

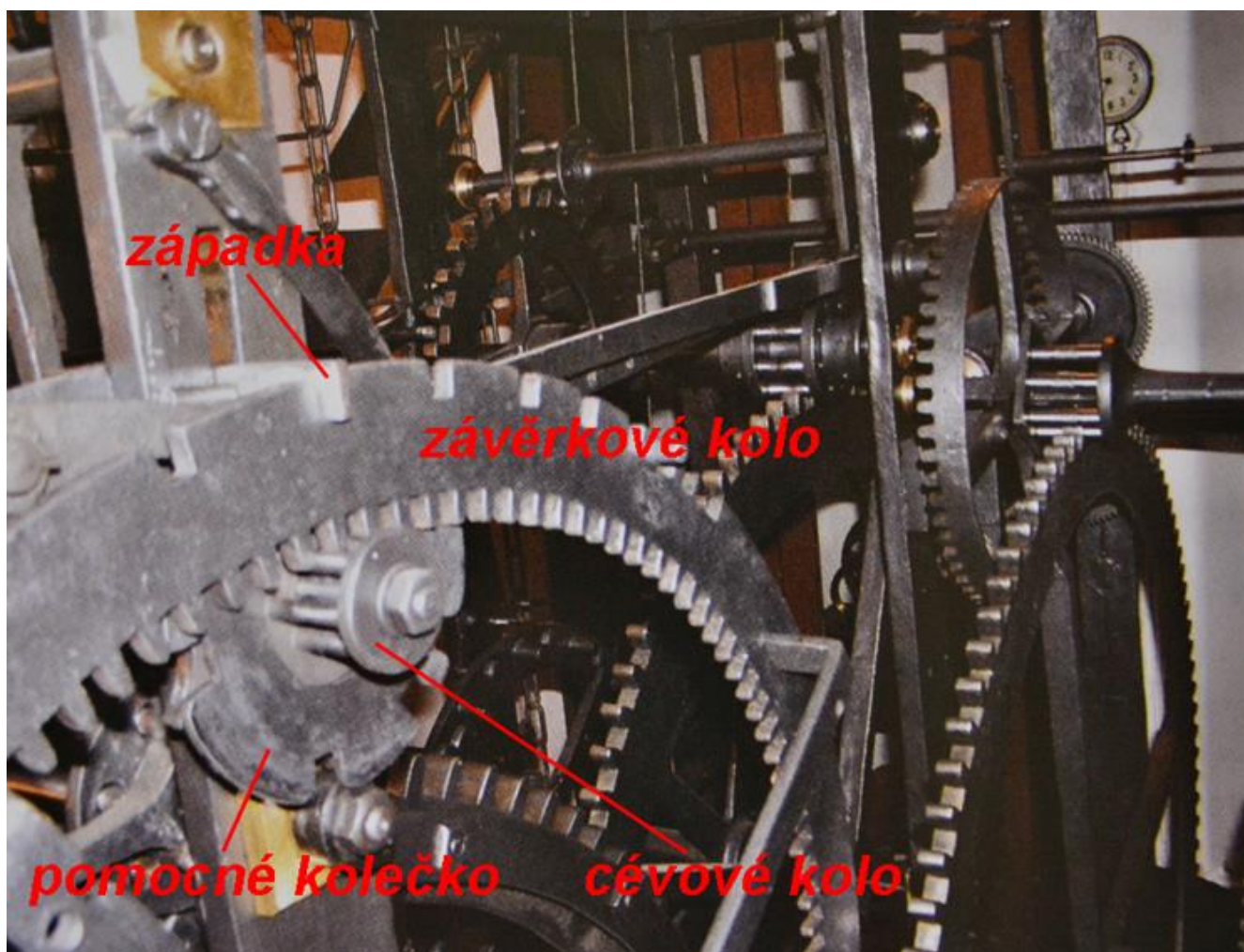
## Bicí stroj

Velmi chytrým nápadem pomohl vyřešit Jan Ondřejův zvaný [Šindel](#) při matematickém návrhu Staroměstského [orloje](#) stabilizaci úderů zvonu. Bicí stroj obsahuje velké oběžné [kolo](#) (tzv. závěrkové kolo, nebo též zavěrací kolo), které obsahuje 24 zářezů na vnějším obvodu. Vzájemné vzdálenosti těchto zářezů lineárně narůstají. Tento mechanismus tak umožňuje periodické opakování jednoho až dvacetičtyř úderů zvonu během každého dne.

