

**Energetická agentura Zlínského kraje, o.p.s.**

# Obnovitelné zdroje energie

## Sborník úloh

V rámci projektu

**„Energetická efektivita v souvislostech vzdělávání“**

Tato publikace vznikla jako sborník úloh pro vzdělávací program Energetická efektivita a úspory, akreditovaného u MŠMT ČR pod č. j. 25089/2010-25-565 v rámci projektu Energetická efektivita v souvislostech vzdělávání, který je financován v rámci Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Obsah

Obsah .....	2
1 Úvodní doporučení.....	4
2 Absorpce tepla.....	4
2.1 Úkol.....	4
2.2 Ukázka .....	4
2.3 Použité přístroje .....	4
2.4 Příprava úlohy .....	5
2.5 Jak měřit.....	5
2.6 Výsledky .....	5
3 Vliv vzdálenosti a typu povrchu na absorpci .....	5
3.1 Úkol.....	5
3.2 Ukázka .....	6
3.3 Použité přístroje .....	6
3.4 Příprava úlohy .....	6
3.5 Jak měřit.....	6
3.6 Výsledky .....	6
4 Vliv úhlu dopadu světla z tepelného zdroje .....	7
4.1 Úkol.....	7
4.2 Ukázka .....	7
4.3 Použité přístroje .....	8
4.4 Příprava úlohy .....	8
4.5 Jak měřit.....	8
4.6 Výsledky .....	8
4.7 Příloha k experimentu .....	9
5 Vedení tepla jako transportní mechanismus .....	10
5.1 Úkol.....	10
5.2 Ukázka .....	10
5.3 Použité přístroje .....	10
5.4 Příprava úlohy .....	10
5.5 Jak měřit.....	10
5.6 Výsledky .....	10
6 Princip činnosti solárního kolektoru .....	11
6.1 Úkol.....	11
6.2 Ukázka .....	11
6.3 Použité přístroje .....	12
6.4 Příprava úlohy .....	12
6.5 Jak měřit.....	12
6.6 Výsledky .....	12
7 Solární kolektor se zásobníkem .....	13
7.1 Úkol.....	13
7.2 Ukázka .....	13
7.3 Použité přístroje .....	13
7.4 Příprava úlohy .....	13
7.5 Jak měřit.....	13
7.6 Výsledky .....	13
8 Efektivita solárního kolektoru se zásobníkem .....	14
8.1 Úkol.....	14
8.2 Ukázka .....	14
8.3 Použité přístroje .....	14

## Úkol

8.4	Příprava úlohy .....	15
8.5	Jak měřit .....	15
8.6	Výsledky .....	15
9	Solární kolektor s čerpadlem a výměníkem tepla .....	16
9.1	Úkol.....	16
9.2	Ukázka .....	16
9.3	Použité přístroje .....	16
9.4	Příprava úlohy .....	16
9.5	Jak měřit .....	16
9.6	Výsledky .....	16
10	Efektivita solárního kolektoru s čerpadlem a výměníkem tepla .....	17
10.1	Úkol.....	17
10.2	Ukázka .....	17
10.3	Použité přístroje .....	18
10.4	Příprava úlohy .....	18
10.5	Jak měřit .....	18
10.6	Výsledky .....	18

## 1 Úvodní doporučení



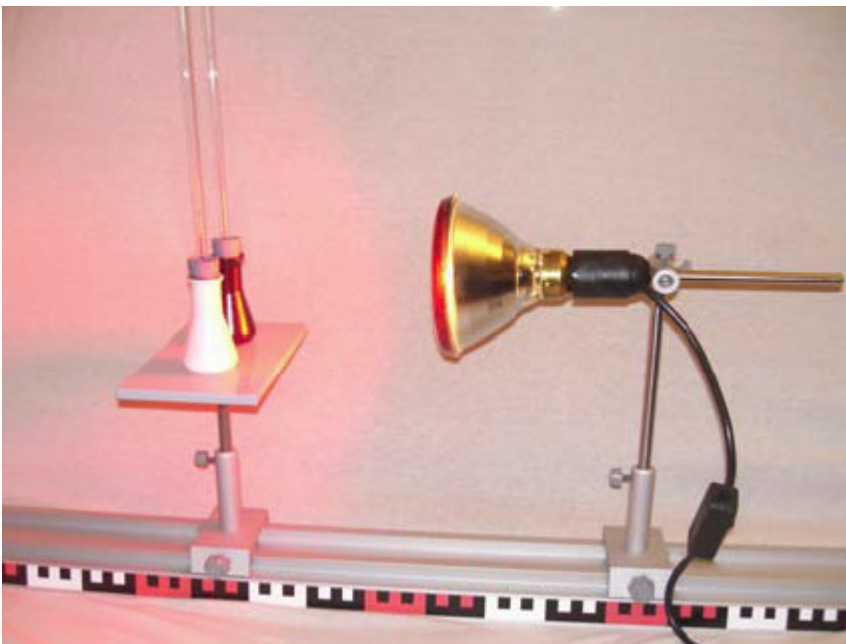
- 1) Nevkládejte horké komponenty do kufříku.
- 2) Práce s lihovým hořákem: Odšroubujte víčko a naplňte hořák denaturovaným lihem a znovu zašroubujte. Knot by měl do lihu zasahovat přibližně 5 mm. Nepoužívejte hořák déle jako 15 minut. Po ukončení pokusu vyprázdněte nádobu a nechte ji vychladnout.
- 3) Při použití čerpadla vždy naslouchejte zvuku, který vydává. Jestliže jde z čerpadla kouř, tak jej urychleně vypněte. Po vychlazení čerpadla můžete pokračovat v pokusu.
- 4) Při práci s černým práškem dejte pozor při manipulaci. Tento prášek jde jen velice obtížně z oblečení.

