

Zmena klímy v systémovom pohľade a adaptačné opatrenia v meste



Autori: Peter Sabo, Danka Bardonová, Ľudmila Sabová

Procesy zapájajúce obyvateľov do podpory biodiverzity na sídliskách v Banskej Bystrici

Štruktúra prednášky

I. blok: analýza problému

- 1) *Globálny kontext krízy*
- 2) *Antropogénne príčiny zmeny klímy*
- 3) *Následky na prírodné prostredie a na človeka*

II. blok: hľadanie riešení

- 4) *Parížska dohoda, mechanický vz. systémový prístup*
- 5) *Významné špecifiká miest vo vzťahu ku klíme*
- 6) *Ohrozenie a posilnenie zelenej infraštruktúry*

Blok 1. Globálny kontext krízy, klimatický systém a globálne otepľovanie

Cesta do globálnej krízy

Veľké zrýchlenie (od 1950)

(Steffen et al. 2004)

Prudký rast ľudskej populácie a socio-ekonomického rozvoja

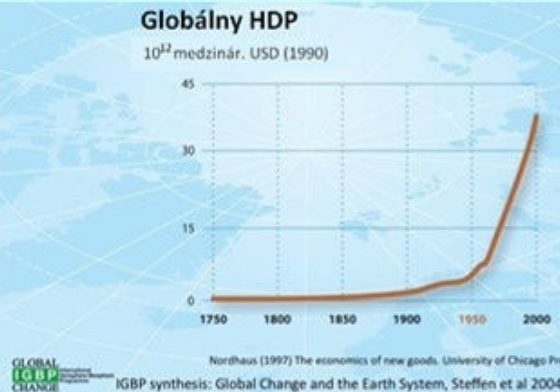
→ Prudký rast degradácie a likvidácie ekosystémov a iných život udržiavajúcich systémov Zeme



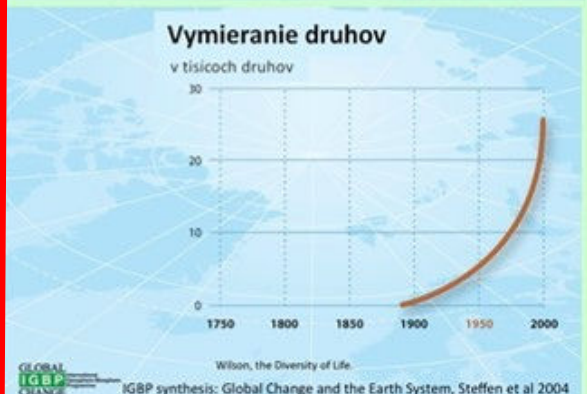
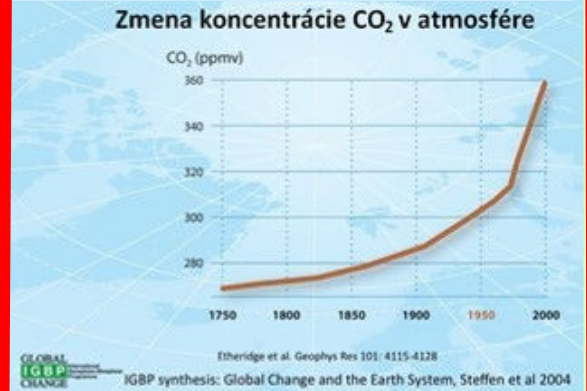
Koncepcia udržateľného rozvoja

- rozvoj s ohľadom na prostredie
- neustály rast produkcie a spotreby naráža na ekologické limity Zeme

Výber zo socioekon. trendov



Výber z environment. trendov



Globálna zmena – Veľké zrýchlenie. Autor: Owengaffney, Public Domain,
Zdroj: IGBP synthesis: Global Change and the Earth System, Steffen et al. 2004.
https://en.wikipedia.org/wiki/Global_change

Revízia koncepcie udržateľnosti: život v planetárnych limitoch

(Rockström et al. 2009; Steffen et al. 2015a; Persson et al. 2021)



Koncepcia planetárnych hraníc

- zóny bezpečia, neistoty a vysokého rizika
- hlavné degradačné procesy
- riadiace premenné (indikátory)
- premenné odozvy
- prahy bezpečia a nevratných zmien

Autor grafu: Peter Sabo. Upravené podľa: Rockström et al. 2009; Steffen et al. 2015a; Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347: 736-746; a tiež podľa Persson et al. 2021 .

Nová geologická epocha: Antropocén

(Zalasiewicz et al. 2010)

- ❑ ľudské aktivity menia tvár Zeme oveľa výraznejšie ako prírodné sily
- ❑ nové existenciálne riziká – biologické, ekologické, technologické, socioekonomické

Prirodzené príčiny KZ

(Andráš & Andrášová 2002; Braniš & Hůnová 2009)

Zmeny tokov slnečného žiarenia

- ❖ Milankovičove cykly 100 tis/ 41 tis. /26 tis
– zmena excentricity obežnej dráhy Zeme
– zmena sklonu zemskej osi
– precesia zemskej osi
- ❖ zmeny solárnej aktivity
– 11-, 22- a 80-ročné cykly

Zmeny chemizmu atmosféry

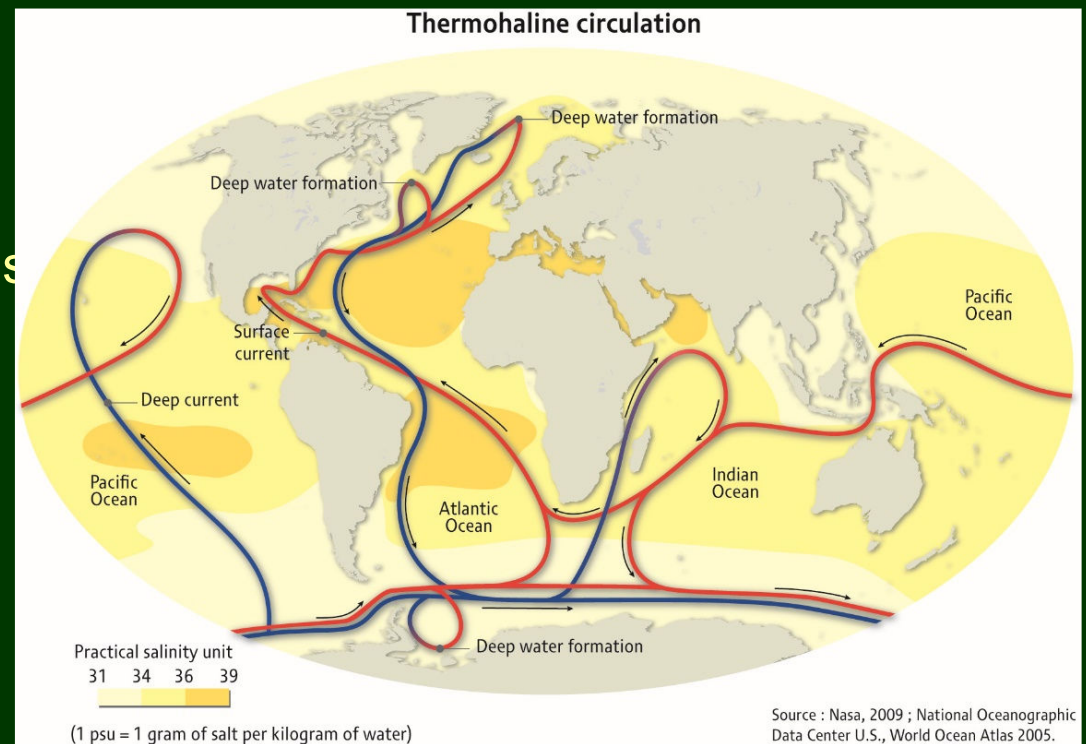
- ❖ sopečná činnosť / pády meteoritov
– vysoké znečistenie atmosféry
– nárast koncentrácie skleníkov. plynov

Zmeny zemského povrchu

- ❖ putovanie kontinentálnych dosiek
– zmena rozsahu ľadovej pokrývky
– izolácia / otváranie morských panví

Zmeny globál. cirkulácie vody a ovzdušia

- ❖ zmeny termohalinnej cirkulácie
- ❖ posúvanie polárneho frontu



Termohalinná cirkulácia. Poháňajú ju gradienty rozdielnej teploty a rozdielnej hustoty (slanosti) vody v rôznych častiach oceánov.

Autor / Zdroj: UNEP / GRID – Arendal, kartograf: Riccardo Pravettoni, 2009.
<https://www.grida.no/resources/7336>

Veľké zmeny klímy od staroveku

6. storočie: silné ochladenie

→ sťahovanie národov

10.-13. storočie: príjemná teplejšia klíma

16.-18. storočie: malá doba ľadová

(1570 – 1730)

Súčasná zmena klímy

(Steffen et al. 2015a; IPCC 2018, 2021; EEA 2017; MŽP 2018)

Rast T atmosféry (pri zem. povrchu)

Globálne: 1850-1900 → 2001 - 2020: + 1,09 °C

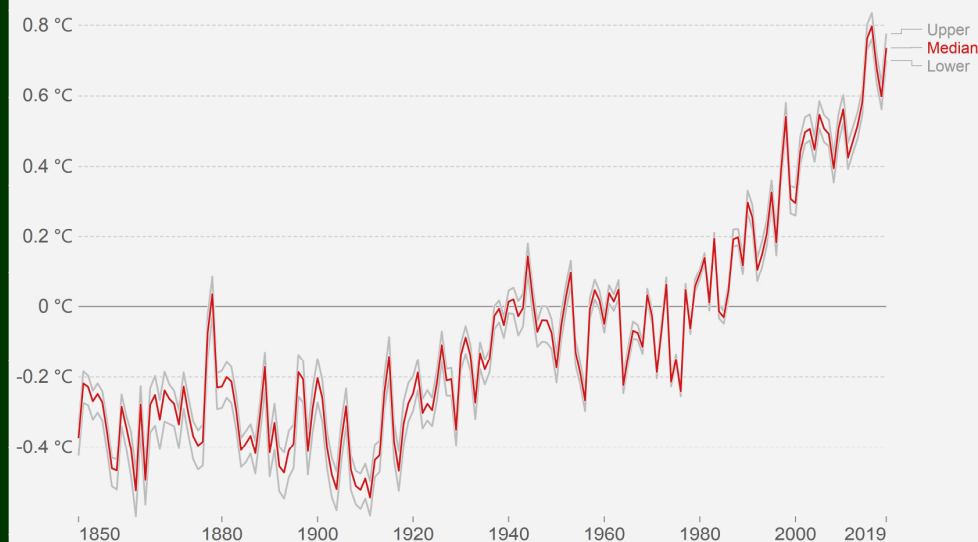
Na pevnine: + 1,59 °C

Slovensko: 1881 – 2017: + 1,73 °C

- ročné úhrny zrážok: - 0,5 %, juh - 10%
- vyšší potenciálny výpar, nižšia vlhkosť pôdy

Average temperature anomaly, Global

Global average land-sea temperature anomaly relative to the 1961-1990 average temperature



Source: Hadley Centre (HadCRUT4)

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

Note: The red line represents the median average temperature change, and grey lines represent the upper and lower 95% confidence intervals.

Odchýlky priemernej teploty vzťahnuté k obdobiu 1961-1990.

Autor/ Zdroj: Hannah Ritchie, Max Roser & Pablo Rosado, Our World in Data.

