

Jindřich Svoboda

Experimentální stanovení osobní chyby u cirkumzenitálu

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 67 (1938), No. 2, 168--175

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/109451>

## Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1938

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

## Experimentální stanovení osobní chyby u cirkumzenitálu.

Jindřich Svoboda, Praha.

(Došlo 4. listopadu 1937.)

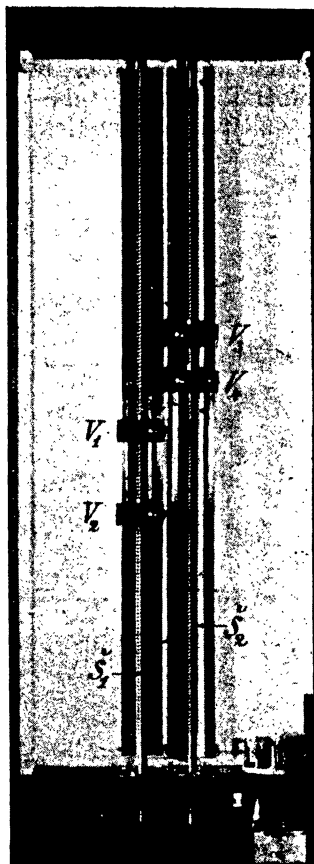
Věnováno panu profesorovi dr. Františku Nušlovi k jeho sedmdesátinám v den 3. prosince 1937.

Pro stanovení osobní chyby, vyskytující se při pozorováních různými stroji sloužícími k astronomickému určování času a zeměpisné délky, sestrojil jsem v dílně ústavu přístroj, jehož lze užití také pro stanovení osobní chyby u cirkumzenitálu Nušl-Fričova.

Abych zmírnil vliv nedokonalosti mechanického spracování, volil jsem přístroj (obr. 1) poměrně značných rozměrů. Vozíčky  $V_1, V_2, V_3, V_4$  nesoucí umělé obrazy hvězd jsou nasazeny jako matky na dva paralelní šrouby  $\mathcal{S}_1, \mathcal{S}_2$  délky 1100 mm. Šrouby jsou zasazeny svými čepy do kuličkových ložisek pevné konstrukce přístroje, takže při otáčení šroubů vozíčky se posunují. Na prodloužených osách šroubů nasazena jsou stejně velká ozubená kola do sebe zapadající, aby šrouby se otáčely v opačném smyslu a vozíčky postupovaly po obou šroubech stejnou rychlostí v protivranných směrech. Pomocí vhodné volené soukolí lze měniti smysl otáčení šroubů a tím zároveň i směr pohybu vozíčků. K pohonu použito jest elektrického motoru a rychlost pohybu je měnitelná vřazeným regulátorem. Na každém šroubu posunuje se pár vozíčků odpovídající páru obrazů hvězdných. Obraz hvězdy vytvořen jest malým kruhovým otvorem ve stínítku kryjícím svítící žárovku. Volbou průměru otvoru ve stínítku je možno měniti jasnost obrazů hvězd v rozsahu šesti velikostních tříd. Vozíčky mají na bočných stěnách, jimiž jsou k sobě obráceny, kontakty, které zapínají proud elektromagnetu ovládajícího pero chronografu, takže okamžik setkání se (koincidence) obrazů zaznamenává se automaticky na chronografu. Obrazové páry, podobně jako u cirkumzenitálu, mají nestejnou vzdálenost (145 mm a 80 mm), takže při jednom „průchodu“ lze pohodlně odpozorovati čtyři koincidence (obr. 2). Pozorovatel sle-

