

Oprava ze sklonu osy alhidády při měření deformaci přehrad

Při skloněné ose alhidády theodolitu je vodorovný úhel záměry zatížen chybou, která je úměrná výškovému úhlu záměry ε podle vzorce

$$O_L = n c \operatorname{tg} \varepsilon$$

kde n je sklon osy alhidády vyjádřený počtem dílků libely a
 c — citlivost alhidádové libely pro 1 dílek.

Určujeme-li sklon osy alhidády čtením obou konců libely a zavedeme-li k docílení jednotného znaménka místo výškového úhlu zenit. vzdálenost $|\operatorname{tg} \varepsilon| = |\operatorname{cotg} z|$, dostaneme pro opravu směru ve skupině (= 2 řady = 4 čtení sklonu) vzorec

$$O_L = \frac{c}{4} \operatorname{cotg} z (l - p),$$

kde l — je součet dvou čtení levého a

p — součet dvou čtení pravého konce libely.

Opravy dosahují u strmých záměr značných hodnot.

Tabulka 1

Oprava sklonu osy alhidády pro theodolit Wild T₃
($c = 21^{\text{cc}}$)

Výškový úhel	Zenit vzdál. z	cotg z	Oprava O_L^{cc} pro 1 dílek libely	O_L^{cc} pro 2 (1 - p) = 1 (1/4 dílku libely)
gradů				
1	99	0,016	0,336	0,084
2	98	0,031	0,651	0,163
3	97	0,047	0,987	0,247
5	95	0,079	1,659	0,415
7	93	0,110	2,310	0,578
10	90	0,158	3,318	0,829
30	70	0,510	10,710	2,677

V mikrotriangulaci na přehradách se strmé záměry vyskytují velmi často, a proto je nutno sklon osy alhidády měřit a zavést příslušné opravy.

K zjištění průběhu sklonu osy alhidády bylo provedeno několik zkušebních měření. Bylo předpokládáno, že čára vyjadřující sklon osy bude podobná sinusoidě. Při zkoušce byl nejprve postupně čten sklon osy alhidády ve směrech, jimiž byl celý vodorovný kruh rozdělen po 20° (obr. 1, čára »a«). Výsledkem byla lomená čára (označující čtyřnásobnou hodnotu sklonu) s lomy velikosti až 0,3 dílku libely. Potom bylo měřeno (za různých teplot) ještě dvakrát při úhlové vzdálenosti směrů 5° (čáry »b« a »c«). Výsledkem byly opět lomené čáry s větším počtem menších lomů. Spojením bodů odpovídajících úhlové vzdálenosti 20° se čáry (b' a c') vyhladily a ostré lomy se zmenšily. Odchyly čar b i b' od přibližně interpolované křivky b'' jsou asi stejné. Zhuštění počtu směrů, va kterých byla čtena libela, výsledky neovlivnilo.

Sklon osy určujeme čtením konců libely, jejichž polohu můžeme odhadnout při dobrém osvětlení s přesností asi 0,1 dílku, při horším osvětlení (pod slunečником) s přesností asi 0,2 i menší. Další chyby vznikají nedokonalostí výbrusu libely a vlivy, které zdržují ustálení libely. Tím jsou jako nahodilé chyby čtení vysvětleny lomy čáry. Zbývá vysvětlit tvar křivky.

Z průběhu čar »c« a hlavně »b« je možno usuzovat, že libela je ovlivňována z části i jinými vlivy než osa alhidády. Teplý nebo studený vítr i jiné okolnosti působí na libelu bezprostředně, kdežto na stroj (oteplování nebo ochlazování) se značným zpožděním. Také stanovisko (beton. pilíř) se neotepluje a neochlazuje na všech čtyřech stranách stejnoměrně. Tím je možno vysvětlit odchylení křivky od předpokládaného tvaru.

Pro kontrolu bylo provedeno ještě další zkušební měření a sklon osy byl vyneseno pro každou řadu zvlášť (obr. 2). Z obou obrázků je možno soudit, že lomy jsou způsobeny uvedenými vlivy a že sklon osy vyjádří nejlépe křivka přimykající se k lomené čáře.

Z obrázků dále vidíme, že čtyřnásobný rozdíl mezi lomenou čarou a interpolovanou křivkou nepřesahuje 0,4 dílku libely a chyba sklonu tedy 0,1 dílku, průměrně asi 0,05 dílku.

