

Math4You

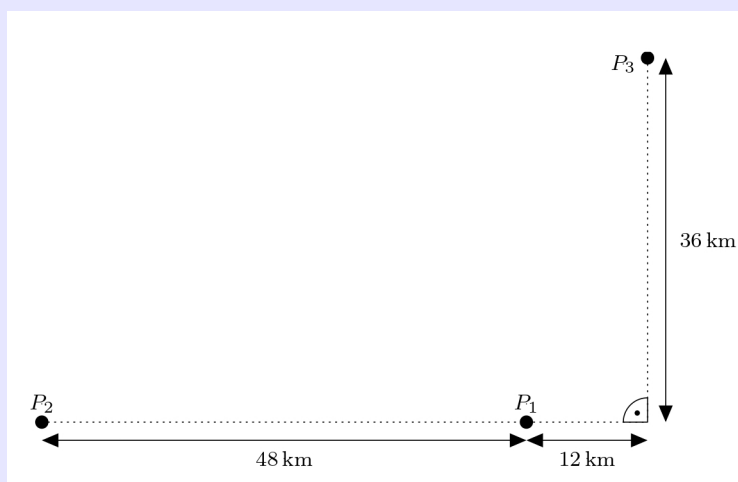
2023–2025

## Hyperbolická navigace

Pokroky na poli elektrotechniky umožnily vývoj nových navigačních systémů založených na přenosu elektromagnetického vlnění. Příkladem takového systému je námořní navigace LORAN-C, která byla vyvinuta za druhé světové války v USA. U tohoto typu navigace plavidlo přijímá synchronizovaný signál z dvojice vysílačů. Signál ze vzdálenějšího vysílače je plavidlem přijat později, zpoždění signálu tedy určuje rozdíl mezi vzdálenostmi plavidla od prvního a druhého vysílače.

Množina bodů, které mají stálý rozdíl vzdáleností od dvou daných pevných bodů, je hyperbola. Víme tedy, že plavidlo se nachází na hyperbole, jejíž ohniska jsou právě vysílače, a která je určena rozdílem vzdáleností plavidla od těchto vysílačů. Zpoždění signálu z jiné dvojice stanic pak určuje druhou hyperbolu, na které plavidlo musí ležet. Leží-li plavidlo na jedné i druhé hyperbole, leží v jejich průsečíku.

**Úloha 1.** V krajině jsou rozmístěny tři přijímače  $P_1$ ,  $P_2$  a  $P_3$ . Znamé vzdálenosti zachycuje obrázek:



Obrázek 1: Zadání úlohy

Adamova turistická navigace vyšle signál ke všem třem přijímačům. Signál dorazí k přijímačům  $P_1$  a  $P_3$  ve stejnou dobu a k přijímači  $P_2$  o 80 mikrosekund později. Určete, kde se Adam nachází. Předpokládejte, že signál urazí 300 000 km za sekundu. Polohu určete ve vhodně zavedené soustavě souřadnic.

---

*Poznámka.* Jestliže by Adam nebyl stejně vzdálený od přijímačů  $P_1$  a  $P_3$ , řešit úlohu by znamenalo hledat průsečíky větví dvou hyperbol. Takový výpočet by však byl nad rámec středoškolské matematiky.

## Literatura

- Vondrák J. (2013). *Historie navigace – od kvadrantu k GNSS*. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, 58 (1), 11–20.