

Aktivní úloha vzrostlého lesa v klimatu, oběhu vody a jejím zadržování

Jan Pokorný, Petra Hesslerová, Vladimír Jirka, Anna Huryna
ENKI, o.p.s. Třeboň
pokorny@enki.cz

Věda má vysvětlovat pozorované jevy (zkušenost, empirii)

PODZEMNÍ VODY VE VODÁRENSKÉ PRAXI 2024

9. ročník odborné konference

24. - 25. 4. 2024 - středa a čtvrtek

Hotel Studánka****, Letovisko Studánka 505, Rychnov nad Kněžnou

Rozpad oběhu vody po odlesnění

22. července 1494 odplouval Kolumbus z Jamajky a do deníku napsal: každé odpoledne přišla dešťová přeháňka trvající přibližně hodinu

Admirál si pravidelný odpolední déšť vysvětloval vzrostlým lesem na ostrově. Věděl z vlastní zkušenosti, že odpolední déšť byl obvyklý na Kanárských ostrovech, Madeiře a Azorských ostrovech. **Pravidelné odpolední deště ustaly a srážek celkově ubylo po odlesnění těchto ostrovů.**

- *Christopher Columbus' biography by his son Ferdinand*

Historická zkušenost: lesy udržují oběh vody, utvářejí klima.

- **Alexander von Humboldt** Wulf, A., 2016: Vynález přírody, dobrodružství zapomenutého objevitele Alexandra von Humboldta v Severní Americe, Knihy Omega 535 stran (AvH 1769 – 1859)
- **Marsh, G.P. 1864:** Man and Nature, or Physical Geography as Modified by Human Action
- **Úlehla, V. 1947,** Napojme prameny: O utrpení našich lesů. Život a práce, Praha
- **Ponting, C. 1991.** A Green History of the World. The Environment and the Collapse of Great Civilizations, Penguin Books, 1991, 412 s.
- **Pearce, F. 2021:** A Trillion Trees, How we can reforest our world, 305 stran

Pokorný, J. 2020: Lesy přitahují vodu, Vodohospodářský bulletin str. 30 – 33, Racek, časopis Povodí Vltavy rozhovor J. Vait – J. Pokorný, Vodní hospodářství 2016/2, Ellison et al. 2017, Global Environmental Change, www.bioticregulation.ru, [Biotic Pump Greening Group \(thebioticpump.com\)](http://Biotic Pump Greening Group (thebioticpump.com)), WeForest etc., SOVAK, č. 7 – 8, 2022

diskuse o vědeckém vysvětlení těchto jevů a zejména zjednodušující modely vedou někdy k popírání funkcí lesa empiricky doložených

Gilgamesh's eco-guilt po odlesnění (Mezopotámie)

Forest management for water and climate cooling
Policy Brief for COP21 pro světovou konferenci o klimatu (Paříž,
prosinec 2015)

Je dobře známo, že lesy čistí vodu a na úrovni povodí, regionů i kontinentů zásadně ovlivňují dostupnost vody a regulaci teploty v krajině. Nové vědecké závěry ukázaly, že lesy mají větší funkční význam, než se dříve myslelo, a že **jejich fungování lze ovlivnit způsobem hospodaření a dosáhnout tak krátkodobých i dlouhodobých zlepšení z hlediska dostatku vody v krajině i fungování klimatu** v měřítku od jednotlivých povodí po celé kontinenty. Lesy jsou zásadně významné v pěti procesech

Forest management for water and climate cooling

Policy Brief for COP21 (světová konference o klimatu Paříž, prosinec 2015)

- **Lesy podporují vznik srážek.**
- **Stromy a lesy jsou přirozené chladicí systémy.**
- **Lesy generují toky vzduchu a vlhkosti.**
- **Stromy a lesy přispívají k zásobování podzemních vod, zadržují živiny**
- **Lesy zmírňují dopady záplav.**
- [*Managing Forests for Water and for Climate Cooling | WeForest*](#)
- *Management lesů a jeho význam pro vodu a klimatizaci krajiny, Vodní hospodářství 2016/2, str 24.*
- *Ellison, et al. 2017, Trees, forests and water: cool insights for a hot world, Global Environmental Change 43, 51–61* Contents lists available at ScienceDirect Global Environmental Change
- **Prohlášení mezinárodního týmu 30 vědců o zásadní úloze lesů v utváření klimatu nebylo Pařížskou konferencí o klimatu zohledněno v „summary for politicians“**

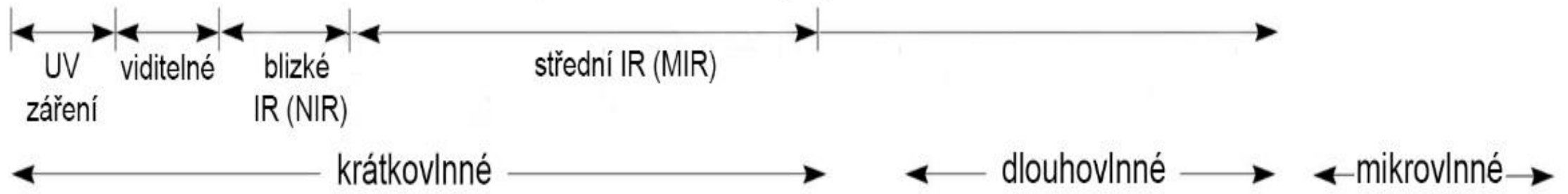
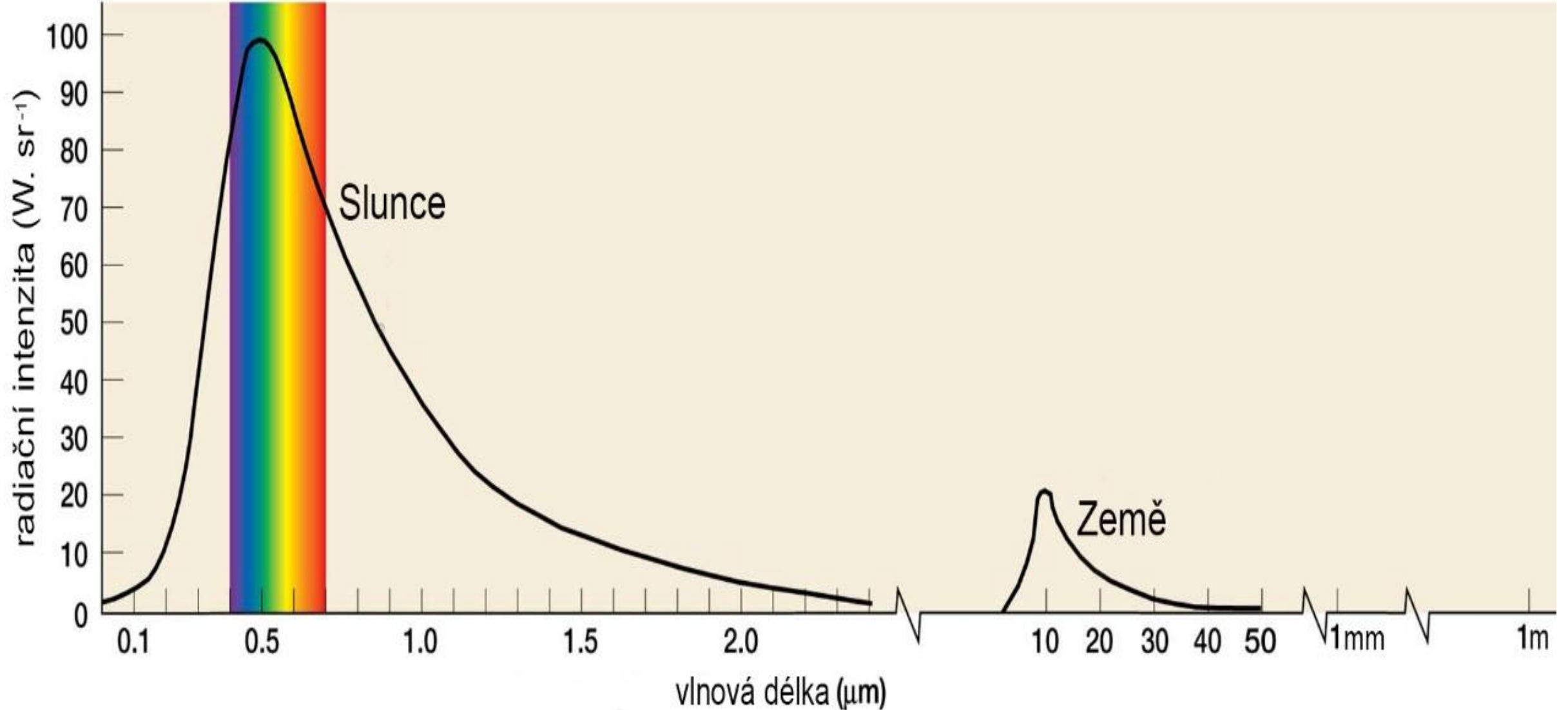
Podle některých uznávaných modelů boreální lesy oteplují planetu

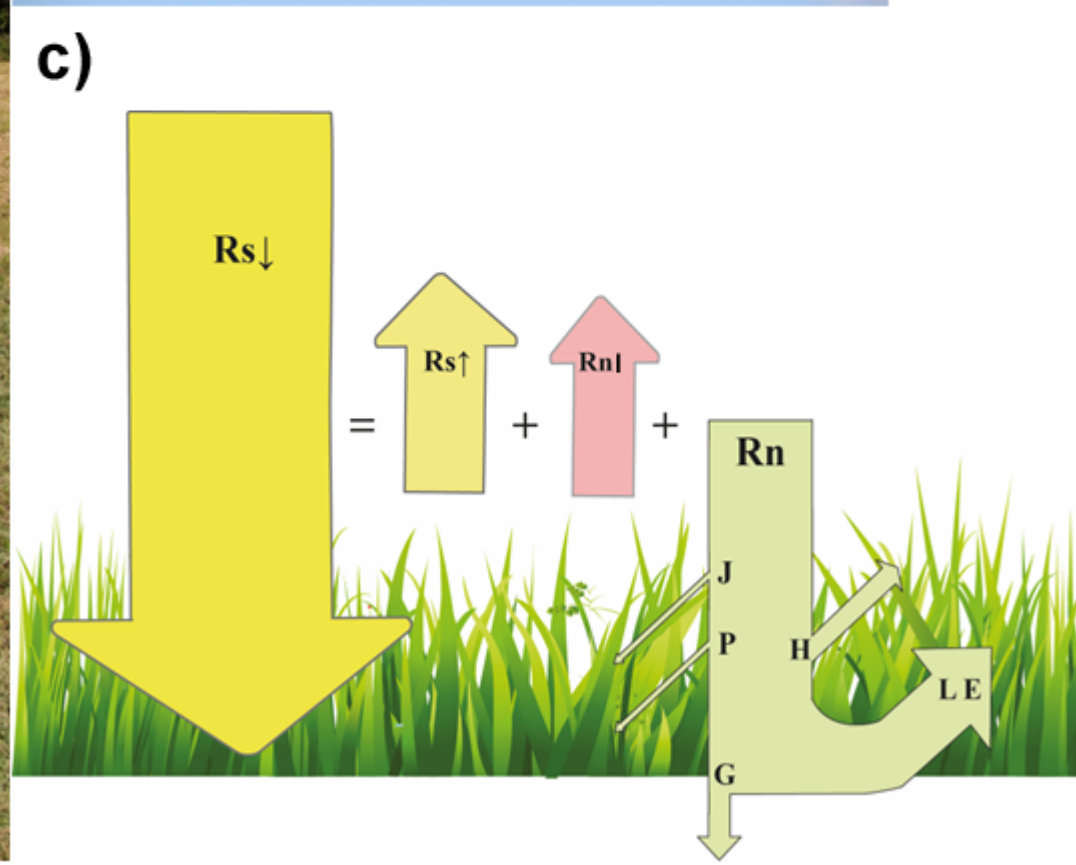
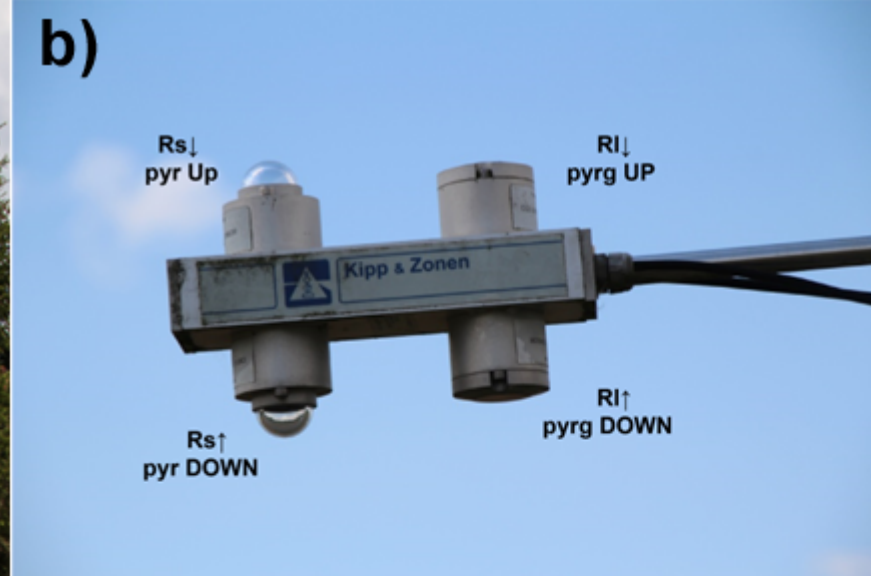
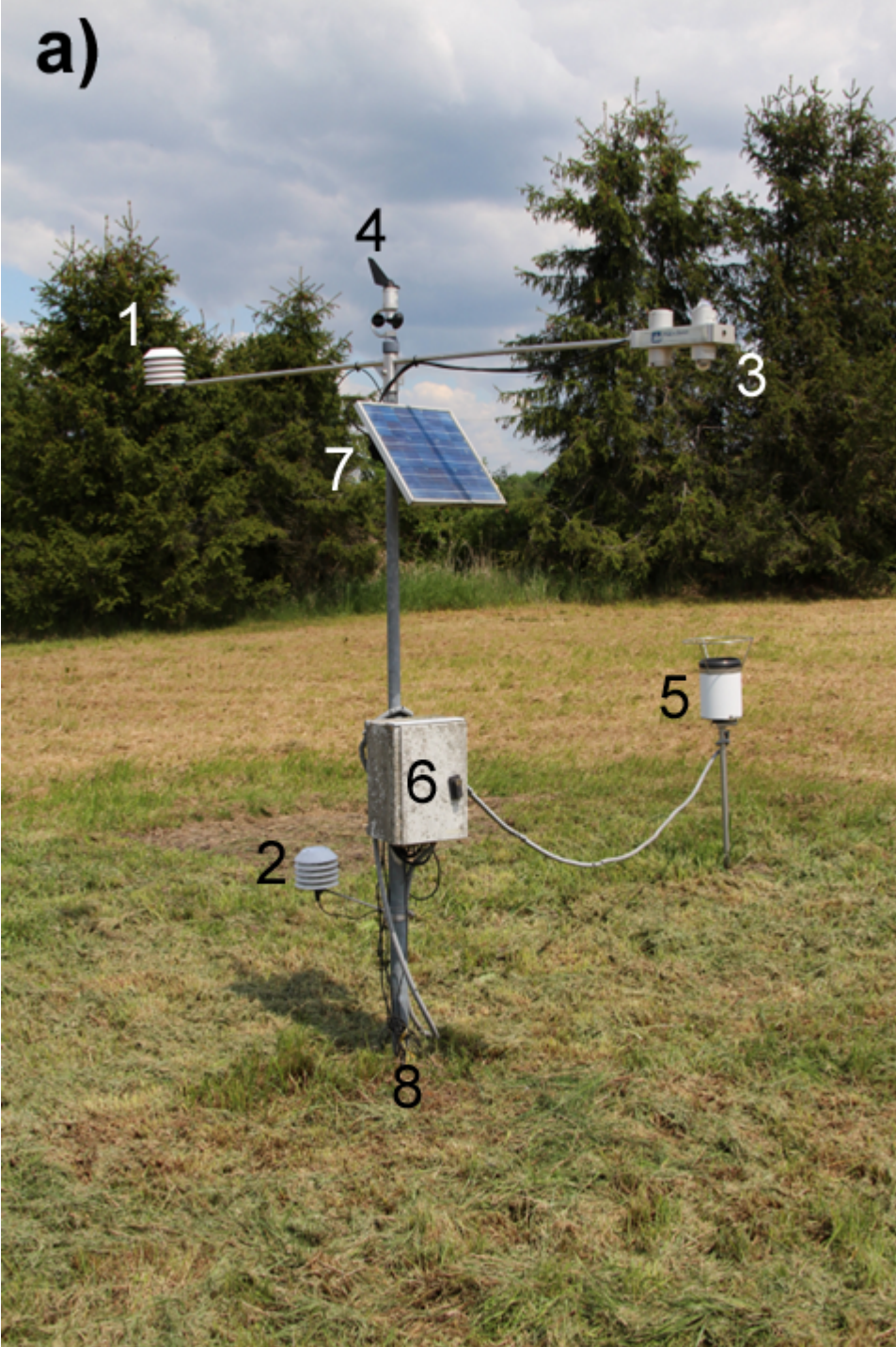
- V některých modelech se přisuzuje lesům funkce oteplovací, protože jsou tmavší než běžná krajina a méně odrážejí sluneční energii, jinými slovy mají nízké albedo. Zejména o jehličnatých boreálních lesích někteří autoři tvrdí, že oteplují planetu, protože jsou tmavé a pohlcují mnoho sluneční energie (Betts a Ball 1997; Bala et al. 2007)
- Existují práce, které pomocí modelů ukazují, že když shoří les, uvolní se sice oxid uhličitý, ale globální průměrná teplota spíše klesne, protože zvýšený odraz světla převáží nad oteplením způsobeným nárůstem oxidu uhličitého (Bonan 2008).
- Podle CzechGlobe (ÚVGZ) voda vegetace/lesy nemají význam v globálním klimatu, mají význam jen lokální. Expertní stanovisko ke klimatu AVČR nezmiňuje úlohu vegetace; atmosféra sálá?

SINE SOLE NIHIL SUM

bez Slunce nejsem nic

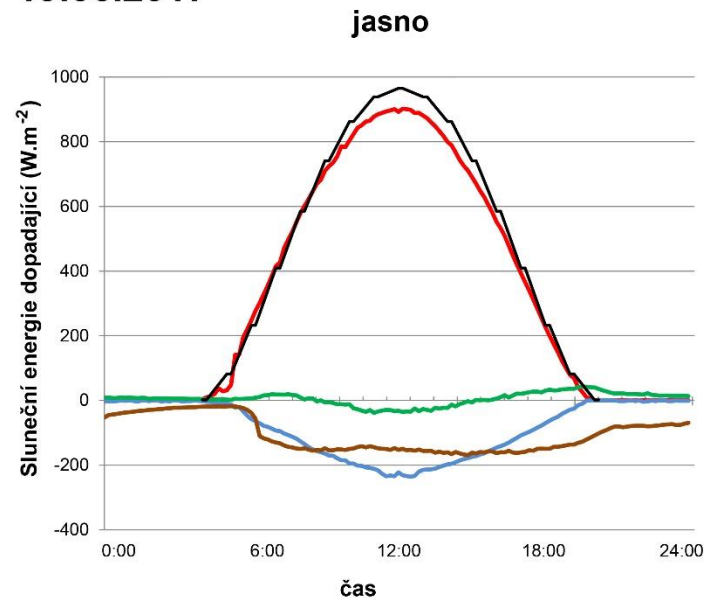
- Slunce ohřívá Zemi o 290° C
- Na 1m² vnější vrstvy zemské atmosféry přichází průměrně 1361 Wm⁻²
- Na povrch zemský až 1000 Wm⁻² sluneční energie
- Zásadní význam má výpar vody a oblačnost
- Hospodářskými zásahy, změnou krajinného pokryvu člověk mění distribuci sluneční energie.
- Zemědělci, lesníci, územní plánovači, urbanisté určují množství a kvalitu odtékající vody a ovlivňují místní klima – uvědomujeme si to?
- *Vegetace zásobená vodou na 1 ha 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*



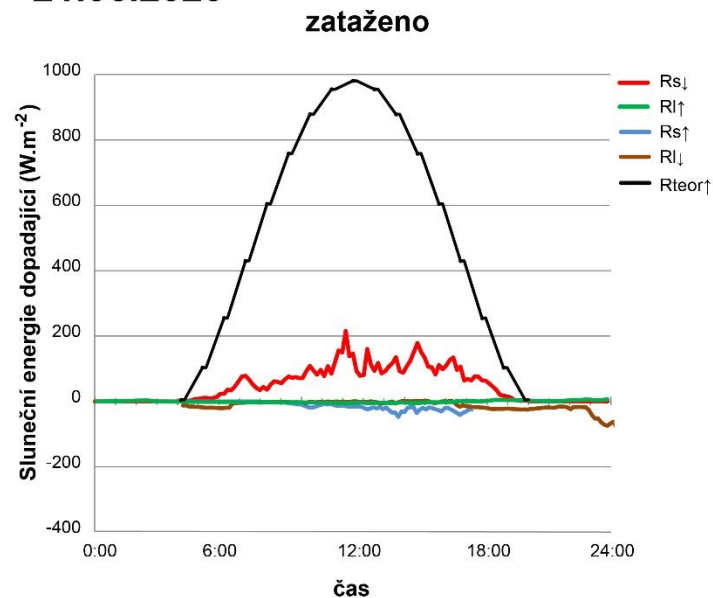


sluneční energie **dopadající** ($R_s\downarrow$), a **odražená** ($R_s\uparrow$) dlouhovlnné záření/teplo mezi čidlem a oblohou ($R_l\downarrow$), **dlouhovlnné mezi čidlem a trávou** ($R_l\uparrow$), $R_s\text{Teor}\downarrow$
 teoretický průběh dopadající $R_s\downarrow$ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)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

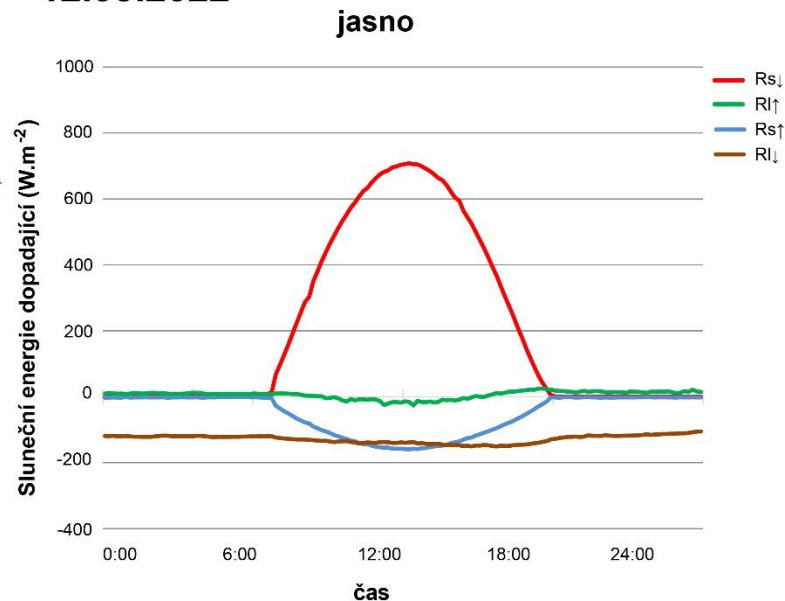
19.06.2017



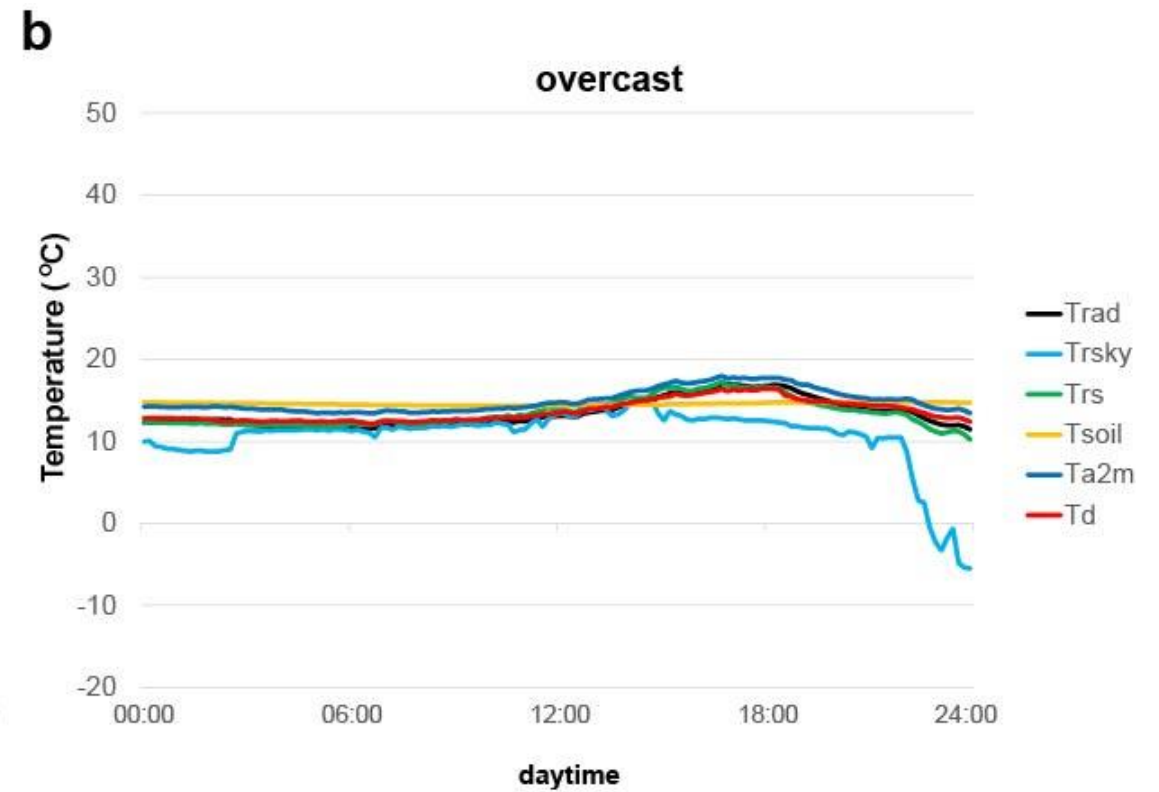
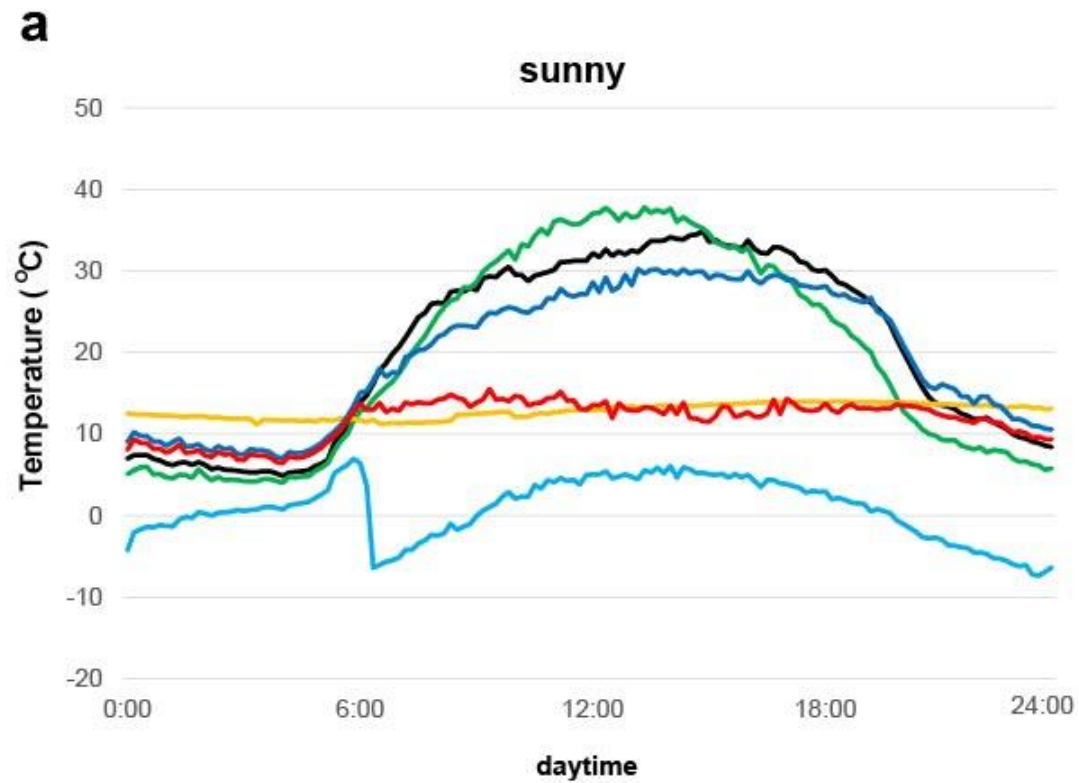
21.06.2020