Pro strmou záměru jako je na př. záměra mezi body 7—9 na přehradě ve Slapech ($\varepsilon = 33,75^\circ$) je oprava ze sklonu osy alhidády pro jeden dílek libely 12,3^{cc}. Z toho vyplývá, že u strmých záměr je nutno určovat sklon osy alhidády se značnou přesností, což je dosti obtížné. U theodolitu Wild T 3 je libela kryta ochranným obalem z umělé hmoty a při stínění stroje slunečником nejsou oba konce libely vždy stejně dobře viditelné. Pokud zůstává stejné osvětlení, je chyba čtení libely do určité míry chybou systematickou.

U citlivých libel je třeba poměrně dlouhé doby k jejich ustálení, ale doba mezi dvěma následujícími záměry při měření vodorovných úhlů je poměrně krátká. Vyčkávat určitou dobu před čtením libely u každého směru by měření značně prodloužilo.

Proto je výhodnější číst přesně libelu (vyčkat určitou dobu na její uklidnění, případně jemně poškrábat stavěcí šroub k překonání setrvačnosti libely) jen u některých, předem volených směrů a ostatní hodnoty určit interpolací.

Měřené směry nejsou stejnoměrně rozloženy po celém kruhu, a proto nebudou rovnoměrně rozmístěny ani směry, u nichž bude čtena libela. Ty se rozloží tak, aby byly zachyceny všechny části vodorovného kruhu měřené osnovy a v nich pak se měří u směrů o největším sklonu záměry (kde chyba interpolace by měla největší vliv).

Opravu není třeba počítat pro každou skupinu zvlášť, stačí, vypočítat průměr ze 3 skupin a opravit přímo výsledné průměry.

Velké opravy se však někdy počítají pro každou skupinu odděleně, aby bylo možno porovnávat výsledky měření v jednotlivých skupinách mezi sebou (obr. 3).

Opravu je třeba určit s takovou přesností, aby chyba nepřekročila určitou část hodnoty součtu chyb nahodilých.

Průměrná střední chyba směru měřeného v jedné skupině byla na přehradě v Žermanicích $1,9^{\circ}$. Nemá-li chyba ze sklonu osy alhidády překročit $0,2$ celkové chyby, nesmí přesáhnout $0,38^{\circ}$.

Podle zkušeností se pohybuje sklon osy alhidády u urovnaného stroje v mezích asi do $\pm 0,5$ dílku libely v jedné skupině, u průměru ze 3 skupin asi do $\pm 0,4$ dílků libely (tab. 2).

Žermanice

Sklon osy alhidády v dílcích libely

Tabulka 2

Etapa	Max. hodnota sklonu u	Stanovisko									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IV	skupiny	0,3	0,2	0,45	0,45	0,35	0,5	0,4	0,7	0,45	0,7
	průměru ze 3 sk.	0,1	0,15	0,4	0,1	0,15	0,4	0,2	0,4	0,25	0,5
V	skupiny	0,45	0,5	0,5	0,2	0,25	0,3	0,6	0,5	0,3	0,6
	průměru	0,4	0,4	0,4	0,1	0,1	0,2	0,4	0,25	0,2	0,25
Počet	směrů	15	15	15	18	22	18	46	52	53	50

Celkem bylo měřeno 304 směrů ve 3 skupinách. Sklon osy alhidády dosáhl jen dvakrát velikosti 0,7 dílku v jedné skupině a u průměru ze 3 skupin jen jednou 0,5 dílku.

