

## Cíle

Cílem měření je napodobit denní cyklus změn teploty v povrchových vrstvách půdy v laboratorních podmínkách.

### Podrobnější rozbor cílů

Měření provádíme ve dvou úrovních hloubky (2 a 7 cm), ale můžeme měřit i ve více úrovních (u systému Vernier můžeme k dataloggeru připojit až čtyři teploměry).

## Zadání úlohy

Využijeme nádobu se vzorkem půdy. Pomocí misky naplněné ledem a lampy s běžnou odporovou žárovkou budeme působit teplotně na půdu a simulovat tak rozdílné části dne. Změny teploty půdy budeme sledovat ve dvou úrovních – 2 a 7 cm. Porovnáme průběh změn teploty v těchto úrovních.

### Technická úskalí, tipy a triky

Nádoba by měla být plastová, abychom do ní mohli vyříznout dva otvory pro vsunutí teploměrů. Na nádobě si naznačíme lihovým fixem rysky. Podle nich nádobu plníme a vyřežeme otvory pro zasunutí teploměrů.

## Pomůcky

dva datalogery Pasco Spark, dvě nerezová čidla teploty PS-2153, plastová nádoba s odříznutou svrchní částí, miska, led, lampička s odporovou žárovkou (nejlépe 100 W), pravítko, vzorek půdy  
Obdobné možnosti nabízí systém Vernier.

### Technická úskalí, tipy a triky

Systém Vernier má oproti systému Pasco nespornou výhodu v tom, že se dají připojit dvě (až čtyři) běžná teplotní čidla k dataloggeru. U systému Pasco je třeba k zapojení maximálně dvou čidel zakoupit dražší teplotní senzor PS-2125.

### Zařazení do výuky

Úloha je tvořena pro žáky druhého stupně základní školy a víceletých gymnázií, ale využít ji lze i na vyšším stupni. Lze ji provádět jako laboratorní úlohu s žáky či demonstračně, kdy si žáci zaznamenávají pouze výsledky.  
RVP ZV/GV – vzdělávací oblast: RVP GV – Člověk a příroda

Očekávané výstupy:

- Rozlišuje a porovnává složky a prvky přírodní sféry, jejich vzájemnou souvislost a podmíněnost, rozeznává, pojmenuje a klasifikuje tvary zemského povrchu.

### Časová náročnost

Dvě vyučovací hodiny (90 minut).

### Návaznost experimentů

Experiment souvisí s úlohou Propustnost půdy.

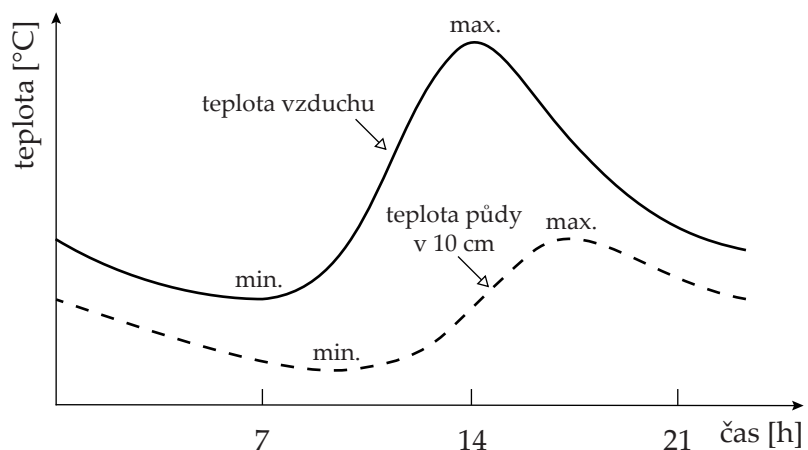
### Mezipředmětové vztahy

Úloha má vazbu na témata o půdě probíraná často i v přírodopisu (biologii).