## 2 Absorpce tepla

### 2.1 Úkol

Zjistěte rozdíly v absorpci tepla mezi černým a bílým tělesem

### 2.2 Ukázka



### 2.3 Použité přístroje

- € Profilová tyč
- € Infračervená lampa s úchytem na profilovou tyč
- € Deska s úchytem na profilovou tyč
- € Černá a bílá erlenmayerova baňka
- € 2 gumové hadičky
- € 2 kapiláry
- € Barvicí prášek
- € Dále bude potřeba: Lihová tužka, pravítko a stopky

## Příprava úlohy

**2.4 Příprava úlohy**

Připevněte desku s úchytem na profilovu tyč a k tomu umístěte infračervenou lampu ve vzdálenosti asi 30 cm. Obě baňky naplňte studenou vodou a opatrně přidejte  $\frac{1}{4}$  polévkové lžice barvicího prášku. Připevněte kapiláry do gumových vršků a zasuňte ji tak, aby byla hladina vody přibližně 1 cm pod okrajem baňky. Pokud chcete okamžitě vidět vliv tepla na baňky, tak vtlačte zátku do baňky tak že voda bude přibližně 1cm nad okraj baňky.

**2.5 Jak měřit**

Rozsviňte infračervenou lampu. Označte každých 30 sekund opatrně stav vody v erlenmayerových baňkách. Tuto činnost opakujte 8-10 krát.

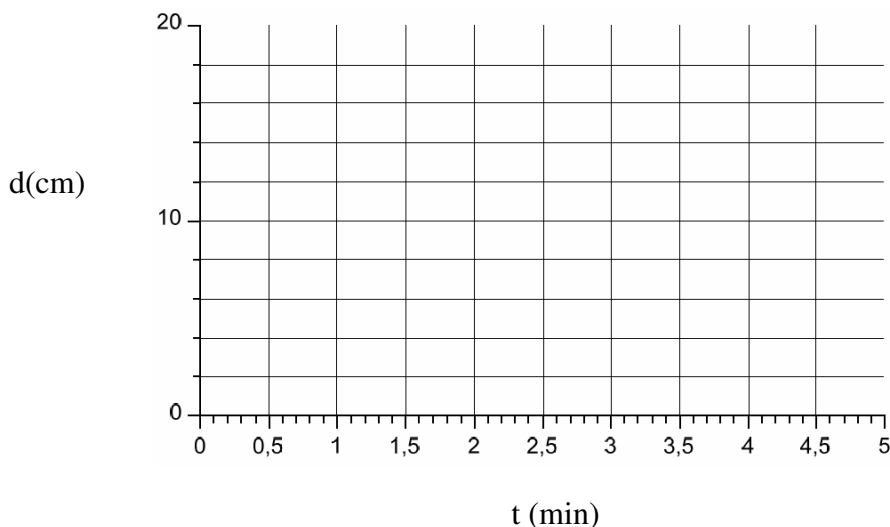
**2.6 Výsledky**

Co jste pozorovali po rozsvícení infračervené lampy? Jakým byl rozdíl mezi bílou a černou baňkou? Které baňka se více zahřála?

Vyplňte následující tabulku jak se chovaly jednotlivé baňky:

	t = 0	0,5 min	1 min	1,5 min	2 min	2,5 min	3 min	4 min
d(cm), bílá baňka	0							
d(cm), černá baňka	0							

Vaše výsledky vyznačte do následujícího grafu:



Co za fyzikální jev můžete v tomto experimentu pozorovat? (Se zvyšující teplotou se zvyšuje objem)

Jakou barvu by jste použili na pozadí solárního kolektoru?

**3 Vliv vzdálenosti a typu povrchu na absorpci****3.1 Úkol**

Sledujte vliv vzdálenosti od zdroje záření na vnitřní teplotu

### 3.2 Ukázka



### 3.3 Použité přístroje

- € Profilová tyč
- € Infračervená lampa s úchytem na profilovou tyč
- € Deska s úchytem na profilovou tyč
- € Černá erlenmayerova baňka
- € Gumový vršek s uchycením teploměru
- € Teploměr
- € Stopky

### 3.4 Příprava úlohy

Připevněte desku na profilovou tyč. Lampu připevněte na profilovou tyč ve vzdálenosti 60 cm. Naplňte erlenmayerovu baňku studenou vodou. Do erlenmayerovy baňky umístěte teploměr tak, aby byl alespoň 1 cm pod úrovní zátky.

### 3.5 Jak měřit

- 1) Rozsviďte infračervenou lampu
- 2) Ponořte teploměr do baňky na počátku a pak o 5 minut později
- 3) Pokus opakujte vždy se studenou vodou
- 4) Opakujte kroky 2 a 3 pro vzdálenosti 50, 40, 30 a 20 cm. Vyplňte tabulku.

