

~~TECHNICKÁ NIVELACE (U_5)~~ (určování výšek bodů technickou nivelací – digitální nivelace)

Poslední úprava: 3.11.2023 10:44

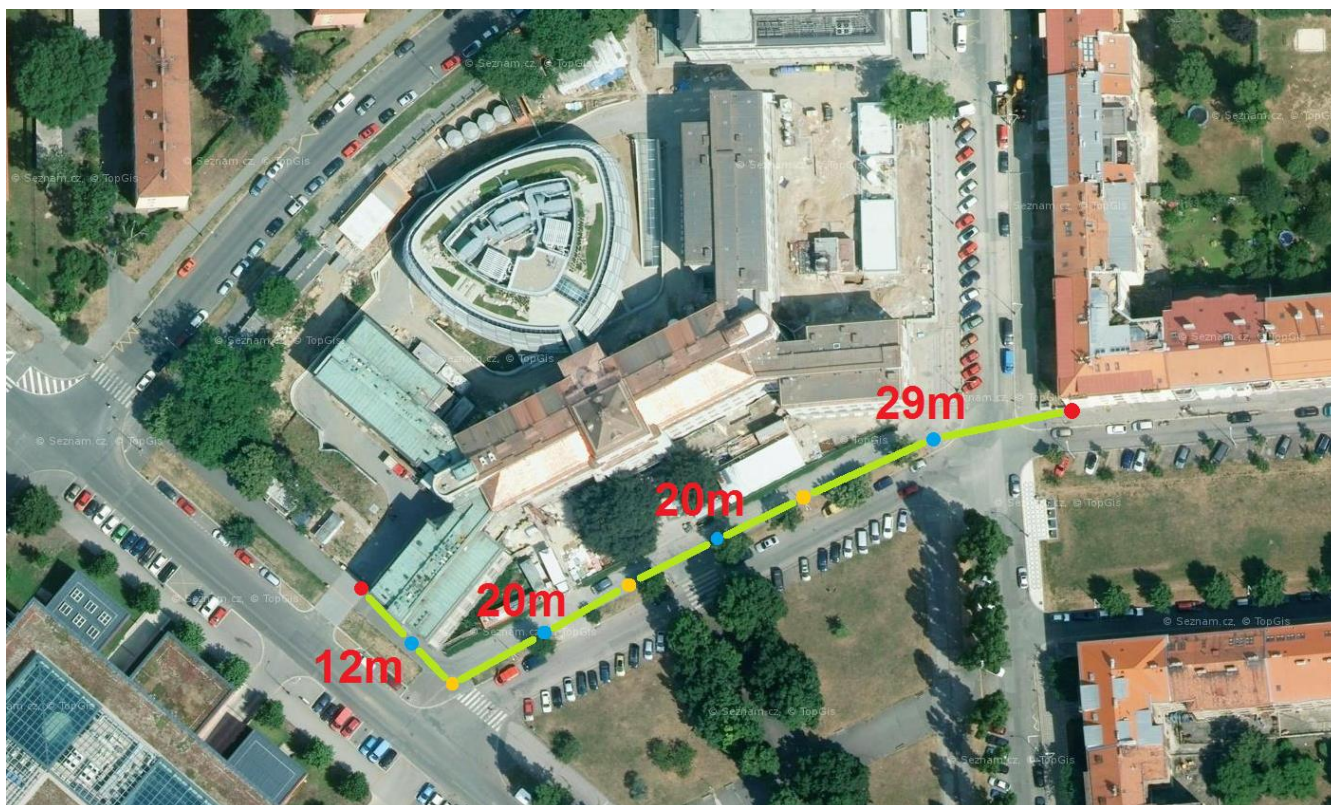
~~Pořadem technické nivelace (TN) vloženo mezi nivelační body 36 (ČSNS) a 2010A, které se považují za ověřené, určete metodou geometrické nivelace ze středu nadmořskou výšku vybraných bodů terénu (4 body určené bočně) pro kontrolu digitálního modelu terénu v okolí NTK. Délky nivelačních záměr se volí s ohledem na terén a krokují (rozdíl délek záměr vzad a vpřed 1-2 m při záměrech do 50 m – tento rozdíl nevyžaduje v nivelační sestavě přeastřování dalekohledu), na přestavových bodech se nivelační latě stavějí na nivelační podložky. Nivelaci pořad se měří digitálním nivelačním přístrojem Leica Sprinter, který slouží i jako optický nivelační přístroj – ideálně pro výuku se polovina nivelačních sestav změní na nivelační latě s čárovým kódem (digitální nivelace), pak se nivelační přístroj použije jako optický (pořad měří každý). Pořad se měří v jednom směru, měření (čtení na nivelačních latích) se zapisuje do zápisníku TN, kam se dále uvede do poznámky jméno měřiče, použitý přístroj, datum měření a počasí. Kritériem přesnosti je posouzení rozdílu mezi daným a měřeným nivelačním převýšením připojovacích bodů s mezní odchylkou $40 \text{ mm} \sqrt{r}$, kde r je poloviční délka jednosměrně měřeného nivelačního oddílu v km. Vzniklá odchylka se rozdělí rovnoměrně k záměrům vzad (vždy na celé mm) přímo v zápisníku a provede se výpočet nivelace. Před zahájením nivelačních prací se provede zkouška nivelačního přístroje (osa záměrné přímky musí být vertikální) – viz 2. poznámka.~~

