

Rozšířené Cassiniovo zobrazení a jeho aplikace pro elementární výuku astronomie

Ivan Šolc, ÚFP AV ČR, odd. optické diagnostiky Turnov
 Jiří Kordulák, Hvězdárna v Úpici, U Lipek 160, 542 32 Úpice,
 kordulak@obsupice.cz

Ekliptikální pás oblohy se obvykle zobrazuje válcovou projekcí. Nebeská tělesa jsou tedy zakreslena do pravoúhlé sítě, kde na osu x se vynášejí rektascenze α , na osu y deklinace δ . Přitom musí být obě stupnice ve stejném měřítku, tedy např. 1 hodině v rektascenzi odpovídá stejně dlouhý dílek, jako je v δ 15°. Taková mapa je v praxi použitelná v celém rozsahu rektascenzí, tedy 0^h až 24^h. Osa x představuje rovník. Se vzrůstající deklinací (ať kladnou, či zápornou) se postupně zvětšuje zkreslení konfigurací souhvězdí, ale nejméně do $\delta = 70^\circ$ je pro většinu úvah téměř zanedbatelné. Nic nám ale nebrání rozšířit zobrazení až do deklinací $\pm 90^\circ$ tímž postihneme zobrazení celé hvězdné oblohy. I když jsou polární oblasti hodně zkreslené, příslušné zobrazovací vztahy platí i tam. (Zobrazení koule do lineárních pravoúhlých souřadnic $\alpha - \delta$ se jmenuje zobrazení Cassiniovo - Soldnerovo. Popsal je však už Marinus z Tyru roku 100 po Kristu, ale vždy jen v rozsahu deklinace do $\pm 40^\circ$.)

Hned je tu jedna zajímavost: Kdyby naše Polárka byla přesně na pólu, pak by jí odpovídala libovolná rektascenze. Zobrazila by se tedy taková hvězda vodorovnou přímkou ve vzdálenosti $\delta = +90^\circ$. Naše současná Polárka však svou rektascenzi má, není přesně na pólu. Zobrazí se tedy bodem, který se vzhledem k průběžným změnám rektascenze v plynoucím čase dost rychle pohybuje. (Tím se mění v čase i konfigurace souhvězdí Malé medvědice, které je blízko pólu.)

Vraťme se však k naší celé mapě. Nejdříve si připomeneme známou otočnou mapu souhvězdí, která má v pevné části oválný výřez - viditelnou část oblohy. Nabízí se otázka, jak je vymezena viditelná část oblohy na mapě v projekci válcové. Jak se tam zobrazí obzor? Zkuste tu otázku položit svým kamarádům, astronomům amatérům. Patrně většina z nich zaváhá. A tak se do toho pusťme sami. Nejdříve početně. Sestavíme si tabulky, jak souvisí rektascenze obzoru α s deklinací δ při dané zeměpisné šířce φ . Ze sférické trigonometrie se snadno odvodí rovnice pro poloviční denní oblouk t hvězdy:

$$\cos t = -\operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta \quad (1)$$

Poloviční rozsah rektascenzí α souvisí s t jednoduchým vztahem:

$$\alpha = t^\circ / 15 \quad (2)$$

Numerické řešení zvládneme na kalkulačce, ale komu by se nechtělo počítat, může sáhnout k rychlému grafickému řešení pomocí Vulfovy sítě.

- Teď uveďme alespoň hrubá čísla, počítaná z rovnic (1) a (2) pro $\varphi = 50^\circ$:

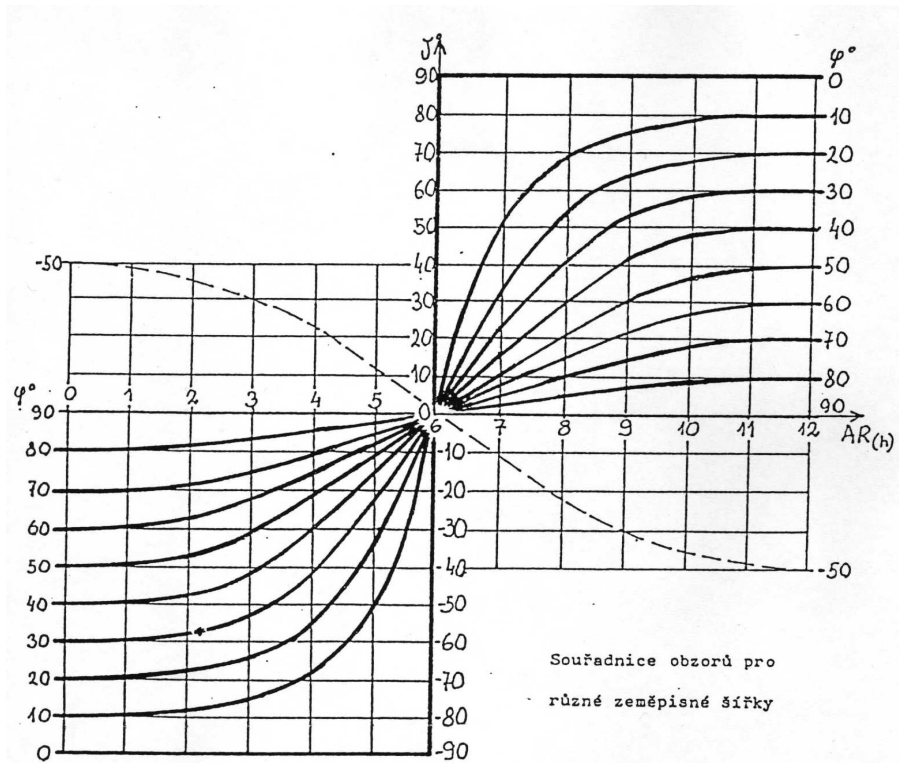
Deklinace ($^\circ$)	Rektascenze (h)
-40	0
-30	3,102
-20	4,286
-10	5,191
0	6
10	6,809
20	7,714
30	8,898
40	12
>40	Hvězdy nezapadají