12.03.2022

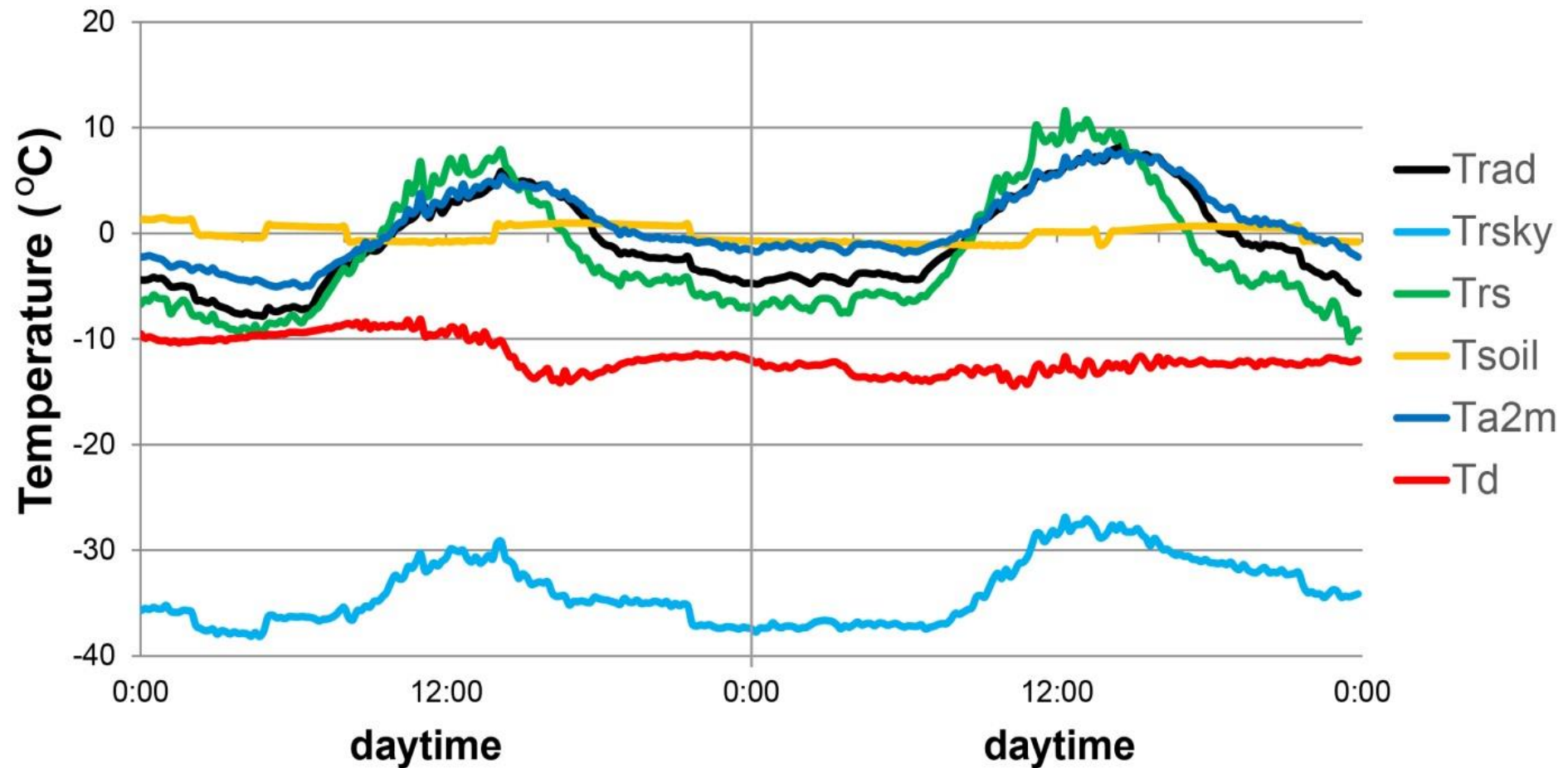


Denní průběh povrchové teploty **trávníku (Trs)**, teplota vzduchu 2m (**Ta2m**), teplota radiometru (**Trad**), **efektivní teplota oblohy (Trsky)**, **teplota půdy v 5cm hloubky**, **teplota rosného bodu (Td)**, letní slunovrat **19. 6. 2017 jasno (a)** **21. 6. 2020 zataženo (b)**



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



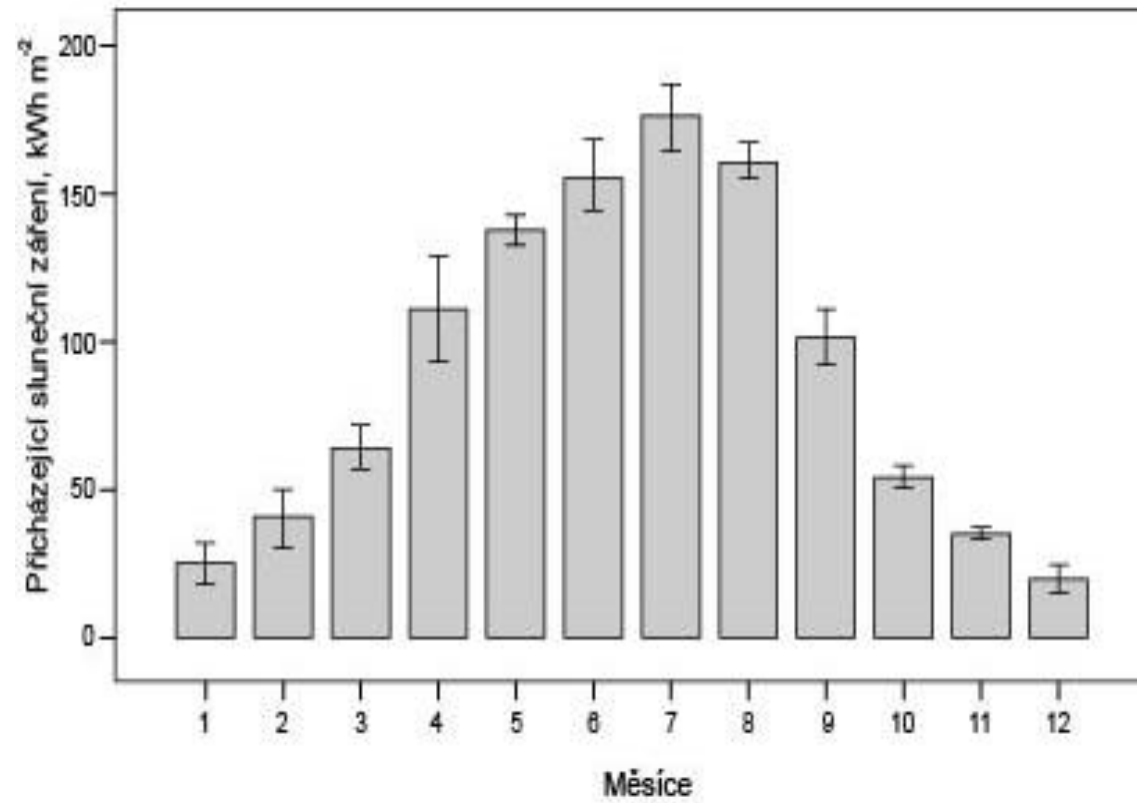
Množství dopadající sluneční energie v určitém dni závisí na oblačnosti
Množství dlouhovlnného záření (tepla) vyzářeného do atmosféry závisí na vlhkosti vzduchu a oblačnosti. V březnu 2022 se vyzářilo do atmosféry 59% z celkové sluneční energie dopadající. (nízký skleníkový efekt). **Atmosféra neohřívá zemi, jak je psáno Expertním stanovisku ke klimatu AVČR.**

datum	Dopadající sluneční energie R_s $\text{kWhm}^{-2}\text{den}^{-1}$	Odražená sluneční energie R_s $\text{kWhm}^{-2}\text{den}^{-1}$	Dlouhovlnné záření země do atmosféry R_l $\text{kWhm}^{-2}\text{den}^{-1}$	Čisté záření R_n $\text{kWhm}^{-2}\text{den}^{-1}$	% 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%

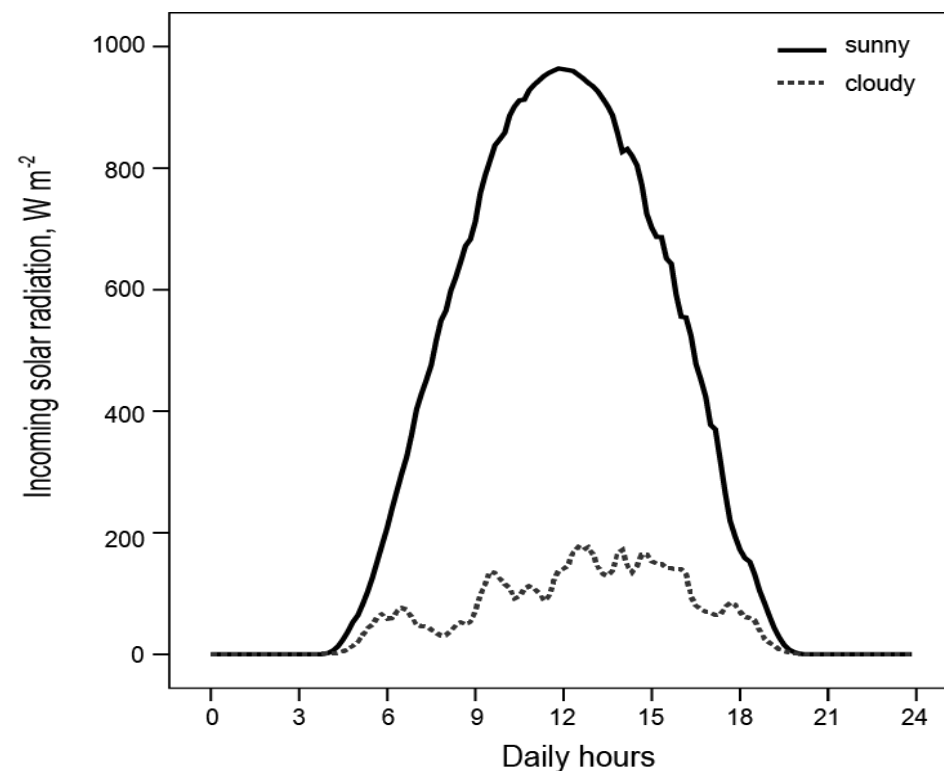
Borůvčí zmrzlo v březnu 2022, zvyšuje se počet dnů s přízemním mrazem (méně vodní páry, nižší skleníkový efekt).



Měsíční sumy slunečního záření (Třeboňsko), průměr 12 roků



Sluneční energie přicházející na povrch země za slunného dne (až 1000Wm^{-2})
a při zatažené obloze (max 200Wm^{-2})

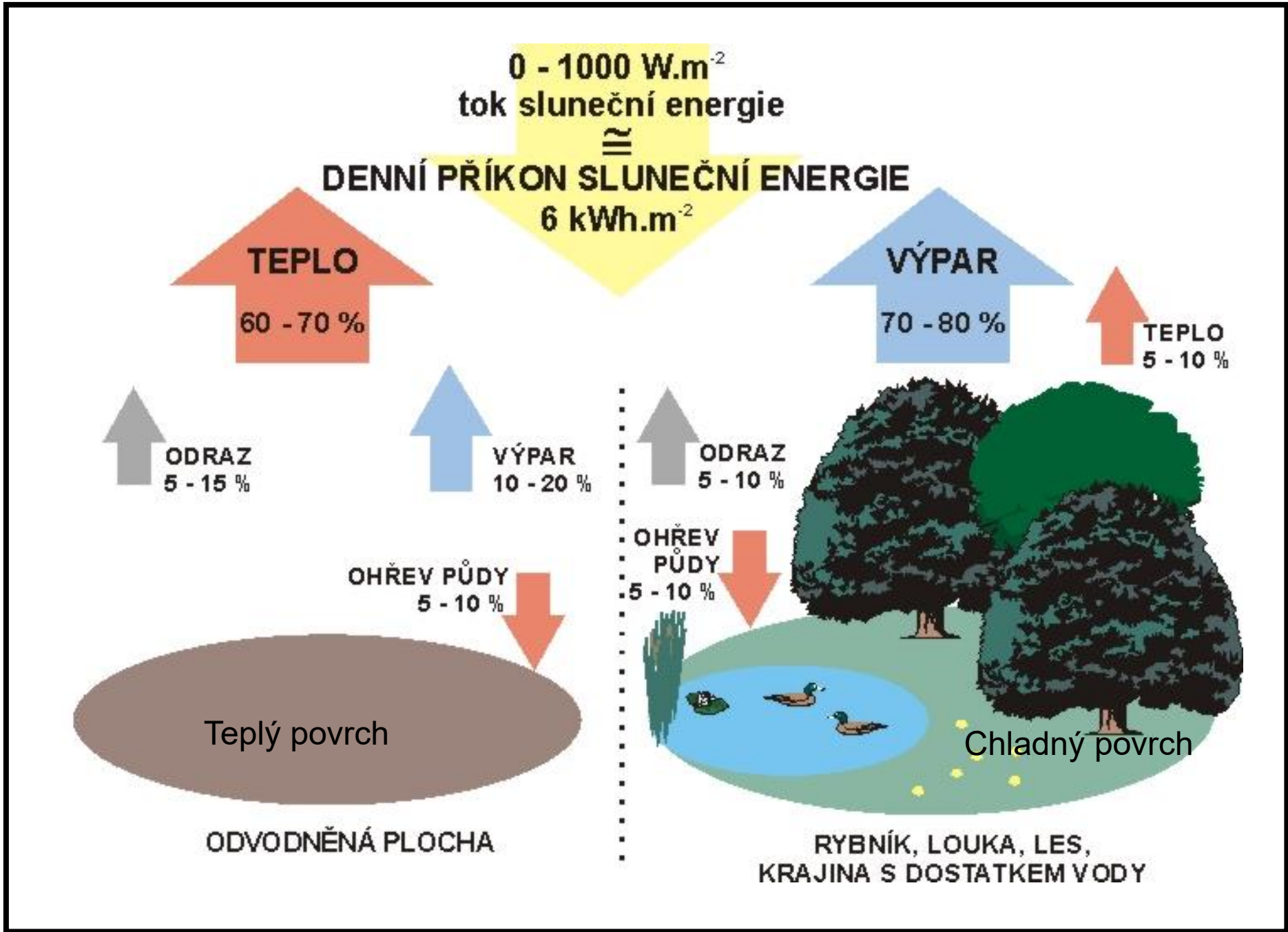


Oblačnost redukuje příkon slunečního záření

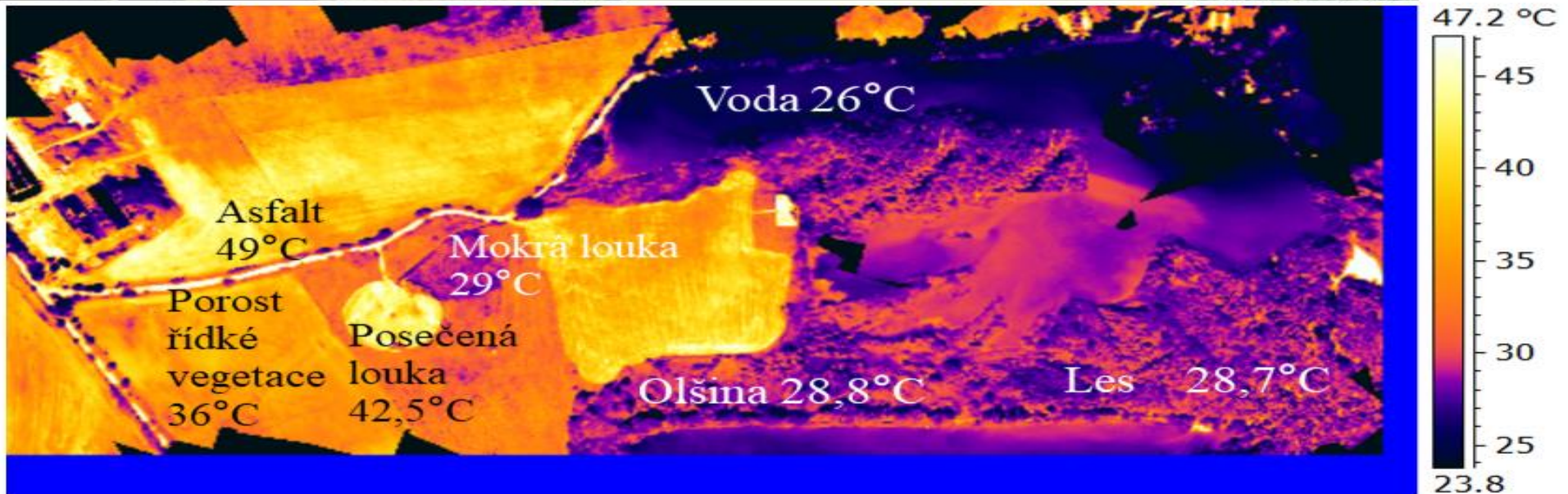
Množství dopadající sluneční energie v určitém dni závisí na oblačnosti

Množství dlouhovlnného záření (tepla) vyzářeného do atmosféry závisí na vlhkosti vzduchu. V březnu 2022 se vyzářilo do atmosféry 59% z celkové sluneční energie dopadající (nízký skleníkový efekt). Většinou kolem 30%

Otázka: ovlivňuje člověk množství vodní páry ve vzduchu a oblačnost?



Letní povrchové teploty kulturní krajiny v rozsahu 26 - 49° C (snímáno termovizní kamerou nesenou vzducholodí). **Les, mokřady mají nízkou povrchovou teplotu, chladí se výparem vody**



ENERGIE V BIOMASE a VÝPARU

Tyto znalosti chybí v základním vzdělání

Roční produkce **biomasy**

0,5 %

z celkového množství energie přicházející za
rok

1100kWh/m².rok

Produkce: 1 kg sušiny z 1 m² (5 kWh)

Vypaří se několik set litrů vody na vytvoření 1kg rostlinné biomasy

500 kg vypařené vody = chlazení 340 kWh (0,68kWh výparné teplo)

(Transpirační koeficient)

Zopakujme základní pojmy z fyziky

Tok sluneční energie měříme a vyjadřujeme ve
 $W m^{-2}$

Za plného slunečního svitu přichází na m^2 až $1000W$. Při zatažené obloze je to $100W.m^{-2}$ 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 $600Wh = 0,6kWh$

Vodní pára = úložiště energie

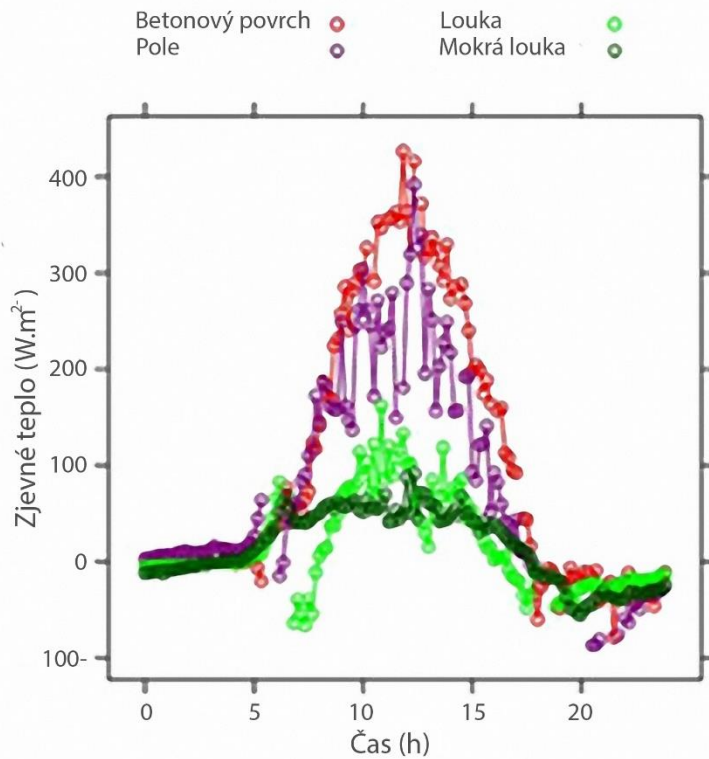
- 1 litr vody se vypaří z 1m² trávníku za den, do vodní páry se naváže 700Wh (**0,7kWh**) sluneční energie.
- Autobaterie 12V, 70Ah má kapacitu 840Wh, **0,84kWh**
- *Vypaří se
několik litrů
z 1m²*



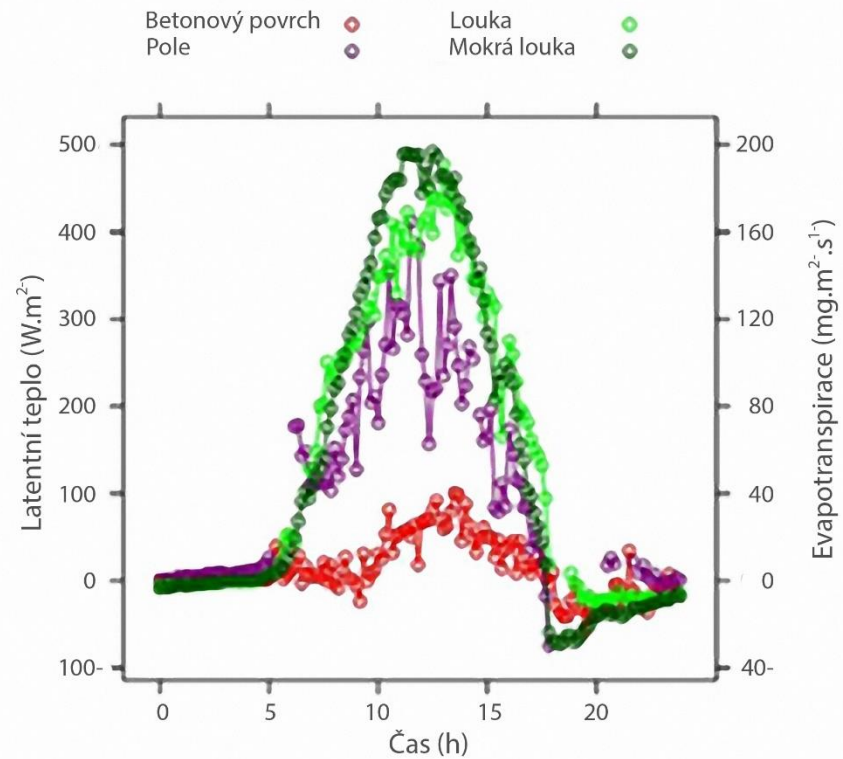
Toky zjevného a skupenského/latentního tepla **Krajinný povrch ovlivňuje toky stovek $W\ m^{-2}$**

