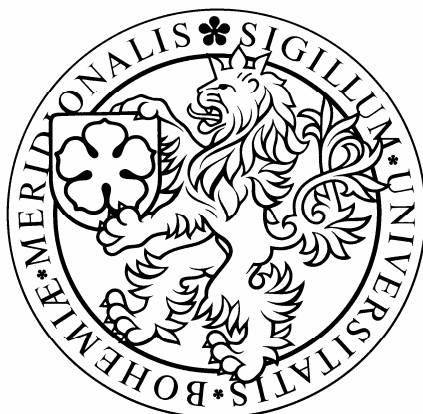


JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra: Katedra pozemkových úprav

Obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí



VYHOTOVENÍ ČÁSTI ZÁKLADNÍ MAPY
VELKÉHO MĚŘÍTKA DANÉ LOKALITY

Diplomant: Veronika Puklová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Magdalena Maršíková

České Budějovice

2007

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Vyhotovení části základní mapy velkého měřítká dané lokality“ vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a dalších pramenů uvedených v seznamu, který je součástí diplomové práce.

V Českých Budějovicích dne 30. dubna 2007

.....

Veronika Puklová

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce, paní Ing. Magdaleně Maršíkové, za pomoc, rady a odborné vedení, které mi během zpracování poskytovala a bez níž by tato práce nemohla vzniknout.

Obsah

1. Úvod	8
2. Mapy a mapování	9
2.1. Členění map	9
2.2. Mapy velkých měřítek	10
2.2.1. <i>Mapy účelové</i>	10
2.2.2. <i>Členění účelových map</i>	10
2.3. Obsah účelových map	11
2.3.1. <i>Polohopis</i>	11
2.3.2. <i>Výškopis</i>	12
2.3.3. <i>Popis</i>	13
2.4. Metody mapování	13
2.4.1. <i>Mapování polohopisu</i>	13
2.4.2. <i>Mapování výškopisu</i>	14
3. Tvorba mapy velkého měřítka	14
3.1. Přípravné práce	14
3.1.1. <i>Technické podklady</i>	14
3.1.2. <i>Rekognoskace terénu</i>	15
4. Měřické práce v terénu	15
4.1. Doplnění podrobného bodového pole v terénu	15
4.1.1. <i>Metody doplnění podrobného polohového bodového pole</i>	15
4.1.2. <i>Požadavky na přesnost měření při určování bodů PBPP</i>	17
4.1.3. <i>Požadavky na přesnost určení PBPP</i>	17
4.1.4. <i>Způsob číslování a stabilizace PBPP</i>	18
4.2. Výškové měření na nově zřizovaných PBPP	19
4.2.1. <i>Metoda měření výšek</i>	20
4.2.2. <i>Požadavky na přesnost výškového měření PBPP</i>	20
5. Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu	21
5.1. Zaměření polohopisu	21
5.1.1. <i>Doplnění polohového bodového pole</i>	21
5.1.2. <i>Podrobné mapování polohopisu</i>	22
5.2. Měření výškopisu	24
5.2.1. <i>Metody měření výškopisu</i>	24
5.2.2. <i>Podrobné měření výškopisu</i>	25

5.3. Záznam výsledků měření	26
5.3.1. <i>Měřické náčrty</i>	27
5.3.2. <i>Zápisníky podrobného měření</i>	28
6. Výpočty	28
6.1. Výpočty souřadnic bodů PBPP	28
6.2. Výpočty souřadnic pomocných a podrobných bodů	29
6.3. Výpočty nadmořských výšek bodů PBPP	31
7. Zobrazovací práce	32
7.1. Zobrazení polohopisu	33
7.2. Zobrazení výškopisu	33
7.3. Listy map velkých měřítek	34
8. Výsledný elaborát tvorby map velkého měřítka	34
9. Zaměření a vyhotovení mapy velkého měřítka části areálu Biologické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích	35
9.1. Příprava	35
9.1.1. <i>Rekognoskace zájmové lokality</i>	36
9.1.2. <i>Zvolené přístroje a metody</i>	37
9.2. Práce v terénu	37
9.2.1. <i>Zaměření polohopisu a výškopisu</i>	37
9.2.2. <i>Záznam výsledků měření</i>	38
9.3. Výpočet	39
9.3.1. <i>Výpočet souřadnic bodů polygonového pořadu</i>	40
9.3.2. <i>Výpočet nadmořských výšek bodů polygonového pořadu</i>	42
9.3.3. <i>Výpočet podrobných bodů</i>	42
9.4. Tvorba mapy	43
9.4.1. <i>Tvorba polohopisu v programu KOKEŠ</i>	44
9.4.2. <i>Tvorba výškopisu v programu KOKEŠ</i>	46
9.5. Ověření přesnosti	50
9.5.1. <i>Technická nivelace</i>	50
9.5.2. <i>Polygonové pořady</i>	50
9.5.3. <i>Podrobné body</i>	51
10. Závěr	54
11. Seznam použitých zkratk	56
12. Seznam příloh	57
13. Seznam použité literatury	58

1. Úvod.

Předmětem mé diplomové práce bylo zaměřit, zpracovat a vyhotovit část základní mapy velkého měřítka v dané lokalitě.

Danou lokalitou je západní část kampusu Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích v katastrálním území České Budějovice 2. Na ulici Branišovská 31, v městské části Čtyři Dvory. Jedná se o areál Biologické fakulty.

V rámci rekognoskace byla vybrána severní část areálu Biologické fakulty o rozloze cca 4 ha.

Veškeré teoretické základy pro tvorbu účelových map velkých měřítek jsou uvedeny v kapitole 2. – 8. Následující kapitoly jsou věnovány přímo řešenému území. V kapitole 9. je podrobně rozepsán pracovní postup od rekognoskace zájmové lokality přes veškeré výpočetní práce až k pracím zobrazovacím.

Zhodnocení dosažených výsledků a shrnutí všech činností při práci na vzniku kartografického díla je uvedeno v závěru diplomové práce.

Veškeré práce při podrobném měření polohopisu a výškopisu i práce v bodovém poli jsou obdobné jako při geodetických pracích na pozemkových úpravách, kde je podrobné měření polohopisu, v současnosti i výškopisu a stanovení obvodu pozemkových úprav důležitým podkladem pro tvorbu návrhu komplexních pozemkových úprav.

Důvod proč jsem si zvolila vyhotovení části základní mapy velkého měřítka dané lokality za téma diplomové práce je, že v předchozích letech jsem získala praktické zkušenosti právě při provádění geodetické části pozemkových úprav, kdy jsem měla možnost podílet se na stanovení obvodu pozemkové úpravy a podrobného měření polohopisu a výškopisu v katastru obce Horní Stropnice.

Pro měření polohopisu, podrobné polohové bodové pole (PBPP), polygonových pořadů a rajonů byla zvolena metoda polární, která je podrobně vysvětlena v kapitole 5. a pro měření výškopisu byly zvoleny metody dvě - pro zaměření výšek bodů polygonového pořadu byla zvolena metoda technické nivelace a výšky podrobných a pomocných bodů byly určeny tachymetricky. Obě metody jsou uvedeny a podrobněji rozepsány taktéž v kapitole 5.

2. Mapy a mapování.

Definice mapy zní: „Mapa je zmenšený, generalizovaný, konvenční obraz Země, kosmu, kosmických těles a jejich částí převedený do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů (kartografickým zobrazením), ukazující v závislosti na daném účelu polohu, stav a vztahy přírodních, sociálně-ekonomických a technických objektů a jevů, které jsou vyjádřeny vizuálně znakovým systémem.“ [1]

2.1 Členění map.

- Základní členění map je dle měřítka:
 - mapy velkých měřítek – 1:200 až 1:5000
 - mapy středních měřítek – 1:10 000 až 1:200 000
 - mapy velkých měřítek – větší než 1:200 000

- Podle formy mapy dělíme na:
 - analogové (grafické) – vznikají klasickým kartografickým rýsováním
 - obrazové – vznikají úpravou snímků letecké fotogrammetrie nebo dálkový průzkum Země (DPZ)
 - digitální – prvky obsahu jsou uloženy v paměti počítače

- Podle původu rozeznáváme mapy:
 - původní – vznikly přímým mapováním v terénu
 - odvozené – byly sestaveny na podkladě jiných map

2.2 Mapy velkých měřítek.

V závislosti na obsahu výsledné mapy se v kategorii velkoměřítkového mapování dělí mapová díla na mapy základní (ZM) - státní mapa odvozená v měřítku 1:5000 (SMO - 5), katastrální mapa (KM) a mapy účelové.

2.2.1 Mapy účelové.

Účelové mapy spolu s mapami tématickými představují kategorii map s nadstandardním obsahem. Mapy účelové jsou vždy mapy velkých měřítek, které obsahují kromě základních prvků i další prvky podle účelu jejich vzniku. Neslouží pro potřeby státní správy.

Účelové mapy vznikají přímým měřením, přepracováním nebo doměřením požadovaného obsahu do stávajících map. Podkladem pro jejich tvorbu často bývá katastrální mapa.

Účelové mapy slouží k podrobné lokalizaci jevů a objektů na povrchu, pod povrchem a nad povrchem země.

2.2.2 Členění účelových map.

- účelové mapy základního významu:
 - technická mapa města
 - základní mapa závodu
 - základní map dálnice
 - základní mapa letiště
 - jednotná železniční mapa stanic a tratí

- mapy podzemních prostor – mapy jeskyní a podzemních prostor

- ostatní účelové mapy:
 - mapy pro projektové účely
 - mapy pro pozemkové úpravy
 - mapy lesnické a vodohospodářské
 - mapy sídlišť

Výsledkem tvorby účelové mapy může být mapa:

- **grafická**
- **číselná** – kromě grafické formy je současně zpracován i seznam souřadnic podrobných bodů polohopisu, příp. i výškopisu
- **digitální** – alfanumerické vyjádření předmětů obsahu mapy, uložené na paměťovém mediu.

2.3 Obsah účelových map.

2.3.1 Polohopis.

Předmětem měření polohopisu jsou pevné body základního a podrobného bodového pole, hranice majetkové a správní, hranice druhů pozemků a kultur, dopravní sítě, vodní toky a různé druhy nadzemních i podzemních inženýrských sítí.

Předmětem polohopisu jsou:

- **stavební objekty a zařízení** - budovy, čekárny městských a jiných dopravních prostředků, čerpadla pohonných hmot, garáže, telefonní budky, venkovní schodiště, průjezdy, zdi, ploty s rozlišením druhu, pomníky, mostní váhy, výtahy v chodníku

- **dopravní objekty a zařízení** - vozovky, chodníky, krajnice, příkopy, nástupní ostrůvky, osy kolejí, mosty, silniční tunely, zábradlí, svodidla, osy trolejových vedení, podjezdy, nadjezdy, světelná signalizační zařízení a stožáry
- **vodohospodářské objekty a zařízení** - vodní toky a vodní plochy, přehrady, hráze, jezy vodotrysky, fontány, vodojemy, zřídla, úpravny vod, čerpací stanice, trvalá zavodňovací a odvodňovací zařízení
- **městská zeleň** - památkově chráněné stromy, stromy podél komunikací, na nábřeží a na veřejných prostranstvích s rozlišením druhu s min. průměrem kmenem 0,1 m, měří se všechny cesty se zpevněným povrchem
- **podzemní vedení** - zobrazuje se průmět osy vedení na zemský povrch a viditelná zařízení podzemních potrubních a kabelových vedení (kanalizační šachty, hydranty, šoupátka, vpustě aj.)
- **nadzemní vedení** - silová, sdělovací a potrubní (teplovody) na veřejných komunikacích a přístupových prostranstvích, sloupy, stožáry, patky příhradových a portálových konstrukcí, konzoly a svítidla s rozlišením druhu. Průběh nadzemních vedení se určuje spojením středů patek podpěr nebo os stožárů, sloupů, konzol a střešníků. [6]

2.3.2 Výškopis.

Výškopis slouží k znázornění reliéfu. Mezi nejrozšířenější způsoby znázornění reliéfu patří:

- **technické šrafy** - použijeme v případě prudkých změn terénu, kdy je překonán min. rozestup vrstevnic. U technických šraf se musí doplnit kóta, aby bylo možné zjistit velikost úhlu sklonu
- **kóty** - poskytují rychlé a přesné informace o výšce terénu - o absolutní výšce (vzdálenosti mezi skutečným horizontem bodu a příslušnou nulovou hladinovou plochou) nebo relativní výšce (převýšení). Umisťují se na význačných bodech terénu (rozcestí, vchody do budov, vrcholové tvary atd.)
- **vrstevnice** - čára zobrazující množinu bodů o stejné, účelně zaokrouhlené výšce
- **nadmořské výšky bodů bodových polí** – u vybraných podrobných bodů polohopisu (zpevněné plochy, uliční plochy...) v metrech na dvě desetinná místa [5] [7]

2.3.3 Popis.

- **popis uvnitř mapového rámu** – čísla bodů (ZBP – základní bodové pole, ZhB – zhušťovací body, PBPP), čísla hraničních znaků na státní hranici, místní a pomístní názvosloví a označení parcel parcelními čísly a mapovými značkami
- **popis vně mapového rámu** – název, označení mapového listu a údaje o jeho poloze ve správním členění státu, údaje o souřadnicovém systému, měřítko, označení sousedních mapových listů, údaje o vzniku mapy, tirážní údaje a okrajové náčrtky. [1]

2.4 Metody mapování.

2.4.1 Mapování polohopisu.

Vzhledem k tomu, že náplní diplomové práce je vytvoření základní mapy velkého měřítka, zmíním na tomto místě pouze metody mapování velkého měřítka.

