

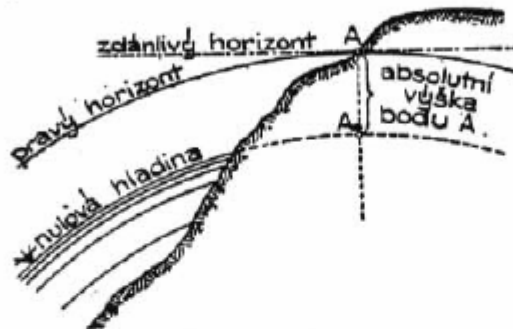
Měření výšek

Při výškovém měření zjišťujeme svislé vzdálenosti od hladinové plochy procházející nulovým bodem. Tato plocha se nazývá také nulová hladina, nebo nulový pravý (skutečný) horizont. Ostatní hladinové plochy se nazývají pravým (skutečným) horizontem bodu. Kromě skutečného horizontu se používá v geodézii termín zdánlivý horizont, který je tečnou v daném bodě.

Při měření používáme dvou druhů výšek:

- absolutní - nadmořská - jde o svislou vzdálenost od daného bodu až po nulovou hladinu
- relativní - jsou svislé vzdálenosti skutečných horizontů bodů. Relativní výška je také rozdíl dvou absolutních výšek.

K lepšímu pochopení poslouží obr.



Výškový systém-československá jednotná nivelační síť

Při určování nadmořských výšek vycházíme od nulového pravého (skutečného) horizontu, který je veden nulovým bodem.

První nulový bod byl určen pro Rakousko-Uhersko v 19. Století u hladiny Jaderského moře na molu Sartorio u Terstu. Výšková měření byla prováděna po železnici a tak se odvodila výška pro základní body. Na našem území zůstal zachován jen bod u Lišova v Čechách. Systém, který byl odvozen od výšky hladiny moře Jaderského se nazýval systémem Jaderským.

V současné době se používá systém Baltský po vyrovnání. Baltský systém má nulový bod v Kronštadu v Baltském moři. Tento systém je přibližně o 0,40 m níže nežli systém Jaderský. V jakém systému je která mapa vyhotovena musí být výslovně uvedeno. Pro Baltský systém se užívá označení B.p.v.

Výškové bodové pole tvoří body Československé jednotné nivelační sítě. Tuto síť tvoří bodová pole základní a podrobná. Základní bodové pole obsahuje 22 základních bodů. Tyto body jsou určeny velmi přesnou nivelací. Podrobné bodové pole má síť III. a IV. Řádu a body plošných nivelačních sítí. Tyto body jsou určeny přesnou nivelací.

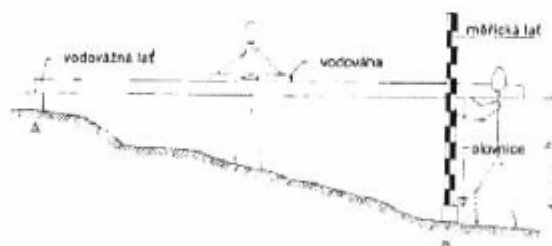
Nivelační body jsou spojeny nivelačními pořady. Body jsou v každém pořadu očíslovány arabskými číslicemi v aritmetrickém pořadí

Jednoduché nivelační pomůcky

Při měření výšek se měří výškový rozdíl dvou nebo více bodů. Stejně jako u měření délek se pro měření výšky používají různé pomůcky nebo jednoduché přístroje. Druh přístroje závisí na požadované přesnosti.

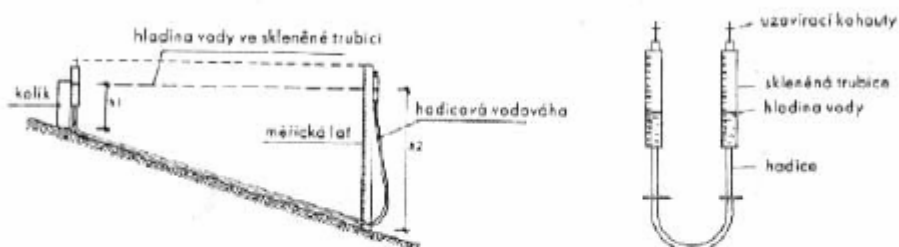
Vodovážní lat'

Pomocí horizontální vodovážné latě ve spojení se svislou měřičskou latí se měří výškové rozdíly bodů, které mají od sebe malou vzdálenost.