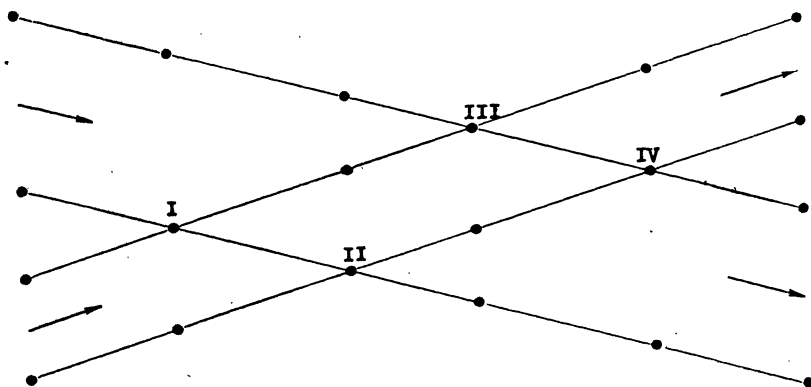
duje pohyb obrazů hvězdných a okamžiky koincidencei zaznamenává tasterem, který zapíná proud druhého pera chronografu. Při našich pokusech bylo užito válcového chronografu Nušl-Fričova opatřeného dvěma oscilografy Abrahamovými od fy G. Boullite v Paříži. Do svorek jednoho oscilografu zapojen je paralelně okruh proudovodu od hodin, takže pero, které zapisuje automaticky časy koincidencei, píše také sekundy. Poněvadž sekundy jsou registrovány proudem přerušovaným a okamžiky koincidencei zapnutím paralelního proudovodu, lze oboje výchylky pera zapsané na chronografu (obr. 3) zcela zřetelně rozlišovat a přesně odečíst. Délka sekundy na chronografu byla upravena na 20 mm, takže jedné setině sekundy odpovídá dílek 0,2 mm. Proto rozdíly mezi automatickým a pozorovaným zápisem jsou přepočítávány (z délkového intervalu) na tisíceiny sekundy.

Přístrojem lze pokusně stanovit závislost osobní chyby na rychlosti i směru průchodu, jakož i na velikosti a barvě „hvězd“. Jako ukázkou připojují výsledek prvních pokusů o stanovení závislosti osobní chyby na rychlosti a směru průchodů. Pozorováno bylo při 8 rychlostech, vždy 10 průchodů oběma směry, takže bylo znamenáno celkem 640 koincidencei. Největší relativní rychlost obrazů jest 26,8 mm/sek; nejmenší (osmá) rychlost při těchto pokusech byla 11 mm/sek. Přisoudíme-li maximální rychlost obrazům hvězd pozorovaných v prvním vertikálu, zahrnují naše pokusy průchody hvězd v azimutech  $24^{\circ}$ — $156^{\circ}$  a  $204^{\circ}$ — $336^{\circ}$ . Pozorováno bylo ze vzdálenosti 3 m obráceným dalekohledem asi 5krát zmenšujícím, čili jako by přímo ze vzdálenosti asi 15 m. Ježto hvězda procházející prvním vertikálem má rychlost  $\pm 9,64''$ /sek, odpovídají naše výsledky stroji s dalekohledem asi 20krát zvětšujícím. Abychom tedy obdrželi osobní chybu pro stroj se zvětšením 150, stačilo by pozorovati koincidence na našem přístroji pouhým okem ze vzdálenosti asi dvou metrů.

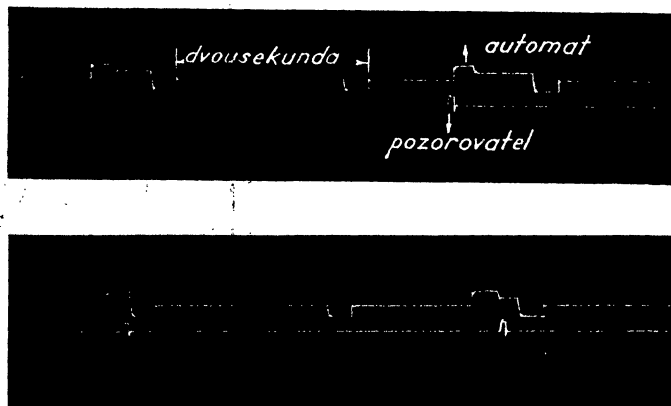


Obr. 1.

Výsledky našich prvních pokusů sestaveny jsou v tab. I podle rychlosti průchodu do 8 serií. V serii bylo odpozorováno 10 průchodů oběma směry, tedy 40 koincidencí pro každý směr. Aby bylo možno sledovati také vliv konfigurace obrazů, jsou v každé serii vypočítány aritmetické průměry osobních chyb pro každou konfi-



Obr. 2.



Obr. 3.

guraci v obou směrech a označeny  $e_K$  resp.  $e_K$  ( $K = I, II, III, IV$ ). K nim jsou připojeny příslušné střední chyby jednoho pozorování  $m_K$  a střední chyby aritmetického průměru  $M_K$ . Ze čtyř osobních chyb každého průchodu vypočítány byly aritmetickým průměrem hodnoty osobních chyb jednotlivých průchodů. Aritmetický průměr těchto hodnot jakožto osobní chybu celé serie označujeme

→ resp. ←  
 $e_s$  resp.  $e_s$  ( $s = 1, 2, 3, \dots, 8$ ) a udáváme vedle ní střední chybu osobní chyby jednoho průchodu  $m_s$  jakož i střední chybu aritmetického průměru  $M_s$ . Hodnoty osobních chyb jsou udány v tisíci-nách sekundy. Znaménko + nebo - značí, zda koincidence byla pozorována dříve nebo později. Směr → značí, že širší pár postupuje dolů. Při našich pokusech byl širší pár posunut poněkud vpravo.