Average temperature anomaly, Global / Hadley Centre (HadCRUT4). Creative Commons BY 4.0. <https://ourworldindata.org/grapher/temperature-anomaly>

1. riadiaca premenná: koncentrácia CO₂

prah bezpečia: 350 ppm (predindustriál: 280)

prah neistoty: 350 – 450 ppm

realita: 418,90 ppm (Mauna Loa, júl 2022)

2. riadiaca premenná: radiačné zosilnenie

prah bezpečia: 1,0 W.m⁻²

prah neistoty: 1,0 – 1,5 W.m⁻²

realita: 2,8 W.m⁻² (2020) vzťahnuté k 1750

Prognózy IPCC

(IPCC 2021)

Obdobie / Scenár	2021-2040 (v °C)	2041-2060 (v °C)	2081-2100 (v °C)
SSP1-1.9	1,2 až 1,7	1,2 až 2,0	1,0 až 1,8
SSP1-1.26	1,2 až 1,8	1,3 až 2,2	1,3 až 2,4
SSP2-4.5	1,2 až 1,8	1,6 až 2,5	2,1 až 3,5
SSP3-7.0	1,2 až 1,8	1,7 až 2,6	2,8 až 4,6
SSP5-8.5	1,3 až 1,9	1,9 až 3,0	3,3 až 5,7

Blok 2. Antropogénne príčiny zmeny klímy a ich synergia

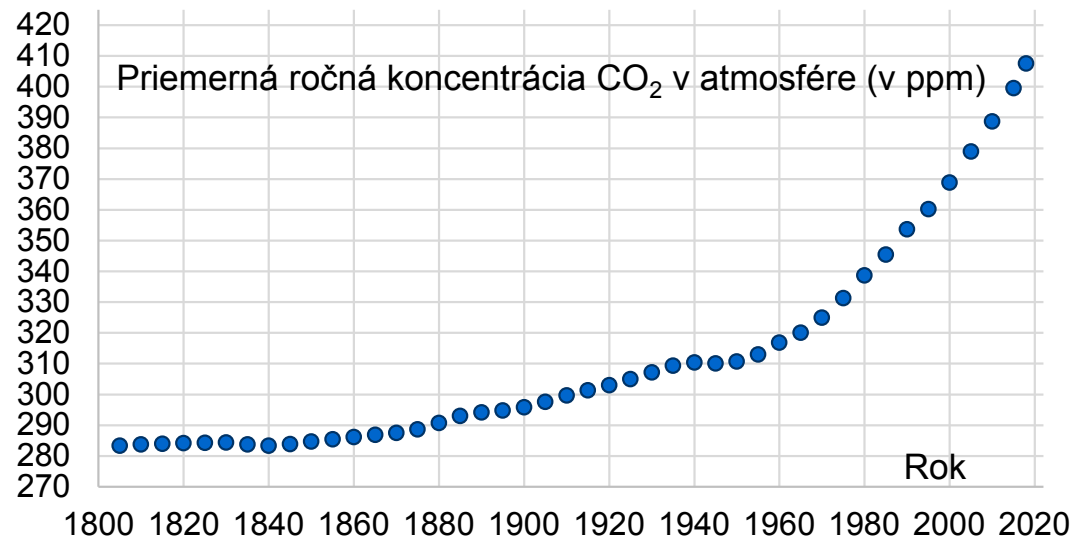
Antropogénne príčiny KZ

(Harris 2004; Braniš & Hůnová 2009; Pecho 2012; IPCC 2021)

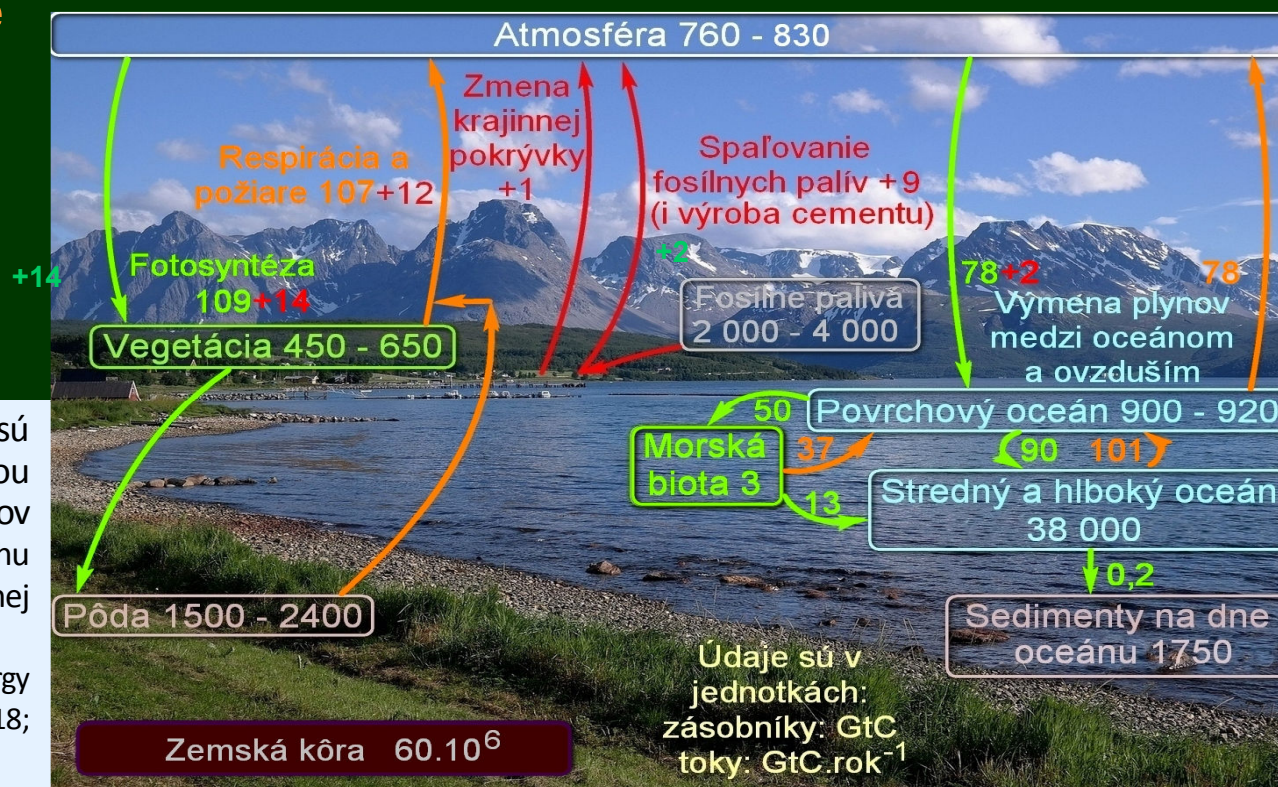
Narušenie cyklu uhlíka

- ✓ spaľovanie fosílnych palív
- ✓ zmena krajinnej pokrývky
- ✓ intenzívne poľnohospodárstvo
- ✓ zohrievanie a acidifikácia oceánov

→ koncentrácia CO₂ v atmosfére je vyššia ako kedykoľvek za posledných 2 milióny rokov



Priemerná ročná koncentrácia CO₂ v atmosfére. Autor grafu: Peter Sabo.
Zdroj údajov: Európska environmentálna agentúra (EEA) 2019. Pôvodný zdroj podľa EEA: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).
https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/atmospheric-concentration-of-carbon-dioxide-5/#tab-chart_6



Zásobníky a cyklus uhlíka. Zelenou farbou kriviek sú označené prirodzené toky CO₂ z atmosféry, oranžovou toky CO₂ do atmosféry a červenou toky a zmeny tokov CO₂ v dôsledku ľudských aktivít (Ilustrácia je trochu zjednodušená, nie je v nej zachytený tok uhlíka zo sopečnej činnosti, ani zo zvetrávania hornín.)

Schéma: Peter Sabo. Námet a údaje podľa: US Dept. Of Energy 2008; the University of New Hampshire 2008; IPCC 2013, 2018; CAIN et al. 2014. Pozadie, foto: © Martin Sabo

Iné významné skleníkové plyny

(Harris 2004; Braniš & Hůnová 2009; IPCC 2018; 2021)

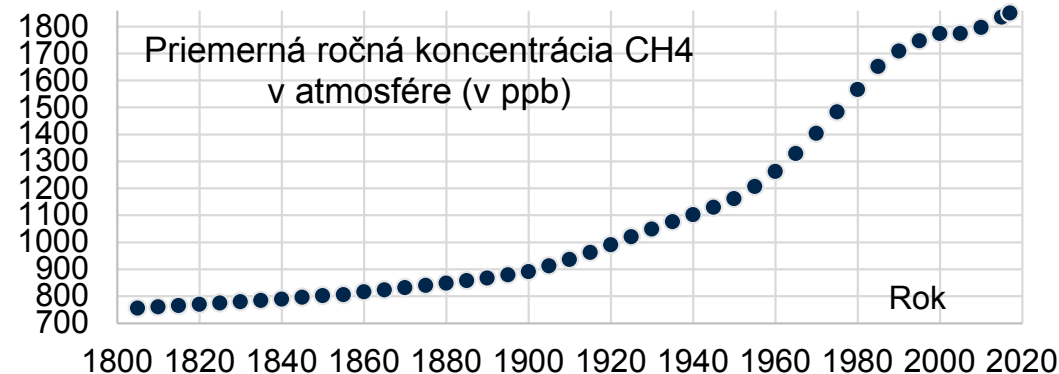
Metán (CH₄)

ohrevný potenciál za 100 rokov 28 – 36 x vyšší

Prírodné zdroje: mokrade, jazerá, oceány, permafrost, zemný plyn, termitiská

Antropogénne zdroje:

- ťažba a transport fosílnych palív
- zavlažované ryžové polia
- chov hovädzieho dobytku a oviec
- spaľovanie biomasy a skládky odpadu



Priemerná ročná koncentrácia CO₂ v atmosfére. Autor grafu: Peter Sabo.
Zdroj údajov: Európska environmentálna agentúra (EEA) 2019. Pôvodný zdroj podľa EEA: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).
https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/atmospheric-concentration-of-carbon-dioxide-5/#tab-chart_6

Oxid dusný (N₂O)

ohrevný potenciál 265 – 298 x vyšší ako u CO₂

Prírodné zdroje: oceány, pôda

- spaľovanie fosílnych palív a biomasy
- chemický priemysel, dusíkaté hnojivá, odpady

Ozón (O₃)

Prírodné zdroje: v stratosfére + prízemný ozón

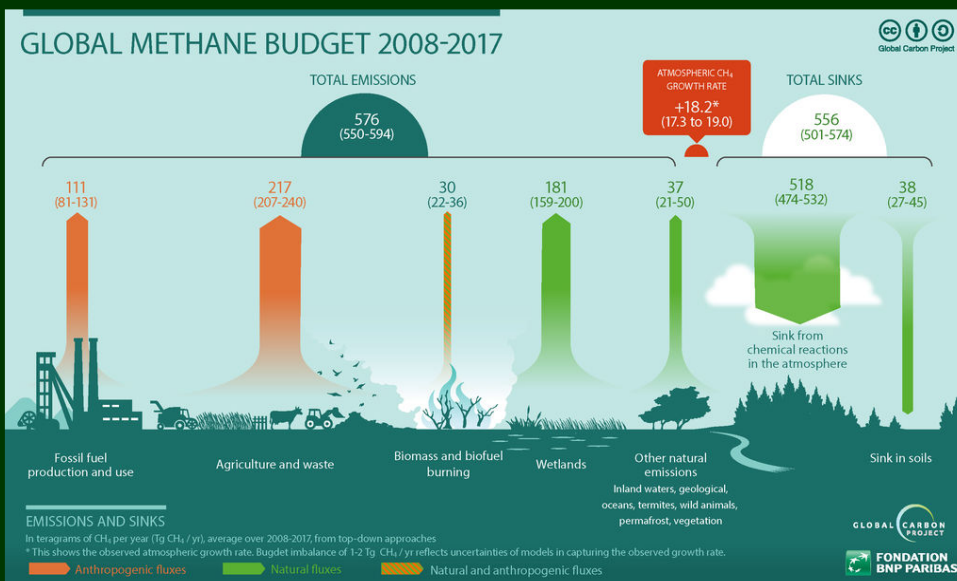
- významná zložka fotochemického smogu

Halogénované uhl'ovodíky

- CFC → 4 660 x (CFC11) až 13900 x (CFC13)
- HCFC → 1 760 x / PFC → 6 600- 11 100 x

Fluorid dusitý (NF₃) a f. sírový (SF₆)

- NF₃: v mikroelektronike → 16 100 x vyšší efekt
- SF₆: izolácie vysokého napätia → 23 500 x



Globálna bilancia metánu 2008-2017 (v Tg).

