

Pracovní list č. 1

Téma: Návuk práce s měřicími přístroji Fyzikální veličiny ve fyziologii rostlin

Úkol č. 1: Změřte pomocí infračerveného bezdotykového teploměru povrchovou (radiační) teplotu černého, bílého a lesklého plechu. Změřte teplotu plechů také dotykovým teploměrem. Povrchové teploty lze případně změřit také pomocí termokamery. Pokuste se vysvětlit, proč se jednotlivé teploty liší.

Barva plechu	Povrchová (radiační) teplota měřená IR teploměrem [°C]	Skutečná teplota povrchu měřená kontaktním čidlem [°C]
bílý		
černý		
stříbrný		

Vysvětlení:

Úkol č. 2: Zjistěte, jak se liší povrchová teplota suché a mokré látky téže barvy po expozici na slunci. Rozdíl v povrchových teplotách se pokuste vysvětlit. Změřte ozáření za jasného dne venku na přímém slunci a uvnitř místnosti.

Látka	Teplota [°C]
suchá	
mokrá	

Prostředí	Ozáření [W.m ⁻²]
Volné prostranství	
Umělý zdroj uvnitř místnosti	



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



Vysvětlení:

Úkol č. 3: Změřte intenzitu dopadajícího slunečního záření na volném prostranství a ve stínu vzrostlého stromu. Vysvětlete rozdíl v naměřené intenzitě slunečního záření na volném prostranství a ve stínu stromu. V jakých jednotkách se tato veličina měří? Pro srovnání změřte intenzitu slunečního záření v učebně.

Prostředí	Volné prostranství	Stín vzrostlého stromu	Učebna
Ozáření [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$]			

Vysvětlení:

Doplňkové otázky:

- 1) Dokážete spočítat množství energie nutné k ohřátí 1 litru vody o 50 °C? Porovnejte tuto hodnotu s množstvím energie potřebným k tomu, aby se tento litr vody vypařil. Který proces spotřebuje více energie?

Metodika výuky k tématu **Sluneční energie – voda v krajině – vegetace**

pro VŠ studenty učitelství přírodopisu pro ZŠ a učitele z praxe – Pracovní listy

Tato metodika byla vytvořena s finanční podporou TAČR v rámci Projektu TL01000294

© 2021 Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích a ENKI, o.p.s.



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



2) Zkuste vysvětlit, proč bývá v zimě ráno na autě více namrzlé čelní sklo nežli boční skla u dveří?

3) Proč mají sadaři obavy z jasných nocí na jaře?

Pracovní list č. 2

Téma: Jak chladí vegetace

Úkol č. 1: V létě zažíváme zejména ve městech vysoké letní teploty. Hovoří se o městských tepelných ostrovech (UHI = urban heat islands) a města zpracovávají strategie, jak se přehřívání bránit. Používají se světlé odrazivé materiály, budovy s reflexními skly a žaluziemi na oknech. V letních dnech bývá ve velkých městech vyšší spotřeba elektrické energie na chlazení nežli v zimě na otop. Přesvědčíte se měřením o vlivu barvy na teplotu a o chladícím efektu výparu vody, který je vysvětlitelný znalostmi fyziky na úrovni základní školy.

- a) Změřte povrchovou teplotu suché bílé látky a suché černé látky po krátké expozici na slunci. Jak se liší a proč? Dále změřte povrchovou teplotu mokré černé látky po krátké expozici na slunci. Jak se liší povrchová teplota mokré černé látky a suché bílé látky?

Látka	Teplota [°C]
Suchá bílá	
Suchá černá	
Mokrá černá	

Vysvětlení:

- b) Která látka byla nejchladnější? Vysvětlete, co se stane, když budou pokáceny vysoké stromy a zmenší se plocha trávníku například pro rozšíření parkoviště nebo stavbu velkého obchodního střediska. Jak se změní teplotní poměry? Ovlivní takový zásah spotřebu energie na chlazení v okolí?

Vysvětlení:

Úkol č. 2: Pokud by se z mokré látky odpařilo 250 ml vody, kolik sluneční energie se navázalo do vodní páry? Jaký objem má vodní pára vzniklá z 250 ml vody tekuté? Zamyslete se nad pojmem tlak vzduchu. Může nějak souviset výpar vody z lesů s tlakem vzduchu nad nimi? Vysvětlete. Znáte nějaká technická zařízení využívající souvislost mezi výparem a tlakem vzduchu?