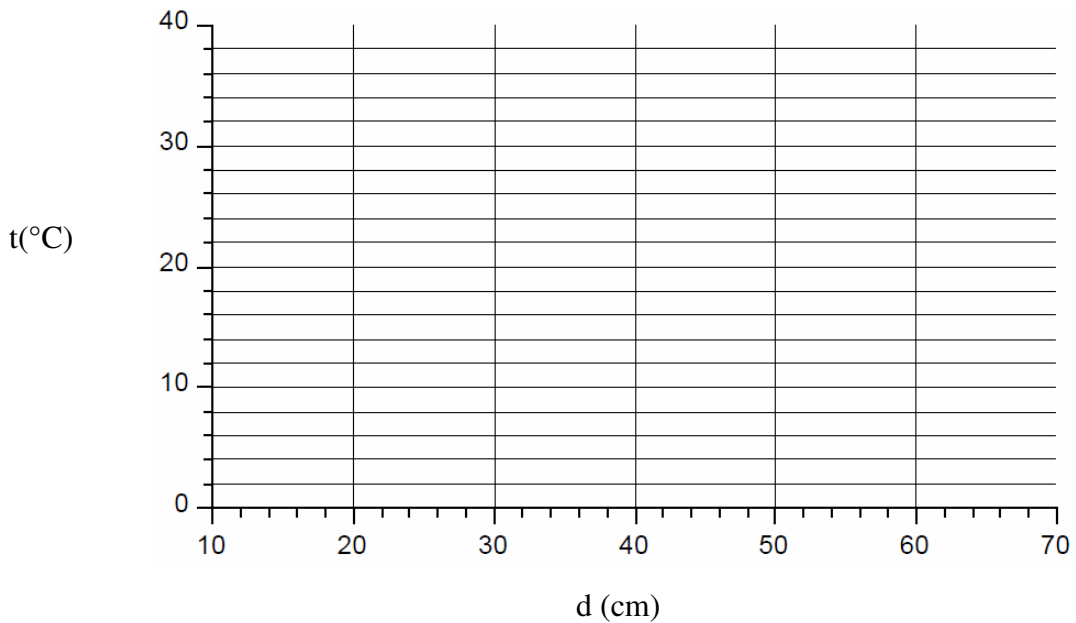
### 3.6 Výsledky

Jaký vztah má teplota plochy a vzdálenost absorpční plochy od zdroje?

	d = 60 cm	d = 50 cm	d = 40 cm	d = 30 cm	d = 20 cm
Teplota ve °C					

## Úkol

Vaše výsledky vyznačte do následujícího grafu:



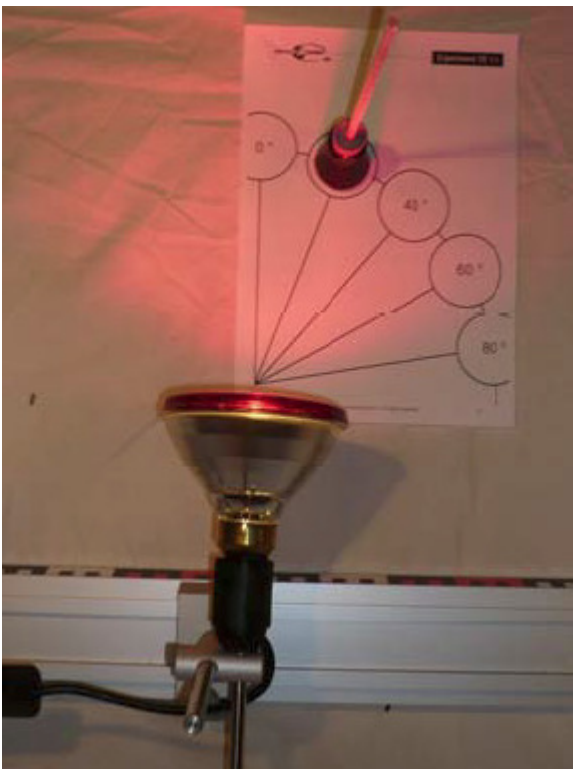
V jaké vzdálenost od zdroje absorbovala baňka největší množství tepla?  
Zkuste odhadnout proč není vhodné umístit velkou plochu přímo před zdroj tepla a světla?  
Jaký je rozdíl oproti minulé úloze, kde byla použita kapilára a ne teploměr?

## 4 Vliv úhlu dopadu světla z tepelného zdroje

### 4.1 Úkol

Zjistěte jaký má vliv umístění předmětu mimo přímý dopad světla?

### 4.2 Ukázka



### 4.3 Použité přístroje

- € Profilová tyč
- € Infračervená lampa s úchytem na profilovou tyč
- € Deska s úchytem na profilovou tyč
- € Černá erlenmayerova baňka
- € Gumový vršek s uchycením teploměru
- € Teploměr
- € Stopky
- € Úhelník – viz příloha k experimentu

### 4.4 Příprava úlohy

Umístěte lampu stejně jako na obrázku v kapitole 4.2. Přiložte list z kapitoly 4.7. Na papír na hodnotu  $0^\circ$  vložte erlenmayerovu baňku naplněnou studenou vodou.

### 4.5 Jak měřit

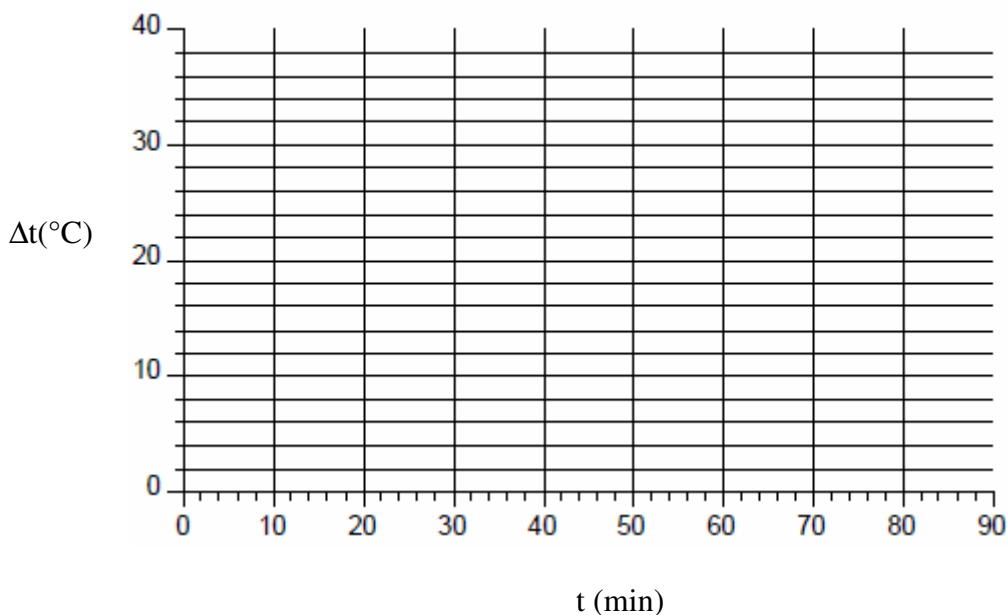
- 1) Rozsviďte infračervenou lampu
- 2) Změřte počáteční teplotu a konečnou teplotu v čase 5 minut.
- 3) Posunujte baňku po jednotlivých úhlech a zapisujte hodnoty do tabulky

### 4.6 Výsledky

Jaké změny teplot lze pozorovat při změně úhlu?

