Aktivní úloha vegetace v utváření lokálního klimatu

doc. RNDr. Jan Pokorný, CSc.

pokorny@enki.cz

ENKI, o.p.s. Třeboň, ČR

Přeshraniční odborná konference

na téma

„Životní prostředí a změna klimatu“

CORD AT-CZ, Interreg Rakousko -Česko 2021-2027

Campus Horn 3.11. 2026

Jak rostliny chladí, role rostlin v klimatu

Pro Interreg Plants4 Cooling

Jan Pokorný, Petra Hesslerová (vycházíme z projektu ERASMUS+ Education for Plant Literacy, TACR ETA *TL01000294)*

Wie Pflanzen kühlen, die Rolle der Pflanzen im Klima

Für Interreg Plants4 Cooling

(basierend auf dem ERASMUS+ Projekt Education for Plant Literacy, TACR ETA TL01000294)

Dvě otázky úvodem pro základní vzdělání:

„Slunce vyplo“, jaký bude svět kolem nás?

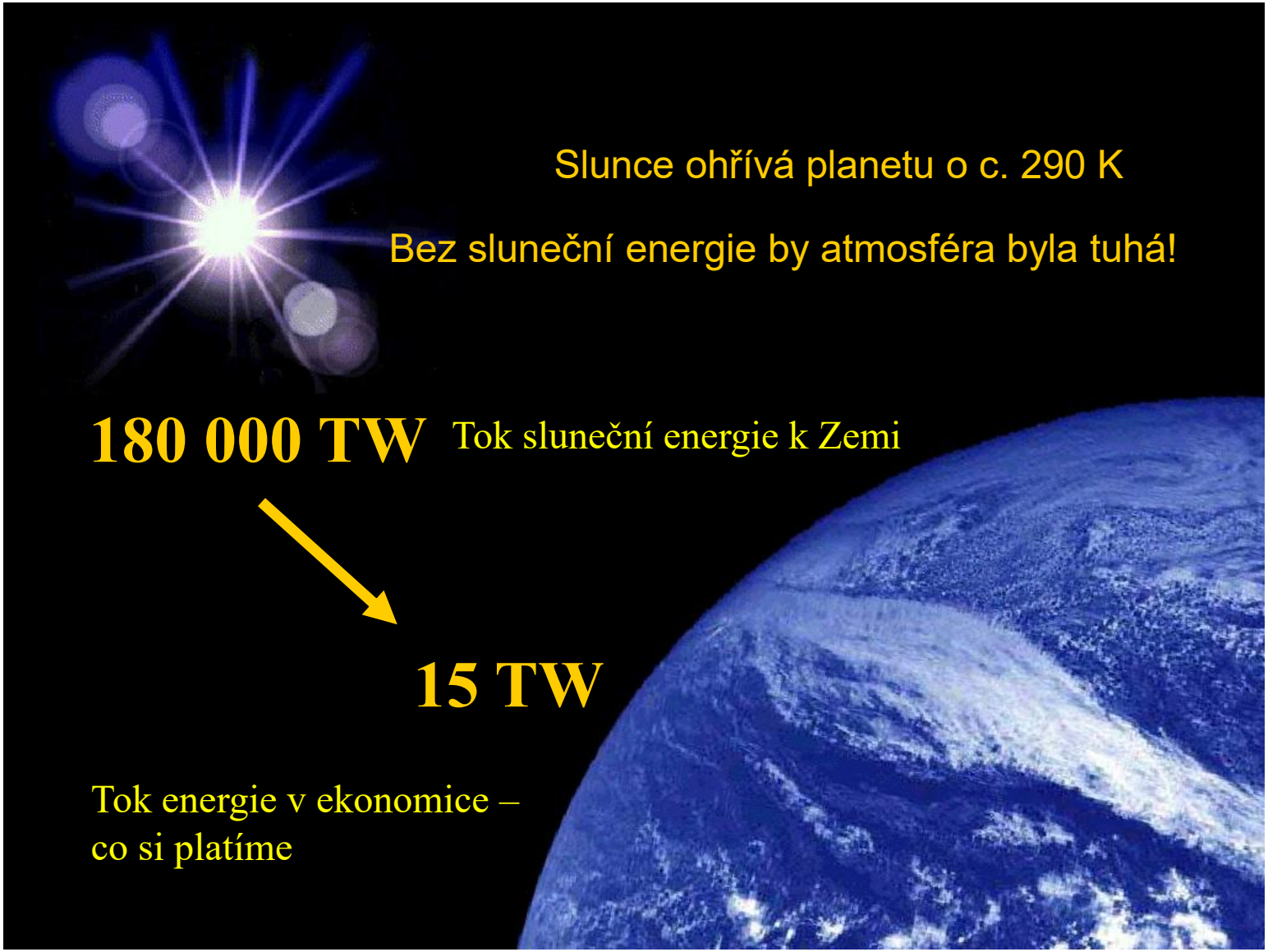
Kolik sluneční energie přichází za slunného dne?

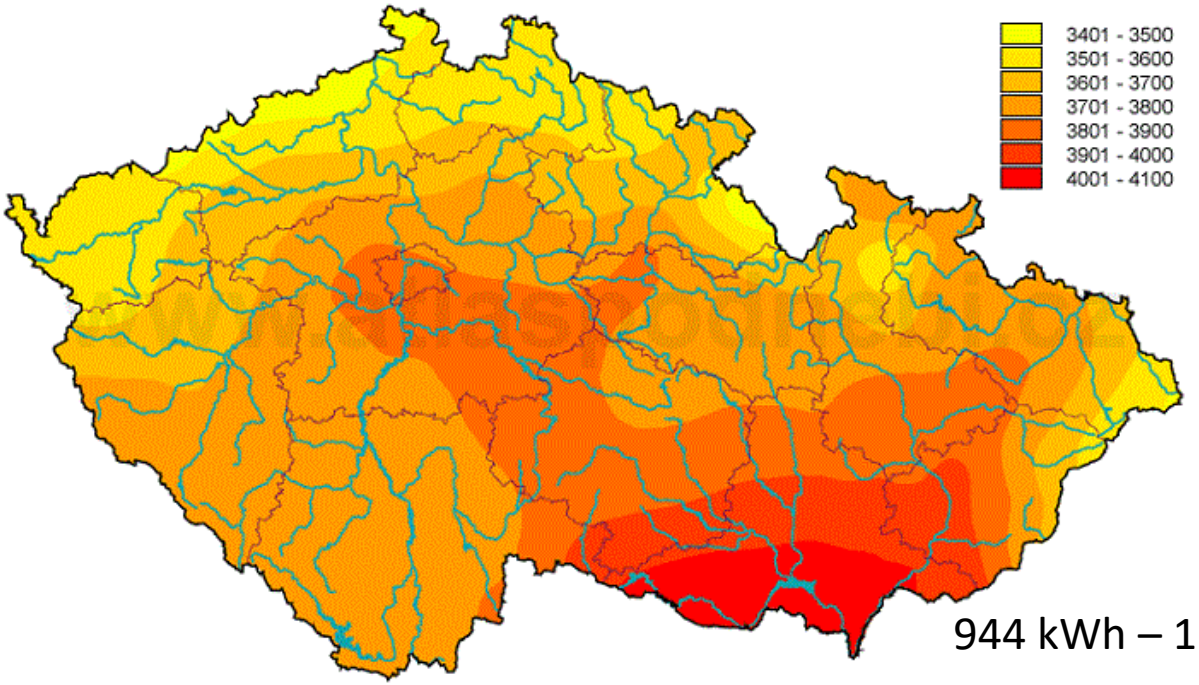
SINE SOLE NIHIL SUM

bez Slunce nejsem nic

- Slunce ohřívá Zemi o 290^{o} C
- Na 1m^{2} vnější vrstvy zemské atmosféry přichází průměrně 1361 Wm^{-2}
- Na povrch zemský až 1000 Wm^{-2} sluneční energie
- Zásadní význam má výpar vody a oblačnost
- Hospodářskými zásahy, změnou krajinného pokryvu člověk mění distribuci sluneční energie.
- Zemědělci, lesníci, územní plánovači, urbanisté určují množství a kvalitu odtékající vody a ovlivňují místní klima – uvědomujeme si to?

- *Střední hodnota rychlosti výparu 100mg.m^{-2}s^{-1} = 240 Wm^{-2}*
- ***Vegetace** zásobená vodou na **1ha chladí** sebe a své okolí **výparem vody výkonem cca 2400 kW.** Na nepropustných plochách, v uschlém lese se sluneční energie přeměňuje v teplo (latentní teplo výparu/zjevné teplo = Bowenův poměr definován v roce 1926). **Suché plochy se sluneční energií přehřívají a od nich se ohřívá vzduch***


Slunce ohřívá planetu o c. 290 K
Bez sluneční energie by atmosféra byla tuhá!
180 000 TW
Tok sluneční energie k Zemi
15 TW
Tok energie v ekonomice –
co si platíme

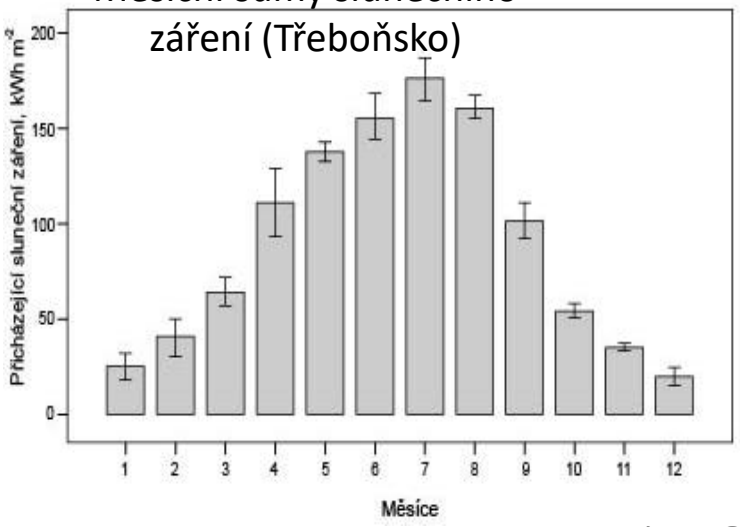


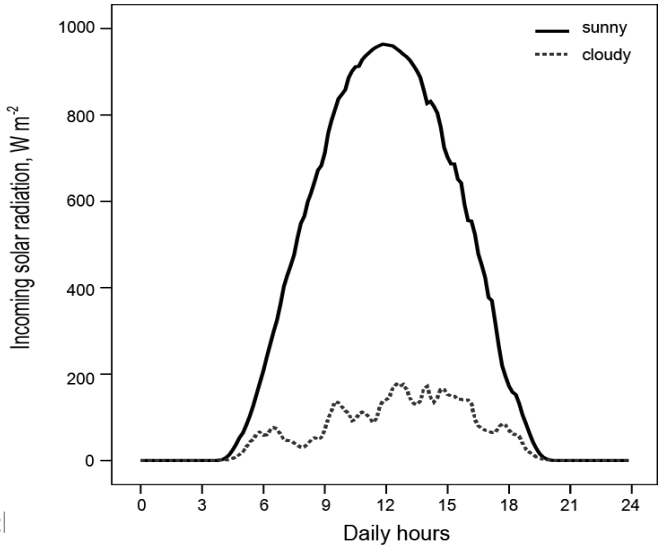
1 Wh = 3600 J
1J = 0,000278 Wh
1MJ = 0,278 kWh
W= $J.s^{-1}$

Sluneční záření dopadající na vodorovnou plochu v ČR v $MJ.m^{-2}\cdot rok^{-1}$, Zdroj: ČHMÚ

944 kWh – 1140 $kWh.m^{-2}.\ rok^{-1}$

Měsíční sumy slunečního záření (Třeboňsko)





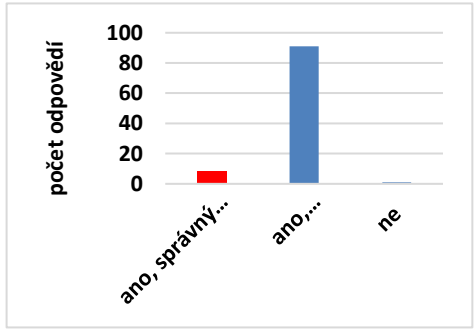
Sluneční energie přicházející za slunného a oblačného dne

Oblačnost redukuje příkon slunečního záření

Výzkum znalostí u začínajících studentů učitelství přírodopisu PF JU (tedy ihned po absolutoriu SŠ a často i maturitě z biologie (100 respondentů, správné odpovědi červeně)

Méně než 10% ví, že se rostliny chladí výparem vody a do fotosyntézy se váže pouze 1% sluneční energie

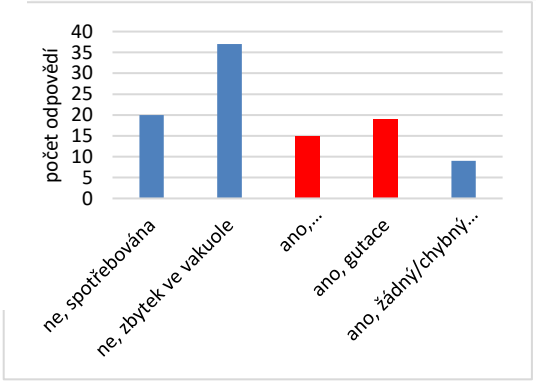
Otázka : ***Je nějaký rozdíl v osudu (distribuci) sluneční energie na dlážděném náměstí a sousedním parku s trávníkem a vzrostlými stromy?***
a) Ano, protože…
b) Ne, protože…



Otázka: Jaké množství sluneční energie dopadající na zemský povrch je využito rostlinami pro fotosyntézu?