Vznik map ve velkém měřítku je závislý na podrobném mapování polohopisu. Klasickou a v současnosti nejpoužívanější metodou je **metoda polárních souřadnic**, kdy se podrobné body polohopisu zaměří polárními souřadnicemi, tzn. vodorovným úhlem α , měřeným na měřickém bodě od polygonové strany či měřické přímky a vzdáleností d , měřenou od stanoviště přístroje k podrobnému bodu. Vodorovné úhly se měří teodolitem, délky dálkoměrem. Tato metoda se dobře uplatňuje při zaměřování podrobného polohopisu v přehledném terénu, ve kterém lze rychle určit polohu jednotlivých bodů, doplňujícími metodami při měření polohopisu jsou: **metoda konstrukčních oměrných, kontrolních oměrných a protínání z úhlů**.

Mezi další možné metody měření polohopisu patří **metoda pravoúhlých souřadnic**, kdy se podrobné body polohopisu zaměřují kolmicemi k polygonovým stranám, či měřickým přímkám. V případě mapování v kódu kvality 3 až 6 je možné využít i **letecké**

fotogrammetrické metody, kdy podrobné prvky polohopisu získáváme interpretací leteckých snímků. Je možné využít i moderní technologii **GPS**. [3] [6]

2.4.2 Mapování výškopisu.

Výškopis se doplňuje *geometrickou nivelací, tachymetricky, fotogrammetricky* nebo nejmodernější technologií **GPS**.

Metodu volíme podle požadavku na přesnost výškopisu, typu terénu, rozsahu mapovaného území.

Přesnost výškopisu je dána kódem kvality podrobného výškopisného bodu a musí být vždy dodržena. U účelových výškopisů je přesnost ovlivněna objednavatelem. [1] [7]

3. Tvorba mapy velkého měřítká.

Mapy se zásadně vyhotovují v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (*S – JTSK*) a ve výškovém systému baltském po vyrovnání (*Bpv.*). U účelových map je kód kvality mapy, obsah a měřítko odvozeno od účelu, pro který je mapa určena. Účelové mapy se mohou vyhotovovat v libovolných rozměrech mapového rámu a v obecném kladu listů, musí však obsahovat přehled kladu listů vyhotovených map.

3.1 Přípravné práce.

3.1.1 Technické podklady.

Každé geodetické měření většího rozsahu se musí opírat o předem vybudovanou síť pevných bodů, které jsou v terénu trvale stabilizované. Při tvorbě účelové mapy novým mapováním se musí použít takové geodetické podklady (popř. fotogrammetrické), které

zajistí výsledek ve stanoveném kódu kvality bodu. Geometrický základ pro tvorbu mapy musí mít kód kvality bodu stejný popř. vyšší než třída přesnosti nového mapového díla. Geometrickým podkladem je aktualizovaná katastrální mapa vyhotovená v S – JTSK.

Jakmile shromáždíme informace o stávajícím základním polohovém bodovém poli (ZPBP), PBPP, základním výškovém bodovém poli (ZVBP) a podrobném výškovém bodovém poli (PVBP), navrhne doplnění bodového pole pro podrobné zaměření zvolené lokality. Navržený geodetický základ pro podrobné mapování pak zakreslíme do připraveného přehledného náčrtu stávajícího bodového pole. Náčrt vyhotovíme v měřítku 1:5000, nebo v jiném vhodném měřítku zakreslením daných bodů polohových polí dle rozsahu mapování

3.1.2 Rekognoskace lokality.

Rekognoskace znamená, že se v terénu vyhledají body stávajícího bodového pole s využitím geodetických údajů a rozhodne se o jejich zapojení do zhuštění. Při rekognoskaci se porovná skutečný stav s geodetickými údaji a při pochybnostech se jejich poloha přezkouší kontrolním přeměřením a výpočtem a podle potřeby se opraví nebo doplní geodetické údaje, popř. se vyhotoví nové. Přehledný náčrt se upraví podle výsledků rekognoskace a volby nových bodů. Podrobné polohové bodové pole musí umožňovat vybudování sítě pomocných bodů pro podrobné měření polohopisu.

Podle výsledků rekognoskace se vyhotoví oznámení závad a změn na bodech základního polohového bodového pole a stávajícího podrobného bodového pole. [6]

4. Měřické práce v terénu.

4.1 Doplnění podrobného polohového bodového pole v terénu.

4.1.1 Metody doplnění podrobného polohového bodového pole.

Body podrobného polohového bodového pole se doplňují několika různými metodami:

- **Plošnými sítěmi** – měřením vodorovných úhlů a délek. Vodorovné délky se měří nejméně v jedné skupině a mezní odchylka v uzávěru skupiny či mezní rozdíl mezi skupinami je $0,003^{\text{g}}$. Délky se měří dvakrát pomocí dálkoměrů, krátké délky do jednoho kladu lze měřit pásmem.
- **Polygonovými pořady** – oboustranně připojenými a oboustranně orientovanými s dlouhými i krátkými stranami. Polygonové pořady kratší než 1,5 km mohou být jednostranně orientované. Neorientované pořady mohou mít nejvýše čtyři strany a alespoň na jednom z vrcholů se zaměří orientační směr na signalizovaný ZPB, PBPP, ZhB .

Polygonový pořad je souvislá řada bodů spojených přímkami tvořících mnohoúhelník nebo jeho část. Tvar polygonu musíme přizpůsobit potřebám detailního měření. Volba bodů polygonové sítě závisí na tvaru, také na rozloze a přehlednosti a přístupnosti mapovaného území. Polygonový pořad je určen měřením všech délek polygonových stran a všech vrcholových úhlů.

Vrcholové úhly polygonového pořadu měříme úhломěrnými přístroji. Měří se vždy v obou polohách dalekohledu. Použijeme-li méně přesné přístroje, je třeba měřit ve dvou skupinách.

Délky stran se volí podle konfigurace terénu a přehlednosti v rozmezí od 50 do 300 m. Jen výjimečně lze připustit strany kratší než 50 m. doporučuje se dodržet délky stran pro měřítko 1:M poblíž hodnoty $0,1 M$ v metrech, tzn. pro měřítko 1:2000 jsou délky stran asi 200 m. Délky sousedních stran nemají překročit vzájemný poměr 1:2 a poměr nejkratší a nejdelší strany v celém polygonovém pořadu má být nejvýše 1:4.

- **Protínáním vpřed** – z úhlů či z délek nebo kombinovaným protínáním nejméně ze tří daných bodů (ZBP, PBPP, ZhB).
- **Rajonem** – do délky 1 500 m s orientací na daném bodě na dva dané body s prokazatelnou střední souřadnicovou chybou do 0,04 m nebo s orientací na daném i určovaném bodě. Použije-li se postup s orientací na určovaném bodě, musí na něm být úhel v rozmezí 30^{g} – 170^{g} . Délka rajonu nesmí být větší než délka nejvzdálenější

orientace. Pokud je délka rajonu větší než 800 m, měří se všechny úhly ve dvou skupinách. Vychází-li rajon z PBPP o střední souřadnicové chybě mezi 0,04 a 0,06 m, nesmí být delší než 300 m. [3] [9]

Podrobné polohové pole lze doplnit také metodou fotogrammetrickou nebo technologií GPS (musíme použít přijímače, které zajistí požadovanou přesnost bodů).

4.1.2 Požadavky na přesnost měření při určování bodů PBPP.

Vodorovné úhly se měří ve skupinách teodolitem zajišťujícím přesnost měřených směrů 0,6 mgon (2“) a při délkách do 500 m je možné použít teodolit s přesností 2 mgon (10“). Mezní odchylka v uzávěru skupiny a mezní rozdíl mezi skupinami je 0,003^g.

Délky se měří přístroji či pomůckami, které zaručují vnitřní přesnost měření menší než 0,02 m. Pro měření se používají dálkoměry s přesností do 0,01 m. Délky se v měřické síti měří dvakrát, ostatní délky jednou (přesnost polohy se kontroluje oměrnými mírami). Naměřené délky se opravují o fyzikální redukce (redukce ze zakřivení Země, redukce z refrakce) a matematické redukce (redukce do zobrazovací roviny S – JTSK). Mezní rozdíl dvojice měřených délek je 0,02 m u délek kratších než 100 m; 0,04 m u délek od 100 do 500 m a 0,06 m u délek větších než 500 m. [9]

4.1.3 Požadavky na přesnost určení PBPP.

Charakteristikou přesnosti určení rovinných souřadnic x, y podrobných bodů polohopisu je *základní střenění souřadnicová chyba* m_{xy} daná vztahem:

$$m_{xy} = [0,5 (m_x^2 + m_y^2)]^{1/2}$$

kde: m_x a m_y jsou střední chyby určení souřadnic x, y.

Podrobné polohové bodové pole se buduje s přesností, která je dána základní střední souřadnicovou chybou u zhušťovacího bodu 0,02 m a u ostatních bodů 0,06 m a vztahuje se k nejbližším bodům základního polohového bodového pole. Mezní odchylka se stanoví jako 2,5 násobek základní střední souřadnicové chyby. [8]

Při měření mezi body polohového pole nesmí rozdíly mezi zaměřenými a ze souřadnic vypočtenými nebo původně určenými hodnotami vodorovných úhlů a délek překročit stanovené mezní odchylky.

4.1.4 Způsob číslování a stabilizace PBPP.

Body se označují dvanáctimístným úplným číslem a to následujícím způsobem:

- pro body ZBP a ZhB ve tvaru: 0009EEEECCCC0
- body PBPP ve tvaru: PPP00000CCCC
- body pomocné ve tvaru: PPPPZZZZCCCC
- body podrobné ve tvaru: PPPPZZZZCCCC

kde: EEEE je číslo triangulačního listu

PPP je pořadové číslo katastrálního území v okrese

ZZZZ je číslo ZPMZ – záznam podrobného měření změn (v rozmezí 0001 – 9999).

Je-li u pomocného bodu ZPMZ nula, jedná se o pomocný bod dočasně stabilizovaný

CCCC je pořadové číslo bodu:

- pro body ZBP v rozmezí 1 – 199
- pro body ZhB v rozmezí 201 – 499
- pro body PBPP v rozmezí 501 – 3999
- pro pomocné body v rozmezí 4001 a výše
- pro podrobné body v rozmezí 1 - 9999

V terénu musí být měřické body zajištěny pevnými znaky. Existuje několik možností jak stabilizovat body v terénu. Způsob volíme podle potřeby a účelu využití bodů. [6] [9]

Stabilizace se dělí na:

- *dočasnou* – pomocí dřevěných kolíků, nastřelovacích hřebů, značek na trvalých objektech, železnou trubkou. Takto se stabilizují pomocné body.
- *trvalou* – vysekáním křížku na opracované ploše skály, hřbovými značkami zabetonovanými do skály, plastovými mezníky o rozměrech 0,12 x 0,12 m s různými délkami zarážecího trnu, obetonovanou železnou trubkou, boční stabilizací do zdiva dvěma čepy, kamennými mezníky s křížkem [2]

Pokud body trvale stabilizujeme, musíme k nim zpracovat geodetické údaje podle bodů 6 a 7 přílohy k vyhlášce Českého úřadu zeměměřického a katastrálního č. 190/1996 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem ve znění zákona č. 210/1993 Sb. a zákona č. 90/1996 Sb. a zákon ČNR č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon) ve znění zákona č. 80/1996 Sb., ve znění vyhlášky č. 179/1998 Sb. (dále jen vyhláška č. 190/1992 Sb.)

4.2 Výškové měření na nově zřizovaných bodech PBPP.

Výškovým měřením určujeme vzájemnou polohu bodů ve vertikálním směru. Výsledků výškových měření využíváme k určování výšek bodů a pro znázorňování konfigurace terénu buď formou příčných a podélných profilů nebo formou výškopisných plánů.

V geodézii rozlišujeme výšky absolutní a relativní:

- **absolutní** – vertikální vzdálenosti výškových bodů od hladinové plochy zvoleného moře. V tomto případě se pak absolutní výšky nazývají výšky nadmořské. Tyto výšky jsou vždy kladné.
- **relativní** – výšky bodů, vztažené k hladinové ploše vedené vhodně zvoleným výškovým bodem. Relativní výšku definujeme jako výškový rozdíl dvou bodů. Tyto výšky mohou být kladné i záporné.

Výškopisným základem jsou body výškového bodového pole, stanoviště podrobného měření výškopisu, vlíčovací body určené geodeticky a body ZBP, PBPP s určenými výškami.

Při určování výšek bodu v podrobném výškovém bodovém poli se užívá technické nivelace. Je možné ji nahradit tachymetrickým určením výšek, budou-li výsledky měření vyhovovat požadované přesnosti, především za použití elektronického dálkoměru.

Pořady technických nivelací se vkládají mezi ověřené body ČSNS (Česká státní nivelační síť) nebo mezi body technické nivelace stejné nebo vyšší přesnosti..