Hydrostatická nivelace - hadicová vodováha.

Hadicová vodováha sestává z 10 až 25 metrů dlouhé gumové nebo plastové hadice, na obou koncích jsou upevněny skleněné vodoznakové trubice, s milimetrovým dělením a uzávěry trubic. Hadicová vodováha je naplněna vodou, nebo nemrznoucí směsí. Při plnění se povolí jeden kohout přetlačný a druhou stranou se vypouští kapalina. Té musí být naplněn dostatek, aby zůstala v obou skleněných trubicích. Při měření musíme uvolnit oba uzávěry - kohouty a počkat až se hladina ustálí. Užití v terénu ukazuje obr. Hadicová vodováha se však užívá převážně v budovách, pro měření krátkých vzdáleností.



Barometrická nivelace

Princip určování výšek je odvozen od fyzikálního jevu, že tlak vzduchu se mění se změnou nadmožské výšky. Tlak vzduchu vyjadřujeme v Pa (Pascal) a je známo, že se změnou výšky o 1 m se změní barometrický tlak o 12 Pa. V praxi je však tohoto principu využíváno především v letectví.

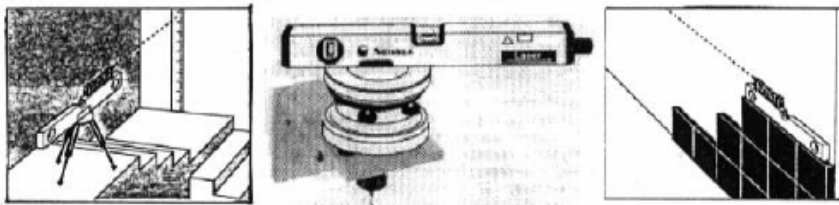
Záměrný (dlaždičský) kříž

Záměrný kříž neslouží bezprostředně k měření výšek, ale k vytyčení vodorovné roviny, nebo roviny konstantního spádu. K zaměření jsou zapotřebí alespoň 3 záměrné kříže, které zařazujeme do přímky a tím současně do roviny. Jejich užití je zřejmé z obr.

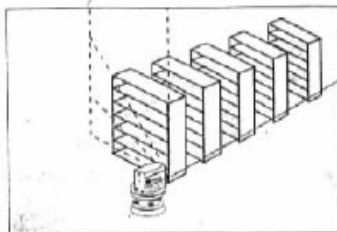


Laserové vodní váhy

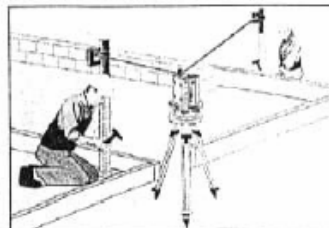
Slouží k vytyčování vodorovné plochy. Jde o typickou vodní váhu, umístěnou na stativ, opatřenou laserovým čidlem. Po nastavení žádané výšky otáčíme na stojanu zařízením a světelný paprsek nám vytne rovinu vodorovnou. Předpokladem je správné urovnání přístroje. Této výhodné pomůcky lze využít na př. Při nivelování schodiště nebo také při vytyčování konstantního spádu. Na obr. je patrný tvar a uchycení přístroje.



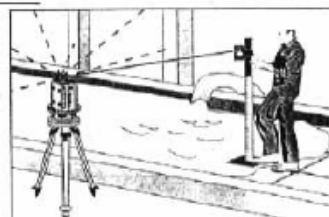
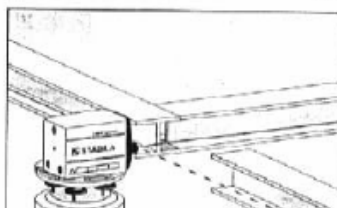
Při náročných betonářských pracích lze k zaměřování využít dalšího přístroje, kterým je rotační laser. Jeho uplatnění je mnohostranné od vytyčování pravého úhlu, plného úhlu, přes zařazování do přímky až po přesné betonářské a dlaždičské práce. Obr. ukazují jeho využití.