Tabulka 1. Souřadnice obrysu obzoru pro $\varphi = 50^\circ$.

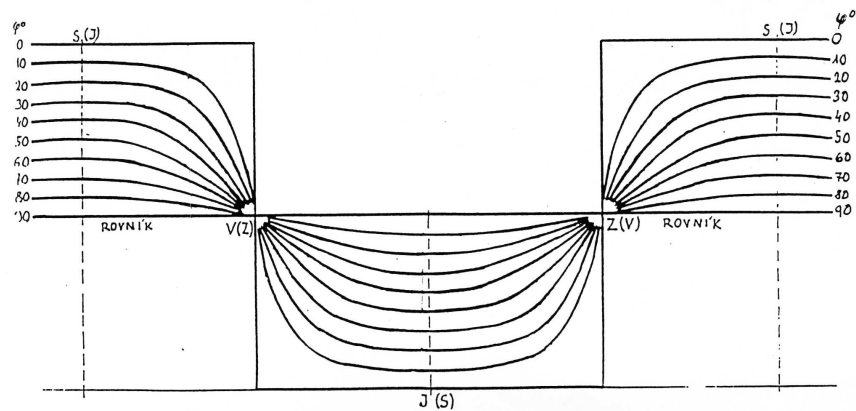
Tyto souřadnice platí zcela obecně, nezávisle na použité projekci. Pro různé zeměpisné šířky φ jsme souřadnice obzorů sestavili do přibližného grafu (obr.1) - Když podle toho zakreslíme obrys obzoru do naší válcové sítě, asi nás výsledek trochu překvapí. Tento obrys překreslíme na zvláštní (silnější) papír a viditelnou část vystříháme. Pak přiložíme obzorovou příložku na mapu tak, aby rovník na ní souhlasil s rovníkem na mapce. Obzorová příložka stojí na stejném místě, mapka se pod ní posouvá zleva doprava. Od levého obzoru tedy hvězdy vycházejí, za pravým zapadají.

Aby byla tato naše pomůcka operativní, prodloužíme opakovaně pokračování mapky dvaapůlkrát. Potom můžeme řadu úloh řešit ve dvou pozicích pro kontrolu. (Minimální použitelné prodloužení je asi na rozsah rektascenzí 24^h + 12^h). Nesnažme se však tuto pomůcku zbytečně zmenšovat, ztrácí se tím přehlednost.

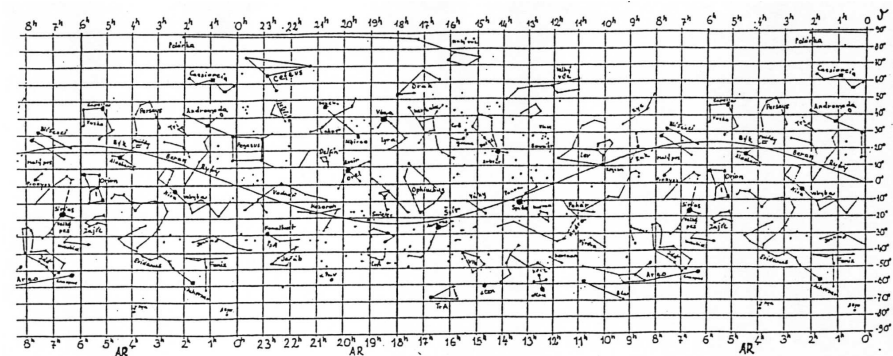
Popišme si situaci na jižní polokouli. Postačí totiž mapku otočit vzhůru nohama a přepsat světové strany. Místo S bude J, místo J bude S, místo V bude Z a místo Z bude V. Tím je Cassiniova mapka připravena pro studium oblohy na jižní polokouli. Ale pozor: V severním segmentu místního poledníku je rektascenze opět rovna hvězdnému času, podobně, jako to bylo na severní polokouli při pohledu na jih. A dále: hodnota rektascenze na jižní polokouli se liší od normálního údaje (odvozeného na severní polokouli) právě o 12^h. Protože čas roste, musí průběžně růst i hodnota rektascenze v poledníku. Proto na jižní polokouli se musí mapka posouvat zprava doleva.