Vypracování a vysvětlení:

Úkol č. 3: Pomocí IR teploměru najdete nejteplejší povrch v okolí. Změřte povrchovou teplotu na pěti různých osluněných površích (např. trávnik, asfalt, dlažba, fasáda domu apod.). Neměřte ve stínu, ale pouze na osluněných místech. Vybírejte povrchy tak, abyste našli co nejteplejší a nejchladnější povrch. Určete pořadí (1= nejteplejší, 5= nejstudenější povrch).

Druh povrchu	Pořadí dle teploty povrchu	Teplota [°C]

Jaký povrch byl nejteplejší, jaký nejchladnější a proč?

Úkol č. 4: Pomocí IR teploměru nebo termokamery změřte povrchovou teplotu na chodníku nestíněném stromy a v městském parku s travnatou plochou ve stínu stromů. Změřte ozáření, teplotu a relativní vlhkost vzduchu a zjistěte rosný bod v obou lokalitách. Pomocí přiložené tabulky zjistěte přibližné množství vodní páry ve vzduchu na jednotlivých lokalitách. Znáte aktuální hladinu CO₂ ve vzduchu? Srovnejte množství oxidu uhličitého a vody ve vzduchu. Vysvětlete, proč je nižší teplota ve stínu stromů.

	Ozáření [W.m ⁻²]	Povrchová teplota	Teplota vzduchu	Relativní vlhkost vzduchu	Rosný bod
Nestíněný chodník					
Trávník ve stínu stromů v parku					

Vysvětlení:

Tabulka č 1: Maximální hodnoty absolutní vlhkosti vzduchu (100% vlhkost, rosný bod) při dané teplotě a za normálního tlaku vzduchu, vyjádřené v gramech na m³ a v objemových jednotkách ppm (ml.m⁻³) H₂O.

Teplota vzduchu [°C]	max. absolutní vlhkost [gH ₂ O.m ⁻³]	ppm vodní páry [ml .m ⁻³]
0	4,8	5970
5	6,8	8400
10	9,4	11600
15	12,8	15900
20	17,3	21500
25	23,0	28600
30	30,4	37800
35	39,6	49200
40	51,1	63500

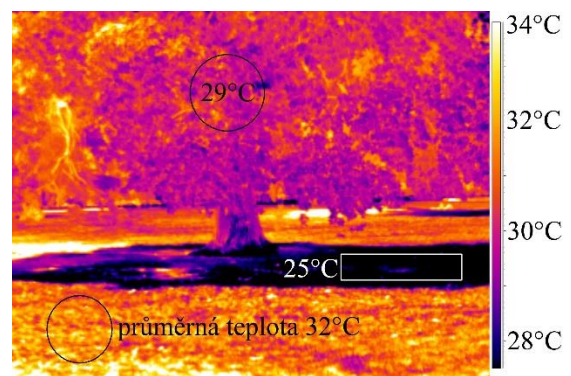
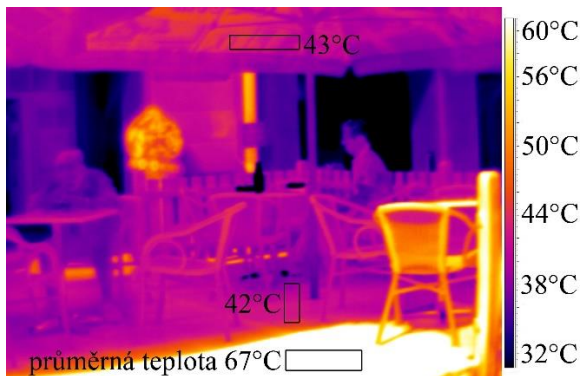
Metodika výuky k tématu **Sluneční energie – voda v krajině – vegetace**

pro VŠ studenty učitelství přírodopisu pro ZŠ a učitele z praxe – Pracovní listy

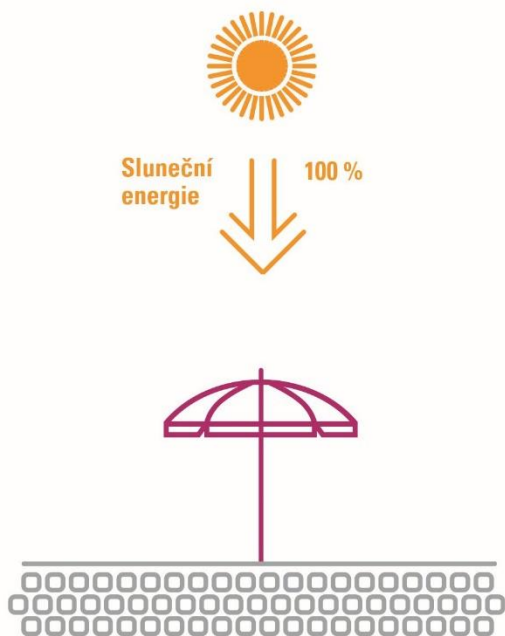
Tato metodika byla vytvořena s finanční podporou TAČR v rámci Projektu TL01000294

© 2021 Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích a ENKI, o.p.s.