PŘESNÁ NIVELACE (U_6)

Nivelačním měřením pomocí přesné nivelace (PN, nivelační přístroj Ni 007) ověřte totožnost a neměnnost dvou nivelačních bodů: 1. nivelační bod 2010A, 2. nivelační bod 2013 (PNS - Praha). ~~Nivelační oddíl měří každý samostatně (metodou geometrické nivelace ze středu) ve směru pořadu (tam) a podruhé opačně (zpět)~~ Nivelaci oddíl, který má 4 sestavy měří dohromady dvojice metodou geometrické nivelace ze středu ve směru pořadu (*tam*, 1. měřič) a podruhé opačně (*zpět*, 2. měřič) – obousměrná nivelace, délky nivelačních záměr (max. 40 m, výška nad terénem min. 0,50 m – zmenší se vliv refrakce) se rozměřují (délky záměr jsou uvedeny na obr. 1), observace Z (vzad) V (vpřed), rozdíl čtení na dvou stupnicích nivelační latě pro nivelační záměr činí max. $\pm 0,25$ mm (při překročení této hodnoty se opakuje měření na obou stupnicích!) – dále viz 1. poznámka. Měření se zapisuje do příslušného zápisníku a přímo v zápisníku se provede výpočet nivelace. Rozdíl ρ mezi nivelačním měřením ve směru tam a zpět nesmí v nivelačním oddílu překročit odchylku $5,00 \sqrt{R}$ (IV. řád a plošné nivelační sítě, R je délka oddílu v kilometrech). Odchylka mezi daným a naměřeným převýšením (= průměr obousměrné nivelace) nesmí překročit odchylku $2,0 + 5,00 \sqrt{R}$ (IV. řád). Obě odchylky jsou vyjádřeny v milimetrech ~~a jsou uvedeny v platném resortním předpisu ČUZK (Instrukce pro práci ve výškových bodových polích)~~. Nominální hodnota konstanty nivelační latě (3 m) s dvěma navzájem posunutými půlcentimetrovými stupnicemi na invarovém pásku je $c = 59\,250$ nebo $c = 60\,650$. Zavedeme-li pro každou nivelační záměr rozdíl $\delta = c' - c$, kde c' je hodnota získaná měřením na dvou stupnicích, pak platí pro celou sérii nivelačních záměr vzad nebo vpřed kontrola $\Sigma \delta = (\Sigma II - n c) - \Sigma I$, kde ΣII (ΣI) je součet čtení nivelačních záměr na druhé (první) stupnici, n je počet sestav v nivelačním oddílu.