Vyrovnávání regálů, strojů, značení na podlahách



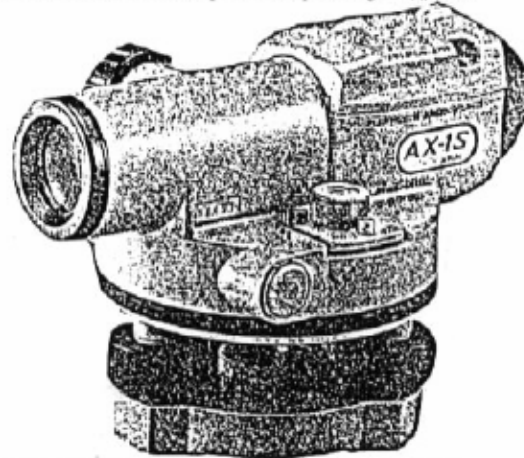
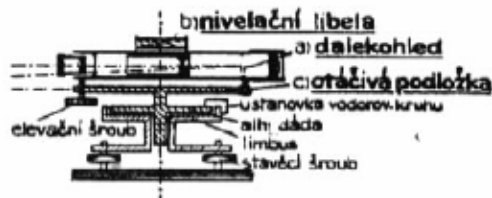
Zakládání stavob, srovnávání zdí, měření stropů, vyznačování oken, kontrolování základních výšek



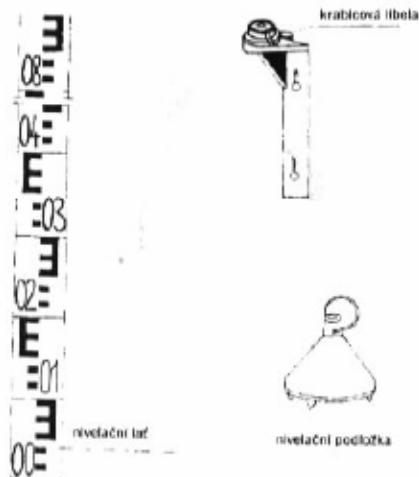
Nivelační přístroje

Pro výšková měření na větší vzdálenosti se výlučně používá nivelačních přístrojů. Nivelační přístroj je dalekohled s jedním nitkovým křížem, s vodorovnými a svislými nitkami. Střední vodorovná nitka se označuje jako horizont. Tento dalekohled je upevněn na alhydádě. Alhydáda zapadá do limbu, který je pomocí tří šroubů spřažen se základnou. Základna a šrouby vytváří trojnožku, která se upevňuje pomocí spojovacího šroubu se stativem. Každý nivelační přístroj je vybaven libelou, pro správné urovnání přístroje. Moderní přístroje mají pouze jednu libelu, dalekohledová libela je nahrazena autonivelačním závažím. Pro provádění nivelace je nutno připomenout, že práce vyžaduje přesnost a rychlost. Na obr. je schema nivelačního přístroje a pojmenování jednotlivých částí. Další obr. znázorňuje automatický přístroj moderní konstrukce AX-1S.

Důležité upozornění: Je zakázána jakákoliv neoborná manipulace s přístrojem, jeho převrácení, případně demontáž.



K práci při nivelaci potřebujeme kromě přístroje ještě měřičskou latě. Jedná se o speciální latě, ze dřeva, plastu nebo kovu, skládací nebo teleskopickou. Dílky na lati jsou po 1 cm a jsou v blocích v barvě černé a červené. Základní podklad je bílý. Na této lati čteme postavení horizontu, t.j. středové nitě záměrného kříže. K urovnání latě slouží krabicová, přiložná libela. Nivelační - měřičská latě se zásadně staví na nivelační podložku. Její tvar je na obr.



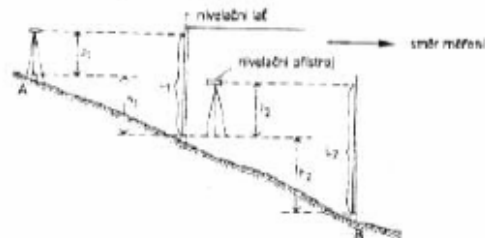
Příklad čtení na nivelační lati

Hrubé čtení ...	2,71 m
Jemné čtení ...	0,005 m
Výsledné čtení ...	2,715 m

Práce s nivelačním přístrojem

Při měření výšek pomocí nivelačního přístroje rozlišujeme několik metod. Pro nás postačí dvě základní metody technické nivelace.

