Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

K. Steinich

Úplné zatmění slunce 20. a 21. srpna 1914

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 43 (1914), No. 5, 617--632

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/109214

Úplné zatmění slunce 20. a 21. srpna 1914.

Napsal **K. Steinich.**

Výpočty zatmění slunce zakládají se většinou na praxi, ze zvoleného času vypočítati polohu míst, kde určité fáse se udají; výminku činí jen výpočet zatmění pro určité místo. Tím se děje, že veškeré polohy nalezené počtem leží sic uvnitř mapové sítě, ale vždy mimo rovnoběžky, takže k zakreslení je třeba odměřovati i šířku φ i délku λ. Následujícími řádky chci ukázati, kterak při dané šířce φ lze hledati nejen čas, ale i délku. Způsobu toho můžeme užíti hledajíce křivku úplného zatmění (curve of central eclipse), meze zatmělého území na západě a na východě (N. and S. limiting curves of penumbra), isochrony (hour circles) a p., přednost pak její záleží v tom, že účinky sploštění země obsaženy jsou již v samotném počátku počtu. Ani Chauvenetův ani Buchananův spis*) způsobu toho neuvádí, ani o možnosti toho se nezmiňuje.

I. Křivka úplného zatmění středového.

Nebude brzo tak příhodné chvíle pozorovati úplné zatmění sluneční v kraji poměrně dosti blízkém. Ellipsa stínová (179×102 *km*) postupovati bude Ruskem od Rigy přes Minsk a Kyjev na Feodosii. Hvězdářské letopisy všecky přinesly území to propočítané, udávajíce to polohami hustěji neb řidčeji volenými.

*) A Manual of spherical and practical astronomy by Will. Chauvenet, vol. I. Philadelphia 1889. — The Mathematical theory of eclipses by Rob. Buchanan, Philadelphia and London, 1904.

Tak Nautical Almanac uvádí pro

		$0^h\,50^m$	$0^h\,55^m$	$1^h\,0^m$
mez jiho-	φ	48° 2·6′	46° 8·9′	44° 14·9′
západní	λ	31 26·5	33 10·5	34 55·6
střed	φ	48 26·1	46 31·0	44 35·7
	λ	32 27·8	34 11·7	35 56·9
mez severo-	φ	48 49·6	46 53·1	44 56·5
východní	λ	33 29·1	35 12·9	36 58·5
trvání		$2^m\,11{\cdot}7^s$	$2^m\,10{\cdot}0^s$	$2^m\,7{\cdot}8^s$

Connaissance des temps (čas i λ dle Greenwiche!):

v		$0^h\,34{\cdot}8^m$	$0^h\,51{\cdot}3^m$	$1^h\,7{\cdot}7^m$
mez jiho-	φ	53° 9′	46° 51′	40° 37′
západní	λ	26 39	32 31	38 26
střed	φ	54 16	47 54	41 33
	λ	27 5	32 57	38 51
mez severo-	φ	55 27	49 1	42 35
východní	λ	27 31	33 24	37 17
trvání		$2^m\,20^s$	$2^m\,17^s$	$2^m\,9^s$

Nejhustší síť má spisek příležitostný, jejž vydalo moskevské obščestvo ljubitelej astronomii: „Polnoje zatměnie solnca 21. aug. 1914 g.“ (čas i polohy dle Pulkova,

$$\Delta\lambda = 2^h\,1^m\,18{\cdot}57^s = 30^0\,19'\,38{\cdot}6'' \text{ v. od Gr.})$$

		$2^h\,52^m$	$2^h\,57^m$	$3^h\,0^m$
mez jiho-	φ	47° 41·1′	45° 47·3′	44° 38·8′
západní	λ	1 31·5	3 15·5	4 18·5
střed	φ	48 5·1	46 9·9	45 0·6
	λ	2 33·8	4 17·9	5 21·0
mez severo-	φ	48 28·8	46 32·2	45 22·1
východní	λ	3 37·2	5 21·2	6 24·2
šíře v *km*		179	179	178
trvání		$2^m\,14{\cdot}3^s$	$2^m\,12{\cdot}5^s$	$2^m\,11{\cdot}3^s$

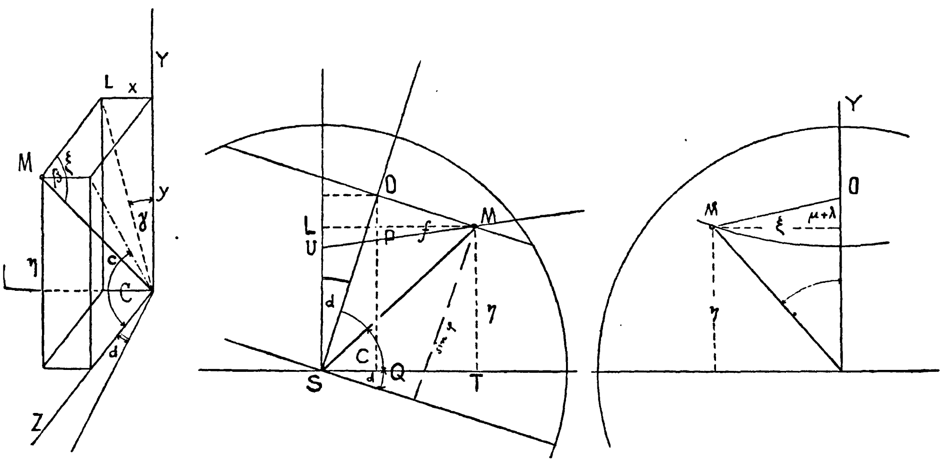
Tato středová křivka počítává se ze vzorců Chauvenetových, jež vznikly patrně z těchto úvah:

Střed zatmění úplného je v místě tenkráte, jestliže polohy středu stínu L na středové průmětně, x a y, se rovnají číselně poloze místa **M** na kulové ploše země, ξ a η; přitom poloměr zemský $= 1$ zkracuje se v pohledu z předu na přímku c, spojující střed **S** s místem **M**. Toto c v nárysu odchyluje se od osy Y o parallaktický úhel γ, ve skutečnosti jako tělesná úhlopříčna svírá při **M** úhel β, takže z toho plynou rovnice

pro nárys $\begin{cases} x = \sin\gamma \sin\beta \\ y = \cos\gamma \sin\beta \end{cases}$ pro stranorys $\begin{matrix} \cos\beta = c \cos C \\ y = c \sin C \end{matrix}$

Zeměpisnou šířku vyjadřuje (ve stranoryse) kolmice s **M** na rovníkovou rovinu spuštěná rovnicí

$$\sin\varphi = c\cos(C + d_1),$$



Obr. 1.

protože pak poloměrem rovnoběžky, na níž **M** leží, je $\cos\varphi$, jest dráha ϑ, již **M** od poledne až do západu vykoná, dle rovnice

$$x = \cos\varphi \,.\, \sin\vartheta$$

nebo

$$c \,.\, \cos(C + d_1) = \cos\varphi \,.\, \cos\vartheta$$

snadno vypočítatelna. Víme-li pak, kdy místo **M** vrcholilo, t. j. víme-li, který poledník o pravých polednách vrcholil nad **M**, víme též pomocí ϑ, který poledník vrcholil, když v místě slunce vycházelo nebo zapadalo, a tím známe i délku místa λ. Obecně:

$$\omega = \mu_1 - \vartheta,$$

kde ω (vlastně w, t. j. west) značí západní délku místa **M** a μ_1 úhel hodinný hlavního poledníku. Poledníky čítáme vesměs od Greenwiche na západ.

Přistoupíme ku přirovnání obou způsobů. Nejprve stůj zde tabulka pro $0^h\,50^m$ a $1^h\,0^m$ dle Besselovy soustavy:

T gr	x	y	$sin\ d_1$	$cos\ d_1$	μ_1
$0^h\,50^m$	$+0{\cdot}46315$	$+0{\cdot}62576$	$9{\cdot}32881$	$9{\cdot}98990$	$11^0\,42{\cdot}2'$
1 0	$+0{\cdot}54766$	$+0{\cdot}58499$	$9{\cdot}32873$		$14^0\,12{\cdot}3'$
změna v 1^m	$+0{\cdot}008451$	$-0{\cdot}004077$			$0^0\,15{\cdot}0'$

Dle toho jest pro $T = 0^h\,55^m$ gr

$$x = 0{\cdot}50541, \quad y = 0{\cdot}60537,$$

kteréžto y však musíme proměniti na y_1, zploštění zeměkoule hovící dle rovnice
$$y_1 = \frac{y}{\varrho_1},$$
kde
$$log\ \varrho_1 = 9{\cdot}99854$$
Pak jest:

$log\ x$	$9{\cdot}70365$		$C =$	$44^0\,44'\,37''$
$log\ y$		$9{\cdot}78202$	$d_1 =$	$12\ \ 18\ \ 34$
$log\ \varrho_1$		$9{\cdot}99854$	$C + d_1 =$	$57\ \ 3\ \ 11$
$log\ y_1$	$9{\cdot}78348$		$log\ sin\ (C + d_1)$	$9{\cdot}92385$
$log\ tang\ \gamma = \frac{x}{y_1}$	$9{\cdot}92017$		$log\ c$	$9{\cdot}93595$
$log\ sin\ \gamma$		$9{\cdot}80592$	$log\ sin\ \varphi_1$	$9{\cdot}85980$
$log\ sin\ \beta = \frac{x}{sin\ \gamma}$	$9{\cdot}89773$		$log\ tang\ \varphi_1$	$0{\cdot}02114$
$log\ cos\ \beta$		$9{\cdot}78736$	$log\ \varrho_1$	$9{\cdot}99854$
$log\ tang\ C = \frac{y_1}{cos\ \beta}$	$9{\cdot}99612$		$log\ tang\ \varphi$	$0{\cdot}02260$
$log\ sin\ C$		$9{\cdot}84753$	φ	$46^0\,29'\,24''$
$log\ cos\ C$		$9{\cdot}85141$	(N. Alm)	$46^0\,31{\cdot}0'$
$log\ c = \frac{y_1}{sin\ C}$	$9{\cdot}93595$			
$log\ c$	$9{\cdot}93595$		ϑ	$47^0\,7'\,24'$
$log\ cos\ (C + d_1)$	$9{\cdot}73548$		μ_1	$12\ \ 57\ \ 12$
$log\ x$	$9{\cdot}70365$		w	$325^0\,49'\,48''$
			t. j. λ východně od Gr.	
$log\ c\ .\ cos\ (C + d_1)$	$9{\cdot}67143$			$34^0\,10{\cdot}2'$
$log\ tang\ \vartheta$	$0{\cdot}03222$		(N. Alm. $+ 34^0\,11{\cdot}7'$)	