Pokorný et al. 2010, Solar energy dissipation and temperature control

by water and plants, Int. J. Water, Vol 5, No 4, 311 – 336, Pokorný, J. 2019, Evapotranspiration, Encyclopedia of Ecol., 292 - 303 Elsevier



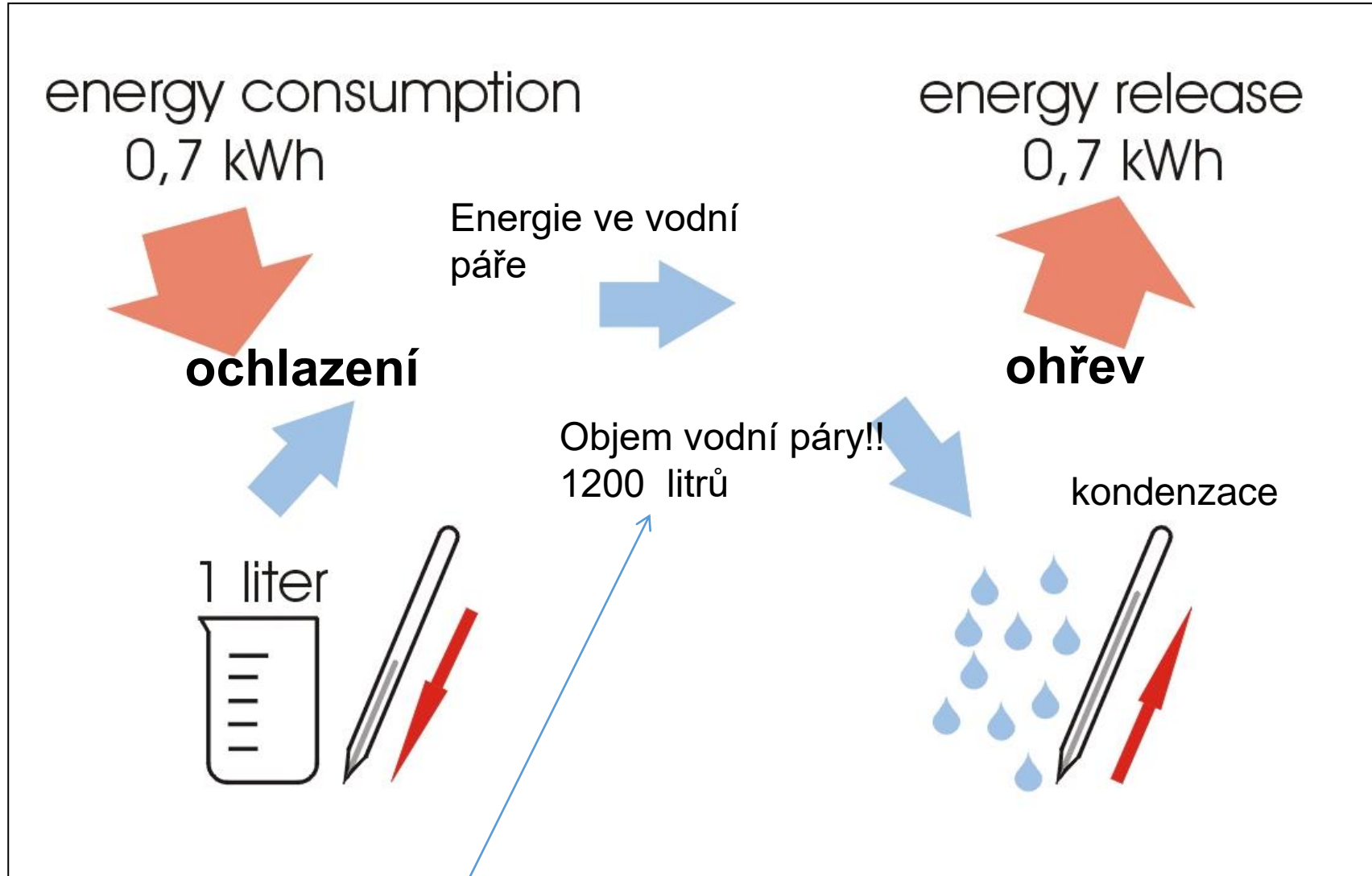
Zjevné teplo



Chlazení výparem vody

Vyrovnávání teplot na Zemi

LATENTNÍ TEPLLO se spotřebovává při výparu vody a uvolňuje při kondenzaci

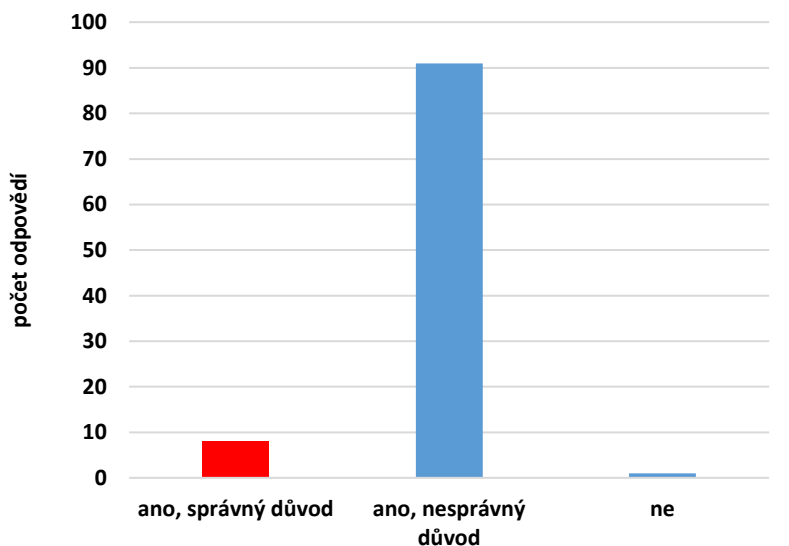


Mírné změny tlaku vzduchu (Avogadrův zákon)

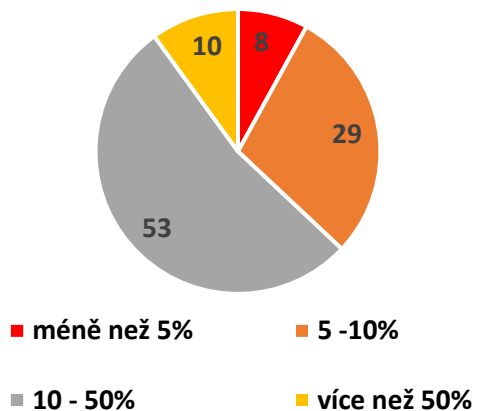
Výzkum znalostí u začínajících studentů učitelství přírodopisu PF JU (tedy ihned po absolutoriu SŠ a často i maturitě z biologie (100 respondentů, správné odpovědi červeně)

Otázka : *Je nějaký rozdíl v osudu (distribuci) sluneční energie na dlážděném náměstí a sousedním parku s trávnikem a vzrostlými stromy?*

- a) *Ano, protože...*
- b) *Ne, protože...*

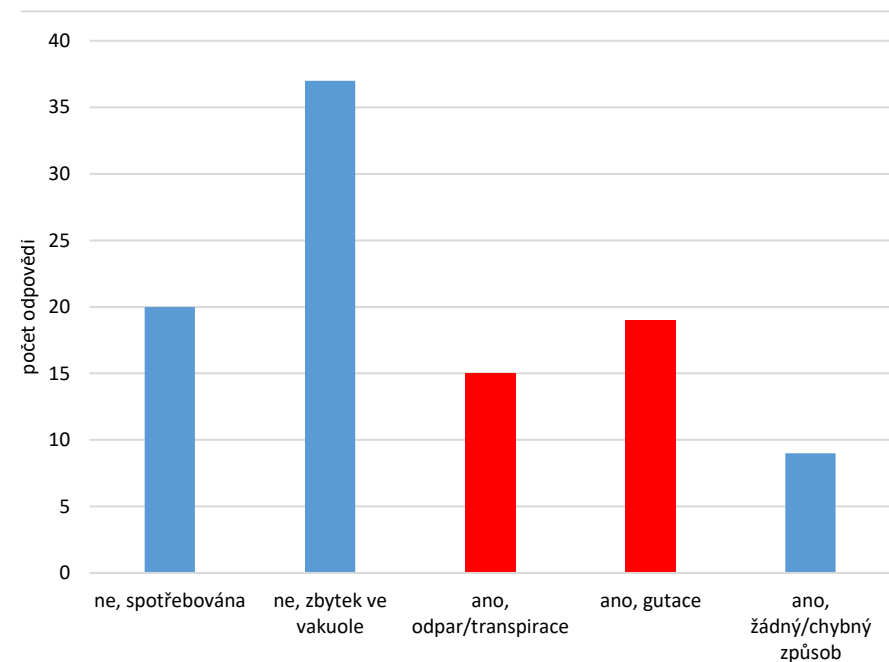


Otázka: *Jaké množství sluneční energie dopadající na zemský povrch je využito rostlinami pro fotosyntézu?*



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... (uved'te, jakým způsobem se dle vašeho názoru voda dostává ven z rostliny)*



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 $100\text{mgm}^{-2}\text{s}^{-1} = 240 \text{Wm}^{-2}$

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

Pokorný, J. (2001). Dissipation of solar energy in landscape—controlled by management of water and vegetation. *Renewable Energy*, 24(3-4), 641-645. doi:10.1016/S0960-1481(01)00050-7

Pokorný, J., & Rejšková, A. (2008). Water Cycle Management. In *Encyclopedia of Ecology* (pp. 3729-3737): Elsevier.

Pokorný, J., Květ, J., Rejšková, A., & Brom, J. (2010). Wetlands as energy-dissipating systems. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 37(12), 1299-1305. doi:10.1007/s10295-010-0873-8

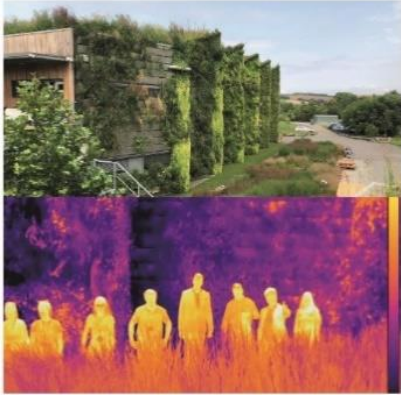
Sluneční energie, voda v krajině, vegetace: nová metodika vzdělávání pracovníků městských úřadů a inovace školní výuky k tématu efektu hospodářských zásahů na regionální klima.






Projekt je řešen s finanční podporou TAČR

Řešitelé: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích ve spolupráci s ENKI, o.p.s., Město Dačice, Třeboň ověřuje


T A
Č R





Nová metodika vzdělávání pracovníků městských úřadů
Sluneční energie – voda v krajině – vegetace
k tématu efektu hospodářských zásahů na regionální klima




  Pedagogická fakulta
Faculty of Education
 Jihočeská univerzita
University of South Bohemia in České Budějovice
 





Metodika výuky k tématu
Sluneční energie – voda v krajině – vegetace
pro žáky 9. ročníků ZŠ a víceletých gymnázií




  Pedagogická fakulta
Faculty of Education
 Jihočeská univerzita
University of South Bohemia in České Budějovice






Metodika výuky k tématu
Sluneční energie – voda v krajině – vegetace
pro VŠ studenty učitelství přírodopisu pro ZŠ a učitele z praxe



  Pedagogická fakulta
Faculty of Education
 Jihočeská univerzita
University of South Bohemia in České Budějovice


Slunce – voda – rostliny – klima:
Podklady k poznání a výuce

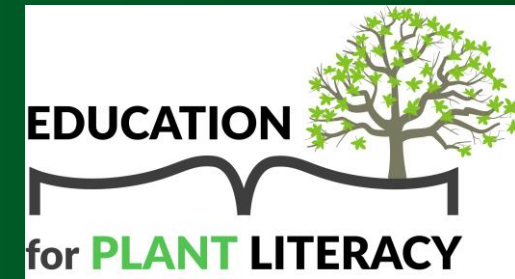


  Pedagogická fakulta
Faculty of Education
 Jihočeská univerzita
University of South Bohemia in České Budějovice




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

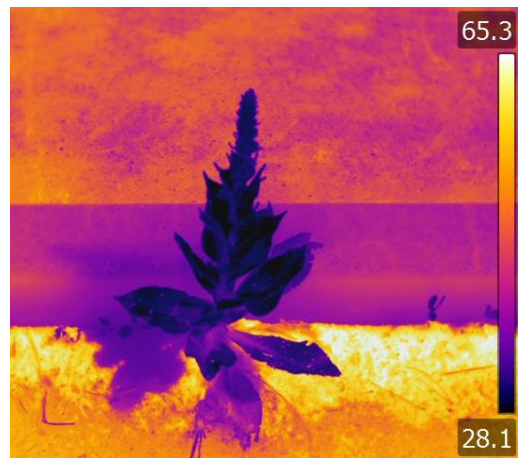
Erasmus+ Project No. 2021-1-CZ01-KA220-HED-000030213



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



LAPIN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF LAPLAND



Změna klimatu je vážnější než ukazuje vzestup globální průměrné teploty

Města a krajina se přehřívají, protože jsou odvodněna, odlesněna.
Vzduch se ohřívá od přehřátých ploch, stoupá vzhůru a odnáší vodu z
okolí

Historické civilizace vysychaly, poučili jsme se?

Přehřívání následkem úbytku vegetace a odvodnění není
posuzováno v procesu EIA.

**Střední hodnota rychlosti výparu $100\text{mgm}^{-2}\text{s}^{-1} = 240\text{ Wm}^{-2}$
(za slunného dne)**

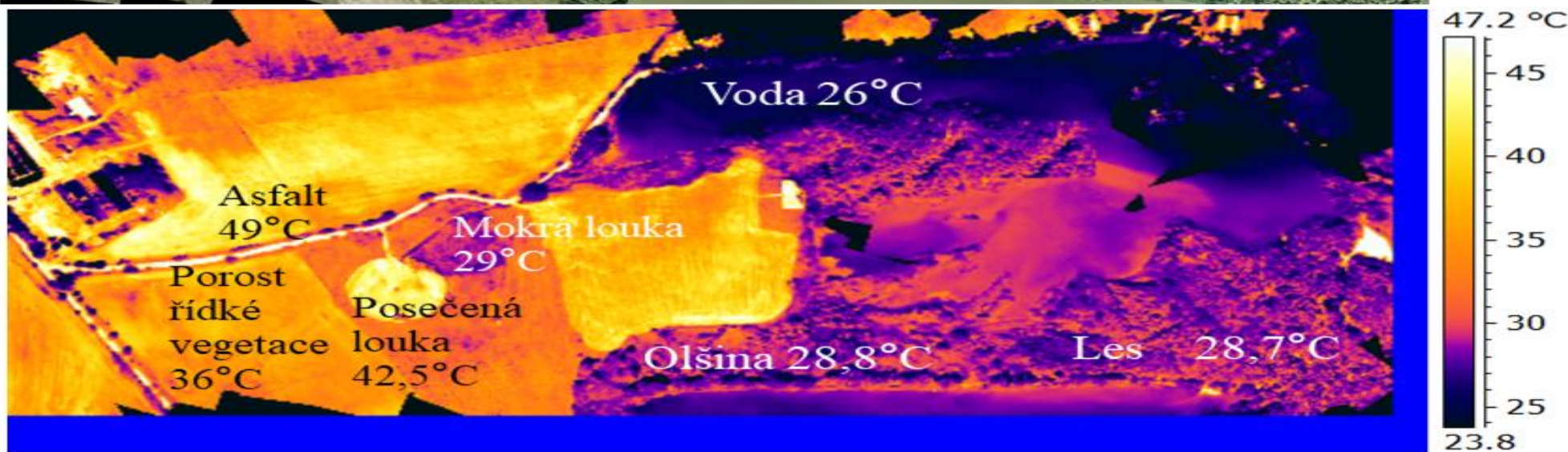
Pod stromem je intenzita slunečního záření 10x nižší a teplota o 24 °C nižší nežli na osluněném chodníku, jak to vysvětlíme? Strom se chladí výparem vody. **Na jednu molekulu přijatého CO_2 se vyloučí několik set molekul vody**
100mg vody z $1 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ odpovídá spotřebě sluneční energie na výpar (latentní teplo výparu) 240 W.



*Klimatizační jednotka na obrázku má příkon 3,4 kW
Klimatizace ohřívá okolí, podobně jako lednička ohřívá
místnost. „Kam posílá teplo strom, který chladí?“*

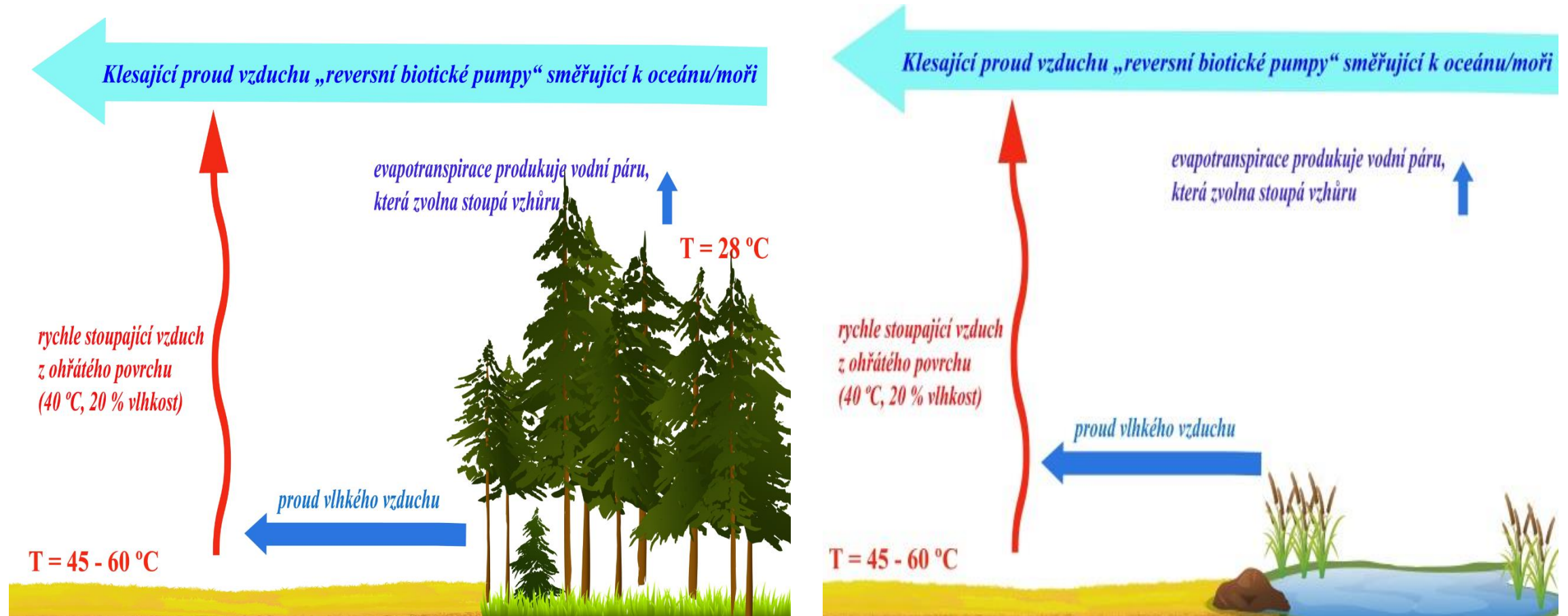


Letní povrchové teploty kulturní krajiny jsou v rozsahu 26 - 42 °C (snímáno termovizní kamerou nesenou vzducholodí). Les má nízkou povrchovou teplotu

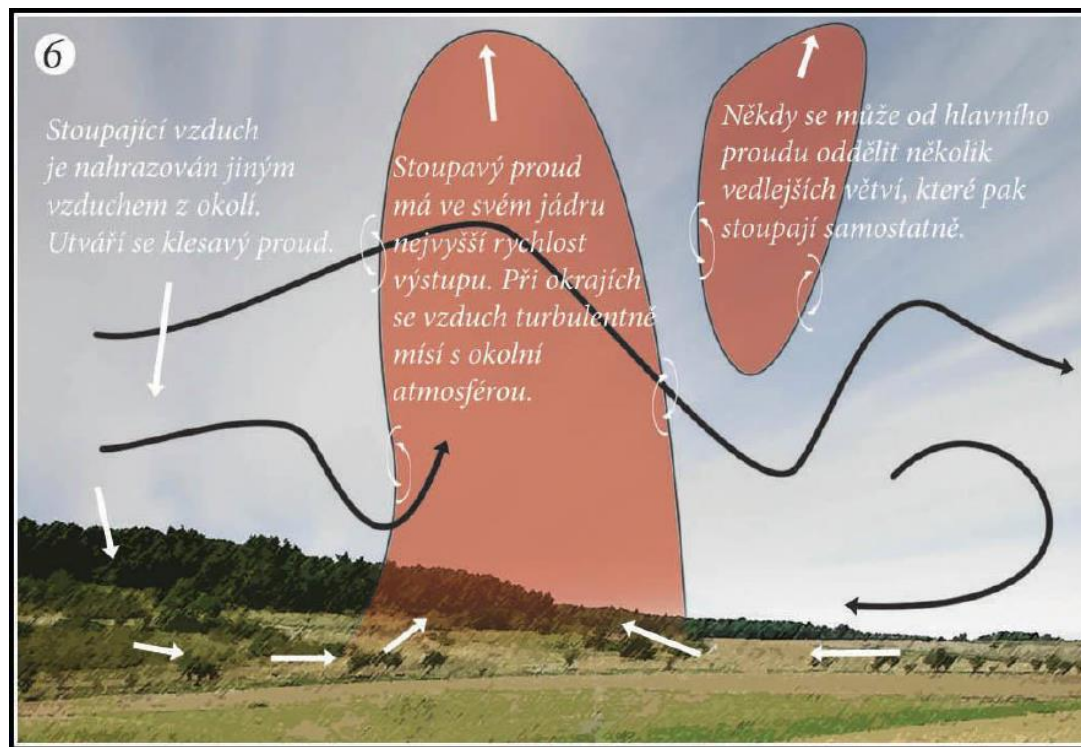


Pokorný, J., & Hesslerová, P. (2019, 14.2.2019). *Jak vysycháme – aneb, opravdu „kazí rybníky hydrologickou bilancí“?*. Odborná konference rybářského sdružení České republiky, České Budějovice.