Autor / Zdroj: The Global Carbon Project. Creative Commons BY 4.0.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Global_Methane_Budget_2008%E2%80%99%E2%80%932017.png

Ďalšie antropogénne faktory zmeny klímy

(Rockström et al. 2009; Steffen et al. 2015a; IPBES 2019; IUCN 2021)

Úbytok integrity biosféry

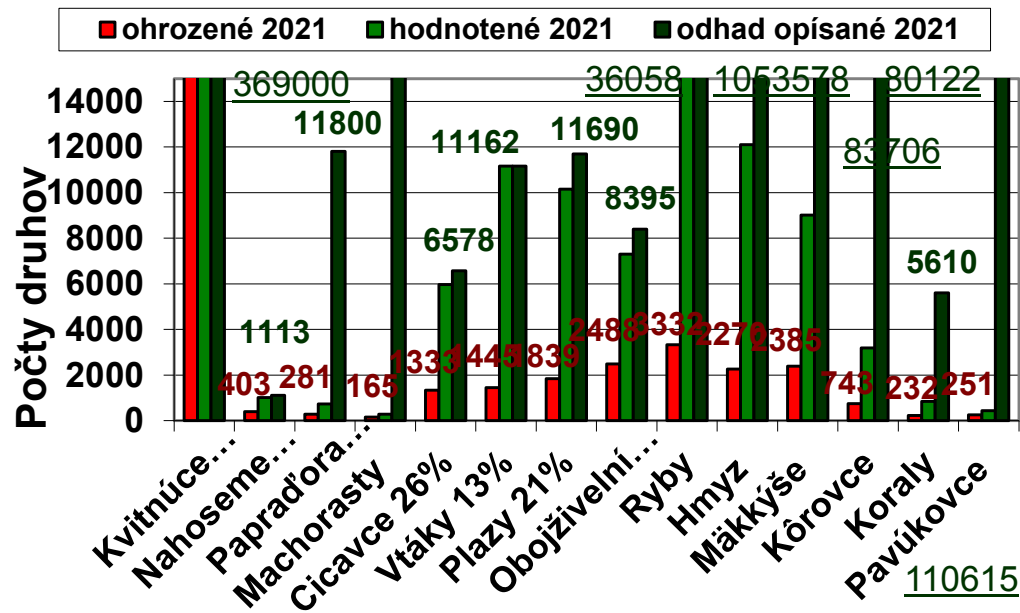
Riadiaca premenná: genetická diverzita
a rýchlosť vymierania druhov:

prirodená extinkcia: 1 E/MSY

prah bezpečia: 10 E/MSY

prah neistoty: 10 – 100 E/MSY

realita: 100 – 1000 E/MSY



Počty globálne ohrozených, hodnotených a opísaných druhov vo vybraných taxonomických skupinách v roku 2021. Autor grafu: Peter Sabo. Zdroj údajov: IUCN 2021: IUCN RedList of Threatened Species. Version 2021-3.

Narušenie vodného cyklu

Riadiaca premenná: globálne čerpanie vody

1) globálny prah bezpečia: 4 000 km³ ročne

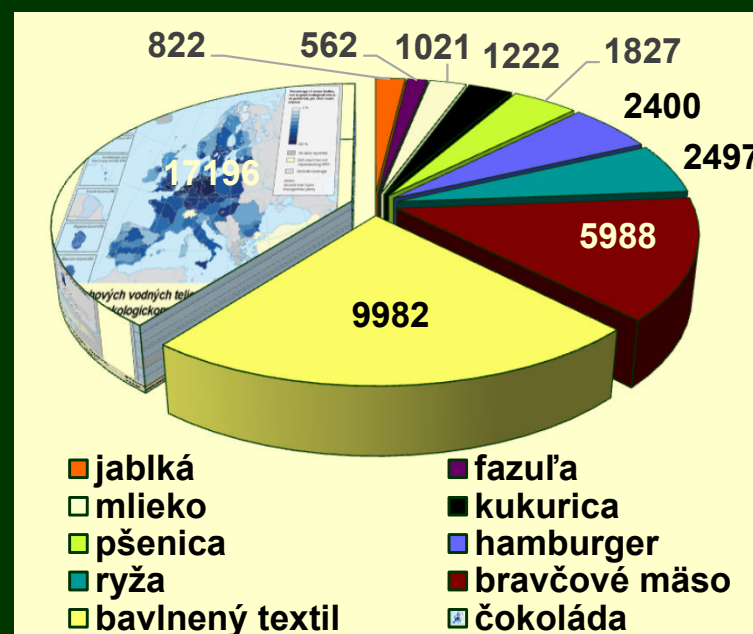
realita: 2 600 km³ ročne

2) Zóny neistoty pre rôzne povodia:

s nízkym prietokom: 25 – 55%

so stredným prietokom: 40 – 70%

s vysokým prietokom: 55 – 85%



Spotreba vody na 1 kg produkcie. Autor grafu: Peter Sabo 2022; Zdroj údajov: Mekonnen & Hoekstra 2010

Zmena krajinnej pokrývky

=> vplyvy na klimatický systém

(Rockström et al. 2009, Steffen et al. 2015a; Winkler et al. 2019)

Zostatok lesov (z pôvodnej rozlohy)

prah bezpečia: globálne: 75 %, realita: 62 %

→ boreálne a tropické lesy: 85 %

→ lesy mierneho pásma: 50 %

realita: 1990-2020 strata 420 mil ha pralesov
(netto odlesnenie: 178 mil ha)

Starší index: premena krajiny na ornú pôdu

prah bezpečia: 15 %, realita: 12,6 %



Odlesňovanie v Amazónii, štát Maranhão, Brazília 2016

Autor: Ibama /Flickr from Brasil
Creative Commons BY 2.0

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Opera%C3%A7%C3%A3o_Hymenaea,_Julho-2016_\(29399454651\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Opera%C3%A7%C3%A3o_Hymenaea,_Julho-2016_(29399454651).jpg)

1960 – 2019: zmena 1/3 povrchu pevnín
(43 mil km²)

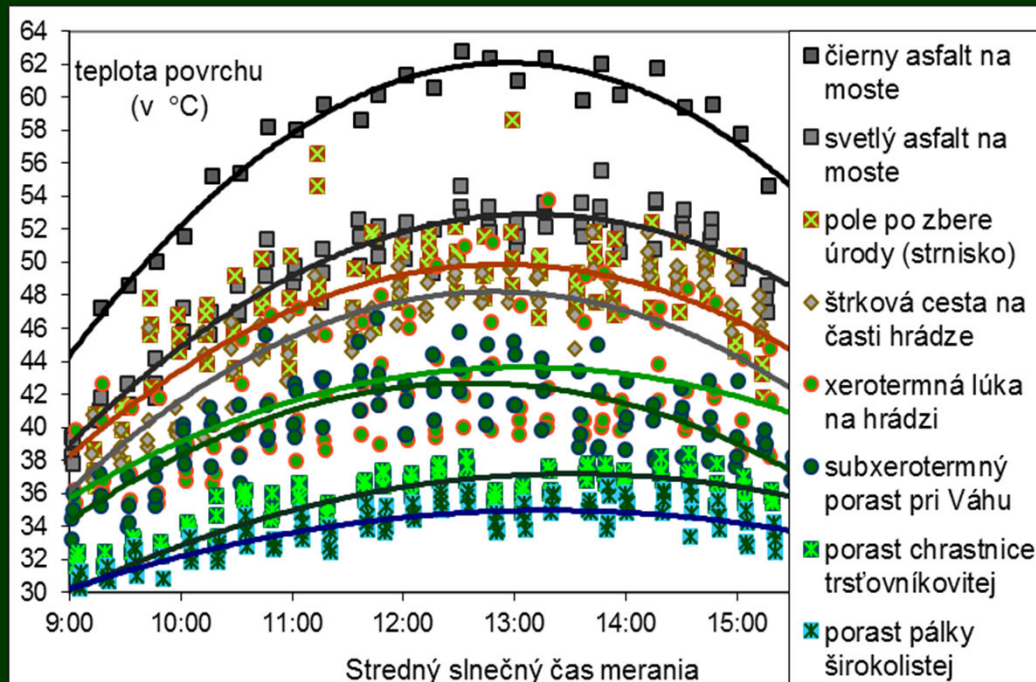
Degradácia: 1/4 obývateľnej rozlohy kontinentov

Zmena vlastností zemského povrchu

- zmena energet. bilancie, rast T (+1,59 °C)
- zníženie retenčnej a infiltrač. kapacity
- vyššie emisie skleníkových plynov

Úbytok bioty a biodiverzity

- narušené biotické regulačné procesy
- menej mimoprodukč. ekosystém. služieb



Prehrievanie krajiny v dôsledku zmien krajinnej pokrývky.

Autor grafu: Peter Sabo, 2018. Zdroj údajov: Chovanko, 2012.

Blok 3. Následky změny klímy na složky přírodního prostředí a na člověka

Procesy v hydrosfére

(Pecho 2012; IPCC 2014, 2018, 2019a,b, 2021; EEA 2012, 2017)

Oceány

- od 80. rokov pohltili 20-30% emisií CO₂
→ acidifikácia ohrozuje morský život
- vrchná vrstva (0 – 700 m) sa zohriala
→ termálna expanzia + úbytok kyslíka
- nárast hladiny (1901 – 2018): 20 cm
→ riziko pre nízke pobrežia a ostrovy
- ohrozenie zásob pitnej vody na pobreží
- nepriaznivé vplyvy na biodiverzitu

Kontinenty

- rast zrážok, ich nerovnomerná distribúcia
- rast extrémnych poveternostných udalostí
- úbytok zdrojov a znečistenie pitnej vody
- zaplavené polia a vyššia erózia pôdy

Synergia: výrazná premena krajiny

→ zníženie vodozadržnej kapacity krajiny

Kryosféra

Arktída: priem. ročná strata ľadu (1979 – 2015) 42 000 km² / v lete 89 000 km²
1979–1988 → 2010–2019: -40% (Sept) / -20% (Mar)

Grónsky ľadovec: v období 2006-2015: 278 Gt ročne, pri úplnej strate: ↑ oceánu o 7 m

Antarktída: 155 Gt ročne (2006 – 2015)
→ topenie v 21. stor: ↑ hladiny oceánu o 1 m

Ľadovce na kontinentoch (10%)

→ v Alpách od 1900 strata 50% objemu ľadu
→ zo 150 ľadovcov NP Glacier (USA) ostalo 27

Topenie permafrostu

→ úbytok rozlohy a hrúbky najmä S a SV Ruska



Ľadovec Whitechuck (USA) ustúpil v období 1973 - 2006 o 1,9 km.

