


VODA

Jaké podoby má voda v zimě a proč?

<p>2x45 min. skupinová práce badatelství</p> 	<p>CÍLE</p> <p>Žák pozoruje přeměnu skupenských stavů vody. Žák na základě pokusů zkoumá příčiny přeměny vody v zimě. Žák rozpozná, nabídne a vyhodnotí vysvětlení přírodních jevů týkající se přeměny vody.</p>
<p>ROZVÍJÍME</p> <p>badatelství kritické myšlení interpretační dovednosti experimentování</p>	
<p>VÝSTUPY DLE RVP</p> <p><i>CH-9-2-01 rozlišuje směsi a chemické látky</i> <i>CH-9-5-01 porovná vlastnosti a použití vybraných prakticky významných oxidů, kyselin, hydroxidů a solí a posoudí vliv významných zástupců těchto látek na životní prostředí</i> <i>CH-9-7-03 orientuje se v přípravě a využívání různých látek v praxi a jejich vlivech na životní prostředí a zdraví člověka</i></p>	<p>POMŮCKY</p> <p>PL, stopky, váhy, lžička, kádinky, Petriho misky, hodinové sklo (brýle), trojnožka, porcelánová síťka, kahan, zapalovač (zápalky), teploměry nebo čidla teploty (+ počítač/tablet s příslušným programem pro čidla), kuchyňská sůl, ledová tříšť (sníh), voda.</p>
<p><i>F-9-1-01 změří vhodně zvolenými měřidly některé důležité fyzikální veličiny charakterizující látky a tělesa</i> <i>F-9-1-02 uvede konkrétní příklady jevů dokazujících, že se částice látek neustále pohybují a vzájemně na sebe působí</i></p> <p><i>P-9-7-04 uvede příklady kladných i záporných vlivů člověka na životní prostředí</i></p> <p><i>Z-9-5-03 uvádí na vybraných příkladech závažné důsledky a rizika přírodních a společenských vlivů na životní prostředí</i></p> <p><i>I-5-4-01 najde a spustí aplikaci, pracuje s daty různého typu</i></p>	<p>1AB. MOTIVACE – ÚVODNÍ PŘÍBĚH</p> <p>„Konečně začalo sněžit. Protože má Hugo sníh rád, rozhodl se vypravit dnes do školy pěšky. Cestou přes své brýle pozoruje, jak se krajina mění. Někde sníh zůstává, jinde rychle taje. Při vstupu do školy se mu brýle zamlží a on chvíli nevidí nic, tohle naopak na zimě rád nemá. Do odpoledne nasněží dobrých 10 cm. Po cestě domů si Hugo všimne projíždějícího auta, které na zmrzlou a zasněženou silnici nasype sůl. Jak to, že sníh a led při kontaktu se solí taje? Ve škole totiž dostali za úkol nafotit různé podoby vody v zimě. Mohla by tohle být jedna z nich?“</p> <p>Evokační otázka: <i>Jaké skupenské přeměny vody naleznete v Hugově příběhu?</i></p>



Lekce je vedena badatelským cyklem – s výzkumnou otázkou, hypotézou, pokusem a měřením, závěrem atd. Přičemž v této lekci se nabízí minimálně dvě výzkumné otázky.

1. Jak to, že sníh a led při kontaktu se solí taje? – viz A

2. Proč se Hugovi brýle při vstupu do školy zamlží a orosí? – viz B



Obrázek 1: Badatelský cyklus, Zdroj: [1]

K doplnění informací o badatelsky orientované výuce (BOV) doporučujeme [Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním](#) [2] od [Učíme se venku](#).



2A. Zjišťování informací – práce se zdroji

Žáci si v textu podtrhnou nebo vypíší do PL užitečné informace týkající se solení silnic a následného tání sněhu a ledu.

Text pro žáky: **Jak to, že sníh a led při kontaktu se solí taje?**

Hugo si vyhledal na internetu dostupné informace, z různých zdrojů zjistil, že se pro solení silnic využívá technická sůl, tou je nejčastěji chlorid sodný nebo chlorid vápenatý nebo jejich směs. Někdy se využívá postřík i tzv. solankou, tj. 19-21 % roztokem soli, tato technologie snižuje spotřebu soli a urychluje tání ledu na silnici. Dále se dočetl, že solení silnic je účinné při teplotách -5 až -7 °C, při teplotách pod -11 °C již bývá zcela neúčinné. Teoreticky by ale mohlo být účinné i kolem teploty -20 °C, v tom případě by se muselo použít minimálně 100 g kuchyňské soli na 1 kg ledu. Toto množství se v praxi nepoužívá, protože by mělo příliš velký negativní vliv na životní prostředí. Normou je 60 g soli na metr čtvereční vozovky na den.

3A. Kladení a výběr výzkumné otázky:

Žáci si na základě motivačního textu a textu týkajícího se solení silnic kladou různé otázky. Každá výzkumná skupina si pak vybere jednu, kterou bude ověřovat.

Příklady otázek, které mohou žáky napadnout:

Jak funguje solení silnic?

Jaký vliv má sůl na tání ledu a sněhu, když je venku teplota pod nulou?

Jak závisí teplota tání ledu na množství přidané soli?

Jaký je rozdíl mezi využitím soli a solanky?

4A. Hypotéza:

Žáci si k jedné své výzkumné otázce formulují hypotézu¹ (předpoklad). Vhodné je připomenout si kritéria pro stanovení hypotézy.

¹ Hypotéza je tvrzení nebo soubor tvrzení, který má vysvětlit jev či problém, jež lze ověřit výzkumem. Je formulovaná tak, aby ji bylo možno potvrdit nebo vyvrátit.





