

**SYLABUS 12. PŘEDNÁŠKY
Z INŽENÝRSKÉ GEODÉZIE**
(Geodézie ve stavebnictví)

**3. ročník bakalářského studia
studijní program G
studijní obor G**

Ing. Petr Polák, doc. Ing. Jaromír Procházka, CSc.

leden 2016

13. GEODÉZIE VE STAVEBNICTVÍ

Poslední přednáška poskytuje stručný přehled geodetických činností, včetně formálních náležitostí, a to především ve stavebnictví (pozemním, dopravním a vodohospodářském stavitelství), které je nejčastějším odběratelem výsledků geodetických prací. Navazuje na úvod první přednášky Inženýrské geodézie, který zmiňuje též legislativní zajištění zeměměřických činností. *(Podrobně bude tato problematika probírána v předmětu Inženýrská geodézie 3 v magisterském studiu).*

13.1. PŘÍPRAVA, PROJEKTOVÁNÍ A GEODETICKÁ DOKUMENTACE STAVEB *(zpracováno s využitím podkladů vypracovaných Ing. Polákem)*

13.1.1. Dokumentace pro územní a stavební řízení

K územnímu řízení pro umístění stavby a stavebnímu řízení o povolení stavby nebo k jejich zjednodušeným formám podle právní úpravy účinné od 1.1.2007 se vyhotovují níže uvedené dokumentace.

Geodetickým podkladem pro situační výkres současného stavu území se zakreslením umístění projektované stavby je **mapa velkého měřítka** (obvykle 1:200, 1:500, 1:1000, u rozsáhlých staveb i menším) zobrazující polohopis, výškopis a popis všech stavebních i přírodních objektů, a to včetně hranic a popisu katastrální mapy a včetně tras podzemních inženýrských sítí. Rozsah, obsah, přesnost mapy a digitální forma (formát a struktura textových a grafických dat) by měla být sjednána za účasti projektanta tak, aby mu usnadnila projektování prostorového umístění stavby a mohla být využita ve stavebním řízení a ve všech stavebních činnostech, tedy i pro pozdější výpočet vytyčovací prvků, zhotovení vytyčovací výkresů a koordinačního výkresu vedeného v období výstavby, působí-li na stavbě autorský dozor projektanta. K mapě musí být přiložena **technická zpráva**, která by měla obsahovat údaje o zhotoviteli mapy, údaje o objednateli mapy, údaje o technologii a přístrojích použitých pro měření (nebo přepracování jiných podkladů), údaje o hardware a software použitých pro zpracování a zobrazení naměřených a převzatých dat, údaje o podkladech zhotovitelem použitých k zapracování do obsahu mapy (nejčastěji katastrální mapa a údaje souboru geodetických informací katastru nemovitostí, nebo grafická a číselná dokumentace vlastníků a správců podzemních inženýrských sítí o poloze tras těchto sítí), údaje o souřadnicovém a výškovém systému mapy (celostátní nebo místní), údaje o geodetických nebo jiných bodech, které byly geometrickým (referenčním) základem polohopisného a výškopisného měření a zobrazení objektů, údaje o dosažené a prokazatelné přesnosti měření (nebo přepracování jiných podkladů) a zobrazení obsahu mapy a v neposlední řadě datum platnosti obsahu mapy.

Přesnost měření polohopisu mapy by měla být v mezích 0,04m až 0,08m, s výjimkou prvků převzatých do mapy z cizích informačních zdrojů (katastr nemovitostí, údaje správců o poloze inženýrských sítí), jejichž přesnost bývá obvykle podstatně nižší. Přesnost měření výškopisu mapy by měla být v mezích 0,02m až 0,03m na zpevněných plochách a 0,10m až 0,20m na nezpevněných plochách. Mapa musí být ověřena úředně oprávněným zeměměřickým inženýrem jeho razítkem, podpisem a výrokem, že mapa náležitostmi a přesností odpovídá právním předpisům.