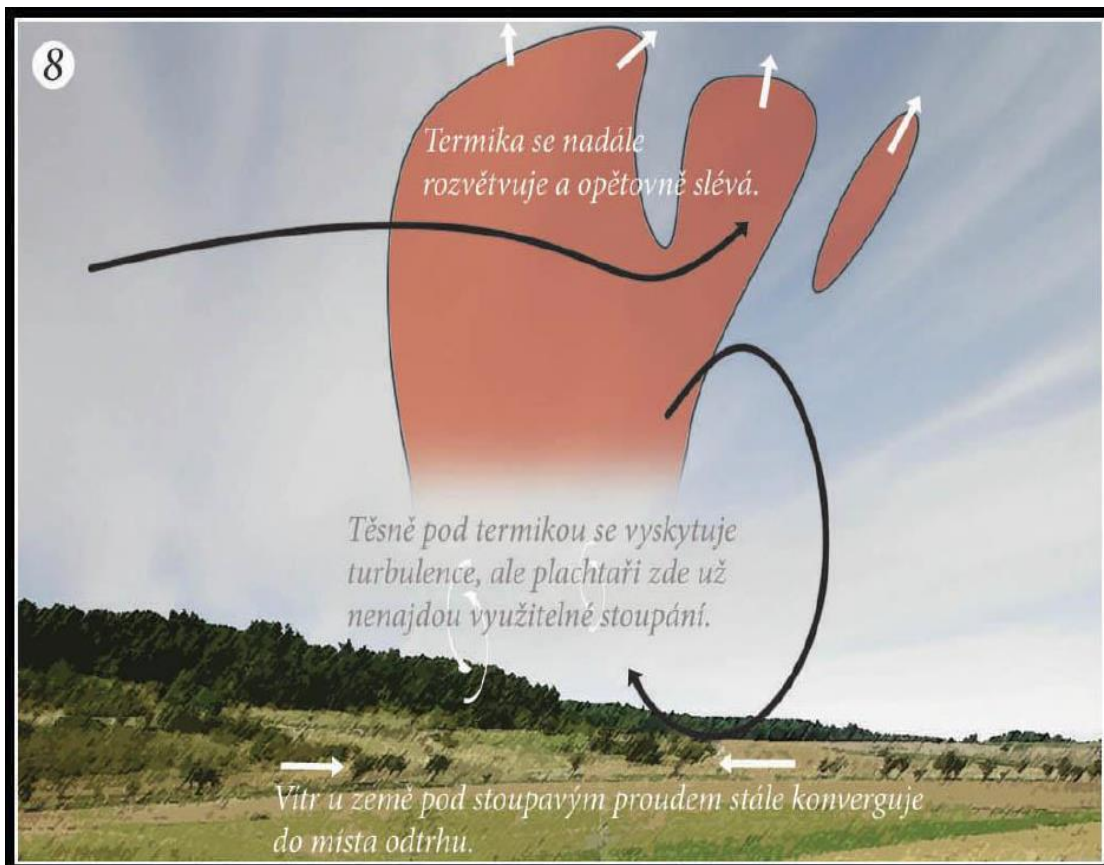
Makarieva, A.M., Nobre, A., Nefiodov, A.V. Sheil, D., Nobre, P., Pokorny, J., Hesslerova, P. Li B.-L. 2022 *Vegetation Impact on Atmospheric Moisture Transport in a Climate with Increasing Land-Ocean Temperature Contrasts*. Heliyon , [Volume 8, Issue 10](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11173), October 2022, e11173 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11173>



Odvodněné (vypálené) plochy se přehřívají, od nich se ohřívá vzduch, který rychle stoupá vzhůru (termiku využívají ptáci, letci)



Ohřátý vzduch stoupá, ochlazuje se, dosahuje rosného bodu, tvoří se mraky.
Přehřátý vzduch nedosahuje rosného bodu a vodní pára je odnášena do moří, hor = vysychání



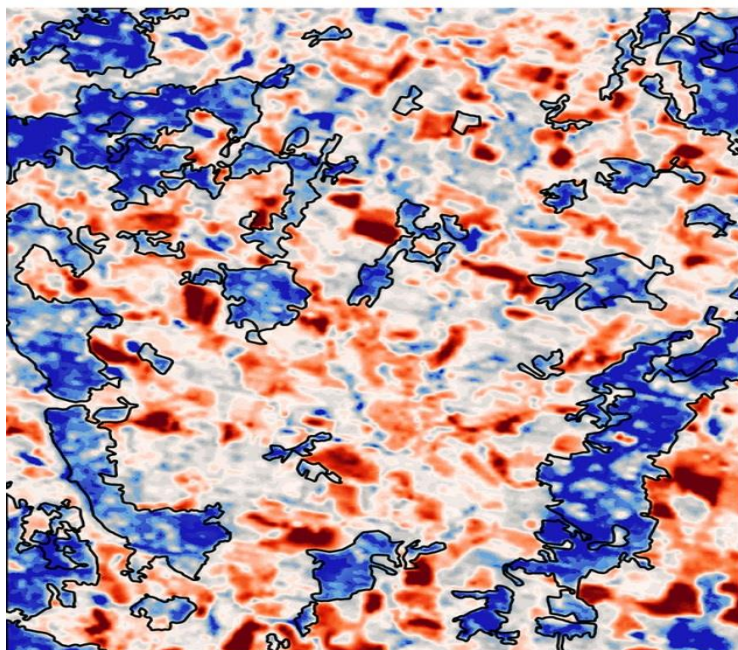
Ohřátý vzduch vysušuje

- Mokřady a lesy se chladí výparem vody, vodní pára pomalu stoupá vzhůru, relativní vlhkost vzduchu je vysoká (aktuální evapotranspirace (ET) je blízká potenciální ET). ET = několik mm za den (několik kg z 1m^2)
- Odvodněné plochy se ohřívají, ohřátý vzduch stoupá vzhůru a nedosahuje rosného bodu. Vzduch $40\text{ }^\circ\text{C}$ obsahuje 50g vody v m^3 (při 20% vlhkosti 10g). **Při rychlosti $1,0\text{ms}^{-1}$ se z 1m^2 za 1hodinu transportuje vzhůru 36000g vody (36 kg) = mechanismus vysychání krajiny** nezachycený měřením srážkově/odtokové bilance
- *(400 000 km^2 odvodněno, odlesněno na území USA, odlesnění východní Afriky, Indonésie atd.)*

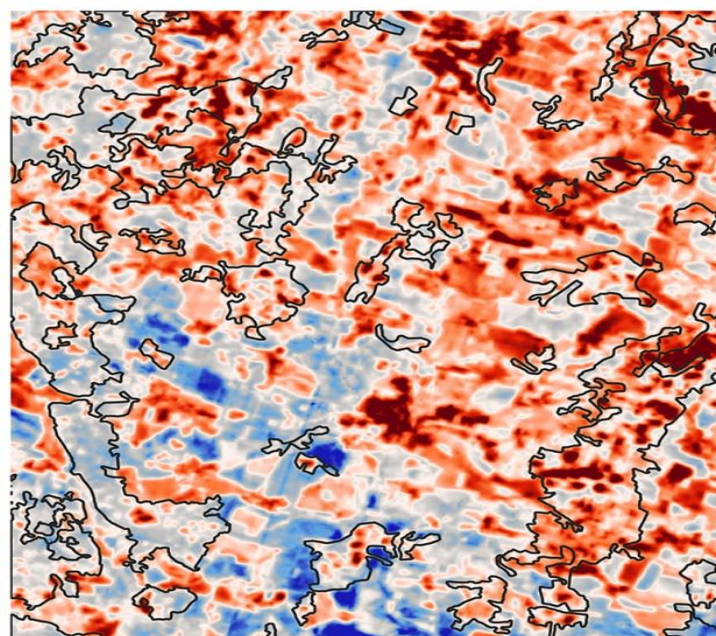
Změny povrchových teplot a toků energie po úhynu lesa (dačicko)

- Na jihovýchodě Českomoravské vysočiny uhynuly smrkové lesy následkem kůrovcové kalamity.
- Vyhodnotili jsme změnu povrchových teplot krajiny a změny rychlosti evapotranspirace (výpar vody porostem) a toku zjevného tepla (termika, turbulentní proudění) s využitím satelitních snímků Landsat
- Hesslerová, P., Huryňa, H., Pokorný, J., Kozumplíková, A., Vyskot, I., (2022) Změny klimatizační funkce lesních porostů jako následek jejich plošného odumření po gradaci lýkožrouta smrkového. **Zprávy lesnického výzkumu 67 (1) : 311 - 320**
-
-

28.07.1990 (22 °C)



27.06.2019 (28,7 °C)



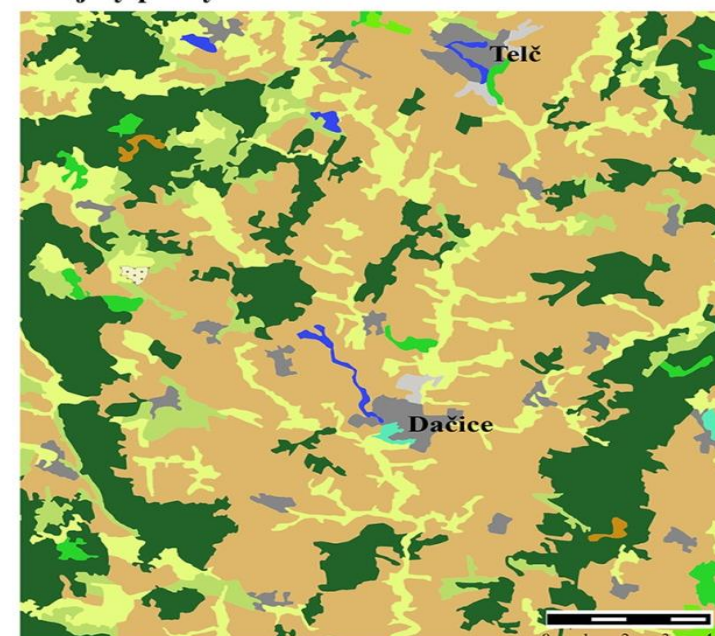
lesní porosty / forests

0 1 2 3 4 km

rozdíl povrchové teploty a teploty vzduchu (°C) / difference between surface and air temperature (°C)



Krajiný pokryv / land cover

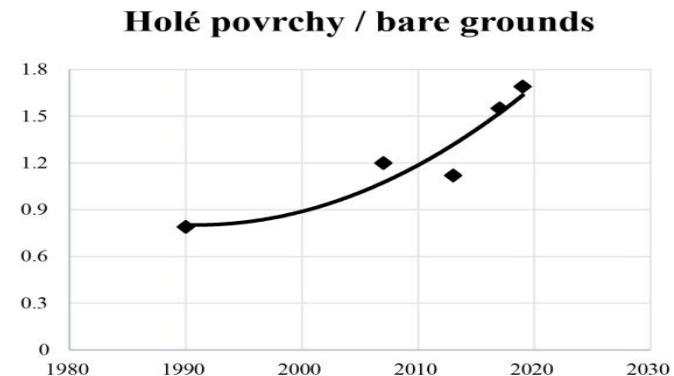
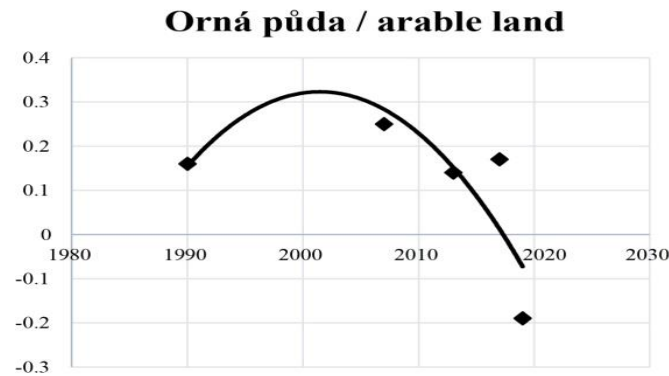
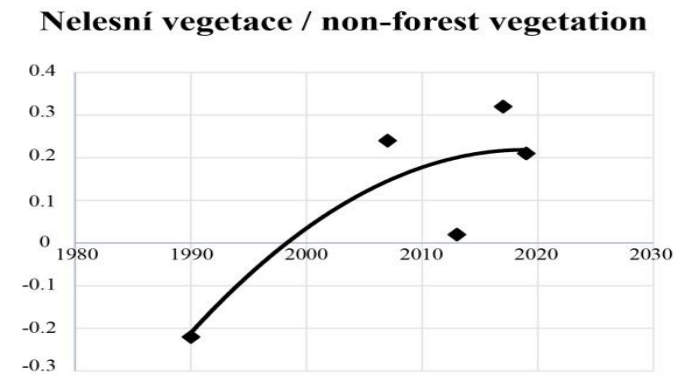
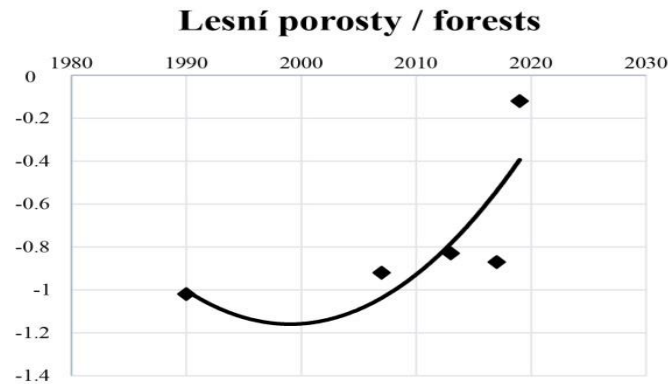


- souvislá městská zástavba
- průmyslové a obchodní areály
- sportovní a rekreační plochy
- nezavlažovaná půda
- sady
- louky a pastviny
- listnaté lesy
- jehličnaté lesy
- smíšené lesy
- nizký porost v lese
- vodní plochy
- zemědělské oblasti s přirozenou vegetací

Rozdíly povrchové teploty a modelované teploty vzduchu v zájmovém území. V závorce je uvedena teplota vzduchu na stanici Kostelní Myslová.

V roce 1990 byly nejchladnější lesní porosty. V roce 2019 po kůrovcové kalamitě mají lesní porosty podobnou teplotu jako zemědělská krajina. Teplota uschlých lesů se zvýšila
Družice Landsat snímá povrchovou teplotu kolem 10h SEČ,

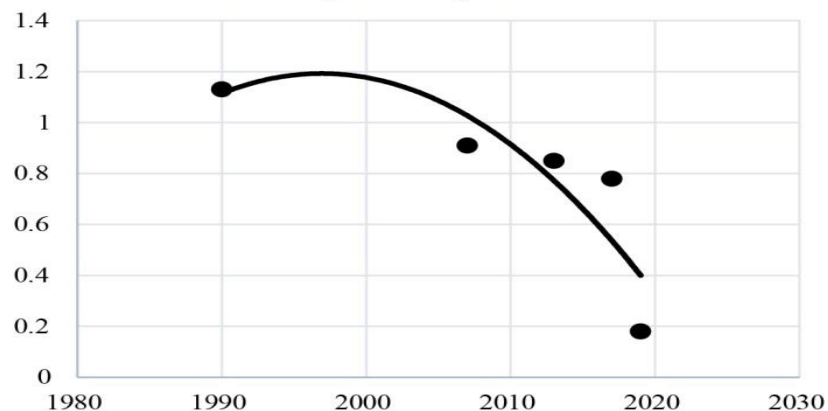
Povrchová teplota měřená satelitem Landsat, ze které se počítají hodnoty evapotranspirace a zjevného tepla. Hodnoty teplot orné půdy jsou mezi jednotlivými roky proměnlivé v závislosti na pěstované plodině (např. kukuřice a řepka)



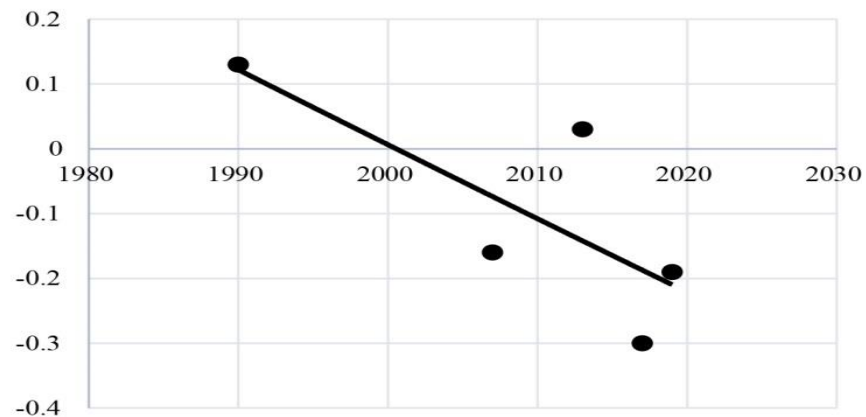
Evapotranspirace (latentní teplo výparu) v letech 1990, 2006, 2012, 2019

Nápadný je pokles u lesních porostů v roce 2019

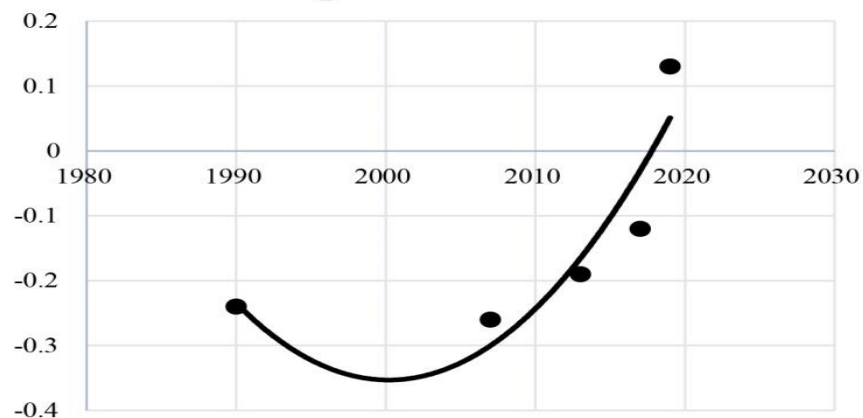
Lesní porosty / forests



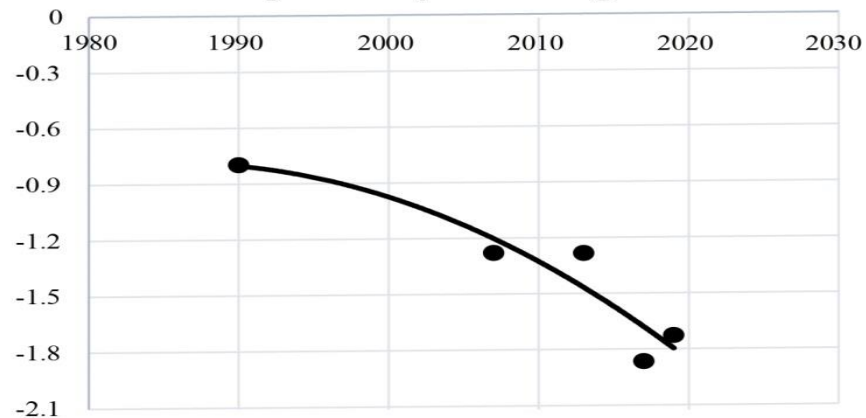
Nelesní vegetace / non-forest vegetation



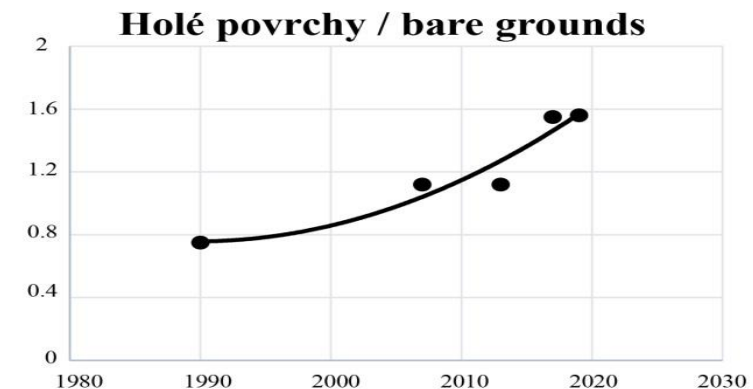
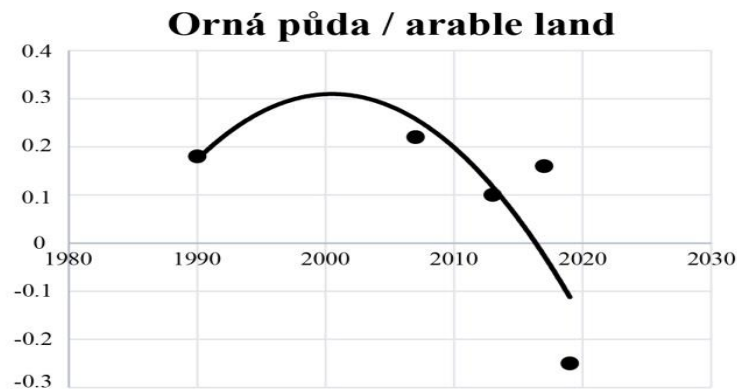
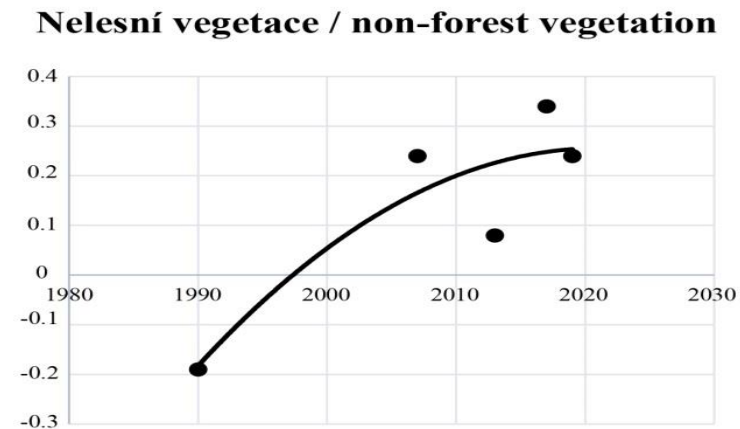
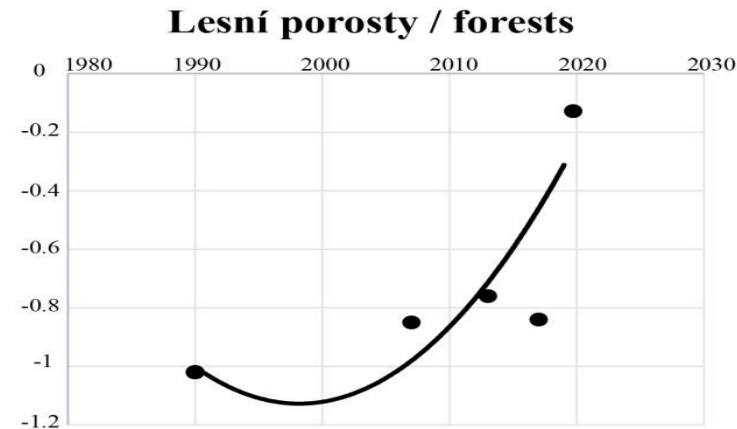
Orná půda / arable land



Holé povrchy / bare grounds

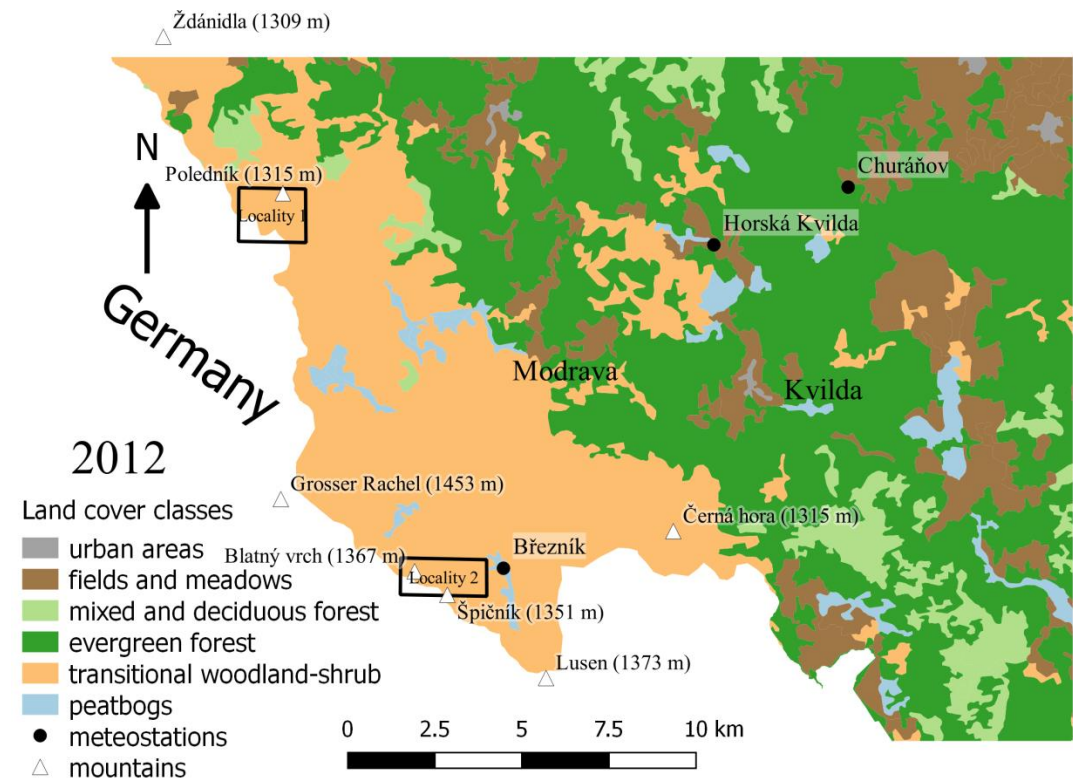
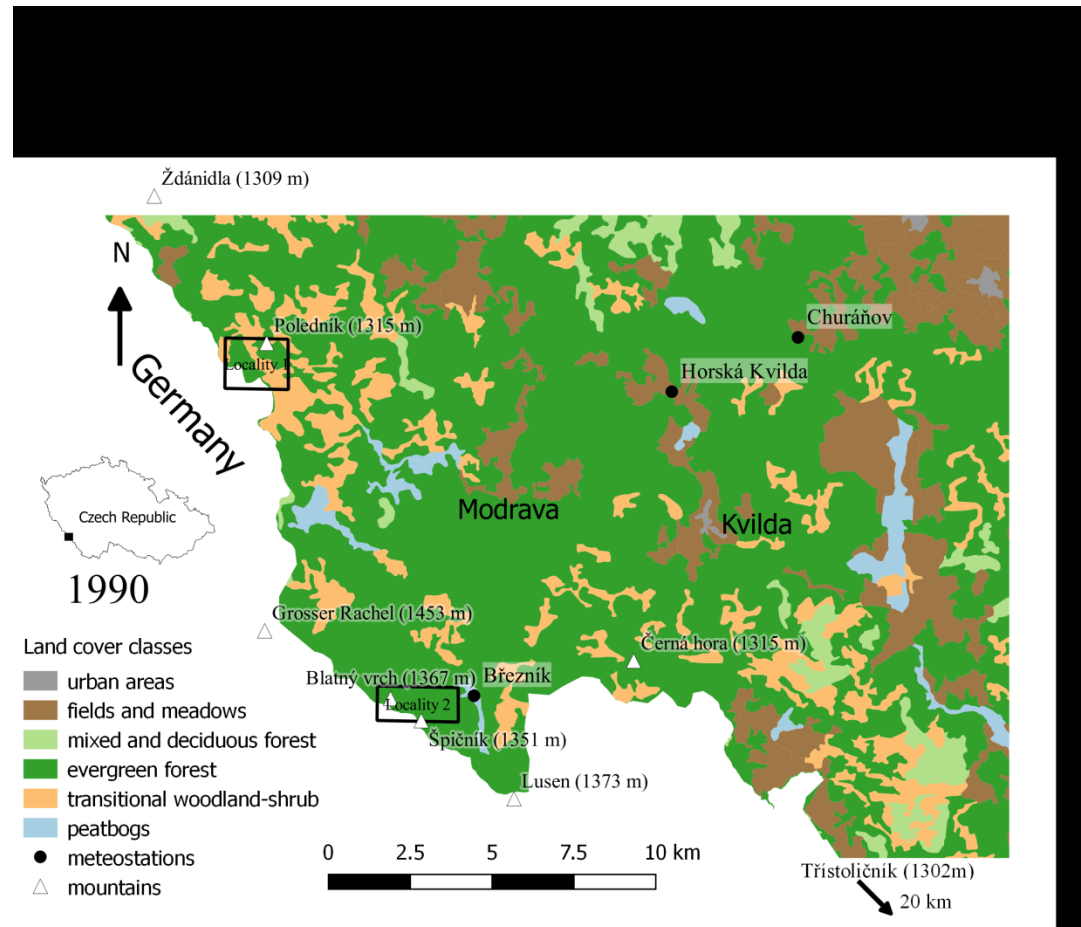


