

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta
Katedra pozemkových úprav

Studijní program: Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vyhotovení části Základní mapy areálu Jihočeské
univerzity v měřítku 1:500

Vedoucí diplomové práce:
Ing. Magdalena Maršíková

Autor:
Martin Hrdina

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma Vyhotovení části Základní mapy areálu Jihočeské univerzity v měřítku 1:500 jsem vypracoval samostatně a použitou literaturu jsem uvedl v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích, dne 29.4.2007

.....

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucí mé diplomové práce Ing.Magdaleně Maršíkové za cenné připomínky a pomoc, kterou mi při vypracování mé diplomové práce poskytla.

1. Úvod

Předmětem této diplomové práce bylo vyhotovení části základní mapy areálu Jihočeské univerzity v měřítku 1:500. Danou lokalitou je jižní část areálu Biologické fakulty v Českých Budějovicích v katastrálním území České Budějovice 2 o rozloze cca 4 ha.

Při vyhotovení takovéto mapy je nutná celá řada úkonů. Nejprve je potřeba shromáždit veškeré podklady a posoudit jejich vhodnost pro tvorbu mapy velkého měřítka. Poté následuje rekognoskace zájmové oblasti, při které se zjišťuje stav a využitelnost stávajícího bodového pole a navrhně se jeho doplnění na potřebnou hustotu. Toto bodové pole, doplněné o body pomocné, tvoří stanoviška pro podrobné měření. Nově vzniklé body podrobného polohového bodového pole se stabilizují a polohově i výškově určí vhodnými geodetickými metodami. Následuje zaměření pomocných i podrobných bodů a výsledky měření se zaznamenají předepsaným způsobem. Po výpočtu souřadnic a nadmořských výšek podrobných bodů se přistoupí k samotné tvorbě výsledné mapy v digitální podobě a vyhotovení měřického originálu. Při těchto operacích je neustále zapotřebí respektovat dané postupy pro určení podrobných bodů v kódu kvality 3.

V 2. až 8. kapitole je uvedena teorie vzniku účelových map velkých měřítek. Popis mapované lokality tvoří 9.kapitolu. 10. kapitola obsahuje podrobný popis všech prací, které souvisely se vznikem základní mapy části areálu Biologické fakulty. V závěru diplomové práce je uvedeno shrnutí všech činností a zhodnocení dosažených výsledků.

2. Mapové dílo

2.1. Mapa a její definice

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. Plán je zmenšený, generalizovaný, konvenční obraz malé části zemského povrchu, kdy se při průmětu do vodorovné roviny zanedbává zakřivení Země a neužívá se tedy žádné kartografické zobrazení. Plán pak vznikne jako svislý průmět předmětů měření do vodorovné roviny v měřítku, jež umožňuje zobrazení v takové míře podrobnosti, která plyne z požadavku na účel mapy.[1]

2.2. Druhy map

Pro potřeby mapování se dělí mapy podle tří základních hledisek:

1) Dělení podle způsobu vyhotovení

Mapy původní (originální), které vznikají zpracováním dat získaných přímým měřením v terénu (např. mapa stabilního katastru, katastrální mapa, THM, SHM-5, ZMVM, DKM a řada účelových map)

Mapy odvozené, které vznikají na podkladě map původních metodami fotomechanickými, dříve i pantografickými, zpravidla měřítkách menších s redukcí obsahu a případnou generalizací. Odvozené mapy jsou převážně produktem středně a maloměřítkové tématické kartografie.

Mapy částečně odvozené, které vznikají kombinací výše uvedených způsobů, např. doplněním výškopisu do mapy velkého měřítka, jejíž polohopisná kresba již existuje.
[1]

2) Dělení podle měřítka

Klasifikace podle měřítka se prakticky ustálila na dvou hlediscích uvnitř této kategorie.

Technicko - inženýrské hledisko rozlišuje mapy:

- *velkých měřítek* do 1 : 5 000
- *středních měřítek* 1 : 10 000 - 1 : 200 000
- *malých měřítek* 1 : 200 000 a menší

Obecně - kartografické hledisko dělí mapy na:

- *topometrické* do měřítka 1 : 5000
- *podrobně topografické* s rozsahem měřítkové škály od 1 : 10 000 do 1 : 50 000.
- *přehledně topografické* s měřítky 1 : 100 000 až 1 : 200 000
- *topografickochorografické* mající měřítka od 1 : 200 000 do 1 : 1 000 000

[1]

3) Dělení podle obsahu mapy

Mapy *polohopisné* obsahující pouze polohopisnou složku mapy. (např. mapa stabilního katastru, ZMVM bez doplnění výškopisem či dnes nově tvořená katastrální mapa)

Mapy *polohopisné a výškopisné*, jež jsou kompozicí prakticky všech tří základních prvků mapy, tj. polohopisu, výškopisu i popisu. (např. THM, ZMVM doplněná výškopisem, topografické mapy středních a malých měřítek).

Mapy *pouze s výškopisem* se tvoří hlavně jako příložené mapy k mapám polohopisným.[1]

2.3. Mapy velkých měřítek

Mapy velkých měřítek se podle obsahu dělí na katastrální mapu a účelové mapy velkých měřítek.[1] Účelové mapy jsou takové, které obsahují kromě prvků základní mapy zakres dalších předmětů mapování pro daný účel. Slouží k podrobné lokalizaci jevů a objektů na povrchu, pod povrchem a nad povrchem země. Účelové mapy se tvoří přímým měřením a zobrazováním, případně přepracováním nebo odvozením ze stávajících map.[2] Polohopisným podkladem pro jejich tvorbu často bývá katastrální mapa.

Výsledkem tvorby účelové mapy může být mapa v grafické, číselné nebo digitální podobě. Volba obsahu, přesnosti a měřítka účelové mapy vychází z účelu, jakému bude mapové dílo sloužit. [3]

Mapy se zásadně vyhotovují v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (JTSK) a ve výškovém systému baltském - po vyrovnání (Bpv). Účelové mapy lze vyhotovit i v jiných souřadnicových systémech. Použitý souřadnicový a výškový systém se vyznačuje na všech výsledcích tvorby a dokumentace mapy. [1]

2.3.1. Dělení účelových map

Účelové mapy se dělí na:

- účelové mapy základního významu,
- mapy podzemních prostor,
- ostatní účelové mapy.

Mezi účelové mapy základního významu patří technická mapa města, základní mapa závodu, základní mapa dálnice, základní mapa letiště a jednotná železniční mapa stanic a tratí.

Účelové mapy podzemních prostor jsou mapy jeskyní a podzemních chodeb s výjimkou dolů, tunelů a objektů metra.

Ostatní účelové mapy jsou zejména mapy sloužící pro projektové účely, mapy pro provozní účely organizací, pro pozemkové úpravy, mapy lesnické a vodohospodářské, geodetická část dokumentace skutečného provedení staveb, mapy sídlišť a mapy sloužící pro dokumentaci památkových objektů.[3]

2.3.2. Klad účelových map

U účelových map lze pro docílení souvislého zobrazení zájmového území posunout rám mapového listu ve směru jedné nebo obou os souřadnicového systému. Účelové mapy se mohou vyhotovovat v libovolných rozměrech mapového rámu a v obecném kladu mapových listů. Musí však obsahovat přehled kladu listů vyhotovených map. V praxi se obecného kladu mapových listů využívá u prací menšího rozsahu. U map rozsáhlých územních celků (např. u většiny map základního významu) se obvykle volí standardní klad platný pro mapy velkých měřítek. [3]

2.4. Obsah účelových map

Obsahem účelových map je polohopis, výškopis a popis.

2.4.1. Polohopis

Předmětem polohopisu jsou hranice (vlastnické, užívací, druhů pozemků aj.), druhy pozemků (kultury), budovy a další prvky. Polohopisný obsah se doplňuje o tématické složky v rámci kategorií:

- stavebních objektů (např. pomníky, mostní váhy, garáže, čekárny dopravních prostředků, telefonní budky, čerpadla pohonných hmot, venkovní schodiště apod.),
- dopravních objektů a zařízení (např. krajnice, chodníky, osy tramvajových kolejí, zábradlí, svodidla, osy trolejových vedení, tunely, světelná signalizační zařízení apod.),

- vodohospodářských objektů a zařízení (např. jímací objekty, nábrežní zdi, vodotrysky, zřídla, úpravny vod, čerpací stanice, trvalá zavodňovací a odvodňovací zařízení apod.),
- městská zeleň (např. cesty se zpevněným povrchem, chráněné stromy, stromy podél komunikací, na nábrežích a na veřejných prostranstvích s rozlišením druhu a s minimálním průměrem kmene 100mm apod.),
- podzemní vedení, kde se zobrazuje průmět osy vedení na zemský povrch a viditelná zařízení podzemních potrubních a kabelových vedení (tzv. povrchové znaky inženýrských sítí: kanalizační šachty, hydranty, šoupátka, čičačky, vpusti aj.). U kolektorů a průchozích kabelových a potrubních kanálů se zaměří vnitřní líc stěn. Rozlišují se podzemní vedení kabelová, potrubní (tlaková a s volnou hladinou), společná podzemní vedení (kolektory, tvárnicové tratě atd.),
- nadzemní vedení (např. silová, sdělovací, sloupy, patky příhradových a dalších konstrukcí, potrubí na veřejných komunikacích - teplovody, svítidla). Průběh vedení se určuje spojením středů patek podpěr nebo os stožárů, sloupů, konzol a střešníků. [3]

2.4.2. Výškopis

Tvar a průběh terénu lze vyjádřit: výškovými kótami, vrstevnicemi a technickými šrafami. Všechny tři způsoby se vhodně kombinují. V zastavěném území (intravilánu) převládají výškové kóty, ve volném, nezastavěném území (extravilánu) se používají především vrstevnice. Šrafy se uplatňují jako doplňkový způsob v obou případech neboť výrazně dokreslují charakter terénu. [4]

2.4.3. Popis

Popis uvnitř mapového rámu obsahuje čísla bodů (ZBP, ZhB, PBPP), čísla hraničních znaků na státní hranici, místní a pomístní názvosloví a označení parcel parcelními čísly a mapovými značkami.

Popis vně mapového rámu obsahuje 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, tržní údaje a okrajové náčrtky. [3]

3. Přípravné práce

3.1. Podklady

Pro mapovací práce se využívá všech dosažitelných informací z dosavadních dokumentovaných děl, které vyhovují svou přesností. Získávají se tak údaje o daném bodovém poli (seznamy souřadnic a výšek, geodetické údaje, místopisy, přehledy bodů podrobného bodového pole), měřické náčrty, využitelné grafické podklady, výpisy místního a pomístního názvosloví a další informace užitečné pro tvorbu mapy. Tyto údaje se zhodnotí vzhledem k jejich aktuálnosti jednak jejich rozborem, jednak se doplní a opraví při místním šetření. [5]

Podle přehledu sítě pevných bodů podrobného polohového pole a jejího vývoje se připraví v měřítku 1:5000 nebo 1:10000 přehledný náčrt podrobného polohového bodového pole (dále jen "přehledný náčrt") zakreslením daných bodů polohových polí. Pořídí se kopie geodetických údajů o daných bodech. [8]

3.2. Rekognoskace dané lokality

Před zahájením jakýchkoliv měřických prací je vždy nutné vykonat tzv. rekognoskaci terénu, tj. podrobnou prohlídku celého zájmového území. Při rekognoskaci je nutno zjistit stav a využitelnost stávajícího polohového a výškového bodového pole (trigonometrických, zhušťovacích a nivelačních bodů) a navrhnout případné zhuštění. [6] Dané body polohového bodového pole se vyhledají v terénu a jejich poloha se přezkouší podle geodetických údajů. Při pochybnosti o totožnosti daných bodů se jejich poloha přezkouší kontrolním měřením a výpočtem (nejméně z jednoho určovacího obrazce). U nalezených bodů podrobného polohového pole se ověří a podle potřeby opraví nebo doplní geodetické údaje, popř. se vyhotoví nové. [8]

Podrobné polohové pole musí umožňovat vybudování sítě pomocných bodů pro podrobné měření polohopisu. Hustota trvale stabilizovaných PBPP je stanovena vzájemnou vzdáleností bodů. V zastavěném území je to 150 až 300 m a v extravilánu pak asi 500 m (jeden bod na km²). [1] Přehledný náčrt se upraví podle výsledku rekognoskace a volby nových bodů. [8]