Otázka : ***Již na základní škole jste se učili, že voda se dostává do rostlinného těla kořeny. Existuje ale nějaká cesta, kudy se voda dostává z rostliny ven?***
a) Ne, veškerá voda je rostlinou spotřebována
b) Ne, část vody je spotřebována a přebytečná část je rostlinou uložena ve vakuole
c) Ano, a to… (uveďte, jakým způsobem se dle vašeho názoru voda dostává ven z rostliny)



Ryplová, R. & Pokorný, J. (2019). Opomíjená úloha vegetace v distribuci sluneční energie a utváření klimatu – sonda znalostí začínajících studentů učitelství přírodopisu. Envigogika, 14(1).

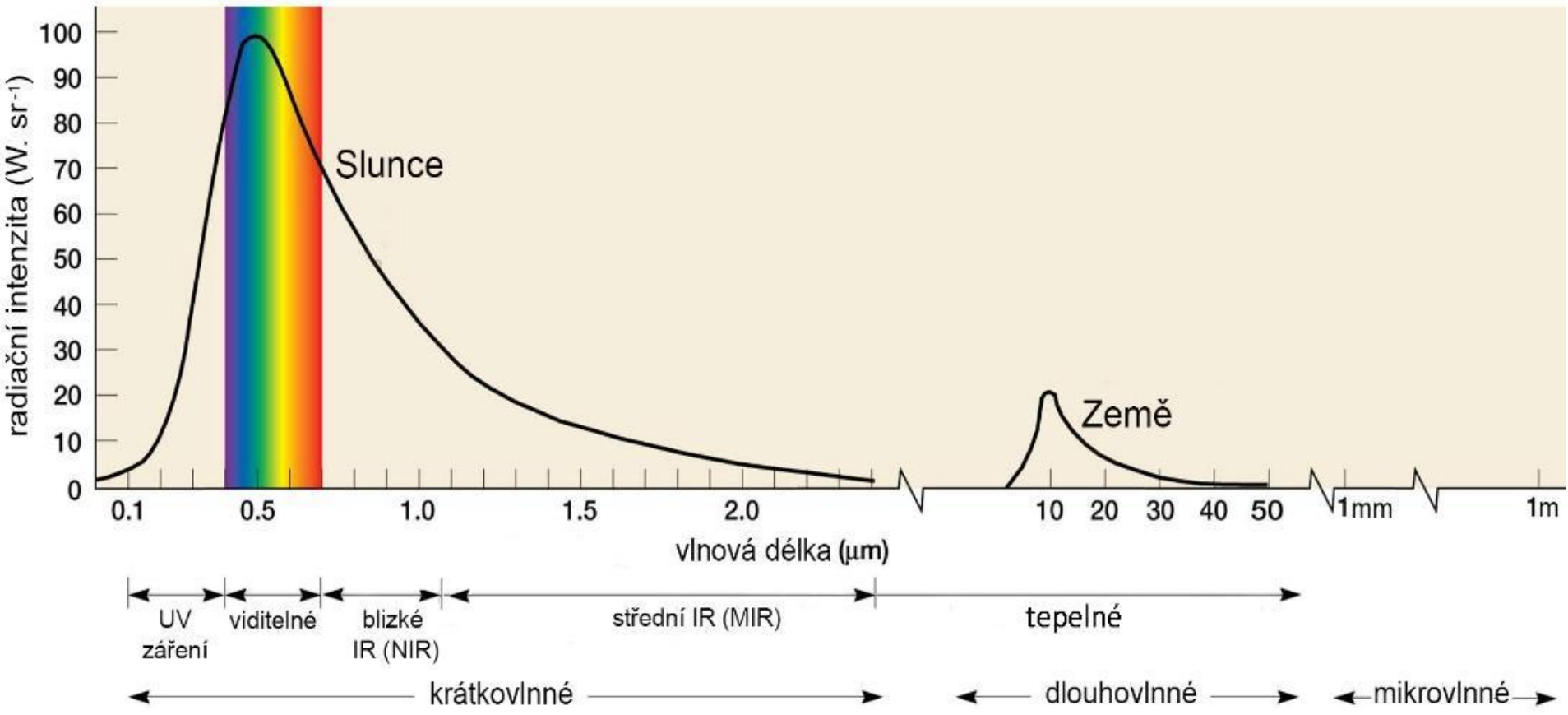
Znalosti o funkci vody a vegetace v utváření klimatu jsou na nízké úrovni (plant blindness).

Ryplová, R. & Pokorný, J. (2019). Opomíjená úloha vegetace v distribuci sluneční energie a utváření klimatu – sonda znalostí začínajících studentů učitelství přírodopisu. *Envigogika*, 14(1). https://doi.org/10.14712/18023061.586

Ryplová, R., Pokorný, J. 2020, Saving Water for the Future Via Increasing Plant Literacy of Pupils, *European Journal of Sustainable Development* (2020), **9**, 3, 313-323 ISSN: 2239-5938 *Doi: 10.14207/ejsd.2020.v9n3p313*

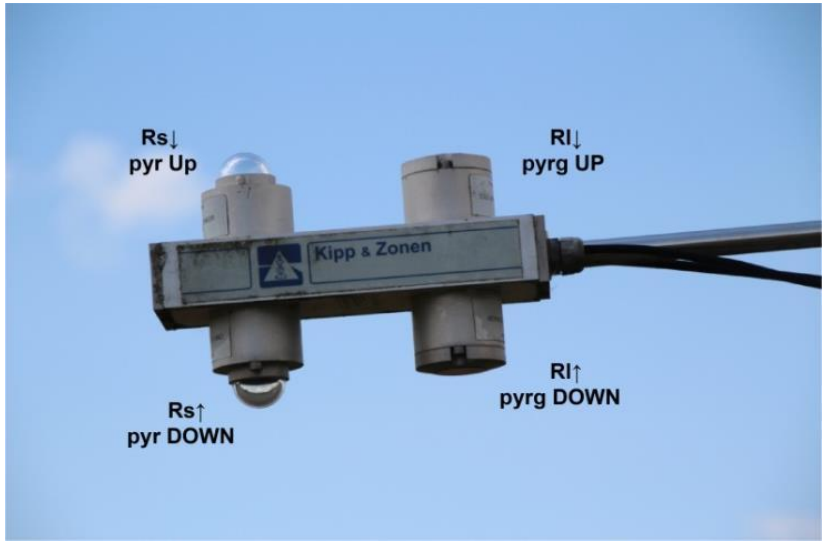
Venkovský člověk užíval stín stromu. Dnešní mládež se chladí v autech a supermarketech.

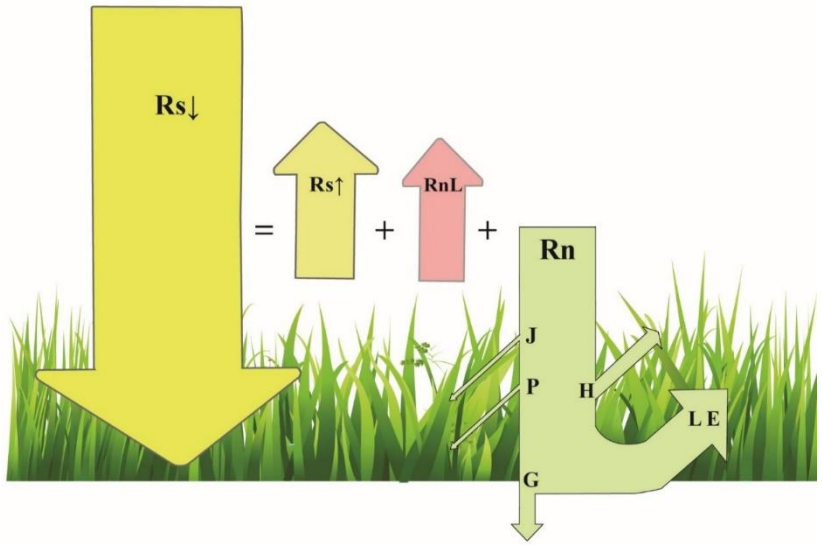
Kam a kudy tečou odpadní vody. Odkud má město pitnou vodu?



Spektrum slunečního záření a dlouhovlnné záření Země

Netradiometer měří dopadající ($R_S\downarrow$) a odražené (Rs↑) sluneční záření (krátkovlnné), tok tepla do atmosféry (dlouhovlnné RnL) a čistou radiaci (Rn)

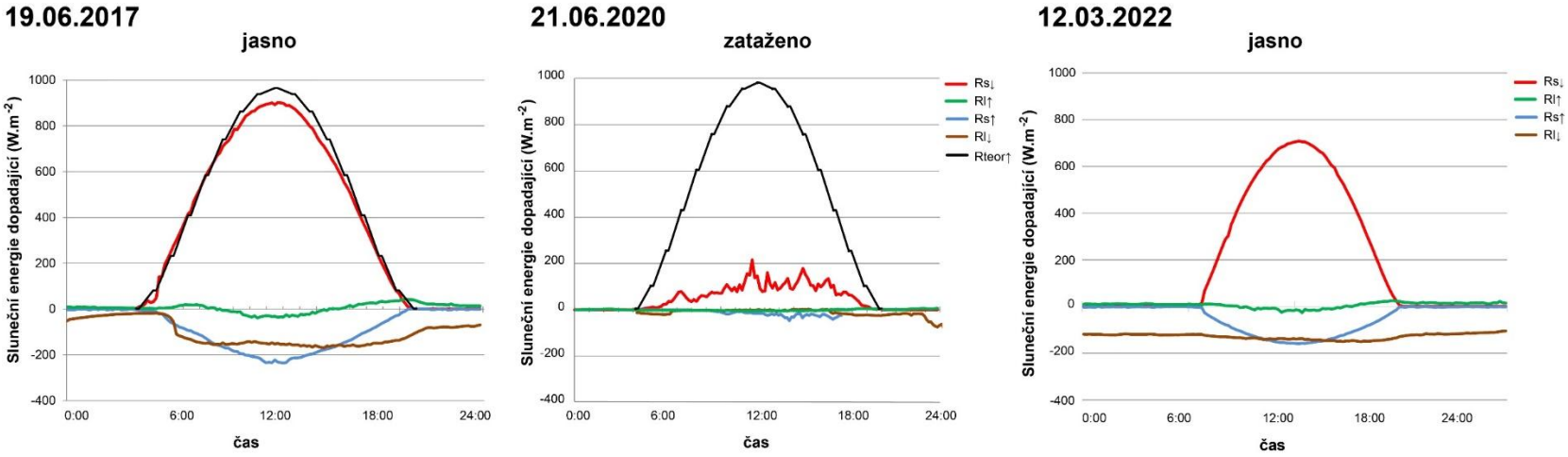




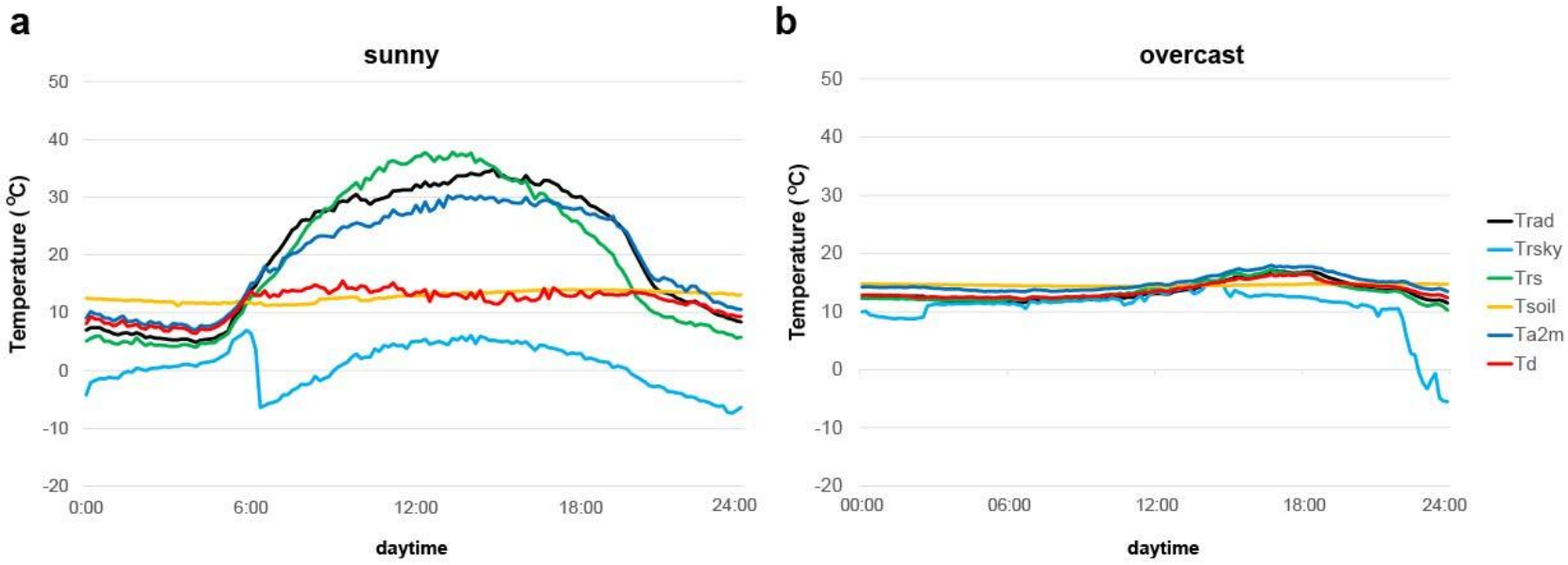
Jirka V., Hesslerová, P., Huryna, H., Pokorný, J., 2021 Energetická výměna mezi zemským povrchem a atmosférou v závislosti na meteorologických podmínkách bez ohledu na obsah CO2. Vytápění,větrání, instalace. 5/ 2021, str. 234 – 239