Autor: Mauri Pelto at English Wikipedia and Peltoms at English Wikipedia, Public Domain

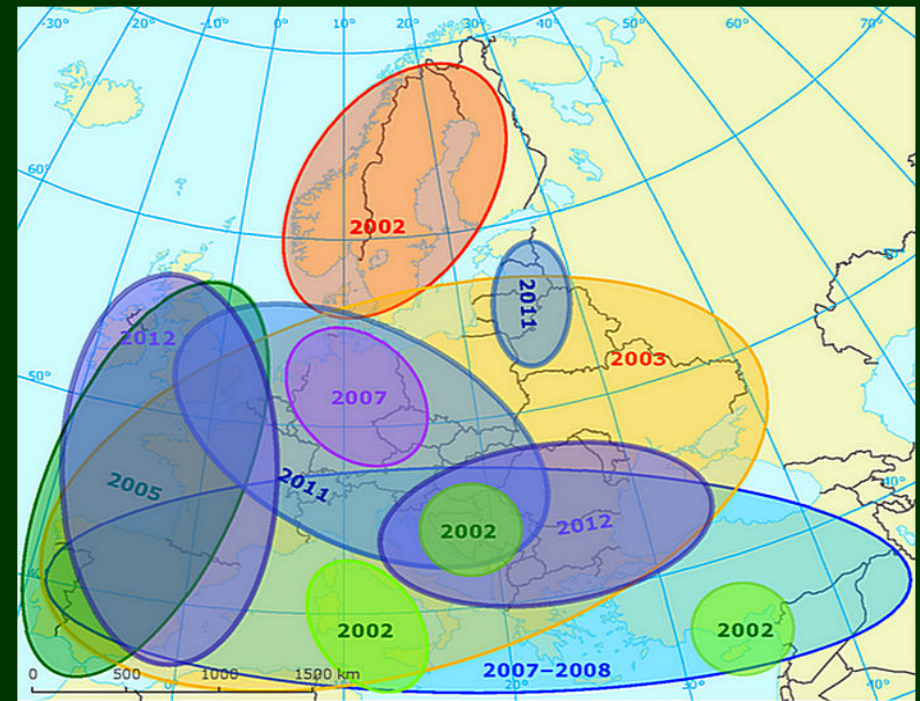
Zmeny dynamiky zrážok

(Pecho 2021; IPCC 2018, 2021)

- ↑ globálny nárast, extrémne zrážky
- ↑ nárast vo vyšších zemepisných šírkach, pokles v subtrópoch
- ↑ frekvencie a intenzity tajfúnov a hurikánov
- ↑ extrémne vlny horúčav a dlhotrvajúce suchá

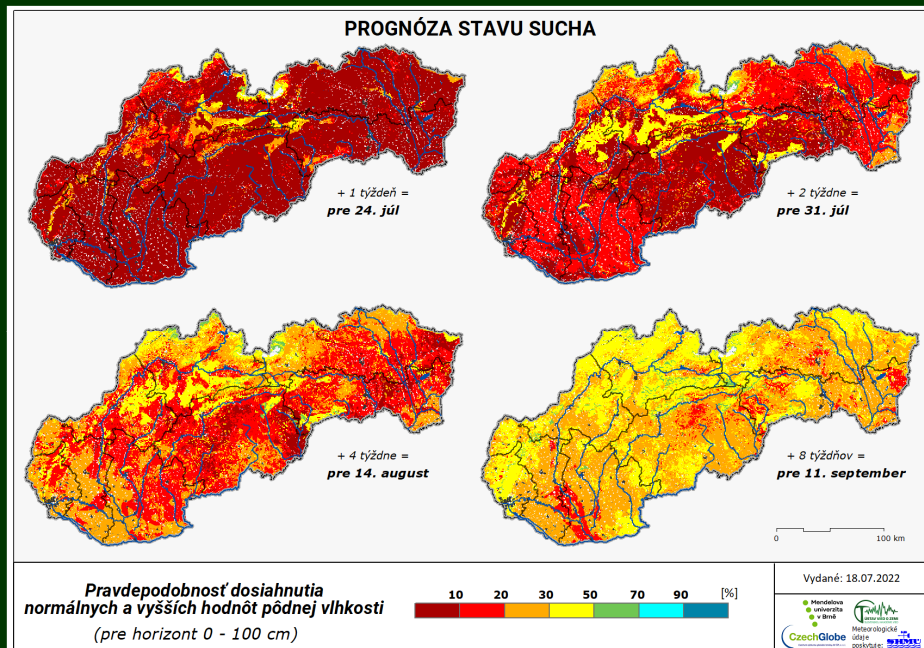
Extrémne sucho na Blízkom východe

NASA: v období 1998 - 2012 900-ročné sucho



Obdobia nedostatku vody a dlhotrvajúceho sucha

Autor/ Zdroj: © European Environment Agency (EEA) 2012. EEA Maps and Graphs, Kodaň, Dánsko. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/main-drought-events-in-europe>



Autor / Zdroj: Portál Intersucho.cz. Prevádzkovatelia: Mendelova univerzita v Brne, Státní pozemkový úřad, Akademie věd ČR. <https://www.intersucho.cz/sk/predpoved/?mapcountry=sk>

Európa

- vodný stres zasahuje 20% územia
- 2022: 500-ročné sucho

Slovensko

- pokles zrážok o 1,3%, na juhu o 10%
- pokles relatívnej vlhkosti o 5 %
- pokles priem. prietoku riek o 10%

Ohrozenie biodiverzity - suchozemských ekosystémov

(EEA 2012, 2017, 2020;; IMŽp 2018; IPCC 2019a)

Zmena teploty, zrážok, frekvencie a intenzity disturbancií

- dlhotrvajúce suchá, vysušovanie južnej a strednej Európy
- riziko savanizácie Amazónie (synergia odlesňovania a KZ)
- rast teploty o 3 – 4 °C eliminuje až 85% mokradí

Fyziologické zmeny organizmov a druhov

- vyšší stres, znížená vitalita populácií zraniteľ. druhov

Zmeny areálov druhov, posuny smerom k pólom

- prenikanie teplomilných druhov, ústup chladnomilných
- posun vegetačných pásiem a vegetačných stupňov
- zmeny druhového zloženia biotopov a ekosystémov

Zmeny fenologických fáz

- úbytok potravy pre živočíchy, trofické nezhody
- úbytok integrity a rast zraniteľnosti ekosystémov

Narušenie migračných trás

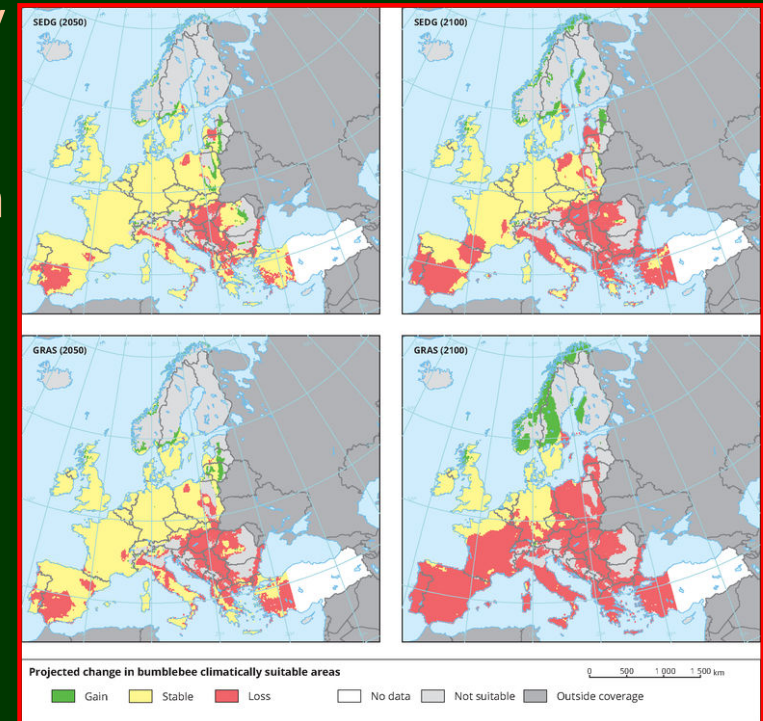
- zimovanie niektorých sťahovav. druhov v Európe



Foto: © Peter Sabo

80% biotopu stratí

- 36-55 % alpínskych druhov
- 31-55 % subalpínskych
- 19-46 % horských druhov



Prognóza zmeny biotopov pre čmeliakov.

Autor / Zdroj: © European Environment agency. EEA Maps and Graphs, Kodaň, Dánsko. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/projected-change-in-bumblebee-climatically>

Vplyvy na vodný cyklus

(Pekárová & Szolgay 2005; Pecho 2012; EEA 2012, 2017; MŽP 2018)

- rast teploty → rast výparu (evaporácie)
- znížená snehová a ľadová pokrývka
- ↑ odtoku v zime, ↓ odtoku v lete
- rast frekvencie, intenzity a trvania období dlhotrvajúceho sucha a vln horúčav

Slovensko: pokles priemerného prietoku vodných tokov o 10 % (1961 – 2000)

Na lesné hospodárstvo

(EEA 2012, 2017; MŽP 2018; Škvarenina et al. 2018)

- posun vegetačných pásiem a stupňov
- zmeny akumulácie a rozkladu org. hmoty
- vyšší stres zo sucha (stred a juh Európy)

Slovensko: zníženie vitality a produktivity smreka, posun produkčného optima buka



Na poľnohospodárstvo (EEA 2017; MŽP 2018)

Prínosy

- + nové obilninárske oblasti na severe
- + rýchlejšia fotosyntéza, vyššia prim. produkcia
- + dlhšie vegetačné obdobie

Straty

- nižšia produkcia v tradičných oblastiach,
- nižšia vlhkosť pôdy, aridizácia (S a J Európa)
→ nutné závlahy, riziko zasoľovania pôdy
- dlhotrvajúce suchá
→ pokles úrod obilnín, strukovín, ovocia...
- posuny fenol. fáz vz. náhle zmeny počasia
→ jarné mrazy ohrozujú ovocné sady
→ zmeny potrav. vzťahov, ↑ pesticídov
- prenikanie nových druhov burín a škodcov



Klimatická zmena a ľudské zdravie

Priame ohrozenie ľudského zdravia

- ✓ vlny horúčav: ↓ ľudí s ochoreniami srdca a ciev alebo dýchacieho aparátu
- ✓ záplavy: ↑ úplavice, hepatitídy a iných infekčných ochorení
- ✓ teplo: ↑ prenášačov patogény: plazmódium malárie, vírus žltej zimnice

Nepriame ohrozenie znížením kvality prostredia a potravín

- ↓ stavu ovzdušia, kvality pitnej vody, produkcie potravín a bezpečia sídel
- ↓ stresu a zdravotných rizík z chladu, ↑ stresu a rizík z tepla a horúčav
- ↓ zníženie globálnej produkcie potravín → potravinová kríza

Situácia na Slovensku

- ✓ ↑ zdravotných rizík z vln horúčav a záplav, ohrozenie obydľí
- ✓ ↑ areálu kliešťa: nárast ochorení na encefalitídu a boreliózu

Environmentálni utečenci

- ✓ UNHCR, od roku 2008 presídlených ročne priemerne 21,5 milióna ľudí
- ✓ 260 miliónov ľudí je ohrozených stúpaním hladiny oceánov
→ prognóza nárastu enviro utečencov do roku 2050: 1 miliarda ľudí ?

Blok 4. Parížska dohoda, mechanický vz. systémový prístup k zmene klímy

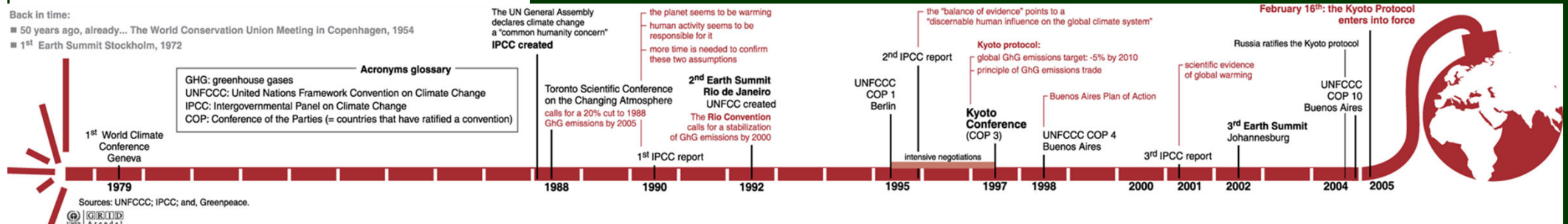
Zmierňovanie klimatickej zmeny vz. adaptačné opatrenia

1992: Rámcový dohovor o klimatickej zmene

1997 / 2005: Kjótsky protokol: plán zníženia emisií o 5-8 % oproti 1990

→ realita: 1992 – 2008: nárast globálnych emisií CO₂ o 36 % → 2018: 37 Gt ročne
v r. 2012 predĺžený do roku 2020, cieľ: 18 % zníženie emisií

História Kjótskeho protokolu



Parížska dohoda: prahy oteplenia

(IPCC 2018, 2021; WMO 2019)

