

Jak daleko je bouřka?

Vzdálenost bouřky (místa úderu blesku) lze přibližně odhadnout při znalosti rychlosti šíření světla a zvuku. Jakmile při bouřce udeří blesk, stačí počítat sekundy do zaslechnutí hromu.

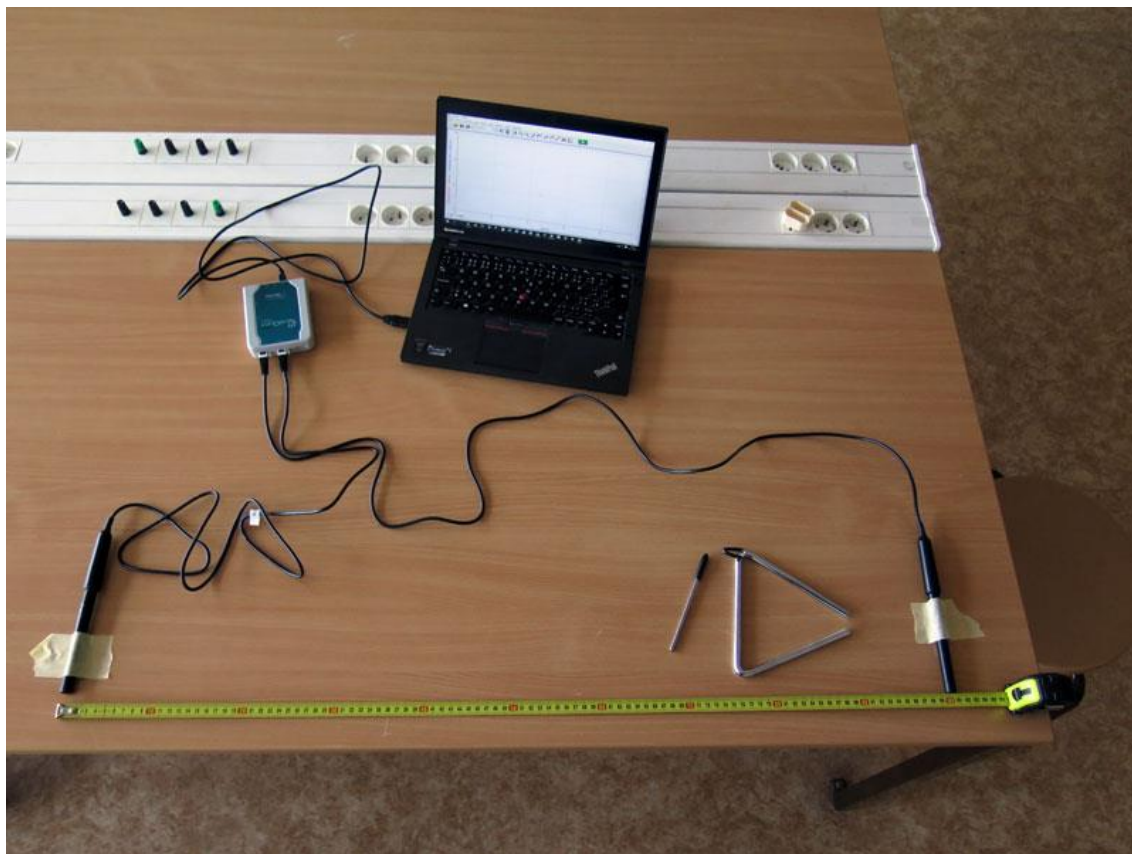
Pomůcky

- 2× [mikrofon MCA-BTA](#)
- 2× [luxmetr LS-BTA](#)
- datalogger [LabQuest 2](#) nebo rozhraní [LabQuest Mini](#)
- fotoaparát s bleskem
- silný a ostrý zdroj zvuku (osvědčil se triangl)
- svinovací metr na odměření 100 cm