Podle výsledků rekognoskace se vyhotoví oznámení závad a změn na bodech základního polohového pole (zasílá se Zeměměřickému úřadu) a oznámení závad a změn na bodech podrobného polohového pole. U bodů polohového pole, u kterých se předpokládá použití GPS, se vyhotoví záznam o rekognoskaci bodu podle zvláštního předpisu. [8]

3.3. Stabilizace bodů

Způsob stabilizace bodů PBPP je dán vyhláškou 190 / 1996 Sb. a volí se podle potřeby a účelu využití s přihlédnutím k okolnímu terénu. Podle ČSN 73 0415 a 73 0416 je možná stabilizace kamennou měřickou značkou M2 o rozměrech 15 × 15 × 75cm, mezníkem z plastu o rozměrech 12 × 12 × 60 cm, obetonovanou železnou trubkou 5 × 50 cm, boční stabilizací do zdiva dvěma čepy o délce ramen 1,39 m, na technickém objektu. (PAŽOUREK, REŠKA 1990) Pomocné body se označují dočasně dřevěným kolíkem, kovovou trubkou, hřebem, vyrytým nebo trvanlivou barvou nakresleným křížkem apod. [8]

3.4. Signalizace bodů

Dlouhodobá signalizace se dříve zřizovala jen na bodech základního polohového bodového pole a na bodech 1. a 2. třídy přesnosti. Signalizovalo se trojbokou dřevěnou měřickou pyramidou. Tento způsob signalizace se v současnosti již nepoužívá. Ostatní body PBPP je možno signalizovat dočasně jen pro účely měření výtyčkou, cílovým terčem na stativu apod. [2]

3.5. Číslování bodů

Body základního polohového bodového pole a zhušťovací body se označují dvanáctimístným úplným číslem ve tvaru 0009EEEECCCC, kde EEEE je číslo triangulačního listu a CCC je pořadové číslo bodu. Pořadové číslo bodu základního polohového pole je v rozmezí od 1 do 199 a zhušťovací bodu v rozmezí od 201 do 499.

Pro ostatní body podrobného polohového pole (trvale stabilizované) má číslo tvar PPP00000CCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území v okrese podle SPI a CCCC je pořadové číslo bodu; pořadová čísla ostatních bodů polohového pole jsou v rozmezí 501 až 3999.

Jednotkou číslování pomocných bodů je katastrální území a podrobných bodů měřický náčrt.

Pomocné body se označují dvanáctimístným úplným číslem ve tvaru PPP00000CCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území v okrese podle SPI a CCCC je pořadové číslo pomocného bodu od 4001.

Podrobné body se označují dvanáctimístným úplným číslem ve tvaru PPP0ZZZZCCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území (jako u pomocných bodů), ZZZZ je číslo měřického náčrtu a CCCC je pořadové číslo podrobného bodu v rámci měřického náčrtu v rozmezí od 1 do 9999. [8]

Podrobné body využitelného podkladu se zpravidla nepřechísloují a jejich čísla se v náčrtu neuvádějí. Nově zaměřené identické body využitelného podkladu se uvádějí v měřickém náčrtu i v zápisníku se svými původními čísly. [1]

3.6. Geodetické údaje

K nově zřizovaným bodům PBPP trvale stabilizovaným se vyhotovují geodetické údaje jejichž formální úprava je stanovena tiskopisem "Geodetické údaje o PBPP",

který obsahuje: katastrální území, obec, číslo bodu, souřadnice v S-JTSK a výška bodu v Bpv (pokud byla určena), místopisný náčrt s vyhledávacími mírami, údaje o zřízení bodu, jeho popis, způsob stabilizace a určení. Místopisný náčrt se vždy orientuje k severu a pro jeho kresbu se užívá mapových značek. K bodům se zaměří s přesností 0,10 m vyhledávací míry vztažené k blízkým trvalým předmětům, zejména staničení a kolmice, u bodu při komunikaci také vzdálenost od středu a okraje vozovky. Na jedné straně tiskopisu jsou geodetické údaje až o 3 bodech PBPP. [3]

4. Měřické práce

Při určování nových bodů PBPP se vychází ze stávajícího bodového pole, tj. z daných bodů základního polohového bodového pole, zhušťovacích bodů a ostatních trvale stabilizovaných bodů podrobného polohového pole.

4.1. Body PBPP

Body podrobného polohového bodového pole se zaměřují následujícími geodetickými metodami:

1. *plošnými sítěmi* s měřeními vodorovnými úhly a délkami. Vodorovné úhly se měří nejméně v jedné skupině stejně přesnými teodolity jako u určování ZhB s tím rozdílem, že mezní odchylka uzávěru skupiny či mezní rozdíl mezi skupinami je $0,0003^s$. Délky se měří dvakrát pomocí dálkoměrů, krátké délky lze měřit pásmem (zpravidla na jeden klad pásma). Použijí se komparované dálkoměry i pásma a naměřené délky se redukují. Mezní rozdíl dvojice měřených délek je 0,02m u délek do 100m, 0,04m u délek do 500m a 0,06m u délek větších než 500m.

2. *polygonovými pořady*, tj. řadou bodů spojených délkově a úhlově tak, že tvoří prostorové lomené čáry, které se tvrově mohou přizpůsobit zaměřovanému území, např. komunikacím, vodním tokům, zastavěným obvodům, hranicím apod. [7] Použijí se polygonové pořady oboustranně připojené a oboustranně orientované s dlouhými (200 - 1500m) i krátkými (50 - 400m) stranami. Polygonové pořady kratší než 1,5km mohou být jednostranně orientované, popř. vetknuté. Neorientované pořady mohou mít nejvýše čtyři strany a alespoň na jednom z vrcholů se zaměří orientační úhel na signalizovaný ZBP, ZhB či PBPP. [1] Polygonový pořad je určen zaměřením všech jeho stran a vrcholových úhlů. Z hlediska způsobu připojení se pořady dělí na hlavní, které se vždy připojují na body alespoň o jednu třídu přesnosti vyšší a vedlejší, které se připojují na body hlavních pořadů shodné třídy přesnosti jako body určované. [5]

Tabulka č.1.: Geometrické parametry a kritéria přesnosti

Připojovací body	Mezní délka		Mezní odchylka v uzávěru	
	strany [m]	pořadu [m]	úhlová [cc]	polohová [m]
ZBP, ZhB	200 - 1500	5000	$25(n + 2)^{1/2}$	$0,0025(\sum d)^{1/2} + 0,04$
ZBP, ZhB	50 - 400	3000	$100(n + 3)^{1/2}$	$0,005(\sum d)^{1/2} + 0,04$
ZBP, ZhB, PBPP	50 - 400	1500	$100(n + 3)^{1/2}$	$0,005(\sum d)^{1/2} + 0,10$

Současně platí, že mezní poměr sousedních stran v polygonovém pořadu je 1:3.

3. *protínáním vpřed* z úhlů nebo protínáním z délek nebo kombinovaným protínáním nejméně ze tří daných bodů (ZBP, ZhB, PBPP). Úhel protínání na určovaném bodě musí být v rozmezí 30[°] až 170[°]. Kratší vzdálenost od daného bodu k určovanému v určovacím trojúhelníku nesmí být větší než 1500m. Směry se měří ve dvou skupinách. Délky se měří jen v jednom směru a mezní rozdíl dvojího měření délek nesmí překročit čtyřnásobek základní střední chyby měřené délky. Měření se provádí obdobnými přístroji jako u polygonových pořadů. K problematice protínání patří ještě měření centračních prvků. Centrační prvky na připojovacích bodech a bodech orientačních se měří při excentricitě signálu nebo při excentrickém postavení měřického přístroje. Centrační prvky se měří na konci skupiny při měření vodorovných úhlů a směrů ve skupinách. [5]

4. *rajonem*, tj. měřením vodorovné délky a vrcholového úhlu, do délky 1500m s orientací na daném bodě na dva dané body s prokazatelnou střední souřadnicovou chybou do 0,04m, nebo s orientací na daném i určovaném bodě. Použije-li se postup s orientací na určovaném bodě, musí být na něm úhel v rozmezí 30[°] až 170[°]. Délka rajonu nesmí být delší než délky nejbližší orientace. Pokud je délka rajonu větší než 800m, měří se všechny úhly ve dvou skupinách. Vychází-li rajon z PBPP o střední souřadnicové chybě mezi 0,04 a 0,06m, nesmí být delší než 300m. [1]

Body podrobného polohového bodového pole se též dají zaměřit pomocí technologie GPS či fotogrammetrickými metodami

4.1.1. Zásady při měření bodů PBPP

Vodorovné úhly se měří ve skupinách (nejméně v jedné) teodolitem zajišťujícím přesnost měřených směrů 0,6 mgon (2"), při délkách do 500m je možné použít teodolit s přesností 2 mgon (10"). Mezní odchylka v uzávěru skupiny (v opakovaném prvním směru) a mezní rozdíl mezi skupinami je 0,003^g, při určování zhušťovacích bodů 0,0015^g. [8]

Délky se měří dvakrát, dálkoměrem s přesností do 0,01m a obousměrně, není-li to vyloučeno. Krátké délky lze měřit pásmem (zpravidla na jeden klad). Použijí se komparované dálkoměry a pásma. Naměřené délky se opravují o fyzikální redukce (z teploty a tlaku vzduchu), o matematické redukce (do vodorovné roviny, z nadmořské výšky) a o redukce do zobrazovací roviny S-JTSK. Mezní rozdíl dvojice měřených délek je 0,02 m u délek kratších než 100 m, 0,04m u délek od 100 do 500 m, 0,06m u délek větších než 500 m. [8]

Centrační prvky se nezavádějí při excentricitě menší než 0,01 m. V polygonových pořadech se stranami kratšími než 300 m se používá trojpodstavcová souprava. [8]

Při měření mezi body polohového pole nesmějí rozdíly mezi změřenými a ze souřadnic vypočtenými nebo původně určenými hodnotami vodorovných úhlů a délek překročit mezní odchylky:

	v úhlu [g]	v délce [m]
a) mezi body základního polohového pole	0,0015	0,03
nebo mezi jejich orient. body OB1 a OB2	0,0015	0,05
b) mezi bodem základního polohového pole		
a zhušťovacím bodem	0,0020	0,05
c) mezi body zhušťovacími	0,0030	0,07
d) mezi body podle písm. a), b), c) a		
orientačním bodem OB3	0,0060	-
e) mezi body podle písm. b) a bodem		
podle písm. f)	0,0100	0,13

f) mezi ostatními body polohového pole	0,0300	0,18
g) mezi body podle písm. f) na technických objektech přidružených k těmto určujícím bodu do vzdálenosti 50 m od něj	0,0500	0,04

Při ověřování polohy trvale signalizovaného bodu základního polohového pole nebo zhušťovacího bodu nesmí rozdíl původní délky ZB1-centrum a ZB2-centrum od délky nově určené přesáhnout hodnotu $0,25 (0,02 + 0,01 d^{1/2})$ [m], kde d je délka ověřované strany v metrech. Úhel určený na centru mezi ZB1 a ZB2 se od původní hodnoty nesmí lišit o více než $1,80/d$ [°], kde d je kratší z délek ZB-centrum v metrech. [8]

4.2. Pomocné body

Pro podrobné měření se podrobné polohové pole doplní pomocnými body. Síť pomocných bodů se volí v hustotě nezbytné pro zaměření podrobných bodů.