Zjevné teplo (termika, turbulentní vzestupné proudění) v letech 1990, 2006, 2012, 2019. Nápadný je nárůst u lesních porostů v roce 2019

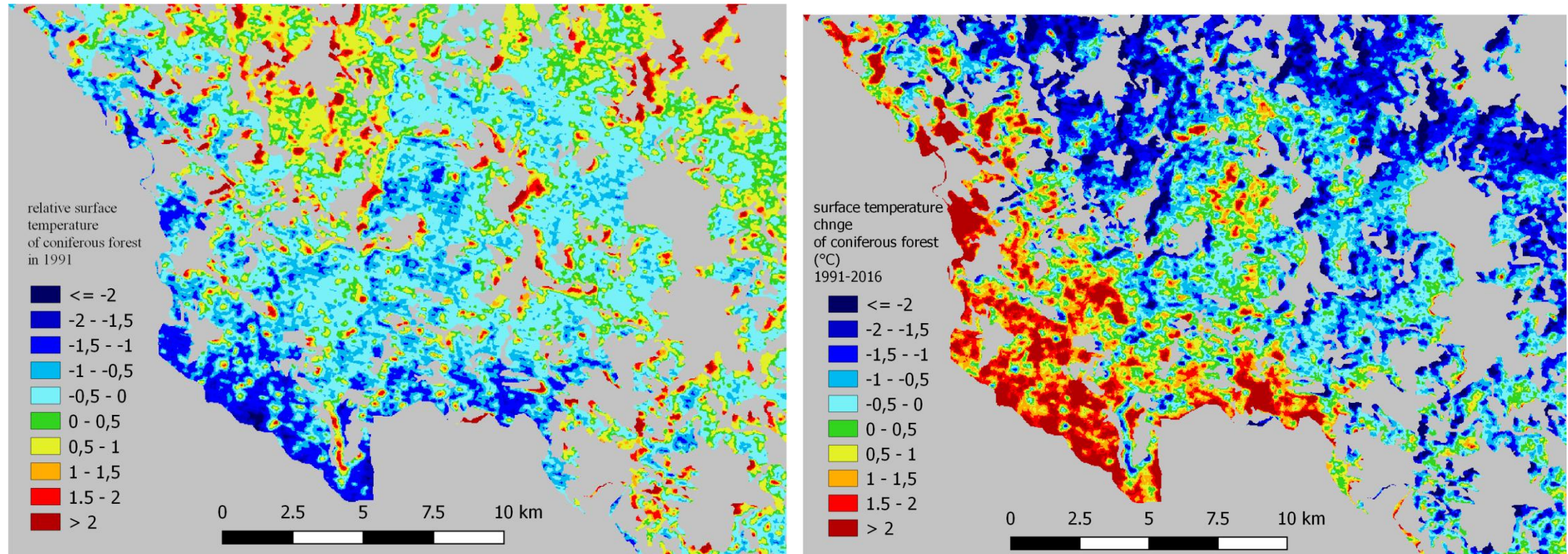


Mapování Corine ukazuje vzrostlý stále zelený les na hřebenech Šumavy v roce 1990 a křoviny/les v roce 2012

Hesslerová, P., Huryňa, H., Pokorný, J., & Procházka, J. (2018). The effect of forest disturbance on landscape temperature. *Ecological Engineering*, 120, 345-354



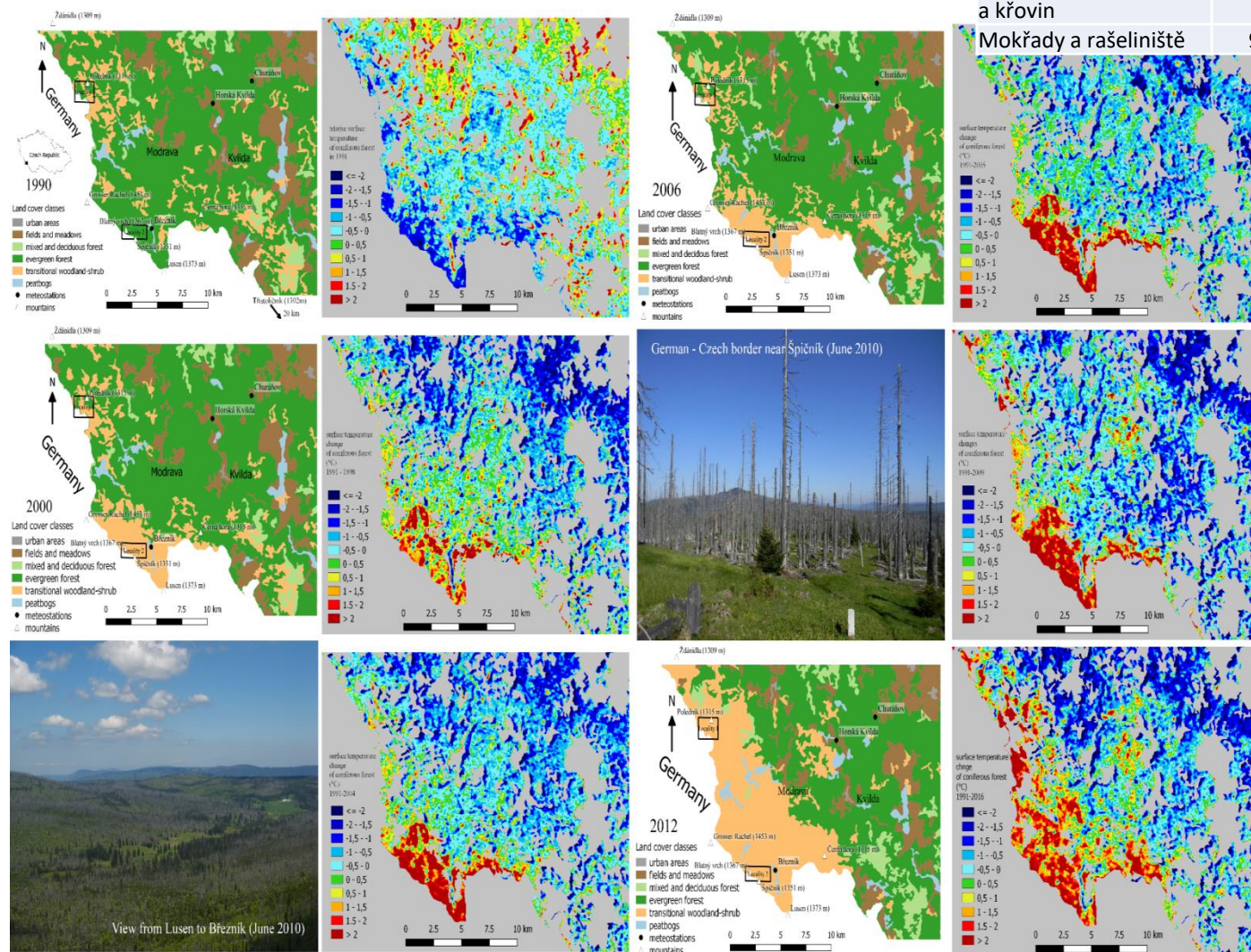
Povrchové teploty lesa na Šumavě v roce 1990 a v roce 2012. Patrné je zvýšení teplot na hřebenech poté, co uschly zonální (přirozené) horské smrčiny na hřebenech následkem kůrovcové kalamity po hurikánu Kyrill (leden 2007)



Hesslerová, P., Huryňa, H., Pokorný, J., & Procházka, J. (2018). The effect of forest disturbance on landscape temperature. *Ecological Engineering*, 120, 345-354

- Změna krajinného pokryvu = změna distribuce slunečního záření na zemském povrchu a energetických toků (především latentního a zjevného tepla) = projevem je změna povrchové teploty

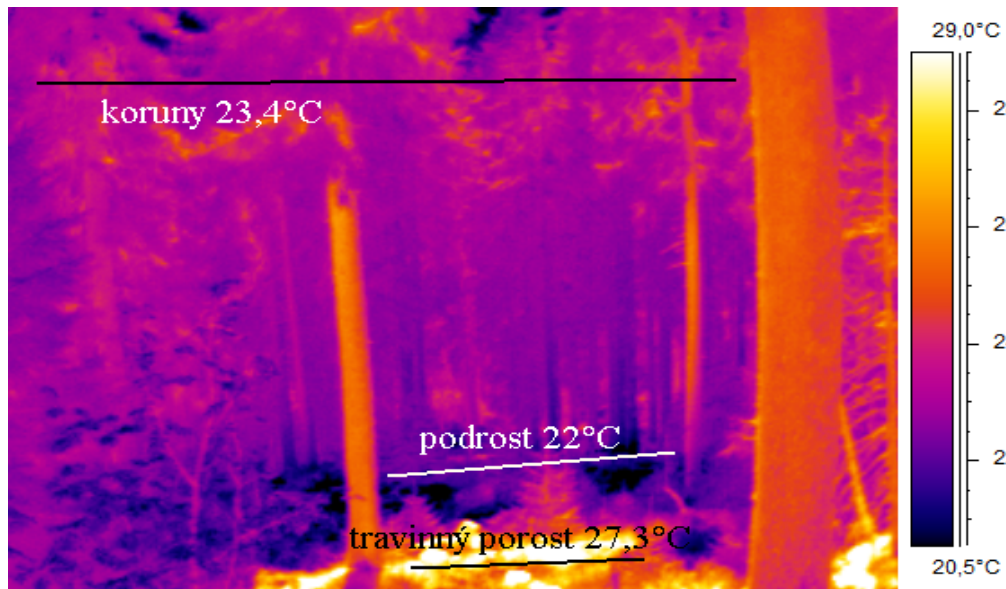
Krajinný pokryv	Rok (plocha v hektarech)			
	1990 (ha)	2000 (ha)	2006 (ha)	2012 (ha)
Zastavěná území	103,8	103,8	135,5	135,5
Jehličnatý les	25 633,30	24 777	24 872,20	18 084,40
Listnatý a smíšený les	1 454,2	1 507	1 642,4	2 370
Pole, louky, pastviny	5696,4	5662,3	5302,4	5281
Přechodová stadia lesa a křovin	4 517	5 360,8	5 195	11 272,40
Mokřady a rašeliniště	9 17,5	9 11,7	1 181,5	1 181,5



Hodnocení změny relativní teploty povrchu – lesní porosty 1991, 1998, 2004, 2005, 2009 a 2016 pro část NP Šumava

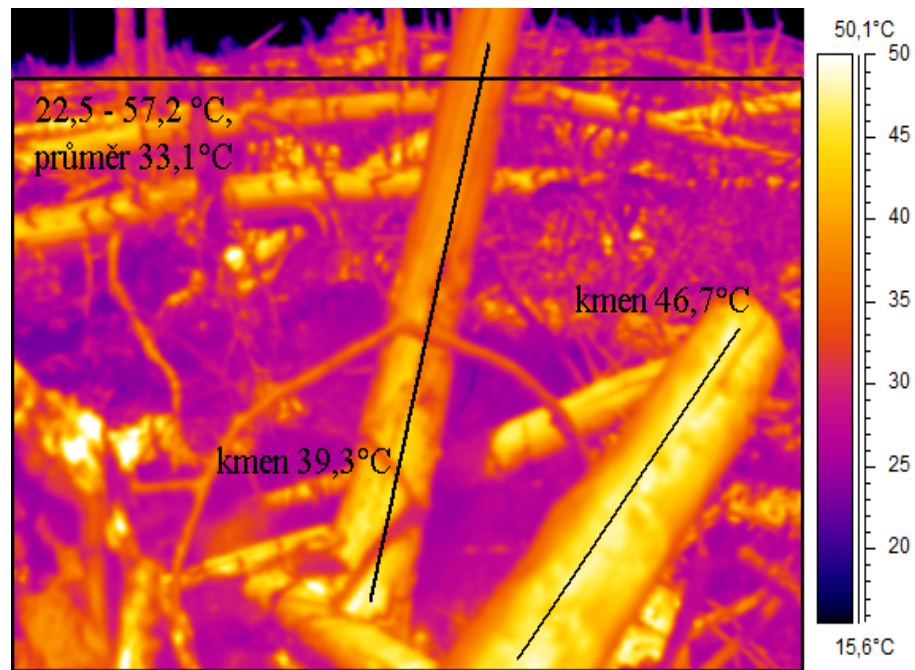
Termální data: družice Landsat 5 a 8
Krajinný pokryv – CORINE Land cover

Odlesněné plochy

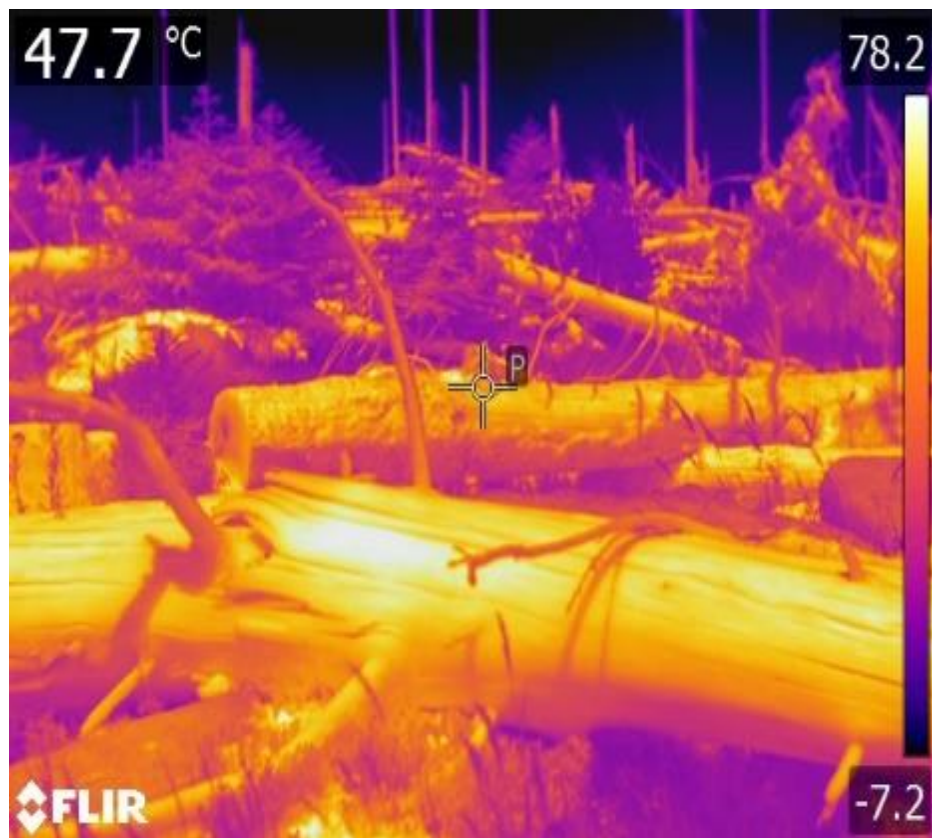


Živý les má nízké vyrovnané teploty
Koruny stromů komunikují s
atmosférou, chladnější vzduch
je u země, drží se zde vlhkost

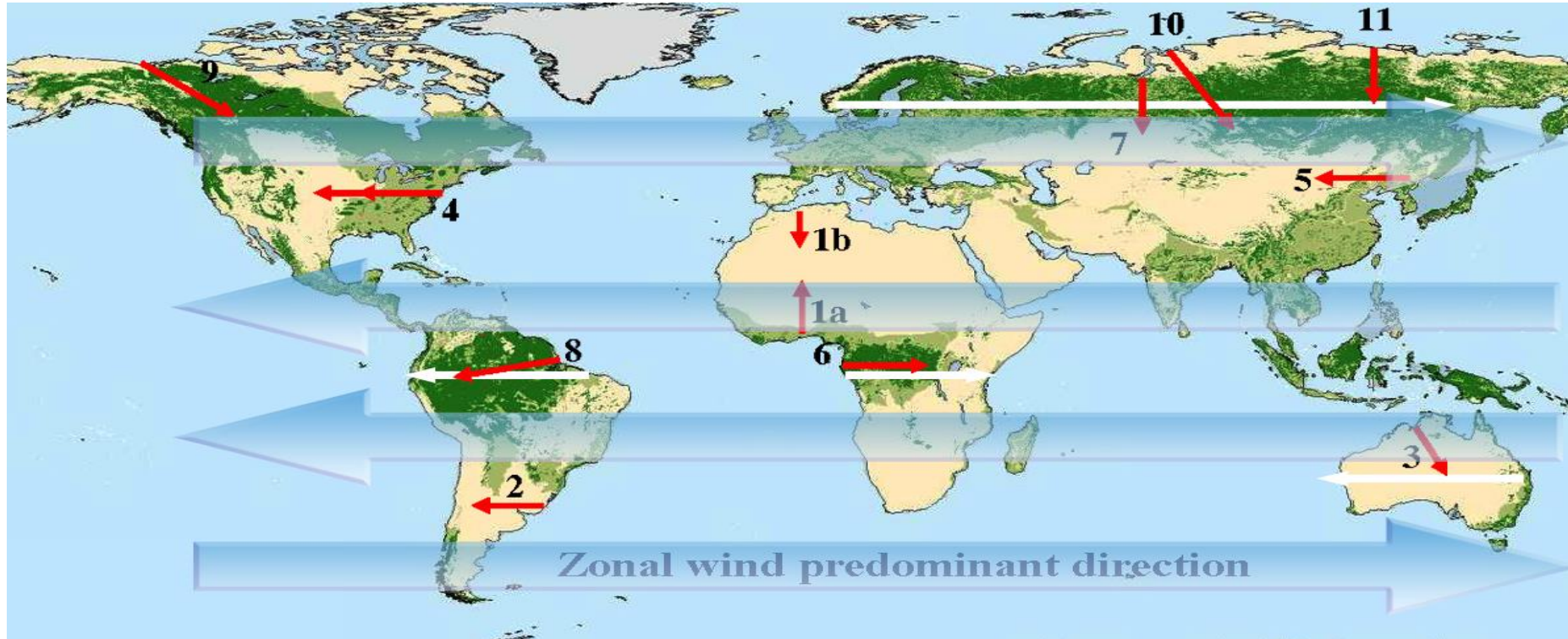
Uschlé osluněné kmeny mají
vysokou povrchovou teplotu



Hraniční hřeben, Třístoličník – Trojmezna (2019)
uschlé kmeny mají povrchovou teplotu i vyšší než 70 °C
následuje rychlý sled termosnímků, které byly vyřazeny z filmu ČT Zelené plíce

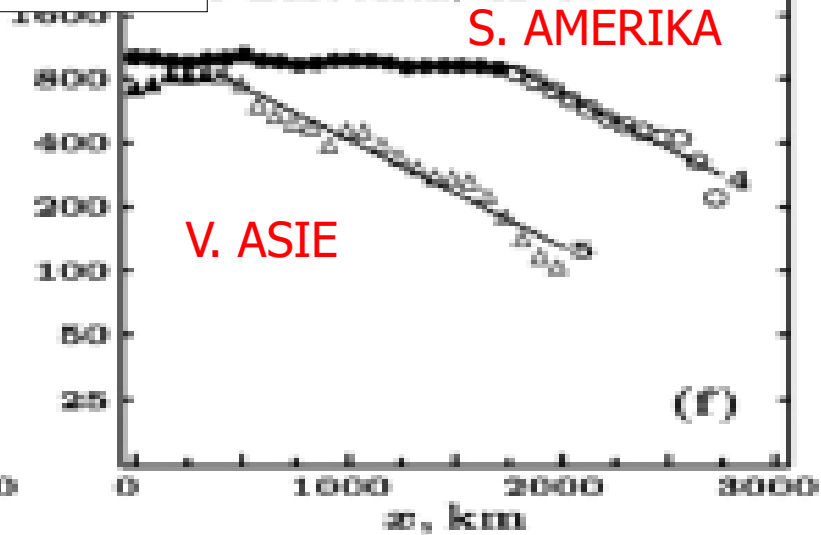
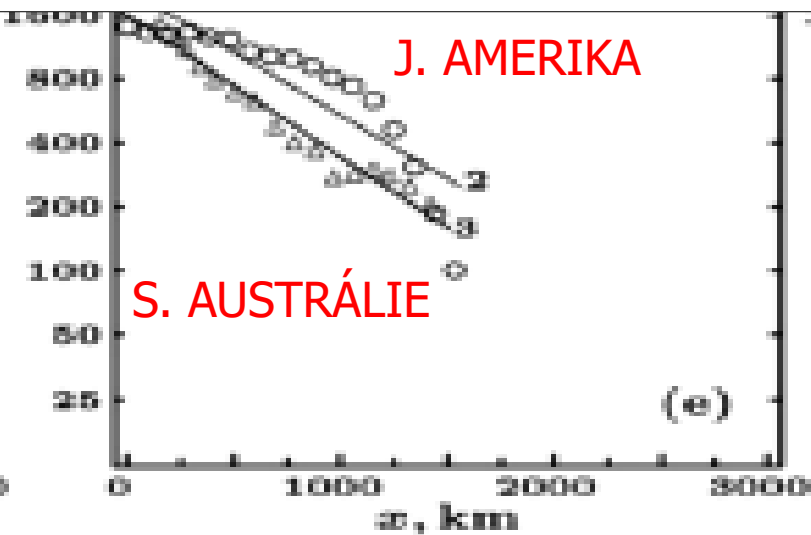
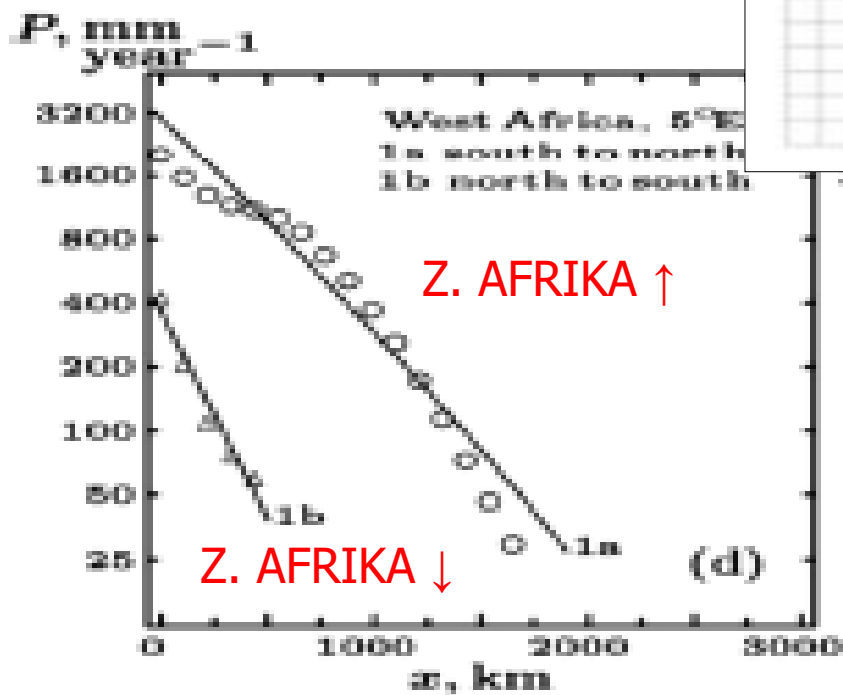
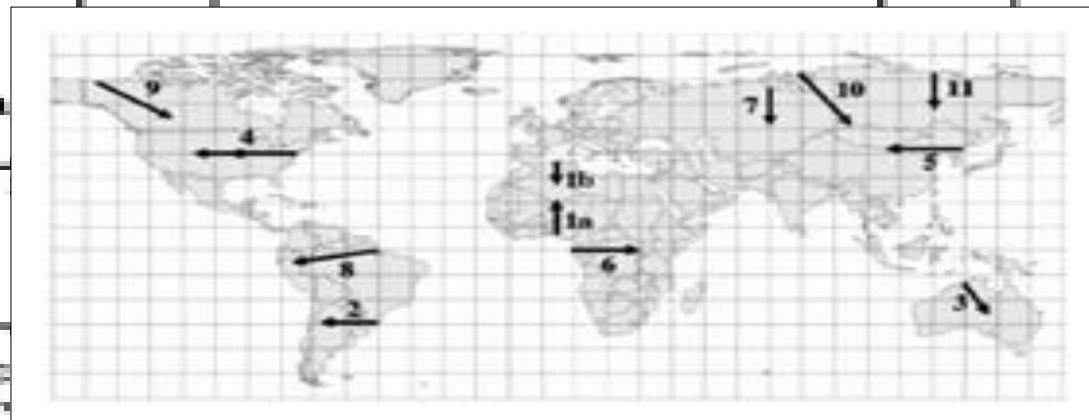
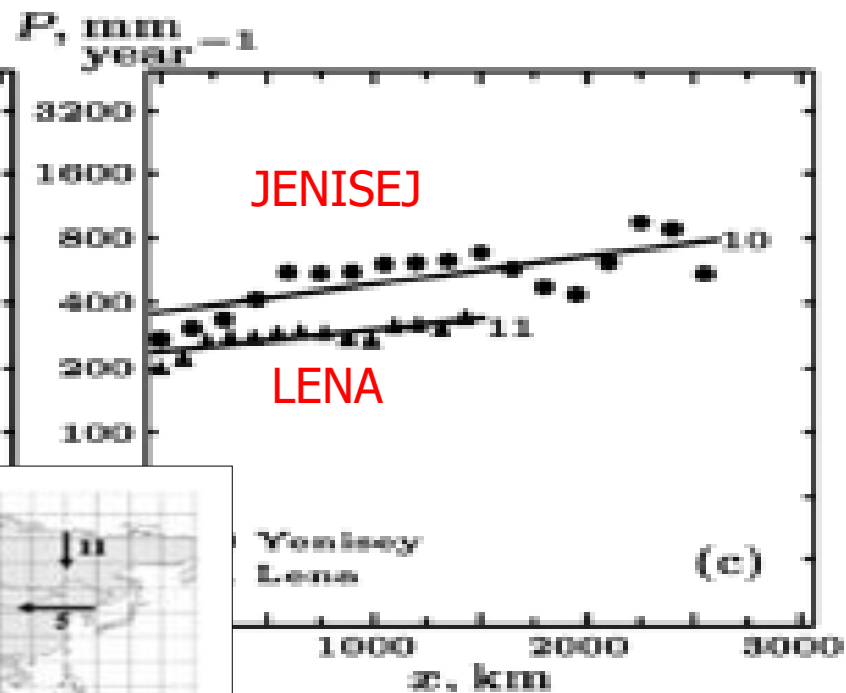
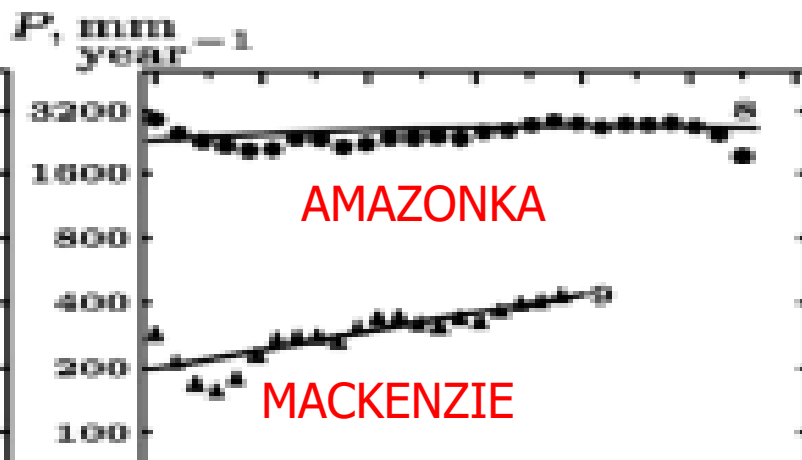
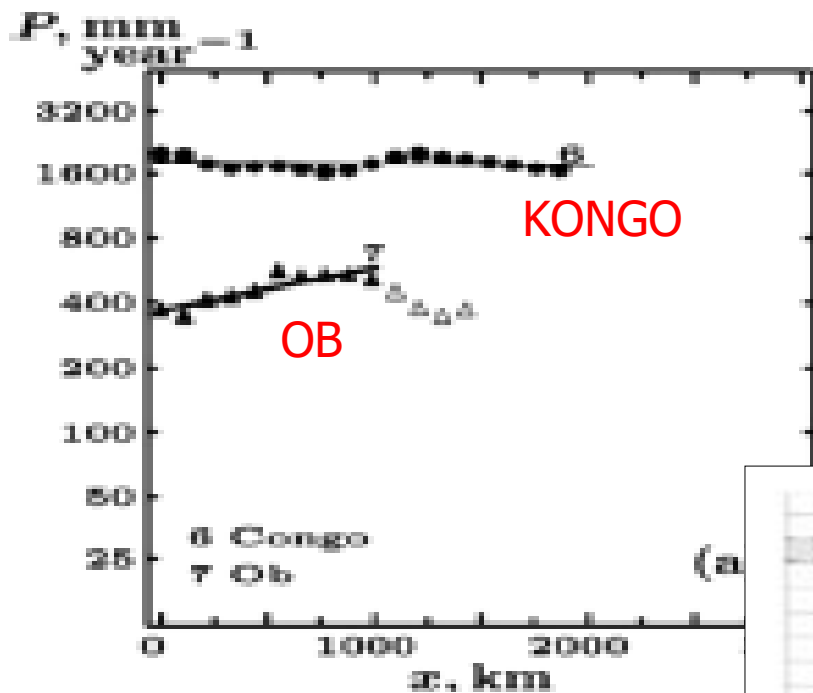