K nivelovanému převýšení se zavede korekce z délky laťového metru. Pro naši nivelaci je průměrná délka laťového metru $1 + 0,0452 \text{ mm}$ ($= 1,0000452$, $+45,2 \text{ ppm}$); niv. převýšení $-3,51308 \text{ m}$, korekce $-0,159 \text{ mm}$, výsledek $-3,51324 \text{ m}$ ($= -3,51308 \cdot 1,0000452$)

1. POZNÁMKA: Před měřením se rozměří sestavy v jednotlivých oddílech (sudý počet sestav). Vzdálenost latí od nivelačního přístroje se řídí sklonem terénu. Sestavy se rozměřují pásmem nebo měřicím kolečkem (stanovisko přístroje se označuje střídavě křížkem \perp - při měření se postupně střídá poloha noh stativu, tímto se omezí sklon kompenzátoru = zbytková chyba kompenzátoru, přestavové body čarou |). Stanovisko přístroje (na tvrdé půdě) má být na spojnici obou nivelačních latí (přímý úhel). Stativ přístroje se staví tak, aby spojnice hrotů dvou jeho noh byla rovnoběžná se směrem měření, střídavě vlevo a vpravo. Hroty stativu se zatlačí důkladně do země, hlava stativu přibližně vodorovná. Nivelační lať se postaví na vrchlík hřebu nebo podložky středem své patky a urovná se pomocí krabicové libely, poloha se zajistí dvojicí výtyček (v praxi opěrnými tyčemi). Při otáčení se lať nesmí zdvihát z podložky, ale opatrně se přetočí a urovná. Před zahájením měření se nechají nivelační přístroj a lať cca 15 minut přizpůsobit okolní teplotě vzduchu, pak se provede zkouška přístroje (osa záměrné přímky musí být vertikální).



Obr. 1 Délky záměr platné pro PN (nivelační pořad 2010A-2013)

2. POZNÁMKA. Chyba záměrné přímky je vertikální úhel (α , obr. 2) mezi záměrnou přímkou a vodorovným horizontem (osa záměrné přímky má být vertikální). Určuje se zkouškou nivelačního přístroje nivelací ze středu. Přístroj je postupně umístěn mezi nivelačními latěmi a blízko latě A (směrem dovnitř nebo ven – obr. 2). Na nivelační lati se přečte:

1. $a'_1 = \dots, \dots m$
2. $b'_1 = \dots, \dots m$
3. $a_2 = \dots, \dots m$
4. $b'_2 = \dots, \dots m$.

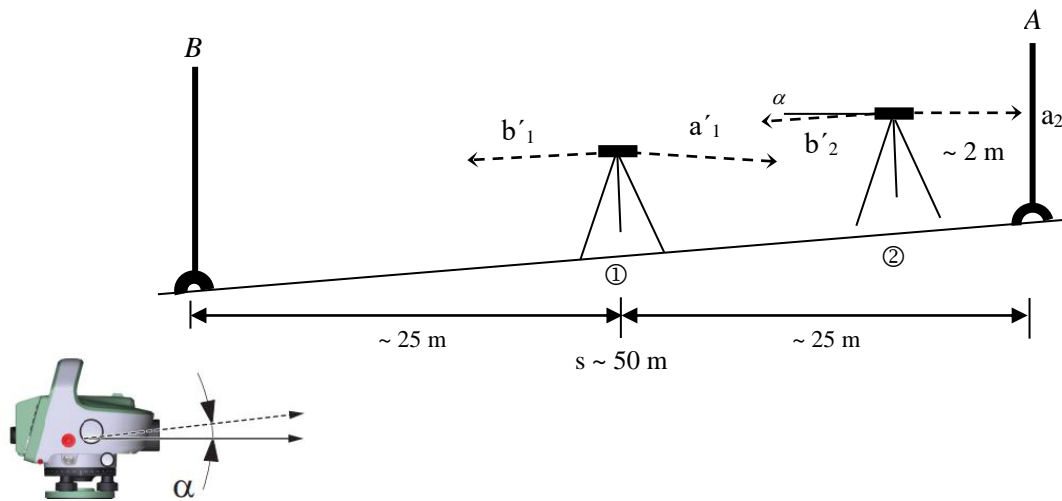
Vypočtete se

$a'_1 - b'_1 (= \Delta h$ pro rozdíl délek $d_{1A} - d_{1B} \approx 0)$... má býti,

$a_2 - b'_2 (= \Delta h'$ pro rozdíl délek $d_{2B} - d_{2A})$... je.