Pomocné body se určují:

- a) staničením na měřických přímkách mezi body polohového bodového pole a pomocnými body,
- b) rajóny,
- c) pomocnými polygonovými pořady,
- d) protínáním ze směrů, popřípadě z délek,
- e) jako volné polární stanovisko. [8]

4.2.1. Zásady při měření pomocných bodů

Délka rajónu smí být nejvýše 1000 m a přitom smí být nejvýše o 1/3 větší než délka měřické přímky (její delší částí, je-li výchozí bod rajónu mezilehlý), na kterou je rajón připojen (orientován) nebo nesmí být větší, než je délka k nejvzdálenějšímu orientačnímu bodu. Největší přípustná délka volného polygonového pořadu (nejvýše

tří na sebe navazujících rajónů) je 250 m. Délka měřické přímky a pomocného polygonového pořadu nesmí být větší než 2000 m. [8]

4.3. Výškové připojení bodů PBPP

Nivelační měření se provádí nejčastěji v nivelačních pořadech, které se skládají z nivelačních sestav, nivelačních oddílů (popř. úseků) mezi známými a určovanými výškovými body. Vhodnou volbou technologie měření je možné odstranit i některé chyby (vady) nivelačního přístroje a eliminovat vliv prostředí. Nivelační pořady jsou buď vložené, uzavřené, volné nebo pořady tvořící plošnou nivelační síť. Vložený pořad začíná a končí na dvou výškově známých (ověřených) bodech. Uzavřený pořad začíná a končí na jednom a tom samém známém (ověřeném) bodě. Volný pořad začíná na známém (ověřeném) bodě a končí na jednom z určovaných bodů. Pořady tvořící plošnou nivelační síť zahrnují alespoň dva známé (ověřené) nivelační body a řadu určovaných bodů. [4]

Výškový rozdíl ΔH_{AB} dvou bodů lze geometrickou nivelací určit dvěma základními metodami: kupředu, ze středu. Geometrická nivelace ze středu je nejpřesnější, nejpoužívanější a přitom nejjednodušší nivelační metodou. [4] Geometrická nivelace ze středu se rozlišuje podle způsobu měření, ale zejména podle požadované přesnosti výsledku, na tři hlavní typy: velmi přesná nivelace, přesná nivelace a technická nivelace. Velmi přesná nivelace a přesná nivelace se používají především při měření v celostátních výškových sítích, nebo i při speciálních geodetických pracích. [6]

4.3.1. Technická nivelace

Technická nivelace (dále jen TN) se nejvíce používá v běžné praxi, při vytyčování výškových úrovní stavebních děl, při vytyčování zemních prací, při měření výškových profilů, ale i při mapování, zejména zastavěných území městského typu, atd.

Soupravu přístrojů a pomůcek pro TN tvoří nivelační přístroj se stativem, jedna až dvě nivelační latě, jedna až dvě nivelační podložky a v případě potřeby i měřický slunečník. Nivelační přístroj používaný pro TN musí mít dalekohled se zvětšením minimálně šestnáctinásobným, nivelační libelu s citlivostí 60" nebo automatické urovnávací zařízení (kompenzátor) se stejnou výkonností. Nivelační latě se používají 2 až 4 m dlouhé, ale ať už jsou celistvé, rozkládací, zasouvací nebo sklápěcí, musí být vždy rovné (neprohnuté), se zřetelnou stupnicí (měřítkem) s dělením zpravidla po 0,01 m. Na spodním konci latě má být pevná rovná kovová patka zajišťující stálý počátek stupnice. Latě musí být vybavena malou krabicovou libelou (i odnímatelnou) umožňující urovnání latě do svislé polohy.

Nivelační přístroj se staví doprostřed mezi dva body, jejichž převýšení se má změřit, ať už jsou to body pevné, nebo pomocné. Záměra vzad i záměra vpřed musí být stejně dlouhé. Při TN stačí délku záměr odkrokovat, zatímco při přesné nivelaci se záměry rozměřují pásmem. Optimální délka záměr je ovlivněna především tvarem terénu, tj. převýšením mezi dvěma sousedními body, atmosférickými podmínkami jako např. viditelností, vibrací ovzduší a pod., a v poslední řadě i samým měřičem. Nejkratší možná záměra je určena možností zaostření dalekohledu nivelačního přístroje, což bývá u běžných přístrojů 1,5 až 2 metry. Nedoporučuje se, aby při TN byla délka záměry větší než 120 m. Měřič též musí dbát, aby záměra neprobíhala těsně nad terénem (méně než 30 cm), neboť v nejnižších vrstvách atmosféry se často vyskytuje značná refrakce (lom světelných paprsků), což může nepříznivě ovlivnit přesnost výsledku měření. Nedoporučuje se, aby cílení bylo níže nebo výše než 10 cm od okraje latě. Při záměře na horní konec latě je třeba držet latě co nejlépe svisle, neboť nesvislost latě v této poloze způsobuje chybu v určení převýšení.

Při měření převýšení pevných (stabilizovaných) bodů se staví nivelační latě pokud možno středem její patky přímo na stabilizační znak. Pro dočasné pomocných (přestavových) bodů se používají nivelační podložky, tzv. žabky. Podložka musí být do země řádně zašlápnutá, aby byla pevná a nepohnula se při otáčení latě. Měřič zajišťuje pevné postavení přístroje zašlápnutím nohy stativu do terénu. Při měření na

komunikacích nebo jiném pevném povrchu se doporučuje umístit nohy stativu do spár nebo otvůrků.

Lať se staví vždy tak, aby nula stupnice byla vždy dole. Jsou-li používány při měření současně dvě latě, musí být kresba stupnic na obu latích stejná. Ani v tomto případě není však zaručeno, že nula stupnice je na obou latích stejně daleko o konce (patky) latě. Proto musí být v každém úseku nivelačního pořadu, sudý počet přestav. To znamená, že na koncovém bodě pořadu (i úseku) musí být postavena tatáž lať jako na počátečním bodě.

Při určování nadmořských výšek nových pevných bodů se připojuje každý nivelační pořad vždy na státní nivelační síť. To znamená, že nivelační měření se zahajuje postavením nivelační latě na nivelační značku státní sítě. Nivelační pořad se ukončuje buď na téže značce nebo na jiné značce státní nivelační sítě, podle toho, co je výhodnější z hlediska hospodárnosti. Avšak končí-li pořad na téže značce, je nutné dalším měřením ověřit spolehlivost oné značky. [6]

4.4. Podrobné měření

Podrobné body se obvykle zaměřují polární metodou, tj. směrníkem orientovaným ke spojnicí dvou sousedních stanovisek a vzdáleností, jako doplňující se použije metoda pravoúhlých souřadnic, metoda konstrukčních oměrných, protínání ze směrů, popřípadě z délek. Doplňující metody se používají k zaměření podrobných bodů, které není možno nebo není účelné určit polární metodou (nepřístupné body, výstupky a rozhraní na budovách, stísněná zástavba apod.). [8]

4.4.1. Polární metoda

Polární metoda se zakládá na postupném měření polárních souřadnic, tedy orientovaných směrů a délek z daného bodu stanoviska přístroje k bodům určovaným. Za stanoviska přístroje poslouží všechny body podrobného polohového pole a všechny pomocné body. Orientační směr se volí na číselně určené polohové

body měřických přímek. V zaměřované oblasti vytvoříme takové množství polárních souřadnicových soustav, které jsou vzájemně vázané sítí PBPP. Polární metodou je možno současně s polohopisem měřit i výškopis (tachymetrie). Je tedy metodou komplexní a je upřednostňována před metodou pravoúhlých souřadnic. [7] K takovému měření se pak nejčastěji používá teodolit vybavený elektronickým dálkoměrem a vestavěným mikroprocesorem (tzv. totální stanice).

Po urovnání a dostředění přístroje se na stanovisku zaměří nejméně na dva orientační body, nejlépe na sousední body podrobného polohového pole. Měří-li se současně i výškopis, změří se výška točné osy dalekohledu přístroje nad stanoviskem i výškové úhly na sousední body s udáním výšky cíle a vzdálenosti. Pak se zaměřují jednotlivé podrobné body a to jen v první poloze dalekohledu. Při větším počtu podrobných bodů, měřených z jednoho stanoviska, se asi po 30 až 40 bodech překontroluje, zda se nezměnila poloha přístroje, záměrou na počáteční bod osnovy eventuelně na samostatný, trvale signalizovaný, orientační bod, o němž se předpokládá, že bude vidět po celou dobu měření na stanovisku. [5]

Při zaměřování podrobných bodů se terč nebo hranol umísťuje přímo na určovaný bod. Není-li to uskutečnitelné z jakéhokoliv důvodu, umístí se před nebo za zaměřovaný bod ve směru spojnice stanovisko - bod a v zápisníku se uvede vzdálenost terče(zrcátka) od určovaného bodu, tzv. doměrek. Je-li terč před bodem, má doměrek znaménko "+", v opačném případě "-". Podrobný bod lze také určit na kolmici ke spojnici stanovisko - terč, přičemž terč je patou této kolmice. Směřuje-li kolmice vlevo, uvádí se její délka se znaménkem "-", vpravo se znaménkem "+". Tomuto způsobu zaměření se říká polární kolmice. [5]

4.4.2. Metoda pravoúhlých souřadnic

Metoda pravoúhlých souřadnic (ortogonální metoda) se s výhodou používá při zaměřování polohopisu v rovných úzkých ulicích, ve stísněné zástavbě apod. Podrobné body se určují pravoúhlými souřadnicemi, vztaženými k měřické přímce připojené na pevné body měřické sítě. Jde tedy o místní souřadnicový systém, který

má počátek v jednom z bodů měřické přímky, přičemž osa x splývá s měřickou přímkou a osa y je na ní kolmá. Při ortogonální metodě se používá pentagonální hranůlek, jedno až dvě pásma a tři nebo více výtyček. Jedna výtyčka se postaví na počáteční bod měřické přímky, druhá na její konec. Další výtyčky se staví na nově určované body, pokud nemají přirozenou signalizaci jako např. roh domu. S použitím pentagonálního hranůlku se měřič nejprve zařadí do přímky a pak najde patu kolmice spuštěné z podrobného bodu na měřickou přímkou. Na měřické přímce se potom změří souřadnice x (úsečka) neboli staničení, tj. vzdálenost paty kolmice od počátku měřické přímky. Dále se zaměří souřadnice y (pořadnice), tj. vzdálenost podrobného bodu od měřické přímky (od paty) kolmice. [6] Při použití metody pravoúhlých souřadnic nesmí být délka kolmice větší než $3/4$ délky příslušné měřické přímky. Největší přípustná délka kolmice je 30 m. [8]

4.4.3. Konstrukční oměrné míry

U pravoúhlých budov lze výstupky do hloubky 5 metrů, popř. i čtvrtý hlavní roh budovy, určit konstrukčními oměrnými mírami. [8] Měří se (pásmem) postupně všechny délky mezi lomovými body objektu. Postupuje se od prvního daného bodu (určeného polárně) směrem k druhému a směr výstupků je v zápisníku podrobného měření rozlišen znaménky. Znaménko "+" nebo "-" se přiřadí oměrné délce podle toho, leží-li další podrobný bod vpravo nebo vlevo od předchozí spojnice bodů. [6]

4.4.4. Kontrolní oměrné

Kontrolní oměrné jsou přímo měřené vzdálenosti (zpravidla pásmem) mezi dvěma podrobnými body určenými jinou metodou. Záznam kontrolních oměrných je možno provádět zápisem řetězce oměrných, které vzájemně souvisí svými koncovými body, nebo zápisem vzájemně nezávislých oměrných. [6] V případech, kdy oměrné míry nelze změřit vůbec nebo jen s většími obtížemi nebo jsou delší než 50m, změří se kontrolní míry vztažené k jiným jednoznačně identifikovatelným podrobným bodům (křížové míry). Jednoznačně identifikovatelný bod, který nelze ověřit oměrnými ani jinými kontrolními mírami, se určí nezávisle dvakrát. [8]

4.4.5. Zásady při podrobném měření

Délky a směry se měří s takovou přesností, aby při opakovaném nebo kontrolním měření nebyly překročeny tyto mezní rozdíly dvojího měření:

- a) $0,01d^{1/2} + 0,10$ m pro délky v měřické síti,
- b) 0,10 m pro oměrné míry na obvodu budovy,
- c) 0,30 m pro ostatní oměrné nebo jiné kontrolní míry,
- d) $4/d$ [°] pro směry na pomocné body v měřické síti,
- e) $10/d$ [°] pro směry na jednoznačně identifikovatelné podrobné body, kde d je délka v metrech.

Délky se měří dálkoměrem s přesností do 0,01 m, krátké délky lze měřit dvojobrazovým dálkoměrem s vodorovnou, popřípadě se svislou latí nebo pásmem (zpravidla na jeden klad). Na stanovisku se zaměří nejméně jeden podrobný bod určený též z jiného stanoviska. Používají se komparovaná pásma a dálkoměry.