Hypotéza je:

- jednoznačná – tzn. buď platí, anebo neplatí; nemůže platit „napůl“,
- ověřitelná – je možné ji ověřit či najít způsob ověření,
- zobecnitelná – musí být zobecnitelná na větší počet jevů, objektů,
- měřitelná – musí ji být možno změřit nebo jinak kvantitativně popsat,
- specifická – musí být vyslovena dostatečně podrobně, aby nevyvolávala žádné pochyby o svém obsahu [2, str. 59].

Jaké hypotézy mohou žáci vymyslet? Př.:

Sůl sněž a led zahřeje, proto sněž na posolené silnici taje rychleji.

Sůl se na sněhu rozpouští, a proto sněž taje.

Když sněž víc osolím, rychleji roztaje.

Sůl se smísí se sněhem a tato směs má jinou teplotu tání. Solanka se smísí s ledem rychleji, sněž a led rychleji roztaje.

5A. Plánování a příprava pokusu

Všechny pomůcky leží na stole, žáci si do skupiny vyberou ty, které potřebují.

Pomůcky: stopky, kádinky, Petriho misky, váhy, lžička, teploměry nebo čidla teploty (+ počítač/tablet s příslušným programem pro čidla), kuchyňská sůl, ledová tříšť (sněž).



Foto 1: Ledová tříšť, kuchyňská sůl případně chlorid sodný (Autor: V. Machková)



6A. Provedení pokusu:

Vlastní provedení pokusu je na žácích! Žák navrhne postup, který představí učiteli, pak se pustí do práce. Níže jsou uvedeny postupy, tak jak jsme je vyzkoušeli my. Učitel je zde pouze **průvodcem**, neříká přesně žákům, co mají dělat.

Možné postupy žáků (od nejjednoduššího po nejsložitější):

Otázka: *Jak funguje solení silnic?*

Hypotéza: *Sůl sněh a led zahřeje, proto sněh na posolené silnici taje rychleji. + Sůl se smísí se sněhem a tato směs má jinou teplotu tání.*

1) Možný návrh postupu: Kádinku naplním ledovou tříští, změřím teplotu, přidám lžičku soli, zamíchám, sleduji, zda led taje. Poté opět změřím teplotu.

Otázka: *Jak závisí teplota tání ledu na množství přidané soli?*

Hypotéza: *Když sněh víc osolím, rychleji roztaje.*

2) Možný návrh postupu: Kádinku naplním ledovou tříští, změřím teplotu, přidám 1 g soli, zamíchám, sleduji, zda led taje a změřím teplotu. Kádinku naplním ledovou tříští, použiji přibližně stejný objem jako v prvním kroku, změřím teplotu, přidám 10 g soli, zamíchám, sleduji, zda led taje a změřím teplotu. Naměřené hodnoty porovnám.

Otázka: *Jaký je rozdíl mezi využitím soli a solanky?*

Hypotéza: *Sůl se smísí se sněhem a tato směs má jinou teplotu tání. Solanka se smísí s ledem rychleji, sněh a led rychleji roztaje.*

3) Možný návrh postupu: Kádinku naplním ledovou tříští, změřím teplotu, přidám 1 g soli, zamíchám, sleduji, zda led taje a změřím teplotu. Připravím si 20 % roztok soli. Kádinku naplním ledovou tříští, změřím teplotu, přidám asi 5 ml roztoku soli, zamíchám, sleduji, zda led taje. Poté opět změřím teplotu.