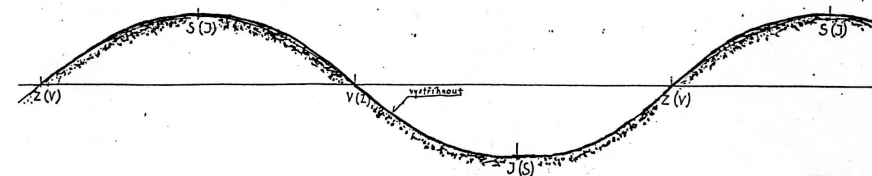
Obrázek 1 a



Obrázek 1 b



Obrázek 2. Cassiovia mapka celé hvězdné oblohy.



Obrázek 3. Obzorový obrys pro $\varphi = 50^\circ$ k mapce na obr. 2. Mapka ovšem obsahuje jen hlavní pole oblohy, pro praktické použití by bylo nutné ji prodloužit na obě strany (viz text).

Tato skutečnost často překvapí i zkušenější hvězdáře, proto si to ještě důkladněji objasníme. Na obr. 1 jsou zhruba nakreslené obzorové obrysy pro různé zeměpisné šířky φ po 10° . Povšimněme si teď obrysu pro rovník ($\varphi = 0^\circ$). Tam je to jakási přímková pravoúhlá propust, protože na rovníku hvězdy vycházejí kolmo k obzoru po rovnoběžkách, rovník prochází nadhlavníkem. Teď jsem se dívali směrem k jihu, kde je obloha na výrazná souhvězdí chudší. Hvězdy vycházejí po levé ruce a zapadají po pravé. - Nyní se ale stejným právem můžeme otočit k severu. Polárka je kdesi na obzoru, mapku i obzorový obrys jsme už dávno správně otočili. A už je to jasné: Hvězdy vycházejí po pravé ruce a zapadají po levé, a to je celé to kouzlo. Čím dále postupujeme od rovníku na jih, tím už je přirozenější, že sever a jih si své úlohy pro poziční astronomii vyměnily.

Pro většinu úloh potřebujeme znát hvězdný čas. Je to základní veličina pro určení rektascenzí a hodinových úhlů. Pro méně zkušené proto zopakujeme o hvězdném času pár údajů. (Protože nám ale nejde o vysokou astronomickou přesnost, budeme trochu velkorysí.) - Nejdříve si uvědomíme, jaký je střední místní čas. Čas, kterým se řídí naše hodiny se odvozuje od času pásmového. Ten se v průběhu poledníků mění skokem vždy po 1 hodině, což odpovídá rozdílu zeměpisné délky o 15° . Místní čas se mění spojitě, což je nutné respektovat při podrobnějších úvahách. (Pravý čas sluneční ovšem ještě komplikuje časová

rovnice, která respektuje nestejnou úhlovou rychlost obíhání Země kolem Slunce, protože její dráha není přesně kruhová.) Hvězdný čas odvozujeme od místního středního poledne - viz tab. 2.

1. příklad: Dohodou se vychází od Greenwiche. Postoupíme-li o 15° na východ, posunou se hodiny nařazené v Greenwichi přesně o 1 hodinu dopředu. Šumperk je ale téměř přesně na zeměpisné délce 17°, což je zase o 2° víc. Protože na 1° připadá časový rozdíl 4 minuty, je tam místní střední čas o 8 minut pokročilejší proti středoevropskému času.

Hvězdný čas máme pro rychlou potřebu sestavený v tabulce. Běží rychleji než čas občanský, protože se řídí otáčením nebeské sféry. Rozdíl je 1 den za rok, což vzniká právě obíháním Země kolem Slunce. Tabulka hvězdného času ukazuje hvězdný čas ve střední místní poledne. Od tabulkového poledního hvězdného času můžeme snadno odvodit čas v libovolném okamžiku. (Pro méně přesné výpočty často zanedbáváme onen čtyřminutový posuv hvězdného času za 1 den.) Viz tabulka 2.

