

## Kolísání povrchové teploty těla

Proč se teplota mění?

### Obsah

Úvod .....	2
Cíle.....	2
Teoretický úvod.....	3
Motivace studentů .....	4
Doporučený postup.....	5
Příprava úlohy.....	5
Materiály pro studenty.....	5
Záznam dat.....	5
Analýza dat.....	5
Syntéza a závěr.....	5
Hodnocení .....	6
Internetové odkazy.....	6
Pracovní návod.....	7
Zadání úlohy.....	7
Pomůcky .....	7
Bezpečnost práce .....	8
Teoretický úvod.....	8
Příprava úlohy (praktická příprava) .....	8

Postup práce .....	9
Nastavení HW a SW.....	9
Příprava měření .....	9
Vlastní měření (záznam dat).....	9
Měření teploty kůže suché dlaně .....	10
Měření teploty kůže dlaně v proudícím vzduchu .....	10
Měření teploty kůže dlaně v rukavici .....	10
Měření teploty kůže dlaně ponořené do ledové vody .....	10
Analýza naměřených dat.....	10
Pracovní list učitele.....	11
Slovníček pojmů.....	11
Teoretická příprava úlohy .....	12
Vizualizace naměřených dat .....	12
Vyhodnocení naměřených dat.....	13
Závěr .....	14
Pracovní list studenta .....	15
Slovníček pojmů.....	15
Teoretická příprava úlohy .....	16
Vizualizace naměřených dat .....	16
Vyhodnocení naměřených dat.....	16
Závěr .....	17

### **Zařazení do výuky**

Doporučuji práci zařadit do souboru cvičení o kůži, je tak možné zřídit více pracovišť s různým zaměřením (studium papilárních linií, kožní citlivost, ...) a studenty mezi pracovišti po předem stanovené době střídat.

### **Časová náročnost**

Příprava cca **10 min**,  
vlastní měření cca **20 min**.

## Úvod

Laboratorní cvičení studentům umožní studovat změny teploty lidského těla. Většina ví, že člověk je teplokrevný živočich a také, že naše teplota se pohybuje kolem 37 °C. Tato teplota je však udržována jen uvnitř organismu, na povrchu těla může značně kolísat. Toto laboratorní cvičení se zaměřuje právě na měření kolísání teploty povrchových vrstev kůže.

## Cíle

Studenti by měli zvládnout:

- měření kožní teploty za různých podmínek (proudění vzduchu, působení chladu),
- srovnání s teplotou kůže za normálních podmínek (v klidu, při pokojové teplotě),
- měřením ověřit hypotézu o kolísání teploty povrchu těla v závislosti na změnách okolního prostředí.

## Teoretický úvod

Člověk patří mezi endotermní jedince (udržující stálou teplotu těla).

U lidí a ostatních savců regulace teploty představuje rovnováhu mezi výrobou tepla z metabolických zdrojů a tepelnými ztrátami z odpařování (pocení) a procesů vyzařování, konvekce a vedení.

Lidské tělo produkuje metabolické teplo jako vedlejší produkt reakcí, ke kterým dochází uvnitř těla. Dokonce, i když nevyvíjíme žádnou aktivitu, dospělý muž vydá přibližně 90 jouleů tepla (asi 22 kalorií) za sekundu jako výsledek svého základního metabolismu. Čím jsme aktivnější, tím více tepla naše tělo produkuje. Proto se musí do hry zapojit regulační mechanismy, které se podílejí na udržování stálé vnitřní teploty. Tato (základní) teplota musí zůstat relativně konstantní, protože naše enzymy fungují nejlépe při teplotě kolem 37 °C.

Hlavní ústředí termoregulace je v hypotalamu. Zde jsou vyhodnocovány informace z teplotních čidel rozmístěných v těle.

Když teplota těla stoupne na 37 °C začne probíhat fyzikální termoregulace – tělo se začne ochlazovat hlavně sáláním, prouděním a odpařováním potu. Výdej tepla je umožněn změnou prokrvení kůže. Nicméně, když jsou teplota a vlhkost vzduchu vysoké, odpařování se zpomalí a pocení není efektivní. Většina savců nemá potní žlázy. Pro ochlazení proto zrychlí dýchání (odpařování prostřednictvím dýchacích cest) a lízáním si zvlhčují kůži a chlupy.

Při poklesu teploty se naopak musí tělo ohřát – v chladném prostředí se zadržuje tělesné teplo nejprve zúžením krevních cév v blízkosti povrchu těla a později nastupuje proces chemické termoregulace: dojde ke zvýšení metabolismu, zvýší se svalové napětí, popř. se dostaví svalový třes. Třes může vyvolat maximálně pětinasobné zvýšení metabolismu. Při teplotách pod 4 °C nahé osoby nemohou již dostatečně zvýšit rychlost metabolismu a nahradit tak tepelné ztráty. Dalším mechanismem zabraujícím ztrátám tepla je tzv. husí kůže a napřímení



### Slovníček pojmů

ENDOTERMNÍ ORGANISMY  
METABOLISMUS  
HYPOTALAMUS  
Viz pracovní list (učitel).



### Přehled pomůcek

- Pasport Xplorer GLX
- 2 rychlá teplotní čidla (součást GLX Xploreru)
- 1000 ml nádoba (kádinka nebo podobná nádoba)
- ventilátor
- rukavice (nejlépe palčáky)
- led, drť nebo v kostkách
- gumička, velká
- lepicí voděodolná páska (náplast)
- ručník
- voda
- *pracovní návod*
- *pracovní list*
- *ochranné pracovní pomůcky*

chloupků. I vlasy a chlupy na naší kůži hrají důležitou roli v regulaci tělesné teploty. Zadržují tenkou vrstvu vzduchu těsně nad kůží, který se ohřívá při styku s pokožkou. Tato vrstva teplejšího vzduchu se chová jako izolátor. U člověka vzhledem k omezenému ochlupení však není zvláště efektivní, u zvířat se tím výrazně zvyšuje tloušťka izolační vrstvy kůže nebo peří.

Teplotní extrémů mohou mít za následek selhání regulace tělesné teploty. Jak zvýšená tělesná teplota, neboli hypertermie, tak snížená tělesná teplota (hypotermie) mohou vést ke smrti vyčerpáním. Řízená hypotermie se používá u některých typů chirurgických zákroků. Dočasně se tak sníží rychlost metabolismu a prodlouží se doba, kterou jsou schopny orgány přečkat bez poškození. Horečka je i jedním z obranných mechanismů organismu v případě, že je napaden např. bakteriemi. Zvýšená teplota má negativní vliv na jejich množení.

Horní hranice tělesné teploty slučitelná s přežitím je asi 42 °C, spodní hranice je značně variabilní.

Tělesná teplota člověka se měří v jamce podpažní, ústech nebo konečníku. Zde se teplota podle místa měření pohybuje od 36,5 °C v podpaží až po 37,5 °C v konečníku. Tělesná teplota kolísá v průběhu dne. Ráno je nižší, zvyšuje se po jídle a v pozdním odpoledni dosahuje vrcholu. U žen se také projevují měsíční teplotní rozdíly související s menstruačním cyklem. Běžná povrchová teplota kůže je pak okolo 34 °C.

## Motivace studentů

Před vlastní prací zopakujeme se studenty funkce kůže. Zeptáme se, jakým způsobem se může organismus ochlazovat nebo zahřívát a vyzveme studenty k odhadnutí povrchové teploty svého těla. Poté si studenti svůj odhad budou moci ověřit v rámci cvičení.

## Doporučený postup

1. Každá pracovní skupina obdrží „pracovní návod“ a každý student dostane „pracovní list“.
2. Práci je vhodné provádět ve dvojicích, aby výsledky nebyly zkreslovány aktivitou, potřebnou k provedení měření.
3. Po provedení měření si studenti vymění role.

### Příprava úlohy

Kromě uvedených pomůcek je před vlastním měřením nutné nahrát soubor „body heat.glx“ do Xploreru GLX.

### Materiály pro studenty

Studenti dostanou „pracovní návod“ a „pracovní list“.

„Pracovní návod“ postupně provede studenty přípravou a řešením celé laboratorní úlohy.

Do „pracovního listu“ zaznamenají naměřená data, provedou jejich analýzu a potvrdí nebo vyvrátí v úvodu práce zformulované hypotézy.

### Záznam dat

Postup měření najdou studenti v „pracovním návodu“ a místo pro zaznamenání dat v „pracovním listu“.

### Analýza dat

- Studenti si přečtou postup práce v „pracovním návodu“ a pokusí se zodpovědět v úvodu zadané otázky.
- Takto získanou hypotézu následně ověří měřeními.
- V závěru vyhodnotí naměřené veličiny a potvrdí nebo vyvrátí v úvodu práce zformulovanou hypotézu.

### Syntéza a závěr

Poté, co studenti vyplní své „pracovní listy“, společně vyhodnotíme výsledky měření a můžeme diskutovat nad možnými odchylkami od optimálních hodnot teploty těla.

## Hodnocení

- Postupovali studenti korektně podle laboratorního protokolu?
- Vyhodnotili správně svá měření?
- Zodpověděli všechny v závěru protokolu položené otázky?
- Jsou schopni zdůvodnit případné odchylky od normy?

## Internetové odkazy

### Kůže a termoregulace

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Kůže>

### Řízení teploty těla

<http://www.ulekare.cz/clanek/jak-je-rizena-teplota-lidskeho-tela-2789>

### Nadměrné pocení

<http://www.lekari-online.cz/novinky/nadmerne-poceni>



### Pasco zdroje

Na stránkách [www.pasco.com](http://www.pasco.com) a [www.pasco.cz](http://www.pasco.cz) naleznete řadu dalších zdrojů.

**BIOLOGIE**

laboratorní cvičení č. 3

**3**

• BIOLOGIE

**Kolísání povrchové teploty těla (návod)****Zadání úlohy**

Změřte teplotu kůže na dlani vaší ruky. Následně změřte teplotu kůže na dlani, na kterou ventilátor fouká vzduch. Nakonec změřte teplotu kůže ruky, která je ve velmi studené vodě po dobu jedné minuty. Pokračujte v měření teploty i po vyndání ruky ven z vody a zjistěte, jak se teplota ruky začíná vracet ke své normální hodnotě.

**Pomůcky**

- Pasport Xplorer GLX
- 2 rychlá teplotní čidla (součást GLX Xploreru)
- 1000 ml nádoba (kádinka nebo podobná nádoba)
- ventilátor
- rukavice (nejlépe palčáky)
- led, drť nebo v kostkách
- gumička, velká
- lepící voděodolná páska (náplast)
- ručník
- voda
- *pracovní návod*
- *pracovní list*
- *ochranné pracovní pomůcky*

PRACOVNÍ NÁVOD



## Bezpečnost práce

*Pracujte pečlivě a v souladu s pracovním návodem. Při práci budete používat elektrický ventilátor. Je třeba dbát na dodržování pravidel zacházení s elektrickými spotřebiči, zabránit možnému styku vody a ledu se spotřebičem. Rovněž hrozí nebezpečí zachycení a vtažení vlasů ventilátorem. V laboratoři používejte laboratorní plášť a případně další pomůcky v souladu se správnou laboratorní praxí.*

## Teoretický úvod

Člověk patří mezi endotermní jedince (udržující stálou teplotu těla).

Lidské tělo produkuje metabolické teplo jako vedlejší produkt reakcí, ke kterým dochází uvnitř těla. Dokonce, i když nevyvíjíme žádnou aktivitu, dospělý muž vydá přibližně 90 joulů tepla (asi 22 kalorií) za sekundu jako výsledek svého základního metabolismu. Čím jsme aktivnější, tím více tepla naše tělo produkuje. Proto se musí do hry zapojit regulační mechanismy, které se podílejí na udržování stálé vnitřní teploty. Tato (základní) teplota musí zůstat relativně konstantní, protože naše enzymy fungují nejlépe při teplotě kolem 37 °C.

Hlavní ústředí termoregulace je v hypotalamu. Zde jsou vyhodnocovány informace z teplotních čidel rozmístěných v těle.

Když teplota těla stoupne na 37 °C začne probíhat fyzikální termoregulace – tělo se začne ochlazovat hlavně sáláním, prouděním a odpařováním potu. Výdej tepla je umožněn změnou prokrvení kůže.

Při poklesu teploty se naopak musí tělo ohřát – nastupuje proces chemické termoregulace: dojde ke zvýšení metabolismu, zvýší se svalové napětí, popř. se dostaví svalový třes. I vlasy a chlupy na naší kůži hrají důležitou roli v regulaci tělesné teploty. Zadržují tenkou vrstvu vzduchu těsně nad kůží, který se ohřívá při styku s pokožkou. Tato vrstva teplejšího vzduchu se chová jako izolátor. Tělesná teplota člověka se měří v jamce podpažní, ústech nebo konečniku. Zde se teplota podle místa měření pohybuje od 36,5 °C v podpaží až po 37,5 °C v konečniku. Běžná povrchová teplota kůže je pak okolo 34 °C.





## Příprava úlohy (praktická příprava)

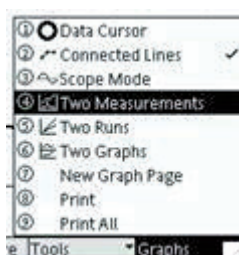
Nejprve zodpovíme úvodní motivační otázky, pak teprve začneme připravovat jednotlivá měření.



## Postup práce

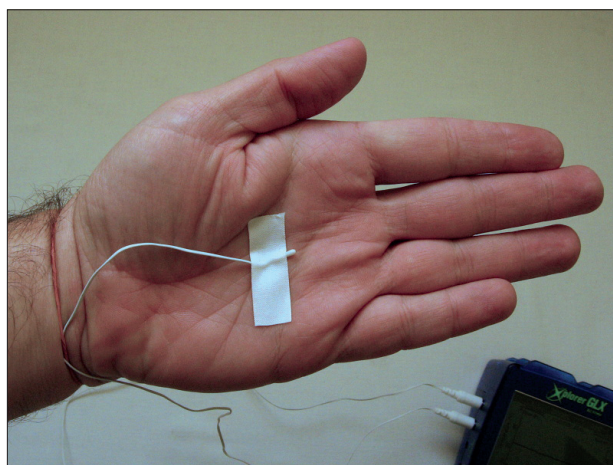
### Nastavení HW a SW

1. Do konektorů na levé straně přístroje GLX označených symboly  a  připojte teplotní čidla.
2. Otevřete GLX instalační soubor označený „body heat“. Soubor nastaví snímání dat rychlostí dvě měření za sekundu a na displeji grafu se zobrazí měření teploty pro obě sondy.
3. Pomocí kláves se šipkami přejděte na menu Graph a aktivujte jej stiskem .
4. Pokud nevyhovuje zobrazení dvou křivek do jednoho grafu, je možné stiskem F4  aktivovat menu a vybrat zobrazení ve dvou grafech (Two Graphs).



### Příprava měření

- Dejte led do vody v kádince nebo podobné nádobě. Nádobu musí být dimenzována tak, aby při ponoření celé ruky do studené vody nedošlo k přetečení.
- Použijte gumičku a voděodolnou pásku k uchycení teplotního čidla na dlaně ruky (viz obrázek vpravo). Stejně postupujte u druhé ruky s druhou sondou.



### Vlastní měření (záznam dat)



Tato činnost vyžaduje spoluúčast druhé osoby pro záznam dat a hlídání času, zatímco první osoba je měřena.