How does precipitation vary in space and time in world's forested versus unforested regions? **Množství srážek za rok od pobřeží do vnitra kontinentu**



Red numbered arrows: transects from Fig. 2 of Makarieva, Gorshkov, Li (2009) Ecol. Complexity 6: 302

White arrows: transects from Fig. 6 of Makarieva, Gorshkov, Li (2013) Theor. Appl. Climatol. 111: 79



Jak to, že řeky tečou PRINCIP BIOTICKÉ PUMPY (Makarieva, Gorškov)

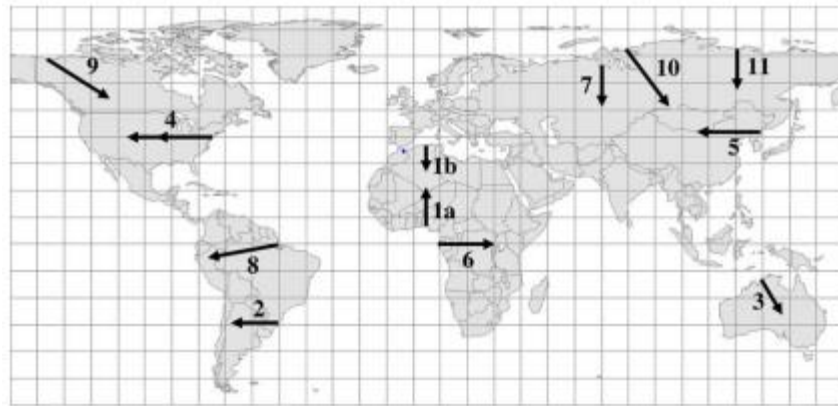
- Intenzivní výpar nad lesími porosty → zvýšená kondenzace → snížení tlaku → pokles vertikálního tlakového gradientu → pohyb vzduchu mimo lesy → nasátí vzduchu od oceánů
- Vzduch od oceánů je vlhký → podpora procesů biotické pumpy
- Po vypadnutí srážky → suchý vzduch zpět nad oceány
- Po odlesnění proudí naopak vlhkost z pevniny do oceánu



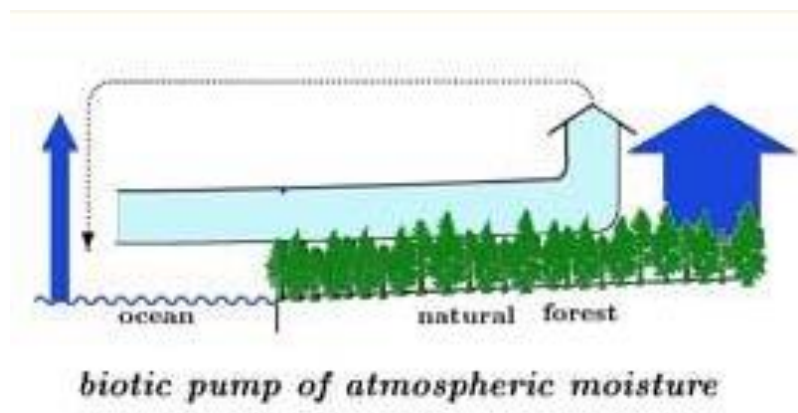
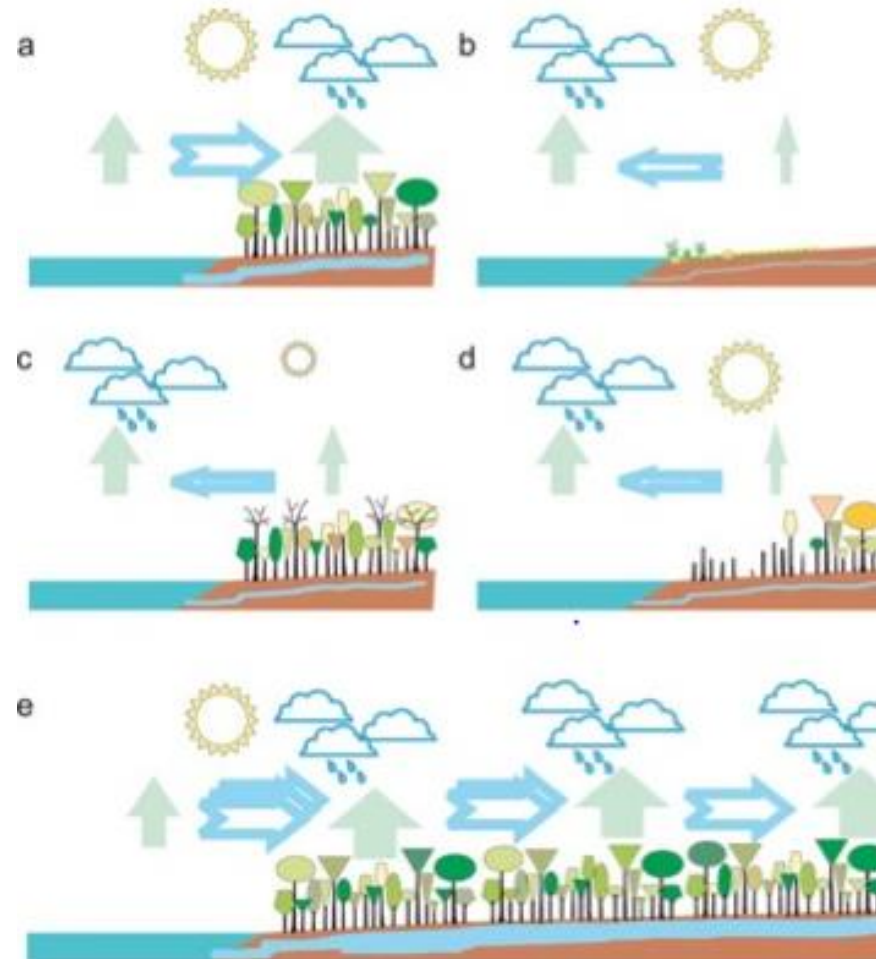
Biotická pumpa (Gorškov, Makarieva)



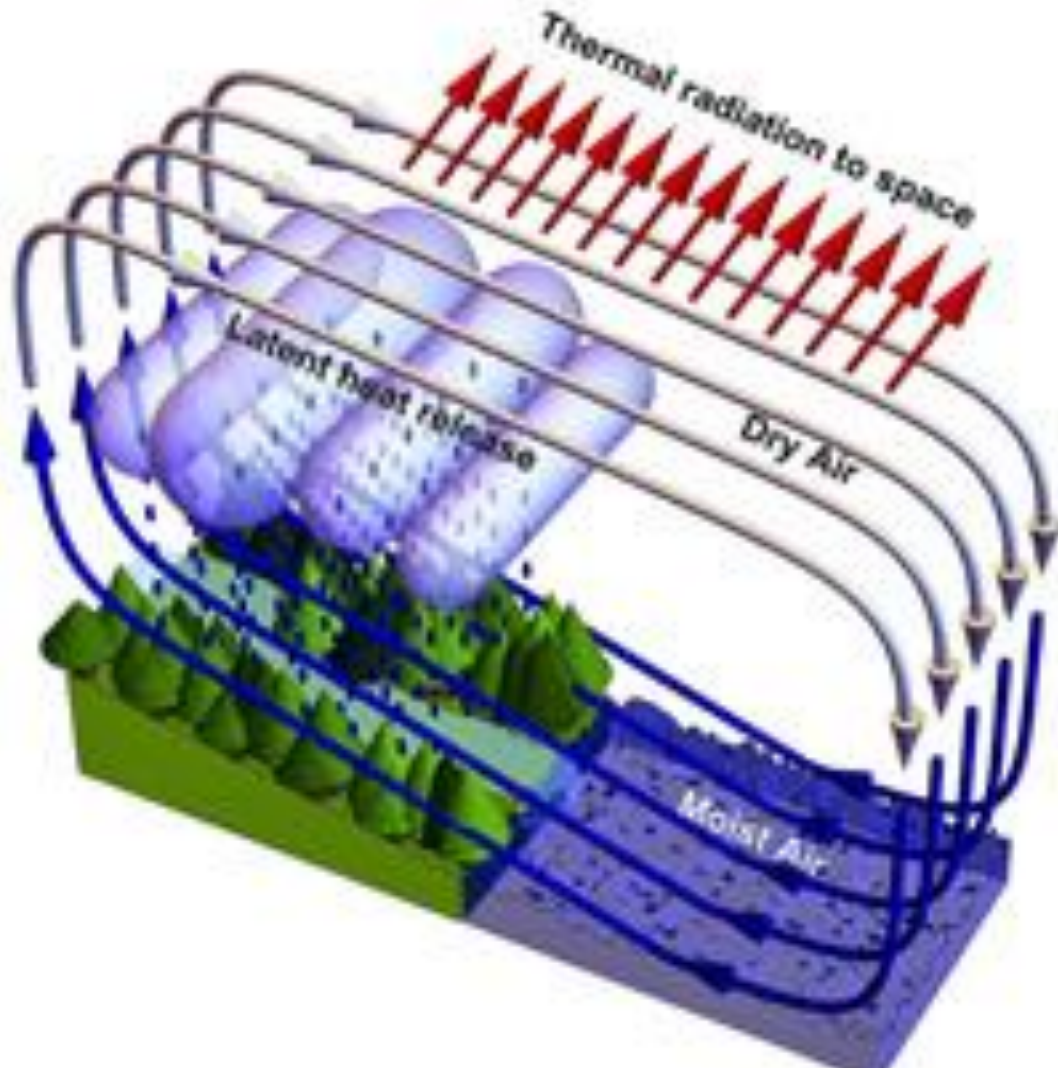
Dokážeme obnovit transport vlhkého vzduchu z oceánu na pevninu?



Makarieva et Gorshkov 2007



Lesy vypařují vodu, vodní pára se sráží, uvolňuje se teplo do vesmíru, klesá tlak vzduchu, mraky stíní (Water for Climate Healing, New Water Paradigm, New York UNO 22.-24. 2023)



- Lesy podporují tok vlhkého vzduchu od oceánů do pevniny
- Srážky v severní Číně pocházejí z Atlantického oceánu a vlhkost přešla tzv. vzdušnou řekou přes Evropu a Sibiř
- *Makarieva, A.M., Gorshkov, V.G. 2007: Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land. Hydrol Earth Syst Sci 11(2): 1013-1033.*
- *Pearce, F. 2020: Weather Makers, Forests supply the world with rain. A controversial Russian theory claims they also make wind. Science 368 (6497) 1302 - 1305*
- *Pokorný, J. (2020). Lesy přitahují vodu. Vodohospodářský bulletin, 12(Prosinec), 30-33.*
- **Vegetation Impact on Atmospheric Moisture Transport in a Climate with Increasing Land-Ocean Temperature Contrasts.** 2022 Makarieva, A.M., Nobre, A., Nefiodov, A.V. Sheil, D., Nobre, P., Pokorny, J., Hesslerova, P. Li B.-L. , . Heliyon , <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11173>
- Připravovaná „Čítanka“ Water for Recovery of Climate (Kravčík, Pokorný, Kováč, Kohutiar, Toth) www.waterparadigm.org
-

New York OSN Konference o vodě, zásobování vodou, suchu, desertifikaci 22. – 24. březen

UN 2023 Water Conference from March 22-24 in New York | Online Version (daily-sun.com)

Zástupce slovenského ministerstva zemědělství, státní tajemník Martin Kováč prezentoval 20ti stránkový dokument sepsaný s přispěním zahraničních expertů.

NWP WATER FOR CLIMATE HEALING WHITE PAPER WEB 2023 final (pdf, 4.7 Mb, 81x)

**Voda pro ozdravění klimatu Nová vodní paradigma
(www.waterparadigm.org)**

Forum Network | No Trees, No Rain (forum-network.org) (how plants move water, weather and cool the world)

Deutsche Welle – atmospheric rivers, biotic pump

https://www.youtube.com/watch?v=lvuSI_Jlt9s&ab_channel=DWDocumentary

Problémem dnešní civilizace je rychlá změna klimatu a její negativní dopady. Hlavními příčinami rostoucích rizik jsou změny krajinného pokryvu, ztráta trvalé vegetace, urbanizace, které vedou ke zrychlenému odtoku dešťové vody, vysychání půdy a následně přehřívání odvodněných povrchů.

- obnovení vodního režimu a vegetačního krytu půdy; obnovu a dynamizaci malého oběhu vody v zemědělské, lesnické a městské krajině; zvýšení schopnosti půdních a krajinných struktur zadržovat vodu. Toto řešení obnoví vodní zdroje, sníží sucho a povodňová rizika, zlepší přirozené ochlazování krajiny vegetací, podpoří obnovu zdraví půdy, zlepší schopnost půdy a krajiny být přirozeným úložištěm uhlíku a vody.
- **To podpoří zaručené provádění cílů udržitelného rozvoje OSN (čísla): 6 (voda) - 7 (energie) - 2 (potravin) - 13 (opatření v oblasti klimatu) a 15 (ekosystémy),** založené na integrovaném přístupu WEF NEXUS, udržitelném oběhu vody, uhlíku, živin a sluneční energie v systémech půdy a atmosféry. V integrovaném (holistickém) přístupu NEXUS zahrnuje pojem **voda** cirkulaci vody na planetě Zemi, pojem **energie** zahrnuje transformaci a distribuci sluneční energie v zemi a atmosféře, pojem **ekosystémy** zahrnuje půdní biologii, klíčovou roli rostlin v cirkulaci vody a lidí z hlediska hospodaření.
- V Bílé knize tým poskytuje zkušenosti s přípravou a implementací akčních plánů na těchto úrovních. Klíčovým ukazatelem je zvýšení schopnosti půdních a krajinných struktur zadržovat vodu nejméně o 50 m³/ha půdy, a to každých 5 let nebo o 100 m³ jednou na obyvatele planety. Na celosvětové úrovni je třeba zadržování vody zvýšit během 10 let nejméně o 750 km³. Kromě produkce biomasy zajišťuje obnova půdního vegetačního krytu a funkční les regulaci výparu vody rostlinami a ochlazování krajiny, akumulaci organických látek (uhlíku) v půdě

-

- 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, zda člověk svoji hospodářskou 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., Huryňa A., Hesslerová P.,)*

Průměrná roční teplota vzduchu (°C)

Česká republika

1961–2022

průměr za období (zaokrouhleno):

1961–1990 **7,3 °C**

1991–2020 **8,4 °C**

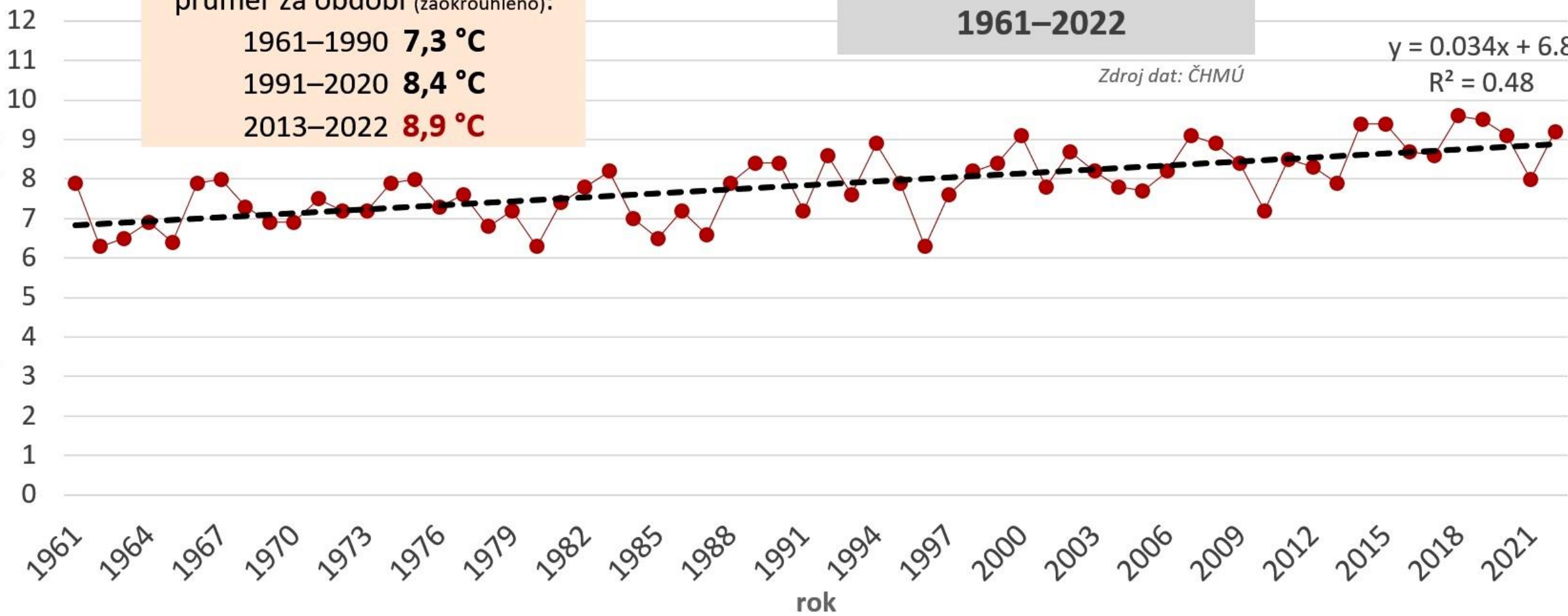
2013–2022 **8,9 °C**

Zdroj dat: ČHMÚ

$$y = 0.034x + 6.8$$

$$R^2 = 0.48$$

Teplota vzduchu (°C)



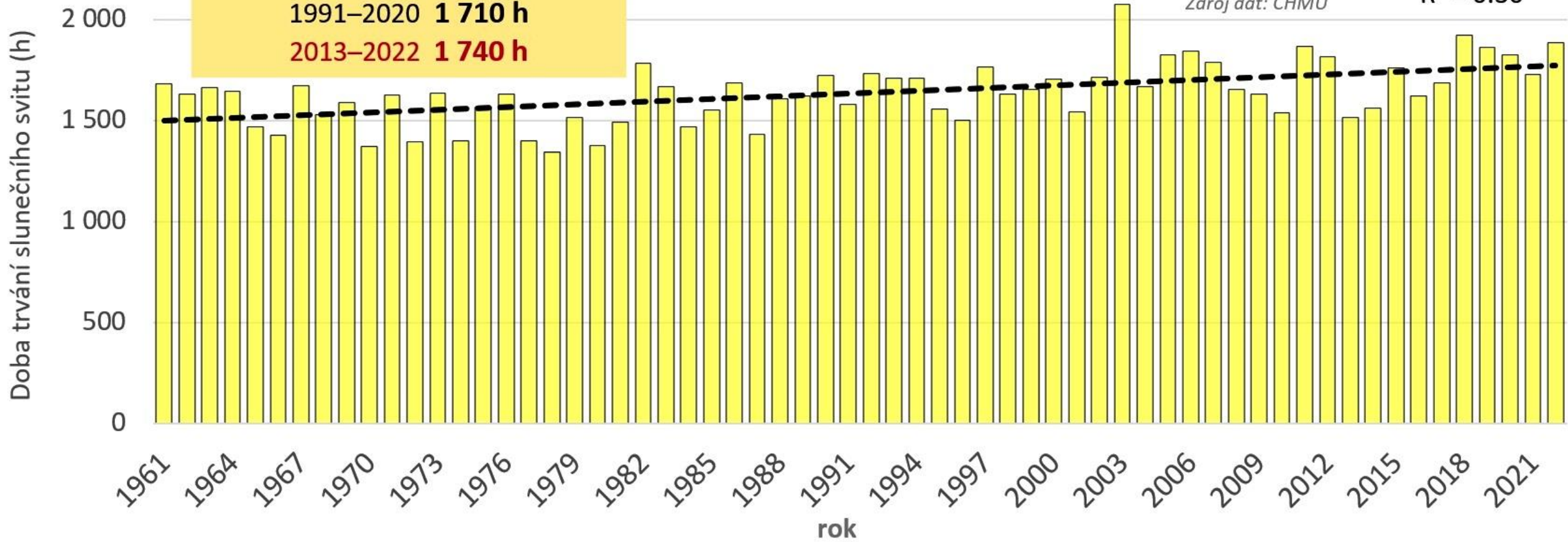
Roční úhrn doby trvání slunečního svitu (h)

Česká republika
1961–2022

průměr za období (zaokrouhleno):
1961–1990 **1 550 h**
1991–2020 **1 710 h**
2013–2022 **1 740 h**