Počet úderů zvonu odpovídá [středoevropskému času](#) - [středoevropský letní čas](#) není na [astronomickém ciferníku](#) zobrazován a na stroji orloje nastavován.

Součástí bicího stroje je i pomocné kolečko (viz obr. 176), jehož obvod je rozdělen šesti zářezy na segmenty o délkách 1, 2, 3, 4, 3 a 2. Tyto segmenty odpovídají členům tzv. [pražské hodinové posloupnosti](#). Součet délek segmentů je 15.

Někdy se žertem uvádí, že pražský orloj má o kolečko navíc. Tímto „kolečkem navíc“ je myšleno právě zmiňované pomocné kolečko. Toto kolečko má přitom velmi důležitý význam pro správné odbíjení zvonu.



Obr. 176

Na začátku každé hodiny se zvedne západka, obě kola se začnou společně otáčet a zvon obíjí příslušný počet hodin. Kola se zastaví, jakmile západka zapadne současně do zářezů na obou kolech. Každý den se tedy ozve  $1 + 2 + 3 + \dots + 24 = 300$  úderů zvonu. Vzhledem k tomu, že číslo 300

(celkový počet úderů zvonu za jeden den) je dělitelné číslem 15 (součet posloupnosti zářezů na pomocném kolečku), je pomocné kolečko na počátku každého dne připraveno ve stejné počáteční poloze.

Závěrkové kolo má 120 vnitřních zubů. Ty zapadají do cévového kola se šesti vodorovnými tyčkami, které obklopují střed pomocného kolečka (viz obr. 176 a obr. 177). Závěrkové kolo se otočí jednou za den, a proto se pomocné kolečko otočí za stejnou dobu 20krát. Vzhledem k tomu, že je obvod pomocného kolečka přibližně pětkrát kratší, než je obvod závěrkového kola, pohybuje se pomocné kolečko přibližně čtyřikrát větší [obvodovou rychlostí](#), než závěrkové kolo. Obě kola se přitom pohybují pouze při odbíjení zvonu.

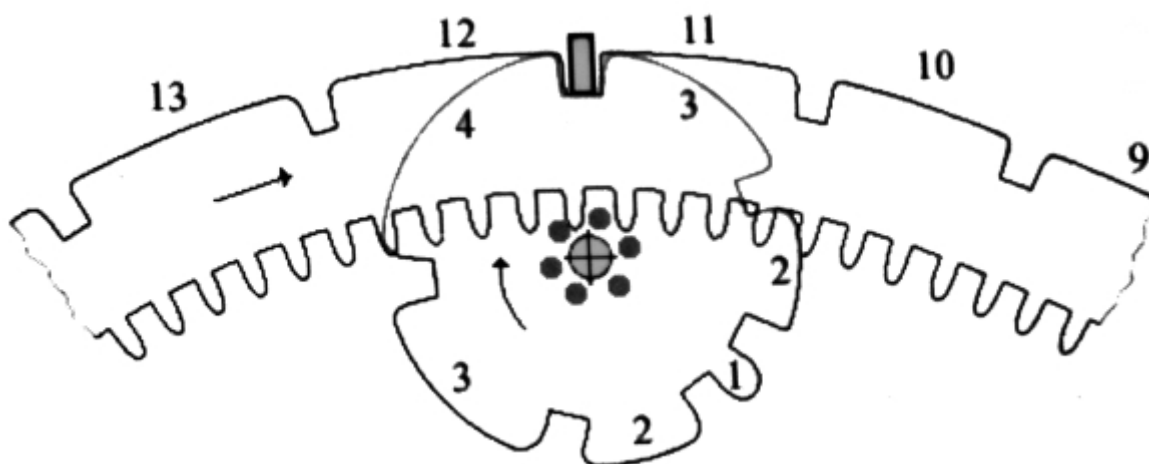
Na obr. 176 je západka právě v poloze mezi segmenty odpovídajícími 8. a 9. hodině ranní středoevropského času. Hodiny vpravo nahoře ukazují 9:35 středoevropského letního času.