Jirka, V., Šourek, B., Pokorný, J., Zicha, J, 2023: Vliv výšky travního porostu na teplotu povrchu a tepelná bilance na rozhraní země a atmosféry, Vytápění, větrání, instalace 1/2023, str. 36 – 43

sluneční energie dopadající ($R_S\downarrow$), a odražená ($Rs\uparrow$) dlouhovlnné záření/teplo mezi čidlem a oblohou ($Rl\downarrow$), dlouhovlnné mezi čidlem a trávou ($Rl\uparrow$), RsTeor↓
teoretický průběh dopadající $R_S\downarrow$ ($W.m^{-2}$)
letní slunovrat **19. 6. 2017 jasno,** (a) **21. 6. 2020 zataženo (b), 12.3.2022 nízká vlhkost vzduchu** (c)**;** (Jirka et al. 2021)

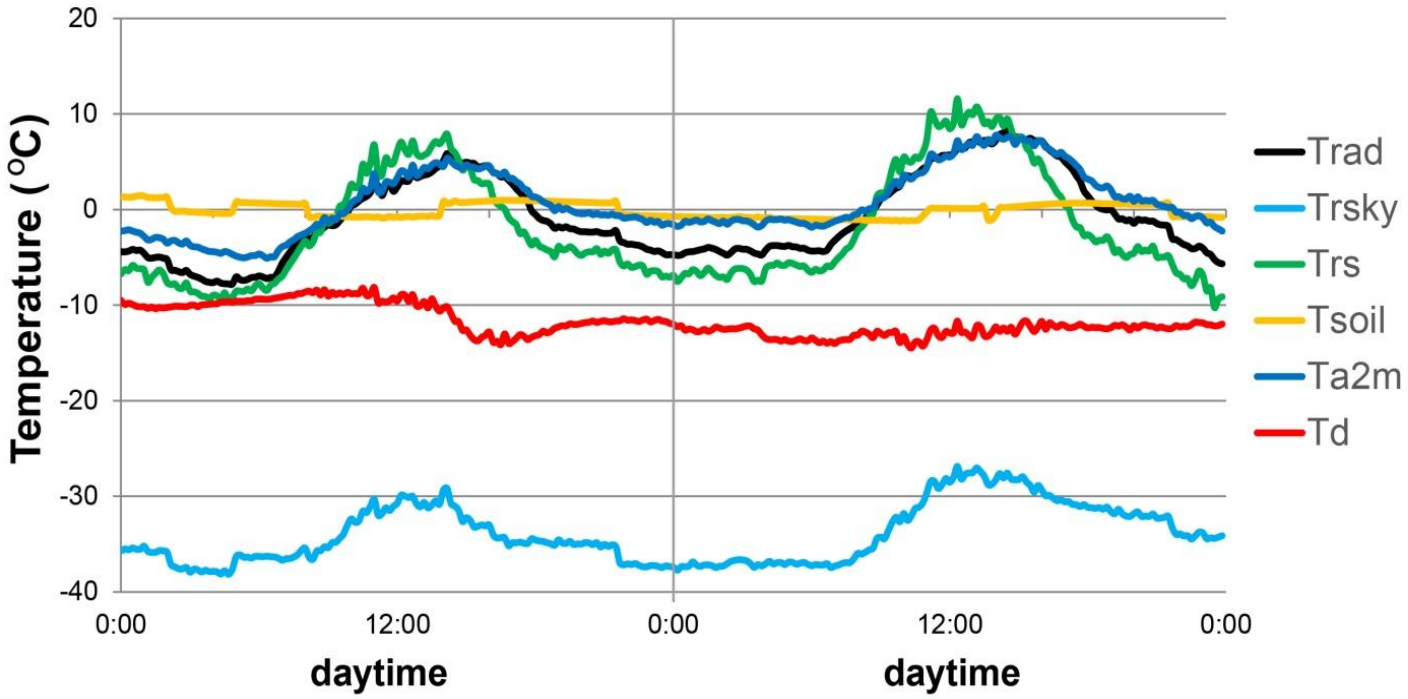


Denní průběh povrchové teploty trávníku (Trs), teplota vzduchu 2m (Ta2m), teplota radiometru (Trad), efektivní teplota oblohy (Trsky), teplota půdy v 5cm hloubky, teplota rosného bodu (Td), letní slunovrat **19. 6. 2017 jasno** (a) **21. 6. 2020 zataženo** (b)



Denní průběh povrchové teploty trávníku (Trs), teplota vzduchu 2m (Ta2m), teplota radiometru (Trad), efektivní teplota oblohy (Trsky), teplota půdy v 5cm hloubky, teplota rosného bodu (Td)

11. – 12. březen 2022

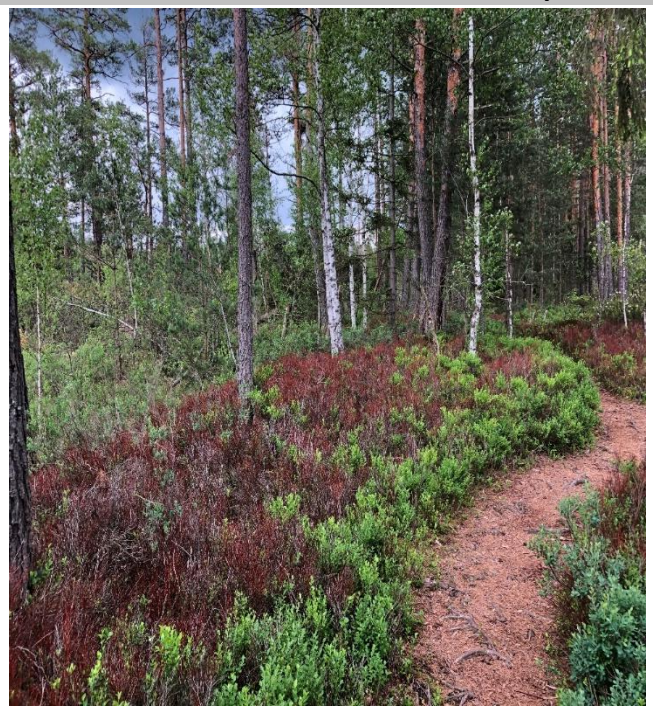


Borůvčí zmrzlo v březnu 2022, zvyšuje se počet dnů s přízemním mrazem (méně vodní páry, nižší skleníkový efekt). Podobně 24.4.2024. Jarní mráz poškozuje zemědělské plodiny.

Měníme krajinu na step až poušť, krajina se tak chová a my to svádíme na vyšší koncentraci oxidu uhličitého a dekarbonizujeme ….proč?

Po vytěžení horského lesa Mau Forest v Keni mrzla zelenina, plodiny (vlastní zkušenost)





Množství dopadající sluneční energie v určitém dni závisí na oblačnosti
Množství dlouhovlnného záření (tepla) vyzářeného do atmosféry závisí na vlhkosti vzduchu a oblačnosti. V březnu 2022 se vyzářilo do atmosféry 59% z celkové sluneční energie dopadající. (nízký skleníkový efekt).

datum	Dopadající sluneční energie Rs $kWhm^{-2}den^{-1}$	Odražená sluneční energie Rs $kWhm^{-2}den^{-1}$	Dlouhovlnné záření země do atmosféry Rl $kWhm^{-2}den^{-1}$	Čisté záření Rn $kWhm^{-2}den^{-1}$	% sluneční energie vyzářené do atmosféry
19.6. 2017	8,2	2,05	2,5	6,16	31%
21.6. 2020	1,2	0,27	0.3	0,93	28%
12.3. 2022	5,0	1,23	2,94	0,83	59%

Zopakujme základní pojmy z fyziky

Tok sluneční energie měříme a vyjadřujeme ve

$\mathbf{W\ m^{-2}}$

Za plného slunečního svitu přichází na m^2 až 1000W. Při zatažené obloze je to 100$W.m^{-2}$ i méně. V místnosti je intenzita světelného záření nejvýše několik $W.m^{-2}$.

Na vypaření 1litru vody se spotřebuje

2440 kJ = 0,68 kWh

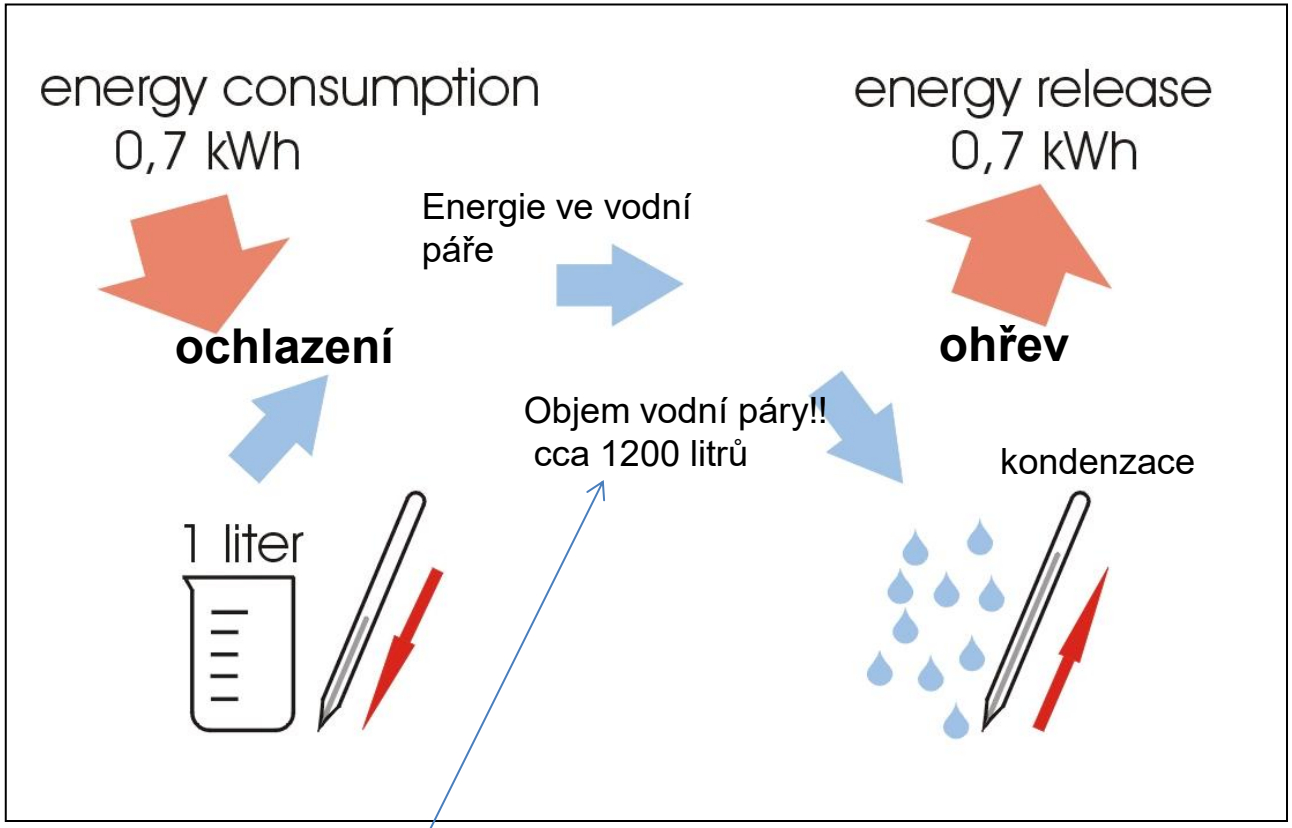
Při kondenzaci/srážení vodní páry zpět na kapalnou vodu se skupenské teplo uvolňuje