Propočítáváme-li některá území podrobněji, volme raději následující způsob: Pro zatmění v místě užíváme jiných rovnic, a to

$$\xi = \varrho \cos \varphi' \sin (\mu_1 + \lambda)$$
$$\eta = \varrho \sin \varphi' \cos d_1 - \varrho \cos \varphi' \sin d_1 \cos (\mu_1 + \lambda).$$

První rovnici lze vyčísti z pohledu z předu, druhou ze stranorysu, kde

$$\eta = OQ - OP,$$

kde

$$OS = \sin \varphi$$

a tedy

$$OQ = \sin \varphi \,.\, \cos d$$

kde $\quad OM = \cos \varphi \cos (\mu + \lambda)$

a tedy $\quad OP = \cos \varphi \,.\, \sin d \,.\, \cos (\mu + \lambda).$

Pro zploštění země a jiné vedlejší příčiny doznávají tyto rovnice změny svrchu uvedené. Abychom bez dalších okolků přešli k počtům, vězme, že logarithmy pro

	$\varrho \cos \varphi'$	$\varrho \sin \varphi'$
50°	9·80894	9·88218
49	9·81778	9·87568
48	9·82632	9·86895
47	9·83457	9·86198
46	9·84253	9·85476
45	9·85022	9·84729
44	9·85764	9·83955

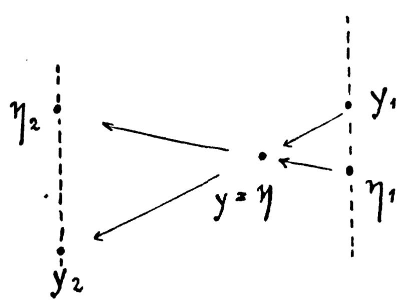
Počet píšeme ve třech sloupcích; vzorec pro ξ je v sloupci prvním, ve druhém je prvá část druhého, ve třetím ostatek. Pohodlí opravy záleží v tom, že druhý sloupec celý, z třetího součet prvního a druhého řádku se nemění v krátkém intervalu 2 neb 3 minut časových.

Řešme úkol, kdy a na které délce přestoupí osa stínu rovnoběžku 45°. Vycházíme z této úvahy:

Stín postupuje šikmo od severozápadu k jihovýchodu, rovnoběžka spíše vodorovně, musí se tedy křižovati. Zvolíme-li dvě sousední minuty, v nichž budou y i η vždy míti totéž $x = \xi$, nastane případ, že dráha stínu $y_1 y_2$ přetne dráhu místa (rovnoběžku) $\eta_1\eta_2$, při čemž do polohy $\eta_1\eta_2$ přicházejí sice nová a nová místa, ale poloha tato je prostorově nepromĕnná, kdežto stín tam bude jen jeden okamžik; proto je pouze důležito ono místo na dráze stínu y_1y_2, kde je $\eta_1\eta_2$ přetíná, neboť tím průsečíkem dán je zároveň díl onoho minutového intervalu, jejž jsme zvolili. (Obr. 2.)

Z předešlého počtu víme, že stín bude na $\varphi = 46{\cdot}5^0$ v $0^h\,55^m$. Volme proto pro přestup přes $\varphi = 45^0$ okamžik pozdější, na př. $0^h\,58^m$ gr. Připravme si početní schema takto

9·85022	9·84729	9·85022
*	9·98990	9·32873
		* *



Obr. 2.

Na místě * schází $log\ sin\ (\mu_1 + \lambda)$, na ** $log\ cos\ (\mu_1 + \lambda)$. Ten neznáme, ale víme, že v prvním sloupci na 3. řádku v součtu má býti $log\ \xi$, jenž se musí dle obrazce rovnati $log\ x$. $Log\ x = 9{\cdot}72490$, protože $x = 0{\cdot}53076$, musí proto na místě * býti 9·87468, a k tomuto sinu náleží cosinus 9·82098. Připočteme-li jej na místě **, objeví se ve sloupci třetím součet 8·99993. Tu pak

$$\eta = \text{I.} - \text{II.} = 0{\cdot}68737 - 0{\cdot}09998 = 0{\cdot}58739.$$

Ale příslušné y jest 0·59315,

tudíž $y > \eta$, a jak z obrazce patrno, volen byl čas *před* shodou y s η. Volme tedy následující $T = 0^h\,59^m$. Počet bude kratší,

9·85022	0·68737	9·17895
*		* *

neboť druhý sloupec je vyčíslen, třetí dopola sečten. Proto hledáme pouze k *log* čísla $x = 0{\cdot}53921$, t. j. k 9·73176 doplněk jako $sin\ (\mu + \lambda)$; je to 9·88154, načež cosinus k tomu náležející t. j. 9·81186 přičteme do třetího sloupce, což dá pak 8·99081, takže

$$\eta = 0{\cdot}68737 - 0{\cdot}09791 = 0{\cdot}58946,$$

kdežto $y = 0{\cdot}58907,$

tedy $y < \eta$ a volen čas *po* shodě. Měříme-li, co η do y scházelo, součtem rozdílů, čili celky vyjádřeno 576 : 615, obdržíme čas, oč musíme prvně zvolenou dobu zvětšiti, t. j. pravá doba shody $\xi = x$, $\eta = y$ jest $0^h\ 58{\cdot}936^m$. Tím dána je také délka λ,

neboť pro	$0^h\ 50^m$ je	μ_1	$11^0\ 42{\cdot}2'$
	$8{\cdot}936^m$		2 14·04
tedy		μ_1	13 56·24