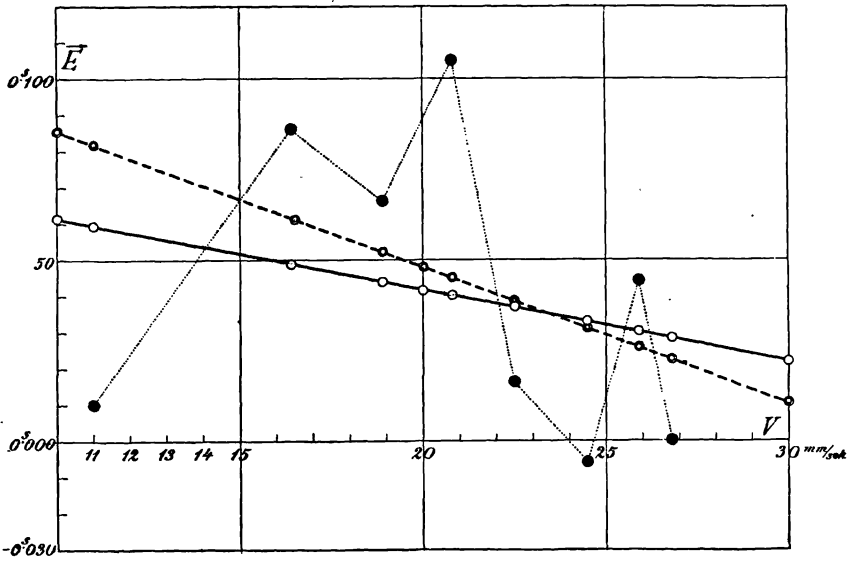
Tab. I.

Serie	Rychlost mm/sek	→			←			→			←			↑ $e_s$	$m$	$M$
		$e_I$	$m_I$	$M_I$	$e_{II}$	$m_{II}$	$M_{II}$	$e_{III}$	$m_{III}$	$M_{III}$	$e_{IV}$	$m_{IV}$	$M_{IV}$			
1	26,8	- 23	± 32	± 10	+ 40	± 90	± 28	- 26	± 167	± 53	+ 11	± 103	± 33	0	± 72	± 23
2	25,9	+ 134	± 199	± 63	+ 9	± 184	± 58	+ 33	± 169	± 54	+ 1	± 107	± 34	+ 44	± 109	± 35
3	24,5	- 20	± 105	± 33	+ 19	± 141	± 45	- 16	± 128	± 40	- 5	± 85	± 27	- 6	± 71	± 23
4	22,5	+ 126	± 141	± 44	+ 20	± 76	± 24	- 50	± 130	± 41	- 32	± 180	± 57	+ 16	± 62	± 19
5	20,8	+ 207	± 174	± 55	+ 114	± 222	± 70	+ 20	± 133	± 42	+ 78	± 122	± 39	+ 105	± 114	± 36
6	18,9	+ 74	± 164	± 52	+ 113	± 153	± 48	+ 71	± 214	± 68	+ 8	± 185	± 58	+ 66	± 126	± 40
7	16,4	+ 92	± 191	± 60	+ 82	± 137	± 43	+ 71	± 98	± 31	+ 98	± 169	± 53	+ 86	± 68	± 22
8	11,0	- 28	± 368	± 116	+ 48	± 220	± 70	- 16	± 364	± 115	+ 37	± 377	± 119	+ 10	± 154	± 49
		↓ $e_I$			↓ $e_{II}$			↓ $e_{III}$			↓ $e_{IV}$			↓ $e_s$		
1	26,8	+ 249	± 161	± 51	+ 259	± 127	± 40	+ 358	± 180	± 57	+ 332	± 147	± 47	+ 299	± 78	± 25
2	25,9	+ 249	± 161	± 51	+ 384	± 121	± 38	+ 225	± 192	± 61	+ 390	± 193	± 61	+ 312	± 128	± 40
3	24,5	+ 212	± 113	± 36	+ 216	± 125	± 40	+ 216	± 115	± 36	+ 466	± 272	± 86	+ 277	± 91	± 29
4	22,5	+ 201	± 177	± 56	+ 310	± 189	± 60	+ 247	± 160	± 51	+ 321	± 56	± 18	+ 270	± 97	± 31
5	20,8	+ 279	± 150	± 48	+ 332	± 130	± 41	+ 327	± 99	± 31	+ 317	± 170	± 54	+ 314	± 68	± 22
6	18,9	+ 283	± 158	± 50	+ 372	± 193	± 61	+ 396	± 196	± 62	+ 404	± 106	± 34	+ 364	± 76	± 24
7	16,4	+ 179	± 156	± 49	+ 394	± 233	± 74	+ 326	± 248	± 78	+ 428	± 219	± 69	+ 332	± 120	± 38
8	11,0	+ 329	± 272	± 86	+ 485	± 185	± 59	+ 359	± 213	± 67	+ 304	± 178	± 56	+ 369	± 69	± 22