Úhlové údaje se měří a zapisují alespoň na $0,01^\circ$, při určovaných bodech vzdálenějších než 500 m na $0,001^\circ$, délkové údaje se zapisují na 0,01 m. Naměřené délky se opravují o fyzikální redukce (z teploty a tlaku vzduchu), o matematické redukce (do vodorovné roviny, z nadmořské výšky) a o redukce do zobrazovací roviny S-JTSK. Redukce se zavádějí, přesáhne-li jejich součet pro danou délku 0,02m.

Orientace na stanovisku se provede vždy nejméně na dva dané body polohového bodového pole nebo na pomocné body. Nejméně na jeden z nich se měří také délka; výjimka je přípustná jen při orientaci na dva trvale signalizované nepřístupné body. Jde-li o volné polární stanovisko, musí být na dané body polohového pole nebo na pomocné body změřeny nejméně dvě délky a dva vodorovné směry. Směry se v tomto případě musejí protínat pod úhlem v rozmezí 20° až 180° .

Vzdálenost určovaného bodu od stanoviska smí přesáhnout délku spojnice stanoviska s nejbližším orientačním bodem nejvýše o jednu polovinu. Nelze-li zaměřit

více než jeden orientační směr, orientace se ověří na kontrolně zaměřeném podrobném bodu určeném z jiného stanoviska.

Polární kolmice nesmí být delší než 1/2 délky od stanoviska k patě kolmice a nesmí přesáhnout 30 m. Podrobné body nedostupné pro polární určení se mohou též určit doplňujícími měřickými metodami s připojením na podrobné body určené polárně (popř. ortogonálně z měřické sítě), vždy však s nezávislou kontrolou (připojení na nejméně tři body, kontrolní míry na další body určené polárně nebo na pomocné body). [8]

4.4.6. Prvky polohopisu nerovného tvaru

Na prvcích polohopisu ve tvaru kruhového oblouku nebo kružnice se podrobné body volí takto:

- na kruhovém oblouku tři body, a to koncové body a třetí bod přibližně v poloviční vzdálenosti mezi koncovými body,
- u kružnice buď tři body na ní rovnoměrně rozložené, nebo jen střed kružnice s tím, že se změří a do měřického náčrtu vyznačí poloměr.

U prvků polohopisu ve tvaru obecné křivky se postupuje takto:

- na hranici parcely se vyjádří obecná křivka úsečkami, jejichž délka se volí tak, aby se žádný bod na úsečce od skutečného průběhu hranice neodchýlil více než 0,1 m na vlastnické hranici a 0,2 m v ostatních případech,
- na ostatních prvcích polohopisu se určí oba koncové body křivky a další její mezilehlé body, jejichž počet a rozložení se volí podle délky křivky, jejího zakřivení a jeho změn tak, aby tvar byl správně vystižen. [8]

4.5. Výškové určení podrobných bodů

Podrobné měření lze uskutečnit dvěma základními geodetickými výškopisnými metodami: metodou tachymetrickou (polární metoda s výškami) a metodou plošné nivelace. [4]

4.5.1. Tachymetrie

Při této metodě se současně určuje poloha i výška všech potřebných podrobných bodů. Proto se velmi často používá nejen pro vyhotovení výškopisného, ale zároveň i polohopisného plánu. Její název je řeckého původu a značí v doslovném překladu rychloměřictví. Vyjadřuje poměrnou rychlost měřických prací v terénu. Všechny podrobné body jsou zaměřeny ze sítě tzv. tachymetrických stanovisek (bodů PBPP a pomocných bodů), a to polohově polární metodou, tj. směrníkem orientovaným ke spojnici dvou sousedních stanovisek a vzdáleností, výškově jsou určeny trigonometricky. [4] Moderními teodolity vybavenými elektronickým dálkoměrem a vestavěným mikroprocesorem (tzv. totálními stanicemi), je možno zaznamenávat přímo vodorovnou vzdálenost a převýšení (samozřejmě i vodorovný úhel) a výpočet tachymetrického zápisníku tak prakticky odpadá. Ovšem i tady platí, že je nutná velká pečlivost všech prací, neboť každý podrobný bod byl měřen jen jednou a na jeho určení není žádná kontrola. [6]

4.5.2. Plošná nivelace

Plošná nivelace se dnes používá již poměrně zřídka v terénu plochém, nepříliš sklonitém členitém, se zpevněným povrchem (zpravidla v místní, zastavěné trati - intravilánu). Podstatou je určování výšek množiny podrobných bodů, z nichž převážná část je již polohově zobrazena. Grafickým podkladem pro použití plošné nivelace je tedy situační - polohopisný plán dané lokality. Měřickou kostru plošné nivelace tvoří řada pořadů technické nivelace, vhodně volených podle rozsahu podrobného výškového měření. Pořady TN se oboustranně připojují na výškové bodové pole, výšky podrobných bodů se určují bočními záměry z jednotlivých postavení přístroje. [4]

5. Záznam výsledků měření

K zaznamenání výsledků měření slouží měřické náčrty, zápisníky, popř. paměťové médium použitého přístroje. Měřický náčrt vyjadřuje graficky výsledky podrobného měření a ve spojení se zápisníkem podrobného měření, ve kterém jsou uvedeny nutné číselné údaje, je podkladem pro výpočet souřadnic podrobných bodů a k jeho kontrole, ke konstrukci kresby a k popisu mapy. [5]

5.1. Měřické náčrty

Měřické náčrty se zakládají na kvalitním kreslicím papíru o hmotnosti nejméně 150 g/m² nebo na plastové pokreslované folii ve formátu 297 mm x 420 mm (A3); je-li (v nezastavěném území) vhodný větší formát náčrtu, skládá se do formátu A3. Náčrty se číslují v rámci katastrálního území počínaje jedničkou.

Obvykle bývá jeho podkladem náčrt zjišťování průběhu hranic a vyhotovuje se z něho kopie nebo zvětšenina tak, aby se nezhoršila čitelnost a přehlednost podkladové kresby na měřickém náčrtu. [1]

Měřické náčrty se používají buď blokové, to znamená, že jejich ohraničení probíhá po vhodně zvolených hranicích parcel především v intravilánu (komunikace, vodní toky, bloky zástavby a pod.) nebo rámové, které jsou ohraničeny čarami rámu mapového listu. případně rovnoběžkami s nimi. Rámové náčrty se nejčastěji užívají při měření extravilánu s řídkou polohopisnou kresbou. Většinou obsahují 1/4 nebo 1/16 mapového listu. U blokových náčrtů se vyznačuje jeho orientace k severu (šipkou s písmenem S). [1]

Zásadou je, že měřítko náčrtu musí být takové, aby na něm mohly být zachyceny a popsány všechny potřebné údaje a zobrazeny všechny podrobné body polohopisu. Proto obecně platí, zvláště pro grafické účelové mapy, že měřítko náčrtu nesmí být menší než měřítko vyhotovené mapy. [1]

Body polohového bodového pole a pomocné body se zakreslují a čísují červeně, stejně se zakresluje měřická síť a orientace k severu. Obvod měřického náčrtu se může vyznačit červeně ležatými křížky na hranicích příslušných parcel, umístěnými zejména u hlavních lomových bodů obvodu náčrtu, a tenkou čárkovanou čarou v místech, kde není hranice parcely. Ostatní obsah měřického náčrtu se vyznačuje (doplňuje) černou tuší. [8]

Body základního bodového pole a zhušťovací body označujeme v náčrtu úplným číslem nebo jen vlastním číslem bodu s číslem triangulačního listu v závorce. Ostatní body podrobného polohového bodového pole jen svým pořadovým číslem, úplné číslo bodu se uvede jen u bodů číslovaných v jiném katastrálním území. Podrobné body polohopisu se označují jen svým pořadovým číslem. [3]

Měřické náčrtu mohou obsahovat i naměřené údaje jako např. oměrné míry. Pokud oměrnou míru nelze změřit, zapíše se v náčrtu podél dotyčné spojnice lomových bodů písmena "n.m.". Pokud je oměrná míra zapsána v zápisníku podrobného měření, vyznačí se v náčrtu podél této spojnice krátká čárka. [1]

5.2. Zápisníky podrobného měření

Naměřené hodnoty se zapisují do zápisníků podrobného měření. Formu zápisníků je možno přizpůsobit konkrétnímu zpracování dat při výpočtech souřadnic. V případě použití registračních tachymetrů nebo polních registrátorů je zápisník nahrazen záznamovým médiem registrátoru (textovým souborem). Číslo zápisníku je shodné s číslem měřického náčrtu. Je-li potřeba pro jeden měřický náčrt založit více zápisníků, doplní se v jeho rámci číslo zápisníku podlomením. [8]

5.2.1. Tachymetrický zápisník

Tachymetrický zápisník obsahuje čísla všech zaměřovaných bodů (orientačních, podrobných, kontrolních), stručný popis (charakteristiku) bodu (např. roh domu, sloup, kanální vpust' apod.) a všechny naměřené údaje. Souhlas číslování

podrobných bodů v náčrtu i zápisníku se obvykle kontroluje při měření každého desátého bodu smluveným způsobem (znamením rukou, radiem apod.) Případný nesoulad se musí odstranit a teprve potom se může pokračovat v dalším měření. Při použití moderních elektronických dálkoměrů vybavených magnetickými záznamníky prakticky odpadá nutnost vedení a adjustace zápisníku. [6]

5.3. Niveláčnický zápisník TN

O každé niveláčnické měření je nutno vést zápis. Do zápisníku se nejprve vypíše údaje o použitém přístroji, zapíše se, zda byla použita jedna či dvě latě, zapíše se datum měření, povětrnostní podmínky, jméno měřiče i jméno zapisovatele. Zřetelně se vyznačí, zda měření bylo připojeno na státní výškový systém (Bpv) nebo nějaký jiný (místní) systém. V první sloupci zápisníku se zapisují čísla pevných bodů, tj. číslo výchozího bodu, čísla nově určovaných bodů, a nakonec číslo koncového bodu. Pomocné body (přestavové), na které stavíme lať jen kvůli přestavení přístroje, se nemusí v zápisníku číslovat. V příslušných sloupcích jsou zapisovány údaje čtené na lati (vzad, vpřed) v metrech na tři desetinná čísla tak, že v jednom řádku se zapisuje pouze jedno čtení. Ověřovací měření se může zapisovat do téhož zápisníku, popř. i na stejnou stranu, je-li tam místo. Zápis se do zápisníku dělá v terénu zpravidla měkkou tužkou. Po provedení výpočtu nadmořských výšek nově určených bodů a vyrovnání pořadu se provede tzv. adjustace zápisníku. [6]

5.4. Adjustace měřických náčrtů a zápisníku

Důležitou prací polní měřické skupiny je tzv. adjustace měřického náčrtu a zápisníků. Pod pojmem adjustace se rozumí kontrolu všech záznamů se současným zvýrazněním některých údajů. Zvýraznění se provádí černým vytahovacím perem či tenkým černým zvýrazňovačem (fixem).

V měřickém náčrtu se obvykle zvýrazňuje popis (název lokality, číslo náčrtu, měřítko, jméno vyhotovitele, datum vyhotovení), měřická stanoviště s vyznačením orientací, orientace náčrtu k severu (obvykle šipkou).

V tachymetrickém zápisníku se zvýrazňují veškeré údaje o měření (jméno měřiče, datum, označení a číslo měřického přístroje, povětrnostní podmínky apod.), dále údaje o každém stanovisku (číslo bodu, nadmořská výška, výška přístroje apod.), čísla orientačních a kontrolních bodů.

V zápisníku TN se zvýrazní údaje o nivelačním přístroji, datum, povětrnostní podmínky, jméno měřiče a zapisovatele, výškový systém, čísla daných i nově určených bodů a jejich nadmořské výšky, rozdíl mezi počáteční a koncovým bodem pořadu a výpočet opravy pro vyrovnání. Výrazně se také napíše povolená odchylka.