4.2.1 Metody měření výšek.

Výškové měření se prakticky omezuje na určování převýšení – relativní výšky, kterou je možné určit přímo i nepřímo:

- **Přímé měření** – výškový rozdíl dvou bodů určujeme pomocí horizontu vytvořeného přístrojem nebo nivelační pomůckou, od které měříme svislou vzdálenost jednotlivých uvažovaných bodů = geometrická nivelace ze středu
- **Nepřímé měření** – určujeme veličiny, u kterých pak výškový rozdíl počítáme = trigonometrické měření výšek a barometrické měření výšek. [7]

4.2.2 Požadavky na přesnost výškového měření PBPP.

Přesnost výšek bodů podrobného výškového bodového pole se posuzuje podle rozdílu mezi daným a měřeným převýšením připojovacích bodů, příp. podle odchylky

v uzávěru obousměrné nivelace nebo jednosměrné nivelace v okruhu, která nesmí překročit hodnoty:

- $20\sqrt{R}$ v milimetrech u stabilizovaných bodů technické nivelace
- $40\sqrt{R}$ v milimetrech u ostatních bodů, kde R je délka oboustranně měřeného pořadu, nebo poloviční délka jednosměrně měřeného pořadu v km [7]

5. Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu.

5.1 Zaměření polohopisu.

5.1.1 Doplnění polohového bodového pole.

Podrobné polohové bodové pole se doplňuje pomocnými body tak, aby vznikla měřická síť, ze které by bylo možné zaměřit všechny podrobné body. Měřická síť musí být přizpůsobena použité metodě podrobného měření.

Pomocné body lze určit:

- Staničením na měřických přímkách mezi body polohového bodového pole a pomocnými body
- Rajony
- Pomocnými polygonovými pořady
- Protínáním ze směrů nebo z délek
- Volným polárním stanoviskem

Abychom dosáhli požadované přesnosti mapování musíme dodržet omezení u jednotlivých měřených veličin:

- Délka rajonu smí být nejvýše 1000 m a přitom smí být nejvýše o 1/3 větší než délka měřické přímky nebo nesmí být větší, než je délka k nejvzdálenějšímu orientačnímu bodu.
- Délka měřické přímky a pomocného polygonového pořadu nesmí být větší než 2000 m.

- Největší přípustná délka volného polygonového pořadu je 250 m a tento pořad může být tvořen max. třemi, na sebe navazujícími, rajony.

Pomocné body se označují dočasně dřevěným kolíkem, kovovou trubkou, hřebem nebo se vyryje či trvalou barvou nakreslí na pevném podkladu, kterým je např. asfalt, skalní podklad, poklopy šoupátek a kanalizačních šachet s jednoznačným určením. Tyto body se pak zaměří spolu s podrobným měřením.

5.1.2 Podrobné mapování polohopisu.

Nejběžnější metodou pro zaměření polohopisu je metoda polární. Jako doplňující je možné použít metodu pravouhlých souřadnic (ortogonální metoda), protínání ze směrů a délek, metoda konstrukčních oměrných nebo metoda kontrolních oměrných. Doplňkové metody se použijí v případě, že by nebylo účelné nebo možné zaměřit podrobný bod polohopisu polárně.

Metoda polární – v principu se jedná o metodu, při které dochází k zaměřování vodorovných úhlů (směrů) a délek (tj. polárními souřadnicemi). Podrobné body se při měření signalizují odrazným hranolem.

Při měření vodorovných úhlů se v geodézii používají tyto metody:

- **Jednoduché měření úhlů** (v jedné poloze dalekohledu) – při tomto měření dochází ke vzniku řady chyb, např. nerovnoměrné dělení stupnic, nepřesné dostředění a horizontace, refrakce, zacílení. Všechny tyto zmenšují přesnost úhlů, proto se používá pouze u tachymetrického měření.
- **Měření úhlů v obou polohách dalekohledu** – výhodou tohoto měření je, že se odstraní přístrojové chyby.
- **Měření úhlů v řadách a skupinách**

Pracovní postup při polárním měření:

- Na stanovisku zhorizontujeme a zcentrujeme přístroj a zaostříme záměrný kříž. Poté co přístroj urovnáme na stanovisku, zaměříme nejméně dva orientační body. Měříme-li současně i výškopis, změříme výšku přístroje s výškou cíle a převýšení na sousední body.
- Zaměříme jednotlivé podrobné body pouze v jedné poloze dalekohledu. Pokud z jednoho stanoviska zaměřujeme více bodů, musíme po 30 až 40 bodech překontrolovat, zda se nezměnila poloha přístroje kontrolním zaměřením počátečního bodu osnovy nebo jiný kontrolní bod (např. věž kostela).
- Při zaměřování podrobných bodů se umísťuje zrcadlo přímo na určovaný bod. V případě, že není možné umístit odrazný hranol přímo na bod, tak ho dáme před nebo za tento bod a v zápisníku uvedeme *doměrek*, který přičítáme nebo odečítáme u měřené vzdálenosti. Další možností je použití *polární kolmice*. Tato metoda spočívá ve využití kolmice, která je spuštěna z podrobného bodu na měřený směr, který má být co nejbližší k bodu. U této metody se změří směr, délka k patě kolmice a délka kolmice spolu se znaménky + nebo – podle toho, jestli je kolmice napravo nebo nalevo od měřeného směru.

Metoda ortogonální (pravoúhlých souřadnic) – koncové body polygonové strany se signalizují výtyčkami, mezi kterými se od prvního polygonového bodu rozvine pásmo. Pomocí vytyčovacího hranolu najdeme patu kolmice spuštěné z daného bodu na polygonovou stranu. Pak určíme délku příslušné kolmice a vzdálenost od počátku (staničení). Pokud se tato metoda použije, délka kolmice nesmí přesáhnout 3/4 délky měřické přímky a musí být max. 30 m dlouhá.

Metoda konstrukčních oměrných – u pravoúhlých budov je možné výstupky do celkové hloubky 5 m nebo čtvrtý hlavní roh evidentně pravoúhlé budovy je možné zaměřit touto metodou. Maximální počet určovaných bodů mezi dvěma danými body je osm. Při výpočtu je vždy první oměrná kladná u ostatních pak rozhoduje směr. Pokud bod vložený mezi dva polárně určené body leží od spojnice prvního a druhého bodu vpravo, resp. vlevo, je znaménko kladné, resp. záporné. [3] [4] [6]

U zmíněných metod se délky v měřických sítích měří dvakrát přístroji zaručujícími přesnost menší než 0,02 m, proto se délky měří přístroji s přesností do 0,01 m. Délky se

zapisují s přesností na dvě desetinná místa a úhlové údaje se musí měřit a zapisovat nejméně na 0,01^s a pokud jsou body vzdálenější než 500 m na 0,001^s.

Správnost určení podrobných bodů se ověří pomocí kontrolních oměrných, kdy pomocí pásma přeměříme spojnici mezi měřenými body a porovnáme s délkou vypočtenou ze souřadnic. Pokud jsou délky shodné popřípadě do přípustné odchylky, považujeme určení podrobných bodů za správné.

5.2 Měření výškopisu.

5.2.1 Metody měření výškopisu.

- **Nivelací** – jedná se o nejstarší, ale neustále nejpřesnější metodu pro přímé měření výšek. Podstatou je měření výškového rozdílu dvou bodů A, B pomocí vodorovné záměry, která se odečítá na nivelačních latích pomocí nivelačního přístroje, které vytyčují tuto vodorovnou záměru. Výškový rozdíl dvou bodů je možné určit dvěma základními metodami a to:
 - **Geometrickou nivelací kupředu** – v současnosti prakticky nevyužívaná metoda pro svou pracnost, nutnost stabilizace všech bodů, nižší přesnost v určení výšky přístroje. Uplatňuje se pouze při měření profilů, plošné nivelaci a tachymetrii.
 - **Geometrickou nivelací ze středu** – nejjednodušší, nejpřesnější a nejpoužívanější metoda. Princip spočívá v umístění nivelačního přístroje do středu spojnice bodů A a B. Na těchto bodech se postaví nivelační latě a odečte se na nich čtení vzad a vpřed. Každá takováto nivelační sestava má omezenou délku 40 – 100 m a měla by být přímá. Přestavové body není třeba stabilizovat trvale, postačí dočasná stabilizace nivelační podložkou. Přístroj není nutné přesně centrovat, neměří se výška přístroje tím, že měříme ze středu, se vylučuje hlavní přístrojová chyba. Požadované přesnosti dosáhneme zvolením vhodného způsobu (druhu) nivelace. Nejběžněji používaným druhem nivelace je technická nivelace. Používá se pro určení bodů polohového bodového pole, pro které se výška určuje dodatečně.

- **Trigonometricky** - poměrně moderní metoda, použije se v případě, kdy není možné přímé měření výšek objektů. Výškový rozdíl se určuje na základě řešení trojúhelníka. Tato metoda je nepřímou metodou určení výšek bodů.
- **Metodou GPS** – metoda budoucnosti, je možno rovnou určit všechny tři souřadnice [7]

5.2.2 Podrobné měření výškopisu.

Metoda plošně nivelace se používá k doplnění polohopisu výškopisem v plochém (málo členitém) terénu. Pokud existuje dostatek bodů, které jsou jednoznačně identifikovány v terénu, zaměřují se bočně z niveláčnických pořadů vycházejících a končících na bodech o známých výškách. Pro určení výšky bodu se převýšení měří v metrech na jedno desetinné místo na rostlém podkladu, na pevném podkladu na dvě desetinná místa. Pro určení výšek se u přestavovaných bodů čtou údaje na lati v metrech na tři desetinná místa a u podrobných bodů v metrech na dvě desetinná místa (boční záměra).

Tachymetrie = „rychloměřictví“ - jak už z názvu vyplývá, jedná se o metodu, při které se současně určuje poloha i výška všech určovaných podrobných bodů. Všechny podrobné body se zaměřují z tachymetrických stanovisek, která jsou určena polohově i výškově. Polohopis se zaměřuje polární metodou (měří se směr a vzdálenost) a výšky jsou určeny trigonometricky. Vodorovné a svislé úhly se při orientaci osnovy směrů měří v obou polohách dalekohledu a podrobné body pak pouze v jedné poloze. Hustota sítí se volí dle přehlednosti terénu a typu použitého přístroje.

Trigonometrické měření výšek vychází z řešení pravoúhlého trojúhelníka, kde je dána vodorovná vzdálenost d a zenitový úhel z .

Výškový rozdíl vypočteme ze vzorce:

$$h = d \cotg z$$

kde: h - výškový rozdíl dvou bodů
d - měřená vodorovná vzdálenost
z - měřený zenitový úhel

Při trigonometrickém určování výšek je nutné, aby přesnost měření zenitového úhlu byla tím větší, čím větší je vodorovná vzdálenost. Pokud je výška určována s přesností na 0,01 m a vzdálenost je větší než 350 m, projevuje se v přesnosti určení výšky zakřivení zemského povrchu a refrakce, proto se při takovýchto vzdálenostech zavádí koeficient q , který redukuje chybu z refrakce a zakřivení zemského povrchu. V případě, že je požadovaná přesnost pouze na 0,1 m, zavádí se oprava až pro délky nad 1,1 km.

Proto, abychom mohli určit nadmořské výšky bodů, musíme znát nadmořskou výšku stanoviště, která se určuje nejlépe technickou nivelací. Pro výpočet výšek je nutné na stanovišti změřit výšku přístroje, vodorovnou vzdálenost, zenitový úhel, dále se měří výška cíle. V případě, že využíváme elektronický tachymetr, převýšení určíme přímo.

Výška určovaného bodu se vypočte podle vzorce:

$$\mathbf{H = H_s + v_p - v_c \pm h,}$$

pokud zavádíme opravu z refrakce a ze zakřivení Země:

$$\mathbf{H = H_s + v_p - v_c \pm h + Q}$$

kde: H - výška určovaného bodu
H_s - výška stanoviště
v_p - výška přístroje
v_c - výška cíle
h - převýšení
Q - oprava z refrakce a zakřivení zemského povrchu [7]

5.3 Záznam výsledků měření.

Výsledky měření se zaznamenávají do měřických náčrtů a do zápisníků podrobného měření, popř. se registrují v paměťovém médiu použitého přístroje.

Tyto náčrty, zápisníky a seznamy souřadnic tvoří podklady, které slouží k výpočtu souřadnic podrobných bodů a k jejich kontrole.

5.3.1 Měřické náčrty.

Náčrty se zakládají jako zvětšeniny nebo kopie katastrální mapy. Rozměry měřických náčrtů odpovídají zpravidla formátu A3. Rozměry měřických náčrtů pro účelové mapy mohou být větší, ale takové, aby je bylo možno složit do uvedených rozměrů. Měřítko náčrtu musí být takové, aby dovovalo zřetelně zobrazit všechny podrobné body polohopisu a zachytit všechny potřebné údaje, proto nesmí být menší než měřítko vyhotovované mapy. Náčrty se číslovají v rámci katastrálního území počínaje jedničkou. Po skončení podrobného měření polohopisu se každý měřický náčrt adjustuje a překontroluje se též úplnost zaměření podrobných bodů, zaměření kontrolních oměrných, vzájemná shoda a soulad měřických náčrtů a vyhotoví se přehled těchto náčrtů.