Rozdíl $dh = (a'_1 - b'_1) - (a_2 - b'_2)$ má býti 0. Z této podmínky vyplývá správné čtení $b_2 = a_2 - (a'_1 - b'_1)$, kam se při rektifikaci přemístí vodorovná ryska.

Hodnota $dh = (a'_1 - b'_1 + b'_2 - a_2)$ odpovídá rozdílu délek $ds = d_{1A} - d_{1B} + d_{2B} - d_{2A}$. Rozdílu délek záměr jeden metr odpovídá hodnota dh/ds [mm/m], chyba záměrné přímky $\alpha = \arctg((a'_1 - b'_1 + b'_2 - a_2)/(d_{1A} - d_{1B} + d_{2B} - d_{2A}))$.



Obr. 2 Zkouška nivelačního přístroje (© Foto: Leica Geosystems)

PŘÍKLAD.

1. Sestava		
Čtení na lati		Délka záměry
$a'_1 \dots$ vzad	$b'_1 \dots$ vpřed	
1,755		24,97 m
	1,094	25,04 m

2. Sestava		
Čtení na lati		Délka záměry
$a_2 \dots$ vzad	$b'_2 \dots$ vpřed	
1,989		3,92 m
	1,324	46,25 m

$$\Delta h = 0,661 \text{ m}$$

$$\Delta h' = 0,665 \text{ m}$$

$$dh = -4 \text{ mm}$$

$$dh/ds = -0,094652 \text{ mm/m}$$

$$b_2 = 1,328 \text{ m}$$

$$ds = 42,26 \text{ m}$$

$$\alpha = -19,5''$$

Obsah úlohy: technická zpráva (popis prací v terénu, použité přístroje, zhodnocení výsledků, datum a podpis!), adjustovaný a vypočtený ~~Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci~~, Zápisník měřených převýšení pro PN nivelaci, ~~zkouška nivelačního přístroje~~ postup a výsledky.

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Bi16 Letiště-Dejvice						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmožská výška Bpv	Výška z roku	
		oddlu	od počátku			
Bi16-33	Bi16-34	0.150	7.942	223.370 m	2001	
Místopisný popis: Dejvice, dům čp.537		Místopis: Bi16-34				
Poznámky: 1.Původ nezjištěn 2.Dřívě bod PNS Praha-1863 (1951)						
Stav a stáří objektu: značka 0,4 m nad zemí zachovalá udržovaná cihlová stavba z roku 1930						
Úz. jednotka:	310600105	Vlastník:				
Okres:	Praha 6					
Obec:	PRAHA 6					
Kat. území:	DEJVICE					
Parc. číslo:						
ZM-50	12-24	SMO-5	Praha 7-0			
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
H IV	2	neznámo		Y	744953 m	dig.
	Druh stab.			X	1041090 m	
	N					
Zeměpisná délka	Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba		
14° 23' 20.6"	50° 6' 9.9"	981016 mgal	981076 mgal	-2 mgal		
Datum: 15.9.2005						

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Bi16 Letiště-Dejvice						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmožská výška Bpv	Výška z roku	
		oddlu	od počátku			
Bi16-34	Bi16-35	0.215	8.157	216.856 m	1972	
Místopisný popis: Dejvice, dům čp.1905		Místopis: Bi16-35				
Poznámky: 1.Původ bod PNS Praha-2009						
Stav a stáří objektu: značka 0,2 m nad zemí zachovalá udržovaná cihlová stavba z roku 1930						
Úz. jednotka:	310600105	Vlastník:				
Okres:	Praha 6					
Obec:	PRAHA 6					
Kat. území:	DEJVICE					
Parc. číslo:						
ZM-50	12-24	SMO-5	Praha 7-0			
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
Č VI	2	Geoplan Praha 1951		Y	744820 m	dig.
	Druh stab.			X	1040927 m	
	N					
Zeměpisná délka	Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba		
14° 23' 26.2"	50° 6' 15.7"	981017 mgal	981076 mgal	-2 mgal		
Datum: 15.9.2005						