Den v měsíci	Ledec		Únor		Březen		Duben		Květen		Červen		Červenec		Srpen		Září		Říjen		Listopad		Prosinec		Den v měsíci
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	
1	18	45	20	47	22	38	0	40	2	38	4	41	6	39	8	41	10	43	12	42	14	44	16	42	1
2	18	49	20	51	22	42	0	44	2	42	4	44	6	43	8	45	10	47	12	45	14	48	16	46	2
3	18	53	20	55	22	46	0	48	2	46	4	48	6	47	8	49	10	51	12	49	14	52	16	50	3
4	18	57	20	59	22	50	0	52	2	50	4	52	6	51	8	53	10	55	12	53	14	56	16	54	4
5	19	1	21	3	22	54	0	56	2	54	4	56	6	55	8	57	10	59	12	57	15	0	16	58	5
6	19	5	21	7	22	58	1	0	2	58	5	0	6	59	9	1	11	3	13	1	15	3	17	2	6
7	19	9	21	11	23	1	1	4	3	2	5	4	7	2	9	5	11	7	13	5	15	7	17	6	7
8	19	13	21	15	23	5	1	8	3	6	5	8	7	6	9	11	11	13	9	15	11	17	10	8	8
9	19	17	21	19	23	9	1	12	3	10	5	12	7	10	9	13	11	15	13	13	15	17	14	9	9
10	19	21	21	23	23	13	1	16	3	14	5	16	7	14	9	17	11	19	13	17	15	19	17	18	10
11	19	25	21	27	23	17	1	19	3	18	5	20	7	18	9	20	11	23	13	21	15	23	17	21	11
12	19	29	21	31	23	21	1	23	3	22	5	24	7	22	9	24	11	27	13	25	15	27	17	25	12
13	19	33	21	35	23	25	1	27	3	26	5	28	7	26	9	28	11	31	13	29	15	31	17	29	13
14	19	36	21	39	23	29	1	31	3	30	5	32	7	30	9	32	11	35	13	33	15	35	17	33	14
15	19	40	21	43	23	33	1	35	3	34	5	36	7	34	9	36	11	38	13	37	15	39	17	37	15
16	19	44	21	47	23	37	1	39	3	37	5	40	7	38	9	40	11	42	13	41	15	43	17	41	16
17	19	48	21	51	23	41	1	43	3	41	5	44	7	42	9	44	11	46	13	45	15	47	17	45	17
18	19	52	21	54	23	45	1	47	3	45	5	48	7	46	9	48	11	50	13	49	15	51	17	49	18
19	19	56	21	58	23	49	1	51	3	49	5	52	7	50	9	52	11	54	13	52	15	53	17	53	19
20	20	0	22	2	23	53	1	55	3	53	5	56	7	54	9	56	11	58	13	56	15	59	17	57	20
21	20	4	22	6	23	57	1	59	3	57	5	59	7	58	10	0	12	2	14	0	16	3	18	1	21
22	20	8	22	10	0	1	2	0	4	1	6	3	6	2	10	4	12	6	14	4	16	7	18	5	22
23	20	12	22	14	0	5	2	4	1	7	4	5	6	7	6	10	8	12	10	8	16	10	18	9	23
24	20	16	22	18	0	8	2	11	4	9	6	11	8	9	10	12	12	14	14	12	16	14	18	13	24
25	20	20	22	22	0	12	2	15	4	13	6	15	8	13	10	16	12	18	14	16	16	18	18	17	25
26	20	24	22	26	0	16	2	19	4	17	6	19	8	17	10	20	12	22	14	20	16	22	18	21	26
27	20	28	22	30	0	20	2	23	4	21	6	23	8	21	10	24	12	26	14	24	16	26	18	25	27
28	20	32	22	34	0	24	2	27	4	25	6	27	8	25	10	27	12	30	14	28	16	30	18	28	28
29	20	36	22	38	0	28	2	31	4	29	6	31	8	29	10	31	12	34	14	32	16	34	18	32	29
30	20	40	22	42	0	32	2	35	4	33	6	35	8	33	10	35	12	38	14	36	16	38	18	36	30
31	20	43	22	45	0	36	2	37	4	37	6	37	8	37	10	39	12	40	14	40	16	40	18	40	31

Tabulka 2. Hvězdný čas ve střední poledne.

2. příklad: V Turnově ukazují 2. prosince hodiny 21 h 15 min. (Turnov je poněkud východně od 15° v.d., ale tuto malou změnu zanedbáme.) Kolik je v ten okamžik hvězdného času? - Podle tabulky 2 je v 2.12. v poledne 16 h 46 min hvězdného času. Ale od občanského poledne už uplynulo 21 h 15 min - 12 h = 9 h 15 min. Tento údaj tedy přičteme k polednímu hvězdnému času: 16 h 46 min + 9 h 15 min = 26 h 01 min. Protože vyšlo víc než 24 hodin, tak 24 hodin odečteme. Vyjde nám 2 h 01 min hvězdného času.

Vraťme se k naší mapce. Platí závazná definiční poučka: **Hvězdný čas se rovná rektascenzi hvězd, které procházejí jižním segmentem místního poledníku.** Čili rektascenze hvězd, které jsou právě na jihu je stejná, jako hvězdný čas. - Proto nastavíme obrys obzoru tak, aby jižní směr byl v žádané pozici, např. rektascenze = 1^h 50^m. Zkusme tak naši pomůcku postavit. Na severovýchodě vychází Lev, vrcholí Beran, k západu se blíží Vodnář, Kozoroh mizí za obzorem na jihozápadě.

Poznámka: Kdyby byla dráha Slunce kruhová, pak by tabulka hvězdného času přímo udávala rektascenzi Slunce. Jak jsme ale právě vyložili, eliptická dráha to trochu komplikuje, čímž vzniká časová rovnice. Tento jev vyjadřují souřadnice Slunce, jak jsou uvedeny v tabulce 3.