$y = 4.5x + 1493$
 $R^2 = 0.30$

Zdroj dat: ČHMÚ



Roční úhrn globálního záření MJm⁻²

Česká republika
1984–2022

$$y = 16.4x + 3622$$
$$R^2 = 0.61$$

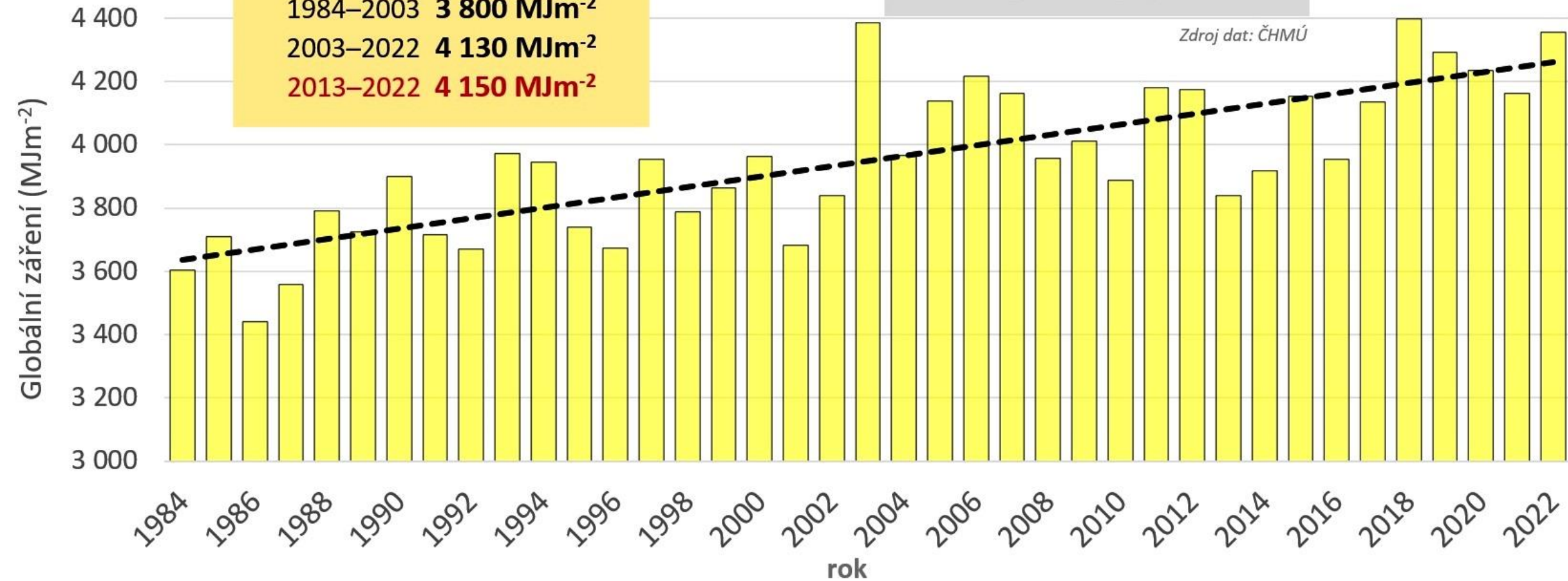
průměr za období (zaokrouhлено):

1984–2003 **3 800 MJm⁻²**

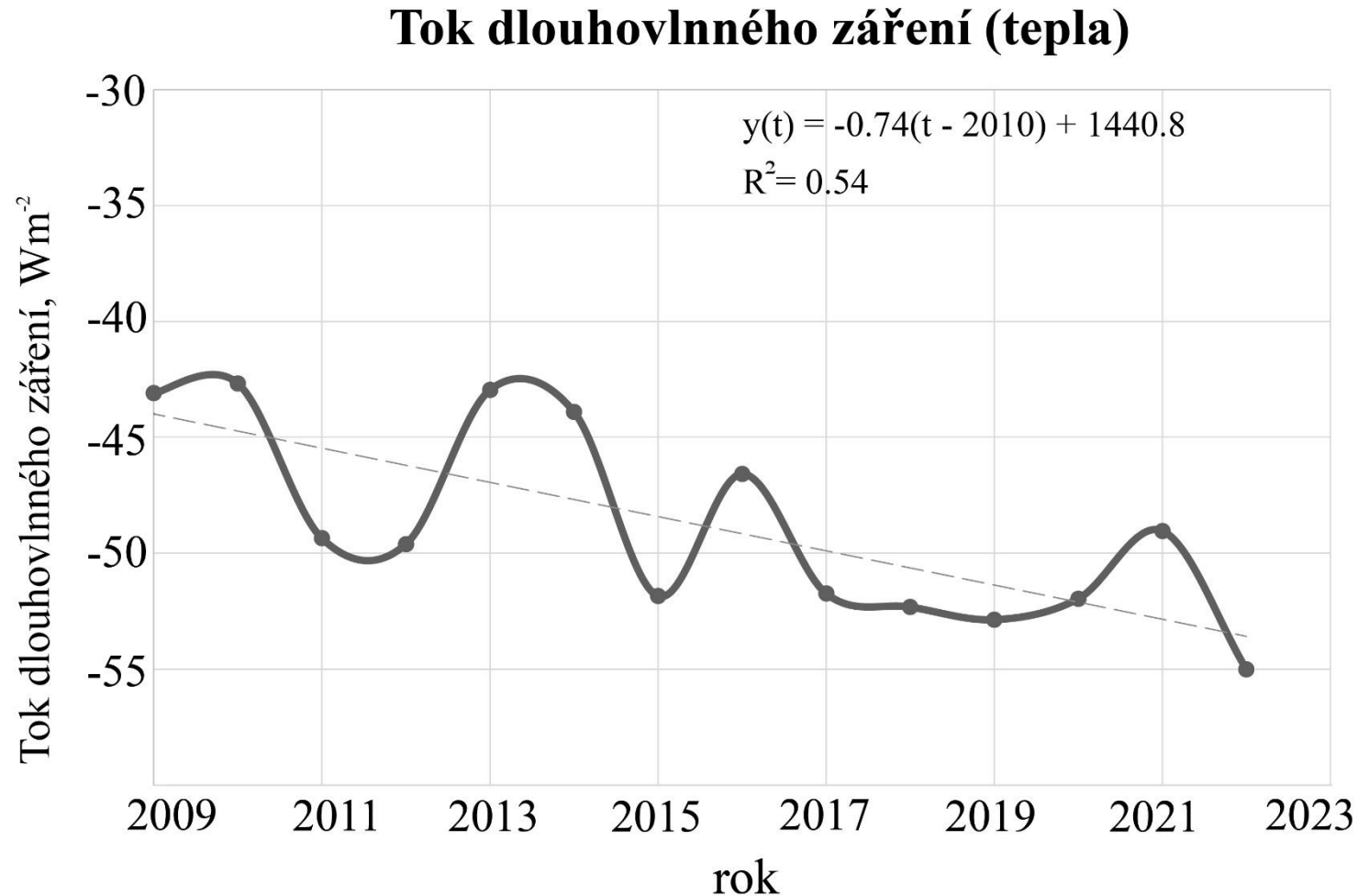
2003–2022 **4 130 MJm⁻²**

2013–2022 **4 150 MJm⁻²**

Zdroj dat: ČHMÚ



Roční průměry toku dlouhovlnného záření mezi povrchem země a atmosférou. Záporná hodnota odpovídá toku tepla od země do oblohy (atmosféry). Statisticky vyhodnocený nárůst odpovídá lineárnímu trendu $7,4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ za dekádu. Skleníkový efekt klesá



Zásadní 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

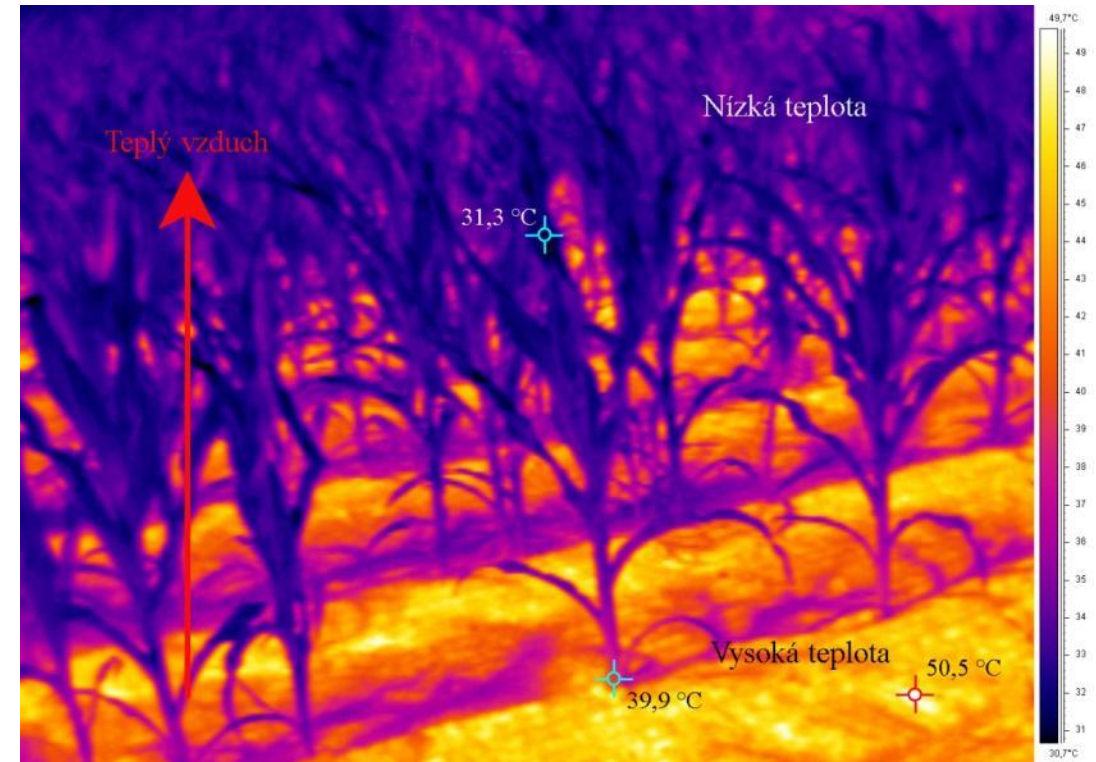
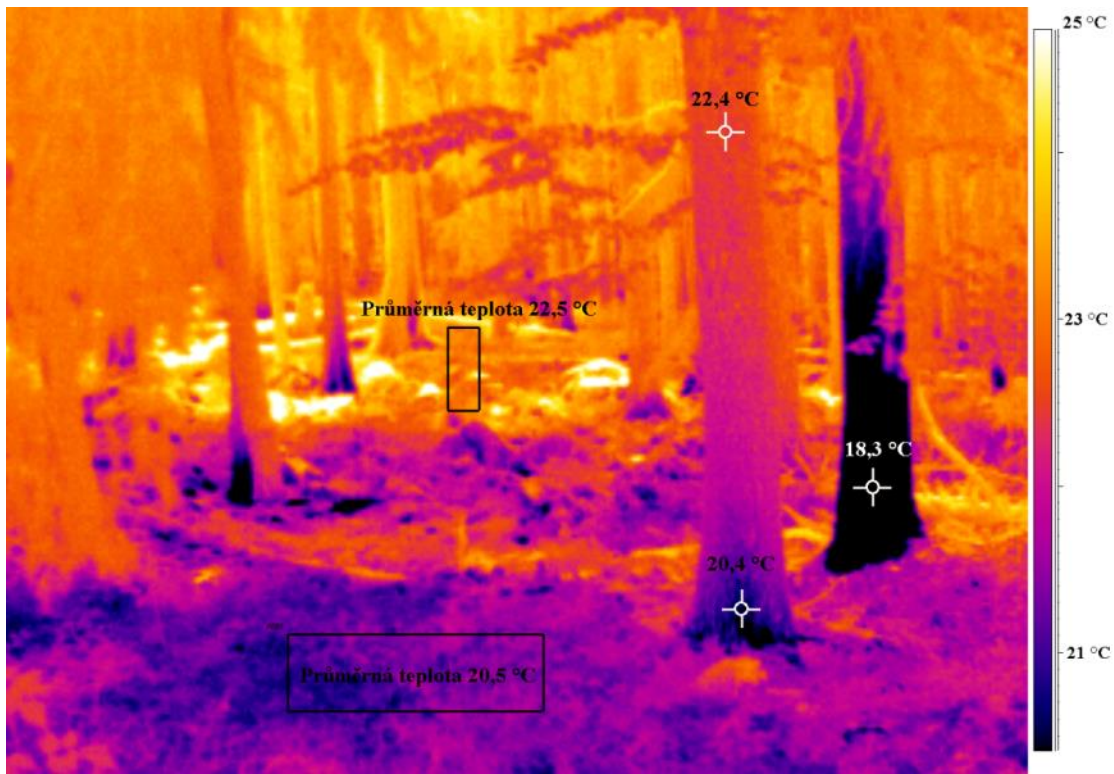
Evapotranspirace chladí, vyrovnává teploty v čase a prostoru a přitahuje vodu

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

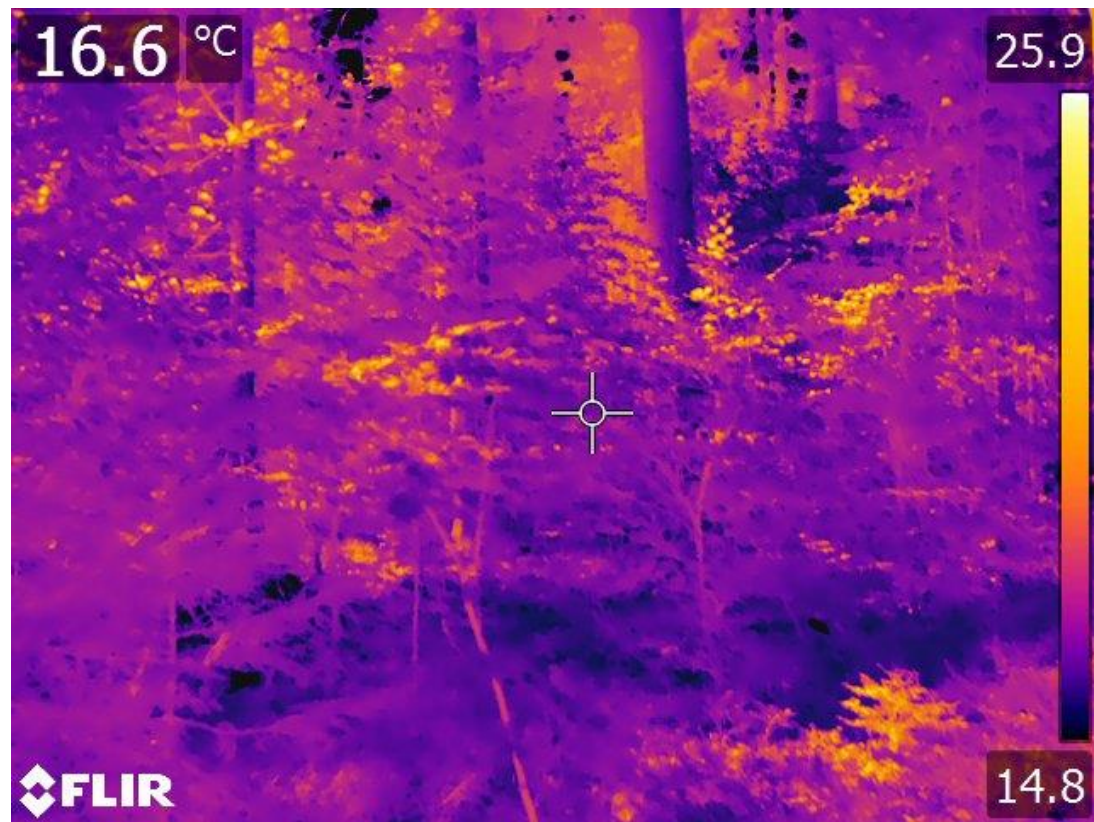
White Paper, New York UN Conference on Water 22. – 24. 3. 2023

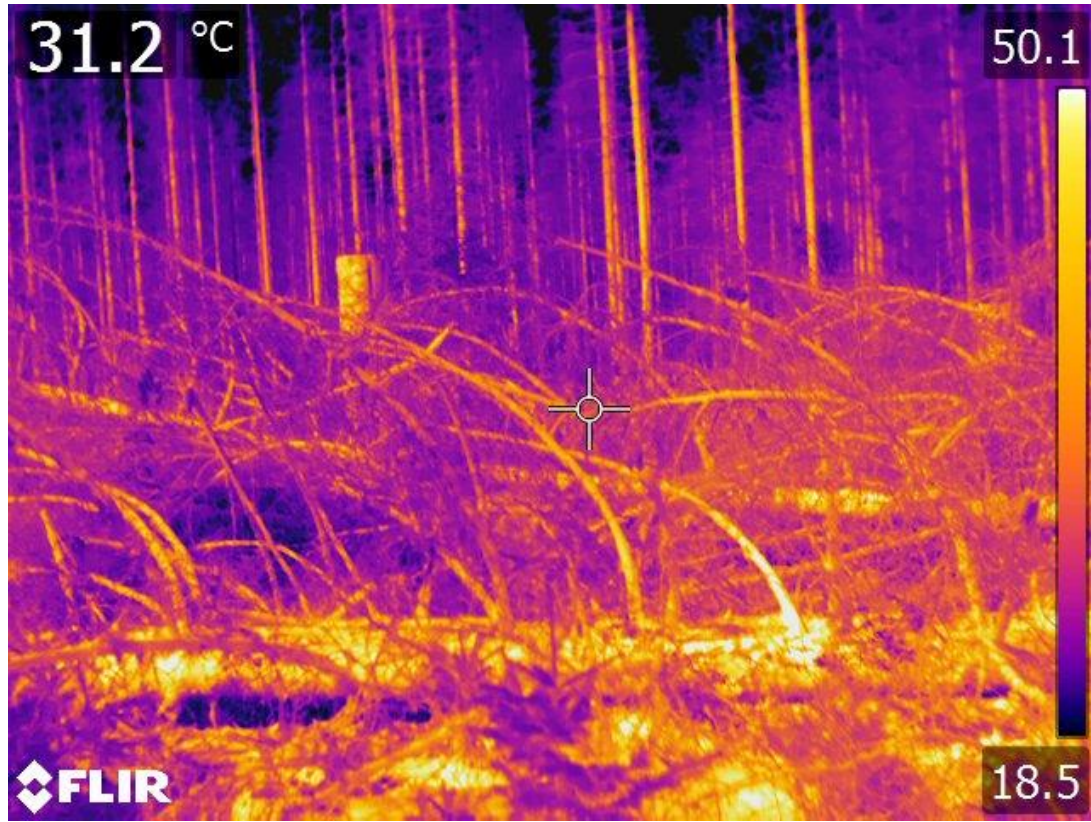
Evapotranspirace je zásadní proces distribuce sluneční energie, vyrovnávání teplotních a tlakových rozdílů (gradientů), tvorby mlhy, mraků, krátkého i dlouhého oběhu vody.

Zásadní význam meziplodin (vojtěška, jetel) , dobytčí jednotka



Vysoké teploty povrchu
půdy u plodin
způsobují ztrátu vody
vzestupným prouděním
vzduchu





Jižní Itálie, fóliovníky „šetří vodu“, světlá barva „chladí“? Exkurze vodohospodářů Jihočeského kraje (2021), jak čelit suchu.

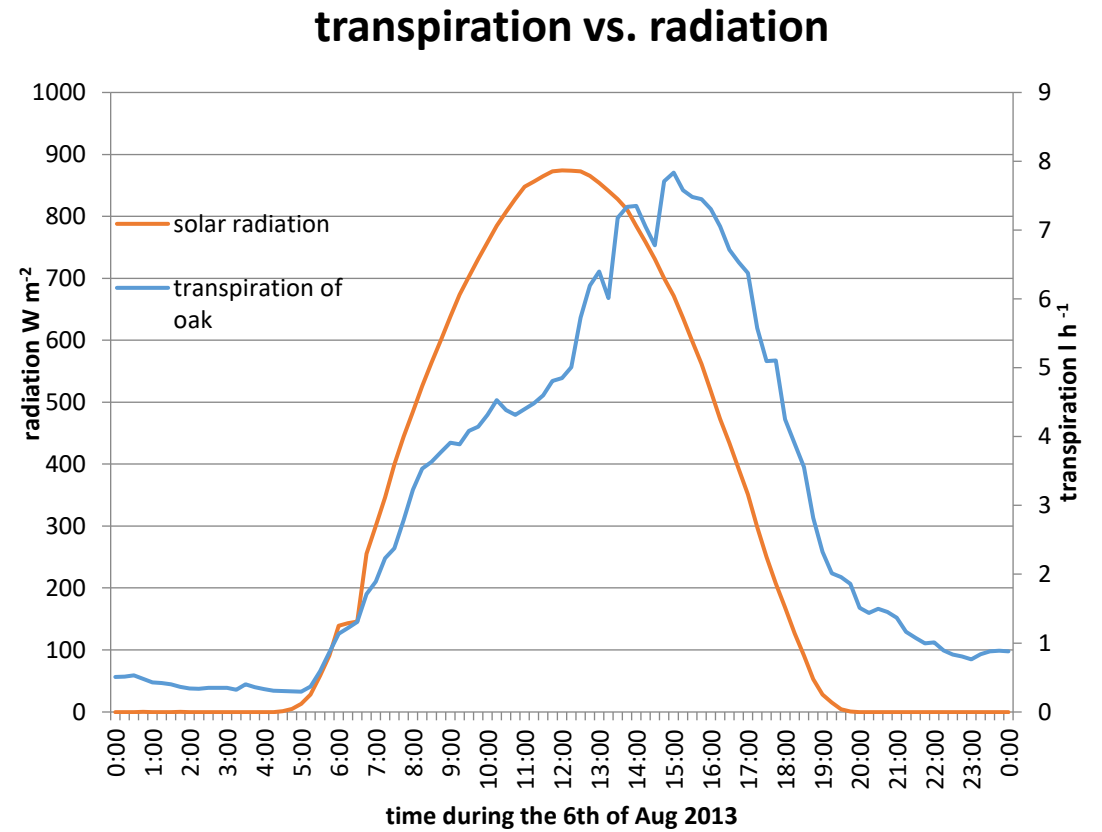
Vegetation Impact on Atmospheric Moisture Transport in a Climate with Increasing Land-Ocean Temperature Contrasts. 2022 Makarieva, A.M., Nobre, A., Nefiodov, A.V. Sheil, D., Nobre, P., Pokorny, J., Hesslerova, P. Li B.-L. , . Helyion , <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11173>



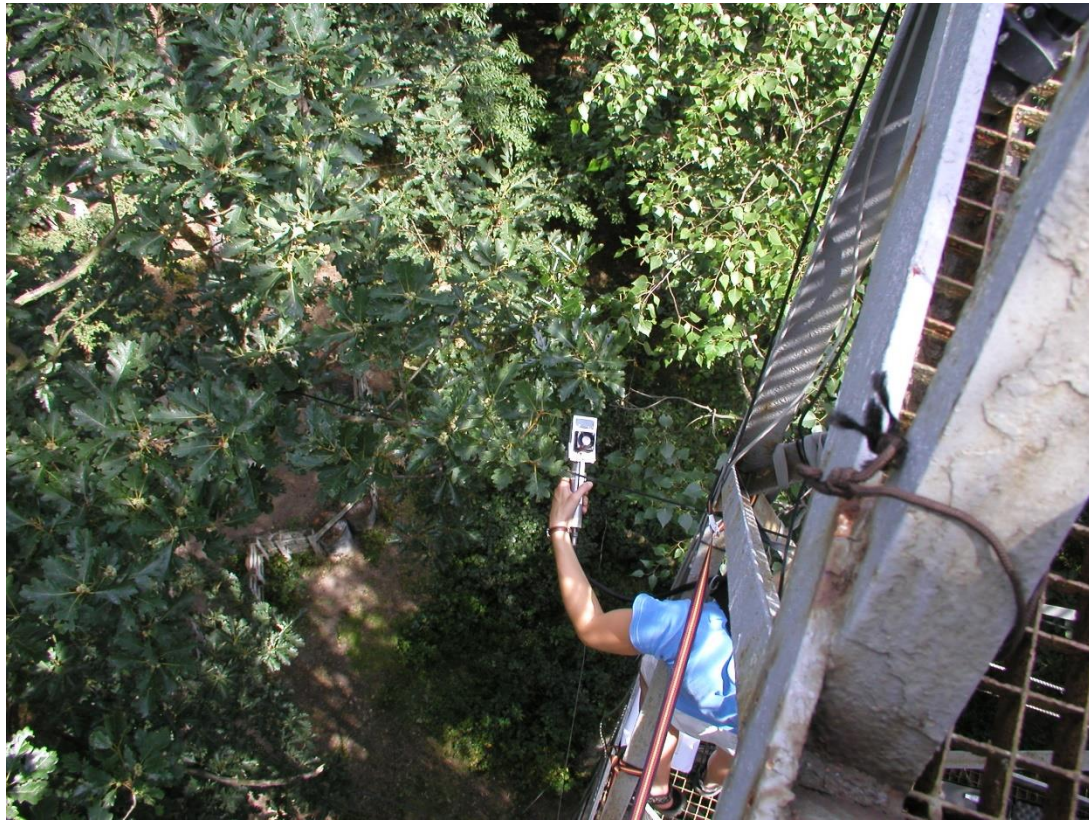
Jižní Itálie. Záplavy na pobřeží, sucho ve vnitrozemí. Od přehřátých ploch se ohřívá vzduch a odnáší vlhkost do moře = inverzní biotická pumpa. (citace ve White Paper).



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



Také argument: smrkový les uschnul kůrovcem a má půda má vyšší vlhkost nežli půda v živém lese....(ignorance života)



Kořeny v části porostu smrkového lesa (prof. J. Čermák)



úměrná délka
kořenů = 3.5m

15m

Na každý čtvereční metr porostu připadá cca 7 m skeletových kořenů, 1 km jemných absorpčních kořenů a tisíce km hyf mykorrhizických hub

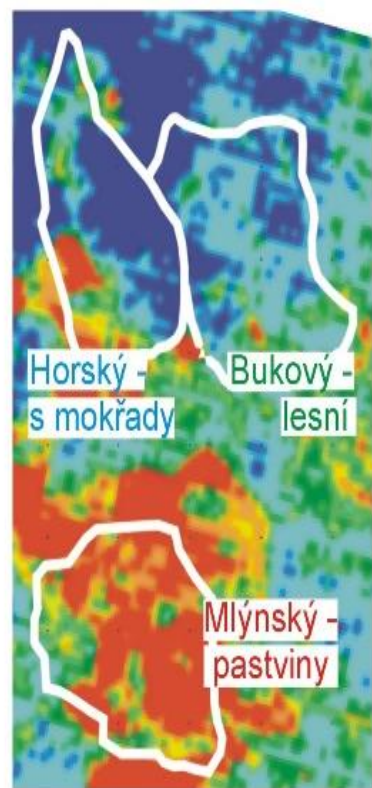
Slunce je dar, voda je dar, život je dar a člověk má o tyto dary pečovat
ukázka hospodářského lesa Haidel 1166m n.m, Bavorsko/Šumava

Co se ve škole učí o lese?



