

Mikuláš Koperník

Polský astronom Mikuláš [Koperník](#) zasvětil celý svůj život [astronomii](#). Už během studií začal pochybovat o [Ptolemaiově geocentrické soustavě](#) a systému [pohybu](#) planet, které Ptolemaios publikoval ve svém *Almagestu*. Stěžejní astronomické dílo Mikuláše Koperníka [O obězích nebeských sfér](#) pak vysvětluje pohyb [nebeských těles](#) v rámci [heliocentrické soustavy](#), na které pracoval celý život.

Ve dvanácté kapitole svého díla, která se jmenuje *O přímkách, které jsou tětivami kruhu*, Koperník uvádí [Ptolemaiův postup](#) výpočtu délek tětiv a přehledné tabulky. Problematika je v této kapitole vysvětlována na tětivách [kružnice](#), ale později poznamenává, že bude v tabulce uvádět *jen polovinu tětivy dvojnásobného oblouku*. Díky této volbě vystačí pouze s prvním kvadrantem a nemusí brát v úvahu celou polovinu kružnice. Jím sestavené tabulky mají krok 10 úhlových minut.

To tedy znamená, že od délek tětiv přešel ke goniometrické funkci sinus - viz vztahy (6) a (7). Tyto hodnoty jsou ve výpočtech užitečnější, než délky tětiv.

Kruh dělí ve svých výpočtech na 360 stupňů a jeho průměr volí 200000 [jednotek](#). To má dvě základní výhody: nemusí pracovat při výpočtech krátkých délek tětiv (resp. malých hodnot úhlů) s desetinnými čísly a pak v době, v níž Koperník tvořil, už byla rozšířena desítková [číselná soustava](#).

Nebyl tedy omezen na mocniny čísla šedesát jako jeho předchůdci, ale volil raději mocniny čísla 10.

Takto velký průměr vedl k tomu, že v Koperníkových tabulkách jsou uvedeny hodnoty současné funkce sinus vynásobené 100000, což znamená, že jeho přesnost dosahovala 5 desetinných míst. Současně takto velká hodnota průměru kružnice umožňuje zaokrouhlovat všechny počítané hodnoty na celá čísla, aniž bychom se dopouštěli velkých chyb.

Ve své [práci](#) vlastně kopíruje Ptolemaiův postup; každý krok pečlivě matematicky dokazuje. Koperníkovy kroky tedy byly:

1. Pro daný průměr kružnice je dána také strana pravidelného vepsaného trojúhelníka, čtyřúhelníka, [pětiúhelníka](#), šestiúhelníka a desetiúhelníka.
2. Vepíše-li se do kružnice čtyřúhelník, rovná se obdélník sestrojený z úhlopříček těm rovnoběžníkům, které jsou sestrojeny z protilehlých stran.

Jedná se tedy o aplikaci [Ptolemaiovy věty](#).

3. Na základě toho získává vztah pro $\text{crd}(\alpha - \beta)$.

Délka tětivy je přitom definována vztahem (2).

4. Dále odvozuje vztah pro $\text{crd} \frac{\alpha}{2}$.
5. Odvození vztahu pro $\text{crd}(\alpha + \beta)$.
6. Důkaz nerovnosti $\frac{\beta}{\alpha} > \frac{\text{crd } \beta}{\text{crd } \alpha}$ platící pro $\alpha < \beta$.

Tato nerovnost je analogická nerovnosti (4) uvedené v původním Ptolemaiově postupu.

Před vlastními tabulkami pak Koperník popisuje, jak tabulky vytvořit. V této části už ale místo tětiv hovoří o polovičních tětivách (tj. o současných sinech). Hodnotu $\sin 1^\circ$, která je pro celé tabulky

(stejně jako u jiných autorů) podstatná, získal lineární interpolací z hodnot pro úhly $\frac{3^\circ}{4}$ a $\frac{3^\circ}{2}$.

Ukázka Koperníkových tabulek je zobrazena na obr. 136. V prvním sloupci jsou stupně, ve druhém úhlové minuty a třetí sloupec obsahuje *poloviční tětivy dvojnásobných oblouků*, tj. čísla, která jsou rovna 100000násobkům současných sinů.

ratione circumferentiarum rectorum linearum. Cum ego con-
 noscitur viderimus: ubi recte et ordinasse differencia sinuum
 prorsus euadet tamq̄ una linea factorum: non dubitamus
 quin dederitis unius gradus 1209 equa ratione ipi gradū et
 reliquis partibus subtensas accomodari. Ut tribus partibus ad
 recto quadrante constituissemus unū gradum subtendente par-
 tibus 1745 dividū gradum partē 872 et alij tertijs partē
 582 proponit. Verūtamē satis arbitror: si semisses dividat
 Lineas: dupla circumferentia subtendentis: assignemus in
 canone. Quo compendio sub quadrante comprehendimus: quod
 in semicirculo oportebat diffundi. Ac eo p̄sertim q̄ fre-
 quentiori usu veniunt in demonstrativis: et tabula semisses
 op̄e: qua Lineas asses. Exposuimus autē Canonē auctore
 et sextantes gradum: tres ordines habentē: in primo sunt s̄d
 sine partes circumferentię et sextantes: secundus continet nu-
 merum dividue Lineę subtendentis dupla circumferentiam
 tertius habet differētia partū numerorū: que singulis gradibus
 interuacet: e quibus hinc proportionaliter addere quod fingit
 egerunt Sinusibus gradibus. Est ergo tabula hęc

Canon subtensarū in circulo rectorū linearum

Circum ferentię	Semisses dupl. circi	Partes unius grad	Circum ferentię	Semisses Dup. circi	Unius gradus sinus
pt. sc.			pt. sc.		sinus
0 10	291	291	3 10	5524	290
0 20	582		3 20	5814	
0 30	873		3 30	6105	
0 40	1163		3 40	6395	
0 50	1454		3 50	6685	
1 0	1745		4 0	6975	
1 10	2035		4 10	7265	
1 20	2327		4 20	7555	
1 30	2617		4 30	7845	
1 40	2908		4 40	8135	
1 50	3199		4 50	8425	
2 0	3490		5 0	8715	
2 10	3781		5 10	9005	
2 20	4071		5 20	9295	
2 30	4362		5 30	9585	
2 40	4653	291	5 40	9874	290
2 50	4943	290	5 50	10164	289
3 0	5234		6 0	10453	289

Obr. 136