- **Cieľ 2 °C:** do r. 2030 znížiť emisie CO₂ o 25 % (voči 2010)
→ do roku 2070 znížiť emisie na nulu
- **Cieľ 1,5 °C:** do r. 2030 znížiť emisie CO₂ o 45 %
→ do roku 2050 znížiť emisie na nulu

European Green Deal

(European Commission 2022)

- do r. 2030 znížiť emisie CO₂ o 55 % (oproti 1990)
- do r. 2050 dosiahnuť uhlíkovú neutralitu

Autor: UNEP / GRID - Arendal, kartografi: Philippe Rekacewicz, Emmanuelle Bournay, <https://www.grida.no/resources/6900>



Medzinárodné hnutie „Fridays for Future“.
Foto: Leonhard Lenz 2019, Public Domain

Veľký omyl technokratického riešenia problému klímy

Európa: biomasa „uhlíkovo neutrálna“

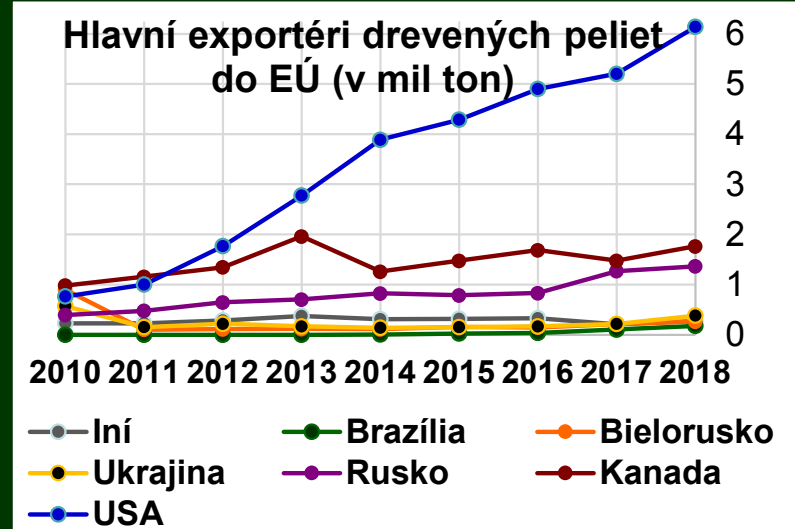
(Voegelé 219, ETIP 2020, IFI 2021)

- ❑ OZE 2018: zásadný zdroj je bioenergia: 58 %
- ❑ Bioenergia 2018: podiel pevnej biomasy 70 %
- ❑ Drevené pelety: spotreba: 27 mil t, import 10 mil t
import EÚ 2021: 3,7 mil ton
- ❑ Dotácie EÚ na spaľovanie biomasy 2017: 6,5 mld EUR

Biopalivá: „bionafta“ za pralesy?

(Fargione et al. 2008; Guillaume et al. 2018; Meijaard et al. 2018)

- ❑ palmový olej 2021: plantáže cez 20 mil ha (4 x SR)
- ❑ producenti: Indonézia + Malajzia (85 %), Thajsko
 - JV Ázia: 23 % plantáží za cenu odlesňovania
 - 64% ohrozených druhov vtákov / 54% cicavcov
- ❑ najväčší importéri: India, Čína, Pakistan, USA, EÚ
 - EÚ 2019: > 50 % do bionafty
 - 3 x vyššie emisie, uhlíková neutralita po 423 rokoch



Zdroj údajov: USDA Foreign Agricultural Service's Global Agricultural Information Network, In: Rafal Chudy: EU as the world's largest wood pellet market, Forest Monitor &, Voegelé E., 2019, Report: EU demand for wood pellets continues to grow, Biomass Magazine, August 05, 2019

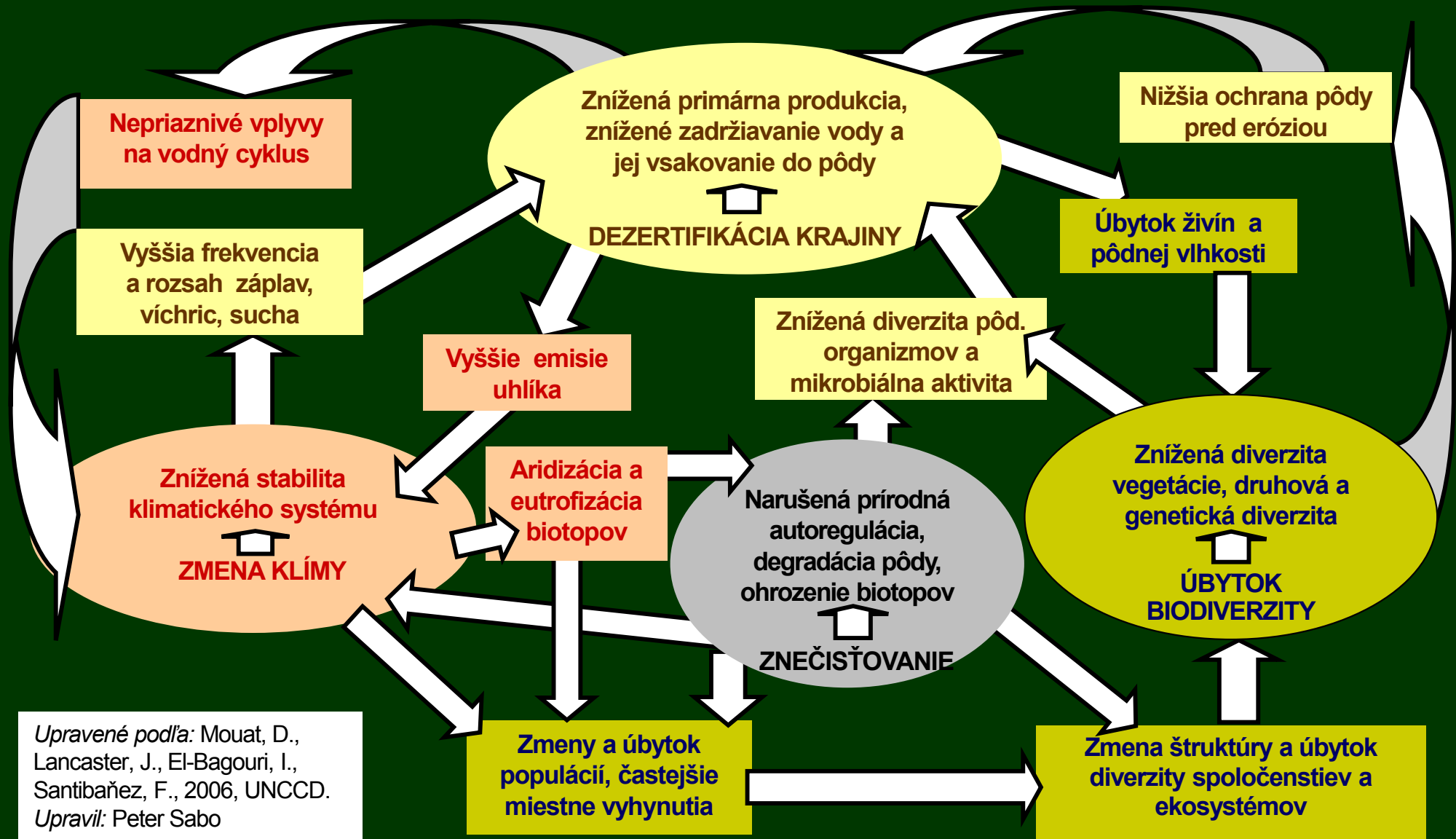


Plantáže palmy olejovej na Jáve (Indonézia)

Autor: Achmad Rabin Taim Jakarta, Creative Commons BY 2.0.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oil_palm_plantation_in_Cigudeg-03.jpg

Rozsah globálnych výziev vyžaduje systémový prístup

Synergia medzi stratou biodiverzity, zmenou krajiny a klímy



Kľúčom k riešeniu globálnych výziev je predovšetkým múdre spravovanie krajiny

Priority zmierňovacích opatrení



1) Zníženie spotreby energie

- úsporné domy, byty, kancelárie
- zníženie transportu a objemu medzinárodného obchodu
- lokálna produkcia a práca z domu
- podpora pešej a cyklistickej mobility
- nižšia konzumácia mäsa

3) Zvýšenie energetickej účinnosti

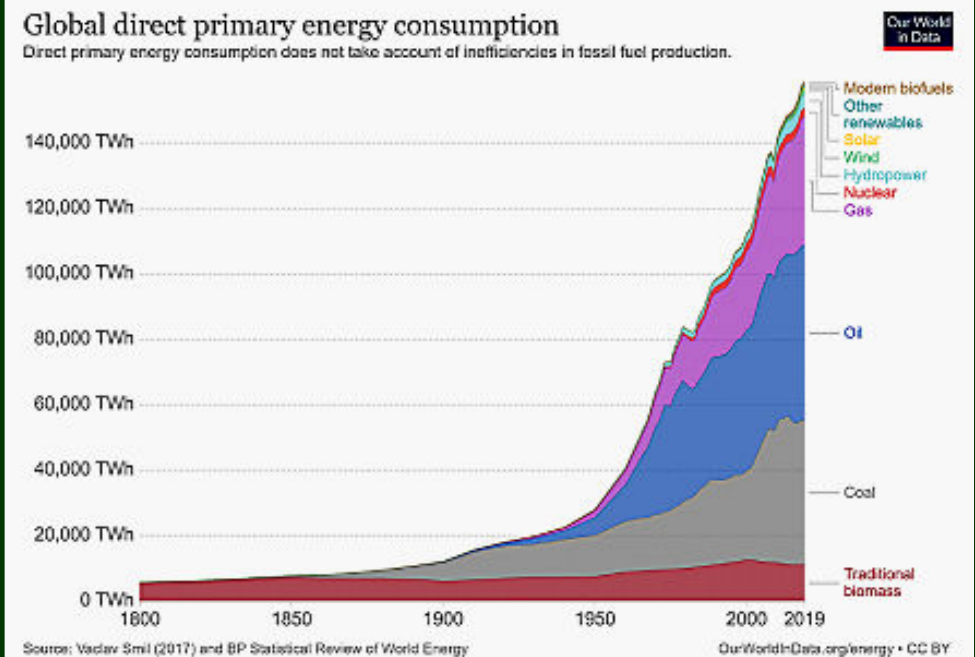
- úsporné motory a zariadenia
- kogenerátory el. energie a tepla

4) Zvýšenie podielu udržateľ. OZE

- zvýšiť podiel obnoviteľ. zdrojov (OZE)
- rešpektovať ekologické limity krajiny

2) Posilnenie zápor. spät. väzieb

- obnova a ochrana prírodných ekosystémov, najmä starých lesov
- posilnenie zelenej infraštruktúry v poľnohospod. a urbánnej krajine
- zvýšenie primárnej produktivity . . .



Podiel rôznych zdrojov na spotrebe energie.