Proveďte celkem čtyři měření:


- Změřte teplotu kůže suché dlaně u osoby v klidu.
- Změřte teplotu kůže dlaně v proudícím vzduchu.
- Změřte teplotu kůže dlaně v rukavici.
- Změřte teplotu kůže dlaně ruky ponořené na jednu minutu do ledové vody a po jejím vytažení z vody

**POZOR!** Měřená osoba musí po dobu měření klidně sedět a nedívat se na záznam dat!


### Měření teploty kůže suché dlaně

1. Stiskněte tlačítko **START** () na GLX. Dojde ke snímání teploty dlaní.
2. Po jedné minutě zastavit nahrávání dat opět tlačítkem **START** ()


### Měření teploty kůže dlaně v proudícím vzduchu

1. Stiskněte tlačítko **START** () na GLX. Dojde ke snímání teploty dlaní.
2. Jednu ruku umístěte do proudu vzduchu z ventilátoru. Druhou ruku měřený drží mimo dosah proudícího vzduchu.
3. Po jedné minutě zastavit nahrávání dat.

### Měření teploty kůže dlaně v rukavici

1. Zasuňte jednu ruku do rukavice.
2. Stiskněte tlačítko **START** () na GLX. Dojde ke snímání teploty dlaní.
3. Po jedné minutě zastavit nahrávání dat.

### Měření teploty kůže dlaně ruky ponořené do ledové vody

1. Stiskněte tlačítko **START** () na GLX. Dojde ke snímání teploty dlaní.
2. Položte jednu ruku do nádoby s ledovou vodou tak, že dlaň je zcela ponořena. Druhou ruku nechte v klidu mimo vodu.
3. Ruku nechte ve vodě po dobu jedné minuty. Pak ruku vytáhněte a jemně otřete od zbytků vody do ručníku. Snímání dat pokračuje, abychom zjistili, jak se ruka začíná vracet ke své normální teplotě.
4. Po dvou minutách měření ukončete.

### ***Doplňující úkol:***

Po vyjmutí ruky z ledové vody neukončovat měření již po dvou minutách, ale pokračovat až do dosažení normální teploty ruky. Pak graficky vyjádřit průběh oteplování.

### **Analýza naměřených dat**

1. Naměřené hodnoty zaznamenejte do tabulky ve svém „pracovním listu“.
2. Zakreslete do grafu křivku měnící se teploty ruky.
3. Zodpovězte otázky v závěru „pracovního listu“.

## BIOLOGIE

laboratorní cvičení č. 3

3

• BIOLOGIE

## Kolísání povrchové teploty těla pracovní list (učitel)

### Slovníček pojmů

Pokuste se vysvětlit následující pojmy, které se objevily v teoretickém úvodu k práci:



#### Endotermní organismy:

*Dokáží si tělesnou teplotu udržet po určitou dobu, bez ohledu na stav okolního prostředí. Mezi tyto organismy řadíme savce a ptáky. Opakem jsou ektotermní organismy. Jejich tělesná teplota je závislá na teplotě okolí, tzn. teplota okolí = teplota těla.*

#### Metabolismus:

*(z řec. meta – přes, balló – házím) neboli látková přeměna je soubor všech enzymových reakcí, při nichž dochází k přeměně látek a energií v buňkách a v živých organismech. Podle směru probíhající změny, rozdělujeme metabolismus na anabolismus (výstavbový proces, biosyntéza) a katabolismus (rozkladový proces).*

#### Hypotalamus:

*je částí mezimozku (diencephalon). Jeho činnost spočívá hlavně ve sladování funkce jednotlivých vnitřních orgánů. Například připravuje všechny orgánové soustavy na zvýšenou fyzickou, nebo psychickou zátěž. Mimo jiné řídí hypotalamus pocity hladu, žízně, reguluje tělesnou teplotu, podílí se na kontrole emocí a sexuální aktivitě.*

PRACOVNÍ LIST (UČITEL)

## **Teoretická příprava úlohy**

Než se pustíte do práce, zodpovězte následující otázky:

1. Jak se změní teplota ruky, když na ni bude foukat ventilátor?
2. Jaká bude teplota ruky po ponoření na jednu minutu do velmi studené vody?
3. Změní se nějak teplota ruky ve chvíli, kdy je vytažena ven z vody?

*Odpovědi se budou lišit v závislosti na znalostech studentů. Mnozí studenti mohou správně předvídat, že kožní teplota klesne, když je ruka vystavena proudu vzduchu z ventilátoru a že teplota kůže prudce poklesne, když budeme mít ruku v ledové vodě. Lze též odhadnout, že kožní teplota se bude měnit jen velmi málo ihned po vytažení ruky ze studené vody a pak se postupně bude zvyšovat.*

## **Vizualizace naměřených dat**

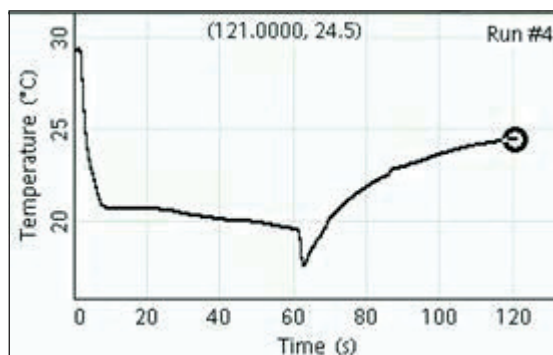
Zaznamenejte všechny naměřené údaje do tabulky a grafu.

## Vyhodnocení naměřených dat

1. Naměřené hodnoty doplňte do následující tabulky:

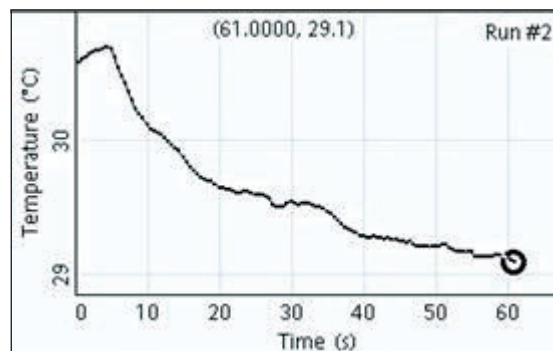
Měření	Zjištěné teploty [°C]		
	Max.	Min.	Rozdíl
Suchá ruka v klidu	31,6	31,1	+ 0,5
Ruka v proudícím vzduchu	30,5	29,2	- 1,3
Ruka v rukavici	30,9	29,5	+ 1,4
Ruka po minutě v ledové vodě	29,8	19,9	- 9,9
Ruka po minutě mimo vodu	24,9	18,6	+ 6,3
Teplota druhé ruky (celou dobu v klidu)	32,5	32,2	+ 0,3

2. Graf průběhu teplotních změn ruky ze 4. měření v závislosti na čase (náčrt).

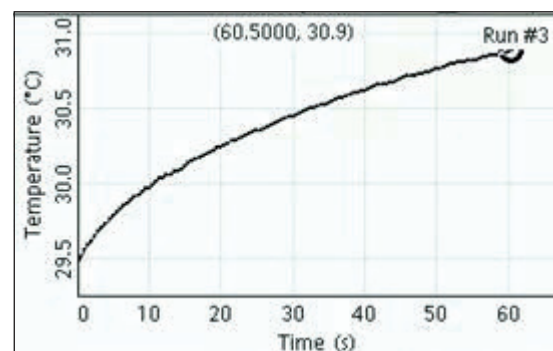


*Ukázka možného průběhu grafu u 4. měření*

*Ukázka možných průběhů měření:*



*Ukázka možného průběhu grafu u ruky v proudícím vzduchu*



*Ukázka možného průběhu grafu u ruky v rukavici*

## Závěr

1. Naměřili jste v 1. měření stejnou teplotu pravé i levé ruky?

*Odpovědi se mohou lišit. V našem případě se teplota rukou nepatrně lišila – rozdíl byl cca 1 °C.*

*Rozdíl může být ovlivněn psychikou měřené osoby, která očekává manipulaci s pokusnou rukou.*

2. Jaké změny na kůži můžeme pozorovat a jak se mění teplota ruky, když je tato vystavena proudícímu vzduchu nebo je naopak překryta rukavicí?

*V prvním případě teplota kůže klesla, kůže ruky byla bledá. Po nasunutí rukavice bylo zaznamenáno očekávané oteplování ruky. Po sejmutí rukavice byla ruka červenější – došlo k prokrvení povrchových vrstev kůže.*

3. Vysvětlete rozdíl – pokud jste nějaký zjistili - mezi teplotou pokožky ruky v proudícím vzduchu a teplotou druhé ruky, která byla v bezvětří.

*Odpovědi se mohou lišit. Proudící vzduch odstranil tenkou vrstvu teplého vzduchu nad povrchem kůže, který působí jako izolace. Bez této ochranné vrstvy se kůže ochlazuje rychleji. Organismus rovněž brání dalším ztrátám tepla snížením prokrvení povrchových vrstev ruky.*

4. Jak a proč se změnila teplota ruky v průběhu první minuty poté, co byla vytažena z ledové vody?

*Po vytažení ruky teplota kůže vzrostla z asi 19 °C na 25 °C. V první chvíli po vyjmutí ruky z ledové vody však došlo ještě k dalšímu poklesu teploty cca o 1,5 °C což bylo způsobeno odpařováním zbytku vody z povrchu ruky – tím došlo k dalšímu ochlazování povrchu kůže. Po otření ruky ručníkem byl tento proces přerušen a ruka se již plynule ohřívala.*

5. Jak probíhaly změny teploty kůže během první minuty po vyjmutí ruky z ledové vody v porovnání s vaším předpokladem?

*Odpovědi se mohou lišit, studenti by měli rozebrat svou úvodní hypotézu a posoudit, do jaké míry odhadli teplotní změny.*

6. Proč myslíte, že teplota ruky stoupá tak rychle poté, co byla v ledové vodě?

*Tělo se snaží pomocí regulačních mechanismů obnovit normální teplotu. Dojde k rozšíření cév (vazodilataci) a větší množství teplé krve proudící do povrchových vrstev kůže rychle zvyšuje teplotu ruky.*

## Pracovní list studenta

skupina:.....

jméno:..... třída:..... datum:.....

---

### Slovníček pojmů

Pokuste se vysvětlit následující pojmy, které se objevily v teoretickém úvodu k práci:

**Endotermní organismy:**

**Metabolismus:**

**Hypotalamus:**

## Teoretická příprava úlohy

Než se pustíte do práce, zodpovězte následující otázky:

1. Jak se změní teplota ruky, když na ni bude foukat ventilátor?

2. Jaká bude teplota ruky po ponoření na jednu minutu do velmi studené vody?

3. Změní se nějak teplota ruky ve chvíli, kdy je vytažena ven z vody?

## Vizualizace naměřených dat

Zaznamenejte všechny naměřené údaje do tabulky a grafu.

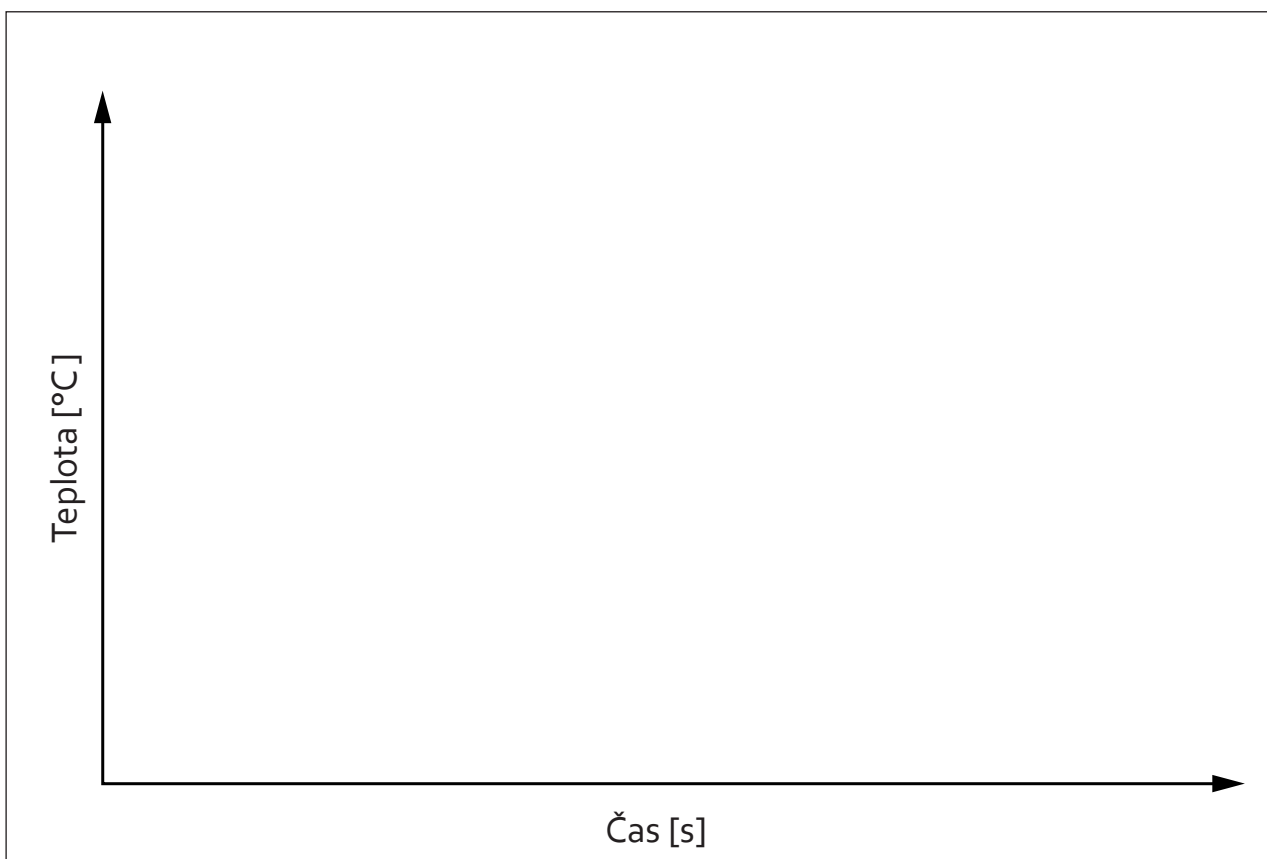
## Vyhodnocení naměřených dat

1. Naměřené hodnoty doplňte do následující tabulky:

Měření	Zjištěné teploty [°C]		
	Max.	Min.	Rozdíl
Suchá ruka v klidu			
Ruka v proudícím vzduchu			
Ruka v rukavici			
Ruka po minutě v ledové vodě			
Ruka po minutě mimo vodu			
Teplota druhé ruky (celou dobu v klidu)			



2. Graf průběhu teplotních změn ruky ze 4. měření v závislosti na čase (náčrt).



### Závěr

1. Naměřili jste v 1. měření stejnou teplotu pravé i levé ruky?

2. Jaké změny na kůži můžeme pozorovat a jak se mění teplota ruky, když je tato vystavena proudícímu vzduchu nebo je naopak překryta rukavicí?

3. Vysvětlete rozdíl – pokud jste nějaký zjistili - mezi teplotou pokožky ruky v proudícím vzduchu a teplotou druhé ruky, která byla v bezvětrí.

4. Jak a proč se změnila teplota ruky v průběhu první minuty poté, co byla vytažena z ledové vody?

5. Jak probíhaly změny teploty kůže během první minuty po vyjmutí ruky z ledové vody v porovnání s vaším předpokladem?

6. Proč myslíte, že teplota ruky stoupá tak rychle poté, co byla v ledové vodě?