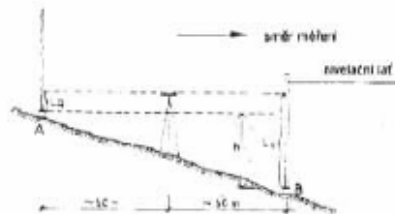
a) Nivelování od konce-nebo také nivelace kupředu používá se ve strmém terénu. Podstata této práce je zřejmá z obr.



$$h_1 = L_1 - J_1$$
$$h_2 = L_2 - J_2$$

Celkový výškový rozdíl bodů A a B = $h_1 + h_2$
J = výška přístroje měřeno metrem
L = čtený údaj na latí
h = výškový rozdíl

b) Nivelace ze středu - určuje převýšení vždy mezi dvěma body. Vytváří se nivelační pořady. Podstata je dobře patrná z obr.



$$L_V = \text{odečtená hodnota na latí (čtení vpřed)}$$
$$L_H = \text{odečtená hodnota na latí (čtení vzad)}$$
$$h = L_V - L_H$$

Pro provádění technické nivelace, aby bylo dosaženo přesných hodnot platí čtyři základní podmínky:

- 1) Postavení obou latí a přístroje musí být v přímce
- 2) Nivelační přístroj musí být uprostřed mezi latěmi
- 3) Délka záměrné nesmí překročit 80 m
- 4) Čtení na latí nesmí klesnout pod 0,5 m

0 provádění měření vedeme zápisník nivelace:

Zápisník technické nivelace

Bod	Čtení latě			Výška stovňovací rov.	Výška bodů	Poznámky
	vzad	střed	vpřed			
A	1052				324,939	Výškový systém Balt p.v. dům č. 108 Purkyňova ul. 0,918 0,921 0,005 = Δh Δh _{max} = 10TR R = 0,46 km Δh _{max} = 1070,46 Δh _{max} = 7m
			2194		(Převýšení) + 0,919	
	2051					
			2068			
	3038					
B			0963		324,858	hydrant H _h
Σ=	6141		5225	+0,918		
B	0950				324,858	hydrant H _h
			1609		-0,919	5 < 7
	2450					
			1701			
	2642					
A			1811		324,939	vstup..... dům č. 108 Purkyňova ul.
Σ=	6042		5121	-0,921		

Plošná nivelace

V praxi se setkáváme s případy, kdy je nutno provést výškopis bodů, které jsou rozmístěny na určité ploše. Tomuto způsobu říkáme plošná nivelace.

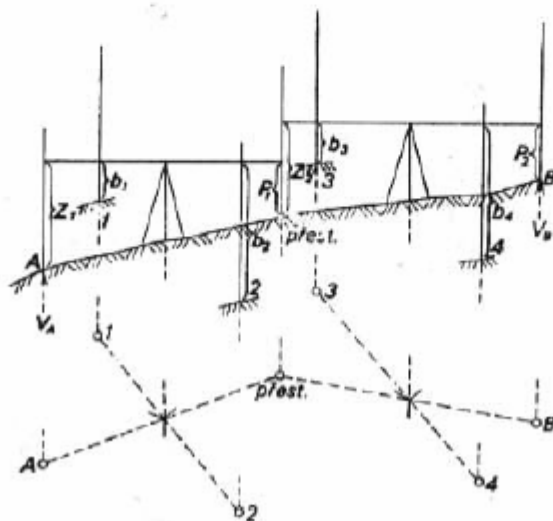
Podstatou nivelace je provedení technické nivelace ze středu. Výšky jednotlivých podrobných bodů se určují bočními záměrami, jejichž délka může být max. 120 m. Pro správné zjištění hodnot si na prostoru volíme vhodnou síť a o měření vedeme dokumentaci. Při čtení na lati čteme hodnoty hlavního pořadu na mm, boční body plošné nivelace na cm. Pozor!! U metody plošné nivelace neexistuje žádná zpětná kontrola.