Autor / Zdroj: Hannah Ritchie & Max Roser, Our World in Data, podľa Vaclav Smil and BP Statistical review of World Energy, Creative Commons BY 4.0
[https://en.wikipedia.org/wiki/World_energy_consumption#/media/File:Global-primary-energy_\(1\).png](https://en.wikipedia.org/wiki/World_energy_consumption#/media/File:Global-primary-energy_(1).png)

Blok 5. Významné špecifiká miest vo vzťahu ku zmene klímy

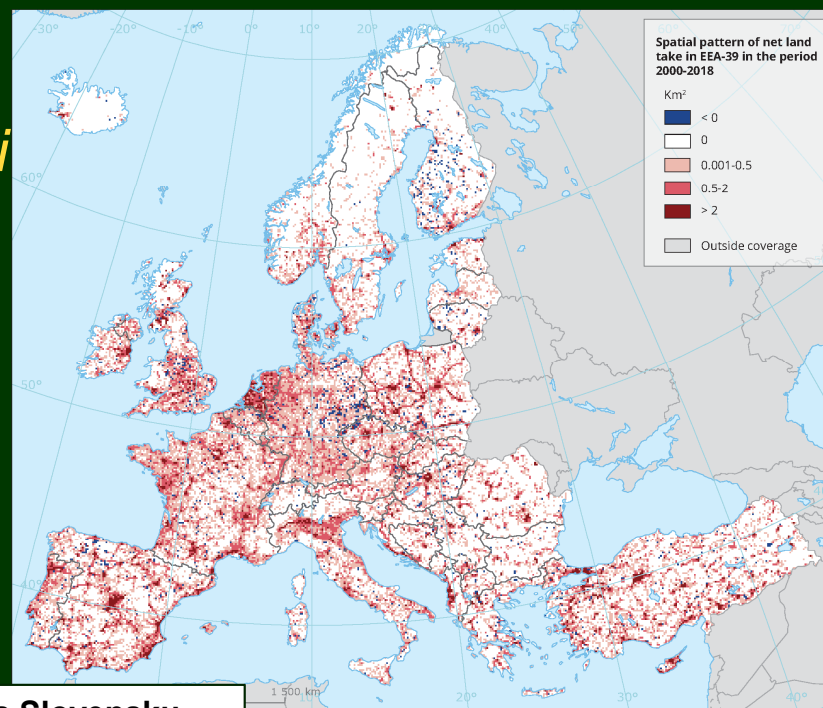
Pečatenie pôdy – stav v EÚ

Prekrytie pôdy nepriepustnými umelými povrchmi

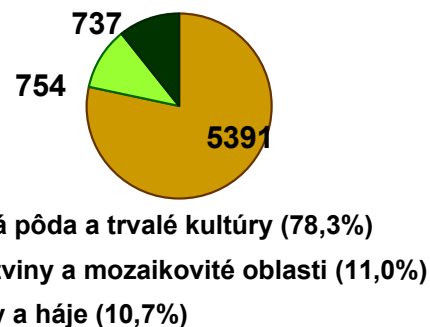
- ❖ v období 2000 – 2018: zapečatených 14 069 km²
- ❖ rekultivovaných iba 1 269 km
- ❖ Cieľ: „neutralita“ pečatenia pôdy do r. 2050 (EEA 2017)

Dôsledky

- strata produkčných a ekologických funkcií pôdy
- negatívny vplyv na hydrologický režim
- fragmentácia biotopov a populácií



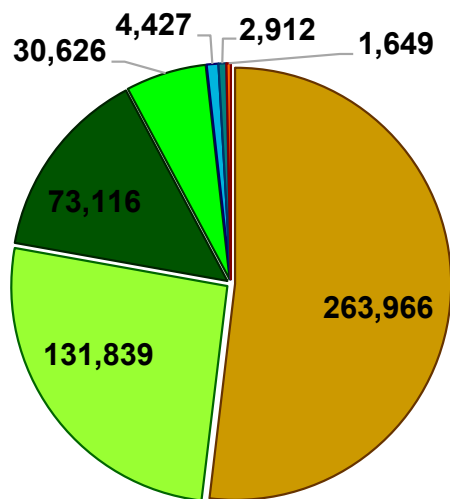
Zábery pôdy na Slovensku v období 2006 - 2012



Priestorové rozloženie záberu pôdy pečatením v období 2000 – 2018.

Autor / Zdroj: © Európska environmentálna agentúra, 2019. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/spatial-pattern-of-net-land>

Zábery pôdy urbanizáciou v EÚ- 28 podľa typu krajiny pokrývky (v ha)



- Orná pôda a trvalé kultúry (51,9%)
- Pastviny a mozaikovitá poľnoh. oblasti (25,9%)
- Lesy a háje (14,4%)
- Prírod. trávne porasty, vresoviská, sklerofyty (6,0%)
- Vodné toky a vodné plochy (0,9%)
- Mokrade (0,6%)
- Otvorené plochy s minimom alebo bez vegetácie (0,3%)

Zábery pôdy v EÚ a v SR urbanizáciou a inou výstavbou v období 2006 - 2012. Autor grafov: Peter Sabo. Zdroj údajov:

European Environment Agency, 2017. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/relative-contribution-of-land-cover-2#tab=dashboard-01>

Automobilka Jaguar Land Rover pri Nitre, zapečatených 66ha (budovy, komunikácie, parkoviská), celková zabraná plocha je vyššia. Foto: © Monika Medovičová

Prekrytie pôdy nepriepustnými povrchmi v BB

Banská Bystrica

(Lepeška 2016)

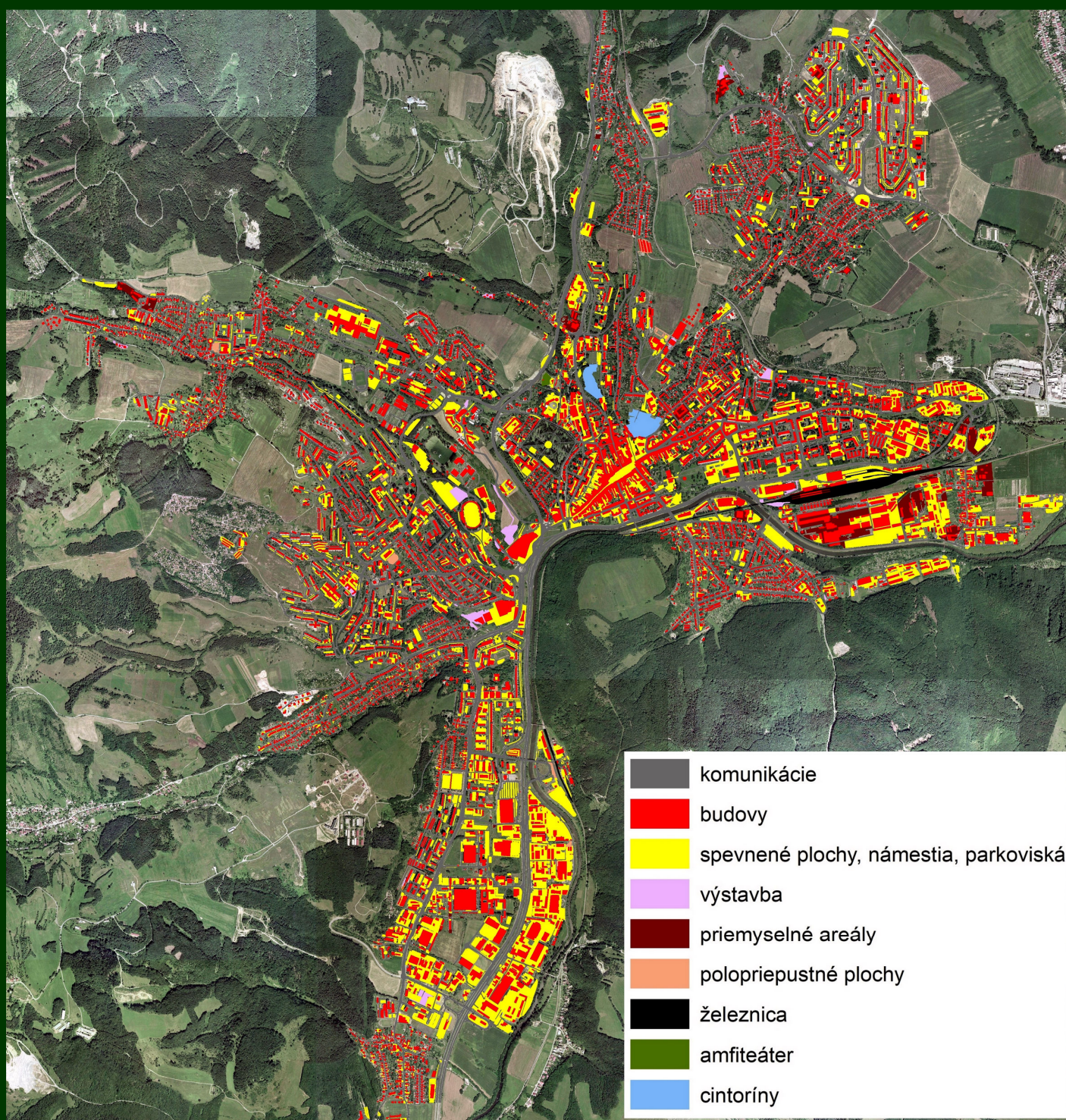
zapečatený povrch: 45%

- budovy: 40,41%
- komunikácie: 31,01%
- parkoviská: 25,28%

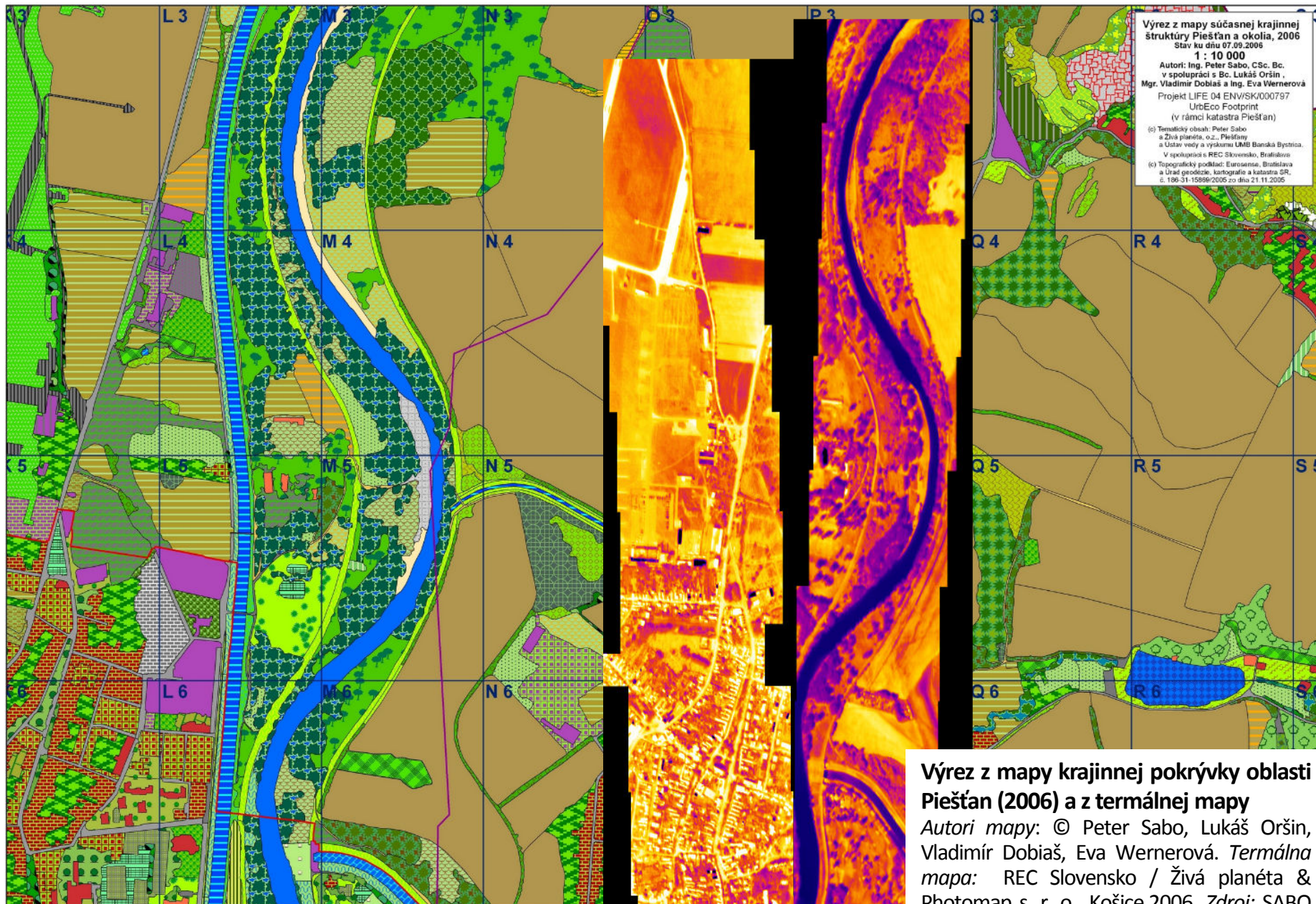
Ročný odtok: 6,25 mil m³

Rozsiahle pečatenie pôdy → zrýchlený odtok vody z územia

Pri zapečatení 35 – 50% povrchu je odtok min 3 x vyšší ako v prípade lesa



Prehrievanie nepriepustných povrchov v meste verzus ochladzovací efekt vegetácie a vody