Vodní pára z 1litru vody má objem přibližně 1200 litrů a obsahuje skupenské teplo 0,68 kWh

autobaterie 50Ah, 12V má kapacitu 600Wh = 0,6kWh

Vyrovnávání teplot na Zemi

LATENTNÍ TEPLO výparu se spotřebovává při výparu vody a uvolňuje při kondenzaci vodní páry na vodu kapalnou



Mírné změny tlaku vzduchu,

Nutno dostat do základního vzdělání

Fotosyntézou do rostlinné biomasy se váže několik Wm^{-2}

Na výpar vody z porostů (evapotranspirace) se spotřebují stovky Wm^{-2}

Střední hodnota rychlosti výparu 100$mgm^{-2}s^{-1}$ = 240 Wm^{-2}

Úhyn lesa, odvodnění, „zabetonování“ je provázeno poklesem výparu a sluneční energie se mění ve zjevné teplo cca 240 Wm^{-2} (1km^2 = 240MW produkce tepla)

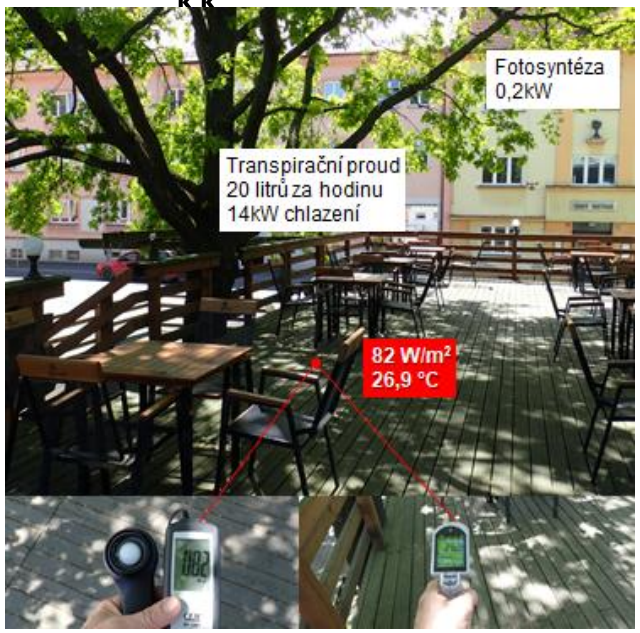
Ve výuce neoddělovat fotosyntézu od výparu vody (transpirace)

Pod stromem je intenzita slunečního záření 10x nižší a teplota o 24 °C nižší nežli na osluněném chodníku. Strom se chladí výparem vody. **Na jednu molekulu přijatého CO_2 se vyloučí několik set molekul vody**

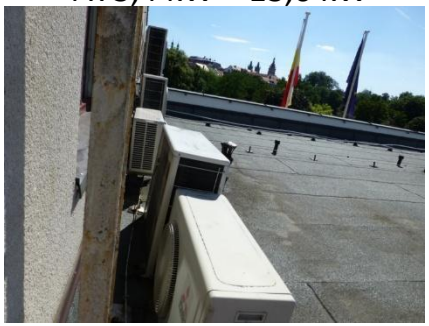
Velký strom vypaří za hodinu 20 litrů vody. Skupenské teplo výparu vody je 0,68 kWh/litr.

kk





Klimatizační jednotky
4 x 3,4 kW = 13,6 kW



Pokorný, J., 2026, Poděkování stromu Vodní hospodářství 2/2026, str. 22,23

Pokorný, J., 2011, Co dokáže strom, in Kleczek, J. Voda ve vesmíru, na zemi, v životě a v kultuře, Radioservis, str 429

Pokorný, J. (1999) Co umí strom aneb o zahradě s trochou fyziky. - Domov, Praha, 39(7): 50-51.

Slunce ohřívá zemi a ta chladne vůči vesmíru.
Atmosféra (skleníkový efekt) tlumí rychlost chladnutí.
Atmosféra neohřívá aktivně povrch země, protože má nižší teplotu

Teplota: obloha - 20,4 °C, mrak + 14,6 °C

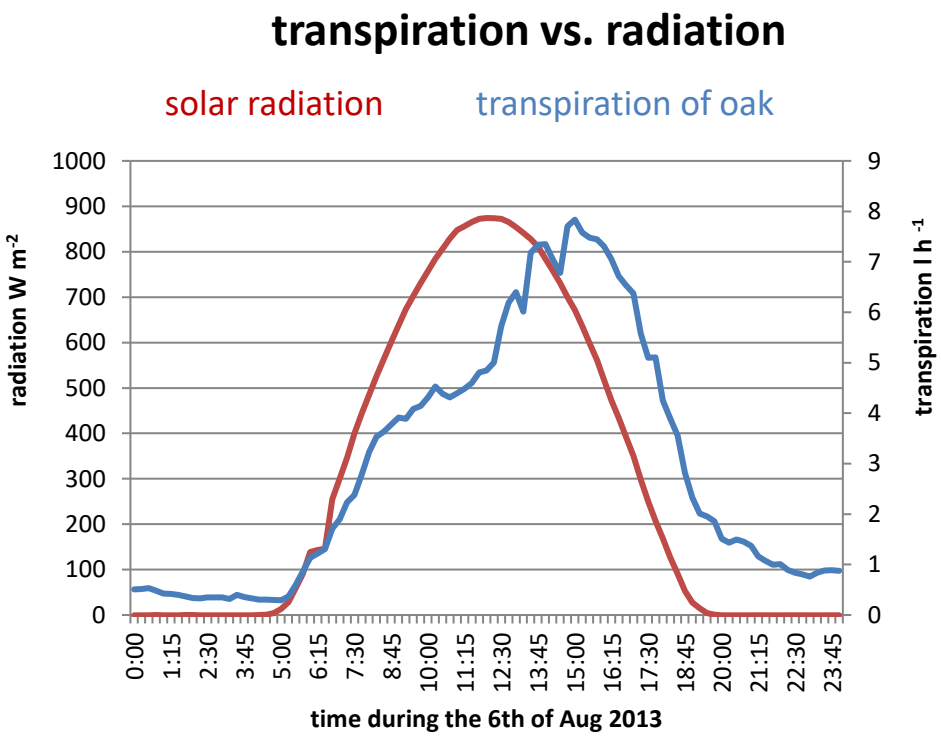
vodní pára rozhoduje o příkonu slunečního záření i o množství tepla, které proudí od země do oblohy





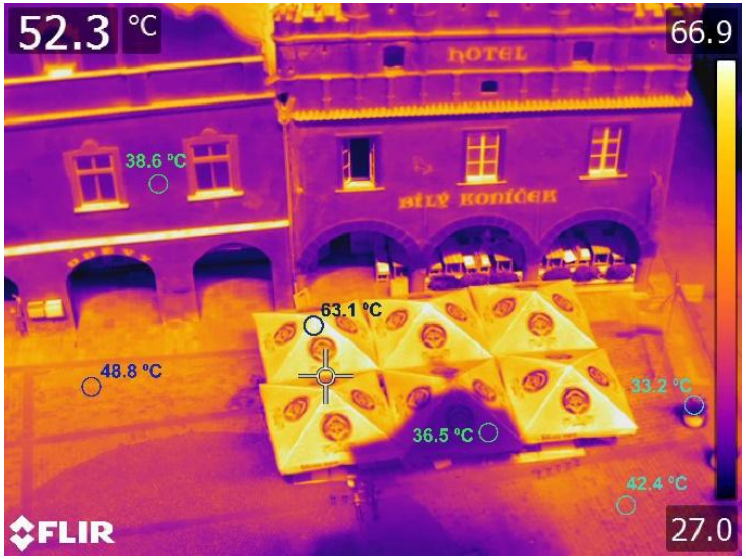
Prof. Jan Čermák, měření transpiračního proudu (sap flow) a sluneční energie





Povrchová teplota dlažby a povrchu slunečníků až 60 °C
Ve stínu stromů v parku jen výjimečně přesahuje 30 °C