Kromě zaměřené situace, čísel bodů a čísla náčrtu musí měřický náčrt obsahovat ještě tyto náležitosti:

- Název katastrálního území
- Vyznačení orientace k severu
- Vyznačení příslušnosti k listu mapy
- Údaje o sousedních náčrtech
- Jméno vyhotovitele
- Datum vyhotovení
- Poslední použité číslo podrobného bodu

Body polohového bodového pole a pomocné body se zakreslují a číslovají červeně, stejně tak i měřická síť a orientace k severu. V měřickém náčrtu se označují:

- Body základního polohového bodového pole a zhušťovací body úplným číslem bodu nebo jen vlastním číslem bodu s číslem triangulačního listu v závorce
- Ostatní body podrobného polohového bodového pole jen svým pořadovým číslem
- Podrobné body jen svým pořadovým číslem [9]

5.3.2 Zázpisníky podrobného měření.

Zázpisníky slouží pro zaznamenání měřených údajů. Existují dva způsoby jak provádět záznam a to:

- **Záznam do zázpisníků podrobného měření** – tento způsob se uplatňuje v případě, že nemáme možnost využít registrační zařízení. Číslo zázpisníku je stejné jako číslo měřického náčrtu. Pokud je pro jeden náčrt více zázpisníků, doplňuje se navíc podlomení. U podrobných bodů se v zázpisníku též uvede stručný popis bodu. V ručně vedeném zázpisníku i v náčrtu se opakované určení identického bodu vyznačí podtržením čísla bodu.
- **Záznam pomocí registračních zařízení**

Zaznamenaná data se pak dále zpracovávají automatizovaným způsobem a dokládají se protokoly o výpočtu. [1]

6. Výpočty.

6.1 Výpočty souřadnic bodů PBPP.

Při určení bodů podrobného polohového bodového pole se použije výpočet souřadnic bodů s vyrovnáním metodou nejmenších čtverců (MNC). Dodržení kritérií přesnosti se posuzuje podle bodů 11.14 a 11.15 přílohy k vyhlášce č. 190/ 1996 Sb.

Dále se souřadnice bodů PBPP určené geodeticky mohou vypočítat přibližným vyrovnáním:

- Aritmetickým průměrem z jednotlivých kombinací určovacích prvků. Rozdíly v souřadnicích mezi jednotlivými kombinacemi nesmějí překročit 2,5 násobek základních středních souřadnicových chyb podle bodů 11.12 a 11.13 přílohy k vyhlášce č. 190/ 1996 Sb.
- Vyrovnáním polygonového pořadu rovnoměrným rozdělením úhlové odchylky na jednotlivé vrcholy pořadu a rozdělením odchylek v souřadnicích úměrně absolutním hodnotám souřadnicových rozdílů při dodržení mezní odchylky v uzávěru polygonového pořadu.

O průběhu automatizovaného výpočtu se zpracovává protokol. Ten obsahuje podle použitého geodetického programu minimálně: vstupní údaje, údaje o dosažených odchylkách v určovacích obrazcích sítě, údaje o dosažených odchylkách při vícenásobném určení souřadnic bodů včetně porovnání dosažených mezních odchylek. Souřadnice se udávají v metrech a zaokrouhlují se na dvě desetinná místa. Vypočtené souřadnice se zaokrouhlují tak, že je-li jejich hodnota na dalším neuváděném místě rovna 5 nebo větší, zaokrouhlí se výsledek výpočtu nahoru.

6.2 Výpočty souřadnic pomocných a podrobných bodů.

Při výpočtu souřadnic dochází ke zpracování veškerých, v terénu získaných údajů, včetně oměrných a jiných kontrolních měř. Vypočtou se souřadnice pomocných a podrobných bodů a testuje se dodržení všech mezních odchylek. Případy, kdy dojde k překročení mezních odchylek se vyšetří.

Při výpočtu souřadnic se použijí tyto hodnoty mezních odchylek:

- Mezní odchylka mezi délkou měřické přímky měřenou a vypočtenou ze souřadnic:

$$0,012 \sqrt{d} + 0,10 \text{ [m]}$$

kde: **d** - délka měřické přímky, spojnice kontrolovaných bodů nebo spojnice počátečního a koncového bodu pomocného polygonového pořadu v metrech

- Mezní úhlová odchylka uzávěru pomocného polygonového pořadu je :

$$0,02 \sqrt{(n + 2)} \text{ [}^\circ\text{]}$$

kde: **n** - počet vrcholových úhlů v polygonovém pořadu

- Mezní odchylka v orientaci (rozdíl směrnic vypočtených ze souřadnic – rozdíl naměřených vodorovných směrů) je $0,08 \text{ }^\circ$.
- Mezní odchylka na pomocném bodě v souřadnicích (rozdíl mezi dvojitým určením) je 0,21 m .
- Pro mezní odchylku u_{md} mezi přímo měřenou délkou mezi dvěma podrobnými body a délkou vypočtenou ze souřadnic a pro mezní odchylku u_{mxy} v souřadnici na podrobném bodě (rozdíl mezi dvojitým měřením) se použijí hodnoty pro kód charakteristiky kvality 3. [9]

Vyhláškou č. 190/1996 Sb. jsou stanoveny tyto charakteristiky přesnosti:

- Charakteristikou přesnosti určení souřadnic x, y podrobných bodů je základní střední souřadnicová chyba m_{xy} , určená ze vzorce:

$$m_{xy} = [0,5 (m_x^2 + m_y^2)]^{1/2}$$

kde: m_x a m_y jsou základní střední chyby určení souřadnic x, y

- Charakteristikou relativní přesnosti určení souřadnic x, y dvojice podrobných bodů je základní střední chyba m_d délky d přímé spojnice bodů této dvojice, vypočtené ze souřadnic.

Souřadnice podrobných bodů musí být určeny tak, aby:

- Charakteristika m_{xy} nepřesáhla kritérium $u_{xy} = 0,14 \text{ m}$
- Charakteristika m_d nepřesáhla kritérium u_d vypočtené pro každou délku ze vztahu:

$$u_d = 0,21 [(d + 12) : (d + 20)] [\text{m}]$$

Dosažená přesnost určení souřadnic podrobných bodů se ověřuje pomocí:

- Oměrných měř nebo kontrolních měření délek přímých spojnic jiných vybraných dvojic podrobných a jejich délek vypočtených ze souřadnic
- Nezávislým kontrolním měřením a výpočtem souřadnic výběru podrobných bodů a jejich porovnání s určenými souřadnicemi.

Pro porovnání délek podle oměrných měř se vypočtou rozdíly délek:

$$\Delta d = d_m - d_k$$

kde: d_m - délka spojnice vypočtená z výsledných souřadnic

d_k - délka spojnice určená měřením

Přesnost je vyhovující pokud:

- absolutní hodnoty všech rozdílů délek vyhovují kritériu $|\Delta d| \leq 2u_d \cdot k [\text{m}]$, kritérium $|\Delta d| \leq 2u_d \cdot k [\text{m}]$ je splněno pro 60% testovaných délek, přičemž u_d a koeficient k se určí v souladu s body 12.6 a 12.11 přílohy k vyhlášce č. 190/1996 Sb.

6.3 Výpočet nadmořských výšek bodů PBPP.

U nivelačního pořadu vloženého mezi dva pevné výškové body (tj. pořad začíná a končí na dvou výškové známých a ověřených bodech) se vypočtou výšky jednotlivých bodů pořadu, a to z výšky výchozího bodu, která je daná, a z naměřených jednotlivých převýšení. Takto dopočteme i výšku koncového bodu, která je odlišná od dané výšky koncového bodu. Tento rozdíl mezi daným a měřeným převýšením představuje opravu pro celý pořad. Vypočtená oprava se rozdělí rovnoměrně a přiřadí se nejlépe k záměrům vzad bez ohledu na délky záměr a opraví se převýšení. Z takto opravených převýšení se vypočtou výšky jednotlivých bodů.

U volných nivelačních pořadů má být součet naměřených převýšení v pořadu roven nule. Případná oprava se rozdělí jako v předcházejícím případě. U volných nivelačních pořadů je nutné, aby se, na rozdíl od vložených pořadů, měřily dvakrát (tam a zpět).

Kritériem přesnosti je mezní odchylka:

$$\Delta_{\max_{\text{mm}}} = 20\sqrt{r_{\text{km}}}$$

Fyzikální redukce, matematická redukce a redukce do zobrazovací roviny S - JTSK se zavádějí, přesáhne-li jejich součet pro danou délku 0,02 m a do vzdálenosti cca 300 m je možné je pominout. Při určování převýšení je nutno zavádět do výpočtu korekci ze zakřivení Země, pokud jsou dva body, jejichž převýšení je určováno, od sebe vzdálené více než 350 m, a korekci z atmosférické refrakce. [7]

7. Zobrazovací práce.

Výtisky základních map jsou jednobarevné - černé, pokud mapa obsahuje i výškopis, tak se vyhotovuje ve dvou barvách: polohopis černě a výškopis hnědě.

Měřené předměty se zobrazují jako svislé průměty na referenční plochu a značí se mapovými značkami, a pokud to jejich rozměr dovoluje, tak měřené předměty vyznačíme obrysovou čarou, i když pro ně existuje příslušná mapová značka. Tato značka se použije v případě, kdy není z obrysu zřejmé o jaký předmět se jedná. V případě, kdy nám měřítko mapy nedovoluje vyznačit předmět obrysovou čarou, znázorníme ho pomocí příslušné mapové značky.

Pokud se nahromadí předměty měření, u nichž se nedá zobrazení na mapě jasně vyjádřit, vyobrazí se jen předměty důležitější, přičemž se musí dávat přednost zobrazení bodů bodových polí a stavebních objektů.

Před zpracováním originálu mapy musíme provést veškeré výpočty, ze kterých získáme souřadnice a výšky bodů, které tvoří spolu s měřickými náčrty podklad pro zobrazovací práce.

7.1 Zobrazení polohopisu.

Dle měřického náčrtu a zápisníků se zobrazují zaměřené body polohopisu. Vynesené body se označují číslem, shodně s číslováním v zápisníku. Následně se body spojí dle měřického náčrtu, a tak vznikne polohopis. Doplní se měřické značky u předmětů, které nelze zobrazit v daném měřítku do půdorysu. Čárové značky se využívají pro zobrazení hranic, nadzemního vedení atd. Plošné značky použijeme pro zobrazení porostu, povrchu půdy a vodní hladiny, umisťují se doprostřed příslušné plochy. Pokud je plocha příliš rozsáhlá, použije se příslušná značka vícekrát.

7.2 Zobrazení výškopisu.

Terén se zobrazuje vrstevnicemi, výškovými kótami a technickými šrafami s údajem o relativních výškách. Vrstevnice se konstruují lineární interpolací na základě podrobných výškových bodů.

Zobrazený bod se vyznačí pořadovým číslem, výškou a tečkou. K bodům vyznačeným tečkou se vlevo od tečky napíše hodnoty celých metrů, vpravo desetiny či

setiny metrů. Výšky podrobných bodů na zpevněném povrchu se uvádí na dvě desetinná místa a ostatní body (na roslém povrchu) pouze na jedno desetinné místo.

7.3 Listy map velkých měřítek.

Klad mapových listů je pravoúhlý, daný rovnoběžkami s osami Y, X a navazuje na dělení základních triangulačních listů. V mapách účelových jsou dovoleny odchylky od kladu mapových listů k docílení souvislého zobrazení mapovaného území. Strany rámu mapových listů je možno posunout ve směru jedné nebo obou os souřadnicového systému jen o celé stovky metrů, přitom u map měřítka 1:500 mají označení příslušného mapového listu o jeden stupeň menšího měřítka, doplněné čísly 1 - 4 v souladu s dělením listů na čtvrtiny.

Rámy mapového listu jsou obdélníkového tvaru a jednotného rozměru 625 x 500, u map v měřítku 1:500 jsou projeden mapový list rozměry zobrazovaného území 312,5 x 250 m a plocha zobrazovaného území 7,8125 ha. [9]

8. Výsledný elaborát tvorby map velkého měřítka.

Výsledný elaborát tvorby map velkého měřítka obsahuje:

- Průvodní část elaborátu:
 - Technická zpráva
 - Průvodní záznam
 - Záznamy o kontrole
 - Hlášení závad a změn na geodetických bodech
 - Číselné a grafické podklady z přípravných prací

- Seznamy souřadnic a grafické přehledy:
 - Seznamy souřadnic a výšek
 - Geodetické údaje
 - Nivelační údaje
 - Přehledný náčrt bodového pole

- Zápisníky
- Náčrty:
 - Měřické náčrty
 - Přehled kladu měřických náčrtů

- Geodetické výpočty
- Měřické originály
- Kartografické originály
- Tiskové podklady
- Jiná nosná média výsledků geodetických prací [9]

9. Zaměření a vyhotovení mapy velkého měřítko části areálu Biologické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

9.1 Příprava.

Před zahájením vlastního mapování bylo nutné shromáždit a prostudovat všechny nezbytné podklady, aby bylo možné rozhodnout a správně vybudovat podrobné polohové bodové pole potřebné pro dokonalé zaměření zvolené lokality. Obvod dané lokality stanovila vedoucí diplomové práce Ing. Magdalena Maršíková.

Použitými podklady byly geodetické údaje o trigonometrických bodech 109, 188, 12 a 14, geodetické údaje o zhušťovacích bodech 277 a 331 a geodetické údaje o PBPP 901, 903, 908, 909, 914, 915, 921, 922, 923 a 924. Pro výškové zaměření byly použity nivelační údaje a místopisy bodů Mf6 - 4.1, Mf6 - 5.1 a PNS 7.