Provedení

Měření zvuku

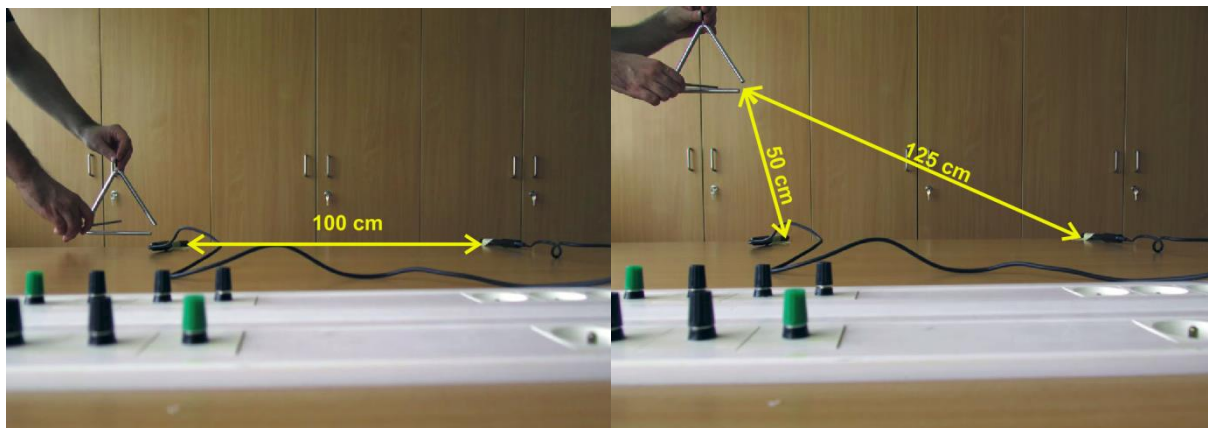
1. Mikrofony přichyťte pomocí lepicí pásky na stůl do vzdálenosti 100 cm (jako na obrázku).



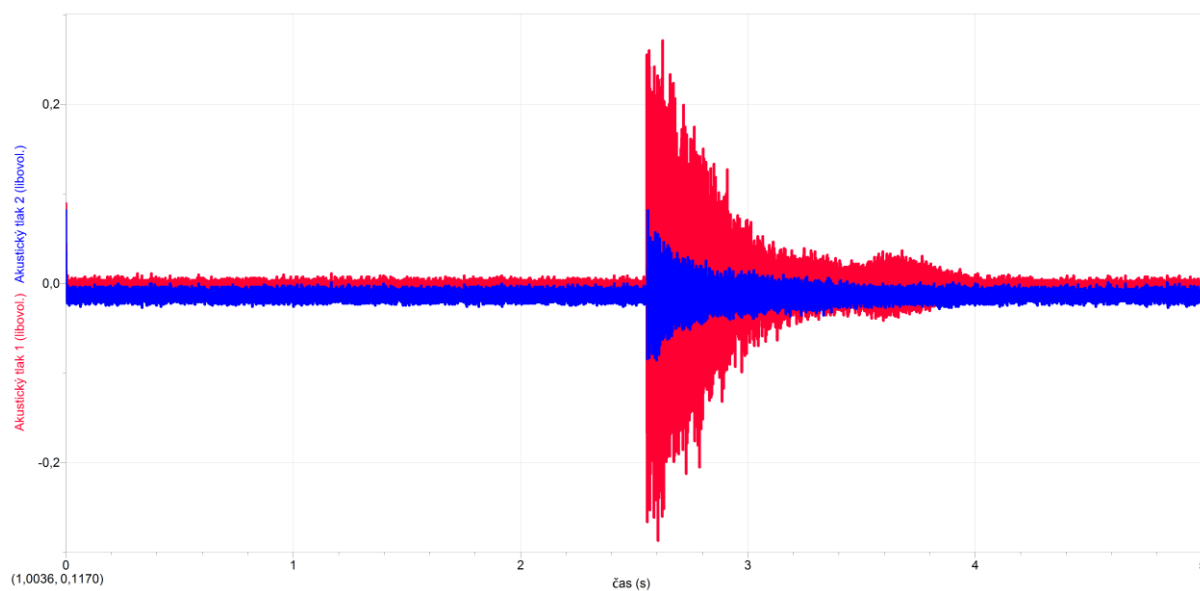
2. Přes *LabQuest 2* nebo *LabQuest Mini* připojte oba mikrofony k počítači.
3. Spusťte na počítači program [Logger Lite](#) nebo [Logger Pro](#).
4. Nastavte dobu měření na 5 sekund a frekvenci měření na 10 000 Hz.


5. Spustíte měření a cinknete trianglem u jednoho z mikrofonů.


Poznámka: Aby byl rozdíl drah mezi prvním a druhým mikrofonem skutečně 100 cm, musí triangel a oba mikrofony **ležet v jedné přímce**. Na obrázcích níže je vlevo správné provedení, vpravo chybné provedení, při kterém je rozdíl vzdáleností ve skutečnosti jen 75 cm.



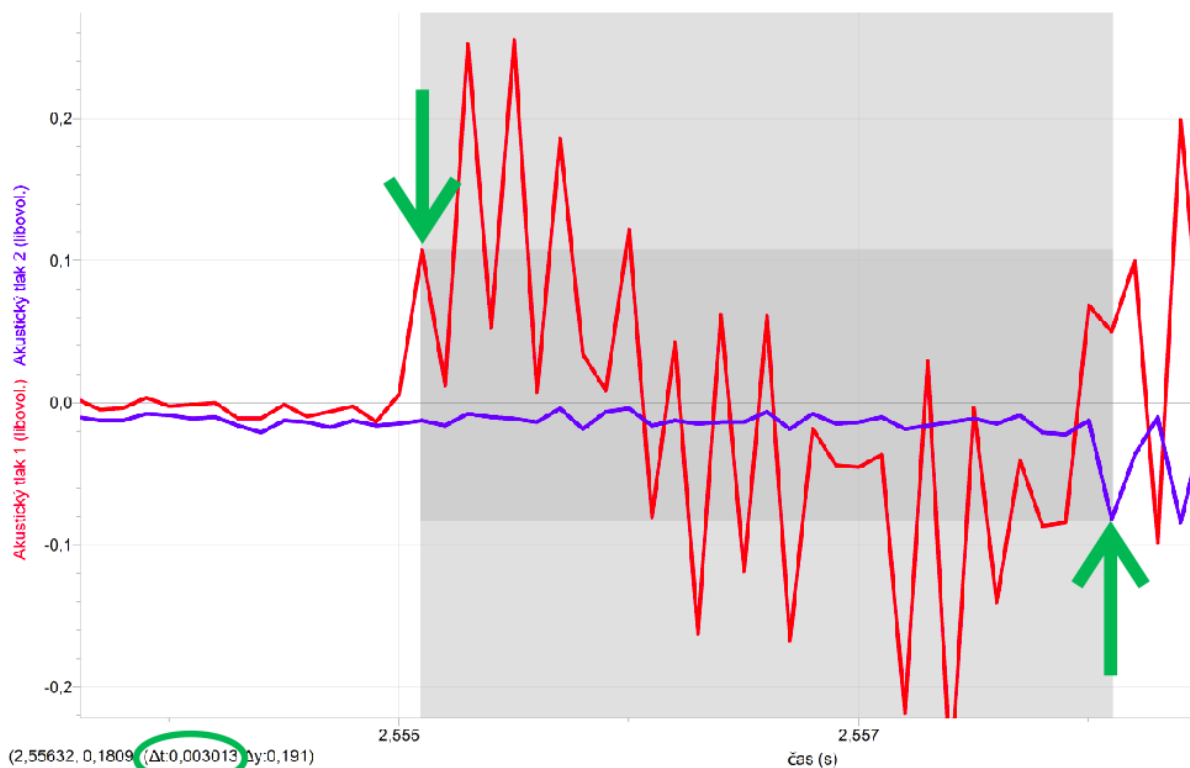
6. Na první pohled se bude zdát, že signály z obou mikrofonů byly zachyceny ve stejný časový okamžik.



7. Stačí příslušnou část grafu označit a přiblížit (v menu *Analýza* → *Přiblížit graf*). V *Logger Pro* lze využít též ikonu .

8. Klepnutím na ikonu  zapnete nástroj *Odečet hodnot*. Zjistíte čas prvního píku v červeném grafu (první mikrofon) a v modrém grafu (druhý mikrofon). Z rozdílu časů a vzdálenosti mikrofonů vypočítejte rychlost šíření zvuku.

V Logger Pro si můžete postup zjednodušit – stačí tažením myši označit část grafu mezi jednotlivými píky a pod grafem vlevo dole přímo odečíst rozdíl časů Δt .



9. Podobným způsobem proveďte měření rychlosti světla, tentokrát s využitím dvou luxmetrů LS-BTA. Místo trianglu použijte fotoaparát s bleskem.
10. Nyní můžete s využitím znalostí o rychlostech šíření zvuku a světla vymyslet návod na přibližné zjištění vzdálenosti místa, kde udeřil blesk.

Poznámky pro učitele

Určení rychlosti zvuku

Při vzdálenosti mikrofonů 100 cm je typické zpoždění mezi mikrofony cca 0,003 sekundy.

Zvuk urazil 1 m za 0,003 s. Stačí vynásobit tisícem a je zřejmé, že 1 km urazí zvuk asi za 3 sekundy.

Vyšší přesnosti měření lze dosáhnout zvětšením vzdálenosti mezi mikrofony. Pro tento účel můžete využít jeden nebo více prodlužovacích kabelů www.vernier.cz/EXT-BTA.

Pro ukázkou jsme použili 3 tyto kabely (každý dlouhý 2 metry), celková vzdálenost mikrofonů byla 870 cm. Rozdíl časů vyšel 0,0252 s, což odpovídá rychlosti šíření zvuku asi 345 m/s.

Změřili jsme ještě teplotu v místnosti (24 °C), abychom hodnotu 345 m/s mohli porovnat s tabulkami. Podle Wikipedie je rychlost zvuku při teplotě 25 °C cca 346 m/s. To dobře odpovídá námi naměřené hodnotě při teplotě 24 °C.

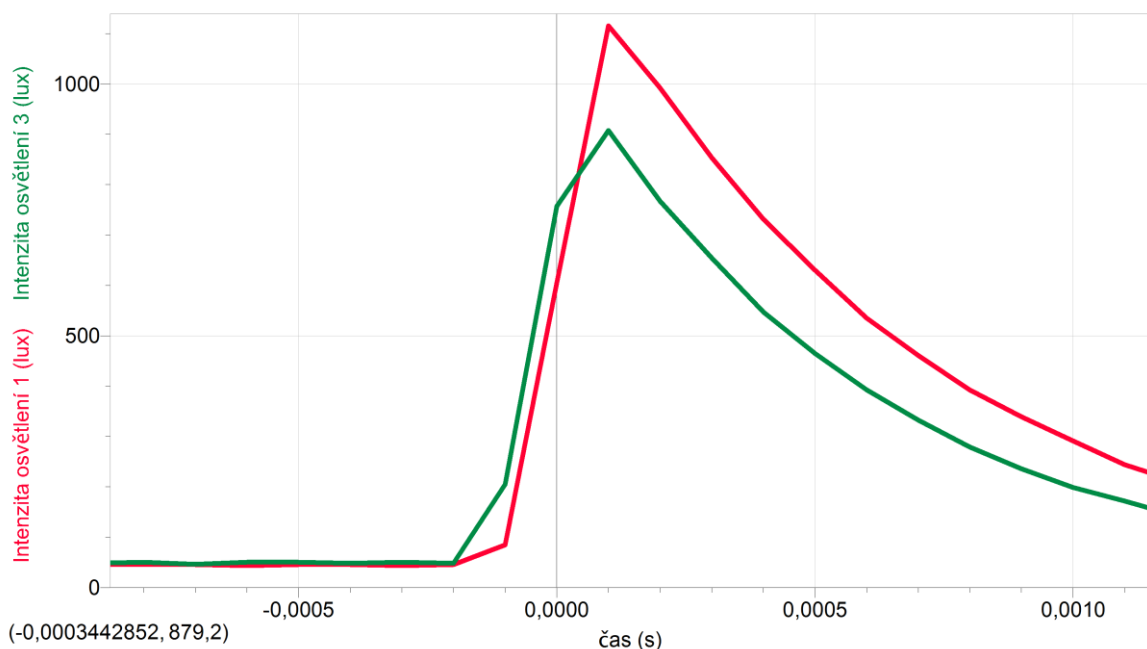


Pozor na správné umístění trianglu

Správné umístění trianglu (v přímce s oběma mikrofony) je nezbytné. Při nedbalém umístění snadno vyjde rychlost zvuku například 430 m/s místo 340 m/s.

Určení rychlosti světla

Při měření rychlosti světla vypadá po zvětšení typický graf podobně jako na obrázku níže.



Zjednodušená interpretace grafu je, že záchyty v obou vzdálených luxmetrech nastaly současně. Světlo se tedy při tomto zjednodušení šíří „okamžitě“.

Pro správnější interpretaci je potřeba uvážit frekvenci měření. Ta byla 10 kHz. To, že oba signály z 1 m vzdálených luxmetrů byly zachyceny ve stejném časovém intervalu měření (který je dlouhý 0,0001 s), tedy ve skutečnosti dokazuje pouze to, že se světlo šíří rychleji než 10 000 m/s (10 km/s). I to je ovšem při běžných vzdálenostech v porovnání se zvukem prakticky okamžitě.

Závěr (návod na zjištění vzdálenosti bouřky)

Zvuk se šíří rychlostí přibližně 3 km/s a světlo s ohledem na měřítka, ve kterých se pohybujeme, v podstatě „okamžitě“. Udeří-li tedy někde blesk, vidíme světlo prakticky ihned, zatímco zvuku trvá překonání každého kilometru 3 sekundy. Stačí počítat sekundy, výsledný počet vydělit třemi, a získáme tak přibližnou vzdálenost bouřky v kilometrech.