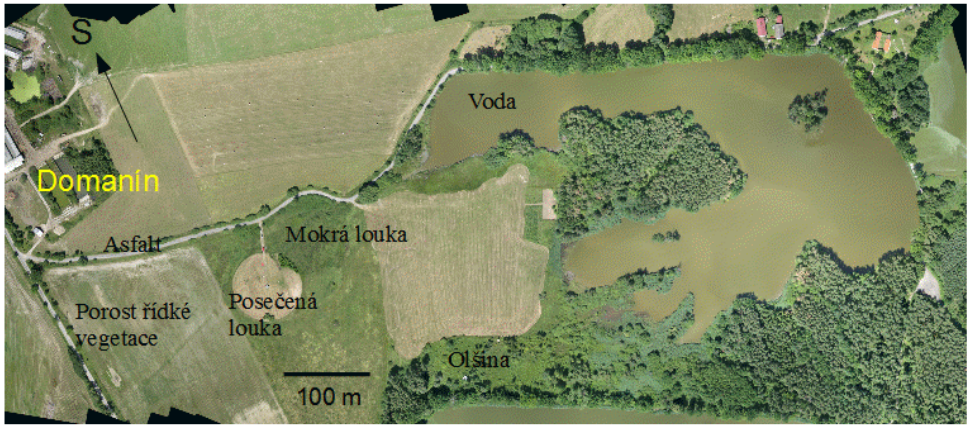


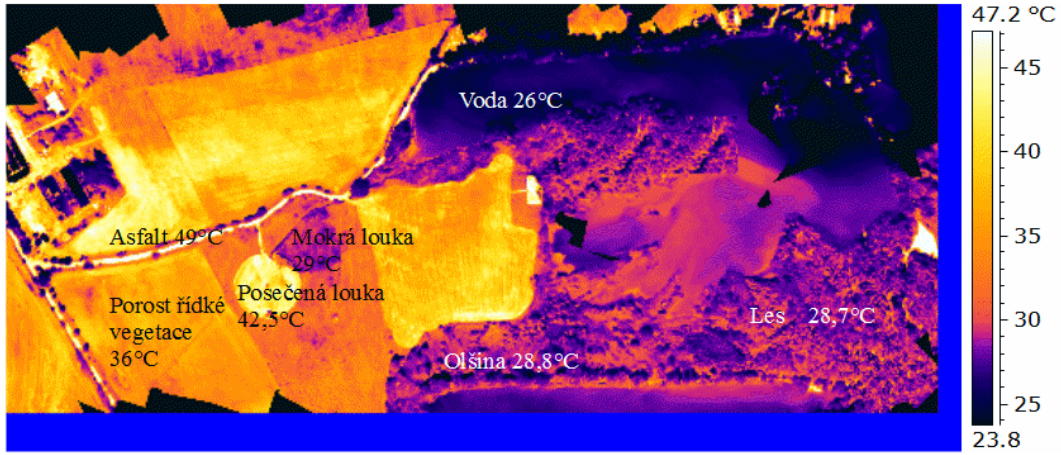


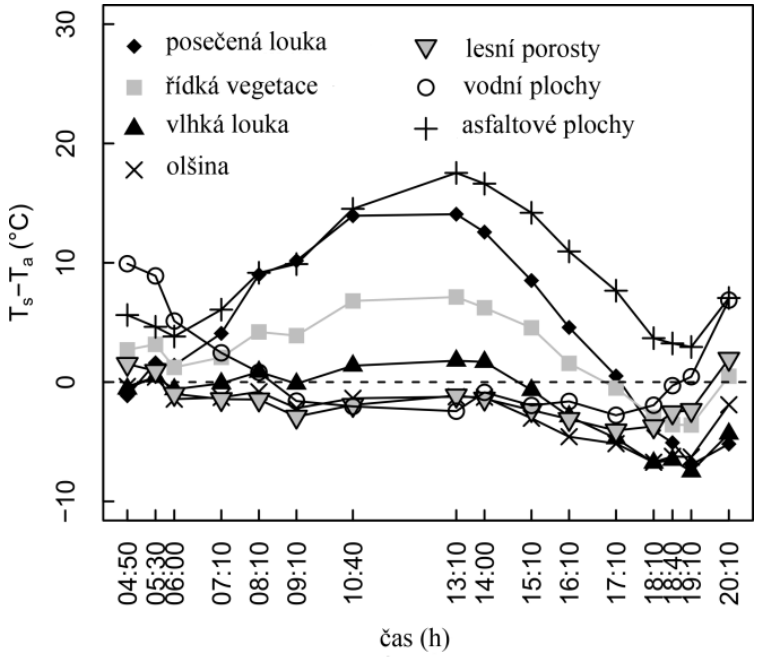




Rozdíl povrchové teploty Ts a teploty vzduchu Ta za slunného letního dne



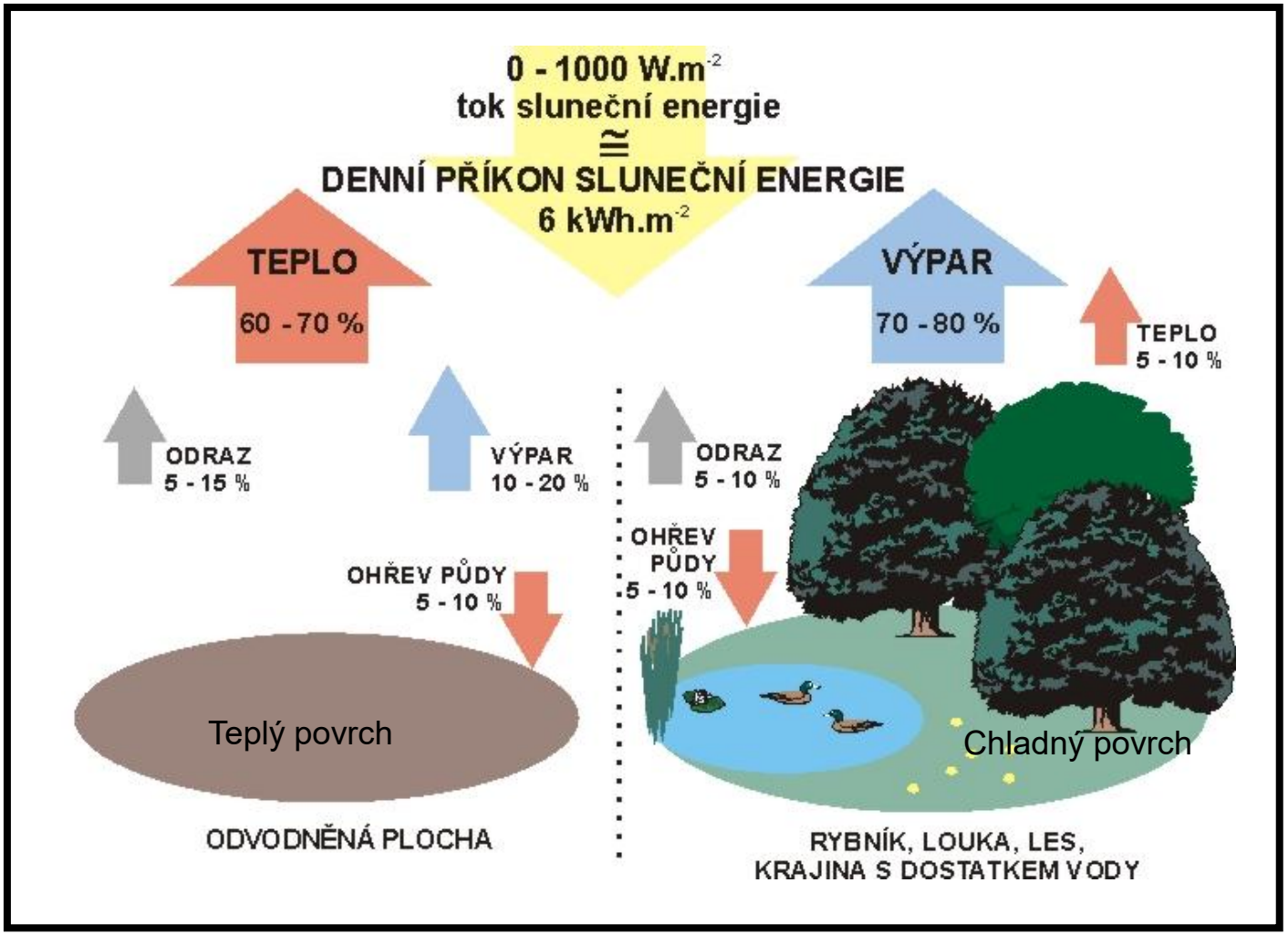




Termovizní snímek pořízený ze vzducholodě v okolí obce Domanín u Třeboně (9. července 2009 ve 14:00) ukazuje povrchovou teplotu různých typů krajinného pokryvu v horkém letním dni (T vzduchu 30°C). Nejchladnějšími povrchy jsou (kromě vody 26°C) díky evapotranspiraci olšina, les a mokrá louka (cca 29°C). Teplota suché posečené louky (42,5°C) se blíží teplotě asfaltového povrchu (49°C). Na malé ploše vznikají teplotní rozdíly více než 20°C.

Hesslerová, P., Pokorný, J., Brom, J., Rejšková – Procházková, A. 2013, Daily dynamics of radiation surface temperature of different land cover types in a temperate cultural Landscape: consequences for the local climate. Ecological Engineering 54, 145 – 154

Ellison, D., Pokorný, J., Wild, M. 2024, Even cooler insights: On the power of forests to (water the Earth and) cool the planet Glob Change Biol. 2024;30:e17195. https://doi.org/10.1111/gcb.17195



Odvodněný = nechladí se výparem (prof. Tomáš Kvítek mi vytýká termín odvodněný

Strom utváří klima

H_2O

1

Vzrostlý strom dobře zásobený vodou vypaří za den až několik set litrů vody. Na výpar 1litru vody se spotřebuje přibližně **0,7kWh sluneční energie**. Při výparu 100 litrů vody se tedy spotřebuje cca **70 kWh** sluneční energie. Tato energie je vázána ve vodní páře a uvolní se zpět při kondenzaci vodní páry na chladných místech na vodu.
Při slunném počasí náš strom chladí své okolí výkonem více než **10kW** (běžná klimatizační jednotka 2kW).

2

Průduchy v listech a jehlicích strom přijímá oxid uhličitý, vylučuje kyslík a vodní páru. Na **1 mm²** se nachází až několik set průduchů, které se otevírají a zavírají podle okolní teploty, vzdušné vlhkosti i obsahu vody v rostlině.



3

Strom vylučuje plynné organické látky, které jsou aromatické a snižují obsah škodlivého LDL cholesterolu v krvi, působí **příznivě na krevní tlak, tlumí chronický stres a deprese**.
Těkavé organické látky slouží také jako kondenzační jádra při srážení vodní páry. Ke kondenzaci vodní páry tak dochází dříve, než by odpovídalo rosnému bodu.

4

Strom přijímá **oxid uhličitý** a vylučuje **kyslík** (fotosyntéza) a odpařuje vodu (transpirace). Za slunného dne náš strom fotosyntézou vytvoří až **0,2kg biomasy** obsahující **1 kWh sluneční energie** a uvolní **0,2kg (140 litrů)** kyslíku.

H_2O

H_2O

H_2O

5

Strom **čistí vodu také v půdě svými kořeny**, které odebírají živiny a vytvářejí podmínky pro život dalších nižších organismů.

6

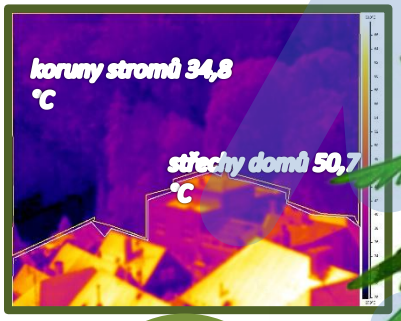
Rozdíl mezi technologickým klimatizačním zařízením a stromem:
strom ohřívá chladná místa. Je nehlučný, tlumí zvuk, chytá prach, je recyklovatelný, žijí v něm další organismy, čistí vodu.

Klimatizační zařízení spotřebovává elektrickou energii, na jedné straně chladí a druhou ohřívá. Je hlučné, používá nezdravé chemikálie.

Jeden ha lesa za rok vyčistí transpirací na 5000 m³ vody a převede do vodní páry (klimatizace) 3500 MWh sluneční energie.
1 ha hektar lesa vytvoří až 10 tun kyslíku za rok.

www.enki.cz
ww.svol.cz

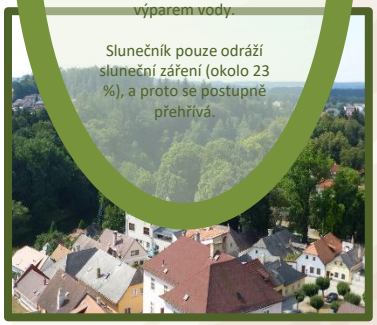
Strom utváří klima



Stromy v parku na ploše 1 ha
ochladí výkonem nejméně 3000 kW, což je srovnatelné s výkonem 1000 běžně užívaných klimatizačních jednotek.

Strom vs. Slunečník
Strom odráží sluneční záření (okolo 20 %), ale hlavně ochladí okolí výparem vody.

Slunečník pouze odráží sluneční záření (okolo 23 %), a proto se postupně přehřívá.



Zdravý les o rozloze 100 ha
chladí intenzitou několika stovek MW.

Lesy na horách působí jako chladič.
Uschlý les má vyšší povrchovou teplotu a zrychluje vzestupné proudění vzduchu. Vysušuje se tak okolní krajina. Další bezzásahová území na Šumavě povedou k uschnutí lesního patra a nevratným ztrátám vody ze Šumavy i z nižších poloh.

Víme, co činíme se sluneční energií v krajině?
1 800 000 ha sklizených ploch řepky a obilí. Snížení výparu = zvýšení toku zjevného tepla, vysoký tlak vzduchu, zablokování postupu srážek.



Literatura
Pokorný, J., 2011, Co dokáže strom, In: Kleczek, J.(ed.) Kniha o vodě. 429 – 431, Radioservis, Praha
Pokorný, J., Brom, J., Čermák, Hesslerová, P., J., Huryna, H., Nadezhdina, N., Rejšková, A. 2010 Solar energy dissipation and temperature control by water and plants, Int. J. Water, Vol 5, No 4, 311 – 336

Vydalo:
Sdružení vlastníků obecních a soukromých lesů v ČR ve spolupráci s obecně prospěšnou společností ENKI, o. p. s., v r. 2018 za finanční podpory Ministerstva zemědělství v rámci realizace projektu „Multifunkční úloha lesů – propagace a osvěta".
Náklad 1000 výtisků. Neprodejné.

Husovy sady Jindřichově Hradci, vzrostlé kaštany, lípy a tráva. Park založený v 19. století (hradební příkop- smetiště – okrasný spolek). Podmínky pro mohutné stromy
Údržba stromů desítky tisíc Kč ročně.



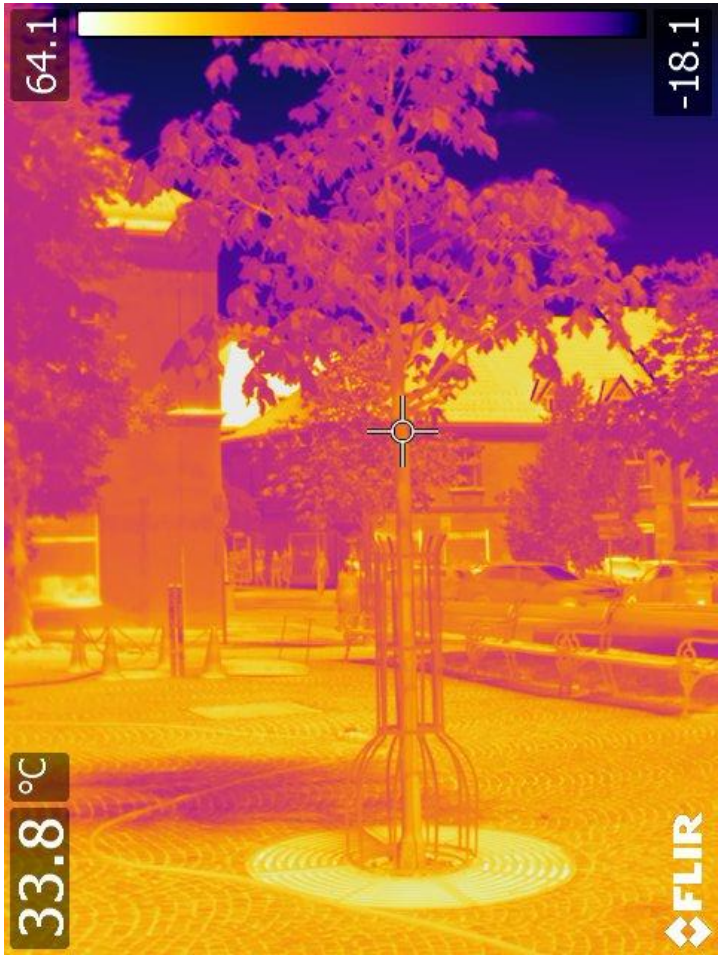


„Revitalizovaná“ část Husových sadů v J. Hradci. Pokáceny vzrostlé kaštany, zvětšena plocha dlažby a instalovány vodotrysky. Náklady přes 10 milionů Kč + údržba vodotrysků.
Mnohé revitalizace rozšiřují zadlážděnou plochu na úkor trávníku a velkých stromů