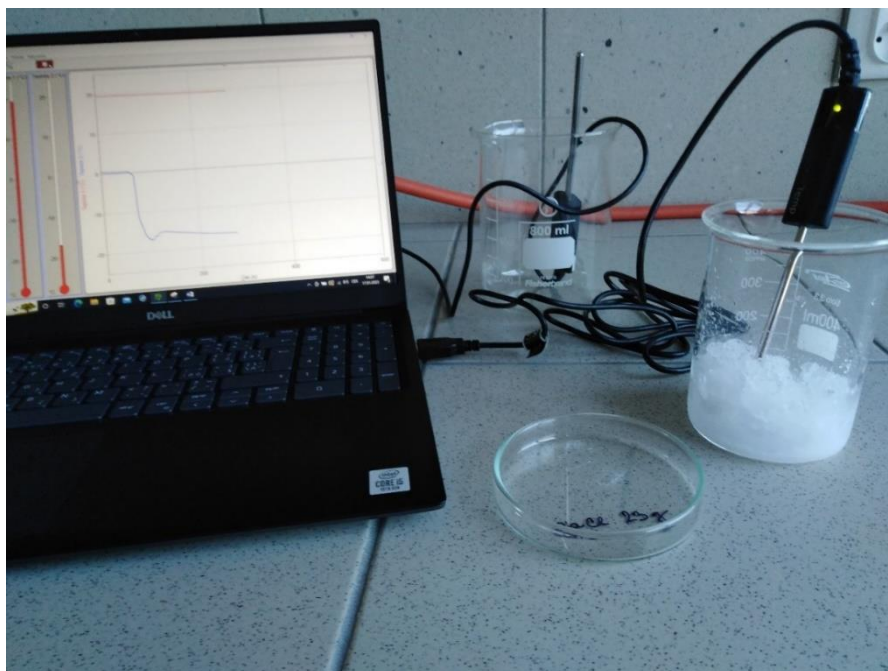


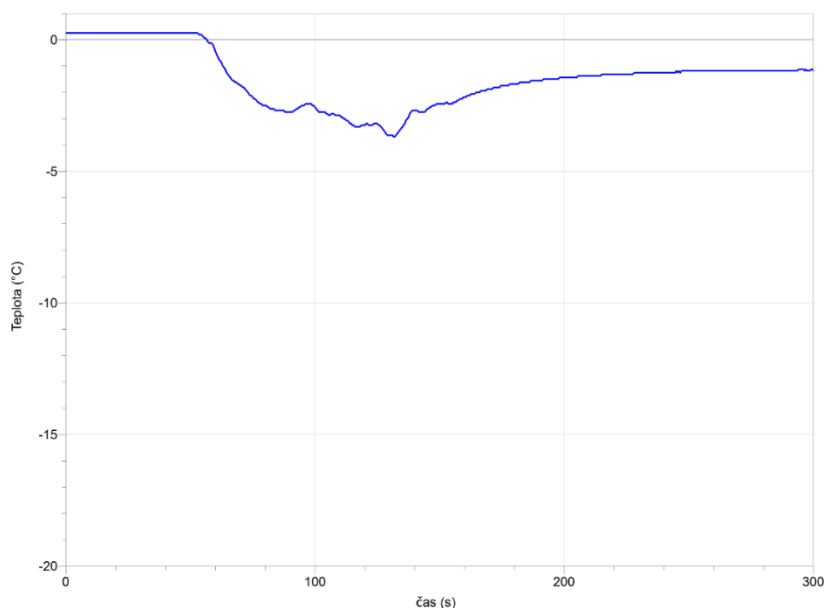
Foto 2: Měření teploty pomocí čidel Vernier (Autor: V. Machková)

7A. Záznam pokusu a vyhodnocení dat

Pokud žáci nepracují s čidly, zaznamenávají naměřené hodnoty do PL.



Foto 3: Detail měření směsi ledové tříště a soli (Autor: V. Machková)



Obrázek 2: Výsledný graf zobrazující pokles teploty při tání ledové tříště smíchané se solí (1 g soli + 99 g ledové tříště – tj. 1 % směs) – pokles teploty na $-3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, Zdroj: program Logger Lite, zpracování V. Machková

Doplňující informace k měření:

Použito bylo: 1 g soli a 99 g ledové tříště. Průběh měření: 50 s měření teploty ledové tříště, 50 s mísení ledové tříště se solí, dále měření vývoje teploty ve směsi.

Detailnější výstupy měření jako příprava i inspirace pro učitele jsou uvedeny v [příloze](#):

8A. Závěr experimentu

Žáci do PL zaznamenají a vyhodnotí naměřené hodnoty. Zapišou závěr experimentu.

9A. Návrat k hypotéze

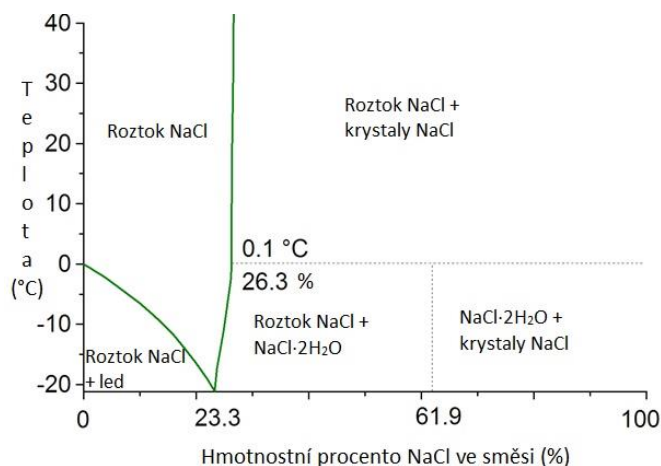
Žáci se vrací k hypotéze, kterou navrhli na začátku bádání a porovnávají ji se svými zjištěnými výsledky. Zde je dobré si připomenout z čeho vycházeli a proč vybrali právě takovou hypotézu. Tento krok je logickým návratem na úplný začátek bádání a vede žáky k zamyšlení, zda se výsledky opravdu týkají hypotézy. Důležité je, že **nepotvrzená hypotéza není chyba ani**



průsvih, ale právě naopak. Bádání není soutěž o to, či předpoklad bude potvrzen. I nepotvrzený předpoklad je součástí bádání (nejen žáků, ale i vědců). Mnohdy právě on může nasměrovat a podněcovat k dalšímu bádání [2].

Vysvětlení pro učitele:

Voda a sůl je eutektická směs. Voda má teplotu tání 0 °C a chlorid sodný 801 °C. Teplota tání směsi vody a chloridu sodného může po smíchání ve vhodném hmotnostním poměru (23,3 % soli) klesnout až na -21,1 °C (viz vrchol zelené křivky ve fázovém diagramu na obrázku 3). Při solení silnic se tohoto eutektického poměru soli a vody nedosahuje, proto solení silnic prakticky funguje jen do teploty cca -6 °C [3, 4].



Obrázek 3: Fázový diagram směsi NaCl + H₂O, Zdroj: [5], přeloženo

Teplota tání ledu je za normálních podmínek 0 °C (ve fázovém diagramu jde o bod se souřadnicemi [0; 0]). Pokud do něj přidáváme sůl (pohybujeme se po ose x od nuly směrem doprava), teplota tání směsi klesá (to znázorňuje zelená křivka vycházející z bodu nula na ose y). Čím více soli přidáme, tím více teplota tání klesá, přičemž nejnižší může klesnout až na -21,1 °C při hmotnostním procentu soli ve vodě 23,3 %. Pod tímto bodem leží již podeutektická směs, u níž obsah soli nemá vliv na teplotu tání. Při tomto ději se spotřebovává teplo na rozpouštění solvatovaných krystalů směsi (krystalků, které spoluzamrzly s vodou), což se projeví snížením teploty směsi [6].

10. Spojitost s životem a prezentace:

Výsledky vašeho bádání využijte v rámci úkolu, který si vyberete. Přemýšlejte i o tom, jak zjištěné informace můžete konkrétně popsat a dát do souvislostí s vaším životem.



1) Jaký důsledek může mít solení silnic pro rostliny a živočichy v blízkosti silnice? Uvedte jeden konkrétní případ druhu, který je pozitivně či negativně ovlivněn.