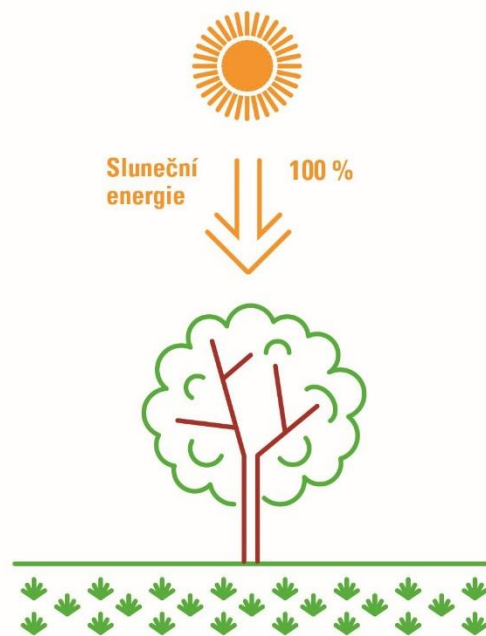
Úkol č. 5: Na základě dosavadních znalostí vysvětlíte rozdíl teplot na předloženém termovizním snímku. Proč je stín stromu chladnější než stín slunečnicku? Na základě dosud zjištěných informací domalujte a popište do připravených schémat šipky, znázorňující, jak se liší přeměna sluneční energie na jednotlivé další formy (tedy distribuce sluneční energie) po dopadu na: a) povrch slunečnicku a b) korunu stromu. U každé šipky doplňte název děje a číselný údaj určující, kolik procent dopadající sluneční energie konkrétní formy energie představuje.



A) Slunečnick na dlážděném náměstí



B) Strom v parku





Vysvětlení:



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



Úkol č. 6: *Jakým výkonem chladil své okolí vzrostlý strom v parku, jestliže za 1 hodinu se z něj prostřednictvím průduchů odpařilo 10 l vody? (Počítejte s hodnotou skupenského výparného tepla vody při teplotě 20 °C – tj. 0,68 kWh). Víte, jaký výkon mají běžná klimatizační zařízení v budovách? Srovnajte!*

Vypracování:

Úkol č. 7: *Na základě předchozích měření víme, že vegetace díky výparu své okolí ochlazuje. Existuje ale situace, kdy voda vypařená z vegetace může své okolí ohřívat? Ve kterém ročním období či denní době k tomu může dojít? Může to být člověku k něčemu užitečné?*

Úkol č. 8: *Vysvětlete, proč odlesnění způsobuje vysychání v krajině?*

Pracovní list č. 3**Téma: Didaktické aplikace – projektová výuka k tématu klimatizační role městské vegetace**

Za jasného letního dne dopadá na náměstí Přemysla Otakara II. v Českých Budějovicích o ploše 1 ha sluneční energie $900 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Z termovizního snímku je zřejmé, že teploty na převážné ploše náměstí dosahují vysokých hodnot.

- a) Zjistěte, jak velké množství energie dopadá v tento den na celkovou plochu náměstí? Srovnejte toto množství energie s příkonem běžných vytápěcích elektrokotlů.



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



b) V jakém rozmezí se přibližně pohybuje povrchová teplota dlažby?

c) Může nějak ovlivnit okolní prostředí spotřebu vody v kašně?

d) Jaká místa na náměstí jsou nejchladnější a proč?

Skupinové aktivity v terénu

Skupina A: Změřte množství sluneční energie dopadající na trávník na otevřeném prostranství a na trávník ve stínu stromu. Změřte povrchovou teplotu trávníku na otevřeném prostranství a ve stínu stromu. Zjistěte rozdíly. Který trávník vyžaduje častější závlivku?