Tři malá povodí (2 km²) s rozdílným krajinným pokryvem

Dálkový průzkum Země



relativní teplota krajinného pokryvu



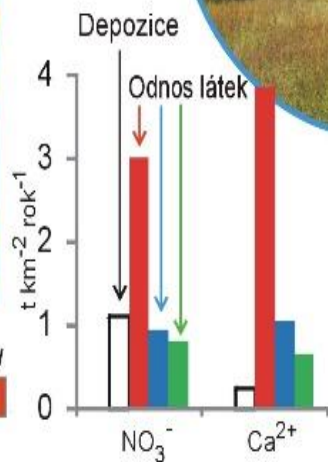
● Povodí lesní



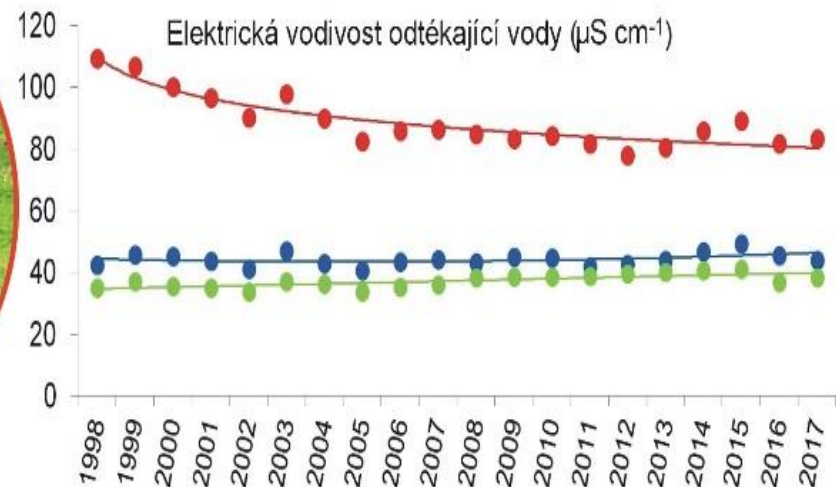
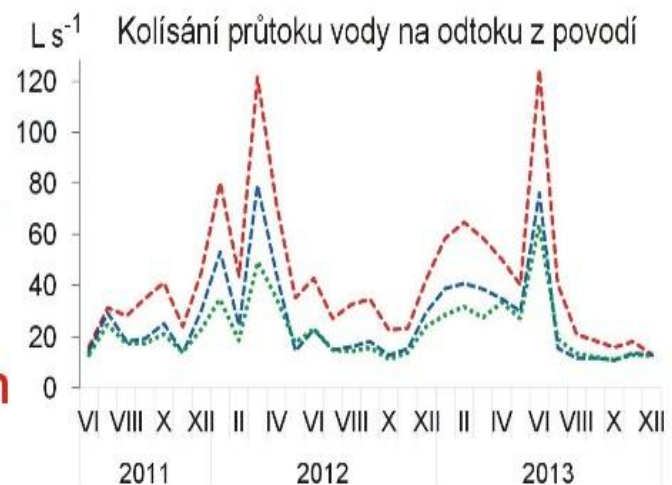
● Povodí s mokřady



● Povodí odvodněných pastvin



20 let monitoringu



Procházka, J., Pokorný, J., Vácha, A., Novotná, K., Kobesová, M., 2019. Land cover effect on water discharge, matter losses and surface temperature: results of 20 years monitoring in the Šumava Mts. *Ecological Engineering*, 127 (2019) 220–234.

12.9. 2020, okolo 14:00

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



Závěr fotosyntéza je provázena výparem vody

Primární produkce vzrostlých, živých lesních porostů je provázena ukládáním uhlíku do biomasy nadzemní a podzemní.

Fotosyntézou se váže do biomasy několik wattů sluneční energie na 1m^2 , tedy **několik MW na 1km^2** a za rok se při vysoké produkci vytvoří až 1kg biomasy (sušiny) na 1m^2 a naváže až 0,4kg uhlíku. (**400 tun/ km^2**)

Evapotranspirace: na každou molekulu přijatého oxidu uhličitého se odpaří několik stovek molekul vody. Za den se odpaří několik mm (několik litrů vody z 1m^2) a váží se stovky wattů na 1m^2 **tedy stovky MW na 1km^2** .

vlhkost vzduchu nad lesem je vysoká, oblačnost a mlha stíní a kondenzace vodní páry umožňuje přísun vlhkého vzduchu z okolí/od moří. Opakem je vysoký tlak utvořený nad přehřátou pevninou.

Kontraverzní názory zaznívající v médiích i odborných debatách

Odpovídá to skutečnosti?

- Rybníky mají otevřenou hladinu vody, vypařují mnoho vody, nebudeme je stavět
- Mokřady nemohou zadržovat vodu, jsou jí plné. Vypařují mnoho vody. Nepodporovat
- Stromy vypařují mnoho vody, kazí hydrologickou bilanci, mají vysokou vodní stopu
- Uschlý les na Šumavě nemá vliv na vodní bilanci. Přízemní vegetace les nahradí
- Boreální les je tmavý (albedo), zvyšuje teplotu Země. Vypálení lesa povede k poklesu průměrné teploty neboť zvýšené albedo má vyšší chladicí efekt nežli ohřev způsobený uvolněným CO₂
- Pokorný, J., & Hesslerová, P. (2019, 14.2.2019). *Jak vysycháme – aneb, opravdu „kazí rybníky hydrologickou bilanci“?* . P Odborná konference rybářského sdružení České republiky, České Budějovice.

Zadržováním vody, obnovou lesa v degradované krajině lze vrátit srážky, vodu, obnovit úrodnost a ztlumit extrémní počasí.

- **Napodobování vertikální struktury lesa v kulturní krajině je strategií jejího setrvalého užívání, obnovený krátký oběh vody zaručuje distribuci sluneční energie přes výpar, vyrovnávání teplot, recyklaci živin, primární produkci, obnovu půdy (ukládání uhlíku): -**
- Rajastan v Indii, **zakládání terasovitých drobných vodních nádrží** na dešťovou vodu, obnova lesa ze 7% na 40% pokryvu, 1000km² (Bhattacharya, 2015).
- Darewadi, Indie, na 1500ha aridní půdy byla obnovena trvalá vegetace, zadržování dešťové vody, zvýšila se hladina vody ve studních, obnovena zemědělská produkce, (Rao, Mathur 2012).
- Tamera (Portugalsko), Natural Sequence Farming Austrálie (Peter Andrews), Keňa (Macharia, Oserian Farm).
- Vykácej les a změní se klima, [Clearing Forests May Transform Local—and Global—Climate - Scientific American](#)

V poslední dekádě se stalo v environmentální literatuře běžné hodnotit přínosy přírody a jejích ekosystémů pomocí kategorie ekosystémových služeb (ES)

- Měřením standardními subjektivními metodami ochoty jednotlivců za takové přínosy platit dospěli vědci k perverzním hodnotám, podle nichž je les nejméně cenným terestrickým ekosystémem (temperátní les 3137 \$/ha/rok, louka 4166 \$/ha/rok, zem. půda 5567 \$/ha/rok, městská půda 6661 \$/ha/rok, viz Costanza et al, 2014, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>). Rozhodovat nadále v krajině podle těchto kontraproduktivních hodnot znamená ji totálně zničit, tzn. zničit život na Zemi.
- Ukazuje se naléhavá potřeba začít ekosystémy a ES hodnotit podle míry efektivnosti užitečného využití sluneční energie, která Zemi oživila a udržuje a obnovuje základní existenční podmínky pro život.
- Podle uvedeného termodynamického kritéria, realizovaného v ČR metodou Energie-voda-vegetace (Seják et al, 2010; 2018) je to právě přirozený vícepatrový opadavý smíšený les, který v podmínkách mírného klimatického pásma zajišťuje maximum podpurných ES, které tvoří základ pro všechny ostatní ES (temperátní les 1-1,4 mil. €/ha/rok, louka 0,6-0,8 mil. €/ha/rok, zem. půda 0,5-0,8 mil. €/ha/rok, městská půda 0,2-0,6 mil. €/ha/rok).
- Např. zástavba 1 ha lužního lesa přinese ekonomickou rentu z „rozvoje území“ asi 5 tis. €/ha/rok, ale způsobí ztrátu cca 1 mil. €/ha/rok (tj. 200krát víc) lidmi technologicky nenahraditelných biofyzikálních termodynamických ES odstraněného lužního lesa!!!
- Biofyzikální kritérium efektivnosti využívání sluneční energie umožní povolovat v krajině jen takové ekonomické projekty, které vedle ekonomických přínosů budou významně zlepšovat i míru užitečného využívání sluneční energie. To je cesta k udržitelné krajině a dostatku vody v ní.

IPCC 5: Myhre et al. 2013 (str. 666):

*Vodní pára je hlavním skleníkovým plynem, který se do atmosféry dostává přirozeným způsobem a má zásadní vliv na tvorbu klimatu na Zemi. **Její množství v atmosféře je závislé spíše na teplotě vzduchu, než na emisích. Z těchto důvodů je považována spíše za „zpětnovazebný faktor“, než faktor, který by mohl mít vliv na klimatickou změnu.** Antropogenním způsobem (ve formě emisí) se do atmosféry dostává vodní pára ze zavlažovacích systémů, či z elektrárenských chladících věží. Toto množství je v souvislosti s globální změnou klimatu zanedbatelné“.*

Podobné tvrzení je i v IPCC 6

Podle IPCC člověk neovlivňuje množství vodní páry ve vzduchu a tedy ani oblačnost. Neuvažují efekt změny krajinného pokryvu (odlesnění, odvodnění, urbanizaci).

IPCC: Myhre et al. 2013 (str. 666):

„As the largest contributor to the natural greenhouse effect, water vapour plays an essential role in the Earth’s climate. However, the amount of water vapour in the atmosphere is controlled mostly by air temperature, rather than by emissions. For that reason, scientists consider it a feedback agent, rather than a forcing to climate change. Anthropogenic emissions of water vapour through irrigation or power plant cooling have a negligible impact on the global climate“.

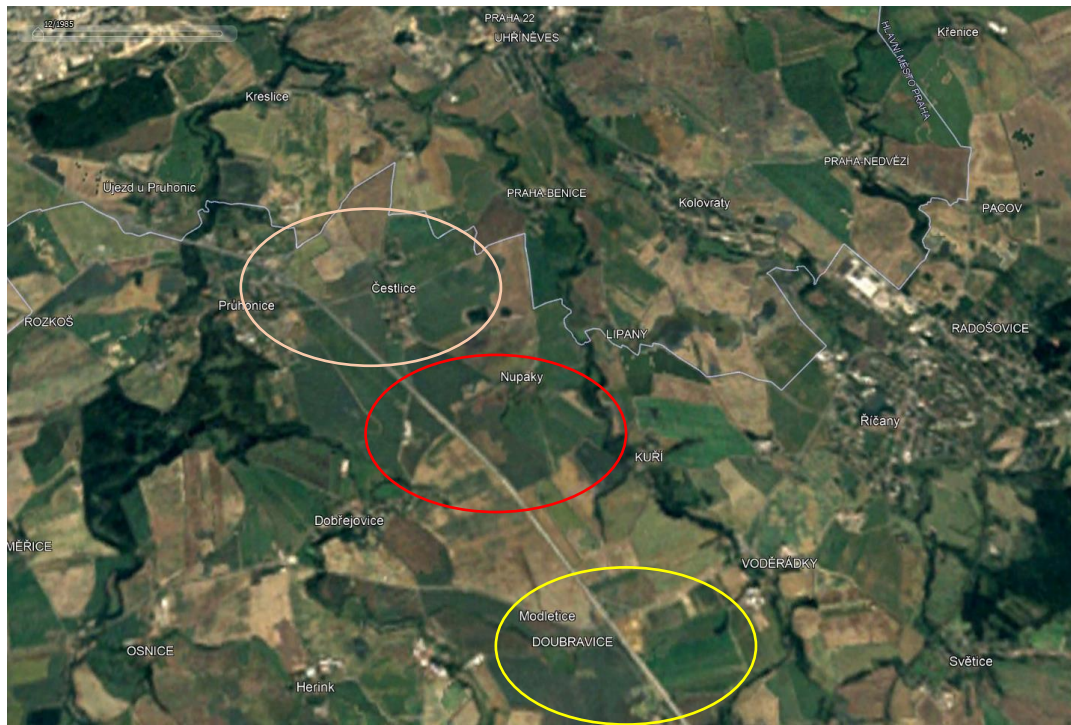
Změna krajinného pokryvu a nárůst odvodněných ploch v oblasti Čestlice, Křeslice, Průhonice dle Metodiky Corine Land Cover

Celková plocha území je 2587 ha.

V roce 1990 byla plocha zpevněných povrchů 300 ha (11,6 % z celkové plochy území).

V roce 2018 byla plocha zpevněných povrchů 730 ha (28 % z celkové plochy).

Od roku 1990 do roku 2018 zde přibylo na úkor orné zemědělské půdy 430 ha zastavěných ploch.

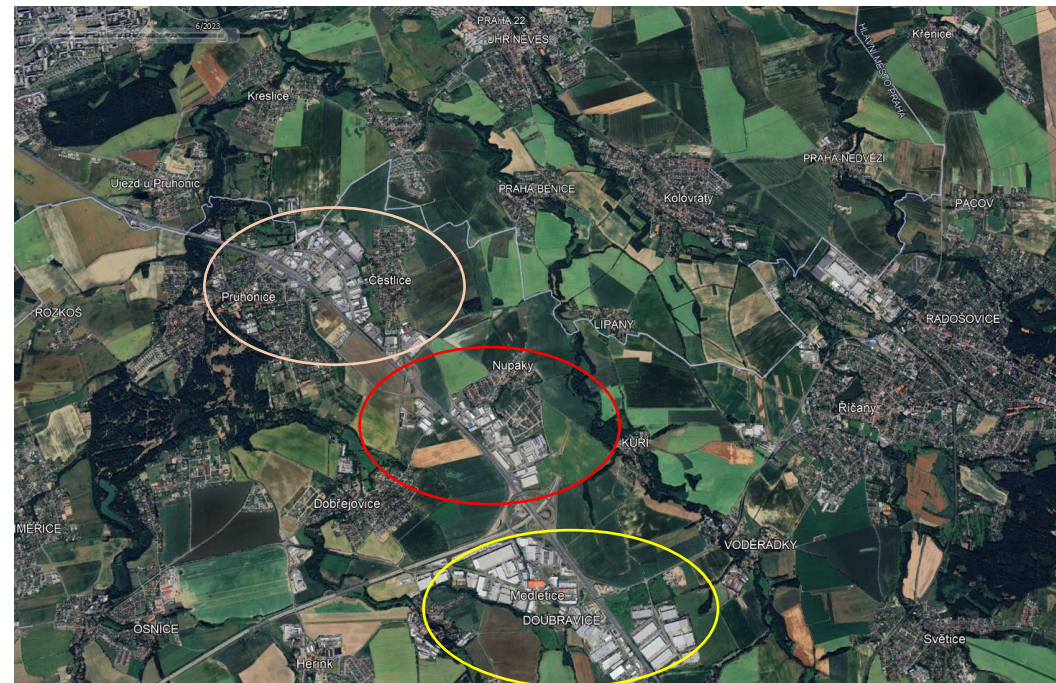


1985

Oblast Čestlice – Nupaky – Modletice

Průměr kruhů necelé 3 km,
Plocha cca 6km²

2023



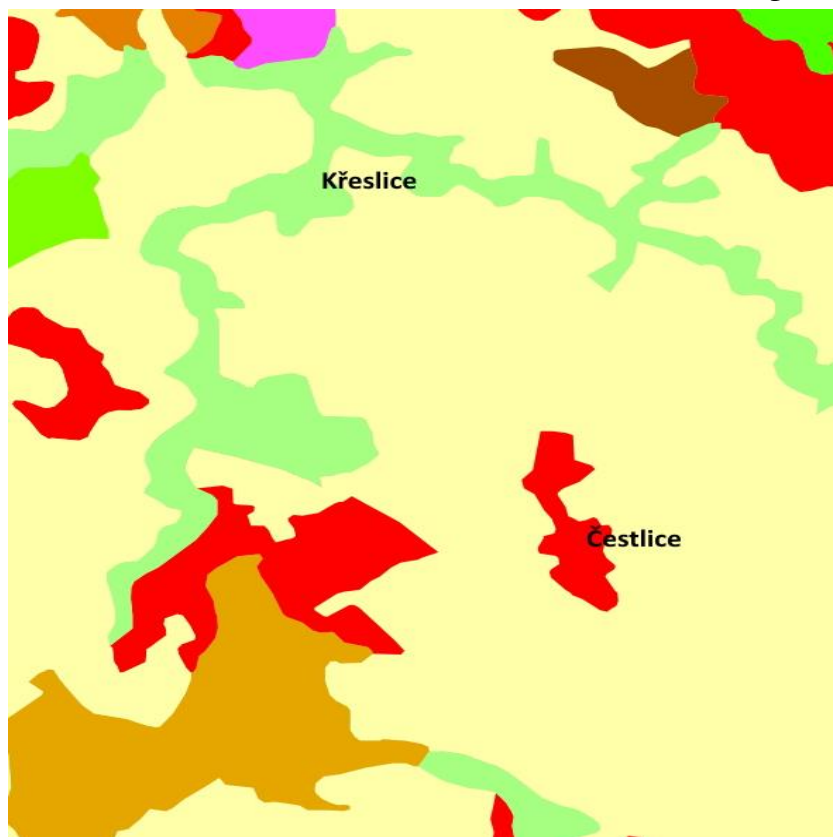
Google Earth



1990

Krajinný pokryv

2018



1990		2018
Plocha (ha)		Plocha (ha)
252.7	Obytné plochy, městská nesouvislá zástavba	531.0
-	Průmyslové nebo obchodní zóny	198.0
-	Silniční a železniční síť a přilehlé prostory	0.5
29.4	Skládky	-
17.5	Staveniště	-
299.6	Total	730,5
15.0	Plochy městské zeleně	17.1
198.7	Zařízení pro sport a rekreaci	216.7
1734.8	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	1145.0
-	Louky	52.5
295.3	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace	372.0
29.0	Listnaté lesy	47.9
14.7	Smíšené lesy	-
-	Přechodová stadia lesy a křoviny	6.9
0.01	Vodní plochy	0.01

Shrnutí: od roku 1990 do roku 2018 se zvětšily odvodněné plochy na území Čestlice, Křeslice, Průhonice o 430 ha, což za slunných dnů má za následek zvýšený ohřev (uvolnění zjevného tepla) o 0,4 až 1,3 GW (pokles výparu 100 – 300Wm⁻²)

430 ha „zabetonováno“ na úkor zemědělské půdy

V procesu EIA není tento efekt zastavěných ploch na místní klima zohledněn, proto se nepropustné plochy rozšiřují kolem měst a ta se potom v létě přehřívají.

Rychlost výparu vody 100mgm⁻²s⁻¹ = tok energie 240Jm⁻²s⁻¹ = 240Wm⁻²

Nehodnotí se tepelná stopa = ztráta výparného (skupenské/ latentní) a zvýšení zjevného/citelného tepla

Odbory životního prostředí mohou argumentovat chráněnými druhy, nikoli ohřevem

- Pokles evapotranspirace z 1 km² v důsledku odvodnění (ztráta výparu 100 mg. s⁻¹ .m⁻²) představuje 240 MW sluneční energie uvolněné z této plochy do atmosféry ve formě teplého vzduchu (zjevného tepla) **stoupající proudy ohřátého vzduchu využívají ptáci, unášejí hmyz, cloumají malými letadly a znají je rogalisté.**
- **V NP České Švýcarsko byl zlikvidován živý vzrostlý funkční les na ploše 1000 ha (10km⁻²), uschlo údajně na 1000 000 m³, to odpovídá 3 300ha?**
- **Během teplého slunného dne se z plochy 1000 ha uvolňuje 2 400 MW zjevného tepla (oba bloky JETE/Temelín produkují 2 000 MW)**
- Teplý vzduch vysušuje: vzduch o teplotě 25 °C obsahuje 22 g/ m³ vodní páry, při 40 ° C téměř dvojnásobek: 50 g / m³
- **. Zabývá se ochrana přírody, MŽP, klimatologové množstvím uvolněného tepla za slunných dnů z odvodněných, odlesněných urbanizovaných a následným vysycháním stoupajícím ohřátým vzduchem?**

Pokles výparu (chlazení) a vzestup produkce zjevného tepla (ohřev) nehodnotí proces EIA.

O. Hermann Bacher : „Ak to pôjde v Darewadi,
tak to pôjde kdekoľvek...“

Darewadi v r. 1996

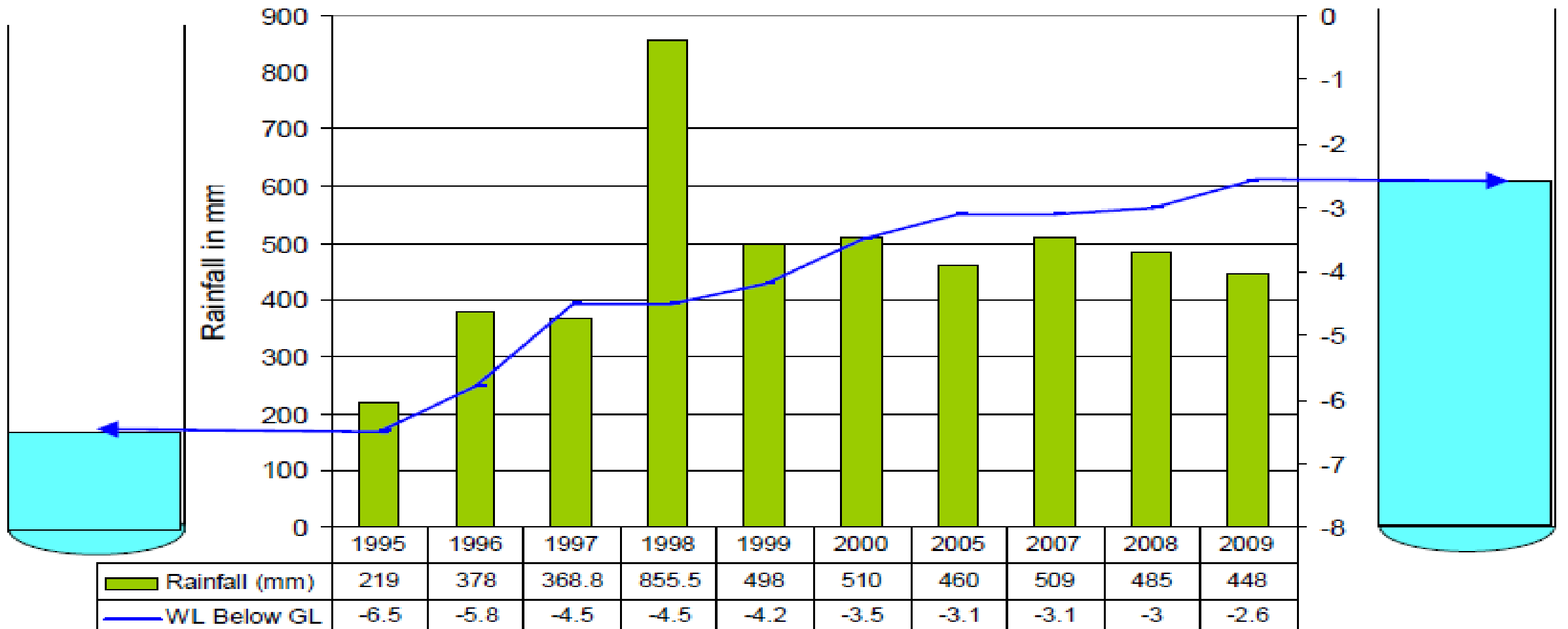


...a v r. 2009



- - náklady v Darewadi (1500 ha) boli len 12 miliónov rupií (cca 270.000 € v kurzoch v r. 1996)
- Výnosy z poľnohospodárstva stúpili približne 6x a dosiahli 56 miliónov rupií (cca 850.000 €)
- Počet studní stúpol 20x, plocha poľnohospodársky obrábanej pôdy 2x, vlastníci televízorov 40x, motorky z 0 na 83. Objavili sa i prvé štyri traktory.
- obyvateľstvo sa začalo vracat' späť z miest

Zvyšovanie hladiny podzemnej vody (Darewadi)



Jihočeská krajina s rybníky – pozitivní příklad

Děkuji za pozornost



10 % krajiny pokryto soustavami rybníků ze 16. století

Odkazy/links

- Pokorný, J., Hesslerová, P., 2022, Aktivní úloha vzrostlého lesa v klimatu, oběhu vody a zadržování živin, Sovak 7 – 8 (www.SOVAK, archiv)
- Metodiky výuky učebnice společně s Pedagogickou fakultou Jihočeské univerzity v Č. Budějovicích: <https://projekty.pf.jcu.cz/svv/>
- Water for Recovery of Climate (Voda pre ozdravenie klímy) www.waterparadigm.org (přeloženo do korejštiny, perštiny, italštiny, arabštiny atd)
- [Forum Network | No Trees, No Rain \(forum-network.org\)](http://forum-network.org) (s Anastassia Makarieva, Andrei Nefiodov, Jon Schull)
- Učená společnost ČR: [Jan Pokorný - Opomíjená úloha vegetace v distribuci sluneční energie... \(USČR 9.4.2019\) \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...)