2) Vyhledejte mapu salinity (slanosti moří a oceánů) a zdůvodněte rozdíly ve slanosti 3 vybraných moří: Baltské moře, Středozemní moře a Rudé moře.

+ Jaké další otázky máte? Co byste chtěli zkoumat do budoucna?

2B. Zjišťování informací – práce se zdroji

Žáci si v textu podtrhnou nebo vypíšou do PL užitečné informace týkající se zamlžování brýlí.

Text pro žáky: Proč se Hugovi brýle při vstupu do školy zamlží?

Při cestě do školy, když Hugo vyjde z domova, tak mají brýle pokojovou teplotu. Při chůzi v chladném vzduchu se teplota brýlí vyrovná s teplotou okolí a brýle se stanou chladnějšími. Při vstupu do školy, kde je teplota vyšší, se začnou na brýlích objevovat malinké kapičky vody. Hugo to vnímá jako zamlžení. Zkrátka přes ně vidí špatně, jakoby v mlze.

Při sundání brýlí z obličeje se k nim teplý vzduch rychleji dostane a zamlžení po zahřátí brýlí zmizí. Voda se opět rychle vypaří a přejde do plynného skupenství.

3B. Kladení otázek a výběr výzkumné otázky:

Žáci si na základě motivačního textu a textu týkajícího se Hugových brýlí kladou různé otázky. Každá výzkumná skupina si pak vybere jednu, kterou bude ověřovat.

Příklady otázek, které mohou žáky napadnout:

Proč se Hugovi brýle zamlží, může za to změna teploty?

Jak vznikne orosení na Hugových brýlích?

Co je rychlejší, zamlžení nebo odmlžení brýlí, a jaké podmínky to ovlivňují?





4B. Hypotéza:

Žáci formulují svoji hypotézu² (předpoklad). Vhodné je připomenout si kritéria pro stanovení hypotézy.

Hypotéza je:

- jednoznačná – tzn. buď platí, anebo neplatí; nemůže platit „napůl“,
- ověřitelná – je možné ji ověřit či najít způsob ověření,
- zobecnitelná – musí být zobecnitelná na větší počet jevů, objektů,
- měřitelná – musí ji být možno změřit nebo jinak kvantitativně popsat,
- specifická – musí být vyslovena dostatečně podrobně, aby nevyvolávala žádné pochyby o svém obsahu [2, str. 59].

Jaké hypotézy mohou žáci vymyslet? Př.:

Brýle se zamlží vždy, když vstoupíme ze zimy do tepla.

Molekuly vodní páry, která je ve vzduchu neviditelná, narážejí na studená sklíčka brýlí, ochladí se a tím se zkapalní.

Zahřátí brýlí bude trvat déle, než zamlžení.

V teplejší místnosti se brýle odmlží rychleji než v chladnější.

5B. Plánování a příprava pokusu

Všechny pomůcky leží na stole, žáci si do skupiny vyberou ty, které potřebují.

Pomůcky: kádinky, hodinové sklo (brýle), trojnožka, porcelánová síťka, kahan, zapalovač (zápalky), voda.

² Hypotéza je tvrzení nebo soubor tvrzení, který má vysvětlit jev či problém, jež lze ověřit výzkumem. Je formulovaná tak, aby ji bylo možno potvrdit nebo vyvrátit.





6B. Provedení pokusu:

Vlastní provedení pokusu **je na žácích!** Žák navrhne postup, který představí učiteli, pak se pustí do práce. Níže jsou uvedeny postupy, tak jak jsme je vyzkoušeli my. Učitel je zde pouze průvodcem, neříká přesně žákům, co mají dělat.



Foto 4: Vlevo: Studená kádinka se studenou vodou pár sekund po zahřívání. Vpravo: Studená kádinkou se studenou vodou (Autor: M. Bělochová)

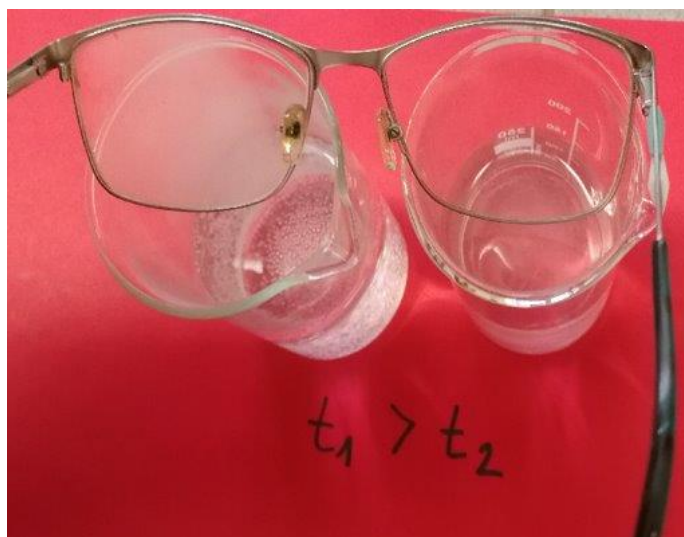


Foto 5: Zamlžené brýle při vyšší teplotě, než je teplota brýlí (Autor: M. Bělochová)



7B. Záznam pokusu a vyhodnocení dat

Žáci zaznamenávají průběh pokusu do PL.

8B. Závěr experimentu

Žáci do PL zaznamenají a vyhodnotí naměřené hodnoty. Zapišou závěr experimentu.

9B. Návrat k hypotéze

Žáci se vrací k hypotéze, kterou navrhli na začátku bádání a porovnávají ji se svými zjištěnými výsledky. Zde je dobré si připomenout, z čeho vycházeli a proč vybrali právě takovou hypotézu. Tento krok je logickým návratem na úplný začátek bádání a vede žáky k zamyšlení, zda se výsledky opravdu týkají hypotézy. Důležité je, že **nepotvrzená hypotéza není chyba ani průšvih, ale právě naopak**. Bádání není soutěž o to, čí předpoklad bude potvrzen. I nepotvrzený předpoklad je součástí bádání (nejen žáků, ale i vědců). Mnohdy právě on může nasměrovat a podněcovat k dalšímu bádání [2].

Vysvětlení pro učitele:

Brýle se orosí, protože molekuly vodní páry, která je ve vzduchu neviditelná, narážejí na studená sklíčka brýlí, ochladí se a tím se zkapalní. Při sundání brýlí z obličeje se k nim teplý vzduch rychleji dostane a zamlžení rychle zmizí. Voda se opět rychle vypaří a přejde do plynného skupenství.

K problému se váže i rosný bod, což je teplota, při které je vzduch vodními parami v něm obsaženými právě nasycen. Při poklesu teploty pod rosný bod dochází k vytváření rosy.





10. Spojitost s životem a prezentace:

Výsledky vašeho bádání využijte v rámci úkolu, který si vyberete. Přemýšlejte i o tom, jak zjištěné informace můžete konkrétně popsat a dát do souvislostí s vaším životem.

1) *Jaká je ideální vlhkost v bytě a čím ji můžeme zvýšit nebo snížit?*

2) *Vyhledejte, co je to tzv. transpirace. Čím to, že se v létě za slunného dne liší teplota ve stínu stromu a ve stínu slunečniku?*

+ *Jaké další otázky máte? Co byste chtěli zkoumat do budoucna?*

Užitečné odkazy a literatura k tématu:

<https://ucimesevenku.cz/>

<https://badatele.cz/cz>

<https://www.em.muni.cz/vite/6996-proc-se-v-zime-soli-silnice>

<https://www.veronica.cz/poradna-v-casopise-veronica?i=60>

<https://www.portalridice.cz/clanek/posypove-materialy-cim-vsime-silnicari-bojuji-se-snehem-a-naledim>

<http://www.prvky.com/rozpustnost-na.html>

<http://www.prvky.com/rozpustnost-ca.html>

<https://www.vernier.cz/stahnout/kucharka/kod/chladici-smes>

<https://www.vernier.cz/stahnout/kucharka/kod/zmena-teploty-pri-rozpousteni>

<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=160>

<https://fyzikalnipokusy.cz/1614/chladici-smes-vody,-ledu-a-soli>

<https://www.prirodovedci.cz/zepetejte-se-prirodovedcu/806>

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Salinita>

<https://www.kaufland.cz/aktualne/servis/poradce/vlhkost-vzduchu-v-mistnosti.html>





Slovníček pojmů:

Eutektická směs je tuhá směs dvou látek, jejichž krystaly se vytvářejí při tuhnutí společně. Nejčastěji se používá právě kvůli své vlastnosti, kdy teplota tání směsi je výrazně nižší než teploty tání jednotlivých složek. V našem případě je myšlena směs ledu a soli. Významné využití eutektických směsí je také v metalurgii.

Teplota tání je teplota, při které se z pevné látky (krystalické) stává látka kapalná, přechází tedy z pevného skupenství do kapalného. Teploty tání se u různých látek liší. U vody (ledu) je teplota tání 0 °C, například u parafínu (vosku) je to mezi 38–56°C. Teplota tání látek závisí na tlaku.

Teplota tuhnutí je teplota, při které se z kapalné látky stává látka pevná, přechází tedy z kapalného skupenství na pevné. U krystalických látek je hodnota tuhnutí stejná jako hodnota tání. U vody se tento bod označuje jako bod mrazu, tedy 0 °C.

Solanka je roztok vody s anorganickou solí, obvykle chloridem sodným (NaCl). Koncentrace soli v tomto roztoku je různá. Solný roztok o koncentraci 3,5 % odpovídá mořské vodě. Solanka se využívá např. v potravinářství k nasolování potravin, tam se voda smíchává s kuchyňskou solí. Další využití nachází při solení silnic, kde se využívá technická sůl. Solanka totiž velmi dobře funguje při teplotách bodem mrazu. Tento roztok má nejčastěji koncentraci mezi 19–21 %.

Rosný bod (správněji **teplota rosného bodu**) je teplota, při které je vzduch maximálně nasycen vodními parami. Relativní vlhkost vzduchu je tedy 100 %. Pokud teplota vzduchu klesne pod teplotu rosného bodu, dochází k vytěsnění vodní páry, která kondenzuje na okolních, zpravidla chladnějších tělesech v podobě „rosy“.

Transpirace je výdej vody povrchem rostlin, převážně listem. Je to závěrečný proces transpiračního proudu, který vede vodu cévními svazky z kořenů do listů. Jedná se o pasivní proces. Na transpiraci má vliv sluneční záření, proudění vzduchu a teplota.





Seznam zkratek:

BOV – badatelsky orientovaná výuka

CMA – Calcium Magnesium Acetate

F – fyzika

CH – chemie

I – informatika

P – přírodopis

PL – pracovní list

RVP – rámcový vzdělávací program

Z – zeměpis

Použité zdroje:

- [1] BADATELÉ.CZ. [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://badatele.cz/cz/4-badatelske-kroky>
- [2] TÝM PROJEKTU BADATELÉ.CZ (2013): Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním. [online]. ISBN 978-80-87905-02-9. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://ucimesevenku.cz/wp-content/uploads/2019/11/01_Pruvodce_pro_ucitele-2.pdf
- [3] MIKULČÁK J. a kol. (2022): Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy. Praha: Prometheus, 212 s.
- [4] WIKIPEDIE.ORG. [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Eutektikum>
- [5] WIKIPEDIE.ORG. [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:WatNaCl.png>
- [6] KOUDELKOVÁ, V. (2011): Proč se solí silnice? [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=160>
- [7] WIKIPEDIE.ORG. [online]. [cit. 2023-1-22]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Calcium_magnesium_acetate



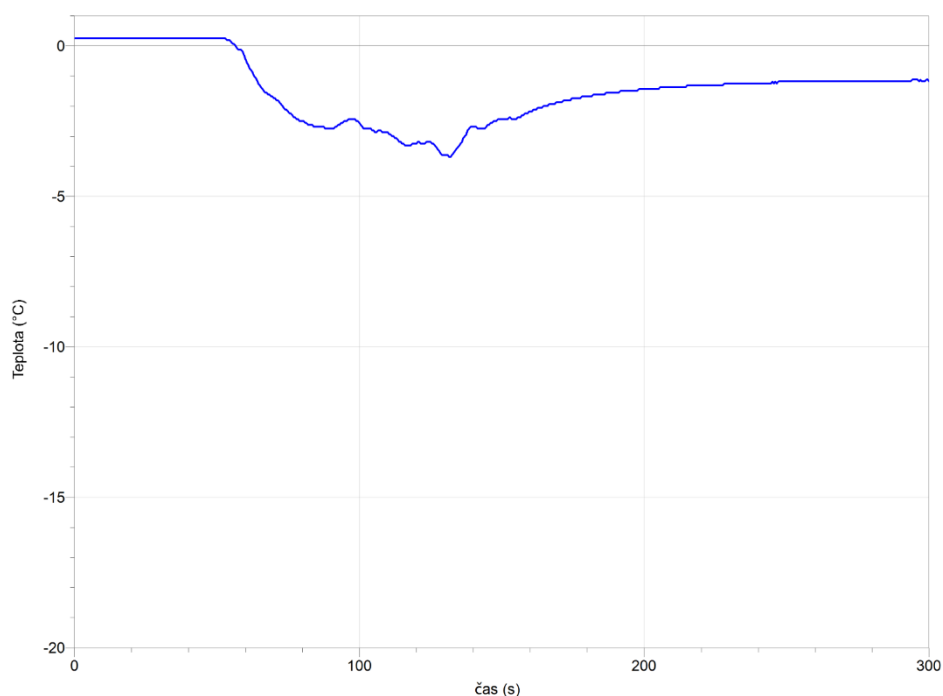


Přílohy:

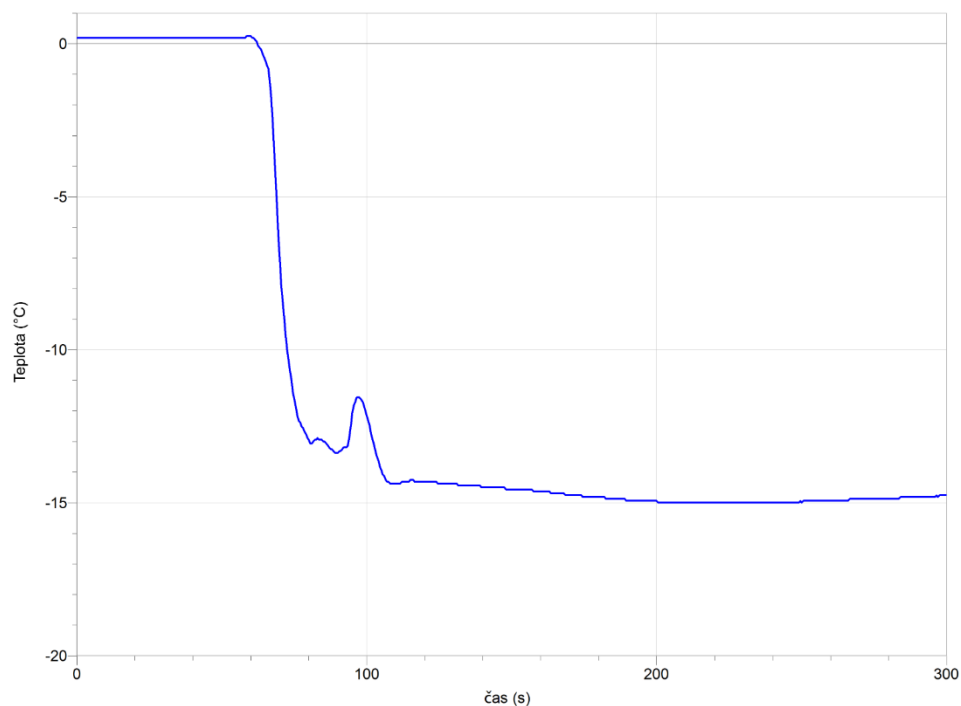
Popis měření: 50 s měření teploty ledové tříště, 50 s mísení ledové tříště se solí, dále měření vývoje teploty ve směsi.

Otázka: *Jak závisí teplota tání ledu na množství přidané soli?*

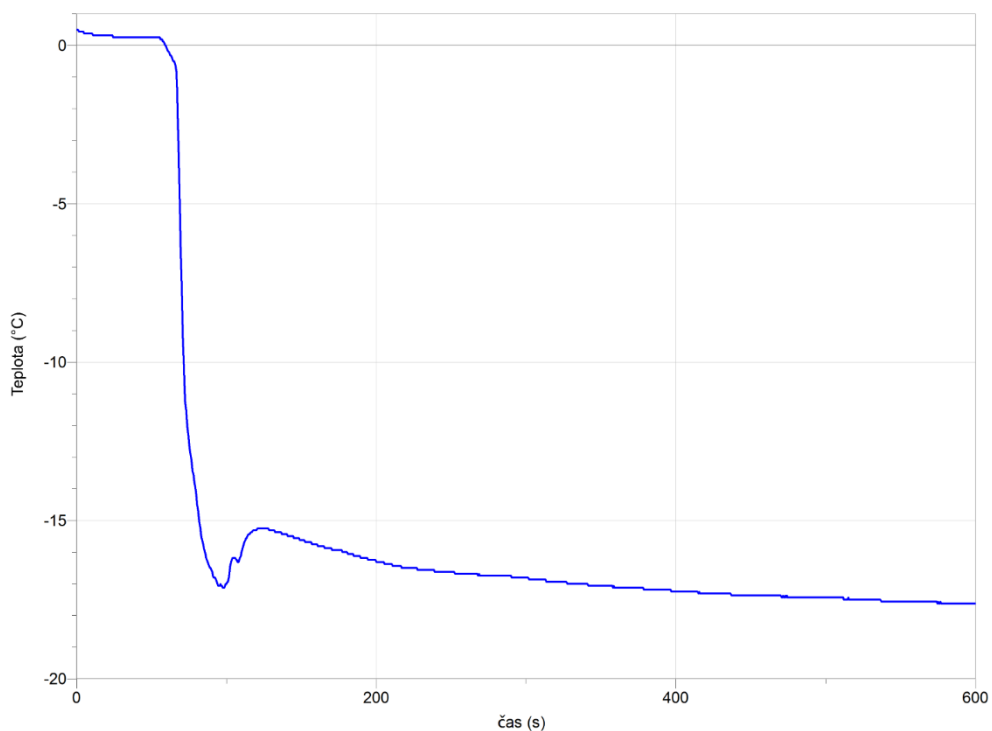
Hypotéza: *Když sníh víc osolím, rychleji roztaje.*



Obrázek 4: Výsledný graf zobrazující pokles teploty při tání ledové tříště smíchané se solí (1 g soli + 99 g ledové tříště – tj. 1 % směs) – pokles teploty na $-3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, Zdroj: program Logger Lite, zpracování V. Machková



Obrázek 5: Výsledný graf zobrazující pokles teploty při tání ledové tříště smíchané se solí (10 g soli + 90 g ledové tříště – tj. 10 % směs) – pokles teploty na -15 °C, Zdroj: program Logger Lite, zpracování V. Machková



Obrázek 6: Výsledný graf zobrazující pokles teploty při tání ledové tříště smíchané se solí (23 g soli + 77 g ledové tříště – tj. 23 % směs, nasycený roztok soli je asi 26 %) – pokles teploty na $-17,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ na konci dvojnásobného časového intervalu, Zdroj: program Logger Lite, zpracování V. Machková



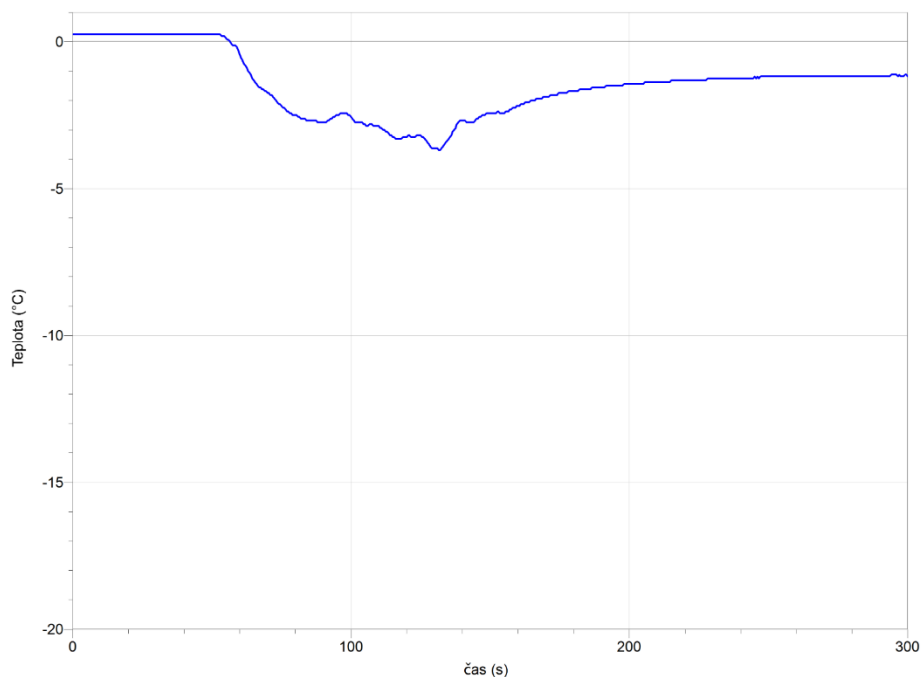
Porovnání různých materiálů pro solení silnic



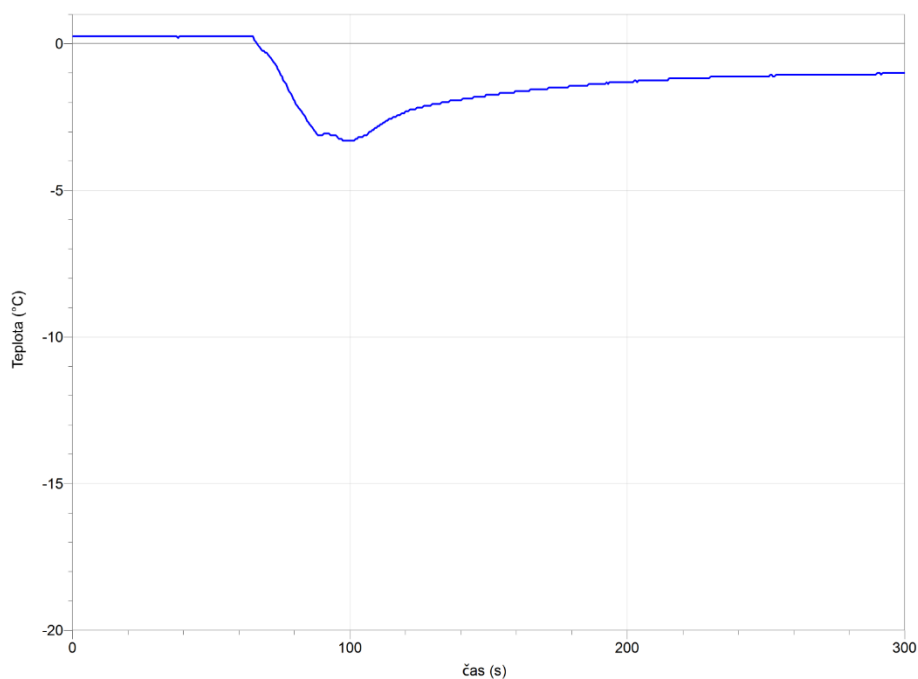
Foto 6: Různé „solné“ materiály – chlorid sodný (NaCl), chlorid vápenatý (CaCl₂), močovina (CH₄N₂O), octan vápenatý (C₄H₆CaO₄) (Autor: V. Machková)