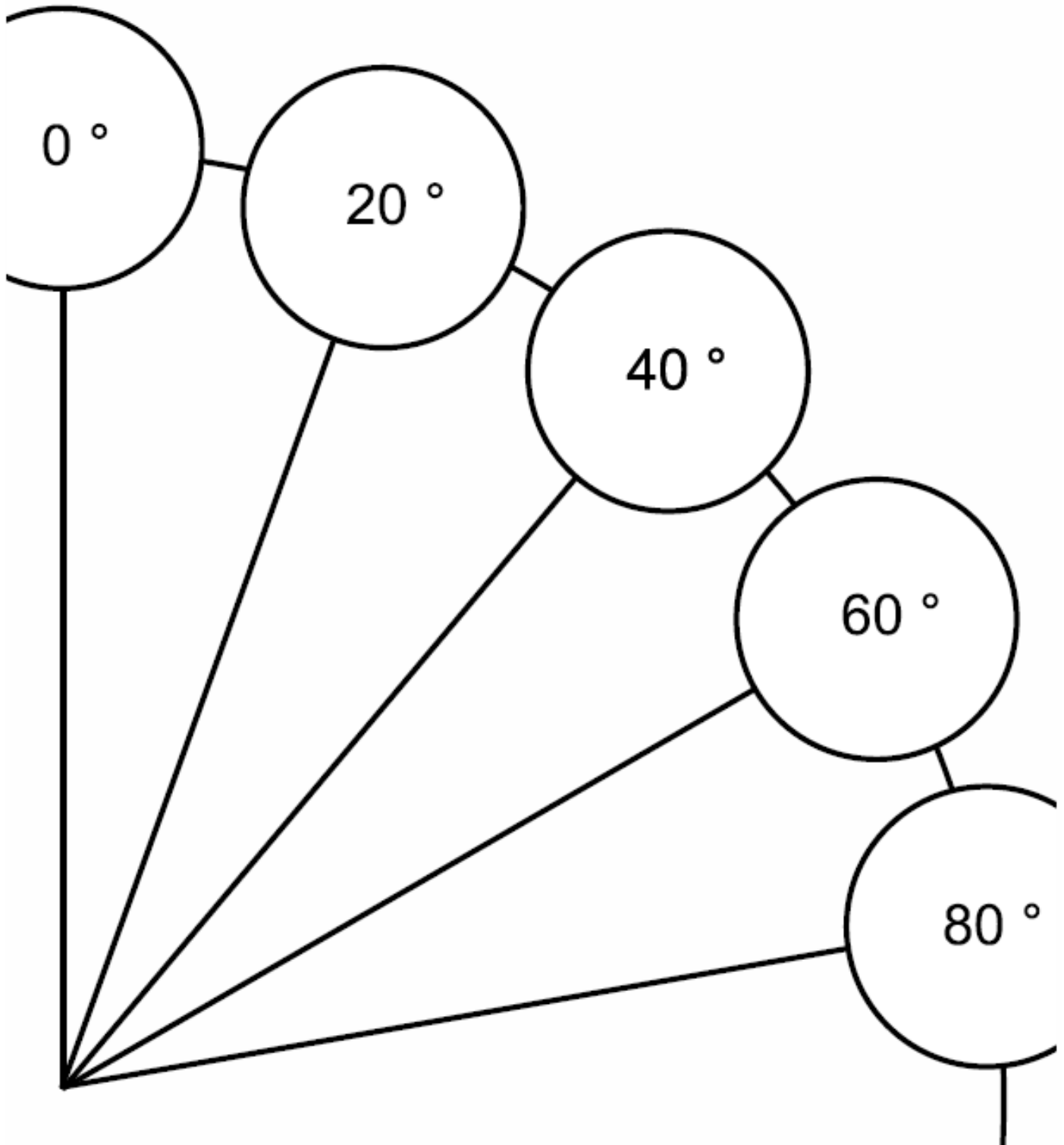
	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 20^\circ$	$\alpha = 40^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 80^\circ$
Rozdíl teplot ve $^\circ\text{C}$					

Vaše výsledky vyznačte do následujícího grafu:





**4.7 Příloha k experimentu**



## 5 Vedení tepla jako transportní mechanismus

### 5.1 Úkol

Zjistěte jakým způsobem ohřívá pouze lokální zdroj celý systém

### 5.2 Ukázka



### 5.3 Použité přístroje

- € Profilová tyč
- € Deska s uchycením
- € Lihový vaříč
- € Barvicí prášek
- € Sifon s uchopením

### 5.4 Příprava úlohy

Připravte úlohu přesně podle obrázku v kapitole 5.2 a nezapomeňte doplnit líh do lihového vaříče. Lihový vaříč umístěte přibližně 1 cm od sifonu a zahřívejte.

### 5.5 Jak měřit

1. Bez použití lihového vaříče: Naplňte sifon vodou a vložte do něj malé množství barvicího prášku (přibližně ¼ lžičky). Pozorujte jak postupně proniká prášek do sifonu
2. S použitím lihového vaříče: Opakujte ten samý pokus, ale s použitím lihového vaříče.

### 5.6 Výsledky

Jak se projevilo zvýšení teploty na zabarvení sifonu?

Co jste pozorovali při lokálním zahřívání sifonu?