3. Nyní se ptáme, kdy zapadá Slunce 3.12. Z tabulky slunečních souřadnic určíme na ten den rektascenzi = 16 h 38 min. Tento bod tedy vyneseme na naši mapku, na ekliptiku. Je zřejmé, že Slunce je právě v konjunkci s hvězdou Antares ve Štíru. Přiložíme obrys a posouváme mapku až k západu Slunce. Pak ještě kousek přidáme s ohledem na astronomickou refrakci. Na stupnici pro rektascenzi odečteme odpovídající hvězdný čas - je to 20 h 45 min. Odečteme-li polední hvězdný čas (16 h 50 min - viz tab. pro HČ), vyjde čas západu 3 h 55 min + 12 h = 15 h 55 min. - (Ročenka udává pro tuto situaci čas 16 h 00 min.)

4. Jeden můj dobrý přítel astronom říkával, že rád pozoruje jasnou hvězdu Fomalhaut v Jižní rybě. Že si při tom vybavuje pouštní kočovníky, nomády i karavany, protože při noční cestě, kdy úpal polevil, tuto hvězdu sledovali a snad se i ucházeli i o její ochranu. Zjistíme, kdy i od nás můžeme za večera Fomalhauta sledovat. Přiložíme obrys obzoru tak, aby byl Fomalhaut na jihu, čili nejvýše nad obzorem. Hvězdný čas v tu chvíli odpovídá jeho rektascenzi, čili je přibližně 23 h hvězdného času.

Dne	AR	δ	Dne	AR	δ
1. ledna	18h 46·2m	- 23 ^o 1·6'	6. červce	7h 0·3m	+ 23 ^o 43·6'
7.	19 12·6	22 24·1	12.	7 24·9	22 1·1
13.	19 38·7	21 30·8	18.	7 49·2	21 5·0
19.	20 4·4	20 22·7	24.	8 13·1	19 56·0
25.	20 29·7	19 0·7	30.	8 36·7	18 35·0
31.	20 54·5	17 26·1	5. srpna	9 0·0	17 3·2
6. února	21 18·8	15 40·5	11.	9 22·9	15 21·4
12.	21 42·6	13 45·2	17.	9 45·5	13 30·7
18.	22 5·9	11 42·0	23.	10 7·7	11 32·3
24.	22 28·9	9 3·9	29.	10 29·7	9 27·3
2. března	22 51·5	7 16·8	4. září	10 51·5	7 16·8
8.	23 14·8	4 57·8	10.	11 13·1	5 2·2
14.	23 35·9	2 36·6	16.	11 34·7	2 44·5
20.	23 57·8	- 0 14·5	22.	11 56·2	+ 0 24·8
26.	0 19·6	+ 2 7·4	28.	12 17·8	- 1 55·6
1. dubna	0 41·4	4 27·6	4. října	12 39·5	4 15·6
7.	1 3·4	6 45·0	10.	13 1·5	6 33·6
13.	1 25·3	8 58·1	16.	13 23·7	8 48·2
19.	1 47·5	11 5·8	22.	13 46·2	10 58·7
25.	2 9·9	13 7·1	28.	14 9·2	13 3·2
1. květ.	2 32·7	15 1·0	3. listop.	14 32·6	15 0·3
7.	2 55·7	16 45·2	9.	14 56·5	16 48·5
13.	3 19·1	18 19·8	15.	15 20·9	18 26·5
19.	3 42·9	19 43·3	21.	15 45·8	19 52·8
25.	4 6·9	20 54·7	27.	16 11·3	21 6·0
31.	4 31·3	21 53·2	3. pros.	16 37·1	22 5·0
6. června	4 55·9	22 38·1	9.	17 3·3	22 48·6
12.	5 20·7	23 8·7	15.	17 29·7	23 16·1
18.	5 45·6	23 24·6	21.	17 56·3	23 26·9
24.	6 10·6	23 25·7	27.	18 23·0	23 20·7
30.	6 35·5	+ 23 12·0	32.	18 45·2	23 2·7

Tab. 3. Rektascenze a deklinace Slunce v průběhu roku.

Chceme-li za večera tuto stálici obdivovat, určíme si k tomu občanský čas třeba 22 h. Jestliže má tedy ve 22 h SEČ být hvězdný čas = 23 h, bylo před deseti hodinami poledne, čili byl HČ = 13 h. To je podle tabulky např. 6. října. Sami si ověřte, že o půlnoci bychom hledali Fomalhauta 5. září. Také si ukažte, že Fomalhaut je nad obzorem asi 5 hodin, ale úplně nízko. Bývá v obzorovém oparu. (Pro ranní pozorování to vychází na červenec.)