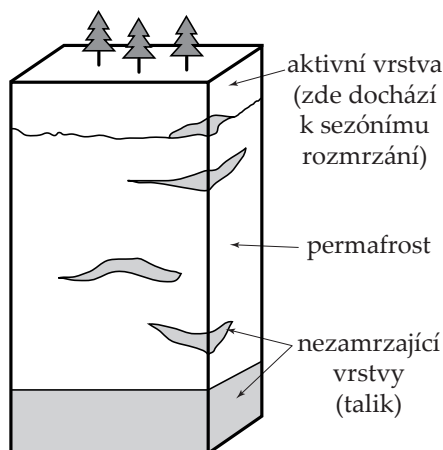
## Teoretický úvod

Teplota půdy je důležitou veličinou, která zajímá nejenom zemědělce, ale také třeba stavební inženýry. Měří se na profesionálních meteorologických stanicích, a to na povrchu (pouze několik stanic) a poté v 5, 10, 20, 50, a 100 cm. K měření se dnes používají automatizované měřicí systémy.

Zatímco teplota povrchu půdy je v podstatě vždy vyšší než teplota vzduchu, směrem do hloubky je již situace jiná. V létě je teplota v hlubších vrstvách nižší než teplota vzduchu, v zimě je tomu naopak. V dlouhodobém průměru jsou dosahovány nejvyšší hodnoty teploty půdy v červenci a nejnižší v lednu. Změny teploty se samozřejmě v půdě projevují s určitým zpožděním. Toto zpoždění činí asi 3 hodiny na 10 cm hloubky. Dosahuje-li tedy teplota vzduchu maxima kolem 14 hodiny, pak teplota půdy v 10 cm bude dosahovat maxima kolem 17 hodiny. To je významné i pro interpretaci výsledků naší úlohy. Denní amplitudu teploty má tedy smysl sledovat zhruba do 20–30 cm hloubky. Je třeba poznamenat, že uvedené hodnoty jsou čistě teoretické a v reálných podmínkách se mohou výsledky značně odlišovat.



Obr. 1: Zpoždění chodu maxima a minima teploty půdy oproti teplotě vzduchu



Obr. 2: Permafrost

Velmi sledovanou hodnotou je hloubka zámrazu půdy. V našich podmínkách půda v hloubkách pod 100 cm téměř nezamrzá, což má velký význam například ve stavebnictví.

Existují i oblasti, kde je půda zmrzlá po celý rok a rozmrzá pouze v nejsvrchnější vrstvě. Označujeme ji jako permafrost. Taková půda je samozřejmě nevhodná pro zemědělské obdělávání, ale také silně ztěžuje zakládání staveb a život lidí. Rozmrazující vrstvu při povrchu označujeme jako aktivní vrstvu a pro nezamrzající vrstvy uvnitř a pod permafrostem používáme pojem talik.

## Motivace

Kdy je správný čas zasít? Zemědělci na jaře pozorně sledují přírodu a zajímá je i teplota půdy, aby vystihli ten správný čas pro danou plodinu.

I v přírodě jsou přezimující semena nastavena na start klíčení při dosažení určité teploty v půdě.

## Bezpečnost práce

Poučíme žáky o bezpečném chování v laboratoři, zejména při práci s elektrickými spotřebiči.

### Technická úskalí, tipy a triky

Připomeňte žákům, že odporová žárovka je velmi horká, a to i po vypnutí spotřebiče.

## Příprava úlohy

Připravíme plastovou nádobu a odřízneme její vrchní část. Lihovým fixem označíme výšku naplnění a prořízneme dva otvory (pro vsunutí teploměrů) v hloubce 2 a 7 cm pod touto ryskou. Nádobu naplníme vzorkem půdy. Dále připravíme vhodnou nádobu (talíř nebo misku) a naplníme ji ledem. Vedle přichystáme lampičku se 100 W žárovkou.

## Postup práce

- 1) Naplníte připravenou nádobu vzorkem proschlé půdy až po rysku. Průběžně půdu mírně hutněte.
- 2) Do připravených otvorů (2 a 7 cm pod úroveň půdy) vsuňte teploměry.
- 3) Připravte misku s ledem a lampičku s odporovou žárovkou (nejlépe 100 W).