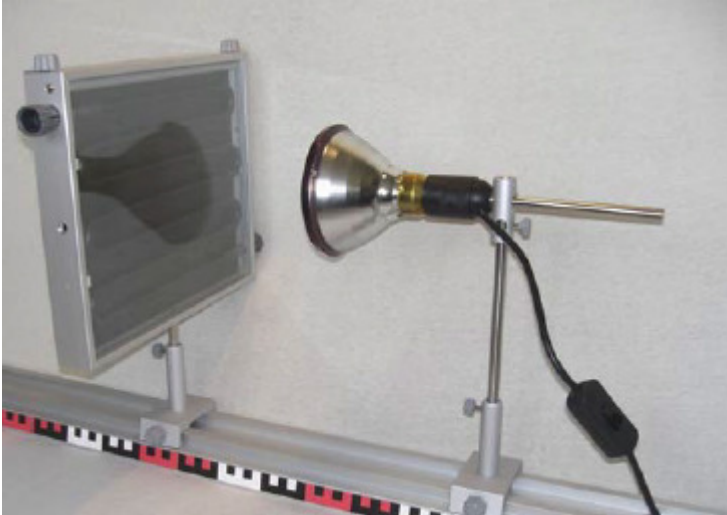
Jaký je rozdíl v používání infračervené lampy a lihového vaříče?

## 6 Princip činnosti solárního kolektoru

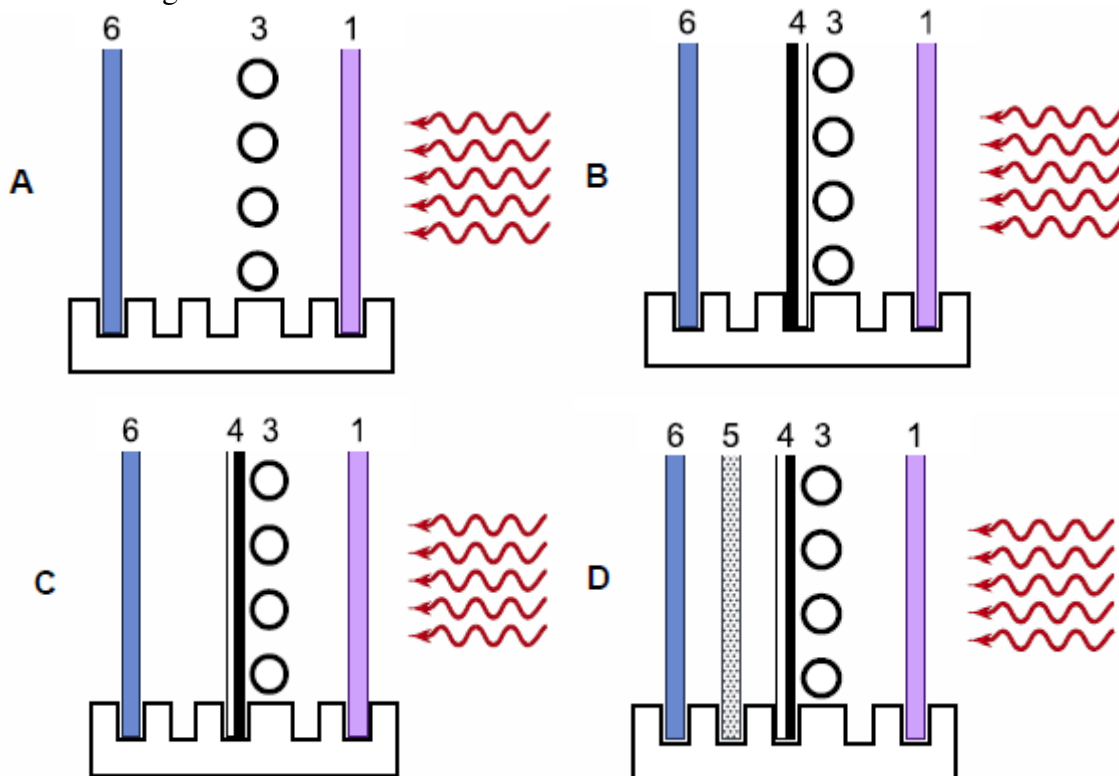
### 6.1 Úkol

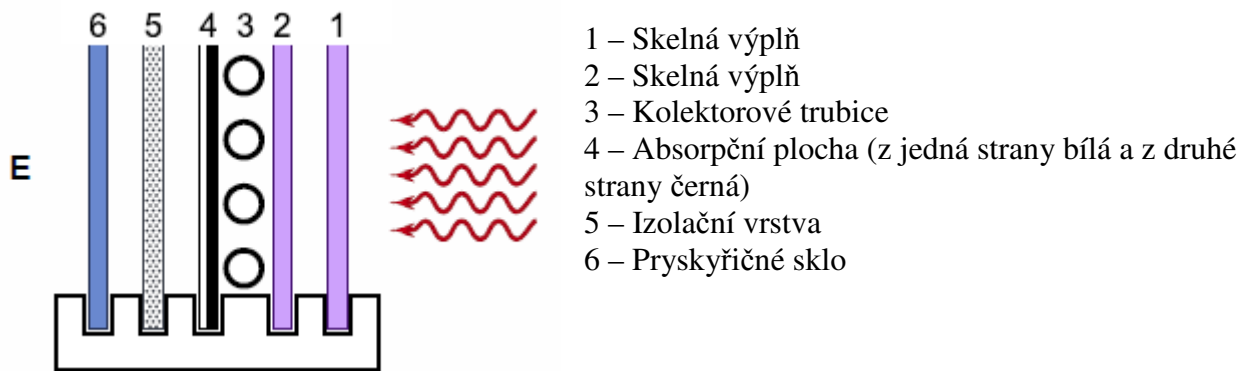
Složte solární kolektor a pozorujte jeho chování pro jednotlivé konfigurace.