Jako další podklad byla použita zvětšená kopie SMO - 5 České Budějovice 3 - 2, nezbytná pro následnou rekognoskaci terénu.

Veškeré technické podklady poskytla Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, která tyto dokumenty získala od Katastrálního úřadu v Českých Budějovicích.

9.1.1 Rekognoskace zadané lokality.

Prvním krokem při rekognoskaci terénu bylo vyhledat dle technických podkladů všechny dané body a posoudit jejich vhodnost pro následné vytvoření bodového pole nutného k zaměření areálu Biologické fakulty. Během rekognoskace došlo i k upřesnění obvodu zájmového území.

Dle místopisu nivelačních bodů bylo zjištěno, že bod Mf6 – 4.1 byl zničen, zřejmě v důsledku provedené rekonstrukce a zateplení panelového domu na ulici Branišovská čp. 946/ 44.

Místopisy PBPP byly přesně zpracovány, proto se podařilo nalézt téměř všechny body až na:

- Bod PBPP č. 914, který byl zničen probíhajícími výkopovými pracemi při rekonstrukci pozemní komunikace

Znemožněno bylo rovněž použití:

- ZhB č. 331, kde byla znemožněna orientace v důsledku výstavby rodinného domu
- TB (trigonometrický bod) č. 188, kde byla opět znemožněna orientace příliš hustou vegetací

Při rekognoskaci byly plastovými mezníky stabilizovány nové body PBPP (body 950, 951, 952) a k těmto bodům byly vyhotoveny také místopisy podle přílohy č. 6 vyhlášky č. 190/ 1996 Sb. Místopisy jsou uvedeny v příloze č. 2.

Následně byly navrženy dva polygonové pořady, které byly připojeny na body ZhB č. 277 a PBPP č. 908 s orientací na TB č. 109 a PBPP č. 901.

Vrcholy byly stabilizované:

- Nastřelovacími hřeby (body - 4003, 4004, 4005)
- Ocelovými trubkami (body - 4001, 4002, 4006)
- Plastovými mezníky (body - 950, 951, 952)

Pomocné body nezbytné pro kompletní zaměření vybrané lokality byly budovány postupně během měření a k jejich stabilizaci byly použity dřevěné kolíky a nastřelovací hřeby.

9.1.2 Zvolené přístroje a metody.

Pro vlastní zaměření polohopisu byla použita totální stanice Nikon C - 100 (v. č. 603216), jejíž technické parametry nám umožňují měřit délky s přesností $\pm (5 + 5\text{ppm} * D)$ mm. Přesnost měření směrů je u zmíněné totální stanice 20^{cc} a standardní dosah při měření délek na jeden hranol je 500 m.

Pro zaměření výšek nově určovaných bodů PBPP byl použit nivelační přístroj Topcon AT – 22 (v. č. B 13240).

Polohopis byl určován metodou tachymetrickou. Výšky nově určovaných bodů PBPP byly dvakrát určeny technickou nivelací vetknutým nivelačním pořadem. Nadmožské výšky podrobných i pomocných bodů byly určeny trigonometricky.

9.2 Práce v terénu.

9.2.1 Zaměření polohopisu a výškopisu.

Abych mohla zaměřit polohopis a určit souřadnice všech pomocných i podrobných bodů musela jsem nejprve zaměřit polygonové pořady.

V zájmové lokalitě byly vytvořeny dva polygonové pořady. Jelikož souřadnice bodů polygonového pořadu jsou výchozími a nejdůležitějšími souřadnicemi pro další práci, musí být určeny s nejvyšší přesností, proto jsou oba polygonové pořady oboustranně připojené a oboustranně orientované a jednotlivé vrcholové úhly jsem měřila v obou polohách dalekohledu.

Pomocné body jsem zřídila až následně při samotném mapování, jako rajóny a stabilizovány byly dřevěnými koliky a nastřelovacími hřeby. Polohopisné měření probíhalo od 4. 9. 2006 do 11. 10. 2006. Při měření bylo převážně polojasno.

Výšky bodů polygonového pořadu jsem určila geometrickou nivelací ze středu - technickou nivelací. Byl veden nivelační pořad vetknutý mezi dva výškové body a to: Mf6 - 5.1 (na domě na ulici Branišovská č. p. 915/56) a PNS 7 (na budově děkanátu Jihočeské Univerzity na ulici Studentská č. p. 13). Výškové měření proběhlo 11. 10. 2006 a počasí při měření bylo polojasné. Oba výškové body jsem ověřila na společný sousední bod Mf6 – 3 (na kostele sv. Vojtěcha na ulici Emy Destinové).

Při zaměřování polohopisu jsem použila tachymetrickou metodu, kdy jsem z pevných a dočasně stabilizovaných stanovisek, po horizontaci a centraci přístroje a provedení orientace na jeden nebo dva orientační body v obou polohách dalekohledu, zaměřila vodorovný úhel, vodorovnou délku a převýšení určovaného bodu.

Podrobné body jsem zaměřila pouze v jedné poloze dalekohledu. Jelikož se výšky těchto bodů určovaly tachymetricky, vždy jsem zaznamenala výšku přístroje na stanovisku a výšku cíle na podrobném bodě. Na každém stanovisku jsem zaměřila současně i jeden identický bod, pro následnou kontrolu správnosti výpočtu.

Po skončení podrobného měření na daném stanovisku jsem zkontrolovala správnost orientace opětovným zaměřením vodorovných úhlů v obou polohách dalekohledu, vodorovných délek a převýšení na orientační body. Současně jsem vedla měřický náčrt, kreslený obyčejnou tužkou na bílý kancelářský papír formátu A4.

9.2.2 Záznam výsledků měření.

Veškeré naměřené údaje, nutné pro výpočet, jsem zaznamenala do zápisníků úhlového a délkového měření. Tyto zápisníky jsou uvedeny v příloze č. 4.

Do záznamníků jsem na každém stanovišti zaznamenala: číslo stanoviště, výšku přístroje v metrech na 2 desetinná místa (vzdálenost od otočné osy dalekohledu k horní hraně plastového mezníku nebo dřevěného kolíku), datum, počasí, čísla orientačních bodů, výšku cíle na 2 desetinná místa. U orientačních bodů jsem zapisovala vodorovný úhel v obou polohách, vodorovnou délku a převýšení. U podrobných bodů jsem zapisovala vodorovný úhel měřený pouze v jedné poloze dalekohledu, vodorovnou délku, převýšení, krátký popis daného bodu a číslo tohoto bodu (značí se od 1).

Zápisníky jsem po ukončení prací adjustovala, a to tak, že u zápisníků pro výpočet souřadnic bodů PBPP a pomocných bodů jsem černě adjustovala záhlaví zápisníku, čísla vrcholů polygonového pořadu, výsledný vodorovný úhel a vodorovná délka. U zápisníků pro výpočet podrobných bodů jsem černě adjustovala záhlaví zápisníku, číslo bodu, na který se orientovalo, výslednou orientaci a číslo stránky.

Průběh nivelace jsem zaznamenala do zápisníků pro technickou a plošnou nivelaci, které jsou uvedeny v příloze č. 5

Po výpočtu jsem tyto zápisníky pro technickou a plošnou nivelaci adjustovala a to tak, že: údaje v záhlaví se adjustovaly černě, stejně tak i nadmořské výšky výchozího, konečného a nově určovaných bodů, výpočet naměřené a maximální přípustné odchylky; červeně se adjustovalo rozdělení odchylky.

Ve vyhotoveném měřickém náčrtu jsem červeně adjustovala čísla PBPP a pomocných bodů, body jsem označila červeným kroužkem a orientace na sousední body vyznačila čerchovanou červenou čarou. Náčrt jsem opatřil orientací k severu a razítkem s následujícími údaji – jméno měřiče, lokalita, datum vyhotovení a poslední použité číslo podrobného bodu.

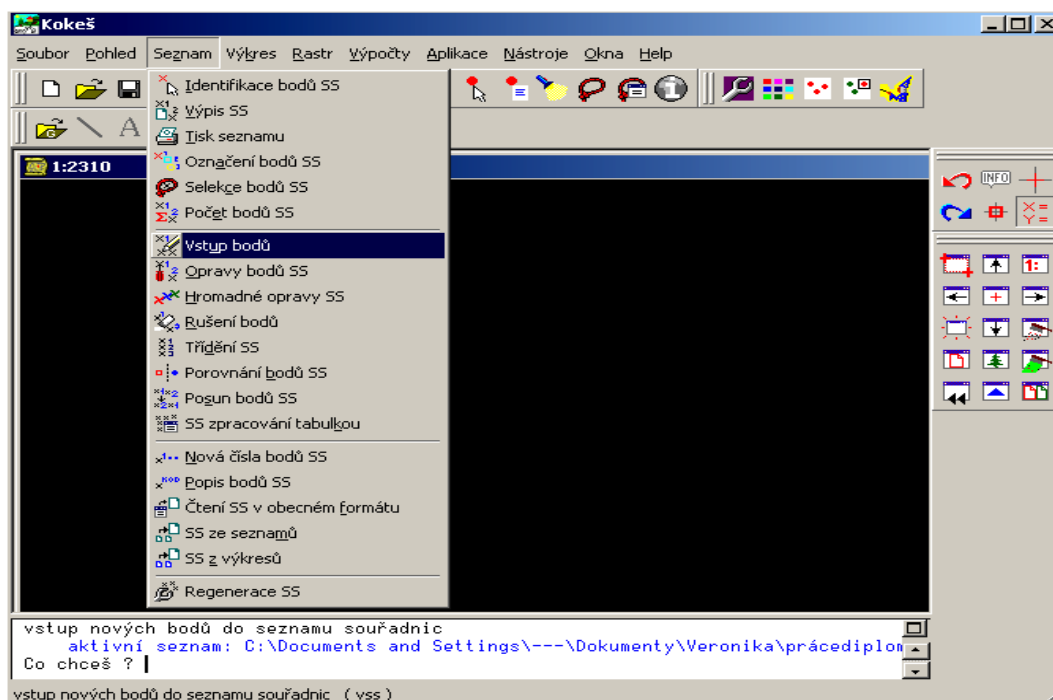
9.3 Výpočet.

Souřadnice všech bodů byly vypočteny v programu KOKEŠ, nadmořské výšky jsem spočetla manuálně výpočtem zápisníku pro technickou a plošnou nivelaci.

9.3.1 Výpočet souřadnic bodů polygonového pořadu.

Souřadnice bodů PBPP (950, 951, 952) a pomocných bodů (4001 – 4006) jsem určila výpočtem dvou polygonových pořadů v programu KOKEŠ následujícím způsobem:

1. Spustit program KOKEŠ
2. Založit seznam souřadnic – nový soubor s příponou *.ss
3. Aby bylo možné provést výpočet polygonového pořadu, musíme nejprve vložit do souboru výchozí body, u kterých známe souřadnice (připojovací a orientační body)
SEZNAM → VSTUP BODŮ: číslo bodu_souřadnice Y_souřadnice X



Obr. 9-1 Program KOKEŠ – vstup bodů

4. Nyní můžeme vypočítat polygonový pořad:

V menu **VÝPOČTY → DALŠÍ GEODETICKÉ → POLYGONOVÝ POŘAD**

Pomocí této funkce dojde k výpočtu polygonového pořadu. Můžeme použít dvojí způsob vyrovnání – MNČ a klasicky. Já jsem ve své práci použila metodu MNČ. Po spuštění funkce se objeví ovládací dialog, kde můžeme zvolit druh polygonového pořadu a metodu výpočtu. Tlačítkem **Nastavení** zvolíme typ použitých délek a výpočet výšek.

The screenshot shows the 'Polygonový pořad' dialog box with the following data:


	CB	úhel	op-úhel	v.délka	op-délka	Y	X
1	950	104.6845	0.00303	80.94	-0.01	757900.49	1165493.76
2	951	156.2650	0.00072	64.21	-0.03	757886.34	1165556.37
3	4002	191.5190	0.00013	85.50	-0.03	757856.58	1165636.49
4	4003	104.9140	-0.00048	99.09	-0.03	757801.25	1165718.66
5	4006	127.4800	-0.00001	81.78	-0.02	757720.55	1165705.56
6	4004	211.7600	0.00031	49.28	-0.02	757671.31	1165706.73
7	908	109.6840	0.00088	77.66	0.02	757657.71	1165630.25
8		181.5020	0.00262				



Additional fields in the dialog include:

- Oboustr. orient. a oboustr. příp. (selected)
- připojovací směrnik: 324.8894
- Nastavení button
- MNČ (selected) / klasicky
- POČÁTEČNÍ BOD: 277
- KONCOVÝ BOD: 908
- souřad. uzávěry: 0.08, -0.09
- pol. uzávěr: 0.12
- úhlový uzávěr: 0.00640
- mezni: 0.00594
- délka plg. pořadu: 538.34
- jednot. střední chyba m0: 0.00688

Obr. 9-2 Výpočet polygonového pořadu

Aby došlo k výpočtu polygonového pořadu, musí být správně vyplněna tabulka. Jako počáteční bod volíme bod výchozí (počáteční bod polygonového pořadu), jako připojovací směrnik, směrnik z počátečního bodu na orientační bod. Do tabulky pak vepisujeme číslo stanoviště (CB, pod kterým se spočtený bod uloží), levostranný úhel měřený na tento bod a vodorovná délka měřená na určovaný bod pořadu. Do poslední řádky pak vepíšeme pouze vodorovný úhel měřený na orientační bod. Jako koncový bod vepíšeme poslední představový bod a jako orientační směrnik, směrnik z koncového bodu na bod orientační. Tento řádek se vypisuje v případě, že

počítáme oboustranně orientovaný a oboustranně připojený polygonový pořad. Spodní část tabulky je vyhrazena pro informace o dosažených přesnostech a mezních odchylkách. Po zadání všech potřebných hodnot může proběhnout výpočet stiskem tlačítka . O takto provedeném výpočtu se vytvoří záznam a vypočtené souřadnice se uloží do seznamu souřadnic.