Právě popsané vlastnosti závěrkového kola a pomocného kolečka jsou ideální pro dostatečně přesnou stabilizaci počtu úderů zvonu orloje - zejména při případném opotřebení zářezů závěrkového kola. Na obr. 177 je zobrazen detailní pohled na situaci při odbíjení 11 hodin. Obě kola se točí pouze při odbíjení. V tu chvíli se zvedne západka (na obr. 177 vyznačena šedým obdélníkem) a zvon odbíjí, dokud západka opět nezapadne. Západka ale může zapadnout pouze tehdy, jsou-li zářezy závěrkového kola a pomocného kolečka v zákrytu. Na základě vlastností pražské hodinové posloupnosti, která určuje vzájemné vzdálenosti zářezů pomocného kolečka, nemůže nastat chyba v odbíjení zvonu. Kdyby pomocné kolečko na orloji nebylo a zářezy závěrkového kola byly již vlivem [deformací](#) zaoblené, mohl by zvon místo jedenácti úderů vykonat 12 úderů - západka by po závěrkovém kole prostě sklouzla o zářez dále.

Pro jeden úder zvonu hodinu po půlnoci bylo kdysi pomocné kolečko nezbytné! Na závěrkovém kole totiž chybí segment délky 1, protože by byl tak tenký, že by se velmi brzy vylomil. V současné době se odbíjení zvonu orloje na noc vypíná.

Pomocné kolečko je z hlediska pořadí segmentů symetrické (tj. posloupnost 1, 2, 3, 4, 3, 2 dává tytéž výsledky jako posloupnost 2, 3, 4, 3, 2, 1 - navíc v noci orloj neodbíjí, takže ani v 1:00 nevznikne žádný problém). Proto by mohlo být toto kolečko do [soukolí](#) orloje vloženo i opačně. Konstrukčně je ale preferována jedna varianta, protože zuby pomocného kolečka jsou z jedné strany ostré a z druhé zaoblené. Z technických důvodů se tedy pomocné kolečko otáčí zaoblenou stranou dopředu. Pro rychlé uzamknutí bicího stroje západkou je nutné, aby sestupná hrana obou kol byla rovná a [páka](#) rychle zapadla.

Důvod fungování pomocného kolečka vyplývá z vlastností pražské hodinové posloupnosti. Otáčení pomocného kolečka totiž vytváří pomocí délek jeho segmentů mezi jednotlivými zářezy periodickou posloupnost.



Obr. 177

Staroměstský orloj je pravděpodobně nejstarší stále fungující hodinový stroj, ve kterém je použito takto důmyslné a přitom konstrukčně velmi jednoduché zařízení pro přesnou stabilizaci počtu úderů zvonu.

Bicí stroj a zvonící stroj ovládají [pohyb](#) zvonečku a cimbálů s paličkou. Zvoneček „jako“ ovládá taháním socha Smrtka umístěná ve [střední části orloje](#). Ve skutečnosti je ke zvonečku veden drát přímo od bicí páky na stroji. Při každém pochodu [apoštolů](#) zatáhne páka drátek 24krát a zvoneček zazvoní přibližně 70krát.

Cimbál s paličkou odbíjí příslušný počet hodin každou celou hodinu po zavření dvířek apoštolů. Vždy odbíjí tolik úderů, kolik je právě hodin podle střeoevropského času. Za paličku tahá táhlo vedené od ramene bicí páky bicího stroje.

---

© **Encyklopedie Fyziky** (<http://fyzika.jreichl.com>); **Jaroslav Reichl, Martin Všeticka**

Licence <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> zakazuje úpravy a komerční distribuci.