### 6.2 Ukázka



Možné konfigurace kolektoru:





### 6.3 Použité přístroje

- € Solární kolektor s uchycením
- € Infračervená lampa s uchycením
- € Profilová tyč

### 6.4 Příprava úlohy

Umístěte kolektor a infračervenou lampu ve vzdálenosti 30 cm od sebe jako na obrázku v kapitole 6.2. Kolektor lze skládat do různých konfigurací podle kapitoly 6.2. Pokud jste limitováni časem, tak vynecháte kroky B a D.

### 6.5 Jak měřit

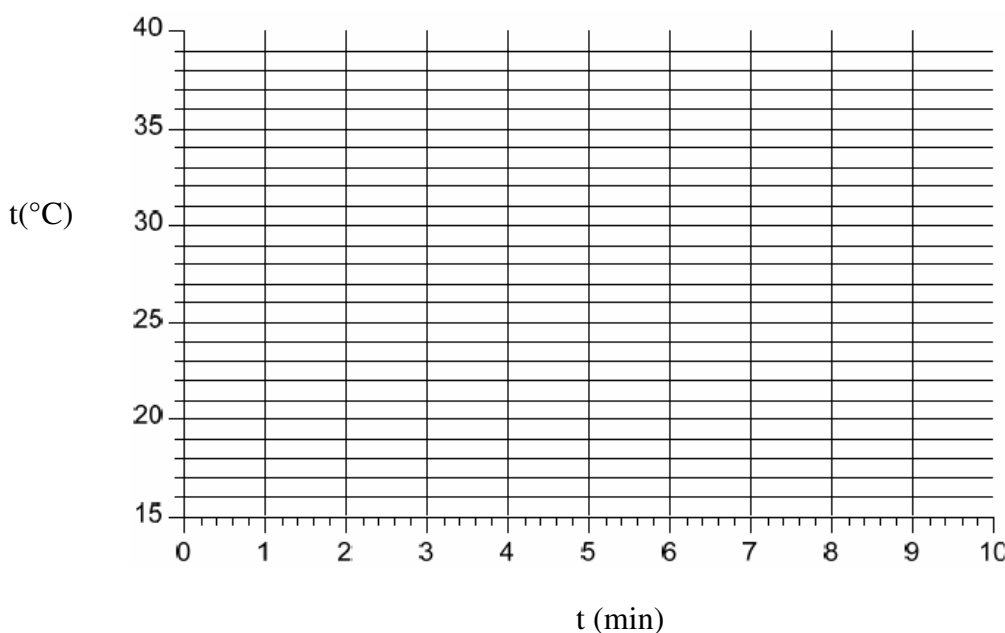
1. Změřte teplotu uvnitř solárního kolektoru pomocí integrovaného teploměru
2. Rozsviďte infračervenou lampu a změřte teplotu po deseti minutách
3. Opakujte kroky 1 a 2 pro různé konfigurace. Pro nové měření by měl mít kolektor pokojovou teplotu. Jestliže rozložíte kolektor tak celý systém vychladne rychleji.

### 6.6 Výsledky

Zakreslete do tabulky teploty všech konfigurací kolektoru. Rozhodněte, který materiál má největší vliv na tepelné ztráty kolektoru?

Rozhodněte, která konfigurace solárního kolektoru je nejvhodnější pro hromadnou výrobu.

Vaše výsledky vyznačte do následujícího grafu:



## 7 Solární kolektor se zásobníkem

### 7.1 Úkol

Použijte solární kolektor na ohřev teplé vody v zásobníku.

### 7.2 Ukázka



### 7.3 Použité přístroje

- € Profilová tyč
- € Solární kolektor s uchycením
- € Zásobník
- € Silikonové hadičky
- € Infračervená lampa

### 7.4 Příprava úlohy

Jestliže k ohřevu vody využijete slunce, tak velmi pozorně zvažte natočení kolektoru vzhledem ke Slunci. Jestliže budete provádět experiment uvnitř, tak využijte pomoci infračervené lampy. Při zapojování zásobníku se snažte vyhnout vzduchovým bublinám. Stlačením hadiček, lze tyto bublinky vypudit ze systému.