Pro volenou dobu je $x = 0{\cdot}53867$ a dle

9·85022	jest	$^*\mu_1 + \lambda$	$49^0\ 30{\cdot}6$
9·88111*	tedy	λ	$35^0\ 34{\cdot}36'$ v.
9·73133			

Přecházel-li stín	$46{\cdot}5^0$	v $0^h\ 55{\cdot}0^m$
a přejde-li	$45{\cdot}0^0$	v $0^h\ 58{\cdot}936^m$,

připadne na 1^0 asi $2{\cdot}6^m$, takže víme, které minuty máme při volbě rovnoběžek voliti, neboť pro

	45^0	46^0	47^0	48^0	atd.
bude	$0^h\ 58{\cdot}9^m$	. $56{\cdot}3^m$	. $53{\cdot}7^m$	. $51{\cdot}1^m$	atd.

Provedeme nyní výpočet bez výkladu pro $\varphi = 46^0$.

T		$0^h\ 56^m$			$0^h\ 57^m$	
	9·84253	9·85476	9·84253	9·84253	0·69930	9·17129
	9·86823	9·98990	9·32876	9·87532	0·09805	9·82016
	9·71076	9·84466	9·82896		0·60125	
$x = \xi =$	0·51386	0·69930	9·00025	9·71785	0·59722	8·99145

	0·10006	205 : 609 = 0·332,
η	0·59924	9·84253
y	0·60129	9·87068
$\eta < y$	o 205	9·71321

$$
\begin{array}{rll}
 & x \text{ pro} & 0^h\,56{\cdot}332^m \\
 & & 0{\cdot}51667 \\
 & \log & 9{\cdot}71321 \\
\text{a} & \sin \mu_1 + \lambda & 9{\cdot}87068 \\
 & \mu_1 + \lambda = 47^0 & 56{\cdot}6' \\
 & \mu = 13 & 17{\cdot}2 \\
 & \lambda = 34 & 39{\cdot}4 \text{ v.}
\end{array}
$$

Přirovnejme tyto výsledky k výpočtům Naut. Almanacu. Ten udává, že při $T = 0^h\,55^m$ je $\lambda = 34^0\,11{\cdot}7'$, $\varphi = 46^0\,31{\cdot}0'$. Stín vystřídal sousední rovnoběžky za $2{\cdot}604^m$, přechod stal se tedy o $1{\cdot}332^m$ dříve, než přišel na $\varphi = 46^0$. Učiní-li stín celý stupeň za $2{\cdot}604^m$, ujde za $1{\cdot}332^m$ pouze $0{\cdot}5114^0$, t. j. $30{\cdot}68'$. Stín tedy byl v $T = 0^h\,55^m$ na $\varphi = 46^0\,30{\cdot}68'$.

Rozdíl délek na 45^0 a 46^0 činil $54{\cdot}92'$, ten můžeme pouze znásobiti faktorem $\frac{1332}{2604}$ a obdržíme $28{\cdot}1'$, což odečteno od $34^0\,39{\cdot}4$ dá $\lambda = 34^0\,11{\cdot}3'$ v. d.

II. Křivky zatmění při východu a západu slunce.

Při dané šířce φ řídíme se touto úvahou:

Místa M určitých šířek octla se na kraji zemském za stejných ξ a η. Souřadnice ξ je dána zeměp. šířkou φ a hodinným úhlem ϑ, jenž opět roven je dennímu polooblouku, jejž vypočítáme z rovnice

$$\cos\,(180 - \vartheta) = \tan g\, \varphi \,.\, \tan g\, d,$$

pak ξ z

$$\xi = \sin \vartheta \cos \varphi.$$

Na to počítáme η z rovnice

$$\eta = \varrho \sin \varphi' \,.\, \cos d_1 - \varrho \cos \varphi' \,.\, \sin d_1 \,.\, \cos\,(\mu + \lambda)\,;$$

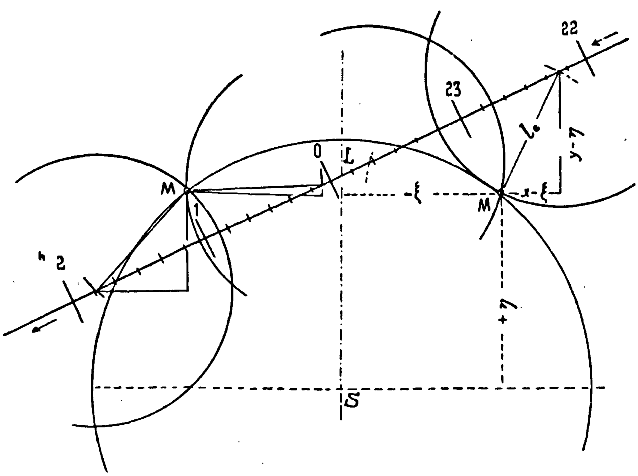
toto neznámé $\mu - \lambda$ vypočteme z rovnice

$$\xi = \varrho \cos \varphi' \,.\, \sin\,(\mu + \lambda)\,^{*}).$$

Tato ξ a η zůstávají nezměněna pro celou dobu zatmění (ovšem jen pro tento počet). Abychom prvním přibližným počtům