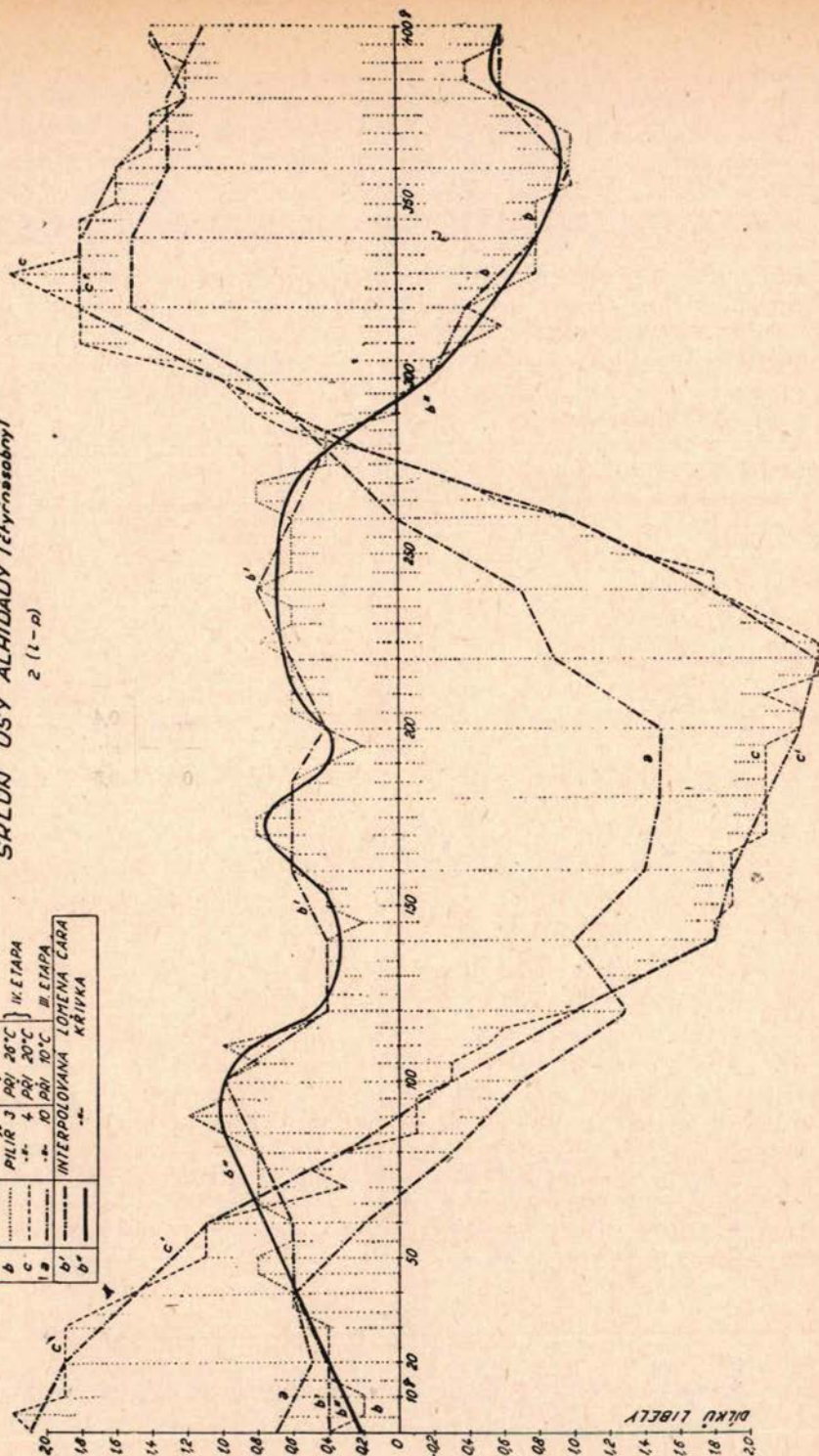
Pro $\varepsilon = 2^{\circ}$ a 0,5 dílku libely je oprava ze sklonu $0,32^{\circ}$. Do této hodnoty je možno opravu zanedbat, také protože jí pro $D = 100$ m odpovídá posun 0,05 mm. Proto nebyla oprava u záměr o sklonu menším než 2° uvažována. Sklon osy alhidády pro jednotlivé směry určujeme interpolací na milimetrovém papíru (obr. 4). Hodnoty vodorovných úhlů všech směrů vyneseme jako úsečky, zjištěné sklony osy alhidády volených směrů jako pořadnice. Z obr. 4 vidíme, že v mnohých případech můžeme jako výsledek ponechat i lomenou čáru místo křivky, protože rozdíly jsou malé.