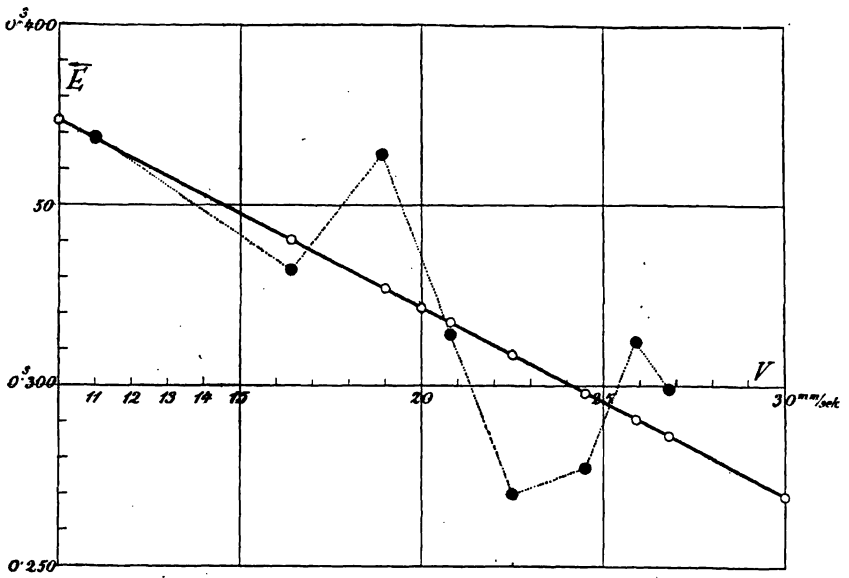
Tab. II.

Směr	$e_I$	$m_I$	$M_I$	$e_{II}$	$m_{II}$	$M_{II}$	$e_{III}$	$m_{III}$	$M_{III}$	$e_{IV}$	$m_{IV}$	$M_{IV}$	$e$	$m$	$M$
→	+ 70	± 87	± 31	+ 55	± 42	± 15	+ 11	± 45	± 16	+ 24	± 44	± 16	+ 40	± 42	± 15
←	+ 248	± 49	± 18	+ 344	± 84	± 30	+ 307	± 68	± 24	+ 370	± 60	± 21	+ 317	± 37	± 13

V tabulce II jsou uvedeny aritmetické průměry hodnot osobních chyb ze sloupců tabulky I s příslušnými středními chybami. Vidíme, že vliv konfigurace obrazů při koincidence není valný, na-



Obr. 4.



Obr. 5.

proti tomu vliv směru je značný. Pro první směr vychází z pokusů osobní chyba  $+ 0,040 \text{ sek} \pm 0,015 \text{ sek}$ , kdežto pro druhý směr  $+ 0,317 \text{ sek} \pm 0,013 \text{ sek}$ .

Vliv rychlosti průchodu na osobní chybu lze sledovati ve sloupci hodnot  $e_s$  tabulky I. Značíme-li rychlost  $v$  a provedeme-li vyrovnání přímkou, obdržíme z hodnot prvního směru vztah

$$\vec{e} = 0,0811 - 0,00197v.$$

Přisoudíme-li hodnotám 8. serie vzhledem k poměrně velkým středním chybám poloviční váhu, vyjde nám rovnice

$$\vec{e}' = 0,1228 - 0,00375v.$$

Z hodnot osobních chyb druhého směru vychází vyrovnáním vztah

$$\leftarrow e = 0,4254 - 0,00519v.$$

Výsledky vyrovnání ukazuje nám obr. 4 pro směr první a obr. 5 pro druhý směr. Rozdíly mezi napozorovanými a vyrovnanými hodnotami  $e_s - e$  jsou uvedeny v tabulce III.