[6]

6. Výpočetní práce

6.1. Přesnosti

Obecně je přesnost výsledných souřadnic a výšek podrobných bodů mapy dána přesností určení souřadnic a výšek použitých bodů geometrického základu a přesností určení souřadnic a výšek podrobných bodů mapy, závisející na použité měřické metodě. Přesnost se vyjadřuje ve vztahu k blízkým bodům podrobného, příp. základního bodového pole. Přesnost mapy v grafické formě je pak dána přesností jejich grafického zobrazení v kvadratickém součtu s hodnotou přesnosti číselného určení výsledných souřadnic.

$$m_{\text{graf.}} = (m_{\text{čís.}}^2 + m_{\text{kres.}}^2)^{0.5}$$

Účelové mapy se vyhotovují v 1. až 5. třídě přesnosti tak, aby podrobné body v části území, kde se provádí mapování, byly vždy pouze v jedné třídě přesnosti. Výškopis může být vyhotoven v jiné třídě přesnosti než polohopis. Třída přesnosti se vyznačuje v popisu mimorámových údajů grafického zobrazení mapového listu. Pokud byla vyhotovena digitální účelová mapa, musí být dosažená třída přesnosti zaznamenána v technické zprávě, nebo vyznačena na grafickém výstupu digitální mapy.

6.2. Výpočet souřadnic bodů PBPP

Při určení bodů podrobného polohového pole plošnými sítěmi, analytickou aerotriangulací a pomocí GPS se použije výpočet souřadnic bodů s vyrovnáním metodou nejmenších čtverců. Dodržení kritérií přesnosti se posuzuje podle bodů 11.14 a 11.15 přílohy k vyhlášce č. 190 / 1996 Sb.

V ostatních případech se souřadnice bodů určené geodeticky mohou vypočítat přibližným vyrovnáním:

- a) 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.
- b) Vyrovnáním polygonového pořadu rovnoměrným rozdělením úhlové odchylky na jednotlivé vrcholy pořadu a rozdělením odchylek v souřadnicích úměrně absolutním hodnotám souřadnicových rozdílů. Mezní odchylky v uzávěru polygonového pořadu jsou již uvedené v kapitole 4.1.1.

O průběhu automatizovaného výpočtu se zpracovává (tiskne) protokol. Ten musí obsahovat nejméně vstupní údaje, údaje o dosažených odchylkách v určovacích obrazcích sítě (např. v polygonových pořadech) a při vícenásobném určení souřadnic bodů údaje o dosažených odchylkách, včetně porovnání dosažených a mezních odchylek. Souřadnice se udávají v metrech a zaokrouhlují se na dvě desetinná místa.

[8]

6.3. Výpočet souřadnic pomocných a podrobných bodů

Při výpočtu souřadnic se zpracují všechny naměřené údaje včetně oměrných a jiných kontrolních měř. Ze vstupních údajů se vypočtou souřadnice pomocných a podrobných bodů a testuje se dodržení mezních odchylek. Případy překročení mezních odchylek se analyzují, chyby se opraví. Při vícenásobném určení podrobných bodů (nejsou-li překročeny mezní odchylky) se výsledné souřadnice počítají aritmetickým průměrem. O průběhu výpočtu se zpracovává protokol, který musí obsahovat nejméně údaje o dosažených odchylkách v určovacích obrazcích měřické sítě (např. v polygonových pořadech), při vícenásobném určení souřadnic bodů a při porovnání oměrných a jiných kontrolních měř s hodnotami vypočtenými ze souřadnic. Při výpočtu souřadnic se použijí tyto hodnoty mezních odchylek:

- a) mezní odchylka mezi délkou měřické přímky měřenou a vypočtenou ze souřadnic nebo mezní polohová odchylka uzávěru pomocného polygonového pořadu

$(oy_2+ox_2)^{1/2}$ je $0,012d^{1/2} + 0,10$ m, kde d je délka měřické přímky, spojnice kontrolovaných bodů nebo spojnice počátečního a koncového bodu pomocného polygonového pořadu v metrech,

b) mezní úhlová odchylka uzávěru pomocného polygonového pořadu je $0,02 (n+2)^{1/2}$ [°], kde n je počet vrcholových úhlů v polygonovém pořadu,

c) mezní odchylka v orientaci (rozdíl směrniců vypočtených ze souřadnic - rozdíl naměřených vodorovných směrů) je $0,08^g$,

d) mezní odchylka na pomocném bodě v souřadnici (rozdíl mezi dvojím určením) je 0,21 m,

e) 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 dvojím určením) se použijí hodnoty pro kód charakteristiky kvality 3.

Souřadnice se udávají v metrech a zaokrouhlují se na dvě desetinná místa. [8]

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

$$m_{xy} = [0.5 (m_x^2 + m_y^2)]^{1/2}$$

Charakteristikou relativní přesnosti určení souřadnic x,y dvojice podrobných bodů stejné třídy přesnosti je základní střední chyba m_d délky -d- přímé spojnice bodů této dvojice, vypočítané z jejich souřadnic.[1]

Pro obě uvedené míry přesnosti musí být v daném území souřadnice podrobných bodů jedné třídy přesnosti určeny tak, aby současně platily následující podmínky:

a) charakteristika m_{xy} nepřesáhne kritérium u_{xy} , uvedené v tabulce.

b) charakteristika m_d nepřesáhne kritérium u_d , vypočítané pro každou délku ze vstahu:

$$u_d = 1.5 u_{xy} (d + 12) / (d + 20) \quad [\text{m}]$$

Tabulka č.2.: Kritéria přesnosti

Třída přesnosti	u_{xy}	u_H	u_V
1	0.04	0.03	0.30
2	0.08	0.07	0.40
3	0.14	0.12	0.50
4	0.26	0.18	0.80
5	0.50	0.35	1.50

6.4. Výpočet nivelačního zápisníku

Zapisovatel ještě v terénu, bezprostředně po ukončení měření každého nivelačního pořadu, spočítá převýšení počátečního a koncového bodu z rozdílu čtení při záměrách vzad a vpřed

$$h = \sum(z - p) = \sum z - \sum p$$

a porovná je s daným výškovým rozdílem ΔH koncového a počátečního bodu. Pokud naměřené převýšení nesouhlasí s daným výškovým rozdílem o více než je mezní dopustná odchylka

$$\delta h_{\max} = \pm 40 \text{ mm } r^{1/2}$$

musí se hledat (a najít) chyba, popř. měření opakovat. Je-li dosažená odchylka menší než dopustná odchylka, provede se tzv. vyrovnání pořadu. Dosaženou odchylku

$$\delta h = \Delta H - h$$

rozdělíme rovnoměrně na celý pořad. Odchylku podělíme počtem přestav n v pořadu a o hodnotu (opravu) $v = \delta h : n$ opravíme měření v každé přestavě. V praxi se to dělá nejčastěji tak, že opravy v připíšeme a přičteme (pozor na znaménko) ke každému čtení vzad. Potom k nadmořské výšce výchozího bodu přičteme první čtení vzad (z)

\pm oprava (v) a dostaneme nadmořskou výšku první srovnávací roviny (ve vzoru zápisníku zapsáno ve sloupci "nadmořská výška horizontu stroje"). Od této srovnávací roviny odečteme první údaj "vpřed" a dostaneme tak nadmořskou výšku prvního představového bodu. Dále postupujeme stále stejně, tzn. k nadmořské výšce předcházejícího představového bodu přičteme následující čtení vzad \pm oprava a dostaneme další srovnávací rovinu, od které odečteme čtení vpřed atd., až odečteme poslední čtení vpřed, musíme dostat nadmořskou výšku koncového bodu v pořadu.

Přesnost měření, a tedy také přesnost určení nadmořských výšek nově určovaných bodů, posuzujeme podle velikosti odchylky δh dosažené při měření nivelačních pořadů. Na základě dlouhodobé statistiky měření nivelačních pořadů technickou nivelací bylo stanoveno, že odchylka v uzávěru nivelačního pořadu nemá být větší než $\delta h_{\max} = \pm 40 \text{ mm } r^{1/2}$, kde r je délka nivelačního pořadu v kilometrech. Doporučuje se, aby délka nivelačního pořadu nebyla delší než 6 km.

Pro některé práce jsou kritéria přesnosti pro TN uvedena přímo v technologických předpisech pro tyto práce. Pro technickou nivelaci se stabilizovanými body je dopustná odchylka $\delta h_{\max} = \pm 20 \text{ mm } r^{1/2}$. [6]

6.5. Výpočet nadmořských výšek podrobných a pomocných bodů

Při výpočtu nadmořských výšek podrobných a pomocných bodů vycházíme z výšek bodů PBPP, které byly určeny TN. Nadmořské výšky těchto bodů určíme trigonometricky.

Charakteristikou přesnosti určení výšek H podrobných bodů výškopisu je základní střední výšková chyba m_H . Výšky souboru podrobných bodů jedné třídy přesnosti musí být určeny tak, aby charakteristika m_H těchto bodů nepřekročila kritérium u_H , uvedené v tabulce č.2 a u bodů terénního reliéfu (na nezpevněném povrchu) nepřekročila kritérium $3u_H$. [1]

7. Zobrazovací práce

Zobrazovací práce při tvorbě map velkých měřítek se řídí normami: ČSN 01 3410 (Základní ustanovení) a ČSN 01 3411 (Kreslení a značky). Předměty měření se zobrazují jako jejich svislé průměty na referenční plochu a vyznačují se mapovými značkami. Předměty se zobrazují obrysovou čarou, pokud to měřítko mapy a jejich rozměry dovolují. V případě, že z obrysu není jasné, o jaký předmět se jedná, doplní se o mapovou značku. Samotná mapová značka (je-li stanovena) se použije pouze, pokud by obrys díky rozměrům předmětu nebyl při daném měřítku znatelný. Není-li v takovém případě značka stanovena, předmět se nezobrazuje. Utrpěla-li by čitelnost mapy při nahromadění většího množství předmětů měření, zobrazují se jen předměty důležitější (body bodových polí, stavební objekty)

Vynesené body se označují stejným číslem jako v měřickém zápisníku a podle měřického náčrtu se spojují. Takto vzniká polohopis. Kresba se doplňuje o mapové značky, které se podle jejich tvaru a vztahu k označovanému předmětu dělí na bodové, čárové a plošné. Bodových značek se užívá k označení malých předmětů měření, jejichž půdorys nelze v daném měřítku zobrazit. Čárové značky zobrazují hranice, nadzemní vedení atd. Plošné značky slouží k označení porostu, povrchu půdy a vodní hladiny, přičemž se zpravidla zobrazují doprostřed příslušné plochy.

Při zobrazování výškopisu se podrobný bod zobrazuje tečkou, jež zároveň tvoří desetinnou čárku. Nalevo od této desetinné čárky se píše relativní výška v celých metrech a vpravo desetiny či setiny metrů. Na zpevněném povrchu se výšky udávají s přesností na centimetry a na rostlém na decimetry. Čísla se pokud možno orientují v jednom směru. Vrstevnice se konstruují pomocí lineární interpolace podrobných výškových bodů.

Základní mapy se vyhotovují jednobarevně (černě). Je-li tato základní mapa doplněna výškopisem, vyhotovuje se dvoubarevně (popis černě a výškopis s jeho číselným popisem hnědě) [9] [10]

8. Výsledný elaborát

Výsledný elaborát podrobného polohového pole tvoří:

- a) projekt (je-li zpracován samostatně),
- b) záznamy o rekognoskaci bodů (při použití GPS) a oznámení závad a změn na stávajících bodech polohového pole,
- c) seznam souřadnic (a výšek),
- d) přehledný náčrt,
- e) zápisníky měření,
- f) protokoly o výpočtech,
- g) geodetické údaje,
- i) technická zpráva.

Výsledky podle písm. c), e) a f) mohou mít formu textového souboru na záznamovém mediu počítače, vždy však také jeho výpisu na papíru.

Výsledný elaborát geodetického podrobného měření tvoří:

- a) měřické náčrty,
- b) přehled měřických náčrtů,
- c) zápisníky podrobného měření,
- d) protokol o výpočtu souřadnic,
- e) seznam souřadnic pomocných a podrobných bodů.

Výsledky podle písm. c) a d) mohou mít formu textového souboru na záznamovém mediu počítače, vždy však také jeho výpisu na papíru. Výsledky podle písm. e) mají obě formy. [8]

9. Popis lokality

Mapovanou oblastí je jižní část areálu Biologické fakulty v Českých Budějovicích v katastrálním území České Budějovice 2 o celkové rozloze cca 4 ha. Celý areál je oplocen pomocí ocelových plotů a ohradních zdí.