Za šetrnější náhrady se považuje močovina (Aqua gelo) nebo CMA (Calcium Magnesium Acetate, CaMg₂(CH₃COO)₆). U močoviny je výhodou nezasolování životního prostředí při stejné účinnosti jako u chloridu sodného, ale podporuje růst vegetace na okolních pozemcích. CMA je šetrný k přírodě, ale má několikanásobně nižší efektivitu než chlorid sodný. Oba produkty jsou výrazně dražší než sůl [7].

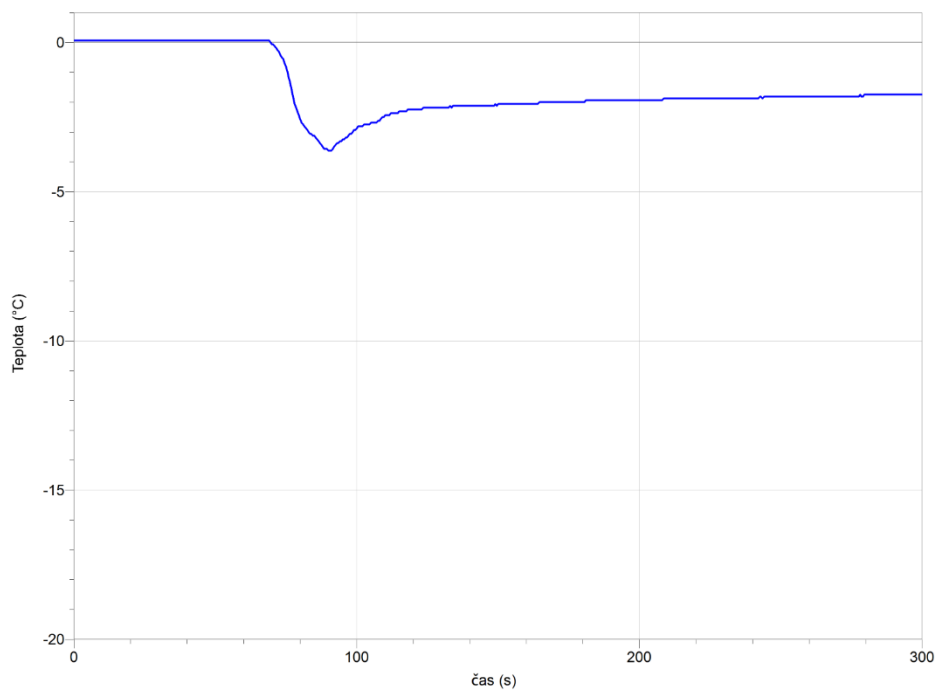
Pro porovnání byly použity chlorid sodný, chlorid vápenatý, močovina a octan vápenatý (CMA nebyl dostupný).



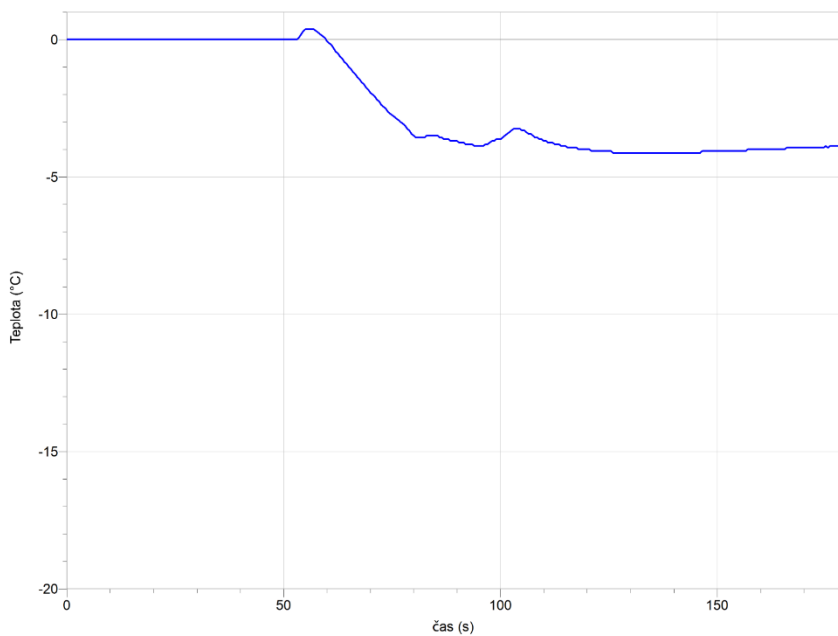
Obrázek 7: Chlorid sodný – pokles teploty na -3,7 °C, Zdroj: program Logger Lite, zpracování V. Machková



Obrázek 8: Chlorid vápenatý – pokles teploty na -3,3 °C, Zdroj: program Logger Lite, zpracování V. Machková



Obrázek 9: Močovina – pokles teploty na -3,6 °C, Zdroj: program Logger Lite, zpracování V. Machková



Obrázek 10: Octan vápenatý – pokles teploty -4,1 °C, Zdroj: program Logger Lite, zpracování V. Machková