*) Forma $(\mu - \lambda)$ nebo $(H - L)$ místo $(\mu + \lambda)$ neb $(H + L)$ uvedeného v obou případech jest nyní nově zaváděna; délky počítají se od hlav. poledníka vždy na *západ*; zde přidržel jsem se způsobu dosavadního.

se vyhnuli, zobrazíme si běh stínu tak, že v půlkruhu o 100 *mm* poloměru naznačíme vodorovným průměrem ekliptiku ♈, kolmým poloměrem uprostřed konjunkční poledník ve $23^h\,55{\cdot}2^m$ gr., nad středem S (slunce) ve výši 85 *mm* L (polohu středu luny v konjunkci), pod L bod A o 24·4 *mm* níže (snížení v deklinaci za hodinu), na kolmici v A vztyčené bod B o 50·7 *mm* v levo (pohyb v AR); spojíme-li L s B a oboustranně prodloužíme, máme stopu středu stínu po zemi. Vědouce, že $BL = n$ je



Obr. 3.

dráha stínu za hodinu, rozdělme je na 6 dílů po 10 min., najděme, kde stín byl v poledne, a rozdělme pak dráhu od 22^h až do 3^h. Pak pomocí ξ a η najděme, kde byly konce x-té rovnoběžky (bod **M**) na obvodě zemském a vezměme pak do kružidla míru poloměru polostínu $l_e = 54$ *mm.* Zabodneme-li při straně východní i západní v **M** a přetneme-li z obou míst v levo i v pravo dráhu stínu, najdeme doby a zároveň i místa, odkud k **M** sahá kraj polostínu, a víme tak, kdy se to stane. Volíme-li za příklad 50. rovnoběžku, vyjde přibližný čas: $22^h\,12^m$, $23^h\,44^m$, $0^h\,5^m$ a $1^h\,51^m$. Doby tyto uvedeny na čas pravý $(E = +\,3{\cdot}2^m)$ dají v úhlové míře

$$\mu_1 = 332^0\,11{\cdot}6' \quad 355^0\,11{\cdot}9' \quad 0^0\,27{\cdot}0' \quad 26^0\,57{\cdot}5'.$$

Denní poloobloukna 50° při deklinaci 12° 19·5′ činí dle

log tang d	9·33943	
log tang φ	0·07619	$\vartheta = 105^\circ\ 5'\ 34''$,
log cos $(180^\circ - \vartheta)$	$9{\cdot}41562_n$	

takže délky jsou:

77° 17·2′ z. d. 100° 17·5′ z. d. 104° 38·6′ v. d. 78° 8·1′ v. d.,

t. j. místa **M** mají tuto zeměp. délku, je-li doba T správně volena. Velkou přibližnost tohoto odhadu a správnost methody dotvrdíme počtem takto:

$\varphi = 50^\circ$	ξ		η		
log sin ϑ	9·98475	*log* ξ	9·79369		
log ϱ *cos* φ'	9·80894	*log* ϱ *cos* φ'	9·80894		
log ξ	9·79369	*log cos* $(\mu_1 + \lambda)$	9·98475		
ξ $\mp$	0·62186				
		log ϱ *cos* φ'	9·80894	I.	0·74585
log ϱ *sin* φ'	9·88218	*log sin* d_1	9·32896	II.	— 0·03577
log cos d_1	9·98989	*log cos* $(\mu_1 + \lambda)$	$9{\cdot}41566_n$	η	0·78162
log I.	9·87207	*log* II.	$8{\cdot}55356_n$		

Po zjištění ξ a η najdeme x a y pro $22^h\ 12^m$ *):

$x = -\ 0{\cdot}87235$, z toho $x - \xi = -\ 0{\cdot}25049$ $l_e = 0{\cdot}54036$

$y = +\ 1{\cdot}26914$, $y - \eta = +\ 0{\cdot}48752$ $log\ l_e = 9{\cdot}73268$

$log\ x - \xi = m \sin M$	$9{\cdot}39879_n$	
$log\ y - \eta = m \cos M$	9·68799	
tang M	$9{\cdot}71080_n$	$log\ m > log\ l_e$,
sin M	9·66018	
log m	9·73861	

volen čas před stykem kraje stínu s **M**.

*) Potřebné elementy

T	x	y	$\sin d_1$	$\cos d_1$	μ_1	l_e
$22^h\ 10^m$	— 0·88925	+ 1·27727	9·33004	9·98983	331° 41·6′	+ 0·54036
23 40	— 0·12852	0·91099	9·32935	9·98987	354° 11·9′	0·54026
0 0	+ 0·04054	0·82953	9·32920	9·98988	359° 12·2′	0·54023
1 50	+ 0·97019	+ 0·38103	9·32834	9·98992	26° 42·5′	+ 0·54002
změny v 1^m	+ 0·00845	— 0·00407			15·0′	
	408					

Proto obnovíme počet pro $22^h\,13^m$, ale protože ξ a η zůstávají tytéž, volíme jen $x-\xi$ a $y-\eta$ změněné o minutovou změnu x' a y', tedy zde