ŽERMANICE

Číslo označení	Stavění	T °C
b	26°C
c	20°C
b'	10°C
b''	10°C

I. ETAPA
 II. ETAPA
 III. ETAPA
 INTERPOLOVANÁ LOMENÁ ČARA
 KŘIVKA

SKLON OSY ALHIDÁDY I čtyřnásobný
z (1-p)

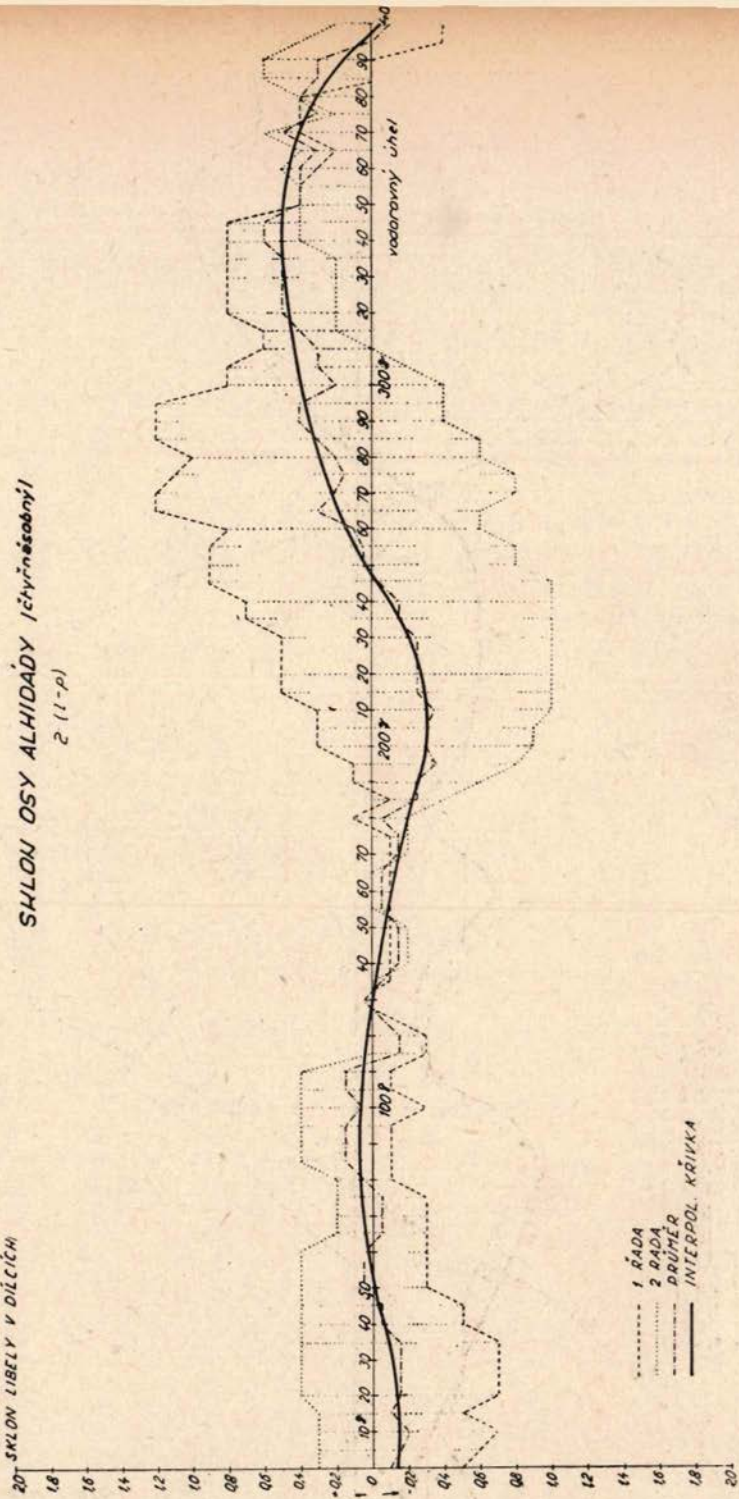


Obr. 1.

SLAPY XIV. et.
 Státní ústřední úřad
 201 SKLON LIBELY V DÍLCÍCH

SKLON OSY ALHIDADY (čtyřnásobný)

2 (1-p)