Ve východní části areálu se nalézá pokusná louka, kde výška porostu místy přesahuje 2 metry. Mapování v této části bylo velmi obtížné i díky velké hustotě porostu. Dále jsou ve východní části areálu záhony, které nejsou oploceny a budova Ústavu půdní biologie.

Ostatní budovy jsou situovány v západní části mapované lokality. Tyto budovy jsou na sebe vzájemně napojeny krytými koridory. Rektorát sousedí s budovou Experimentální botaniky. Ta je koridory napojena na Entomologický ústav a Parazitologický ústav. Dále pak navazuje Zvěřinec a Insektarium. V jihovýchodní části areálu jsou umístěny Centrální sklady. Nalevo od nich je Laboratoř elektronové mikroskopie. Tyto hlavní budovy jsou doplněny řadou garáží a skleníků.

Celým areálem vedou pouze zpevněné komunikace. Okrasnou zeleň tvoří řada keřů a živé ploty, které lemují většinu budov. Vzrostlé stromy se v celém areálu nenacházejí, jsou zde pouze mladé listnaté stromky.



10. Praktická část

10.1. Podklady

Technické podklady nutné k mapování v dané lokalitě vydává Katastrální úřad v Českých Budějovicích. Tyto podklady, tj. geodetické a nivelační údaje i mapové podklady, mi však poskytla vedoucí mé diplomové práce Ing. Magdalena Maršíková z dokumentace Zemědělské fakulty, která též stanovila obvod mapované lokality. V zájmové oblasti byly pro tvorbu mapy velkého měřítko zapotřebí zejména: geodetické údaje o trigonometrických bodech 12, 14, 109 a 188; geodetické údaje o zhušťovacích bodech 277 a 331; geodetické údaje o bodech PBPP 901, 903, 908, 909, 914, 915, 921, 922, 923 a 924; nivelační údaje a místopisy k bodům Mf6 - 3, Mf6 - 4.1, Mf6 - 5.1 a PNS 7; a katastrální mapa. Pro vyhotovení měřičského náčrtu jsem použil zvětšeninu katastrální mapy. Stávající bodové pole a obvod mapované lokality jsem zakreslil do zmenšeniny této mapy.

Geodetické a nivelační údaje daných bodů tvoří přílohu č. 1.

10.2. Rekognoskace

Po shromáždění a prostudování potřebných podkladů pro mapování jsem provedl podrobnou prohlídku celého daného území, tedy tzv. rekognoskace terénu, při které jsem podle těchto technických podkladů (místopisů) vyhledal všechny stávající geodetické body. Zjišťoval jsem jejich stav a využitelnost pro mapování.

Rekognoskací bylo zjištěno, že bod PBPP 914, byl zničen při výkopových pracích v době rekonstrukce pozemní komunikace, dále pak, že nivelační bod Mf6 - 4.1 byl též zničen při zateplování panelového domu, na jehož fasádě byl umístěn. Jinak současný stav odpovídal mapovým podkladům.

Orientace nebyla možná na trigonometrický bod 188 díky husté vegetaci a též na zhušťovacím bodě 331, kde právě probíhala výstavba rodinného domu.

10.3. Zřizování nových bodů

Pro doplnění polohového pole na hustotu potřebnou k mapování jsem vytyčil nové body PBPP 950 a 951, které jsem stabilizoval plastovými mezníky, a také jsem k nim vyhotovil geodetické údaje v předepsané formě. Geodetické údaje nově zřízených (určovaných) bodů PBPP jsou uvedeny v příloze č. 2.

Dočasně stabilizovány byly též pomocné body 4002, 4003, 4004, které tvořily vrcholy polygonového pořadu. Jejich stabilizaci jsem provedl pomocí ocelové trubky (4002) a pomocí nástřelných hřebů (4003, 4004). Další pomocné body sloužící k podrobnému měření dané lokality byly zřizovány až průběhu podrobného měření. Tyto body jsem stabilizoval pomocí dřevěných kolíků a změřil je jako rajony. Číslování těchto bodů je v rozmezí 4113 až 4125.

10.4. Polygonové pořady

Takto jsem vytyčil oboustranně připojený a oboustranně orientovaný polygonový pořad, který procházel celým areálem Biologické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích..

Polygonový pořad má počátek na ZhB 277 s orientací na bod PBPP 901 a konec na bodě PBPP 908 s orientací na TB 109. Vrcholy tohoto polygonového pořadu jsou tvořeny body 950, 951, 4002, 4003 a 4004. Délky stran tohoto polygonu jsou 81, 64, 85, 99, 82, 49 a 78 metrů. Celková délka tohoto polygonového pořadu tak dosáhla cca 540m.

Bylo dosaženo těchto geometrických parametrů pořadu:

minimální délka strany: 49.28 m

maximální délka strany: 99.09 m

maximální poměr sousedních stran: 1.66

maximální poměr všech stran: 2.01

maximální vybočení: 0.56

maximální odklon od spojnice počátečního a koncového bodu: 139.1651g

maximální počet vrcholů: 8

maximální součet délek v pořadu: 538.46

Vrcholové úhly polygonů byly měřeny v obou polohách dalekohledu. Měřeno bylo za jasného počasí a dobré viditelnosti.

Celý areál byl ale zaměřován ve stejném období, a proto se polygonové pořady navrhovaly tak, aby procházely celým mapovaným územím. To je také důvod, proč jsou tyto body číslovány tímto způsobem. Při mapování jižní části areálu Biologické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích byl zapotřebí pouze tento polygonový pořad.

K zaměření vrcholových úhlů a délek v polygonovém pořadu jsem použil totální stanici Nikon C-100 (v.č. 603216), která mi byla zapůjčena mou vedoucí diplomové práce z inventáře Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Tato totální stanice vyhovuje svými parametry pro tvorbu mapy velkého měřítká. Nikon C-100 umožňuje měřit úhly s přesností $20''$ a délky s přesností $\pm (5 + 5\text{ppm} \times D)$ [mm]. Standardní dosah tohoto přístroje při měření délek činí 500m na jeden hranol.

Výsledky měření polygonového pořadu jsem zaznamenal v zápisnících úhlového a délkového měření. Tyto zápisníky jsou uvedeny v příloze č.3.

10.5. Výškové určení bodů PBPP a pomocných bodů

Výšky vrcholů polygonů, tedy výšky nově vzniklých bodů PBPP a pomocných bodů, byly určeny technickou nivelací metodou geometrické nivelace ze středu. K tomuto měření jsem použil nivelační přístroj Topcon AT-22 (v.č. B 13240), který byl též zapůjčen od Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Nivelační pořad začínal na nivelační značce Mf6-5.1 umístěné na panelovém domě č.p. 915/56 v ulici Branišovská a končil na nivelační značce PNS7 umístěné na budově děkanátu Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích č.p.13 v ulici Studentská. Obě tyto značky byly ověřeny kontrolním měřením na bod Mf6-3 (kostel sv. Vojtěcha). Celková délka nivelačního pořadu byla cca 1100m a průměrná délka záměry byla cca 50m. Měření probíhalo za polojasného počasí a dobré viditelnosti 11. října 2006.

Výšky pomocných bodů, které byly polohově určeny jako rajony a netvořily tak vrcholy polygonových pořadů, sloužících jako stanoviška pro podrobné měření byly určeny trigonometricky.

Výsledky technické nivelace jsou uvedeny v zápisníku pro technickou a plošnou nivelaci v příloze č. 4.

10.6. Podrobné měření

Jako stanoviška pro podrobné měření sloužily vrcholy polygonového pořadu a pomocné body, které vznikaly až v průběhu podrobného měření. Tyto pomocné body byly stabilizovány dřevěnými kolíky. Jako nejvhodnější pro podrobné zaměření byla zvolena metoda tachymetrická, při níž se současně určuje poloha i výška. Poloha podrobných bodů je určena polárně, tj. vzdáleností a směrníkem orientovaným ke spojnici dvou sousedních stanovisek a výška je určena trigonometricky.

K podrobnému tachymetrickému měření jsem použil, stejně jako při určení polygonových pořadů, elektronickou totální stanici Nikon C-100, jež umožňuje zaznamenávat přímo vodorovnou vzdálenost a převýšení (samozřejmě i vodorovný úhel) a výpočet tachymetrického zápisníku tak prakticky odpadá.

Předmětem podrobného měření byly rohy budov, krajnice komunikací, okraje chodníků, veřejná zeleň, lampy veřejného osvětlení, povrchové znaky inženýrských

sítí (kanalizační šachty, hydranty, šoupátka, čičačky, vpusti) a jiné objekty nacházející se v mapovaném území. K vyjádření terénních nerovností byly též zaměřeny body terénní kostry a charakteristické body terénu. Tyto body jsem navíc doplnil o rovnoměrnou síť podrobných bodů, které byly rozmístěny tak, aby bylo výškově určeno celé mapované území. Toto se týkalo zejména západní části areálu Biologické fakulty, neboť se v této oblasti nacházela pokusná louka. Zde bylo měření složitější, protože výška hustého travního porostu místy přesahovala 2m.

Elektronickou totální stanicí bylo nutné před samotným měřením zcentrovat a zhorizontovat pomocí optické olovnice, alhidádové libely a stavěcích šroubů. Poté jsem provedl orientaci na jeden nebo dva orientační body a to v obou polohách dalekohledu (podrobné body se zaměřují pouze v první poloze). Jako orientační body mi sloužily nejbližší body PBPP či body pomocné. Při tachymetrickém měření s použitím elektronické totální stanice Nikon C-100 se měří vodorovný úhel, vodorovná vzdálenost a převýšení. Pro kontrolu jsem po skončení podrobného měření vždy opět zaměřil orientační body (v obou polohách dalekohledu). Ke kontrole slouží také zaměření identického bodu, tj. bodu zaměřeného z více stanovisek.

10.7. Záznam výsledků měření

Stejně jako u záznamu měření nových bodů PBPP a pomocných bodů se při tachymetrickém měření do zápisníků úhlového a délkového měření zaznamenává: jméno měřiče, datum, počasí, číslo stanoviska, výška přístroje (v metrech a přesností na cm), stručný popis bodů, čísla bodů (orientačních a podrobných), vodorovné úhly (u orientačních bodů v obou polohách dalekohledu), vodorovné vzdálenosti a převýšení cíle (v metrech na 2 desetinná místa). Zápisníky úhlového a délkového měření podrobných bodů tvoří přílohu č.5.

Zápisníky pro technickou a plošnou nivelaci byly zpracovány podle kapitoly 5.3. Vedení měřického náčrtu již také bylo uvedeno a to v kapitole 5.1. Jako podklad pro měřický náčrt mi sloužila zvětšenina katastrální mapy v měřítku cca 1 : 350. V náčrtu

jsem červeně zakreslil a očísloval body polohového bodového pole a body pomocné. Červeně jsem zakreslil i měřickou síť a orientaci k severu. Tenkou červenou čarou jsem vyznačil obvod mapované oblasti. Podrobné body polohopisu jsem černě vyznačil jejich pořadovým číslem v rozmezí 1091 až 1919. V náčrtu jsem též znázornil konstrukční oměrné míry u bodů, jež nebylo možno nebo nebylo účelné určit polární metodou.

Po skončení měřičských prací bylo nutné všechny měřické zápisníky a náčrty adjustovat předepsaným způsobem popsáním v kapitole 5.4. Adjustace zahrnuje kontrolu všech záznamů a zvýraznění některých údajů. Zvýraznění, narozdíl od kontroly údajů, nebylo na místě technicky a časově možné a proto bylo provedeno až posléze. Červeně bylo v zápisníku pro technickou a plošnou nivelaci zvýrazněno rozdělení chyb a v měřickém náčrtu čísla bodů PBPP a pomocných bodů. Tyto body se označují červeným kroužkem a jejich orientace se vyznačuje červenou čerchovanou čarou. Ostatní zvýrazňované údaje byly zvýrazněny černým tenkým fixem.

10.8. Výpočetní práce

Většina výpočetních prací byla prováděna v geodetickém programu Kokeš, pouze výpočet zápisníku pro technickou a plošnou nivelaci bylo nutné udělat ručně. Existuje celá řada dalších geodetických softwarů (jako je Geus, Groma aj.), ale Kokeš se zdál jako nejvhodnější, neboť jsem s ním byl seznámen při předmětu Geodetický software a získané poznatky jsem chtěl převést do praxe. Prostředí a obsluha tohoto programu mi vyhovovala, proto jsem nepovažoval za nutné zkoušet i jiné programy.