Druh povrchu	Ozářenost [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$]	Teplota [$^{\circ}\text{C}$]
Trávník otevřené prostranství		
Trávník ve stínu stromu		

Vysvětlení:

Skupina B: Pomocí termovizní kamery či IR teploměru zjistěte, zda je rozdíl mezi povrchovou teplotou nízko sečeného a nesečeného trávníku. Vysvětlete. Jaký typ sečení je vhodnější pro městské trávníky z hlediska klimatizačního efektu trávníku pro obyvatele města?

Druh povrchu	Teplota [$^{\circ}\text{C}$]
Sečený trávník	
Nesečený trávník	

Vysvětlení:

Skupina C: Pomocí IR teploměru či termokamery změřte povrchovou teplotu osluněného chodníku, trávníku na volném prostranství, koruny stromu, případně teploty ve stínu stromu pod korunou a osluněné stěny budovy. Který povrch je nejchladnější? Vysvětlete.

Druh povrchu	Teplota [°C]	Pořadí od nejchladnějšího
Osluněný chodník		
Trávník na volném prostranství		
Koruna stromu		
Stín stromu pod korunou		
Stěna budovy		

Vysvětlení:

V úvodu jsme zjistili, že náměstí Přemysla Otakara II. v Českých Budějovicích je velkým zdrojem tepla pro místní obyvatele. Vlastním měřením jste se přesvědčili, že městská vegetace chladí.

a) Představte si situaci, kdy developer chce na ploše jednoho hektaru (tj. plocha o stejném rozměru jako je zmíněné budějovické náměstí) pokácet vzrostlé stromy, odstranit travní plochy a namísto nich vybudovat vyasfaltované parkoviště. Ve skupinách si připravte argumentaci proti tomuto záměru podloženou odhady změny toku sluneční energie způsobenou pokácením vzrostlých stromů a zmenšením trávníku.

Návod: Nejjednodušší způsob odhadu je přes pokles evapotranspirace, která dosahuje ve vegetaci dobře zásobené vodou až $500 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Výpar 100 mg vody za sekundu z jednoho m^2 je v létě běžný a představuje $240 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}$, tedy 240 W . Pokud takový výpar klesne například na pětinu (20 %), potom se odvodněná plocha bez vegetace přehřívá, protože na transpiraci se spotřebává pouze $50 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, $190 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ se neváže do vodní páry, ale uvolňuje se jako teplo. Jeden hektar (10000 m^2) potom uvolňuje 1900 kW tepla tj. $1,9 \text{ MW}$.

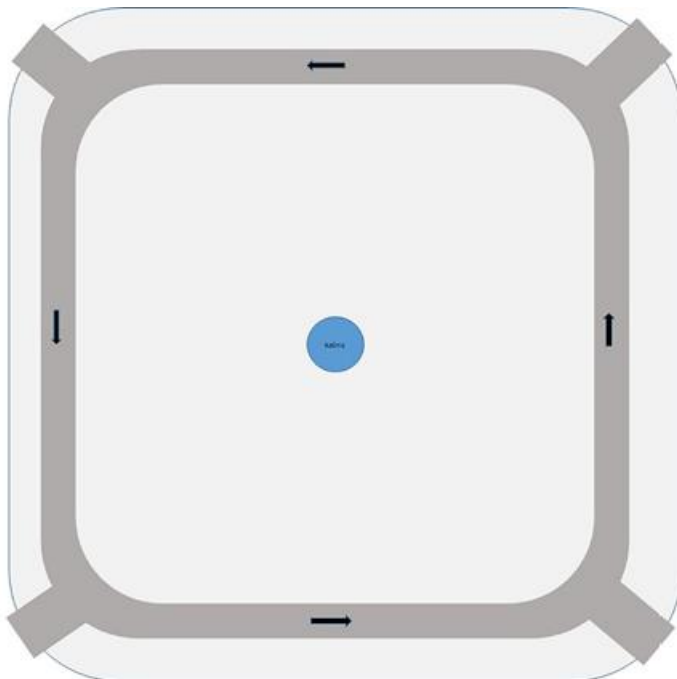
b) Pokuste se vytvořit model osázení náměstí vegetací. Ve skupinách navrhnete projekt osázení náměstí stromy a trávnikem tak, aby se vegetace na náměstí chladila průměrně výkonem 200 kW. K dispozici máte stromy s rychlostí transpirace 10 litrů vody za hodinu a víte, že 1 m² posečeného trávniku vypařuje přibližně 0,1 l vody za hodinu. Stromy vyrůstají na travnaté ploše. Jak velký poloměr koruny musí mít přibližně stromy a kolik jich potřebujeme, na jak velkou část náměstí musíme zeleň vysadit? Počítejte opět s hodnotou evapotranspirace 100 mg vody za sekundu z jednoho m² - tj. změna toku sluneční energie 240 W. Vegetaci zakreslete do připraveného schématu náměstí. Je však potřeba si uvědomit, že osadit náměstí stromy a vegetací, která skutečně chladí lze pouze modelově. Klima města ovlivňuje až vzrostlý strom s vyvinutou korunou a kořenovým systémem. Takový strom roste desítky let. I nákladně zasazené větší stromy takový efekt nemají.