5. Sestavte horoskop na Štědrý den 24.12.2005 ve 20 h a ve 24 h. Podle ročenky najdeme tyto pozice:

nebeské těleso	rektascenze
Slunce	18 ^h 8 ^m
Měsíc	12 ^h 30 ^m , stáří 21 dní
Merkur	16 ^h 45 ^m
Venuše	20 ^h 12 ^m
Mars	2 ^h 26 ^m
Jupiter	14 ^h 40 ^m
Saturn	8 ^h 52 ^m

Tabulka 4. (viz text)

Použijeme naši ekliptikální mapku, zanedbáme odchylky od ekliptiky. Hvězdný čas pro 20 h je 18 h 13 min + 8h = 26 h 13 min = 2 h 13 min. Ascendent: vychází Lev, Rak už vyšel. Vychází Saturn. Sirius už září. Vysoko na jihu září Beran, vlevo Byk, vpravo Ryby. Mars je velmi jasný, dominuje obloze. Descendent: Venuše před krátkou dobou zapadla, zapadl Kozoroh, k západu se sklání Vodnář. Pod obzorem: Merkur, Jupiter, Měsíc vyjde za 4 h 30 min.

Tyto údaje stačí pro sestavení základních aspektů horoskopu i jeho výklad. Ted' to však nemáme v úmyslu.

Už jen stručně k půlnoční situaci: Vyjde Měsíc, v ascendentu bude podzimní bod (vychází Panna), na jihu Orion, Blíženci, Byk. V descendentu je jarní bod, Ryby, Vodnář i Andromeda. I Mars se chýlí k západu. Na jihovýchodě mezi Blíženci a Rakem září Saturn.

I když zde není výklad horoskopů naším úkolem, přece jen si řekneme stručný souhrn (nezávisle): Prognóza neříká nic jednoduchého. Je to astrologické vyjádření temné doby, i vláda zla. Ale celkové seskupení a jeho vývoj jasně ukazují, že nám je dána možnost svobodné volby, spojené se statečností a podporou shůry. Blíží se jitro, může být opravdu krásné a plné lásky. Je tu velká naděje.

6. Kdy je spojnice Altaira a Vegy kolmá k obzoru? Pokusně najdeme, že je to asi v 17 h hvězdného času. - Chceme pozorovat kolem 21 h SEČ večer. To znamená, že když má být tou dobou 17 h HČ, pak je v poledne o 21 - 12 = 9 h méně. Tedy 17 - 9 = 8h HČ. Hledáme v tabulce. Vyjde to kolem 18. až 28. července. Pro pozorování ve 24 h SEČ by to vyšlo na půli června.

7. Naše pomůcka se hodí i pro úlohy o precesi. Celý zvěrokruh se otáčí jednou za 25 765 let. Postup souhvězdí je při tom vázaný na rovník, ne na ekliptiku! Proto jarní bod, označovaný v už dávno není v souhvězdí Berana, ale v naší epoše opouští Ryby a blíží se k Vodnáři. Zamyslete se nad tím s ekliptikální mapkou.

8. Předložte si sami různé úlohy. Kdy je nejlepší čas pro pozorování zvířetníkového svitu? Zapadá u nás Vega? - a další.

9. Vysvětlete názorně, proč na jižní polokouli když Měsíc couvá, tak ukazuje D a když dorůstá, ukazuje C. (Pro latiníky dodáváme, že latinské přísloví Luna mendax: Crescendo decrescit et decrescendo crescit bývalo také doplňováno non nisi in septentrionalio semiglobo. - To znamená, že Měsíc je lhář - podle latinských výrazů ukazuje obráceně, ale jen na severní polokouli.)

10. Teď pozor: Výšku nebeských těles nad obzorem měříme na naší pomůcke vždycky na kolmici k obzoru! Stačí ji přiložit "od oka", ale ať je to kolmice. Pak na ni nanášíme stejné dílky, jakými jsme rozdělili stupnici deklinací. Zkuste si to na několika příkladech. (Viz obr. 4)

Známe-li rektascenci α hvězdy, její deklinaci δ a hvězdný čas HČ, můžeme spočítat její výšku nad obzorem V z rovnice:

$$\sin V = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos (HČ - \alpha) \quad (3)$$

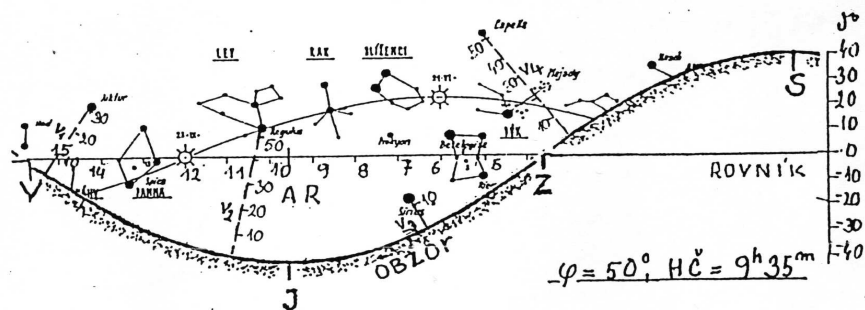
11. V kolik hodin středoevropského času je Regulus nad západním bodem a jak je vysoko? Zkuste to pro různé okamžiky. Např. pro 21. června vyjde čas 21 h 30 min SEČ a výška asi 16° .