Budeme simulovat denní chod teploty podle následující tabulky:

Pracovní činnost	Denní doba (simulovaná)	čas
Na nádobu položíme misku s ledem a zahájíme měření.	noc	5 minut
Nádobu s ledem odstraníme.	ráno	5 minut
Nad povrch půdy (ve výšce cca 10 cm) umístíme lampičku a rozsvítíme.	den	5 minut
Lampičku vypneme a odsuneme od povrchu půdy.	večer	5 minut
Na nádobu postavíme misku s ledem.	noc	5 minut
Nádobu s ledem odstraníme.	ráno	5 minut
Nad povrch půdy (ve výšce cca 10 cm) umístíme lampičku a rozsvítíme.	den	5 minut

## Nastavení HW a SW

- 1) Zapneme datalogger a připojíme senzor.
- 2) Tlačítkem *sestavit* se dostaneme do  *nabídky měřených veličin*, kde vybereme měření teploty v závislosti na čase a zvolíme z  *nabídky způsobu zobrazení* tlačítko *graf*.
- 3) V nabídce *vlastnosti grafu* změníme jednotky času na minuty, což je vhodnější pro orientaci v experimentu.
- 4) V nabídce *nastavení vzorkování* vybereme podmínku *stop po trvání* a nastavíme 40 minut.

## Příprava měření

Před vlastním měřením si připravíme všechny pomůcky tak, abychom je měli při ruce. Měření se již po jednotlivých fázích nezastavuje. Pokud teploměr v půdě neudrží (může se stát u teploměru, který je v mělčí vrstvě), použijeme např. lepicí pásku k jeho upevnění.

## Vlastní měření a záznam dat

Po zahájení měření pozorně sledujeme čas a podle tabulky měníme podmínky experimentu. Data se zaznamenávají ve formě grafu. Po ukončení měření (40 minut) grafy upravíme pomocí tlačítka *nástroje grafu* výběrem volby *roztažení grafu*, čímž je přizpůsobíme obrazovce dataloggeru.

### Technická úskalí, tipy a triky

Nádoba s ledem musí mít takovou velikost, aby nestála na povrchu půdy, ale byla těsně nad jejím povrchem. Můžete také nechat zmrznout vodu přímo v misce. Pokud je to nutné, necháme vzorek půdy mírně proschnout, nebo ho naopak mírně navlhčíme.

### Technická úskalí, tipy a triky

Lampičku nestačí vypnout, ale je potřeba ji opravdu odsunout z dosahu nádoby, neboť žárovka a rozehřáté stínítko vydávají teplo ještě dlouho po vypnutí a celý experiment by tímto byl ovlivněn.

### Technická úskalí, tipy a triky

V případě, že máme k dispozici pouze čidlo PS-2153, postup opakujeme na druhém dataloggeru. Pokud máme sondu PS-2125, nastavíme totéž u druhého grafu na témže dataloggeru.



Obr. 3: Experiment před zahájením měření

### Technická úskalí, tipy a triky

Tento experiment lze také založit ve venkovním reálném prostředí a výsledky porovnat s experimentem. Také můžeme skupinám pro zajímavost přikrýt povrch půdy různými barevnými papíry a simulovat tak změnu teploty za různých podmínek (černá – odkrytá půda, zelená – vegetace, bílá – sníh atd.). Zkrátka existuje značné množství obměn a možností pro zpracování školních projektů a podobně.

**Hodnocení výsledků**

Výsledky hodnotíme a porovnáваме podle zjištěného absolutního rozdílu teplot (velikosti amplitudy). Teplota v hloubce 7 centimetrů by se měla měnit jen nepatrně.

V hloubce 2 centimetry budeme vidět zcela patrné kolísání teploty, které bude přicházet s určitým zpožděním za změnou v prostředí nad půdou.

V hloubce 7 centimetrů budou změny pouze nepatrné a jejich amplituda bude vykazovat neznatelnou souvislost se změnami v prostředí nad půdou.

**Syntéza a závěr**

V závěru shrneme výsledky a pokusíme se je zobecnit na reálné prostředí. Diskutujeme o vlivu vegetace, případně barvy půdy na její teplotu.

Takto upravené grafy uložíme a vytiskneme, případně překreslíme do pracovního listu.

**Analýza naměřených dat**

V nabídce *nástroje grafu* použijeme volbu *výběr statistiky grafu*, kterou využijeme pro vyhledání maxima a minima pro dané měření. Údaje zaznamenáme do tabulky v pracovním listu a doplníme o výpočet absolutního teplotního rozdílu.

Dále analyzujeme tvar grafů a časový posun v nástupu maxima a minima teploty.