Tab. III.

$v$	11,0	16,4	18,9	20,8	22,5	24,5	25,9	26,8	mm/sek
$\vec{e}_s$	+ 0,040	+ 0,086	+ 0,066	+ 0,105	+ 0,016	- 0,006	+ 0,044	0,000	sek
$\vec{e}$	+ 0,059	+ 0,049	+ 0,044	+ 0,040	+ 0,037	+ 0,033	+ 0,030	+ 0,028	sek
$\vec{e}_s - \vec{e}$	- 0,049	+ 0,037	+ 0,022	+ 0,065	- 0,021	- 0,039	+ 0,014	- 0,028	sek
$\vec{e}'$	+ 0,082	+ 0,061	+ 0,052	+ 0,045	+ 0,038	+ 0,031	+ 0,026	+ 0,022	sek
$\vec{e}_s - \vec{e}'$	- 0,072	+ 0,025	+ 0,014	+ 0,060	- 0,022	- 0,037	+ 0,018	- 0,022	sek
$\leftarrow e_s$	+ 0,369	+ 0,332	+ 0,364	+ 0,314	+ 0,270	+ 0,277	+ 0,312	+ 0,299	sek
$\leftarrow e$	+ 0,368	+ 0,340	+ 0,327	+ 0,317	+ 0,308	+ 0,298	+ 0,291	+ 0,286	sek
$\leftarrow e_s - \leftarrow e$	+ 0,001	- 0,008	+ 0,037	- 0,003	- 0,038	- 0,021	+ 0,021	+ 0,013	sek

Je patrnó, že osobní chyba s rostoucí rychlostí průchodu klesá.

Úkolem dalších našich pokusů bude studovati tuto závislost v širších mezích, s ohledem na značnější zvětšení dalekohledu cirkumzenitálu. Bude také zajímavó zjistiti vliv změny stran dvojic obrazů. Dále budeme sledovati závislost osobní chyby na jasnosti (velikosti) obrazů hvězdných jakož i na jejich barvě.

\*

### Détermination expérimentale de l'erreur personnelle dans les observations avec l'appareil circumzénithal Nušl-Frič.

(Extrait de l'article précédent.)

Pour les recherches expérimentales sur l'erreur personnelle dans les observations de passage j'ai fait installer un appareil qui me permet en outre aussi de déterminer l'erreur personnelle dans les observations faites avec l'appareil circumzénithal Nušl-Frič.

Notre appareil consiste essentiellement en deux vis parallèles 1100 mm de longueur. Sur chacune d'elles se trouvent comme femelles deux chariots qui portent les images artificielles de l'étoile. Les tourillons de vis sont posés dans la construction de l'appareil de telle sorte que les chariots sont en mouvement quand les vis tournent. Au moyen des roues dentées mûes par un petit moteur électrique on obtient les rotations de deux vis dans les sens contraires; par conséquent les couples d'images de l'étoile artificielle sont entraînés l'un contre l'autre. Les images de chaque couple ont la distance inégale respectivement de 80 mm et de 145 mm. C'est exactement le même phénomène que voit l'observateur dans le champ de l'oculaire de circumzénithal. On peut changer le sens de la rotation des vis de telle sorte qu'on peut observer les passages des images dans toutes les deux directions. Le moteur électrique est muni d'un régulateur à force centrifuge assurant une grande régularité de vitesse. Les temps de quatre coïncidences d'images dans chaque passage sont enregistrés automatiquement au chronographe par les contacts des chariots. L'autre plume du chronographe est manoevrée par l'observateur qui ferme le circuit selon son impression de coïncidence. La différence des deux marques faites au chronographe par les oscillographes Abraham de Boulitte, donne l'erreur personnelle.

Notre communication contient les résultats des premiers essais tentés sur l'erreur personnelle en fonction de la vitesse et de la direction de passage.



La dépendance de l'erreur personnelle de la direction de passage est frappante ( $\vec{e} = 0,040 \text{ sec}$ ,  $\overleftarrow{e} = 0,317 \text{ sec}$ ) tandis que celle de la configuration des images au moment d'une coïncidence n'est pas si forte (tab. II). Il se manifeste aussi une dépendance de la vitesse de passage (voir fig. 4, 5 et tab. III).