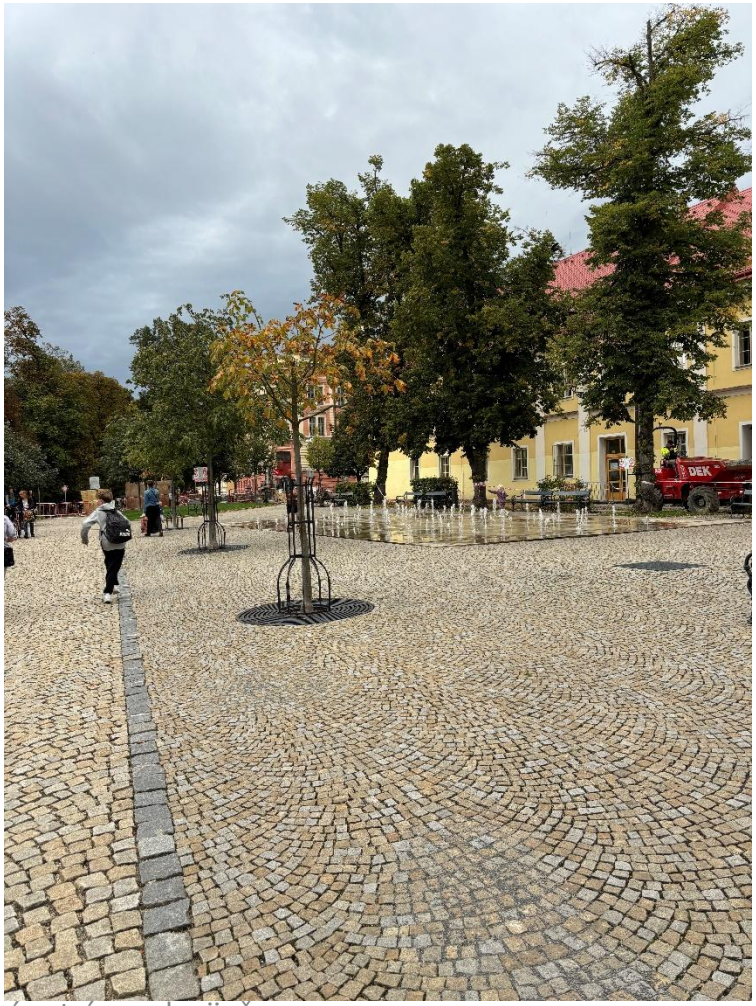
Strom stresovaný horkem (hradební příkop, hloubka 8 metrů a více). Zde mohl být velký strom, dlouhověký





Stromům je lépe v trávě





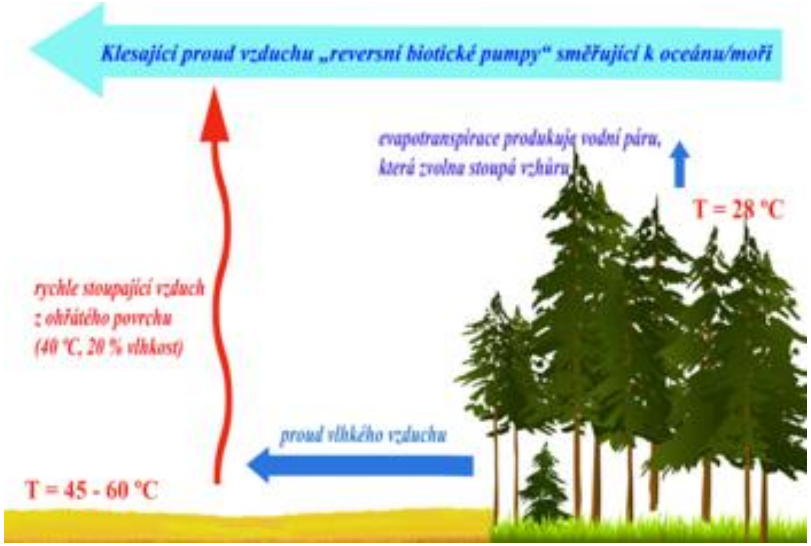
Tepelné ostrovy města

Pokorný, J., Hesslerová, P., Jirka, V., Huryna, H., Seják, J., 2018, Význam zeleně pro klima města a možnosti využití termálních dat v městském prostředí, Urbanismus a územní rozvoj, XXI/1, 26 – 37

Hesslerová, P., Pokorný, J., Huryna, H., Seják, J., Jirka, V. (2022). The impacts of greenery on urban climate and the options for use of thermal data in urban areas., Progress in Planning *DOI : 10.1016/j.progress.2021.100545*

Hodnotíme uhlíkovou stopu. **V procesu EIA není uvažován posun od výparu k produkci tepla (tepelná stopa).** Zpevněné plochy se nechladí výparem vody, přehřívají se, od nich se ohřívá vzduch, který rychle stoupá vzhůru, vysušuje. Stoupá teplota povrchu a následně teplota vzduchu.
Typickým příkladem jsou supermarkety u měst, rozsáhlé haly. Denně v ČR ubývá 11 ha zemědělské půdy.

Vysychání krajiny





Sluneční záření dosahující za jasného dne intenzity **900 W.m^{-2}** ohřívá povrch odvodněné plochy až na **60 ˚C**. Od přehřáté plochy se ohřívá vzduch a stoupá vzhůru.

Vzduch o teplotě **40 ˚C** a relativní vlhkosti **20 %** obsahuje **10 g** vody v **1 m^3** ve formě vodní páry.

I při velmi pomalém vzestupném proudění **0,1 m.s^{-1}**, vystoupá za jednu **hodinu (x 3 600 s)** nad **1 m^2** do atmosféry **360 m^3** (x 10 g) ohřátého vzduchu, který odnesl **3,6 kg** vody.

Ohřáté plochy „nasávají“ vzduch z okolí, tedy ze sousedního lesa, mokřadu rybníka a teplý vzduch tak intenzivně vysouší okolí.

Rozpor

Evapotranspirace = výpar vody rostlinou (transpirace) + výpar (evaporace)

Evapotranspiraci je třeba omezit, je to „plýtvání vodou“ (cíl: nízký transpirační koeficient, co nejnižší spotřeba vody)

X

Evapotranspirace chladí, vyrovnává teploty v čase a prostoru a přitahuje vodu

Pokorny, J., (2019) Evapotranspiration. In: Fath, B.D. (editor in chief) Encyclopedia of Ecology, 2nd edition, vol. 2, pp. 292–303. Oxford: Elsevier.© 2019

White Paper, New York UN Conference on Wtaer 22. – 24. 3. 2023

Evapotranspirace je mohutný proces distribuce sluneční energie, vyrovnávání teplotních a tlakových rozdílů (gradientů), tvorby mlhy, mraků, krátkého i dlouhého oběhu vody.

Zásadní význam vzrostlých stromů, trávníku (zásak vody) na polích meziplodiny (vojtěška, jetel)

Člověk mění klima odvodněním, urbanizací, odlesněním (úhyn lesa))

- V procesu EIA není „tepelná stopa“ posun od výparu (latentní teplo) k ohřevu (zjevné teplo, turbulentní proudění, vysychání)
- Od osmdesátých let 20. století stoupají hodiny slunečního svitu (příkon sluneční energie). Je méně oblaků. Zvyšuje se tok tepla od země do atmosféry (snižuje se skleníkový efekt).
- V ČR ztrácíme denně 11 ha zemědělské půdy, polovina se mění na nepropustné plochy.
- Tepelné ostrovy měst se rozrůstají (supermarkety, haly, parkoviště)
- Historické civilizace vyschly.

Nárůst příkonu sluneční energie a teploty vzduchu v České republice je vyšší než průměr, proč?

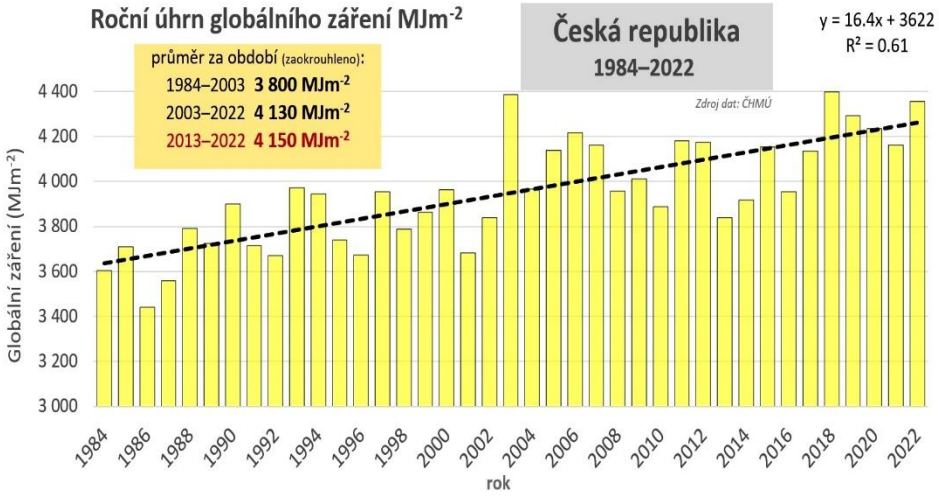
1984 - 2003: 1055 kWh.m^{-2} 2003 - 2022:1147 kWh.m^{-2}

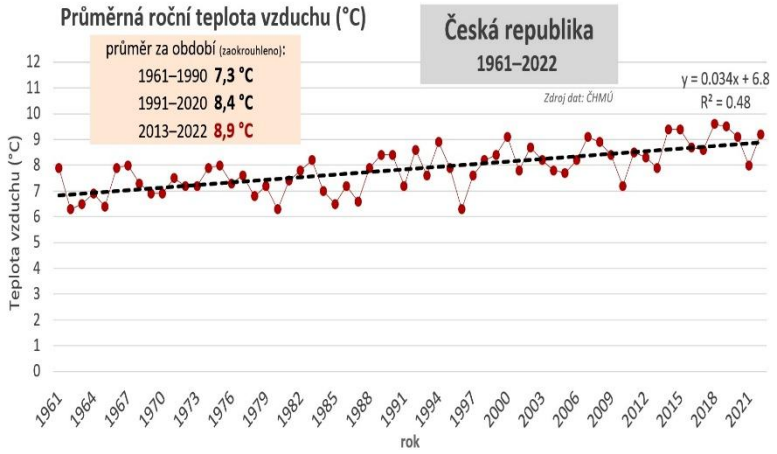
2013 -2022: 1153 kWh.m^{-2}

toto jsou data ČHMÚ – zabývá se jimi ČHMÚ/MŽP ?

Wild, M. (2009). **Global dimming and brightening**: a review. Journal of geophysical research, 114, D00D16, doi:10.1029/2008JD011470, 2009

Pokorný, J., Procházka, J., Jirka, V., Huryna, A., Hesslerová, P., 2023: **Lze nárůst příkonu sluneční energie a teplot vysvětlit jinak než úbytkem oblačnosti a vody v ovzduší?** Vodní hospodářství 12/2023, str 2 – 7

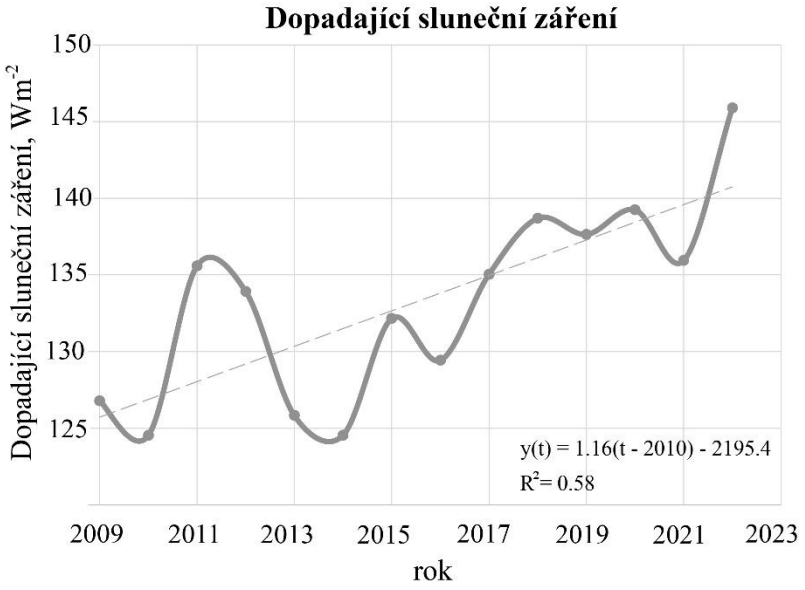


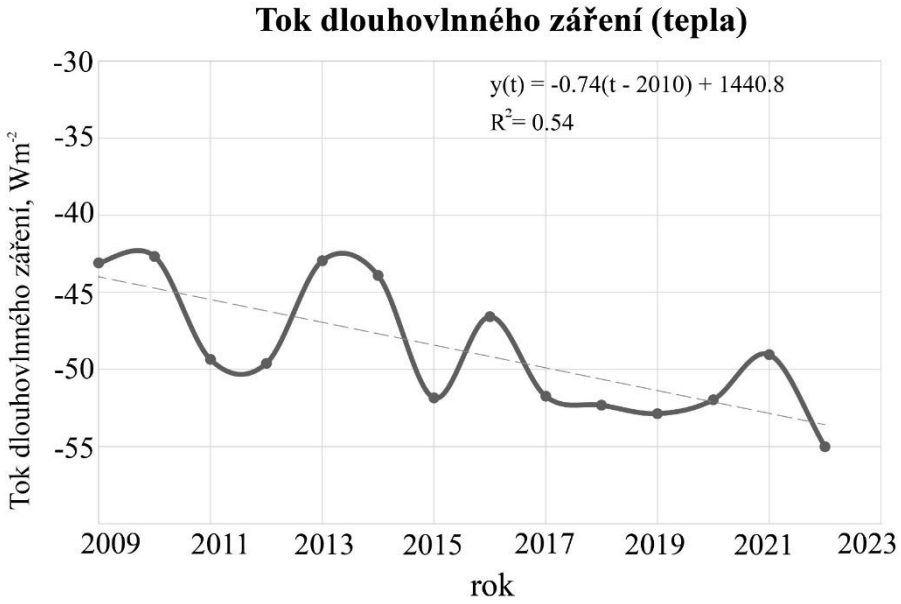


Roční průměry dopadajícího slunečního záření a dlouhovlnného záření odcházejícího do oblohy (ENKI, Domanín)

Stoupá příkon sluneční energie a relativně více stoupá tok tepla vyzařovaného do oblohy. Skleníkový efekt klesá.

Kde jsou zveřejňována a diskutována data ČHMÚ, AVČR o příkonu sluneční energie a toku dlouhovlnného záření (měření skleníkového efektu)?





Lze nárůst příkonu sluneční energie a teplot vysvětlit jinak než úbytkem oblačnosti a vody v ovzduší? ***Vodní hospodářství 2023/12*** *(Pokorný J., Procházka J., Jirka V., Huryna A., Hesslerová P.,)*

- Výsledky potvrzují a kvantitativně dokládají lidskou zkušenost:

vzdušná vlhkost, mraky tlumí příkon sluneční energie a tlumí též tok tepla do oblohy

- **Zásadní otázkou** tedy je, jak člověk svoji hospodářkou činností mění obsah vody ve vzduchu (tvorbu oblaků, mlhy) a tím lokální regionální klima.
- *Lze nárůst příkonu sluneční energie a teplot vysvětlit jinak než úbytkem oblačnosti a vody v ovzduší.* ***Vodní hospodářství 2023/12*** *(Pokorný J., Procházka J., Jirka V., Huryna A., Hesslerová P.,)*

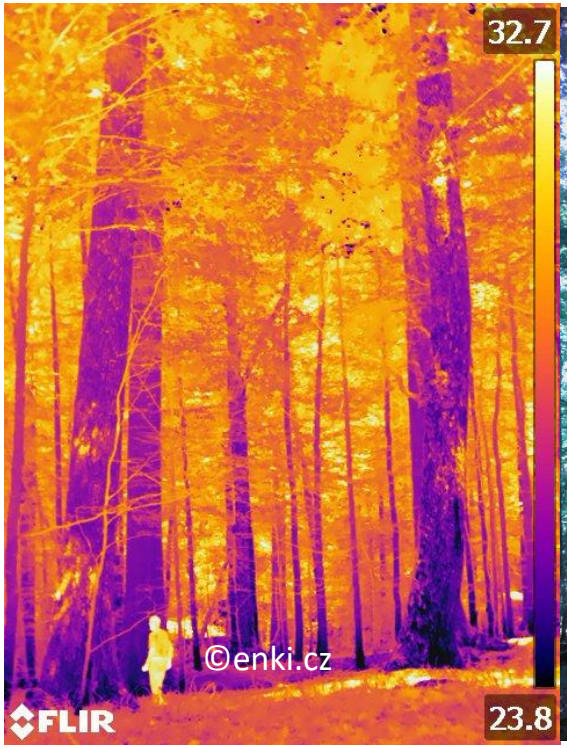
Horký den 26.6. 2026 (rekordně vysoké teploty vzduchu)

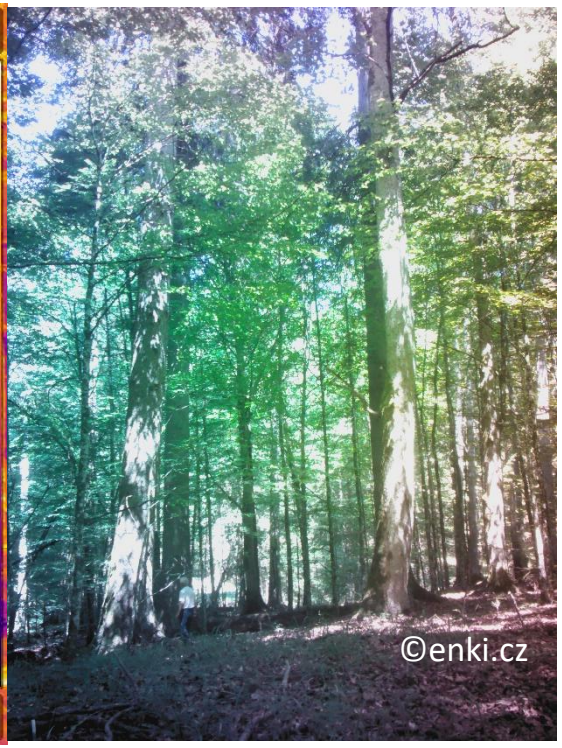
Nepropustné plochy 21 – 59 °C
Lidská postava je nejchladnější “





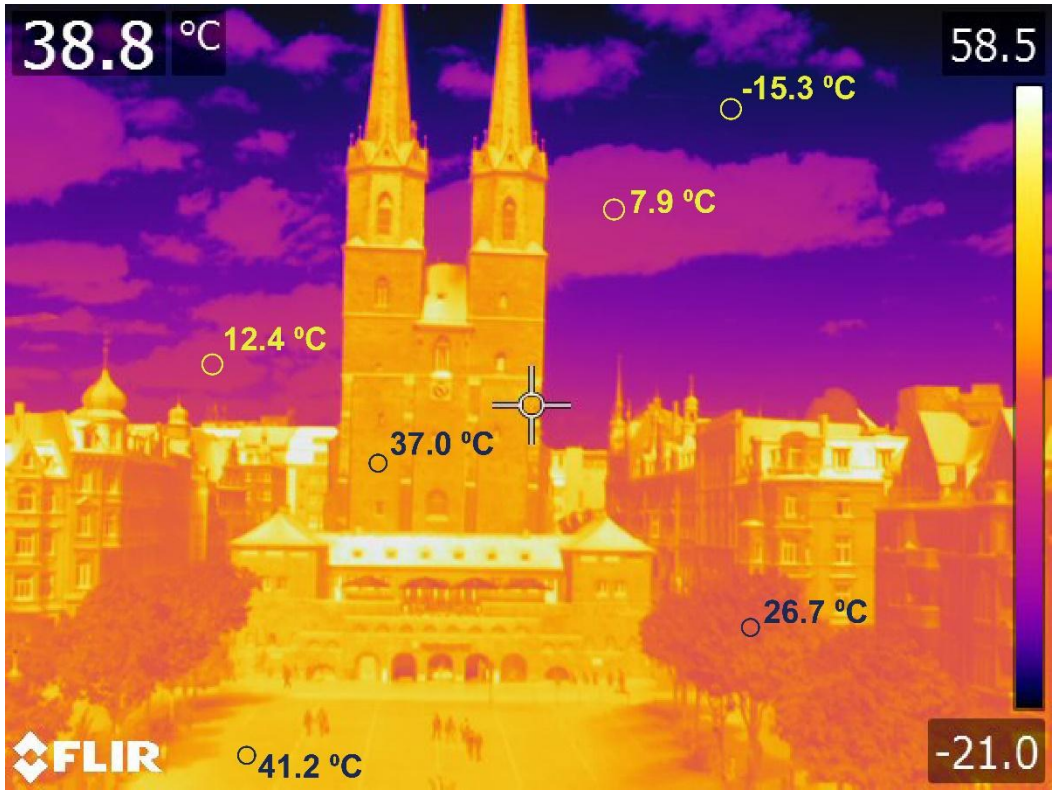
Prales 24 – 33 °C lidská postava má nejvyšší teplotu





Červen 2023 Halle (ERASMUS+ meeting)

(projekt: Education for Plant Literacy)





Měření dopadající sluneční energie ve stínu stromu (73 $W.m^{-2}$), na slunci na vodorovnou plochu (828 $W.m^{-2}$ čidlo svislé), na slunci kolmý dopad paprsků (1220 $W.m^{-2}$)







IR teploměr měří povrchovou teplotu osluněné lavičky (59,5 °C), osluněné trávy (24,6 °C), trávy ve stínu stromu (15,0 °C). Tráva se chladí výparem vody







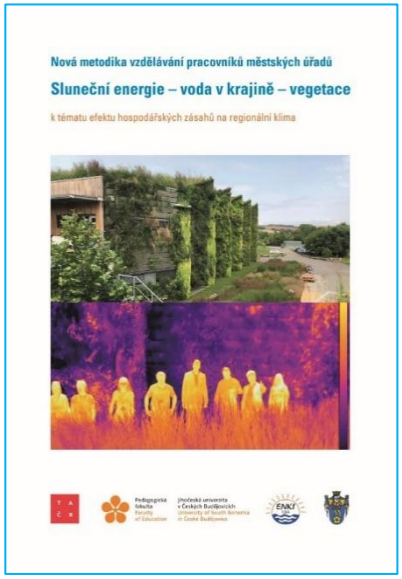


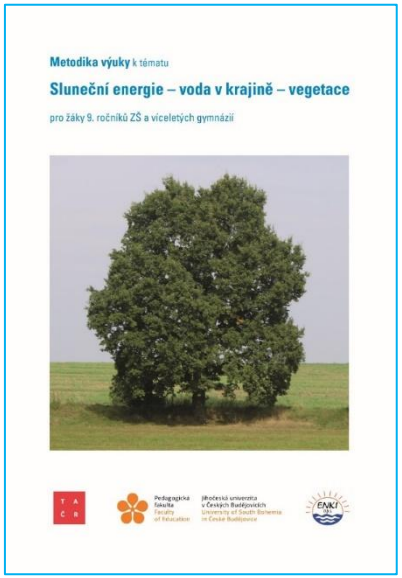


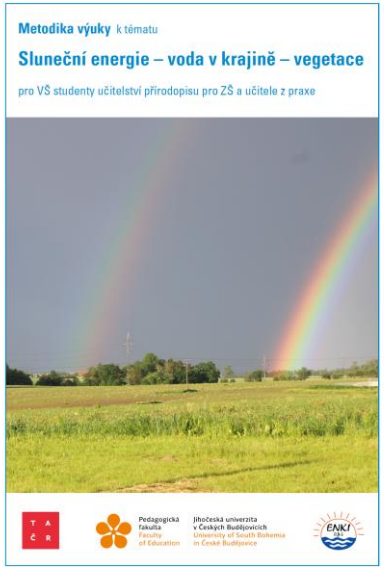
Projekt TAČR TL01000294

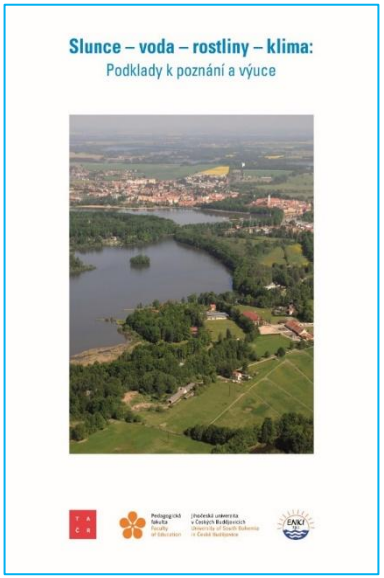
Sluneční energie, voda v krajině, vegetace: nová metodika vzdělávání pracovníků městských úřadů a inovace školní výuky k tématu efektu hospodářských zásahů na regionální klima.

Projekt je řešen s finanční podporou TAČR
Řešitelé: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích ve spolupráci s ENKI, o.p.s., Město Dačice, Třeboň ověřuje









https://projekty.pf.jcu.cz/svv/

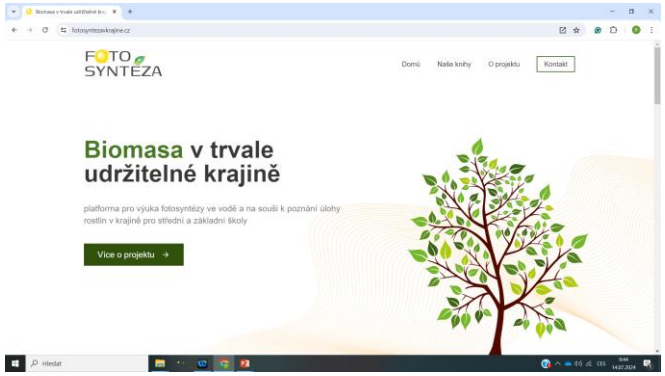
Závazný výsledek projektu:

TL05000150-V1:

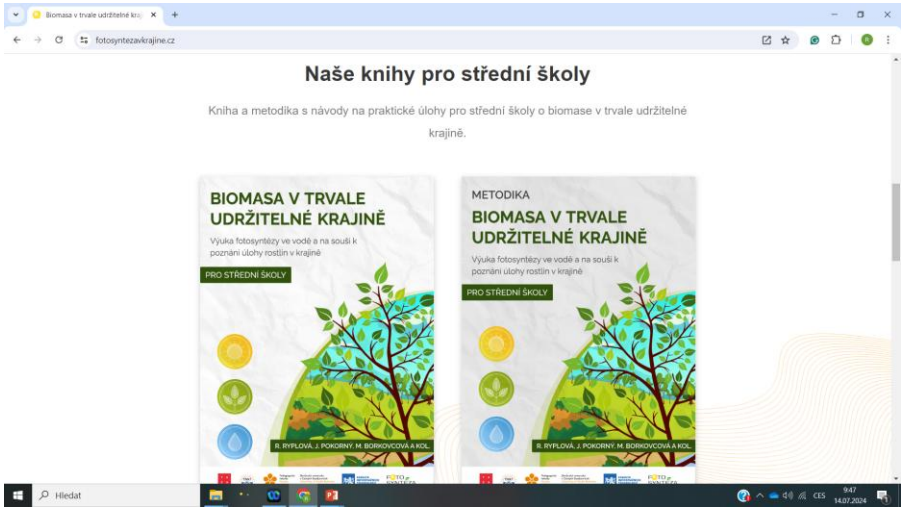
Biomasa v trvale udržitelné krajině: digitální platforma pro výuku fotosyntézy ve vodě a na souši k poznání úlohy rostlin v krajině

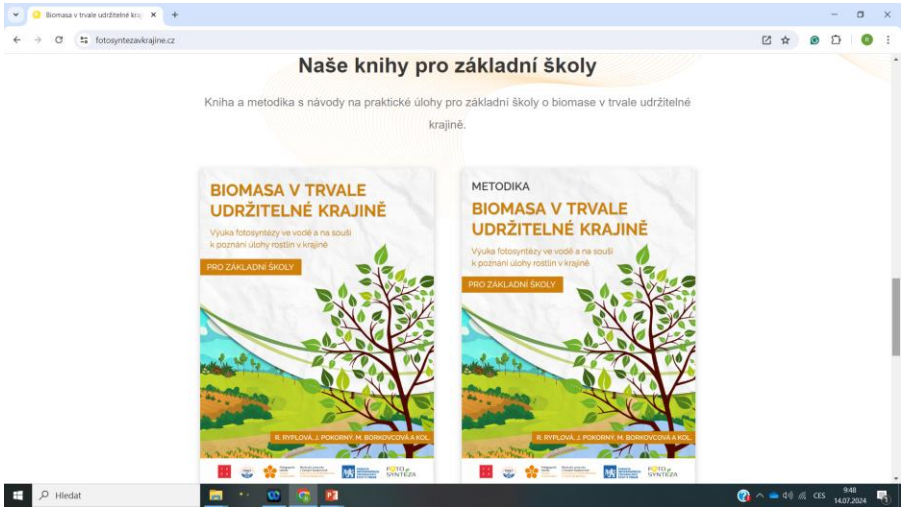
Druh výsledku: O

https://fotosyntezavkrajine.cz/



Dosažen dle plánu 12/2023





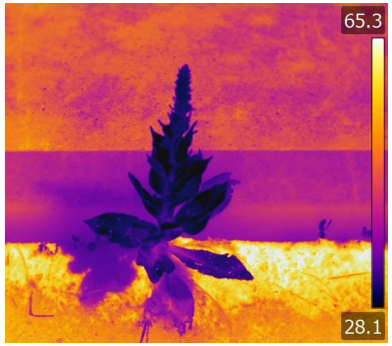
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Erasmus+ Project No. 2021-1-CZ01-KA220-HED-000030213

Education for Plant Literacy

https://planteducation.eu/

6 project partners 5 EU countries 4 online publications with teaching materials on plant role in our environment appearing in 2024



OUR MISSION is to improve plant literacy of general public by more efficient and attractive botany teaching at all school levels which has to be reached via education of educators, i.e. innovative teachers' training.

Would you like to know...?

How can a tree cool our environment by the capacity higher than common air –conditioning system?
How can the forests pump the water from the see into the continents?
Why is the shadow under a tree cooler than the shadow under an umbrella?
Why is the atmosphere above the forest smelling?
How to measure these principles at schools?
How to make botany teaching more attractive for students?
…and much more?

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

ENKI o.p.s.

HOCHSCHULE FÜR Agrar- und Umweltpädagogik
Eigene Rechtspersönlichkeit

LAPIN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF LAPLAND

in Dialogue
leadership and organisational development

Dostupné na www.enki.cz

Jirka, V., Hesslerová, P., Huryna, H., Pokorný, J. (2021): Energetická výměna mezi zemským povrchem a atmosférou v závislosti na meteorologických podmínkách bez ohledu na obsah CO_2. Vytápění, větrání, instalace 5, 234 – 239.

Pokorný, J., Hesslerová, P. (2022): Aktivní úloha vzrostlého lesa v klimatu, oběhu vody a zadržování živin. Sovak 7-8, s. 12-21.

Hesslerová, P., Huryna, H., Pokorný, J., Vyskot, I., Kozumplíková, A. (2022): Změny klimatizační funkce lesních porostů jako následek jejich plošného odumření po gradaci lýkožrouta smrkového. Zprávy lesnického výzkumu 67(1), s. 311 - 320.

Pokorný, J., Hesslerová, P. (2019): Jak vysycháme – aneb, opravdu „kazí rybníky hydrologickou bilanci“? Rybníkářství, 37, s. 6 – 9.

Pokorný, J., Procházka, J., Jirka, V., Huryna, A., Hesslerová, P., 2023: Lze nárůst příkonu sluneční energie a teplot vysvětlit jinak než úbytkem oblačnosti a vody v ovzduší? Vodní hospodářství 12/2023, str 2 - 7

Kontakty:
ENKI, o.p.s.
Dukelská 145
379 01 Třeboň
pokorny@enki.cz
hesslerova@enki.cz
jirka@enki.cz

Doporučená citace:

Pokorný, J., Ryplová, R., Hesslerová, P., Jirka, V., Vácha, Z., (2025). Slunce – voda – rostliny – klima: Podklady k poznání a výuce. ENKI, o.p.s. (2025)
Třeboň, 239 stran, ISBN 978-80-908090-3-1
Kniha i vytvořené vzdělávací metodiky (včetně souvisejících pracovních listů a výukových videonahrávek) jsou dostupné široké veřejnosti zdarma zde: https://projekty.pf.jcu.cz/svv/.

Vzdělávací metodiky:

Ryplová, R., Pokorný, J., Hesslerová, P., Jirka, V., Vácha, Z., (2021a). Metodika výuky k tématu Sluneční energie – voda v krajině – vegetace pro žáky 9. ročníků ZŠ a víceletých gymnázií. ENKI, o.p.s.,Třeboň, 2021, ISBN 978-80-908090-0-0
Ryplová R., Pokorný, J., Hesslerová, P., Jirka, V., Vácha, Z., (2021b).Metodika výuky k tématu Sluneční energie – voda v krajině – vegetace pro VŠ studenty učitelství přírodopisu pro ZŠ a učitele z praxe. ENKI, o.p.s.,Třeboň, 2021,ISBN 978-80-905483-8-1
Pokorný, J., Ryplová R., Hesslerová, P., Jirka, V., Vácha, Z., Procházka, M., (2021). Nová metodika vzdělávání pracovníků městských úřadů na téma Sluneční energie – voda v krajině – vegetace k tématu efektu hospodářských zásahů na regionální klima

Další doporučené navazující vzdělávací materiály:

https://fotosyntezavkrajine.cz/
https://planteducation.eu/
Vydání 2., rozšířené. 2025 ENKI, o.p.s., Třeboň.
ISBN 978-80-908090-3-1

Snímání povrchových teplot z výšky

Teplotní mapy území

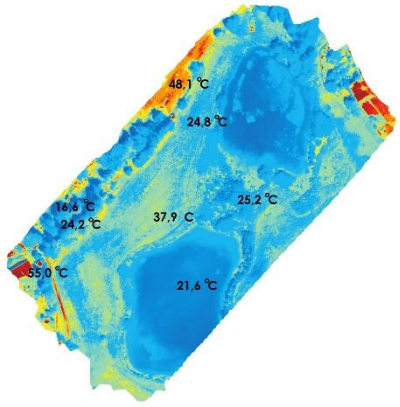
Drony a termografie

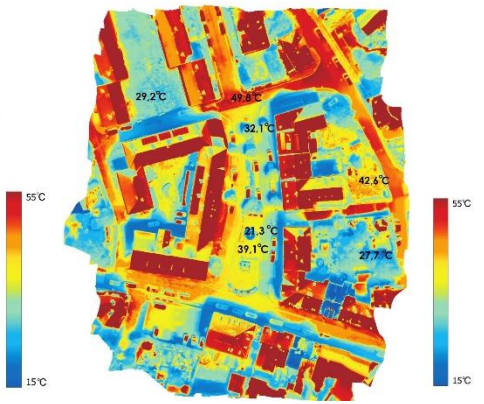




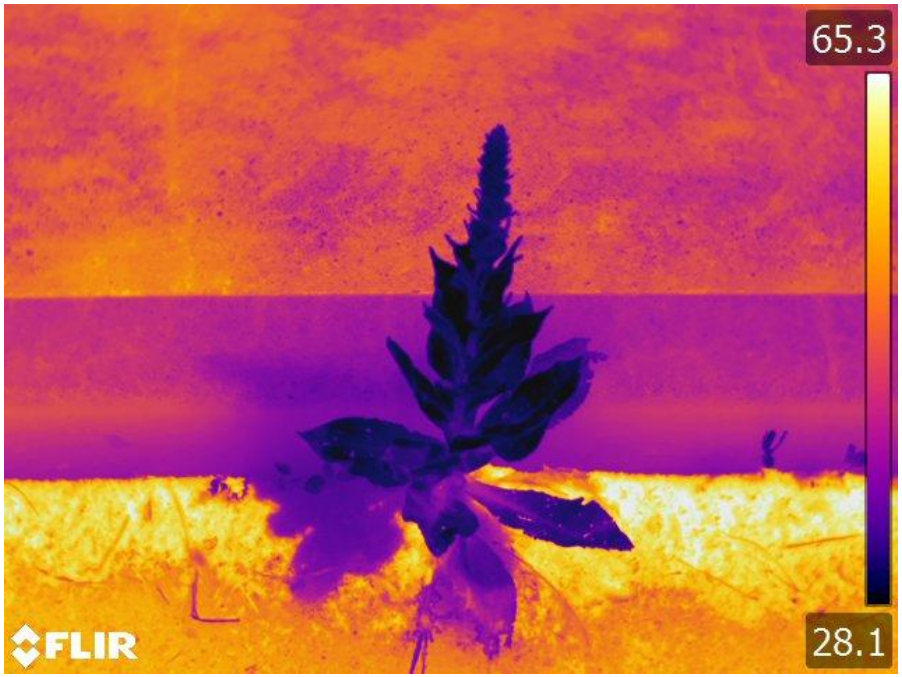








Divizna *(Verbascum)* (divy = Wunder)
Königskerze
živá rostlina si na přehřáté půdě a chodníku udržuje teplotu kolem 30 °C





Závěrem otázka na zopakování:

Jaký je rozdíl mezi stínem stromu a stínem slunečníku?

Povrchová teplota dlažby a povrchu slunečníků až 60 °C Ve stínu stromů v parku jen výjimečně přesahuje 30 °C