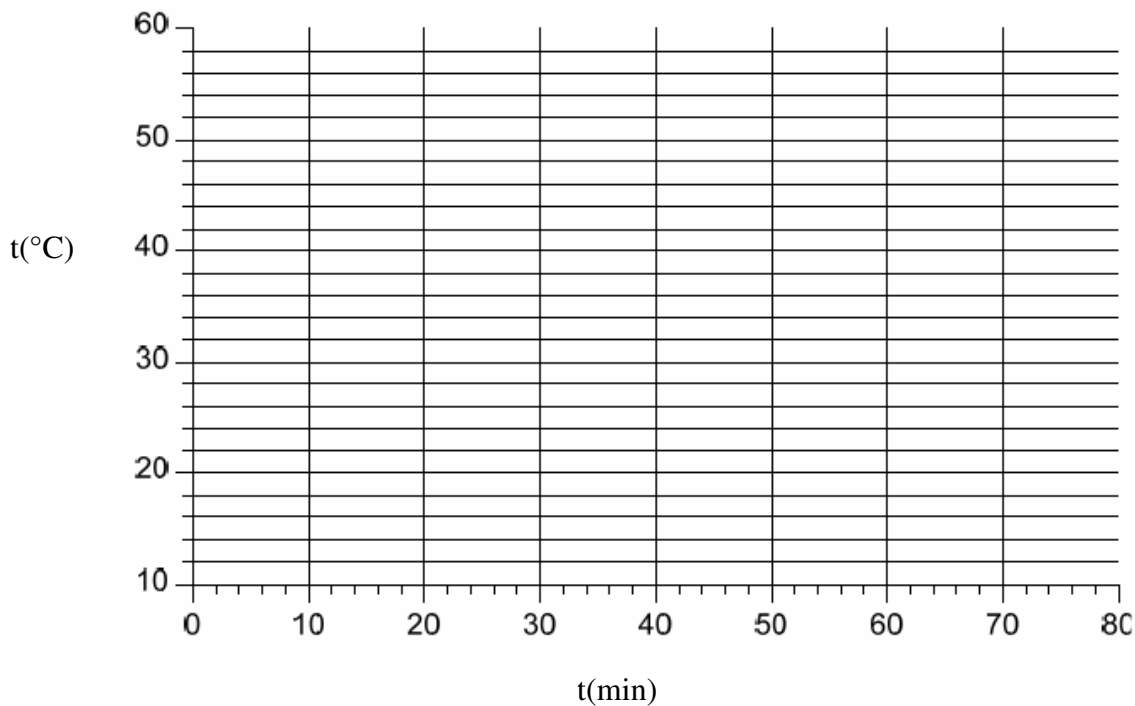
### 7.5 Jak měřit

- 1) Opište teplotu z teploměru v zásobníku
- 2) Rozsviňte infračervenou lampu nebo umístěte kolektor na slunce
- 3) Každých deset minut odečtěte teplotu v zásobníku a zapište ji do tabulky v kapitole 7.6

### 7.6 Výsledky

Jak se měnila teplota v zásobníku v čase?

	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
Teplota v kolektoru	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Teplota v zásobníku	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C



Jaký transportní mechanismus pohání vodní okruh?

Proč je důležité mít zásobník vody výše než je kolektor?

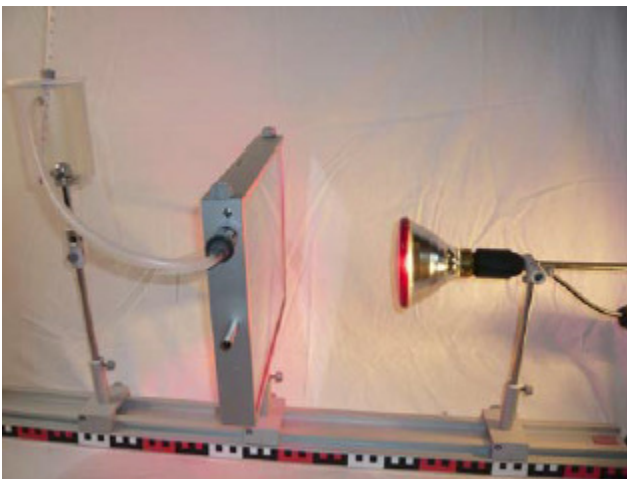
Které okolnosti mohou urychlit vyrovnání teploty v kolektoru a v zásobníku?

## 8 Efektivita solárního kolektoru se zásobníkem

### 8.1 Úkol

Určete efektivitu přeměny energie záření na energii tepelnou.

### 8.2 Ukázka



### 8.3 Použité přístroje

- € Profilová tyč
- € Solární kolektor s uchycením
- € Zásobník
- € Silikonové hadičky
- € Infračervená lampa
- € Odměrka

## Příprava úlohy

**8.4 Příprava úlohy**

Připravte si pomůcky stejně jako v kapitole 7.4. Odměrku použijte pro doplnění kapaliny do okruhu, aby jste věděli jaké množství jste použili.

**8.5 Jak měřit**

Abychom mohli vypočítat efektivitu přeměny energie je nutné znát vstupní podmínky.

1. Energetické vstupy: Infračervená lampa má příkon ..... W (příkon je napsán na lampě). Což znamená, že spotřebuje ..... J elektrické energie za sekundu. Pro zjednodušení budeme uvažovat se 100 % přeměnou, takže lampa září ..... W/min.
2. Energetické výstupy: Pro ohřátí jednoho gramu vody o 1 °C je potřeba 4,2 J. Tato hodnota se nazývá měrná kapacita vody. Vzhledem k hustotě vody 1000 kg/m<sup>3</sup> odpovídá 1 ml vody 1 gramu vody. Jestliže si jako výstup zvolíte teploty z experimentu z kapitoly 7, tak lze už vše dopočítat.

Je důležité, aby experiment probíhal dokud se teploty neustálí. Jestliže se teploty ustálí do 60 minut, tak znáte pouze pracovní prostor kolektoru a nikoliv jeho maximální výkon a tudíž i efektivitu.

**8.6 Výsledky**

Vyplňte následující tabulku:

	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
Změna teploty kolektoru (°C)	0 °C						
Změna teploty v zásobníku (°C)	0 °C						
Energie radiace	J						
Tepelná energie - kolektor	J						
Efektivita kolektoru	%						
Tepelná energie - zásobník	J						
Efektivita zásobníku	%						

Jaký je vývoj efektivitu v čase?

Co by bylo vhodné zlepšit na solárním systému, aby došlo ke zvýšení efektivitu?

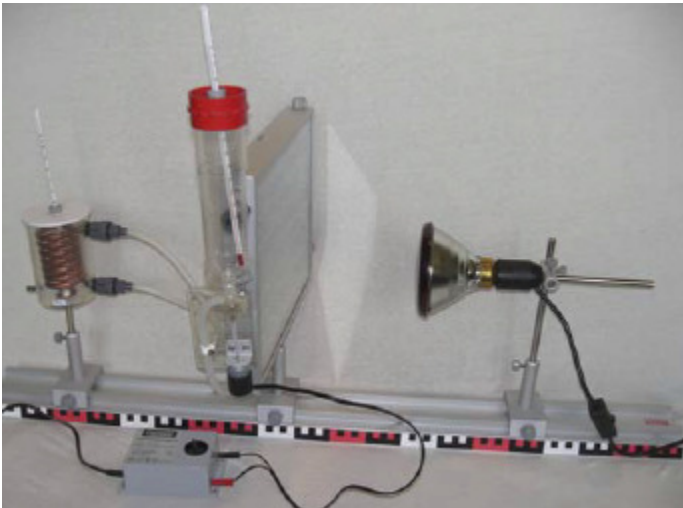
Které další negativní vlivy mohou ovlivnit efektivitu soustavy?