V programu je možné nastavit automatické ukládání dat do vytvořených souborů, aby v případě výpadku proudu či jiných nepředvídaných situacích nedošlo ke ztrátě dat. Klikneme na tlačítko , vybereme odrážku **SOUBORY** a nastavíme automatické ukládání dat v potřebném časovém intervalu. Zde je rovněž možné nastavit cestu do vlastního adresáře v dialogu **NASTAVENÍ ADRESÁŘŮ → DATA**. Stiskem tlačítka  se nám objeví přehled adresářů ze kterého si vybereme námi vytvořený adresář určený pro ukládání dat.

9.3.2 Výpočet nadmořských výšek.

Nadmořské výšky bodů polygonového pořadu jsem vypočítala ze zápisníku pro technickou a plošnou nivelaci.

Výšky byly určeny vetknutým nivelačním pořadem mezi dva nivelační body - Mf6 - 5.1 (na domě na ulici Branišovská č. p. 915/56) a PNS 7 (na budově děkanátu Jihočeské univerzity na ulici Studentská č. p. 13).

Nivelační zápisník je uveden v příloze č. 5

9.3.3 Výpočet podrobných bodů.

Souřadnice a výšky podrobných a pomocných bodů byly rovněž spočteny v programu KOKEŠ. Aby byly spočteny i výšky určené trigonometricky (tedy z převýšení), bylo nezbytné dodat hodnotu nadmořských výšek k již vypočteným souřadnicím bodů polygonového pořadu a to přes funkci:

SEZNAM → OPRAVY BODŮ SS → VÝŠKA → BOD

Poté, co zvolíme úkon, který má být proveden, kurzorem vybereme bod, u něhož má být opravena výška, a do stavového řádku vepíšeme příslušnou hodnotu souřadnice Z. Analogicky opakujeme u všech vybraných bodů.

Po doplnění výšek k pomocným bodům a PBPP můžeme dopočítat souřadnice podrobných bodů a to přes funkci:

VÝPOČTY → ZPRACOVÁNÍ MĚŘENÝCH DAT

Objeví se nám tabulka (viz obr. 10 - 3), do které postupně přepisujeme zápisníky úhlového a délkového měření. Položky, které bude tabulka obsahovat, nastavíme pomocí tlačítka

Vzhled a nastavení výpočtu pomocí tlačítka **Nastav.** Výpočet zápisníku se provede po stisknutí tlačítka **Dávka**.

X	stanovisko	v. str.	popis		Více ř.	
1	277	1.648	kamenný mezník		◀ ▶	

X	bod	☐	délka	směr [g]	prevýš	v.cíle	popis
1	189	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0.0000	0.000	0.000	
2	950	<input checked="" type="checkbox"/>	80.940	104.6845	-0.449	1.300	plastový mezník
3	1	<input type="checkbox"/>	53.010	133.4410	-0.120	1.300	plot
4	2	<input type="checkbox"/>	37.632	116.0160	-0.276	1.300	plot
5	3	<input type="checkbox"/>	27.846	78.8370	-0.377	1.300	plot
6	4	<input type="checkbox"/>	31.945	33.8950	-0.252	1.300	plot
7	5	<input type="checkbox"/>	38.250	18.9750	-0.380	1.300	plot
8	6	<input type="checkbox"/>	35.223	13.3190	-0.284	1.300	plot
9	7	<input type="checkbox"/>	43.738	2.9230	-0.239	1.300	plot
10	8	<input type="checkbox"/>	58.460	398.6870	-0.440	1.300	plot
11		<input type="checkbox"/>	0.000	0.0000	0.000	1.300	
12		<input type="checkbox"/>					
13		<input type="checkbox"/>					

orientace
 pod. body

Obr. 9-3 Zpracování měřených dat

Během výpočtu se počítá se všemi korekcemi a kontrolují se limity veličin dle nastavení parametrů výpočtů. Všechny počítané hodnoty se kontrolují s mezními odchylkami a v případě překročení mezní odchylky se vypíše varování do protokolu a výpočet pokračuje. O výpočtu se vyhotovuje protokol, který je uveden v příloze č. 7

9.4 Tvorba mapy.

V současnosti, díky možnosti využití různých programů pro automatizované zpracování dat, odpadá nutnost vyhotovovat měřický originál na rozměrově stálou podložku a vytvářet tiskové originály pro každou barvu. Nyní je možné a daleko jednodušší uchovávat měřické originály na datovém médiu a v případě nutnosti vytisknout mapu přímo na barevném plotteru.

Zobrazovací práce jsem provedla v programu KOKEŠ, stejně jako veškeré výpočty.

Po výpočtu bodů spočívaly zobrazovací práce v ručním spojování bodů dle náčrtů. V zadání diplomové práce nebyly uvedeny bližší specifikace atributů pro kresbu, proto jsem volila rozmístění prvků mapy do jednotlivých vrstev tak, aby byla zachována dobrá čitelnost a přehlednost mapy.

9.4.1 Tvorba polohopisu v programu KOKEŠ.

Prvním krokem před vlastním vytvářením mapy v programu KOKEŠ je založení nového výkresu. Jedná se o soubor s příponou **.vyk*. Již při zakládání souboru si musíme nastavit parametry budoucí mapy: měřítko, v mém případě se jedná o měřítko 1:500, a technologii číslování bodu. Já jsem ve své práci zvolila číslování STANDARD, aby nedocházelo k vypisování bodů v dvanáctimístném kódu, čímž by se snížila přehlednost při spojování čar při vytváření polohopisu.



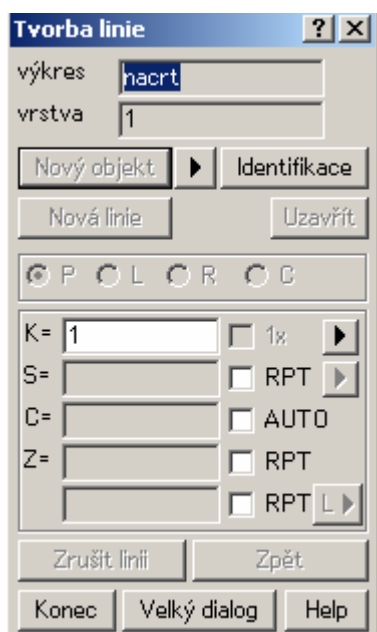
Obr. 9- 4 Založení výkresu

Když máme založený nový výkres, otevřeme si seznam souřadnic přes tlačítko

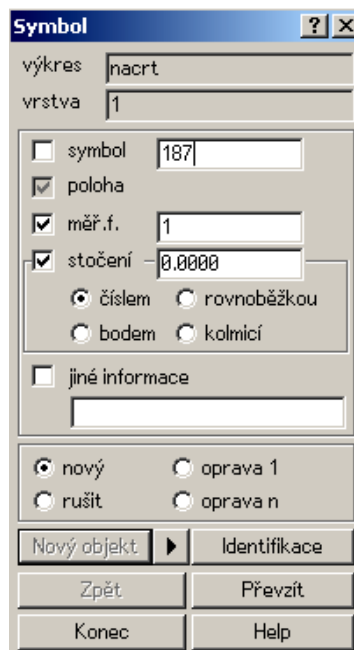


Nyní máme vše připravené pro vytváření polohopisu mapy, který vytváříme přes funkci:


VÝKRES → LINIE → TVORBA LINIE, objeví se nám dialog (viz obr. 9 – 5 Tvorba linie), kde přes tlačítko **Nový objekt** zvolíme vrstvu, do níž se má linie vytvořit a pouhým spojováním bodů vytváříme polohopis.




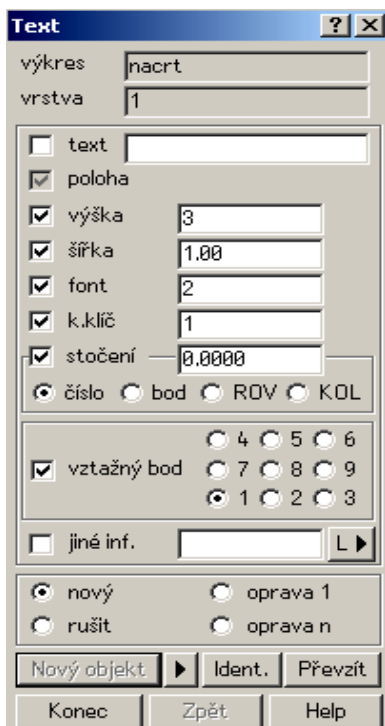
Obr. 9-5 Tvorba linie



Obr. 9- 6 Symbol

Pro předměty zobrazené obrysovou čarou byla použita čára typu 1 (plná, tenká). Předměty, které nebylo možné zobrazit obrysovou čarou, jsem znázornila v polohopisu pomocí mapových značek. Tyto mapové značky znázorníme ve výkresu přes funkci: **VÝKRES → PRÁCE SE SYMBOLEM**, opět se objeví dialog (viz obr. 9 – 6 Symbol), kde přes tlačítko  vybereme vrstvu, do níž se budou symboly ukládat. Následně zadáváme čísla symbolů, které potřebujeme znázornit ve výkresu. Pak už jen kurzorem klikneme na bod, kde se má příslušná symbol umístit. Vlastní umístění symbolu závisí na tom, zda se jedná o přímo měřený bod (strom...), v takovém případě se umístí přímo na bod, nebo se jedná o kulturu, v takovém případě symbol umístíme do zvolené plochy.

Popis objektů vytvoříme pomocí funkce: **VÝKRES → PRÁCE S TEXTEM**. Opět se nám objeví dialog (viz obr. 9-7 Text), ve kterém přes tlačítko  vybereme vrstvu, do níž se bude popis objektů ukládat, a pak už píšeme text, který chceme zobrazit v mapě. Text potvrzujeme pomocí tlačítka **ENTER** a kurzorem vedeným myší umístíme text do požadovaného prostoru.




Obr. 9- 7 Text

9.4.2 Tvorba výškopisu v programu KOKEŠ.


Program nám umožňuje vytvářet výškopis v různých variantách. Vždy však záleží na prostředí, ve kterém se nacházíme. Pokud jsme ve velmi členitém území v extravilánu, je bezesporu výhodnější znázornit výškopis pomocí vrstevnic a svahových šraf, ale v případech, kdy se nacházíme v zastavěném území intravilánu, je účelnější použití výškových kót. Já jsem v diplomové práci použila všechny tři varianty. Při mapování polohopisu jsem se pohybovala převážně v zastavěném, rovinatém území, proto by bylo skutečně bezpředmětné znázorňovat takovéto území pomocí vrstevnic. Součástí areálu je i mírně zvlněná plocha využívaná jako pokusná louka. Vzhledem k rozloze této louky je možné vyjádřit její členitost pomocí vrstevnic. V jedné části areálu se nachází poměrně prudký svah, proto jsem se rozhodla pro přesnější znázornění pomocí svahových šraf.

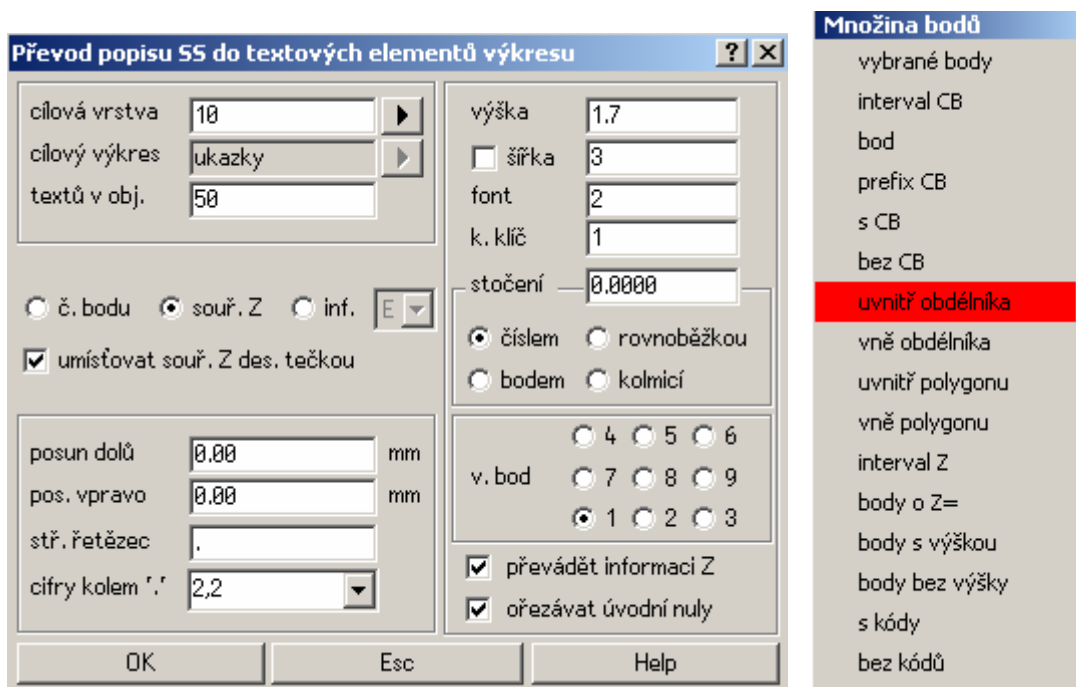
Kóty ve výkrese znázorníme pomocí funkce:

VÝKRES → POPIS SS DO TEXTU. Objeví se dialog (viz obr. 9 – 8 Kóty v textu), v němž si nastavíme pomocí tlačítka  cílovou vrstvu, do níž se uloží vytvořený text.