Nivelační přístroj je nutno postavit stabilně

Provést kontrolu libely

Neopírat se o přístroj

Z obrázku je patrný postup, tj. nejprve rozvinutí pořadu technické nivelace, dále vyhledání a zaměření jednotlivých bodů bočně.



Dokumentace, která je předepsaná pro provádění tohoto druhu nivelace je vyhotovení polního náčrtu a vedení zápisníku plošné nivelace, jak ukazuje obr.



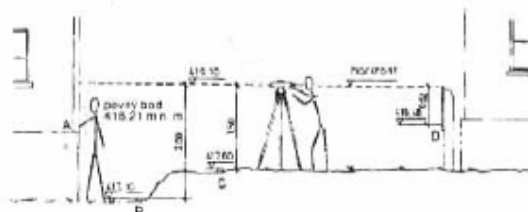
Zápisník plošné nivelace

Bod	Čtení latě			Výška srovnávací rov.	Výška bodu	Poznámka Výškový systém Ball p.v.
	vzad	střed	vřed			
141	1323			311,968	310,643	nivelační značka na domě č. 18
1		173		311,97	310,24	poklop Slovenské náměstí
2		253			309,44	vpust'
3		197			310,00	roh trafostanice
4		200			309,97	— — —
5		207			309,90	vpust'
6		200			309,97	vstup do kotelny
7		185			310,12	roh schodiš'
8		190			310,07	kraj chodníku
9		195			310,05	— — —
10		183			310,14	vjezd u objektu C
141			1325		310,641	

Další možností výškového měření pomocí nivelačního přístroje je zaměření bodů v terénu vztažením k jednomu pevnému (danému) bodu.

Při této metodě vycházíme z nadmořské výšky bodu, ke které připočteme výšku horizontu přístroje a odečteme čtení na lati. Tím získáme nadmořskou výšku zaměřovaného bodu.

Postup dokresluje obr.



Zaměření a zobrazení podélného a příčného profilu

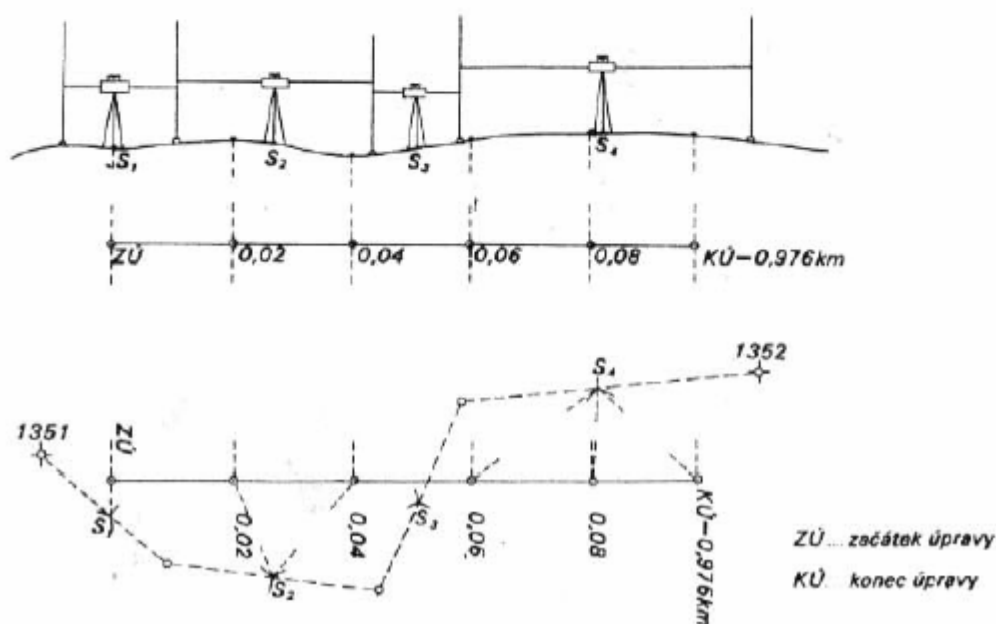
Jedním z důležitých podkladů pro projektování jsou podélné a příčné profily, které se zaměřují pro výškové osazení staveb, ale zejména pro potřeby projektu liniových staveb (silnice, železnice).