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Bi16 Letiště-Dejvice						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmožská výška Bpv	Výška z roku	
		oddlu	od počátku			
Bi16-35	Bi16-36	0.117	8.274	216.980 m	1972	
Místopisný popis: Dejvice, dům čp.1903		Místopis: Bi16-36				
Stav a stáří objektu: značka 0,5 m nad zemí zachovalá udržovaná cihlová stavba z roku 1930						
Poznámky:						
Úz. jednotka:	310600105	Vlastník:				
Okres:	Praha 6					
Obec:	PRAHA 6					
Kat. území:	DEJVICE					
Vlastník/parc. č.:						
ZM-50	12-24	SMO-5	Praha 7-0			
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
Č VIa	2	GÚ Praha		Y	744748 m	dig.
	Druh stab.			X	1041003 m	
	N	1972				
Zeměpisná délka	Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba		
14° 23' 30,0"	50° 6' 13,6"	981017 mgal	981076 mgal	-2 mgal		
Datum: 28.10.2016						

<http://bodovapole.cuzk.cz/>

SEZNAM NIVELAČNÍCH BODŮ (PNS - Praha)

Nivelační bod	Nadmožská výška H (Bpv)	Umístění nivelační značky
1858	222,541	Božkova ul. × Bílá ul.
2010	214,194	Bechyňova ul. × Flemingovo nám.
2010A	214,569	Bechyňova ul.
2011	212,659	Velflíkova ul. × Stavitzská ul.
2012	209,218	Jug. partyzánů × N.Tesly ul.
2013	211,054	N.Tesly ul. × Stavitzská ul.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA SPECIÁLNÍ GEODÉZIE
STUDIJNÍ PROGRAM: GEODÉZIE A KARTOGRAFIE

Název předmětu

GEODÉZIE 3

Úloha
U_6

Název úlohy: PŘESNÁ NIVELACE

2023/2024	3. semestr	Studijní skupina	Zpracoval:	Datum	Klasifikace
-----------	------------	------------------	------------	-------	-------------