Vrstva, kterou volíme, musí být jiná než vrstva, do níž ukládáme polohopis, abychom před tiskem mohli změnit barvu výškopisu na hnědou.

V dialogu si dále nastavíme veškeré parametry textu: výšku, font, šířku, v nabídce si vybereme, co se zobrazí jako text – číslo bodu, souřadnice Z, informace, v mém případě, kdy potřebuji znázornit kóty jsem zvolila souřadnice Z. V posledním kroku si stanovíme středový řetězec, kterým je desetinná tečka a počet cifer kolem středového řetězce. Já jsem zvolila dvě cifry před desetinnou tečkou a dvě cifry za desetinnou tečkou. Důvodem bylo rozmezí výšek mezi 389.00 a 390.00 m n. m. Pokud bych se rozhodla pouze pro jednu cifru před desetinnou tečkou, utrpěla by vypovídací schopnost mapy.




Po vyplnění tabulky potvrdíme tlačítkem . Objeví se nám dialog, v němž vybereme, jakým způsobem budeme zobrazovat kóty do výkresu. Je možné postupovat po jednotlivých bodech nebo hromadně. V mém případě jsem pro zefektivnění práce použila hromadné znázornění a následně jsem provedla generalizaci nevhodně umístěných kót pomocí funkce: **VÝKRES → RUŠENÍ PRVKŮ**.

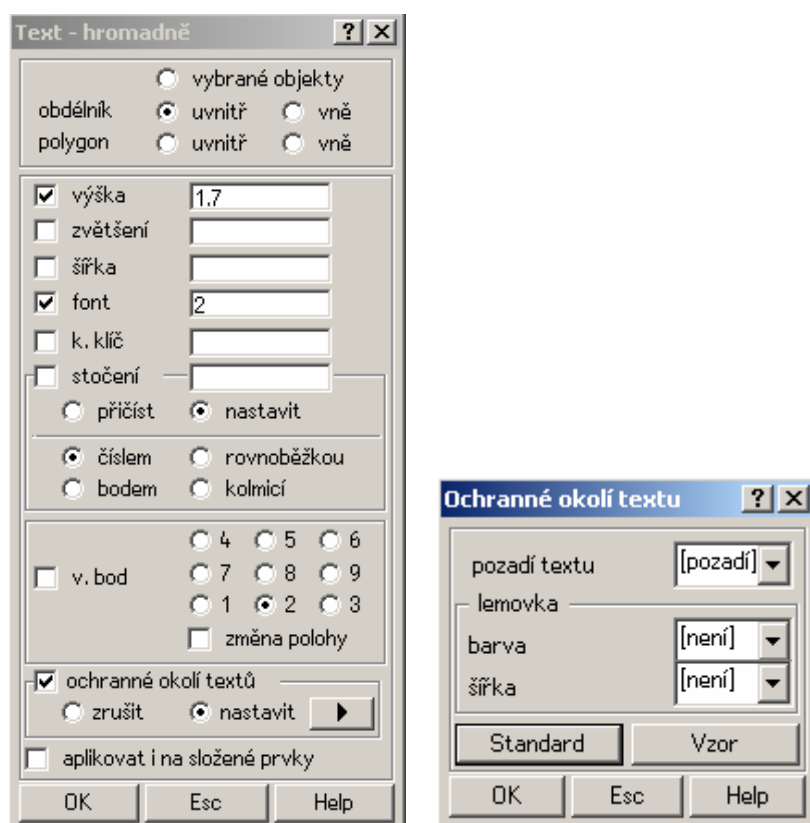


Obr. 9 – 8 Kóty v textu

Obr. 9 – 9 Body

Posledním krokem při umísťování kót do výkresu je oprava linií, jelikož všechny kóty se zobrazují přes linie a zhoršuje se tak jejich čitelnost. Opravu provedeme hromadně přes funkci: **VÝKRES → HROMADNÉ OPERACE → TEXTY HROMADNĚ**. Objeví se nám dialog (viz obr. 9 - 10 Nastavení ochranného okolí textu), v tabulce zaškrtneme způsob výběru oblasti pro opravu a políčko ochranné okolí textu. Dále si nastavíme

ochranné okolí, kdy se nám stiskem tlačítka  objeví další dialog, ve kterém stiskneme pouze tlačítko  a následně dvakrát potvrdíme stiskem tlačítka . Pak už jen zbývá označit místo, kde se má provést požadovaná změna, což učiníme tak, že levým tlačítkem na myši klikneme do místa odkud se změna má provést a tahem za neustalého držení levého tlačítka roztáhneme obdélník až do místa, kde chceme ukončit změnu. Uvolníme tlačítko myši a ve vybraném obdélníku se provedou požadované změny.




Obr. 9 – 10 Nastavení ochranného okolí textu


Při znázorňování vrstevnic jsem postupovala naprosto odlišným způsobem. Pokud chceme v mapě znázornit vrstevnice, musíme nejprve provést interpolaci, při které si určíme body o nadmořské výšce v celých metrech, z nichž následně vytvoříme vrstevnice. Pro interpolaci použijeme funkci:

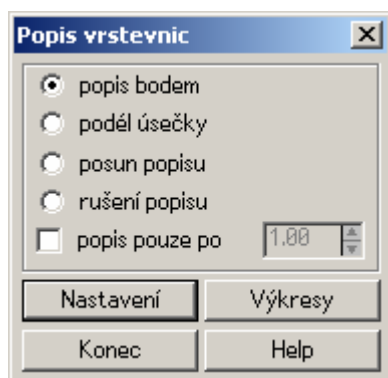
VÝPOČTY → DALŠÍ KONSTRUKČNÍ → INTERPOLACE VRSTEVNIC.

Zvolíme interval vrstevnic a provedeme interpolaci mezi body v místě, kde potřebujeme vrstevnice vytvořit tak, že kurzorem vybereme bod o známé výšce a spojíme ho s nejbližším dalším bodem o menší nadmořské výšce. Mezi těmito body vzniknou body o

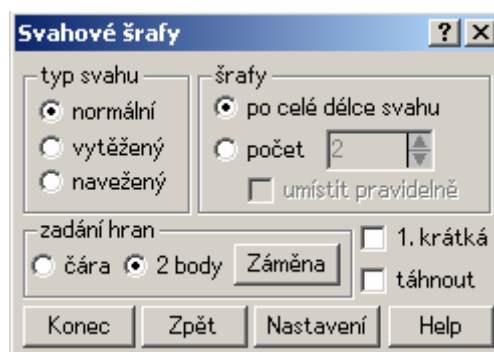
nadmořských výškách v celých metrech. Vrstevnici pak vytvoříme spojením těchto bodů pře funkci: **VÝKRES → LINIE → TVORBA LINIE**. Postupujeme obdobně jako při tvorbě polohopisu jen s tím rozdílem, že tvorbu vrstevnic uložíme do nové vrstvy, aby nebyla totožná s vrstvou, do níž jsme vytvářeli polohopis, jelikož u této vrstvy budeme měnit před samotným tiskem hotového díla barvu tak, aby výškopis byl znázorněn hnědě. Já jsem vytvářela vrstevnice i kóty, které jsem ukládala do stejné vrstvy, aby následně nevznikaly problémy při tisku.

Linie vrstevnic musí být oblá a plynulá, nikoli tvořená jednotlivými úsečkami, proto v dialogu, který se nám objeví po zadání funkce (viz bor. 9 – 5 Tvorba linie) musíme zaškrtnout políčko , aby se nám vytvořila křivka. Po vytvoření vrstevnic nám zbývá vrstevnice popsat, čehož dosáhneme pomocí funkce:

APLIKACE → VÝŠKOPIS → POPIS VRSTEVNIC. Objeví se nám dialog (viz obr. 9 -11 Popis vrstevnic). Stiskneme tlačítko  a nastavíme si velikost písma, počet desetinných míst a font, v dialogu zaškrtneme políčko popis bodem a kurzorem vybereme bod pro umístění popisu . Vrstevnice jsou tak hotové.



Obr. 9 – 11 Popis vrstevnic



Obr. 9 -12 Svahové šrafy

Jak už jsem se v úvodu zmínila, bylo zapotřebí vyjádřit prudkost svahu v části areálu pomocí svahových šraf. V programu se svahové šrafy vytváří pomocí funkce: **VÝKRES → SLOŽENÉ PRVKY → SVAHOVÉ ŠRAFY**. Objeví se tabulka, v níž si nastavíme parametry svahových šraf a o jaký svah se jedná, kurzorem určíme horní a spodní hranu svahu a šrafování se vykreslí do výkresu.

Závěrečnou prací bylo vykreslení mapy na plotteru. Mapa byla vytisknuta barevně v měřítku 1:500 a soubor s kresbou je přiložen na CD jako příloha č. 16.

9.5 Ověření přesnosti

9.5.1 Technická nivelace.

Přesnost výšek bodů určených technickou nivelací byla posouzena podle odchylky vetknutého nivelačního pořadu mezi body Mf6 – 5.1 (na domě na ulici Branišovská č. p. 915/56) a PNS 7 (na budově děkanátu Jihočeské univerzity na ulici Studentská č. p. 13). Naměřená odchylka byla 7 mm přičemž maximální přípustná odchylka byla 21 mm pro délku nivelačního pořadu 1 100 m. U druhého nivelačního pořadu vetknutého mezi body Mf6 – 5.1 a bod 4003 (bod polygonového pořadu) byla naměřená odchylka 2 mm, přičemž maximální odchylka byla 12 mm pro délku nivelačního pořadu 361 m. Maximální odchylky byly stanoveny podle kritéria $20\sqrt{r}$, kde r je délka nivelačního pořadu v kilometrech. Z výsledků plyne, že nadmořské výšky byly měřeny s potřebnou přesností a výsledky jsou použitelné pro další výpočty.

9.5.2 Polygonové pořady.

Souřadnice pomocných bodů a bodů PBPP byly spočteny jako vrcholy polygonových pořadů oboustranně propojených a oboustranně orientovaných vedených mezi body 277 – 908 a 277 – 4003.

Polygonové pořady byly spočteny metodou nejmenších čtverců v programu KOKEŠ. U obou polygonových pořadů došlo k překročení mezních odchylek v úhlovém uzávěru. Ostatní parametry byly pod hodnotami mezních odchylek. Vyhodnocení přesnosti je uvedeno v protokolu o výpočtu polygonových pořadů, které jsou uvedeny v příloze č. 5.

9.5.3 Podrobné body.

Polohové měření podle vyhlášky č. 190/1996 Sb. musí odpovídat kódu kvality 3 tzn., že body musí být určeny s mezní hodnotou střední souřadnicové chyby $u_{xy} \leq 0,14m$.

Dosaženou přesnost určení souřadnic podrobných bodů jsem ověřila jednak pomocí kontrolních oměrných měř přímých spojnic vybraných dvojic podrobných bodů a jejich délek vypočtených ze souřadnic.

Pro porovnání délek podle kontrolních oměrných měř se vypočtou rozdíly délek:

$$\Delta d = d_m - d_k$$

kde: d_m - délka spojnice vypočtená z výsledných souřadnic

d_k - délka spojnice určená měřením

Relativní přesnost je vyhovující pokud absolutní hodnoty všech rozdílů délek vyhovují kritériu $|\Delta d| \leq 2u_d \cdot k$ [m], kritérium $|\Delta d| \leq 2u_d \cdot k$ [m] je splněno pro 60% testovaných délek, přičemž u_d a koeficient k má hodnotu 1.

Charakteristika m_d nepřesáhla kritérium u_d vypočtené pro každou délku ze vztahu:

$$u_d = 0,21 [(d + 12) : (d + 20)] [m]$$

Druhým způsobem porovnání přesnosti výpočtu bylo porovnání souřadnic identických bodů (body určené ze dvou stanovisek), kdy jsem provedla porovnání souřadnic identických bodů a všechny rozdíly souřadnic splňovaly kritérium dle vyhlášky č. 190/1996 Sb. tzn., že charakteristika přesnosti určení souřadnic x, y podrobných bodů - základní střední souřadnicová chyba m_{xy} , určená ze vzorce:

$$m_{xy} = [0,5 (m_x^2 + m_y^2)]^{1/2} \leq u_{xy} \leq 0,14m.$$

kde: m_x a m_y jsou základní střední chyby určení souřadnic x, y

$u_{xy} \leq 0,14m$ je mezní hodnotou střední souřadnicové chyby

Tab.: 9.5 – 1 Příklad dosažených přesností dle kontrolních oměrných.