## 9 Solární kolektor s čerpadlem a výměníkem tepla

### 9.1 Úkol

Prozkoumejte využití solárního systému s oběhovým čerpadlem a tepelným výměníkem.

### 9.2 Ukázka



### 9.3 Použité přístroje

- € Profilová tyč
- € Infračervená lampa s uchycením
- € Solární kolektor s uchycením
- € Výměník tepla s teploměrem a uchycením
- € Zásobník vody
- € Hadičky

### 9.4 Příprava úlohy

Přípevněte solární kolektor, infračervenou lampu a výměník tepla na profilovou tyč a připojte všechny hadičky podle obrázku z kapitoly 9.2. Naplňte celý systém vodou tak, aby zde nebyly vodní bublinky za pomoci sponek a zásobníku.

### 9.5 Jak měřit

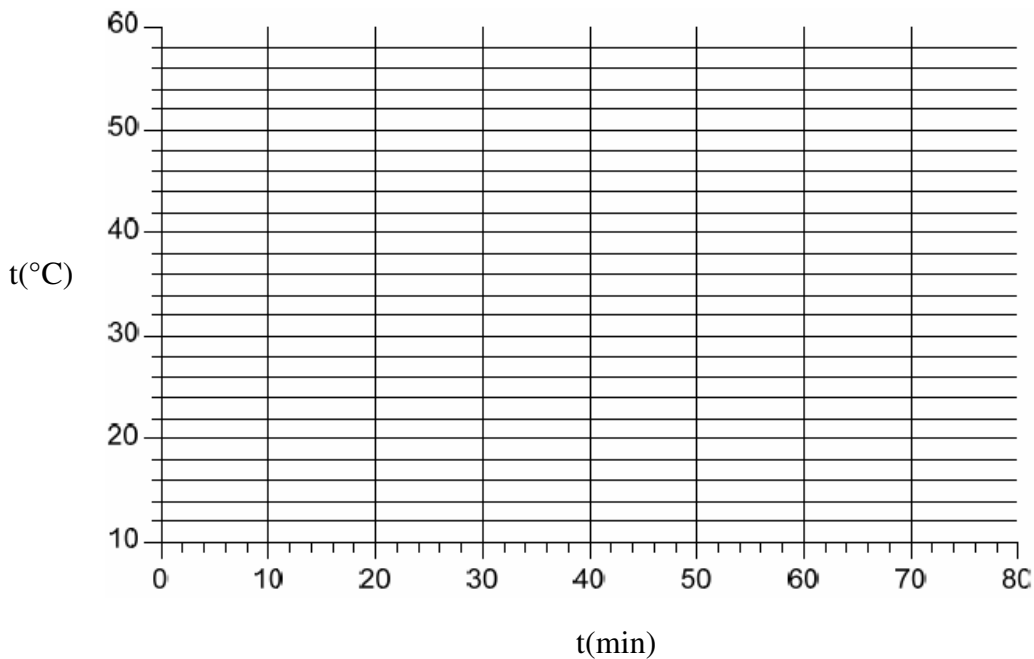
1. Zapisujte hodnoty teplot ze zásobníku, výměníku a kolektoru.
2. Rozsviňte infračervenou lampu a čerpadlo (stupeň 2)
3. Zapisujte tyto hodnoty každých 10 minut. Aby jste zabránili přehřátí čerpadla, tak jej vždy po zapsání hodnot vypněte na 3 minuty.

### 9.6 Výsledky

	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
Teplota kolektoru	°C						
Teplota zásobníku	°C						
Teplota ve výměníku	°C						



## Úkol



Jaký je vztah mezi teplotami v kolektoru, zásobníku a výměníku?  
Jakým fyzikálním jevem je teplo distribuováno do vody ve výměníku?  
Proč není teplota ve výměníku stejná jako v kolektoru?

## 10 Efektivita solárního kolektoru s čerpadlem a výměníkem tepla

### 10.1 Úkol

Prozkoumejte využití solárního systému s oběhovým čerpadlem a tepelným výměníkem a zkoumejte jejich efektivitu.

### 10.2 Ukázka



### 10.3 Použité přístroje

- € Profilová tyč
- € Infračervená lampa s uchycením
- € Solární kolektor s uchycením
- € Výměník tepla s teploměrem a uchycením
- € Zásobník vody
- € Hadičky
- € Odměrka

### 10.4 Příprava úlohy

Připevněte solární kolektor, infračervenou lampu a výměník tepla na profilovou tyč a připojte všechny hadičky podle obrázku z kapitoly 9.2.

### 10.5 Jak měřit

Abychom mohli vypočítat efektivitu přeměny energie je nutné znát vstupní podmínky.

1. Energetické vstupy: Infračervená lampa má příkon ..... W (příkon je napsán na lampě). Což znamená, že spotřebuje ..... J elektrické energie za sekundu. Pro zjednodušení budeme uvažovat se 100 % přeměnou, takže lampa září .....W/min. Navíc je zde spotřeba oběhového čerpadla, které má příkon ..... W.
2. Energetické výstupy: Pro ohřátí jednoho gramu vody o 1 °C je potřeba 4,2 J. Tato hodnota se nazývá měrná kapacita vody. Vzhledem k hustotě vody odpovídá 1 ml vody 1 gramu vody. Jestliže si jako výstup zvolíte teploty z experimentu z kapitoly 7, tak lze už vše dopočítat.

Je důležité, aby experiment probíhal dokud se teploty neustálí.

### 10.6 Výsledky

	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
Změna teploty v zásobníku	0 °C						
Záření	J						
Příkon čerpadla	J						
Celkový vstup energie	J						
Tepelná energie v zásobníku	J						
Efektivita	%						

Co limituje efektivitu celého procesu?

Jaký pozorujete rozdíl mezi experimenty 10 a 8?