVÁ
	70		3002 -2			zapsal: JANA HOTAŘKOVÁ
	97		2120 -1			vypočet: JANA HOTAŘKOVÁ
	375	B ₂ 9-6.1	4699	398,312		viditelnost: VÝBORNA zkouška přístroje:
			4460	5514		$a_1 = 4516$ $a_2 = 4132$ $b_1 = 4091$ $b_2 = 4275$ $n_1 = 0316$ $n_2 = 0313$ $n_1 - n_2 = 2 \text{ mm}$ $h = 5601$ $h' = 5616$ $dh = h - h'$ $dh = -0,003 = -3 \text{ mm}$ $\Delta h = 70 \text{ mm} = 70' \text{ (mm)}$ $r = 575 \text{ mm} = 0,575 \text{ km}$ $\Delta h = 12 \text{ mm}$

Zápísník délek a převýšení měřených GTS



datum: 8.3.2013.....
 měřil: JANA HOTAŘKOVÁ, IVANA HOTAŘKOVÁ.....

číslo totální stanice:.....

poř. číslo	číslo bodu	1. měření		2. měření		vyhodnocení převýšení				vyhodnocení délek			poznám.
		vodorovná délka [m]	převýšení [m]	vodorovná délka [m]	převýšení [m]	aritm. průměr [m]	výška přístr. [m]	výška cíle [m]	celkové převýšení [m]	aritm. průměr [m]	oprava z nm. v. a zobr. [m]	výsledná délka [m]	
1	701	369,072	-6,165	369,071	-6,521	-6,498	1,510	1,540	-6,528	369,071		369,0	
	701	369,075	6,589	369,072	6,559	6,574	1,453	1,540	6,487	369,073		369,0	
2	701	321,604	6,429	321,607	6,408	6,419	1,453	1,540	6,332	321,605		322,0	
	701	321,601	-6,342	321,600	-6,380	-6,361	1,561	1,540	-6,340	321,601		322,0	
3	703	275,513	1,889	275,504	1,770	1,790	1,561	1,540	1,811	275,509		276,0	
	702	275,549	-1,606	275,520	-1,632	-1,619	1,369	1,540	-1,710	275,520		276,0	
4	704	296,915	4,714	296,922	4,691	4,703	1,369	1,540	4,532	296,912		297,0	
	703	296,916	-4,583	296,980	-4,610	-4,597	1,610	1,540	-4,527	296,912		297,0	
5	260	225,728	2,216	225,726	2,197	2,207	1,610	1,540	2,217	225,727		226,0	
	704	225,728	-2,218	225,734	-2,233	-2,226	1,476	1,540	-2,210	225,731		226,0	
6	705	225,735	-2,215	225,736	-2,226	-2,221	1,446	1,540	-2,285	225,735		226,0	
	260	225,732	2,228	225,722	2,216	2,227	1,588	1,540	2,215	225,732		226,0	
7	705	296,987	-4,564	296,987	-4,591	-4,578	1,588	1,540	-1,530	296,987		297,0	
	705	296,970	4,765	296,970	4,733	4,749	1,323	1,540	4,532	296,970		297,0	
8	707	275,512	-1,580	275,512	-1,611	-1,596	1,323	1,540	-1,813	275,512		276,0	
	706	275,511	1,811	275,511	1,784	1,798	1,526	1,540	1,784	275,511		276,0	
9	707	321,582	-6,307	321,582	-6,331	-6,319	1,536	1,540	-6,333	321,582		322,0	
	707	321,600	6,289	321,600	6,268	6,279	1,600	1,540	6,339	321,600		322,0	
10	24	369,070	6,447	369,070	6,428	6,438	1,600	1,540	6,492	369,070		369,0	
	708	369,069	-6,484	369,069	-6,514	-6,499	1,511	1,540	-6,528	369,069		369,0	

Příloha č. 19: Protokol měření pomocí GPS.

PROTOKOL GNSS (RTK) MĚŘENÍ A VYTYCOVÁNÍ

Firma: HRDLICKA s.r.o.
Za Luzinami 1084/33
155 00 Praha 5

Zakazka: Jana Hotárková
Meril: Jana Hotárková
Datum: 30.03.2012

Přístroj: Trimble R6-2 vyr. č.: 4906165284
Trimble Survey Controller SW: 12.45
Verze protokolu: 4.91
Body vypsané od (RRRRMMDD): 2012
Souradnicový systém: S-JTSK - Použit transformací modul zpsněné globalní transformace Trimble 2011 schválený ČUZK pro měření po 2.1.2011.

Horizontální tolerance: 0.030 m
Vertikální tolerance: 0.050 m
Kontrolované tolerance: Obojí

POUŽITÉ A MĚŘENÉ BODY

Císlo bodu	Y	X	Z	Přesnost	PDOP	Sít	Pocet	Antena	Datum	Zacátek	Doba	Kod bodu		
			XY Z		sat.	vyska;	od#	měření	měření[s]					
213	791027.887	1022161.415	457.632	0.010	0.014	1.35	1	15	2.00	SZ	30.03	14:45	6	ZHB
213	791027.899	1022161.410	457.633	0.013	0.016	2.09	3	7	2.00	SZ	30.03	14:49	5	ZHB
260	793293.563	1036835.230	406.162	0.015	0.019	1.67	3	8	2.00	SZ	30.03	15:46	8	ZHB
260	793293.561	1036835.252	406.151	0.009	0.012	1.34	1	14	2.00	SZ	30.03	15:47	5	ZHB
21	791199.036	1035328.310	373.368	0.006	0.007	1.31	1	13	2.00	SZ	30.03	16:08	5	TB
21	791199.042	1035328.306	373.358	0.008	0.009	1.56	3	7	2.00	SZ	30.03	16:12	6	TB
260	793293.563	1036835.241	406.155	0.007	0.010	1.60	1	13	2.40	SZ	31.03	7:04	5	ZHB
260	793293.561	1036835.237	406.145	0.024	0.047	3.23	3	6	2.40	SZ	31.03	7:05	9	ZHB
21	791199.003	1035328.317	373.368	0.012	0.016	2.56	3	6	2.40	SZ	31.03	7:18	5	TB
21	791199.015	1035328.316	373.366	0.009	0.013	1.57	1	12	2.40	SZ	31.03	7:19	5	TB
213	791027.882	1022161.421	457.653	0.008	0.012	1.26	1	16	2.00	SZ	31.03	8:36	9	ZHB
213	791027.876	1022161.445	457.636	0.009	0.015	1.91	3	9	2.00	SZ	31.03	8:37	7	ZHB

Vyska anteny merena od: FC = fazoveho centra; SZ = spodku zavitu; SN = stredu narazniku

Bod meren na: 1 = Trimble VRS NOW CZ; 2 = TOPNET; 3 = CZEPOS RTK

4 = CzePOS PRS/FKP; 5 = CZEPOS RTK3/MAX3; 6 = Neznama sit

Hodnoty PDOP oznacene * jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00 Hodnoty PDOP oznacene # jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00

Hodnoty s RMS oznacene # jsou mimo nastavenou toleranci: 40.00

Body oznacene ! NoFix ! pred cislem bodu, nebyly pri mereni Fixovany!