Mikuláš Koperník

Polský astronom Mikuláš Koperník zasvětil celý svůj život astronomii. Už během studií začal pochyboval 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 $\mathrm{crd}(\alpha-\beta)$.

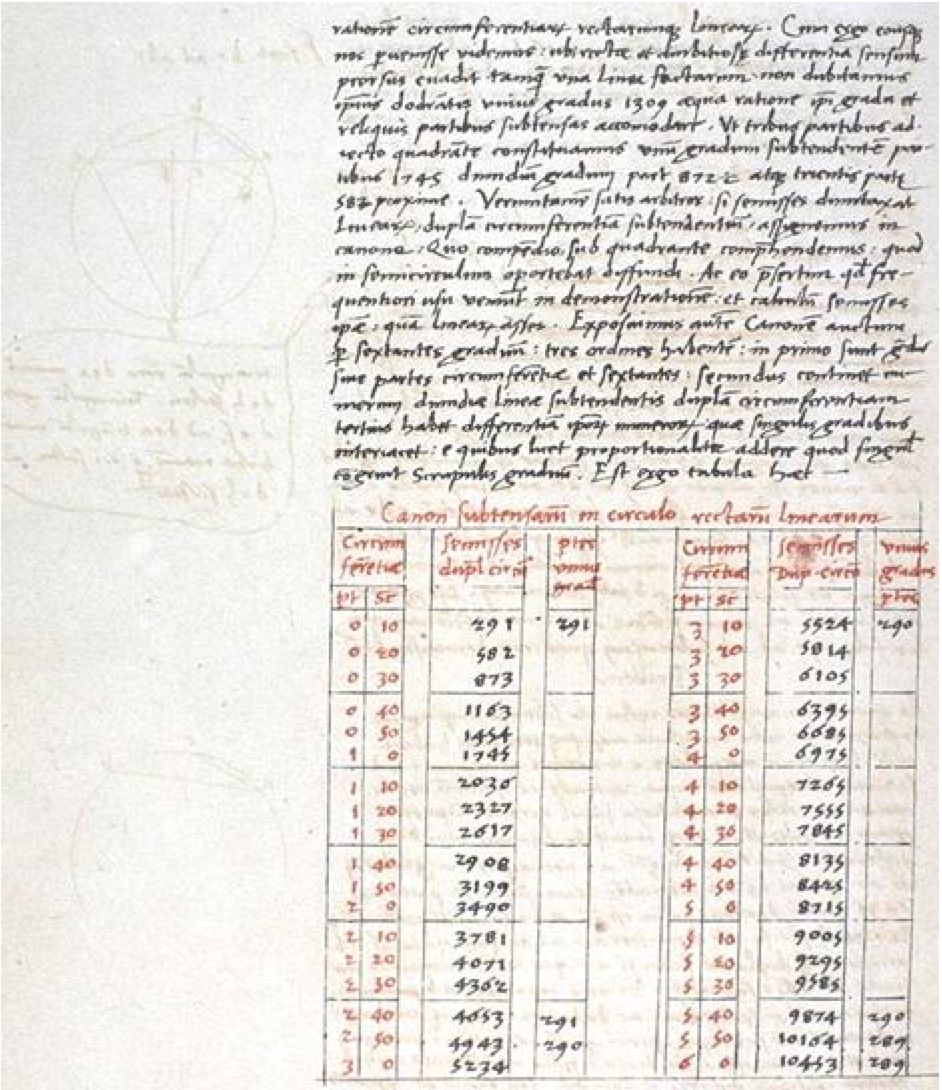
Délka tětivy je přitom definována vztahem (2).

4. Dále odvozuje vztah pro $\mathrm{crd}\frac{\alpha}{2}$.
5. Odvození vztahu pro $\mathrm{crd}(\alpha+\beta)$.
6. Důkaz nerovnosti $\frac{\beta}{\alpha} > \frac{\mathrm{crd}\,\beta}{\mathrm{crd}\,\alpha}$ 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 $\sin 1°$, která je pro celé tabulky (stejně jako u jiných autorů) podstatná, získal lineární interpolací z hodnot pro úhly $\frac{3°}{4}$ a $\frac{3°}{2}$.

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.


Canon subtensarum in circulo rectarum linearum

Circumferentie pt	sc	Semisses dupl. circ.	pro uno grad.	Circumferentie pt	sc	Semisses dup. circ.	unius gradus pro
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	2036		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