$x-\xi = -0{\cdot}25049 + 0{\cdot}00845 = -0{\cdot}24204,$ *log* $9{\cdot}38389_n$
$y-\eta = +0{\cdot}48752 - 0{\cdot}00407 = +0{\cdot}48345,$ *log* $9{\cdot}68436$
$9{\cdot}69953$
$9{\cdot}65096$
log m $9{\cdot}73293$

Změna *log m* v minutě činí v posledních místech 568; měří-li se, co se nedostává od 268 do 293, totiž 25, touto změnou, obdržíme 0·044, což značí, že styk **M** s polostínem nastane ve $22^h\,13{\cdot}044^m$. V tu dobu je $\mu_1 = 331^0\,41{\cdot}6'$

a ve	$3{\cdot}044^m$	$45{\cdot}66'$, celkem	$332^0\,27{\cdot}26'$
s denním poloobloukem			$-105^0\;5{\cdot}57'$
činí		$\omega = \mu - \vartheta =$	$77^0\,33{\cdot}83'$ z. d.

Pro druhý okamžik provedeme počet onen již bez poznámek.

T	$23^h\,4^m$		$23^h\,5^m$
$x =$	$-0{\cdot}09472,$	$x-\xi = +0{\cdot}52714$	$+0{\cdot}53559$
$y =$	$+0{\cdot}89471,$	$y-\eta = +0{\cdot}11309$	$+0{\cdot}10902$
$l_e =$	$0{\cdot}54025$	$9{\cdot}72193$	$9{\cdot}72883$
$log\; l_e =$	$9{\cdot}73259$	$9{\cdot}05349$	$9{\cdot}03751$
		$0{\cdot}66844$	$0{\cdot}68132$
		$9{\cdot}99022$	$9{\cdot}99119$
		$9{\cdot}73171$	$9{\cdot}73764$

$$\begin{array}{l} 9{\cdot}73171 - 9{\cdot}73259 = 88 \\ 9{\cdot}73764 - 9{\cdot}73171 = 593 \end{array} \quad \frac{88}{593} = 0{\cdot}148$$

Doba styku $23^h\,4{\cdot}148^m$

$$\mu_1 = 355^0\,14{\cdot}12'$$
$$\vartheta = -105\;\;5{\cdot}57$$
$$\omega = 100^0\,19{\cdot}69', \text{ čili } \lambda = 100^0\,19{\cdot}7' \text{ z. d.}$$

V místě *prvním* zatmění při východu slunce *počíná*, ve *druhém končí*; podobně řešíme i na straně levé (východní). Výhoda tohoto způsobu jeví se také tím, že vystopujeme tak nejen křivky západu a východu, ale i křivku středu či maxima, což se jinak musí zvláště počítati (maximum curve). Zde víme, že střed byl

na $\varphi = 50^0\,0{\cdot}0'$ $\left\{\begin{array}{llll} \text{mezi} & 100^0\,19{\cdot}69' \text{ z. d.} & \text{o} & 23^h\;4{\cdot}148^m \\ \text{a} & 77^0\,33{\cdot}83' \;„ & „ & 22^h\,13{\cdot}044^m\text{, tedy} \\ \text{na} & 88^0\,56{\cdot}76' \;„ & \text{ve} & 22^h\,38{\cdot}596^m. \end{array}\right.$

III. Isochrony.

Chceme-li pořiditi mapu isochron pro území menšího rozsahu, na př. pro země české, volíme opět způsob vyložený v odd. I Zjistíme (počtem nebo rysem) dobu pro některé místo, kdy zatmění počíná (nebo končí), na určité rovnoběžce, na př. že na 50° je kraj polostínu ve $23^h\ 15^m$ někde blízko $\lambda = +13°$. Tu pamatujme, že počítati musíme i s tou okolností, že povýšením místa nad střední průmětnu prodlužuje se l_i, ale zkracuje se poloměr l_e právě vlivem hodnoty ζ. Rovnice

$$\zeta = \varrho \sin \varphi' \sin d_1 + \varrho \,.\, \cos \varphi' \,.\, \cos d_1 \,.\, \cos(\mu_1 + \lambda)$$

dle obrazce (stranorys), kde

$$\zeta = ST = SQ + QT = LP + PM$$

$$SQ = \sin d_1 \,.\, \varrho \sin \varphi', \qquad QT = \cos d_1 \,.\, \varrho \cos \varphi' \,.\, \cos(\mu_1 + \lambda);$$

vliv pak zkrácení poloměru ukazuje LU jako ζ . tangenta úhlu f_e. Zkrácení samo vyjadřujeme rovnicí

$$= l_e - \zeta \; tang\, f_e, \text{ kde } l_e \text{ i } tang\, f_e \text{ jsou positivní.}$$

Pro $T = 23^h\ 15^m$ gr. jest $\mu_1 = 347°\ 56{\cdot}8'$, $x = -\ 0{\cdot}33985$,

$$y = 1{\cdot}01278,\ \log \sin d_1 = 9{\cdot}32954,\ \log \cos d_1 = 9{\cdot}98986,$$
$$l_e = 0{\cdot}54029,\ \log tang\, f_e = 7{\cdot}66487.$$

Volíme $\mu_1 + \lambda$ as o 13° na východ od μ_1, tedy $(\mu_1 + \lambda) = 1°\ 0{\cdot}0'$ a propočítáme toto schema:

$\log \varrho \cos \varphi'$	9·80894	$x - \xi$
$\log \sin(\mu + \lambda)$	8·24186	
$\log \xi$	8·05080	
ξ	+ 0·01124	
x	— 0·33985	
$x - \xi$	— 0·35109	
$\log \varrho \sin \varphi'$	9·88218	$y - \eta$
$\log \cos d_1$	9·98986	
$\log$ I.	9·87204	
I.	0·74480	

$\log \varrho \sin \varphi'$	9·88218	ζ
$\log \sin d_1$	9·32954	
$\log$ III.	9·21172	
III.	0·16283	
$\log \varrho \cos \varphi'$	9·80894	
$\log \cos d_1$	9·98986	
$\log \cos(\mu + \lambda)$	9·99993	
$\log$ IV.	9·79873	
IV.	0·62911	
$\xi = \mathrm{III} + \mathrm{IV}$	0·79194	

$log\ \varrho\ sin\ \varphi'$	9·80894	$log\ \zeta$	9·89869
$log\ sin\ d_1$	9·32954	$log\ tang\ f_e$	7·66487
$log\ cos\ (\mu_1 + \lambda)$	9·99993	$log\ (\zeta\ tang\ f_e)$	7·56356
log II.	9·13841	num	0·00366
II.	0·13754	l_e	0·54029
$\eta =$ I — II	$+$ 0·60726	L_e	0·53663
y	$+$ 1·01278	$log\ L_e$	9·72967
$y - \eta$	$+$ 0·40552		

Vzdálenost m středu L od místa **M**:

$$log\ x - \xi = m\ sin\ M \quad 9{\cdot}54542_n$$
$$log\ y - \eta = m\ cos\ M \quad 9{\cdot}60801$$
$$tang\ M \quad 9{\cdot}93741_n$$
$$sin\ M \quad 9{\cdot}81594$$
$$log\ m \quad 9{\cdot}72948$$

$m < L_e$ nepatrně, je třeba zvětšiti $\mu + \lambda$ s $1^0\,0{\cdot}0'$ na $1^0\,1{\cdot}7'$, aby se $m = L_e$; i můžeme říci: Obrys polostínu seče 50. rovnoběžku v T. gr. $= 23^h\ 15{\cdot}0^m$ na $361^0\ 1{\cdot}7' - 347^0\ 56{\cdot}8' =$ na $13^0\ 4{\cdot}9'$ v. d.

Protože v krátké době několika minut poloměr polostínu valně se nemění, je možno na př., volíme-li nový čas $T = 23^h\ 20^m$ gr., upustiti od nového počtu, jen třeba změniti první sloupec, a to v 1. odstavci $log\ sin\ (\mu + \lambda)$,
ve 3. a 5 „ $log\ cos\ (\mu + \lambda)$
a propočísti to, co se změnou souvisí; zkrácený první sloupec zní pak pro $\mu + \lambda = 8^0\,0{\cdot}0'$ takto:

	9·80894	I. 0·74480	9·13844
	9·14356	II. 0·13620	9·99575
	8·95250	η 0·60860	9·13419
	ξ 0·08964	y 0·99243	
	x — 0·29758	$y - \eta$ 0·38383	
$x - \xi$ — 0·38722			
	$log\ L_e$ polostínu		9·72968

pro	$T = 23^h\ 20^m$	21^m
	$9{\cdot}58796_n$	$9{\cdot}57838_n$
	9·58414	9·57955
	$0{\cdot}00382_n$	$9{\cdot}99883_n$
	9·85139	9·84890
	9·73657	9·72948

$$\underbrace{9{\cdot}73657 \qquad 9{\cdot}72948}_{log\ m}$$

Je viděti, že při zvoleném úhlu jest čas $23^h\,20^m$ ještě brzký, protože místo **M** je od středu stínu dál ($m > L_e$) než na poloměr jeho. Volme tudíž minutu pozdější, při čemž úhel $\mu + \lambda$ se nemění, ale oba jeho sčítance nabývají jiných hodnot; rovněž $x - \xi$ a $y - \eta$ změňme jen o změnu minutovou x' a y' ($x' = 0{\cdot}00845$, $y' = -0{\cdot}00407$). Pak jest $x - \xi = -0{\cdot}37877$, $y - \eta = +0{\cdot}37980$ a výsledek jeho, jak nahoře v posledním sloupci je uvedeno, jest $m < L_e$. Pouhé měření rozdílu 691 minutovou differencí obou $m = 711$ dá $0{\cdot}972^m$, což značí, že

v T. gr. $= 23^h\,20{\cdot}972^m$ při $x - \xi = -0{\cdot}37901$,

$y - \eta = 0{\cdot}37992$ a $\mu_1 = 349^0\,26{\cdot}38'$

jest a dle toho

$log\ m\ sin\ M =$	$9{\cdot}57865_n$	při $\mu_1 + \lambda$	$368^0\ 0{\cdot}0'$
$log\ m\ cos\ M$	$9{\cdot}57969$	a μ_1	$349\ 26{\cdot}38$
$tang\ M$	$9{\cdot}99896_n$	jest délka místa **M**	$+ 18^0\,33{\cdot}62'$ v.
$sin\ M$	$9{\cdot}84897$		
$log\ m$	$9{\cdot}72968$		