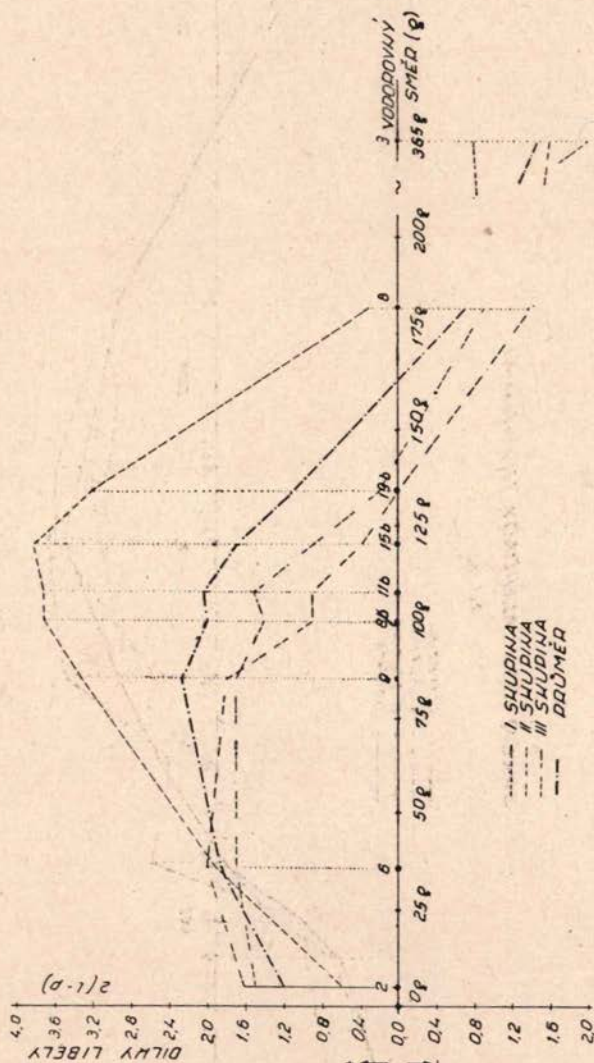


Obr. 2.

ŠKLON OSY ALHIDADY IČTYRĚSĚBNÝ

ŽERMANICE III. et.

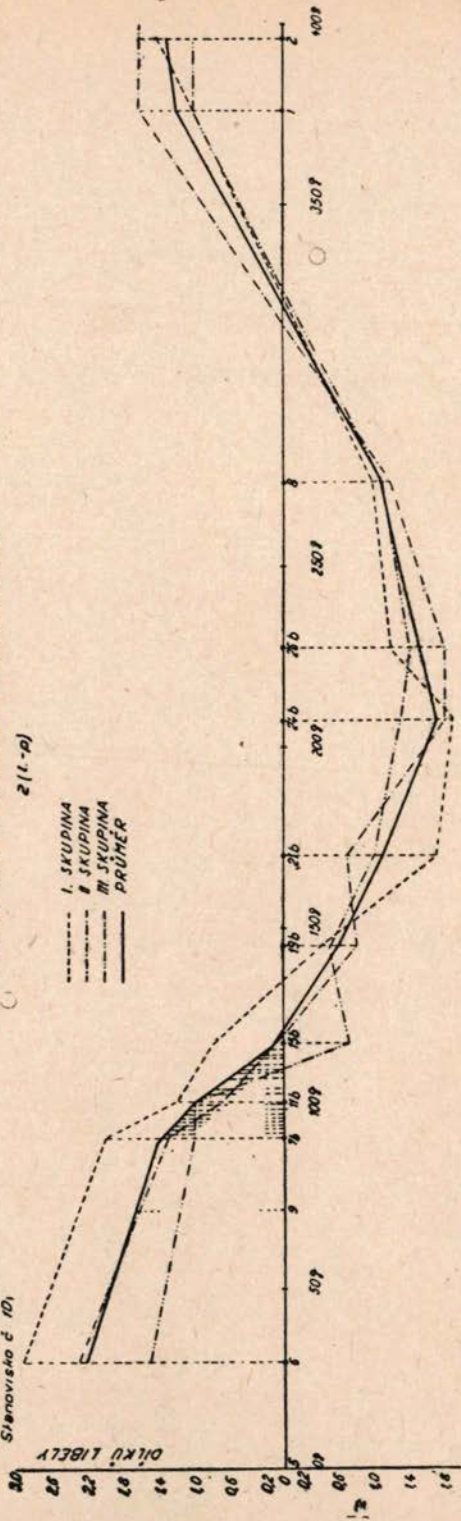
Stavenisko č. 7



Obr. 3.

ŽERMANICE IV. a.ř.
Staveniště č. 101.

SHLON OSY ALHIDÁDY (čtyřnásobný)
z (1-p)



Obr. 4.