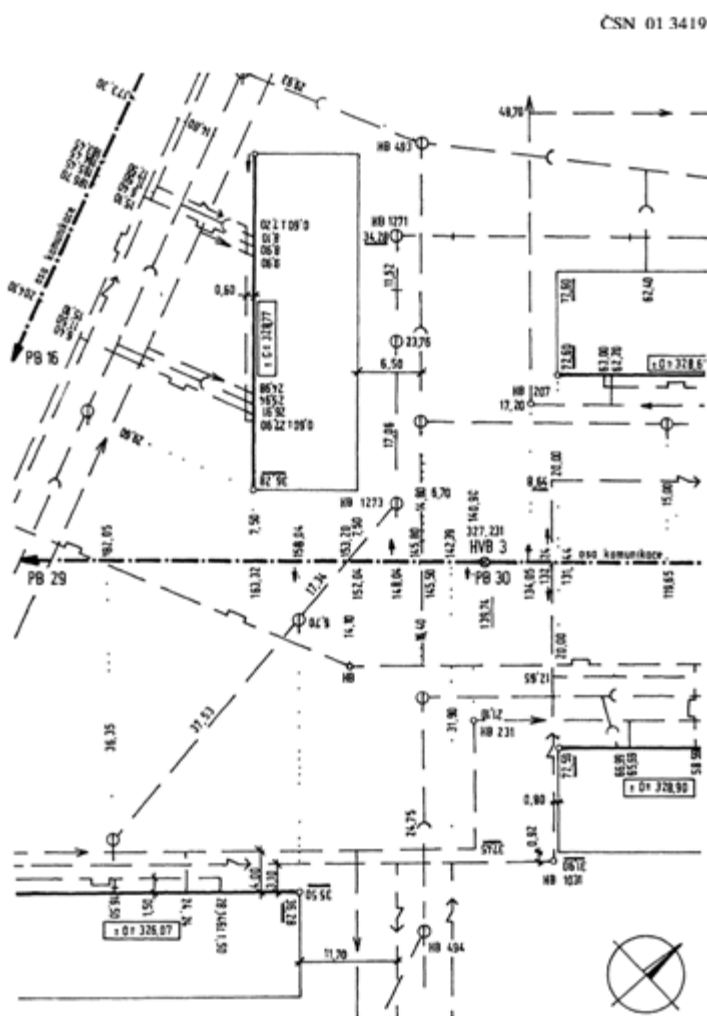
K žádosti o vydání stavebního povolení (nebo povolení terénních úprav) nebo ohlášení stavby je mimo jiné povinnou dokumentací **vytyčovací náčrt** nebo geometrické parametry, kreslené obvykle do zastavovacího plánu. **Vytyčovací výkresy** musí obsahovat číselné údaje geometrických parametrů určujících s předepsanou přesností (podle platné technické normy nebo přímo uvedené na výkrese) prostorovou polohu, rozměry a tvar stavby (úhly, délky, výšky a převýšení, polohové souřadnice charakteristických bodů stavby) vztažené k primárnímu referenčnímu systému, polohové

vytyčovací síti a hlavním výškovým bodům, nebo sekundárnímu referenčnímu systému, tj. vybraným charakteristickým bodům dokončené části stavby.

Vyhotovení vytyčovacích výkresů (ČSN 01 3419 Vytyčovací výkresy staveb, 1987) je odbornou činností zeměměřiče a nespadá do odbornosti projektanta (ten vyhotovuje podklady pro vytyčení). K vyhotovení vytyčovacích výkresů se obvykle použije zastavovací plán nebo jiný situační výkres schválený v územním řízení o umístění stavby, přičemž je třeba ověřit správnost uvedených kót (porovnání dílčích měř s celkovými, rovnoběžnosti, pravoúhlosti, přímosti apod.). Vytyčovací výkres obsahuje číselné hodnoty vytyčovacích prvků, umožňující jednoznačné vytyčení stavby v terénu vzhledem k vytyčovací síti, popř. ke stávajícím objektům (vytyčení prostorové polohy) a vytyčení rozměru a tvaru objektu s požadovanou přesností. Při tvorbě vytyčovacího výkresu se postupuje z velkého do malého, přičemž je nutno respektovat výtvarné prvky projektu (přímost, kolmost apod.). Nejprve se stanoví hlavní body projektu, tj. body, které vyplývají ze spojení projektu s geodetickou sítí. Na ně navazuje volba vhodného vytyčovacího systému (vytyčovací sítě), který musí respektovat celkové řešení stavby, technologii a postup výstavby, s přihlédnutím k uvažovaným vytyčovacím metodám a pozdějšímu využití pro dokumentaci skutečného provedení stavby.

Vytyčovací výkresy se dělí na:

- vytyčovací výkresy prostorové polohy (charakteristické či hlavní body stavby, hlavní výškové body),
- vytyčovací výkresy podrobného vytyčení (body určující rozměry a tvar staveb ve vodorovném a svislém směru).



Obr.1 Vytyčovací výkres prostorové polohy budov s komunikacemi a podzemními vedeními

Oba výkresy je možno spojit do jednoho avšak s rozlišením fáze a) a b). Při vytyčení ze souřadnic a při metodě přechodných stanovisek je možné využít situačního výkresu s vyznačením bodů definujících prostorovou polohu vytyčovaných objektů, seznamu jejich pravoúhlých souřadnic a bodů vytyčovací sítě.

Ad a) Vytyčovací výkresy prostorové polohy (příklad v obr.1)

- objekty s prostorovou skladbou:
 - měřítko 1:200 až 1:2000, popř. 1:5000 při použití tabelogramu,
 - obsahem jsou prvky vytyčení (např. charakteristické body), body vytyčovacích sítí a vytyčované i stávající technické a topografické objekty (terénní úpravy).
- liniové stavby:
 - měřítko 1:500 až 1:5000, podle měřítka podrobné situace,
 - obsahem jsou prvky vytyčení (např. hlavní body trasy, charakteristické body osy u objektů, hlavní výškové body), body vytyčovacích sítí, hlavní body oblouků včetně tabulek s hlavními prvky oblouku a v celé trase staničení v kilometrech.

Ad b) Vytyčovací výkresy podrobného vytyčení

- měřítko 1:50 až 1:500, popř. 1:1000, přičemž se zpravidla používá výkresů dokumentace stavby (půdorysy, svislé řezy apod.)
- obsahem je vytyčovaný stavební objekt, vztažné čáry (osy, modulová osnova apod.), prvky prostorové polohy a jejich vztah ke geometrickým prvkům rozměru a tvaru stavebního objektu, požadovaná přesnost vytyčení.

Pro vyhledání nebo i obnovu vytyčených bodů se vyhotovují místopisy.

Vytyčovací výkresy nebo výkresy s uvedením geometrických parametrů určujících prostorovou polohu, rozměry a tvar stavby musí být ověřeny úředně oprávněným zeměměřickým inženýrem.

Vyhotovuje-li se **koordinační výkres** stavby, slouží především k vyladění vztahů navrhované výstavby, zejména inženýrských sítí, popř. vnějších technologických rozvodů a jiných rozvodů vzhledem k výsledné zástavbě a mezi inženýrskými sítěmi či jinými rozvody navzájem (dodržení předepsané vzdálenosti při jejich souběhu, předepsaného převýšení při vzájemném křížení, dodržení předepsaného spádu, minimálního krytí u podzemních vedení apod.). *(Záležitosti týkající se vytyčovacích a koordinačních výkresů jsou podrobněji rozvedeny v příloze k této přednášce).*

Pro stavby určené technickou normou a pro vybrané stavby (s prostorovou skladbou) se za účelem zajištění bezpečnosti a dodržení stability, rozměrů a tvaru konstrukce stavby vyhotovuje **projekt měření posunů a přetvoření** (viz přednáška č.11 z *Inženýrské geodézie*). Projekt určení posunů nebo přetvoření stavby by měl vzniknout součinností zeměměřiče s projektantem – statikem. Statik by měl rozhodnout zejména o místech pozorovaných bodů, o časových etapách opakovaných měření, o přesnosti určení posunů a o jejich očekávaných a kritických hodnotách v jednotlivých etapách výstavby. Projekt by měl být rovněž ověřen úředně oprávněným zeměměřickým inženýrem a statikem.

13.1.2. Geodetická dokumentace při realizaci staveb

Body charakterizující prostorovou polohu, tvar a rozměry stavby je nezbytné v terénu nebo na stavebních a technologických konstrukcích vytyčit, označit měřickými značkami, předat technickému dozoru investora nebo stavbyvedoucímu a po dokončení stavby nebo její části kontrolně zaměřit s cílem ověření, zda byly zachovány projektované geometrické parametry schválené územním rozhodnutím a stavebním povolením, nebo uvedené v dokumentaci přiložené k ohlášení stavby.

13.1.2.1. Vytyčení stavby

Po vytyčení a označení hlavních bodů tras liniové stavby a charakteristických bodů stavby s prostorovou skladbou nebo plošné stavby převezme technický dozor investora nebo stavbyvedoucí vytyčené značky a značky zajišťovacích bodů spolu s **protokolem o vytyčení** (obr.2). Z protokolu o vytyčení musí být zejména zřejmé, na podkladě jakého výkresu bylo vytyčení provedeno, zda byl tento výkres ověřen autorizovaným projektantem a byl součástí dokumentace územního a stavebního řízení, dále vytyčované a výsledné geometrické parametry určující prostorovou polohu, rozměry a tvar vytyčené stavební konstrukce, dosažená přesnost vytyčení, den, místo a způsob označení bodů měřickými a zajišťovacími značkami a v neposlední řadě den, místo a osoba, která vytyčené značky převzala. O vytyčení má být pořízen **zápis do stavebního deníku nebo jednoduchého záznamu stavby**.

První vytyčení se na stavbě uskutečňují pro účely přejímky staveniště, při které stavebník (investor) předává zhotovitelům stavby zejména vytyčení hranic staveniště, vytyčovací síť (primární referenční systém stavby) a vytyčené značky prostorové polohy objektů, jejichž stavba bude zahájena neprodleně po přejímce. Vlastníci nebo správci podzemních inženýrských sítí musí na předávaném staveništi vytyčit, označit a zhotovitelům staveb předat povrchové určení polohy tras těchto sítí. Zhotovitelům stavby lze doporučit, aby

zaměřeny, je vhodné určit smluvně nebo projektem stavby tak, aby všichni účastníci stavebního procesu měli včas potřebné informace o tom, zda stavební nebo montážní činnost postupuje s projektovanou nebo normovanou přesností v souladu s územním rozhodnutím a stavebním povolením nebo jejich zjednodušenými formami. Prostorová poloha, rozměry a tvar podzemní inženýrské sítě a jejich objektů musí být zaměřeny zásadně před zakrytím. Z **protokolu o kontrolním měření** musí být zejména zřejmé, na podkladě jakého výkresu byla postavena stavba nebo její část, dále výsledné geometrické parametry určující prostorovou polohu, rozměry a tvar stavby, dosažená přesnost měření, porovnání měřených a projektovaných hodnot vybraných geometrických parametrů, den, místo a způsob měření a v neposlední řadě den, místo a osoba, která protokol převzala. Protokol o kontrolním měření stavby musí být před předáním ověřen úředně oprávněným zeměměřickým inženýrem jeho osobním razítkem, podpisem a výrokem, že výkres náležitostmi a přesností odpovídá právním předpisům.

Pokud geometrické parametry dokončené stavby nebo její části přesahují mezní odchylky určené normou nebo projektem stavby, měl by úředně oprávněný zeměměřický inženýr tuto skutečnost uvést do protokolu o kontrolním měření. Nedodržení předepsané geometrické přesnosti stavby ovlivňuje její kvalitu a popř. i její funkci. V horším případě může mít vliv i na bezpečnost navazujících stavebních nebo montážních činností a na bezpečnost stavby jako celku.

Je-li na stavbě veden **koordinační výkres pro účely autorského dozoru projektanta a technického dozoru investora**, měly by být do tohoto výkresu zakresleny výsledky kontrolního měření tak, aby následně navazující projektové činnosti vycházely z prostorové polohy, tvaru a rozměrů dokončené stavby a nikoliv z projektu stavby. Koordinační výkres se zákresem všech zaměřených dokončených objektů, včetně podzemních i nadzemních inženýrských sítí, by měl být základem budoucího souborného zpracování dokumentace skutečného provedení stavby po dokončení všech jejích částí a případně také podkladem pro vyhotovení geometrického plánu dokončené stavby pro účely její evidence v katastru nemovitostí. Úkolem geodeta je udržovat koordinační výkres v aktuálním stavu, poskytovat platné podklady pro jednotlivé projekty, zjišťovat odchylky skutečného provedení stavby vzhledem k projektu a vést koordinační deník s odkazy na příslušná jednání či rozhodnutí, kterými se provádí změny a úpravy projektu.

13.1.2.3. Měření posunů a přetvoření stavby nebo stavbou dotčeného území

Z **dokumentace o měření a určení posunů** musí být ve všech etapách zřejmé, na podkladě jakého projektu bylo měření uskutečněno, den, místo a způsob měření, dosažená přesnost měření, na které referenční body bylo měření připojeno, doklad o tom, že poloha těchto bodů se od posledního etapového měření vlivem stavebních činností nezměnila a prostorová poloha těchto bodů zůstává nadále stabilní (neovlivněna stavební činností), výsledné hodnoty vypočtených posunů na konkrétních měřených bodech v dané časové etapě měření, porovnání posunů s posuny určenými v předchozí etapě, porovnání určených posunů s očekávanými hodnotami a v neposlední řadě den, místo a osoba, která výsledky převzala. Výsledky měření a výpočtu posunů se obvykle sestavují do tabulek, které umožňují přehled o hodnotách posunů zjištěných v jednotlivých časových etapách. Kreslí se do vhodně a přehledně upravených tabulek a grafických znázornění hodnot a směrů posunů na jednotlivých pozorovaných bodech v jednotlivých časových etapách.

Dokumentace o měření a výpočtech posunů stavby musí být před předáním ověřena úředně oprávněným zeměměřickým inženýrem jeho osobním razítkem, podpisem a výrokem, že náležitostmi a přesností odpovídá právním předpisům.

Pokud zjištěné posuny přesahují kritické meze určené projektem, musí úředně oprávněný zeměměřický inženýr tuto skutečnost do dokumentace uvést a o této skutečnosti bez zbytečného prodlení informovat technický dozor investora stavby případně určeného projektanta – statika.

13.1.3. Geodetická dokumentace po dokončení stavby

13.1.3.1. Dokumentace skutečného provedení stavby a geometrický plán

Dokumentace skutečného provedení stavby a geometrický plán (vyhotovuje se jen v případě, je-li stavba předmětem evidence v katastru nemovitostí) jsou povinným dokladem předkládaným k žádosti o kolaudační souhlas, nebo ohlášení o započítání užívání stavby. Dokumentace skutečného provedení dílčích částí stavby je podmínkou přejímky stavebníka (investora) od zhotovitele této části stavby. Přejímkou částí dokončené stavby od zhotovitelů přechází na stavebníka (investora) veškeré vlastnická práva a související povinnosti vyplývající z občanského i stavebního zákona, jakož i ze všech právních předpisů o ochraně přírody, o bezpečnosti a ochraně zdraví osob, o požární ochraně atd.)

13.1.3.2. Dokumentace skutečného provedení stavby

Dokumentace skutečného provedení stavby by měla zásadně vzniknout na základě zaměření vybraných geometrických parametrů a zjištění údajů potřebných k vyhotovení všech předepsaných výkresů a map. Dokumentaci, která se skládá z výkresů projektovaného stavu s doplněným údajem, že se výkres shoduje se skutečností, je třeba mít za zcela nevěrohodnou a neprůkaznou jak pro přejímku, tak pro vydání kolaudačního souhlasu a užívání stavby nebo její části. Předmětné stavební dílo by měl stavebník (investor) hodnotit jako nedokončené a nezpůsobilé užívání.

Geodetická část dokumentace skutečného provedení stavby má obsahovat jednak mapu (situaci) zobrazující polohopis, výškopis a popis (včetně tras a objektů podzemních inženýrských sítí a včetně hranic a popisu pozemků podle katastru nemovitostí) stavu území po dokončení stavby a v případě staveb budov výkresy půdorysů všech podlaží, příčných a podélných řezů a pohledů v měřítku obvykle 1:50 nebo 1:100.

Geodetická část dokumentace skutečného provedení stavby musí být před předáním ověřena úředně oprávněným zeměměřickým inženýrem jeho osobním razítkem, podpisem a výrokem, že náležitostmi a přesností odpovídá právním předpisům.

Mapa zobrazující stav území po dokončení stavby musí splňovat požadavky kladené na mapu vyhotovenou jako podklad pro projekt (viz dokumentace pro územní řízení pro umístění stavby). Trasy podzemních inženýrských sítí musí být převzaty zásadně z kontrolních měření prostorové polohy, tvaru a rozměrů uskutečněných před zakrytím tras a objektů těchto sítí. Pokud tomu tak není, je úředně oprávněný zeměměřický inženýr povinen uvést tuto skutečnost v technické zprávě o vyhotovení mapy skutečného stavu území. Stavebník (investor) by na základě této informace měl přijmout vůči zhotoviteli stavby potřebná opatření k nápravě. V opačném případě nebude schopen plnit zákonné podmínky o užívání dokončené stavby, zejména povinnost poskytovat věrohodné údaje o poloze tras podzemních inženýrských sítí vybraným správním úřadům a jiným osobám připravujícím a vykonávajícím v daném území investiční činnost.

13.2. GEODÉZIE V POZEMNÍM STAVITELSTVÍ

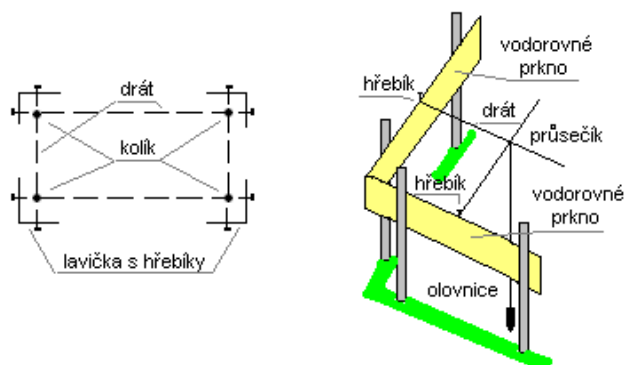
13.2.1. Geodetické a mapové podklady pozemních staveb

Podklady jsou uvedeny v kap. 13.1.1. a v příloze k této přednášce.

13.2.2. Geodetické činnosti při realizaci staveb

- **Tvorba vytyčovacích výkresů**, jejich rozdělení a obsah je podrobně popsána v příloze k této přednášce a bude jí věnována pozornost i v magisterském studiu v předmětu ING3.
- **Vytyčování objektů** s prostorovou skladbou (tj. budov, jejichž délka, šířka a výška je řádově stejná) se rozkládá na vytyčení prostorové polohy, která je dána charakteristickými body stavby a podrobné vytyčení, kterým se rozumí vytyčení rozměru a tvaru objektu ve směru vodorovném i svislém.

Vytyčené rohy objektu se zajišťují u méně důležitých objektů rohovými lavičkami s možností jejich obnovení průsečkovou metodou s použitím tenkého drátu (obr.3). U důležitějších objektů se buduje osnova obvodových zajišťovacích bodů, umožňujících pomocí teodolitu opakované vytyčení každé patky sloupů. Zajišťovací body se stabilizují vhodným způsobem (např. zabetonované železo s ryskou). V současnosti při použití totální stanice odpovídající přesnosti se používá vytyčení polární metodou.



Obr.3 Průsečková metoda - rohové lavičky

Výškové vytyčení pro montáž ocelových sloupů se vztahuje k nevyšší položenému bodu betonových patek s ohledem na to, že je snazší ostatní sloupy podkládat než snižovat. Pro betonové sloupy se zaměřuje dno kalichu v patce a dobetonovává se do výšky vypočtené pro osazení vrchu sloupů nebo konzol na nich do vodorovné roviny.

Vytyčení svislosti sloupů se provádí po zařazení sloupů do zákrytu ve dvou navzájem kolmých směrech teodolitem od odsazených os pomocí měřitek přísazovaných k patě a hlavě sloupu.

13.2.3. Kontrolní geodetické práce

Kontrolní měření má ověřit dodržení projektu, a pokud došlo ke změnám, zajistit jejich včasné podchycení pro následná opatření. Dále slouží ke kontrole kvality a jako podklad pro fakturaci. Měřické náčrty a záznamy kontrolních měření je třeba vyhotovit důkladně, srozumitelně a pečlivě je archivovat pro případ arbitráže, havárie či úrazu. Metody kontroly musí být dostatečně spolehlivé a přesné. Riziko nesprávného hodnocení způsobené kontrolním měřením musí být přiměřené důležitosti kontrolovaných parametrů a nákladnosti kontrolního měření.

Kontrolují se především geometrické parametry uváděné při vytyčování jak prostorové polohy, tak i při podrobném vytyčení, a to s ohledem na druh stavby.

Způsobem výběru kontrolovaných geometrických parametrů, metod, přesností kontroly a vyhodnocením výsledků se zaměřením na posouzení jakosti hodnocené stavby se podrobněji zabývá volitelný předmět „Kontrolní měření“ v modulu Inženýrská geodézie magisterského studia.

13.3. GEODÉZIE V DOPRAVNÍM STAVITELSTVÍ

Dopravní stavby, typické svým liniovým protáhlým tvarem jsou charakterizovány především svou trasou. Trasa je prostorová čára, určující směrový a výškový průběh dané komunikace. Jejími složkami jsou osa a niveleta ([přednáška č.8](#)). Niveleta je u silnice vztažena k upravenému povrchu vozovky v ose (obr.4), u železnic k povrchu pražců v ose pro přímý úsek a k patě vnitřní kolejnice v oblouku (obr.4).



Obr.4 Umístění nivelety u silnice a železnice

13.3.1. Geodetické a mapové podklady dopravních staveb

- Soubor geodetických údajů.
- Mapové podklady:
 - pro přehledné situace mapy středních měřítek 1:5 000 až 1:50 000,
 - pro podrobné situace 1:500 až 1:5 000,
 - pro křížení s jinými komunikacemi, vodními toky apod. 1:200 až 1:500,
 - podélné profily 1:1 000/1:100 až 1:10 000/1: 1 000,
 - příčné řezy 1:100 až 1:500,
 - pozemkové mapy s vyznačením bonity, parcelních čísel a kultur pozemků,
 - případné tematické nebo účelové mapy velkých měřítek (ZMD – základní mapa dálnice, JŽM – jednotná železniční mapa, ZML – základní mapa letiště, TMM – technická mapa města apod.).

13.3.2. Zásady navrhování komunikačních staveb

Větší dopravní stavby jsou navrhovány s využitím letecké fotogrammetrie. V návaznosti na fotogrammetrické vyhodnocení se pak uskutečňuje číselné zpracování projektu a vytyčování se realizuje z bodů vytyčovacího systému popř. přímo z bodů bodových polí.

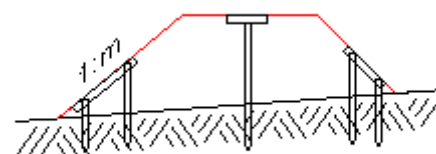
13.3.3. Geodetická příprava realizace projektu

- Vypracování vytyčovacího systému.
- Návrh vytyčovací sítě požadované přesnosti, a to včetně stabilizace bodů.
- Vypracování vytyčovacích výkresů.
- Vyhotovení dokumentace pro dočasný a trvalý zábor pozemků pro účel výstavby komunikace

13.3.4. Vytyčování trasy komunikace

Vytyčování trasy komunikace lze rozdělit do dvou částí:

- Vytyčení prostorové polohy prostřednictvím hlavních bodů trasy a hlavních výškových bodů (HB a HVB). Kritériem přesnosti HB jsou mezní odchylky v souřadnicích a v souřadnicových rozdílech sousedních HB, uvedené v ČSN 73 0420-2 „Přesnost vytyčování staveb – část 2: Vytyčovací odchylky“ z roku 2002 , stejně jako mezní odchylky výšek HVB a mezní rozdíly převýšení sousedních HVB.
- Podrobné vytyčení – obvykle vztažené k hlavním bodům. Vytyčuje se osa komunikace (hlavní a podrobné body v místech příčných řezů). V příčných řezech se před provedením zemních prací vytyčují svahové lavičky (obr.5). Vytyčují se rovněž objekty na komunikaci (odvodnění, opěrné zdi, propustky, mostky apod.).



Obr.5 Svahové lavičky násypu

Důležitou součástí geodetických prací je též výpočet a kontrola kubatur zemních prací, a to především z ekonomického hlediska.

13.3.5. Kontrola geometrických parametrů

Kontrolují se geometrické parametry vybraných úseků silnice či železnice během stavby (podrobněji v kap. 13.1.2.2 a ve volitelném předmětu „Kontrolní měření“)

13.3.6. Dokumentace skutečného provedení stavby

Pro dálnice se vyhotovuje ZMD (Základní mapa dálnice) v měřítku 1:1000, zobrazující polohopis, včetně objektů souvisejících s dálnicí, výškopis a popis. Pro železnici se vyhotovuje JŽM (Jednotná železniční mapa) v měřítku 1:1000, výjimečně 1:500, podle předpisu M 20/1 ministerstva dopravy a podrobně zobrazuje objekty a technická zařízení uvnitř ochranného pásma železnice, a to na povrchu, pod i nad ním. (podrobněji v kap. 13.1.3.2)

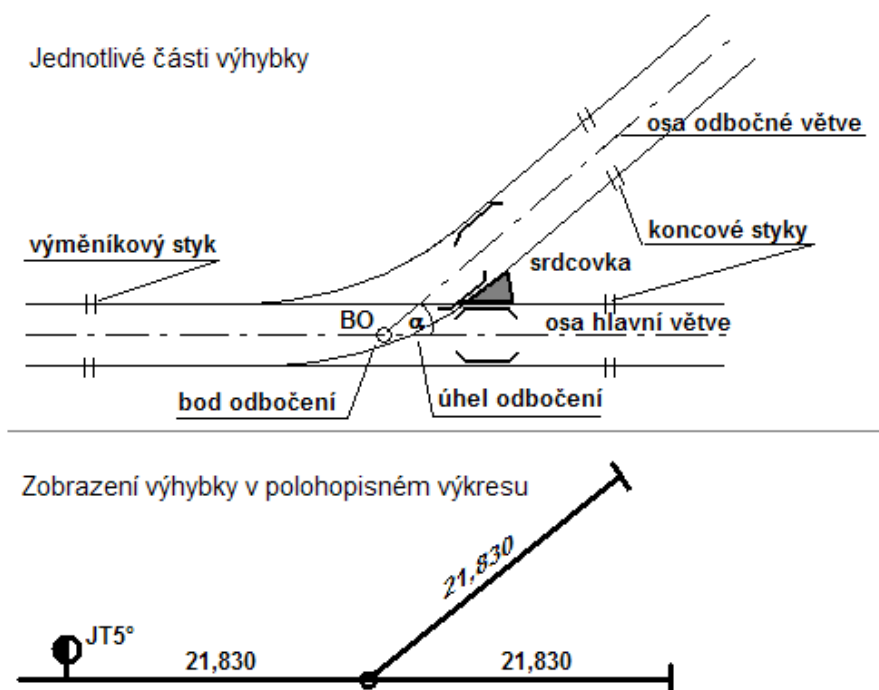
13.3.7. Pasport silnic

Pro správu komunikací se vyhotovuje délkový a výškový pasport, kde je vše důležité (veškeré objekty na komunikaci, včetně popisných údajů) vztaženo ke kilometrůžce.

13.3.8. Specifika železničního stavitelství

- **Normální rozchod koleje** je 1435 mm a je to vzdálenost vnitřních pojezdných hran hlav kolejnic, měřená 14 mm pod jejich temeny. V obloucích o poloměru menším než 300 m se rozchod zvětšuje, a to až o 16 mm směrem do středu oblouku.
- **Výhybky** jsou samostatnou a důležitou částí železniční trati. Výhybka má 3 hlavní části (obr.6):
 - výměnu, kde se rozvětňuje jedna větev na dvě,
 - srdcovku, kde vnější kolejnicový pás odbočné koleje protíná vnitřní pás hlavního směru,
 - výhybkové koleje mezi výměnou a srdcovkou

Do polohopisného výkresu se výhybky zakreslují schematicky s přehledným vyznačením a okótováním geometrického tvaru výhybky. Začátek výhybky se označuje terčíkem s vyčerněnou polovinou podle toho, jde-li o levou či pravou výhybku (obr.6). Druh výhybky se označí terčíkem s údaji o tvaru výhybky a úhlu odbočení.



Obr.6 Hlavní části železniční výhybky

- **Zajištění směru a výšky koleje**

Předepsaná směrová a výšková poloha koleje se zajišťuje pevnými zajišťovacími značkami ve vzdálenosti 2,60 m (3,00 m) od osy koleje. Výškově značka udává polohu temene bližší kolejnice, v oblouku pak vnitřní kolejnice. Jsou to železobetonové sloupky 15x15x120 cm, a to v přímé po 100 m, v oblouku dle poloměru po 20 až 50 metrech. Sloupky se vyznačují též hlavní body, doplněné označením.

- **Geodetické práce při rekonstrukci železnic**

Významnou úlohou geodeta při rekonstrukci železnice je zejména rektifikace oblouků (směrová úprava). Používá se metoda polygonová, metoda dlouhých tětiv atd. (Podrobnosti ve volitelném předmětu *Stavební a průmyslová geodézie*).

Při práci na železnici je třeba přísně dodržovat bezpečnostní předpisy!

13.4. GEODÉZIE VE VODOHOSPODÁŘSKÉM STAVITELSTVÍ

13.4.1. Geodeticko-hydrografický pasport vodních toků

Geodeticko-hydrografický pasport vodních toků se vyhotovuje podobně jako u silnic a obsahuje:

- technickou zprávu,
- topografickou mapu 1:25 000,
- přehledný výkres poříčních polygonových pořadů (zkratkou PPP) a jejich místopisy,
- místopisy bodů polohového základu a bodů ČSNS,
- příčné řezy, údolní profily, profily objektů,
- podélný profil přehledný (např. 1:100 000/1000),
- podélný profil podrobný (např. 1:10 000/100)