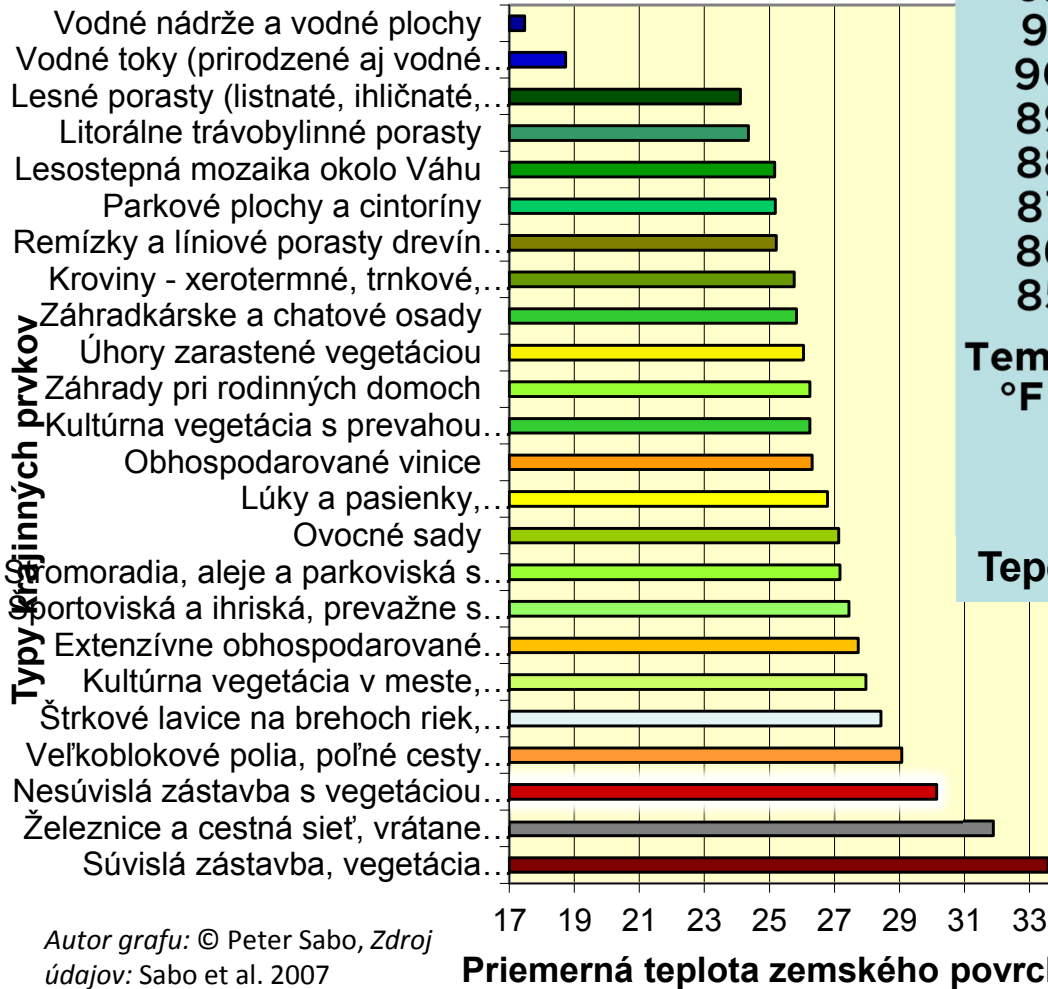


Časť termálnych snímok územia

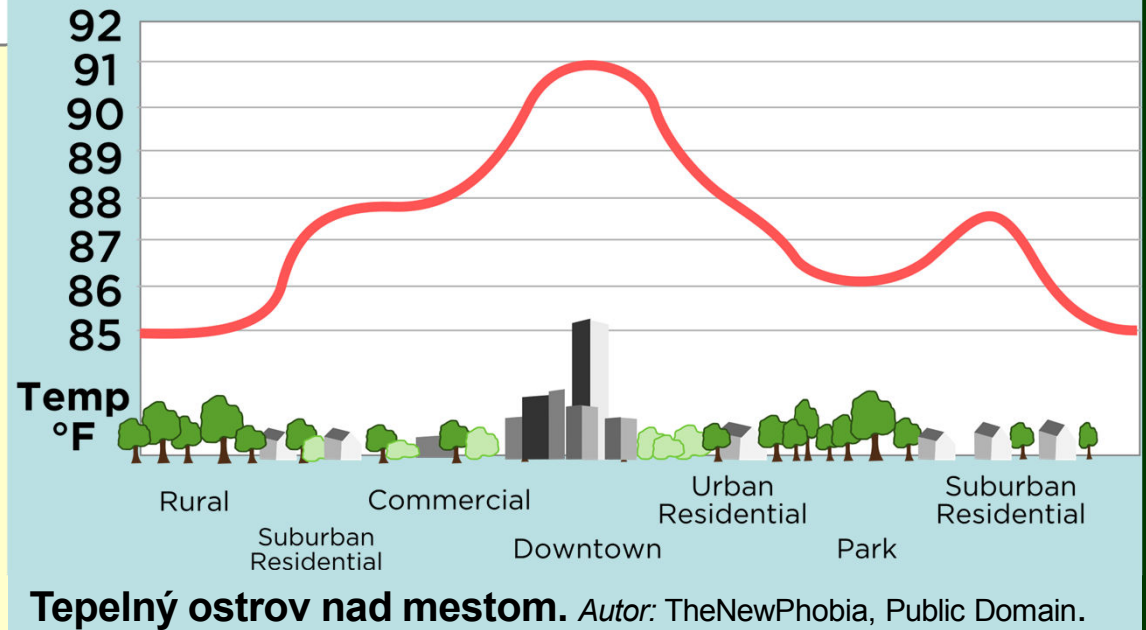
Priemerná teplota rôznych povrchov a tepelný ostrov

(Deilami et al. 2018)

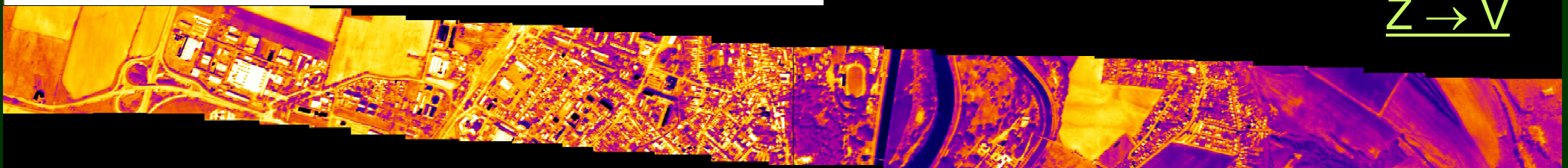
Priemerná teplota polygónu v páse 4



URBAN HEAT ISLAND PROFILE



Podstatou ochladzujúceho efektu vegetácie je disipácia slnečnej energie, najmä evapotranspiráciou



Termovízna snímka z regiónu Piešťan zo dňa 6.9.2006, náletové koridory č. 4 a 5
Projekt LIFE 04 ENV/SK/00797 UrbEco footprint (dodávateľ snímok: Photomap s.r.o.)

Z → V

Blok 6. Ekosystémové služby, ohrozenie a posilnenie zelenej infraštruktúry v urbánnej krajine

Fragmentárne vz. systémové adaptačné opatrenia

Problémy adaptačných opatrení

(Sabo et al. 2021)

- ✓ absencia vnímania kontextu → fragmentárny prístup
- ✓ redukcia problému → najmä „sivé“ opatrenia
- ✓ ignorovanie zložitosti ekosystémov → erózia života
- ✓ intenzívna nepriaznivá premena krajiny
→ úbytok ekosystémových služieb



Foto: © Peter Sabo.



Foto: © P. Sabo



Foto: © Ľudmila Sabová

Systemové adaptačné opatrenia

- ❖ integrovaný adaptačný manažment povodí
 - hodnotenie zraniteľnosti ekosystémov
 - obnova a udržiavanie infraštruktúry
 - zvýšenie vodozadržnej a infiltračnej kapacity v krajine, regenerácia pôdy
 - zvýšenie odolnosti dopravy, energetiky a stavieb voči extrémom počasia + zníženie ich uhlíkovej stopy
- ❖ monitoring a adaptívne riadenie procesov

Päť v jednom

adaptácia na klímu + ochrana vody + ochrana biodiverzity + krajiny a pôdy + vyššia kvalita života

Zelená infraštruktúra urbánnej krajiny (spojitá)

(Midriaková - Zaušková 2021)

Stromy a kroviny

- ✓ prirodzené brehové porasty
- ✓ parky a parčíky, solitérne dreviny
- ✓ botanické a komunitné záhrady, cintoríny
- ✓ záhrady pri domoch, ovocné sady
- ✓ zeleň sídlisk a vyhradených areálov
- ✓ aleje a stromoradia, živé ploty
- ✓ zelené strechy a vertikálna vegetácia

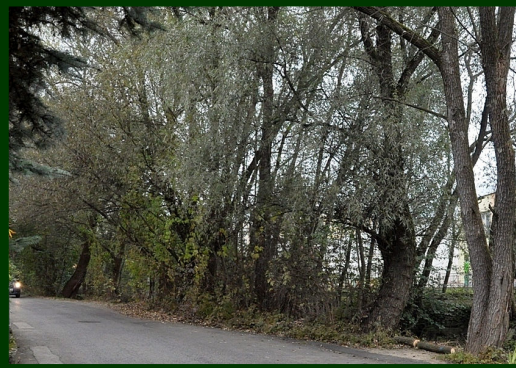
Trvalé trávne porasty

- ✓ trvalkové záhony a dažďové záhrady
- ✓ druhovo pestré porasty (menej kosieb)
- ✓ trávniky (s vysokou intenzitou kosenia)

Vodné toky a vodné plochy

- ✓ meandrujúce vodné toky a mokrade
- ✓ jazerá, rybníky a vodné nádrže
- ✓ zadržiavanie dažďovej vody v sídlach

Foto: © P. Sabo, Ľudmila Sabová



Ekosystémové služby zelenej infraštruktúry v meste

ES regulačné, klimatické a zdravotné

- ❖ regulácia miestnej klímy – teploty, vlhkosti, vetrov
- ❖ čistenie a ozdravovanie ovzdušia
- ❖ tlmenie hluku (izolačná zeleň)



ES regulačné, hydrické

- ❖ pozitívne ovplyvňovanie vodného cyklu
- ❖ zadržiavanie vody a jej infiltrácia, ochrana pred povodňami
- ❖ ochrana kvality vodných zdrojov, samočistenie vody



Foto: © Peter Sabo

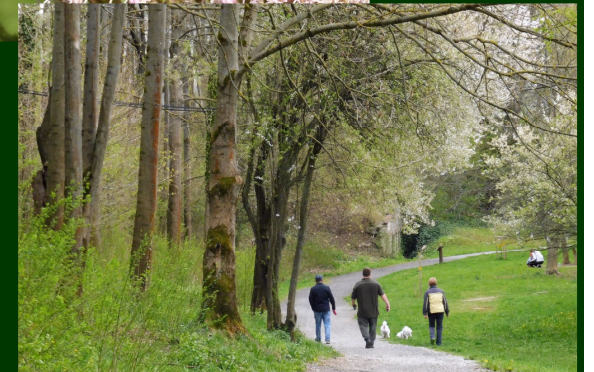
ES podporné, biotopové

- ❖ tvorba biotopov a ník, ochrana biodiverzity
- ❖ podpora hmyzu, pavúkov, vtáctva a iných živočíchov
- ❖ sekundárne hniezdiská (napr. dážďovníky, belorítky)