5.1 Obecné zásady

- a) Pro nivelační měření v ČSJNS se použije zásadně geometrické nivelace ze středu se stejně dlouhými záměrami a dbá se ustanovení návodu /4/ odst. 2.33, 2.34 a 2.35.
- b) Před zahájením měření se vykoná podrobná rekognoskace pořadu a podle projektu (rekognoskační zprávy) se zkontrolují jednotlivé stabilizace nivelačních bodů a zvolí se nejvhodnější průběh trasy pro měření. V případě, že mezi rekognoskací (projektem), stabilizací a měřením již uplynula delší doba a došlo ke zničení nebo poškození nivelačních bodů, provede se doplňující stabilizace, aby hustota bodů odpovídala technické normě /2/ a požadavkům projektu. Přitom se postupuje podle ustanovení návodu /4/.
- c) Před nivelačním měřením na pořadech ČSJNS se rozměří sestavy v jednotlivých oddílech. Při rozměřování se přihlíží k tomu, aby mezi dvěma sousedními body byl sudý počet sestav. Výjimku může tvořit oddíl s jednou sestavou mezi velmi blízkými nivelačními značkami. Vzdálenost latí od nivelačního přístroje se řídí sklonem terénu a prostředím, kterým nivelační pořad prochází, a to tak, aby v jednom oddílu byl počet přestav 20 překročen pouze výjimečně. V blízkosti vodních toků a rybníků, na styku lesa a odkrytého terénu a v blízkosti sluncem intenzivně ozářených objektů, se volí kratší záměry, aby se zmenšil nebezpečný vliv refrakce. Sestavy se rozměřují pásmem nebo měřickým kolem a stanoviska přístroje a přestavové body (latí) se označují barvou na okraji vozovky a na vhodných objektech podél komunikace (na stromech, sloupech, zdech apod.). Stanovisko přístroje se označuje křížem ("téčkem"), přestavové body jednoduchou čarou.
- Vhodnou pomůckou pro rozměřování sestav je nivelační průzor opatřený libelou. Měřič se postaví v místě navrženém pro stanovisko přístroje, měřičtí pomocníci zaujmou místa zvolená pro latě. Průzorem se zjistí, zda záměra prochází v dovolené výši nad terénem a zda v místě přestavového bodu neprochází výše než 3 metry.
- Stanovisko přístroje musí být voleno tak, aby rozdíl délky záměry vzad a záměry vpřed nepřesáhl pro maximální délky záměry 1 m. Stanovisko přístroje má být na spojnicí obou nivelačních latí, úhel mezi záměrnou na zadní a přední lať má být pokud možno přímý. Maximální délky záměr jsou stanoveny návodem /4/, minimální délky vlastnostmi nivelačního přístroje.
- d) Pro stanovisko nivelačního přístroje se zvolí místo na tvrdé půdě. Stativ přístroje se staví tak, aby spojnice hrotů dvou jeho noh byla rovnoběžná se směrem měření, střídavě vlevo a vpravo. Hroty stativu se zatlačí důkladně do země. Hlava stativu má být přibližně vodorovná, aby se usnadnilo a urychlilo urovnání přístroje. Měřič dbá na to, aby při měření nestál poblíž hrotů stativu a nedotýkal se ho ani oděvem. Nivelací přístroj se urovná podle krabicové libely. Přesné urovnání nivelační libely se provede elevačním šroubem až před čtením laťové stupnice. Přístroj s kompenzátozem je připraven k měření již po urovnání krabicové libely. Funkci kompenzátozu je nutno při měření neustále sledovat.
- Před měřením se zaostří obraz nitkového kříže a před odečtením obraz laťové stupnice, aby nevznikala paralaxa nitkového kříže. Během měření v sestavě nemá být zaostření měněno. Nivelací lať se postaví na vrchlík hřebu nebo podložky středem své patky a urovná se pomocí krabicové libely. Poloha latí se zajistí opěrnými tyčemi. Při otáčení se lať nesmí zdvihát z podložky, ale opatrně se přetočí a urovná.
- e) Před zahájením měření se nechají nivelační přístroj i latě patnáct minut přizpůsobit teplotě vzduchu.
- f) Nivelací pořad se měří ve dvou směrech, označených "tam" a "zpět". Přitom jeden směr hlavního pořadu se zaměří průběžně a při měření druhého směru se provádí i další měření, předepsaná projektem (kontrolní měření, připojení odbočných pořadů, otvorových značek a dalších geodetických bodů). Měření v obou směrech se nesmí přerušit na stejném nivelačním bodě.

Ukázka Zápisník pro technickou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka		
Přestavového	Bočního	vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně			
A		2,251 ⁺²			277,965	275,712		24,5 m		
	1			1,720			276,245			
	2					0,510			277,455	
				1,302			276,663			24,7 m
			1,752 ⁺²				278,417			39,0 m
B			1,640		278,131	276,777		39,8 m		
		1,352 ⁺²		1,902			276,229		58,8 m	
								59,1 m		
	Σ	5,355	4,844			+0,517		245,9 m (délka nivelačního pořadu)		
		+0,511						Přístroj: Leica Sprinter 250M, č. 74562		
								Měřil: Ing. F. B. Dne: 5. 9. 2010		
								Počasí: zataženo, slabý vítr, +17 °C		

$$h^{niv} = +0,511 \dots \Sigma z - \Sigma p, \text{ je (1)}$$

$$h^{vyp} = +0,517 \dots H_B - H_A, \text{ má být (2)}$$

$$\Delta = +6 \text{ mm} \dots (2) - (1)$$

$$\Delta_M = 40 \text{ mm} \sqrt{r} = 14 \text{ mm}$$

(r je poloviční délka jednosměrně měřeného pořadu v km)

$$|\Delta| < \Delta_M \dots \text{platí}$$

Profil nivelačního oddílu z nivelačních převýšení