12. Určete výšku Slunce pro $\varphi = 50^\circ$ pro 10. května v 10 h SEČ. (Vyjde výška $50,5^\circ$.)

13. Zjistěte obzorníkové souřadnice Vegy, když je jarní bod v horní kulminaci. (Vyjde výška 34° , azimut od jihu 112° .)

14. Dne 21.3. byla změřena výška Slunce $22,3^\circ$ nad západním obzorem. Kolik bylo hodin? (Výšku vynášíme opět na kolmici k obzoru. Vyjde HČ = 3 h 35 min, čili 15 h 35 min středoevropského času.)

15. Sestavte si graficky tabulku podle naší pomůcky, jak dlouho jsou u nás nad obzorem hvězdy a ostatní nebeská tělesa s různou deklinací.



Obrázek 4 k úloze 10: $V_1 = 31^\circ$ (Arktur), $V_2 = 53,5^\circ$ (Regulus), $V_3 = 14^\circ$ (Sirius), $V_4 = 52^\circ$ (Capella).

16. V jakém úhlu protíná dráha Aldebarana obzor při východu a západu? (Měří se úhloměrem, vyjde $\Omega = 37^\circ$.)

17. Kdy zapadl Jupiter při rektascenzi = 13^h dne 11. května? (Vyjde 18 h 30 min hvězdného času, ale v SEČ přecházíme přes pólnoc, proto od výsledku 15 h 30 min odečteme 12 hodin. Správný čas je potom 3 h 30 min SEČ. - Nesmíme zapomínat, že astronomický den začíná v poledne, občanský o pólnoci. To je důvod k odečtení 12 h.)

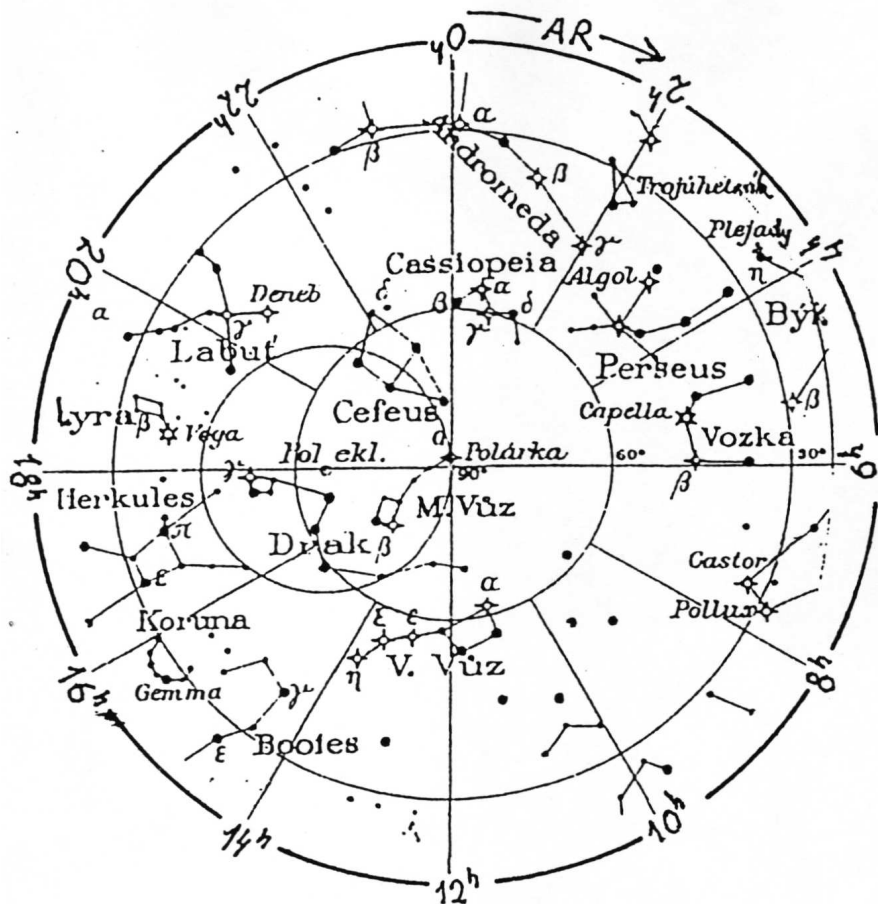
18. Podle vzorců (1) a (2) si zakreslete obzory pro různé zeměpisné šířky φ a porovnejte je s obrázkem 1 a tabulkou 1.