9.8.1. Výpočet souřadnic nových bodů PBPP a pomocných bodů

Před samotným výpočtem souřadnic bodů PBPP a bodů pomocných bylo nejprve nutné vytvořit nový soubor (s příponou *.ss), který bude později obsahovat seznam

souřadnic. Poté se do tohoto souboru vkládají dané body. Toto se provádí přes menu: *Seznam* → *Vstup bodů*. Body se sem zapisují ve tvaru:

číslo bodu_souřadniceY_souřadniceX.

Výpočet a vyrovnání polygonových pořadů, jsem provedl v menu: *Výpočty* → *Další geodetické* → *Polygonový pořad*. Tady se musí nastavit *typ polygonu*, *metoda vyrovnání*. Pro vyrovnání byla zvolena klasická metoda (přibližné vyrovnání) Přes tlačítko *Nastavení* je možné nastavit typ délky. Protože byla při měření polygonu zaznamenávána pouze délka vodorovná, byla zde nastavena 0, která odpovídá tomuto typu délky. Po vyplnění čísel počátečního a koncového bodu polygonu se automaticky zobrazí jejich souřadnice a přes tlačítka ►►► se určí přípojovací směrníky. Nyní už se přepisují naměřené údaje ze zápisníků délkového a úhlového měření do tabulky. Přes tlačítko *Výpočet* proběhne výpočet polygonového pořadu. O tomto výpočtu jsem vyhotovil protokol, který je uveden v příloze č.6. Vypočtené souřadnice vrcholů polygonového pořadu se uloží do seznamu souřadnic.

The screenshot shows the 'Polygonový pořad' window with the following data:

Options: oboustr. orient. a oboustr. příp. jednostr. orient. a oboustr. příp. volný vetknutý

Settings: MNČ klasicky

Start point: 277 (POČÁTEČNÍ BOD) pom. bod PBPP 757864.23 1165421.41

	CB	úhel	op-úhel	v.délka	Δ Y	Δ X	Y	X
1	958	104.6845	0.00082	88.94	36.27	72.35	757908.50	1165493.76
2	951	156.2650	0.00082	64.21	-14.16	62.62	757886.35	1165556.37
3	4882	191.5190	0.00082	85.58	-29.76	88.13	757856.59	1165636.51
4	4883	184.9140	0.00082	99.89	-55.33	82.18	757801.26	1165718.68
5	4886	127.4800	0.00082	81.78	-80.71	-13.12	757728.55	1165785.56
6	4884	211.7600	0.00082	49.28	-49.26	1.16	757671.29	1165786.73
7	988	109.6840	0.00082	77.66	-13.58	-76.48	757657.71	1165638.25
8		181.5820	0.00082					

End point: 988 (KONCOVÝ BOD) ost. bod PBPP 757657.71 1165638.25

Additional parameters: přípojovací směrník 192.7843 souřad. uzávěry 0.08 -0.11 pol. uzávěr 0.13
 úhlový uzávěr 0.00668 mezní hodnoty uz. 0.22
 mezní 0.03317 délka plg. pořadu: 538.46

Buttons: OK, Esc, Výpočet, Plg. ze záz., Plg. ze soub., Plg. do soub., Zruš vše, Help

10.8.2. Výpočet nadmořských výšek bodů PBPP a bodů pomocných

Jak již bylo uvedeno výše, výpočet nadmořských výšek bodů PBPP a bodů pomocných, které byly zaměřeny technickou nivelací metodou geometrické nivelace

ze středu, bylo nutné provést ručně. Při výpočtu byl použit postup uvedený v kapitole 6.4. Naměřená odchylka, která činila 7mm, nepřekročila maximální přípustnou odchylku pro nivelační pořad s celkovou délkou 1100m. Tato naměřená odchylka byla rozdělena a přiřazena záměrám vzad. Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci je uveden v příloze č. 4.

V geodetickém programu Kokeš jsem poté upravil nadmořské výšky nových bodů PBPP a bodů pomocných určených technickou nivelací a to přes funkci:

Seznam → Opravy bodů SS → výška → bod

U vybraných bodů jsem tak pouze opravil jejich souřadnici Z na hodnotu zjištěnou technickou nivelací. Takto určená výška je přesnější (oproti trigonometrickému určení), což se projeví i v přesnosti určení výšek podrobných bodů.

10.8.3. Výpočet pomocných a podrobných bodů

V programu Kokeš se souřadnice a výšky pomocných a podrobných bodů zaměřených tachymetricky spočítají pomocí funkce *Výpočty → Zpracování měřených dat*. Nastavení výpočtu je shodné s nastavením při výpočtu polygonového pořadu. Přes tlačítko *Vzhled* je možné případně doplnit chybějící položky (např. převýšení) Nevýhodou elektronické totální stanice Nikon C-100, která není vybavená záznamovým médiem, je poměrně pracné a časově velice náročné ruční vkládání měřených dat uvedených v zápisnících úhlového a délkového měření. Tomuto by se dalo vyhnout například použitím elektronické totální stanice, která je tímto záznamovým médiem vybavena (např. Leica). Při elektronickém záznamu měřených dat by se postupovalo přes tlačítko *Import*. Po vložení měřených dat se provede výpočet přes tlačítko *Dávka*. Pokud byla tabulka vyplněna správně a žádný z nastavených limitů ani žádná z mezních odchylek nebyla překročena, provede se výpočet, který již počítá se všemi korekcemi. Při překročení mezní odchylky se objeví varování. O výpočtu souřadnic pomocných a podrobných bodů se vede protokol, který je uveden v příloze č. 7.

K zaměření podrobných bodů, které nebylo možno nebo nebylo účelné určit polární metodou (výstupky a rozhraní na budovách) byla použita metoda konstrukčních oměrných.

Výpočty → Další geodetické → Konstrukční oměrné

Myší se označí body, mezi kterými byly konstrukční oměrné míry měřeny a zadají se příslušné naměřené délky. Těmto délkám se přiřazuje znaménko podle toho, zda směřují nalevo (-) nebo napravo (+) od předešlé oměrné. Po dosažení cílového bodu se objeví znázorňující pomocná konstrukce a hlášení, zda bylo dosaženo tohoto bodu s požadovanou přesností, tj. nepřekročil-li rozdíl součtu délek vypočtených ze souřadnic a součtu délek oměrných mezní odchylku. Pokud jsou nově vzniklé lomové body určeny správně, uloží se do seznamu souřadnic. O výpočtu konstrukčních oměrných se vede záznam, který je též součástí přílohy č. 7.

10.9 Ověření přesnosti

10.9.1. Polygonový pořad

Oboustranně připojený a oboustranně orientovaný polygonový pořad vedený mezi ZhB 277 a bodem PBPP 908 byl spočítán přibližně. Úhlový uzávěr dosáhl hodnoty 0.00660, a nepřekročil tak mezní úhlový uzávěr, který pro tento polygonový pořad činí 0.03317. Polohový uzávěr (0.13) též nepřekročil mezní hodnotu (0.22). Proto se dá tvrdit, že byl polygonový pořad zaměřen s požadovanou přesností. Záznam o výpočtu polygonového pořadu, ve kterém jsou uvedeny dosažené hodnoty tvoří přílohu č. 6.

10.9.2. Technická nivelace

Maximální přípustná odchylka pro nivelační pořad o celkové délce cca 1100m je 21mm. Tato hodnota byla vypočtena ze vzorce $\delta h_{\max} = \pm 20 \text{ mm } r^{1/2}$, kde r je délka

nivelačního pořadu v kilometrech. Tento vzorec byl použit proto, že jde o technickou nivelaci se stabilizovanými body. Naměřená odchylka činila 7mm, proto je možné konstatovat, že bylo dosaženo požadované přesnosti.

10.9.3. Podrobné a pomocné body

Mezní hodnota střední souřadnicové chyby u_{xy} polohového určení bodů odpovídající kódu kvality 3 činí 0,14m. Dosažení požadované přesnosti bylo kontrolováno pomocí kontrolních oměrných a pomocí porovnání souřadnic identických bodů.

Kontrolní oměrné jsou přímo měřené vzdálenosti (zpravidla pásmem) mezi dvěma podrobnými body určenými jinou metodou (v tomto případě metodou polární). U metody kontrolních oměrných se porovnává přímo měřená vzdálenost dvou sousedních podrobných bodů d_k se vzdáleností zjištěnou z výsledných souřadnic těchto bodů d_m . Rozdíl těchto délek, který se označuje jako m_d nesmí překročit kritérium $2 \times u_d \times k$, kde k nabývá hodnoty 1 a u_d se vypočítá ze vstahu:

$$u_d = 1.5 u_{xy} (d + 12) / (d + 20) \text{ [m]}$$

Tab. č.3: Kontrolní oměrné

BODY	d_m [m]	d_k [m]	Δd [m]	$2u_d k$ [m]
1579 - 1746	32,90	32,96	0,06	0,36
1579 - 1636	24,74	24,71	-0,03	0,35
1489 - 1569	38,55	38,51	-0,04	0,36
1161 - 1168	10,12	10,19	0,07	0,31
1177 - 1191	30,53	30,53	0,00	0,35
1177 - 1271	13,80	13,82	0,02	0,32
1271 - 1281	8,34	8,33	-0,01	0,30
1236 - 1248	18,03	17,92	-0,11	0,33
1291 - 1296	12,33	12,28	-0,05	0,32
1266 - 1272	10,15	10,10	-0,05	0,31
1168 - 1316	12,86	12,82	-0,04	0,32
1327 - 1513	4,84	4,78	-0,06	0,29
1325 - 1326	3,87	3,91	0,04	0,28
1327 - 1512	4,85	4,85	0,00	0,28
1482 - 1488	15,11	15,14	0,03	0,32
1481 - 1482	12,73	12,72	-0,01	0,32
1479 - 1532	23,02	22,97	-0,05	0,34

1620 - 1652	41,54	41,40	-0,14	0,37
1643 - 1667	6,02	5,94	-0,08	0,29

Při kontrole pomocí porovnání souřadnic identických bodů, tedy bodů zaměřených z více stanovisek, se zjišťuje, zda základní střední souřadnicová chyba, vypočtená ze vztahu:

$$m_{xy} = [0.5 (m_x^2 + m_y^2)]^{1/2}$$

nepřesáhla mezní hodnotu střední souřadnicové chyby u_{xy} (0,14m).

Tabulka č. 4: Identické body

BODY	X₁	X₂	Y₁	Y₂	m_{xy}	u_{xy}
1579	1165704,95	1165704,89	757718,38	757718,35	0,07	0,14
1746	1165701,33	1165701,28	757685,68	757685,59	0,10	0,14
1569	1165706,65	1165706,65	757735,56	757685,62	0,06	0,14
1489	1165710,83	1165710,76	757773,88	757773,91	0,07	0,14
1773	1165625,30	1165625,23	757688,92	757688,94	0,08	0,14
1161	1165696,63	1165696,57	757795,67	757795,71	0,07	0,14
1191	1165674,19	1165674,12	757792,06	757792,14	0,10	0,14
1882	1165655,68	1165655,64	757685,62	757685,58	0,05	0,14
1272	1165636,81	1165636,76	757778,46	757778,47	0,05	0,14
1296	1165625,01	1165624,98	757761,10	757761,12	0,04	0,14

Na základě splnění obou kritérií přesnosti lze konstatovat, že požadované přesnosti při podrobném měření polohopisu bylo dosaženo a mapa odpovídá kódu kvality 3.

Charakteristikou přesnosti určení výšek H podrobných bodů výškopisu je základní střední výšková chyba m_H , která nesmí překročit mezní střední výškovou chybu u_H , která pro 3. třídu přesnosti činí 0,12m. Dodržení této podmínky bylo kontrolováno pomocí rozdílů výšek bodů určených jak technickou nivelací, tak trigonometricky. Všechny rozdíly takto určených výšek byly menší než 0,05m. Proto je možné konstatovat, že požadované přesnosti určení výšek podrobných bodů bylo dosaženo.

10.10. Tvorba mapy

V současné době se mapy tisknou přímo na barevném plotteru z měřického originálu uloženého v digitální formě, kdy se jednotlivé měřické originály ukládají do vrstev. Není již tedy nutné dělat pro každou barvu samostatný tiskový originál. Jednotlivým vrstvám se pak přiřazuje příslušná barva. Měřický originál tak tvoří zároveň i originál kartografický.