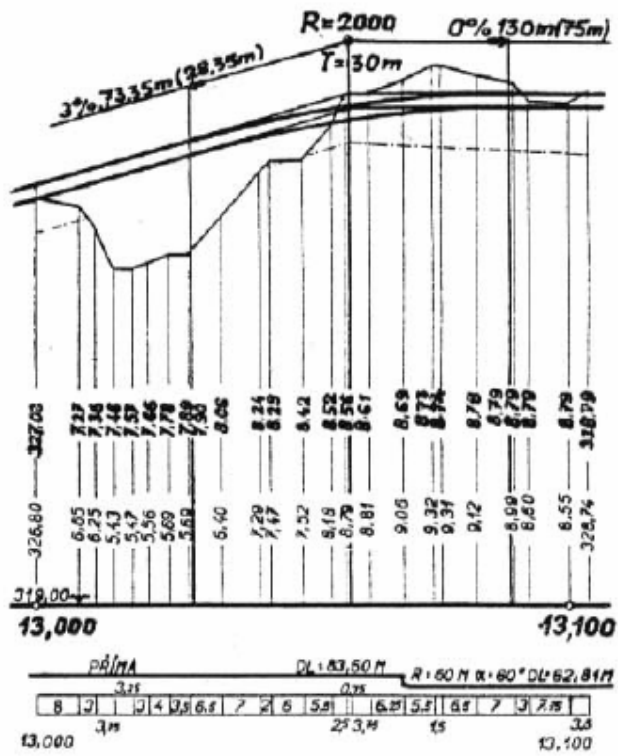
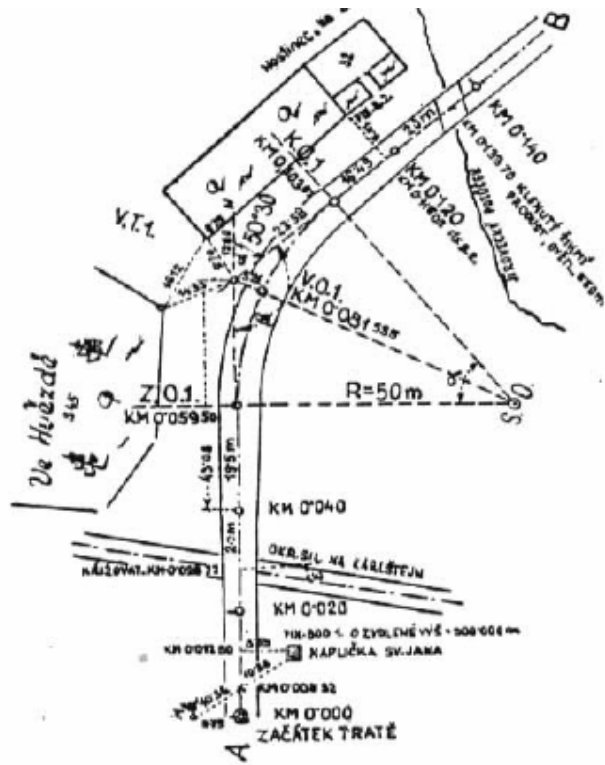
Za profil označujeme řez terénem, po určité čáře, který je rozvinuto do projekční roviny. Tak rozeznáváme profil podélný - t.j. rozvinutí osy stavby a profil příčný, který je veden kolmo na osu stavby.

Zaměření podélného profilu provádíme tím způsobem, že podle mapových podkladů vyhledáme v terénu osu budoucí stavby, tuto vytyčíme pomocí popisových kolíků, které jsou dřevěné a umístí se po 20 metrech v ose stavby v terénu. Kolík musí vyčnívat 2 cm nad terén, je označen číslem a střed - zaměřovaný bod hřebíčkem. Tyto body zaměřujeme pomocí nivelace, čímž získáme přehled o sklonu, resp. výškových poměrech v terénu. V zobrazení vyneseme délkové hodnoty v měřítku 1:1000, výškové hodnoty v měřítku 1:100. Tímto vznikne dostatečný přehled o možnostech výškového vedení trasy - linie stavby.