Výpočet:

Poloměr koruny jednoho stromu:

Počet stromů:

Celková plocha zeleně (stromy a pod nimi trávník):



Pracovní list č. 4

Téma: Souvislost klimatizační funkce rostlin s fotosyntézou

Úkol č. 1: Najdi vetřelce!

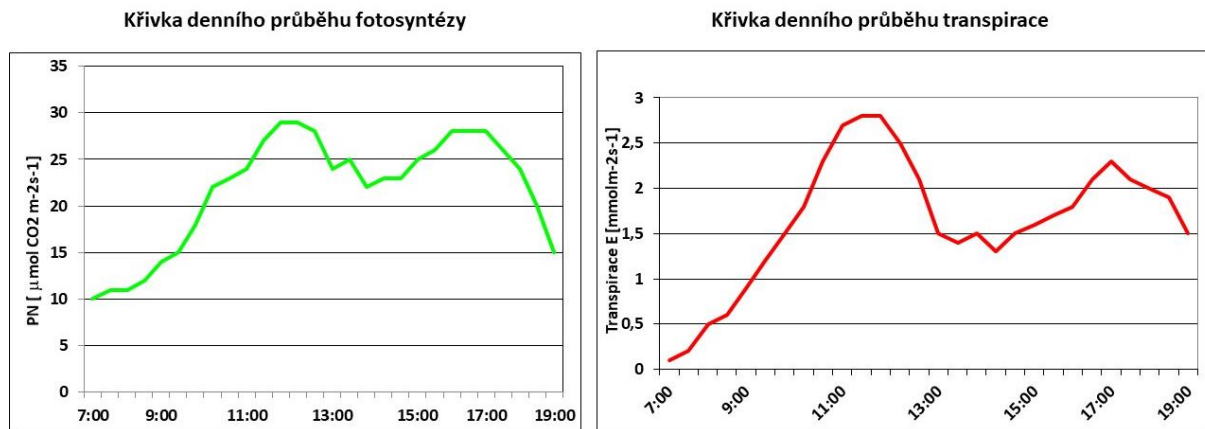
Pomocí termokamery najděte umělou rostlinu ukrytou v porostu vegetace. Hledání proveďte dvakrát, a to jednou dopoledne, jednou odpoledne. V odpoledních hodinách letních dnů je tato aktivita špatně proveditelná. Co je důvodem? Ověřte v terénu.

Vysvětlení:

Úkol č. 2. Zjistěte aktuální hodnotu čisté fotosyntézy a rychlosti transpirace pomocí gazometrie (přístroj Licor Li – 6400 XT) v dopoledních hodinách (ideálně mezi 10–11 h) a v poledních či brzkých popoledních hodinách (ideálně mezi 13–14 h). Odečtěte vždy 5 hodnot v průběhu 30 minut a vypočtěte průměr. Do tabulky запиšeme hodnoty čisté fotosyntézy (P_N) a rychlosti transpirace (E). Svá zjištění porovnejte s denní křivkou průběhu fotosyntézy a transpirace.

	$P_N \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ dopoledne	$E \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ dopoledne	$P_N \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ poledne	$E \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ poledne
1				
2				
3				
4				
5				
Průměr				

Vysvětlení:



Na předložených křivkách denního průběhu fotosyntézy a transpirace si všimněte, v jakých jednotkách přístroj udává množství asimilovaného oxidu uhličitého (P_N) a v jakých jednotkách rychlost transpirace (E)? Porovnejte dosažené hodnoty čisté fotosyntézy a rychlosti transpirace v dopoledních hodinách

Vysvětlení:

Úkol č. 3: Kde má rostlina průduchy?

Některé rostliny mají listy amfistomatické (průduchy jsou jak na spodní, tak i na svrchní straně listu) a jiné hypostomatické (průduchy jsou pouze na spodní straně listu). Pomocí termokamery můžeme snadno zjistit, kde má rostlina průduchy. Odhadnete jak? Zjistěte, na které straně listu má průduchy jabloň.

Odpověď a vysvětlení: