



## Kvantitativní analýza ohřevu a ochlazování vody – úvod ke gradované komplexní aktivitě

Téma tepelné výměny a proměn teploty patří k základním oblastem fyziky, které mají zároveň silný praktický přesah do každodenního života i profesní praxe. S ohřevem a ochlazováním vody se setkáváme při vaření, vytápění, výrobních procesech či v oblasti úspor energie. Vzdělávací programy pro obory H i M proto kladou důraz nejen na pochopení základních fyzikálních principů, ale také na rozvoj dovedností spojených s měřením, zaznamenáváním a vyhodnocováním dat.

Gradovaný přístup umožňuje, aby se s jedním tématem setkávali žáci na různé úrovni náročnosti – od jednoduchého měření změn teploty pomocí teploměru a jejich grafického záznamu, až po kvantitativní analýzu zahrnující výpočty tepelné kapacity, účinnosti ohřevu či porovnávání různých způsobů přenosu tepla. Takto koncipovaná aktivita poskytuje prostor jak pro základní seznámení s jevem, tak pro hlubší fyzikální a matematické uchopení problému.

Metodická struktura navazuje na model 5E (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate). Tento postup podporuje přirozenou zvědavost žáků, vychází z jejich zkušeností a postupně je vede od prvotního pozorování ohřevu a ochlazování vody přes experimentální měření až k interpretaci výsledků a jejich aplikaci v reálných souvislostech. Díky tomu se propojuje teorie s praxí, rozvíjí se schopnost kritického myšlení a zvyšuje se motivace žáků porozumět přírodním jevům, které mají přímý dopad na jejich život i profesní budoucnost.

Součástí komplexní aktivity jsou různé varianty experimentů a úloh, které lze volit a kombinovat podle možností a potřeb konkrétní skupiny. Učitel může zvolit jednodušší verzi zaměřenou na pozorování a záznam nebo náročnější variantu, kde se žáci zabývají výpočty, porovnáváním efektivity a kritickým vyhodnocováním chyb měření. Cílem není nabídnout pevně daný scénář, ale poskytnout inspiraci a flexibilní rámec, který podpoří badatelsky orientovanou výuku a umožní zapojení všech žáků na odpovídající úrovni.



Ukázka konkrétní aktivity s gradací

# Kvantitativní analýza ohřevu a ochlazování vody

Jak měřit, vizualizovat a interpretovat teplotní data v čase

## RVP pro kategorii vzdělání H

**Vzdělávací oblast:** fyzikální vzdělávání

**Tematická oblast:** tepelná výměna, měření teploty, práce s daty

**Výsledky vzdělávání:** Žák

- provede jednoduché měření teploty vody v čase (ohřev i ochlazování);
- zaznamenává naměřené hodnoty do tabulky;
- vytvoří jednoduchý graf průběhu teploty a určí MAX/MIN;
- rozliší fáze ohřevu a chladnutí v grafu;
- stručně vysvětlí, proč chladnutí neprobíhá lineárně (intuice k exponenciálnímu průběhu).

## RVP pro kategorii vzdělání M, L0, L5

**Vzdělávací oblast:** fyzikální vzdělávání

**Tematická oblast:** Newtonův zákon ochlazování, statistické vyhodnocení, modelování

**Výsledky vzdělávání:** Žák

- organizuje a provede měření (Logger Pro / čidlo) se záznamem do CSV/Sheets;
- zpracuje data: AVERAGE, STDEV, SLOPE (pro úseky 0–7 min a 7–15 min);
- vytvoří kombinovaný graf s vyznačením pásem „ohřev“ a „chladnutí“;
- aplikuje exponenciální trendline na fázi chladnutí, zapíše rovnici a  $R^2$ ;
- porovná teoretickou teplotu okolí  $T_\infty$  s naměřeným minimem a interpretuje odchylky;
- prezentuje výsledky stručnou prezentací (graf + tabulka statistik).

## Cíle

### kategorie vzdělání H

#### Žák

- změří a zaznamená průběh teploty vody při ohřevu a následném ochlazování;
- sestaví tabulku a sloupcový/čárový graf průběhu  $T(t)$ ;
- označí v grafu maximum/minimum a přechod mezi fázemi;
- zhodnotí, jak rychle teplota klesá po přidání ledu (kvalitativně).



## kategorie vzdělání M, L0, L5

### Žák

- provede strukturovaný záznam (čas, T, fáze, poznámky) a export do CSV/ Sheets;
- vypočítá MAX, MIN, AVERAGE, STDEV;
- určí SLOPE pro úseky 0–7 min (ohřev) a 7–15 min (chladnutí);
- vloží exponenciální trendline pro chladnutí, zapíše rovnici a  $R^2$ ;
- porovná teoretické  $T_\infty$  s naměřeným minimem, uvede možné zdroje chyb;
- prezentuje výsledky v krátkých slidech (graf + tabulka + komentář).

### 1. Engage (zaujetí, aktivace)

#### Kategorie vzdělání – H

#### Instrukce pro učitele:

- Položí otázku:
  - „Platí Newtonův zákon ochlazování pro náš pokus?“
- Ukáže příklad exponenciální křivky z předchozích dat.
- Vyjasní, že budeme ověřovat tvar průběhu.

#### Aktivita pro žáky:

- Povídají si, zda bude chladnutí lineární, nebo zakřivené, a zdůvodní své tvrzení.

#### Kategorie vzdělání – M

#### Instrukce pro učitele:

- Položí otázku:
  - „Platí Newtonův zákon ochlazování pro náš pokus?“
- Ukáže příklad exponenciální křivky z předchozích dat.
- Vyjasní, že budeme ověřovat tvar průběhu.

#### Aktivita pro žáky:

- Diskutují, jak vypadá ideální model  $T(t)$ .
- Připomenou si podstatu Newtonova zákona ochlazování.

### 2. Explore (zkoumání)

#### Kategorie vzdělání – H



#### Instrukce pro učitele:

- Připraví měření Logger Pro, který exportuje jako živý náhled do CSV/Sheets.
- Postup:
  - 0–7 min ohřev;
  - v 7. minutě přidat led;
  - nechat běžet do 15. minuty.
- Zajistí, aby skupiny zároveň sledovaly živý graf.

#### Aktivita pro žáky:

- Zapisují průběžně čas a teplotu.
- Sledují přechod ohřev → ochlazování.

### Kategorie vzdělání – M

#### Instrukce pro učitele:

- Připraví měření Logger Pro, který exportuje jako živý náhled do CSV/tabulkový procesor.
- Postup:
  - 0–7 min ohřev;
  - v 7. minutě přidat led;
  - nechat běžet do 15. minuty.
- Zajistí, aby skupiny zároveň sledovaly živý graf.

#### Aktivita pro žáky:

- Připraví si tabulku v tabulkovém procesoru se sloupci (čas, T, fáze, poznámka).
- Ověří správnost exportu dat do tabulkového procesoru.

### 3. Explain (vysvětlení)

### Kategorie vzdělání – H

#### Instrukce pro učitele:

- Na příkladu názorně ukáže a popíše krok za krokem tvorbu kombinovaného grafu a výpočty (MAX, MIN, AVERAGE, STDEV, SLOPE).
- Vysvětlí použití exponenciální trendline pouze na část chladnutí a interpretaci  $R^2$ .

#### Aktivita pro žáky:

- Vytvoří základní graf.
- Vyznačí MAX/MIN.
- Popíší tvar křivky.



### Kategorie vzdělání – M

#### Instrukce pro učitele:

- Na příkladu názorně ukáže a popíše krok za krokem tvorbu kombinovaného grafu a výpočty (MAX, MIN, AVERAGE, STDEV, SLOPE).
- Vysvětlí použití exponenciální trendline pouze na část chladnutí a interpretaci  $R^2$ .

#### Aktivita pro žáky:

- Vytvoří kombinovaný graf s barevným pásmem *ohřev vs. chladnutí*.
- Spočítají MAX, MIN, AVERAGE, STDEV.
- Určí SLOPE pro úseky 0–7 a 7–15 min.
- Přidají exponenciální trendline pro chladnutí, zapíšou rovnici a  $R^2$ .

#### 4. Elaborate (rozšíření, prohloubení)

### Kategorie vzdělání – H

#### Instrukce pro učitele:

- Nechá žáky vytvořit krátké skupinové prezentace (1–2 slidy).
- Moderuje diskusi o rozdílech v datech a chybách měření.

#### Aktivita pro žáky:

- Ukážou graf a stručně okomentují průběh (kde je přechod, jak rychle klesá T).

### Kategorie vzdělání – M

#### Instrukce pro učitele:

- Nechá žáky vytvořit krátké skupinové prezentace (1–2 slidy).
- Moderuje diskusi o rozdílech v datech a chybách měření.

#### Aktivita pro žáky:

- Porovnají teoretické  $T_\infty$  (teplota okolí) s dosaženým minimem.
- Navrhnu příčiny odchylek (zpoždění čidla, míchání, objem vody, kusovost ledu, výměna tepla s nádobou).

#### 5. Evaluace (hodnocení)

### Kategorie vzdělání – H

#### Instrukce pro učitele:

- Zadá reflektivní otázky a navrhne rozšíření:
  - „Jaký bude průběh při vložení více kostek ledu?“



- „Jaký bude průběh při jiném objemu vody?“
- „Jaký bude průběh při použití jiného zdroje tepla?“

**Aktivita pro žáky:**

- Diskutují, jak by se změnil průběh a rychlost ochlazování.

**Kategorie vzdělání – M**

**Instrukce pro učitele:**

- Zadá reflektivní otázky a navrhne rozšíření:
  - „Jaký bude průběh při vložení více kostek ledu?“
  - „Jaký bude průběh při jiném objemu vody?“
  - „Jaký bude průběh při použití jiného zdroje tepla?“
- Navrhne krátkou simulaci v tabulkovém procesoru při změně počátečních podmínek.

**Aktivita pro žáky:**

- Diskutují, jak by se změnil průběh a rychlost ochlazování.
- Provedou jednoduchou simulaci v tabulkovém procesoru a porovnají výsledky s původním měřením.