19. Už jste jistě zkušení a různé hlavolamy vám dělají potěšení. Zamyslete se proto na úlohou Melichovou: Kdy vidíme z Kopaniny Slunce právě nad Ještědem, velmi nízko nad věží a maličsky působivě? - Z mapy zjistíme, že Ještěd je při pohledu z Kopaniny směrem na SZ, azimut měřený od severu k západu je 60° . Vzdálenost Ještědu je 15 km, výška nad obzorem asi $1,4^\circ$ - Vyneseme polohu Ještědu na obrys obzoru a posouváme ekliptikální mapku tak, až vyjde žádaná poloha. Je to při letním slunovratu, kolem 22. června. Hvězdný čas je 14 h (odečítá se při jižním bodu, na poledníku). V poledne byl hvězdný čas = 6 h. Občanský čas je tedy $14 + 6 = 20$ h (nebo v letním čase 21 h), což je při západu Slunce. Tento krásný úkaz můžeme pozorovat jen v úzkém rozmezí dní.

20. Používáte-li stabilní pozorovací místo, doplňte si obzor skutečnými obrysy krajiny vašeho stanoviště. - Zjistěte, na jak dlouho zmizí na severu Vega, kolik hodin je nad obzorem Spika.

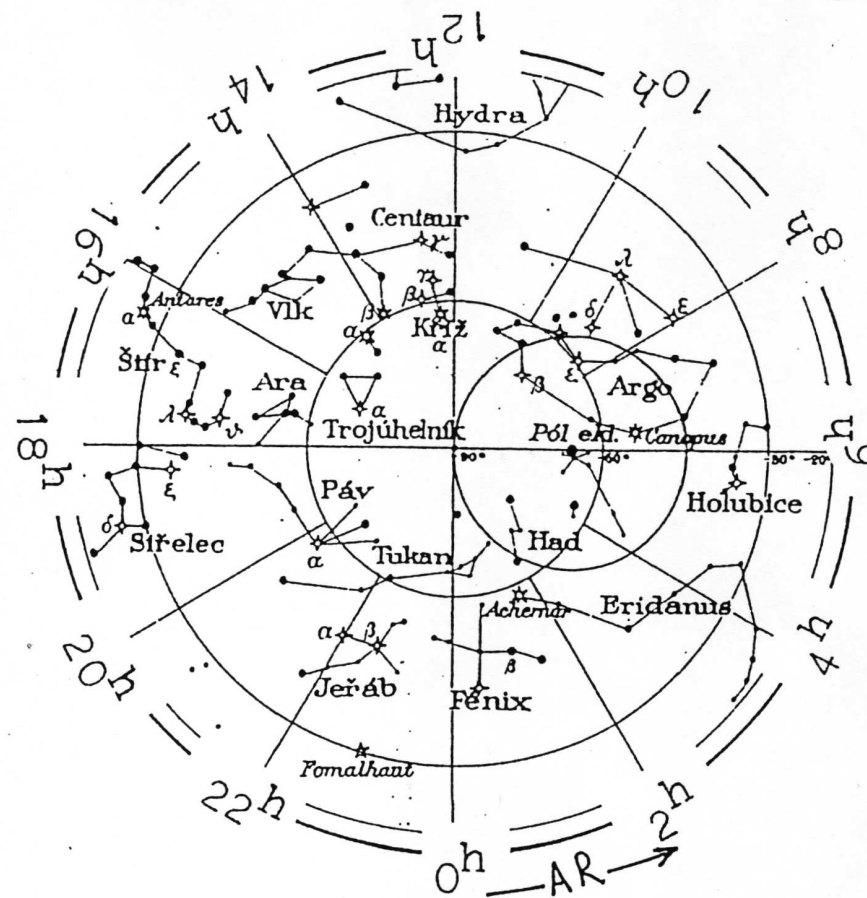
21. Obrysy obzorů (viz obr.1) si překreslete (podle měřítka použité mapy, aby vzdálenost východ - západ odpovídala rozdílu rektascenzí 12^h) na paузák. Pak nemusíte obzory vystřihovat a můžete naopak řešit celou řadu zajímavých úloh pro různá φ , což se vám může hodit třeba před cestou na dovolenou směrem na jih.

22. Zjistěte, zda obyvatelé Miami na Floridě mohou vidět celý Jižní kříž a ve kterém období. - (Tahle úloha je velmi poučná. Především si uvědomíme, že tabulka č. 1 pro hvězdný čas platí pro místní poledník na celé naší Zemi. A dále si dobře rozmysleme, že určité seskupení nebeských objektů, které se mění jen pomalu, defiluje postupně, jak se Země otáčí pro všechna místa na téže rovníčce ve stejné podobě.)



Obrázek 5. Rektascenze na severní polokouli při pohledu k pólu postupuje ve směru hodinových ručiček.

Na severní polokouli při pohledu k jihu putují hvězdy od levé ruky k pravé. Na jižní polokouli při obvyklém pohledu k severu putují hvězdy naopak. Obrázky 5 a 6 ukazují, jak se to projevuje při pohledu k pólům.



Obrázek 6. Rektascenze na jižní polokouli při pohledu k jižnímu pólu postupuje proti směru hodinových ručiček.

Přejeme zájemcům hodně radosti i zajímavých nápadů a nezapomenutelné chvíle pod jasným nebem.