13.4.2. Mapování vodních toků

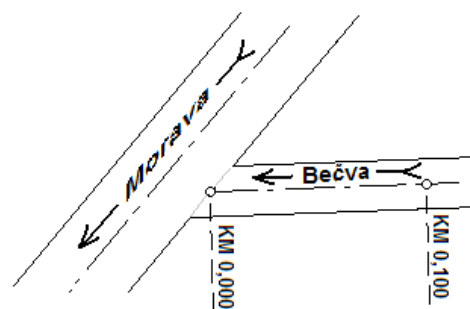
Bodové pole je tvořeno body poříčních polygonových pořadů (PPP), a to u menších toků vedených po jednom břehu, u větších toků a vodních nádrží jsou pořady vedeny po obou březích. Vytýčuje se staničení vodního toku, a to vždy po levém břehu ve směru vodoteče. Nulové staničení je v průsečíku střednice měřeného vodního toku s břehovou čarou hlavního toku (obr.7). Staničení se označuje mezníky po hektometrech.

Zaměřují se všechny geodetické body v měřeném pruhu, hraniční kameny, body příčných řezů a údolních profilů a všechny objekty na vodním toku (jezy, ochranné stavby, lávky, mosty apod.). Mapování se doplňuje a zpřesňuje příčnými řezy. U úzkých toků se v příčných řezech zaměřují délky pásmem a výšky nivelací, tachymetricky nebo polárně. Příčné řezy se staničí vždy od levého břehu! Určuje se též výška hladiny a zaznamenává den i hodiny určení. U širších toků se používá ocelové lano s číslováním po 1 m. Hloubka dna se určuje vzhledem k hladině vody nivelační latí. U hlubokých řek se hloubky dna zaměřují ultrazvukovým přístrojem.

V charakteristických místech vodního toku se měří údolní profily, a to až do vzdálenosti cca 0,5 až 1 km od břehu, s ohledem na určení záplavových ploch.

Objekty se zaměřují příčnými řezy vodního toku vedenými v podélných osách objektů, dále alespoň jedním řezem kolmým na příčný řez a určují se charakteristické výšky.

Podélný profil zobrazuje spádové poměry dna i obou břehů a informuje o objektech. Nadmořská výška vodní hladiny se měří v jednom určitém okamžiku od pevných výškových znaků v těsné blízkosti vodního toku (schody, nábrežní zdi, pilíře, kameny, kolík apod.). K zobrazení podélného profilu se využívá všech příčných řezů a údolních profilů.



Obr.7 Kilometráž vodního toku

13.5. GEODÉZIE V PRŮMYSLU

Uplatňuje se především při ověřování geometrických parametrů strojních zařízení, a to při montáži i v provozu (rektifikace) a při kontrole výrobků velkých rozměrů. Patří sem zejména jeřábové dráhy i samotné jeřáby, rotační pece pro výrobu cementu, válcovací stolice, turbogenerátory, zařízení pro jaderné elektrárny, antény atd.

Zpravidla se jedná o geodetické práce v menších rozměrech (z hlediska geodeta), ale s vysokými nároky na přesnost měřených prvků, navíc často za extrémních podmínek (obtížná přístupnost, práce ve výškách, značné teplotní rozdíly, vibrace, hluk, prašnost, špatné světelné podmínky, proudění vzduchu apod.).

V těchto podmínkách se často velmi nepříznivě projevuje vliv refrakce, a to jak vertikální, tak i bočné. Snížení vlivu refrakce lze dosáhnout dodržováním určitých postupů měření. Při dodržování stejných podmínek měření se nemusí projevit diferenční refrakce (např. při nivelaci dodržování stejně dlouhých záměr vzad a vpřed, nad stejným povrchem v dostatečné vzdálenosti od případných překážek). Při přechodu nivelačního pořadu z venku dovnitř či naopak (velký teplotní rozdíl zvláště v zimních měsících) by měly být záměry zkráceny a v přechodových dveřích by měla být vždy postavena lať, nikoli přístroj. Při vibracích je vhodné použít libelového přístroje.

V těchto podmínkách hrozí zvýšené nebezpečí úrazu při práci, proto je nutno ve zvýšené míře dodržovat bezpečnostní předpisy a nosit ochranné pomůcky. *(Podrobněji ve volitelném předmětu [Stavební a průmyslová geodézie pro modul Inženýrská geodézie v magisterském studiu](#))*

13.6. GEODÉZIE V ENERGETICE

Geodetické činnosti při vytyčování a realizaci dálkových vedení zahrnují především:

- vybudování geodetické sítě (polygon) podél navrhované trasy vedení,
- směrové vytyčení trasy a stabilizace hlavních bodů HB a HVB,
- zaměření koncových a lomových bodů trasy (vyhotovení místopisů),
- zaměření podélného profilu trasy ve vhodném měřítku,
- zaměření příčných řezů
- přehledný náčrt bodového pole,
- polohopisné a výškopisné zaměření křížení s komunikacemi, vodními toky atd. ve velkém měřítku,
- technická zpráva

Do geodetických činností spadá též určení průhybu elektrických vodičů a deformací stožárů, dokumentace dálkových vedení, a to nejen nadzemních ale i podzemních (vodovody, plynovody, dálkové kabely apod.)