Ve spojení s vykreslením budoucího průběhu nivelety stavby získáme i přehled o přebytecích, či nedostatku zeminy na stavbě.

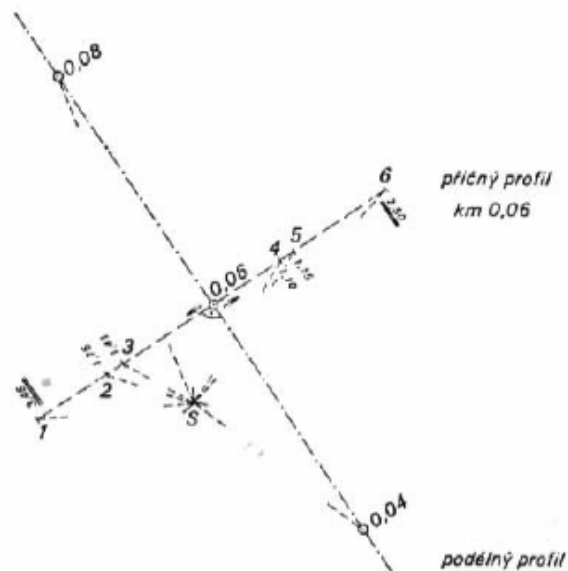
Z následujících obr. je patrný způsob zaměření takového stavby, včetně návaznosti zobrazení terénu v podélném profilu.



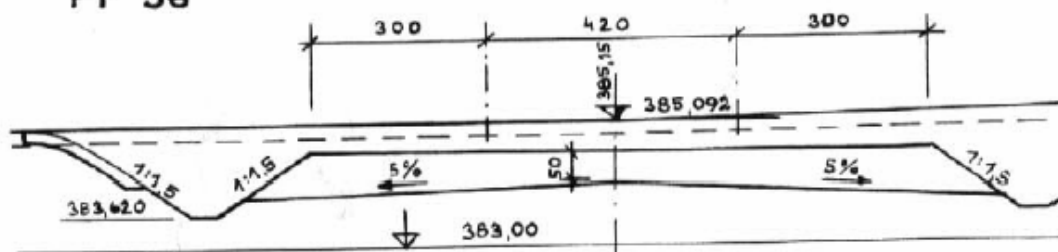


Kolmo k ose budoucí stavby (komunikace, železnice) zaměřujeme mezilehlé body, délkově od osy a současně výškově. Příčný profil zaměřujeme do vzdálenosti 10 až 50 m od osy. Při složitějších profilech můžeme k zaměřování použít teodolitu.

Na obr. je zobrazeno zaměřování příčného profilu a zobrazení profilu ve výkresu.



PF 36



Chyby při nivelaci

Obdobně jako u všech měření mohou vznikat chyby. Chyby rozdělujeme na chyby hrubé a nevyhnutelné.

Hrubé chyby jsou: omyl ve čtení na lati,
neurovnání nivelační libely
pohnutí lati
pohnutí přístrojem

Existence těchto chyb je prokázána, pokud při měření bude prokázána odchylka nad rámec výpočtu odchylky, musíme měření opakovat.

Chyby nevyhnutelné: jsou chyby malých hodnot, rozdělujeme je na systematické a nahodilé.

Systematické chyby - mají hodnotu a znaménko stále stejná

Jde o : chyby z nerovnoběžnosti libely a záměrné přímky,
chyby z nesvislé latě
chyby z refrakce

Nahodilé chyby - mají malou hodnotu a střídají znaménka

Jde o : chyby z nepřesného čtení na lati
chyby z neurovnání libely
chyby z vibrace vzduchu a pod.

- Otázky:
- Co je to nulová hladina nulový horizont ?
 - Jaký systém měření nadmořské výšky akceptujeme ?
 - Jaké znáte jednoduché nivelační pomůcky ?
 - Co je to nivelační přístroj a jaké má hlavní části
 - Jaké přístroje a pomůcky potřebujeme pro provádění nivelace ?
 - Jak provádíme technickou nivelaci ze středu ?
 - Co je to plošná nivelace a kde se využívá ?
 - Vysvětlete pojem příčný a podélný profil a jaké je jejich využití ?