BODY	d_m [m]	d_k [m]	Δd [m]	2u_{dk} [m]
708 - 707	1.25	1.23	-0.02	0.26
718 - 717	1.63	1.63	0.00	0.26
316 - 398	7.00	6.93	-0.07	0.30
718 - 719	0.45	0.45	0.00	0.26
719 - 724	3.27	3.16	-0.11	0.27
573 - 576	3.99	4.05	0.06	0.28
361 - 360	13.22	13.20	-0.02	0.32
636 - 635	1.08	1.05	-0.03	0.26
635 - 507	3.80	3.81	0.01	0.28
1377 - 1378	3.05	3.01	-0.04	0.27
1378 - 1380	2.69	2.71	0.02	0.27
1381 - 1382	1.64	1.66	0.02	0.26
371 - 1385	5.76	5.83	0.07	0.29
1374 - 1375	2.15	2.23	0.08	0.27
721 - 722	2.82	2.90	0.08	0.27
696 - 693	4.69	4.74	0.05	0.28
710 - 704	4.88	4.85	-0.03	0.28
367 - 368	5.57	5.53	-0.04	0.29
386 - 633	0.95	1.05	0.10	0.26
321 - 404	6.22	6.35	0.13	0.29

Tab.: 9.5 – 2 Příklad dosažených přesností dle rozdílu souřadnic identických bodů:

BODY	X₁	X₂	Y₁	Y₂	m_{xy}	u_{xy}
1	1165453.68	1165453.69	757906.28	757906.27	0,01	0,14
68	1165514.28	1165514.27	757858.65	757858.59	0,04	0,14
129	1165587.50	1165587.41	757862.57	757862.56	0,06	0,14
177	1165548.82	1165548.79	757853.45	757853.46	0,02	0,14

650	1165492.42	1165492.41	757857.54	757857.56	0,02	0,14
794	1165546.41	1165546.33	757814.13	757814.09	0,06	0,14
816	1165538.65	1165538.65	757785.57	757785.64	0,05	0,14
858	1165574.24	1165574.19	757807.05	757807.03	0,04	0,14
962	1165501.10	1165501.14	757736.41	757736.41	0,03	0,14
1209	1165512.20	1165512.13	757899.76	757899.77	0,05	0,14

Na základě splnění obou kritérií přesnosti mohu konstatovat, že přesnost při podrobném měření polohopisu byla dodržena a vzniklá mapa odpovídá kódu kvality 3.

Pro kontrolu přesnosti výškových měření jsem použila kritérium dříve používané pro 3. třídu přesnosti mapování, kdy je stanovena hodnota střední chyby v určení výšky podrobných bodů $u_H = 0.12 \text{ m}$. Při podrobném měření byly výšky určované trigonometricky a při porovnání výšek pomocných bodů určených trigonometricky a nivelačním pořadem technické nivelace se rozdíly pohybovaly v rozmezí 0.00 – 0.05 m. Lze prohlásit, že požadovaná přesnost byla splněna.

10. Závěr.

Mým úkolem bylo podrobně zaměřit polohopis a výškopis v dané lokalitě a následně vypracovat část mapy velkého měřítká 1:500.

Danou lokalitou byla severní část areálu Biologické fakulty, která se nachází v městské části Čtyři Dvory, v katastrálním území České Budějovice 2 jako součást kampusu Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

V první řadě bylo nutné zajistit veškeré nezbytné podklady o zadané lokalitě, které zahrnují údaje o stávajícím bodovém poli a nivelační údaje z okolí zájmové lokality, nutné pro výškové a polohové připojení. Veškeré podklady včetně přístrojů nezbytných k zaměření polohopisu a výškopisu mi poskytla Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Po té, co jsem získala veškeré potřebné údaje, bylo nutné provést rekognoskaci terénu a vyhledat body stávajícího bodového pole, popř. zjistit body poškozené či zničené.

Následovalo doplnění polohového bodového pole pro podrobné měření. Doplněné body jsem zaměřila ve dvou polohách dalekohledu elektronické totální stanice Nikon C - 100 a výškově připojila pomocí technické nivelace přístrojem Topcon A22-10. Podrobné body byly zaměřeny polární metodou a výšky určené trigonometricky. Veškeré nově určené body jsou uvedeny v souřadnicovém systému S - JTSK a výškovém systému Bpv. Celkem bylo zaměřeno 1 506 podrobných bodů.

V poslední části jsem veškerá naměřená data zpracovala v programu KOKEŠ. Tento program byl použit pro výpočet polygonových pořadů a souřadnic pomocných a podrobných bodů. Při vyhodnocování přesnosti byla všechna kritéria přesnosti dodržena. Souřadnice testovaného souboru byly v mezích polohové odchylky a při porovnávání dvojího určení délek, vypočtených a ze souřadnic přímo měřených, byla požadovaná přesnost dodržena. V mezích kritérií je i vyhodnocení výškového měření podrobných bodů. Výškové rozdíly se pohybují v rozmezí od 0,00 – 0,05 m.

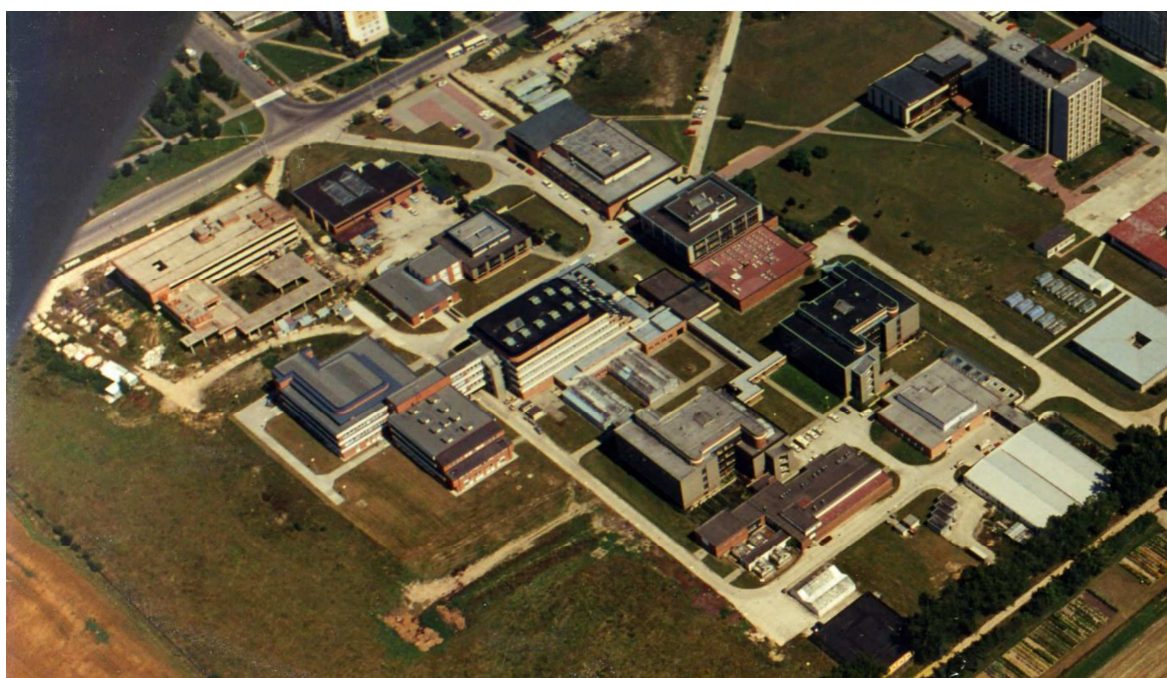
Během práce se objevilo několik problémů, které částečně komplikovaly vlastní mapování. Nejprve se mi nepodařilo nalézt bod č. 914, na kterém jsem plánovala ukončení polygonového pořadu, jelikož byl zničen probíhajícími výkopovými pracemi při rekonstrukci inženýrských sítí v areálu zájmové lokality. V důsledku této situace jsem se rozhodla využít pro připojení polygonového pořadu adekvátní bod č. 908. Dalším problémem bylo odstranění stabilizace (ocelové trubky) pomocného bodu č. 4001 (bod druhého polygonového pořadu), proto tento bod musel být nově stabilizován a v důsledku nové stabilizace došlo i k novému zaměření polygonového pořadu. Za nejnáročnější část práce v terénu považuji zaměření ubytovny Akademie věd, jelikož se jedná o nejčlenitější a architektonicky nejsložitěji provedenou stavbu v areálu zájmové lokality.

Z počátku způsoboval komplikace silný vítr, převážně v odpoledních hodinách, což mělo za následek ukončení činnosti při odpoledním mapování, a tím i prodloužení prací v terénu až do první poloviny října 2006.

Vlastní zpracování komplikovalo poměrně časově náročné ruční vkládání dat pro výpočet podrobných bodů.

Veškeré zobrazovací práce byly prováděny ve stejném programu jako výpočty – v programu KOKEŠ a výsledný kartografický originál odpovídá stavu k první polovině října 2006.

Výsledkem mé práce je kartografický originál severní části areálu Biologické fakulty Jihočeské univerzity v měřítku 1:500 včetně veškerých příloh.



Obr. 10 – 1. Letecký pohled na areál Biologické fakulty

11. Seznam použitých zkratek.

ZMVM	Základní mapa velkého měřítka
SMO- 5	Státní mapa odvozená v měřítku 1 : 5000
KM	Katastrální mapa
GPS	globální polohový systém

ČSNS	Česká státní nivelační síť
S – JTSK	system jednotné trigonometrické síť katastrální
ČB	číslo bodu
MNČ	metoda nejmenších čtverců
ZBP	základní bodové pole
ZPBP	základní polohové bodové pole
ZVBP	základní výškové bodové pole
PBPP	podrobné bodové polohové pole
PVBP	podrobné výškové bodové pole
ZhB	zhušťovací bod
TB	trigonometrický bod
Bpv.	Výškový systém baltský po vyrovnání
DPZ	dálkový průzkum Země
ZPMZ	záznam podrobného měření změn

12. Seznam příloh.

- (1) Příloha č. 1 – Geodetické údaje a nivelační údaje daných bodů [7 x A4]
- (2) Příloha č. 2 – Geodetické údaje o PBPP – body určované [1 x A4]
- (3) Příloha č. 3 – Zápisníky polygonových pořadů [2x A4]

- (4) Příloha č. 4 – Zázpisníky podrobného měření [53 x A4]
- (5) Příloha č. 5 – Zázpisníky pro technickou a plošnou nivelaci [2 x A4]
- (6) Příloha č. 6 – Protokoly o výpočtu PBPP – [2 x A4]
- (7) Příloha č. 7 – Protokoly o výpočtu pomocných a podrobných bodů [4 x A4 + CD]
- (8) Příloha č. 8 – Seznam souřadnic daných bodů [1 x A4]
- (9) Příloha č. 9 – Seznam souřadnic určovaných bodů PBPP [1 x A4]
- (10) Příloha č. 10 – Seznam souřadnic pomocných bodů [2 x A4]
- (11) Příloha č. 11 – Seznam souřadnic podrobných bodů [30 x A4]
- (12) Příloha č. 12 – Přehledný náčrt podrobného polohového bodového pole [1 x A3]
- (13) Příloha č. 13 – Kopie katastrální mapy 1:1000 s přehledem ZBP, ZhB, PBPP
[1x A2]
- (14) Příloha č. 14 – Originál mapy v měřítku 1:500 [1 x A1]
- (15) Příloha č. 15 – Měřický náčrt [1 x A2]
- (16) Příloha č. 16 – CD: vybrané přílohy v digitální podobě

13. Seznam použité literatury.

- (1) FIŠER Zdeněk, VONDRÁK Jiří a kol., *Mapování*. 2. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2003. 146 s. ISBN 80 – 214 – 2337 – 4

- (2) FIŠER Zdeněk, VONDRÁK Jiří, *Mapování. 1. vyd.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2004. 144 s. ISBN 80 – 214 – 2669 – 1
- (3) ŠVEC Mojmír, HÁNEK Pavel, *Stavební geodézie 10.* České vysoké učení technické, Praha, 1999. 175 s. ISBN 80 – 01 – 02076 – 2
- (4) ŠVEC Mojmír, HÁNEK Pavel a kol., *Stavební geodézie 10: praktická výuka.* České vysoké učení technické, Praha, 2000. 215 s. ISBN 80 – 01 – 01733 – 8
- (5) DOUŠEK František., *Geodézie, 2. vyd.* Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 2005. 296 s. ISBN 80 - 7157 – 913 – 0
- (6) HUML Milan, MICHAL Jaroslav, *Mapování 10.* 1.vyd. Praha: České vysoké učení technické, Praha, 2001. 319 s. ISBN 80 – 01 – 02113 - 0
- (7) BLAŽEK Radim, SKOŘEPA Zdeněk, *Geodézie 3,* České vysoké učení technické, Praha 2004. 162 s. ISBN 80-01-03100-4
- (8) Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního ze dne 19.6. 1996 č. 190/1996 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem ve znění zákona č. 210/1993 Sb. a zákona č. 90/1996 Sb. a zákon ČNR č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon) ve znění zákona č. 80/1996 Sb., ve znění vyhlášky č. 179/1998 Sb.(dále jen vyhláška č. „190/1992 Sb.“)
- (9) *Návod na obnovu katastrálního operátu,* Český úřad zeměměřický a katastrální, Praha 1997