Geodetický software Kokeš umožňuje nejen výpočetní práce, ale i práce zobrazovací a proto jsem jej použil i k tomuto účelu. Zobrazovací práce spočívají ve spojování jednotlivých bodů dle měřického náčrtu. Pro dobrou přehlednost byly prvky mapy ukládány do různých vrstev. Tyto vrstvy byly pro lepší orientaci pojmenovány podle svého obsahu.

Nejprve bylo nutné založit nový soubor (s příponou *.vyk), do kterého se kresba ukládá. Po založení souboru se objeví dialogové okno, ve kterém se nastavují parametry výsledné mapy. Uživatel je zde vyzván k zadání: souřadnicové soustavy (S-JTSK), měřítko mapy (1:500) a technologii číslování bodů atd. Pro přehlednost při tvorbě mapy byla zvolena standardní technologie číslování bodů. Úplné tvary čísel podrobných bodů byly doplněny až po dokončení zobrazovacích prací.

10.10.1. Polohopis mapy

Pokud je výkres otevřen současně se seznamem souřadnic, je možné přistoupit tvorbě polohopisu mapy, která spočívá v ručním spojování jednotlivých podrobných bodů podle měřického náčrtu a doplnění mapovými značkami. Při tomto se využívá kreslících funkcí programu, které se nacházejí v menu *Výkres*.

Linie se tvoří pomocí funkce *Linie* → *Tvorba Linie*. V dialogovém okně se přes tlačítko *Nový objekt* nastaví příslušná vrstva. Při tvorbě linií v tomto druhu účelových map se využívá zejména plná tenká čára, která je zde označována číslem 1.

Pokud rozměr zobrazovaných předmětů neumožňuje vytvoření obrysu, nebo není-li z obrysu zobrazovaného předmětu jednoznačně jasné, o jaký předmět se jedná, použije se mapová značka. Mapové značky se zobrazují pomocí funkce *Práce se symbolem*. Zde se opět přes tlačítko *Nový objekt* zvolí příslušná vrstva. Každá z mapových značek má přiřazeno své číslo. Seznam symbolů s jejich číselným označením se nalézá pod tlačítkem s označením *Tabulky*, které se nachází na pracovní liště programu. Vyhledávání jednotlivých symbolů je zdlouhavé, a proto je vhodnější využít funkci *Expert*, kde jsou všechny mapové značky rozděleny do kategorií a podkategorií, což celou práci výrazně zjednodušuje. Mapová značka se umísťuje přímo na měřený bod, nebo jedná-li se o označení souvislé plochy, umístí se doprostřed.

10.10.2. Popis mapy

Popisem se mapa doplní přes funkci *Práce s textem*. Při vkládání textu se postupuje obdobně jako v předchozích případech. Zvolí se tedy příslušná vrstva a text se napíše do připraveného řádku. Po zadání atributů textu (výška písma, šířka, font, stočení aj.), se myší přímo vybere vhodné umístění. K popisu byl použit font č. 2.

10.10.3. Výškopis mapy

V mapované oblasti bylo nutné využít všech tří způsobů znázornění průběhu terénu. V zastavěné části areálu byly použity výškové kóty, v oblasti pokusné louky vrstevnice a v jednom místě, kde dochází k prudšímu výškovému poklesu, byly použity svahové šrafy.

Výškové kóty se tvoří pomocí funkce *Výkres* → *Popis SS do textu*. V dialogovém okně se nastaví příslušná vrstva a parametry písma a zatrhne se tlačítko *souř. Z*. U položky *cifry kolem ‘,’* se vybere 2,2 . Tento formát čísla byl vhodný pro znázornění relativních výšek s přesností na centimetry, neboť při výškovém rozmezí 389,00 - 390,99 by jinak byla snížena přehlednost nebo vypovídací hodnota výsledné mapy. V dalším kroku se vybírá, zda chceme takto označit body hromadně nebo

jednotlivě. Vhodnější se zdálo hromadné označení celého zastavěného území s následným rušením některých kót, aby celá operace proběhla rychleji a mapa přitom zůstala přehledná. Kóty se napíší přes linie, a proto se v menu *Výkres* → *Hromadné operace* → *Texty hromadně* zatrhne políčko *ochranné okolí textu* a přes tlačítko ► se nastaví *STANDARD*. V místech, kde se text křížil s nějakou linií, se tato linie automaticky umaže v potřebné míře.

Pro tvorbu vrstevnic je nezbytné doplnit bodové pole o body s nadmořskou výškou v celých metrech. Toto se provede použitím funkce *Výpočty* → *Další konstrukční* → *Interpolace vrstevnic*. Po zvolení intervalu vrstevnic se pak spojují dvojice bodů s rozdílnými výškami v potřebné míře, aby vzniklé nové pomocné body umožňovali znázornit průběh jednotlivých vrstevnic. Nyní už jen zbývá spojit tyto pomocné body o stejných nadmořských výškách a to opět přes funkci *Výkres* → *Linie* → *Tvorba linie*. Zde se zvolí příslušná vrstva, typ čáry a zatrhne se tlačítko *C* pro tvorbu obecné křivky. Přes funkci *Aplikace* → *Výškopis* → *Popis vrstevnic*. Po nastavení typu písma se vybere tlačítko *popis bodem* a myší se přímo vybere vhodné místo pro popis vrstevnice.

Svahové šrafy se tvoří pomocí funkce *Výkres* → *Složené prvky* → *Svahové šrafy*. Šrafy se ukládají do stejné vrstvy jako vrstevnice. Po nastavení parametrů šraf (mezery, poměry kratších čar atd.) je nejjednodušší zvolit *zadání hran* tlačítkem *2body* a myší označit horní i dolní hranu svahu.

10.11. Přečíslování bodů

Jak již bylo uvedeno v kapitole 3.5., čísla bodů se udávají ve dvanáctimístném úplném tvaru. Při výpočtech by bylo vkládání čísel bodů v úplném tvaru příliš pracné, a proto se takto upravují až později. To je důvod, proč jsou i v protokolech o výpočtu body označovány pouze svými pořadovými čísly. Podrobné body se označují dvanáctimístným úplným číslem ve tvaru PPP0ZZZZCCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území (jako u pomocných bodů), ZZZZ je číslo měřického náčrtu a CCCC je pořadové číslo podrobného bodu v rámci měřického náčrtu v rozmezí od 1 do 9999. Pomocné body se označují dvanáctimístným úplným

číslem ve tvaru PPP00000CCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území v okrese podle SPI a CCCC je pořadové číslo pomocného bodu od 4001.

K přečíslování podrobných a pomocných bodů jsem využil funkci *Seznam* → *Hromadné opravy SS* → *prefix CB* → *interval CB*. V mapované oblasti je pořadové číslo katastrální území v okrese 028, a proto jsem pro body s číslem 1000 až 4999 zadal předčíslí 02800000.

11. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vyhotovení části základní mapy areálu Jihočeské univerzity v měřítku 1:500. Mapovanou oblastí byla jižní část areálu Biologické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích v katastrálním území České Budějovice 2 o rozloze cca 4 ha.

Mapovací práce spočívají ve shromáždění podkladů, rekognoskaci lokality, doplnění podrobného polohového bodového pole, polohovém a výškovém určení nově vzniklých bodů PBPP, polohovém i výškovém zaměření pomocných a podrobných bodů, výpočetních pracích a následném vyhodnocení dosažených přesností, zobrazovacích pracích a ve vytvoření kartografického originálu včetně všech příloh v předepsaném tvaru.

Po rekognoskaci terénu bylo navrženo doplnění podrobného polohového bodového pole. Nové body PBPP byly stabilizovány plastovými mezníky a byly doplněny o body pomocné. Tyto body tak společně tvořily vrcholy polygonového pořadu, jež procházel celým zájmovým územím. Vrcholy polygonového pořadu byly zaměřeny elektronickou totální stanicí Nikon C-100. Mezní hodnoty odchylek v polygonovém pořadu byly dodrženy. Výšky těchto bodů byly určeny technickou nivelací přístrojem Topcon AT-22. Mezní přípustná odchylka v uzávěru nivelačního pořadu nebyla překročena.

K zaměření podrobných a pomocných bodů byla využita tachymetrická metoda, tedy poloha bodů byla určena polárně a jejich výška trigonometricky. Při tomto měření byla opět použita totální stanice Nikon C-100.

Výpočetní a zobrazovací práce byly realizovány v geodetickém programu Kokeš. Výpočet nivelačního pořadu byl proveden ručně. Souřadnice všech podrobných bodů byly určeny v systému S-JTSK a výškovém systému Bpv. Kontrola přesnosti polohového určení podrobných bodů byla provedena s využitím kontrolních oměrných a porovnáním souřadnic identických bodů. Přesnost výškového určení

byla kontrolována rozdílem výšek bodů určených jak technickou nivelací tak i trigonometricky. Požadovaná kritéria přesnosti byla dodržena.

Práce byly komplikovány nepřízní počasí a poměrně zdlouhavým ručním vkládáním měřených dat do geodetického programu Kokeš.

Výsledku této diplomové práce, kterým je kartografický originál jižní části areálu Biologické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích včetně všech příloh, bylo dosaženo v požadované přesnosti. Mapové dílo odpovídá stavu k říjnu 2006.

12. Seznam příloh

- Příloha č. 1: Geodetické a nivelační údaje o daných bodech (7×A4)
- Příloha č. 2: Geodetické údaje o nově vzniklých bodech PBPP (1×A4)
- Příloha č. 3: Zápisník polygonového pořadu (1×A4)
- Příloha č. 4: Zápisník technické nivelace (1×A4)
- Příloha č. 5: Zápisníky úhlového a délkového měření podrobných bodů (10×A4)
- Příloha č. 6: Protokol o výpočtu bodů PBPP (1×A4)
- Příloha č. 7: Protokol o výpočtu pomocných a podrobných bodů (10×A4)
- Příloha č. 8: Seznam souřadnic daných bodů (1×A4)
- Příloha č. 9: Seznam souřadnic určovaných bodů PBPP (1×A4)
- Příloha č. 10: Seznam souřadnic pomocných bodů (1×A4)
- Příloha č. 11: Seznam souřadnic podrobných bodů (17×A4)
- Příloha č. 12: Přehledný náčrt PBPP (2×A4)
- Příloha č. 13: Kopie katastrální mapy s přehledem ZBP, ZhB a PBPP (4×A4)
- Příloha č. 14: Měřický náčrt (6×A4)
- Příloha č. 15: Originál mapy v měřítku 1:500 (8×A4)
- Příloha č. 14: CD obsahující vybrané přílohy v digitální formě

13. Seznam použité literatury

- [1] HUML M., MICHAL, J., *Mapování 10.* 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, Praha 2001. 319 s. ISBN 80 - 01 - 02113 -0
- [2] PAŽOUREK, J., REŠKA, J., BUSTA, J. : *Mapování.* 1. vyd. Brno : Vysoké učení technické, 1992. 213 s. ISBN 80-214-0454-X
- [3] FIŠER, Z., VONDRÁK, J., *Mapování.* 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2004. 144 s. ISBN 80-214-2669-1
- [4] BLAŽEK, R., SKOŘEPA, Z., *Geodézie 3,* České vysoké učení technické, Praha 2004. 162 s. ISBN 80-01-03100-4
- [5] MICHAL, J., PODHORSKÝ, I. : *Mapování.* 1. vyd. Praha : České vysoké učení technické, 1985. 205 s. ISBN 17-59
- [6] MARŠÍK, Z., MARŠÍKOVÁ, M. : *Geodézie II.* 1. vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita, 2002. 123 s. ISBN 80-7040-546-5
- [7] POKORA, M. a kol. : *Geodézie I.* 1.vyd. Praha : Geodetický a kartografický podnik, 1985. 548 s. ISBN 29-600-85
- [8] *Návod na obnovu katastrálního operátu,* Český úřad zeměměřický a katastrální, Praha 1997
- [9] 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.
- [10] ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek-Základní a účelové mapy. Praha: Vydavatelství norem, 1990
- [11] ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek-Kreslení a značky. Praha: Vydavatelství norem, 1990