Interpolací z poloh podobně nalezených vyhledány byly pro Čechy, Moravu a Slezsko na 21. srpen 1914 tyto meze polostínu:

Pro začátek:

	49^0	50^0	51^0
$23^h\,14^m$ gr. λ	$+ 10^0\,40{\cdot}0'$	$+ 12^0\ 9{\cdot}9'$	$+ 13^0\,34{\cdot}6'$
15	11 34·9	13 4·9	14 30·0
16	12 29·7	13 59·9	15 25·5
17	13 24·6	14 55·0	16 20·7
18	14 19·4	15 50·0	17 16·0
19	15 14·3	16 45·1	18 11·4
20	16 9·1	17 40·1	19 6·8
21	17 4·0	18 35·1	20 2·1
22	+ 17 58·8	19 30·2	20 57·5

Pro konec:

$1^h\,38^m$ gr.	$+ 9^0\,53{\cdot}3'$	$11^0\,13{\cdot}3'$	$13^0\ 0{\cdot}9'$
39	10 53·4	12 20·2	14 9·7
40	11 53·4	13 27·0	15 18·6
41	12 53·5	14 33·9	16 27·4
42	13 53·5	15 40·7	17 36·3
43	14 53·6	16 47·6	18 45·1
54	15 53·6	17 54·4	19 54·0
45	16 53·7	19 1·3	21 2·8
46	17 53·7	20 8·1	22 11·7

Tedy šesti celkem prostými výpočty pořídíme celou mapu zatmění, a že jest dosti správna – nikoli na minutu, ale na desetiny minuty —, přesvědčí nás přesný počet pro Prahu. Spojíme-li udané zde délky v souhlasných dobách na mapě; obdržíme mřížoví, v němž Praha leží pro začátek na $23^h\,16{\cdot}3^m$, pro konec na $1^h\,40{\cdot}8^m$. Přesné doby jsou (pro astronom. ústav české university $\varphi = 50^0\,4{\cdot}7'$, $\lambda = 14''\,23{\cdot}6'$)

pro začátek $23^h\,16{\cdot}298^m$ pro konec $1^h\,40{\cdot}825^m$ *)
neboť

9·80823	$\varrho\,.\,cos\,\varphi'$	9·80823
8·66742	$sin\,(\mu_1 + \lambda)$	9·79705
8·47565		9·60528
+ 0·02990	ξ	+ 0·40297
— 0·32888	x	+ 0·89266
— 0·35878	$x - \xi$	+ 0·48969
9·88265	$\varrho\,sin\,\varphi'$	9·88265
9·98986	$sin\,d_1$	9·98991
9·87251		9·87256
0·74560	I.	0·74570
9·80823	$\varrho\,cos\,\varphi'$	9·80823
9·32953	$cos\,d_1$	9·32842
9·99953	$cos\,(\mu_1 + \lambda)$	9·89169
9·13729		9·02834
0·13718	II.	0·10674
+ 0·60842	η	+ 0·63896
+ 1·00752	y	+ 0·41846
+ 0·39910	$y - \eta$	— 0·22050
$9{\cdot}55483_n$	$m\,sin\,M$	9·68992
9·60108	$m\,cos\,M$	$9{\cdot}34341_n$
$9{\cdot}95375_n$	$tang\,M$	$0{\cdot}34651_n$
9·82513	$sin\,M$	9·95991
9·72970	m	9·73001
9·72968	L_e	9·72999

*) Většina pražských kalendářů udává letos $0^h\,6^m$ a $2^h\,31^m$ místo $0^h\,16{\cdot}3^m$ a $2^h\,40{\cdot}8^m$.

Výpočet pro L_e je možno z logarithmů zde užitých sestrojiti, víme-li, že

$l_e = 0·54029$ 0·54004

Astronomická zpráva na září, říjen, listopad a prosinec 1914.

Veškerá časová udání vztahují se na meridián a čas středoevropský.

Slunce přejde v září ze souhvězdí Lva do souhvězdí Panny, prochází jím v říjnu, projde v listopadu souhvězdím Vah do souhvězdí Štíra a odtud v prosinci do souhvězdí Střelce.

Datum	Z	V	δ	Rovnice času
1914. IX. 1.	$6^h 43^m$	$17^h 18^m$	+ 8° 31′	+ $0^m 10^s$
6.	6 34	17 24	+ 6 41	— 1 27
11.	6 22	17 32	+ 4 48	— 3 10
16.	6 11	17 40	+ 2 53	— 4 55
21.	6 00	17 47	+ 0 57	— 6 41
26.	5 49	17 54	— 1 00	— 8 25
X. 1.	5 39	18 02	— 2 57	— 10 05
6.	5 29	18 08	— 4 53	— 11 39
11.	5 17	18 17	— 6 48	— 13 02
16.	5 07	18 25	— 8 40	— 14 14
21.	4 57	18 33	— 10 29	— 15 11
26.	4 48	18 41	— 12 15	— 15 53
31.	4 39	18 50	— 13 55	— 16 16
XI. 1.	4 37	18 52	— 14 15	— 16 19
6.	4 29	19 00	— 15 49	— 16 19
11.	4 20	19 09	— 17 16	— 15 58
16.	4 14	19 17	— 18 36	— 15 16
21.	4 08	19 25	— 19 48	— 14 12
26.	4 04	19 32	— 20 50	— 12 49