ES kultúrne

- ❖ estetické, rekreačné, vzdelávacie, psychohygienické
- ❖ vyššia kvalita prostredia pre život ľudí
- ❖ rozvoj miestnych komunít, spolupráce a participácie



Ohrozenia zelenej infraštruktúry urbánnej krajiny

- ✓ kanalizácia vodných tokov
- ✓ devastácia brehových porastov
- ✓ problematické ošetrovanie drevín
- ✓ zbytočné veľké spevnené plochy
- ✓ výsadba drevín s minikorunou
- ✓ nevhodný režim kosenia trávnikov
- ✓ narúšanie biocentier a biokoridorov
- ✓ nástup invázných druhov rastlín



Foto: © Ivan Chorvát



Foto: © P. Sabo



Foto: © P. Sabo



Ako posilniť zelenú infraštruktúru urbánnej krajiny

Zredukovať spevnené plochy

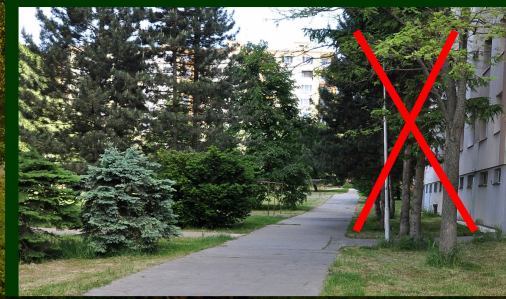
Zachytávať zrážkovú vodu

- ✓ dažďové záhrady, svejly, zberné nádoby
- ✓ vodné prvky, piťká na ihriskách

Zvyšovať rozlohu a konektivitu plôch mestskej zelene a ich kvalitu

- ✓ variabilný podiel drevín (50 - 70%)
- ✓ zohľadniť ekologické podmienky + hydrologické + stresové faktory
- ✓ vhodné druhové a vekové zloženie
- ✓ preferovať plnohodnotné stromy
 - s veľkou prirodzenou korunou
 - využívať dlhoveké dreviny

- ✓ nevysádzať invázne druhy
- ✓ dodržiavať arboristické štandardy
- ✓ komunitné záhrady a ovocné sady
- ✓ živé ploty a strešné záhrady



Číslo Druh stromu Adopter

1	Arbuzovník výrazný	rodina Hemerálky
2	Sátra	Viktoro Oros
3	Čerešňa vlna	rodina Kalkovka
4	Smrečec opadavý	leko a Adeska
5	Borovicová tráva	Mladá
6	Borovicová tráva	Šimon
7	Melastomaj tráva	ČZ Severná
8	Amorovič tráva	Podporovská
9	Magroň	Lauša a Park
10	zelená saporová	Róza, Semerka
11	zelená saporová	Luká & Tóti Laňo
12	Dub letný	Louča, Kozmčí
13	Smrečec opadavý	Šimon Petrál
14	Smrečec opadavý	Alex a Leo Fábry
15	Borovicová tráva	Reka Duřková
16	Maľba klon	Lada Kala
17	Sátra	Vierka Fortáčková
18	Maľba klon	Mari Fortáč
19	Silva demokritová	Nika Babáčková
20	Čerešňa vlna	Adriana
21	Čerešňa vlna	Nikola a Ivona
22	Maľba klon	Jana
23	Maľba klon	Kubianka
24	Maľba klon	Šimon
25	Maľba klon	Wino
26	Maľba klon	rodina MZDŠová
27	Maľba klon	Maja, Matúška a Váň
28	Maľba klon	rodina Jambor
29	Maľba klon	rodina Jambor
30	Maľba klon	Lepka, Gábor
31	Maľba klon	Tina
32	Maľba klon	Tatiana
33	Maľba klon	Láďka a Sára
34	Maľba klon	Adriana
35	Maľba klon	Janka
36	Maľba klon	Enka Jarcová
37	Maľba klon	Reka Jarcová
38	Maľba klon	Janka a Kaja Křáková
39	Maľba klon	Enka Jarcová
40	Maľba klon	Maja Šimon
41	Maľba klon	Maja Šimon

Adopcia drevín



Lúčne porasty – zmeniť kosenie

- ✓ znížená frekvencia kosieb
- ✓ termíny prispôbené počasiu
- ✓ mozaikovitá a etapovitá kosenie
- ✓ druhové zloženie pre biodiverzitu

Strešné záhrady a vertikálna zeleň

Zelená strecha

- pokrytá plne alebo čiastočne vegetáciou
- pôda nad vodonepriepustnou membránou
- prípadná bariéra proti prenikaniu koreňov
- odvodňujúci a zavlažovací systém

Ekosystémové služby

- ochladzovanie, zmierňovanie tepelného ostrova
- zníženie tepel. strát a spotreby energie v zime
- absorbovanie a využitie dažďovej vody
- nový biotop pre rastliny a živočíchy
- kvalitnejšie prostredie, možnosť relaxácie



Zelená stena v
Hronskom Beňadiku

Foto: © Ľudmila Sabová



Strešné
záhrady: 1,2
vo Viedni,
3) Atraktívna
El Hembra
(Španielsko)

Foto: © Eva
Wernerová

Ochrana živočíchov v sídlach

Ochrana vtáctva

- ✓ hniezdne biotopy výsadbou drevín
- ✓ hniezdne búdky (aj pre dážďovníky a sovy)
- ✓ neničiť hniezda belorítok
- ✓ napájadlá pre obdobia sucha

Ochrana ďalších živočíchov

- ✓ hniezdne búdky pre netopiere
- ✓ hniezdne búdky pre veveričky
- ✓ zimoviská pre ježkov
- ✓ hmyzie hotely
- ✓ úle na strechách budov
- ✓ ochrana hmyzu zmenou režimu kosenia
 - ponechávať vyšší porast
 - mozaikovitú (etapovitú) kosenu
 - zníženie frekvencie kosenia



Hmyzí hotel

Autor: Berthgmn,
Public Domain

Prečo potrebujeme hmyz?

Mnohé druhy hmyzu

- ✓ podieľajú sa na tvorbe pôdy
- ✓ rozkladajú exkrementy a odumreté zvyšky organizmov
- ✓ opelujú rastliny
- ✓ kypria pôdu
- ✓ rozširujú semená rastlín
- ✓ sú dôležitou potravou pre mnohé druhy živočíchov
- ✓ sú zdrojom liečiv
- ✓ indikujú nám kvalitu zložiek životného prostredia
- ✓ prinášajú nám zážitky a skrášľujú život



Foto: © Jana Ďurová

Čo ohrozuje hmyz v meste?

- ✓ chemizácia a iné znečisťovanie prostredia
- ✓ strata biotopov (zástavba, úbytok zelene)
- ✓ bariéry obmedzujúce migráciu
- ✓ intenzívne využívanie zelene a jej nízka druhová rozmanitosť
- ✓ sucha a prehriatie miest počas leta
- ✓ nesprávne osvetlenie (najmä modrým a bielym svetlom)



Foto: © Jana Ďurová

Ako podporiť hmyz v meste?

Systemové riešenie - zelená sieť doplnená o vodné prvky

- ✓ **tvoria ju:** parky, záhrady, aleje, živé ploty, zelené strechy, vertikálna zeleň, školské areály, ihriská, cintoríny, lúky a kvitnúce lúky, kvetinové záhony, zelené parkovanie, balkónová zeleň, mobilná zeleň + pramene, potoky, rieky, jazierka, fontány, misky
- ✓ **upraviť manažment zelených plôch:** znížená intenzita kosenia, mozaikovitú kosenie, ponechanie vyššej trávy, ponechanie mŕtveho dreva v parkoch, odborné a citlivé ošetrovanie stromov
- ✓ **znížiť chemizáciu:** v zime uprednostniť štrkový posyp pred solením, odstraňovanie burín z ciest a chodníkov tepelne a mechanicky
- ✓ **doplniť úkryty:** hmyzie domčeky a úle na strechách panelákov
- ✓ **biotopové funkcie:** šírenie a migrácia druhov a pestré životné prostredie pre živočíchy
- ✓ **kvalita života:** znižuje tepelný ostrov, znižuje prašnosť a hlučnosť, zadržiava vodu, zelené trasy pre cyklistickú a pešiu prepravu a miesta podporujúce komunitné stretávanie



Ako zadržať vodu v urbánnej krajine

(podľa Meier 2013, upravené)

Opatrenia v záhrade

Vytváranie jazierok, mokradí, priekop
→ zadržiavajú vodu, podporujú infiltráciu

Vytváranie dažďových záhrad

→ využitie zrážkovej vody (strechy, dvor)
→ podmienkou priepustné podložie (voda < 72 h)

Výsadba drevín a iných rastlín s dlhými koreňmi

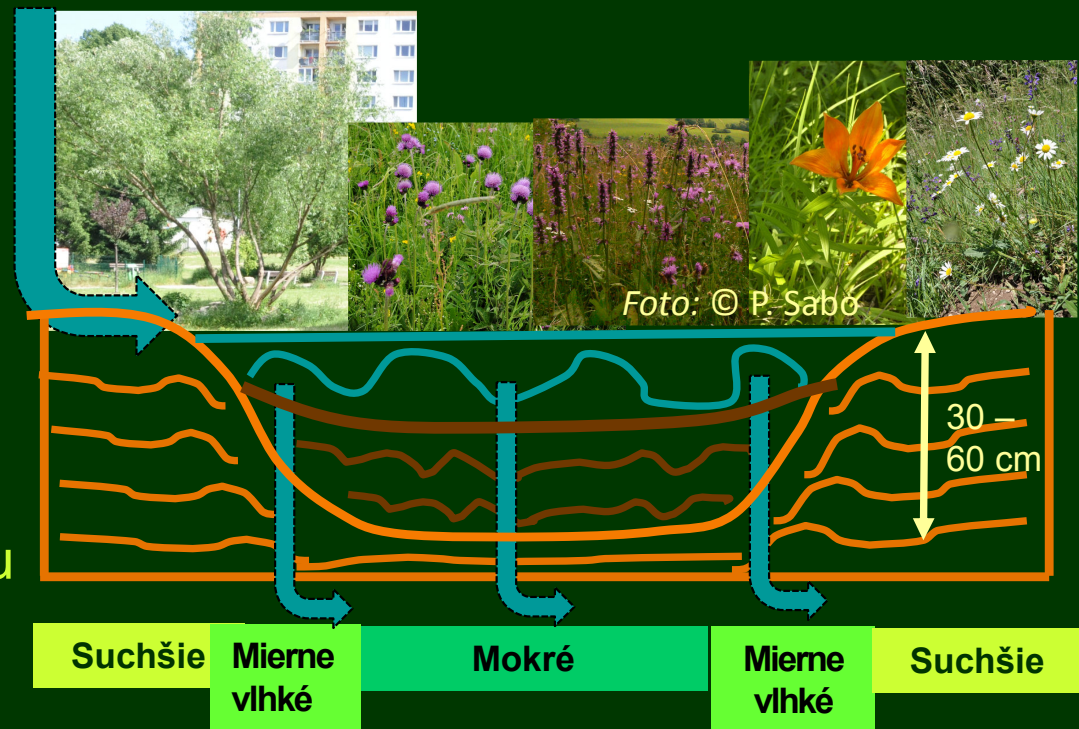
→ vyťahujú vodu z väčších hĺbok

Terasovanie svahovitého pozemku

→ zabraňuje rýchlemu odtoku vody

Inteligentné zavlažovanie

→ zabezpečuje vodu v období sucha



Dažďová záhrada

Autor: Moreau 1,
Public Domain

Svejly – kombinácia priekopy a násypu.

Autor: Aaron Volkening, Flickr,
Creative Commons BY 2.0
<https://ensia.com/features/green-infrastructure-maintenance-flooding-pollution-groundwater/>



Ako teda zmierňovať a adaptovať sa na zmenu klímy?

V súčasnosti už existujú početné rozmanité príklady dobrej praxe zo sveta. Aby sme však klímu, krajinu a biodiverzitu dokázali ochrániť, potrebujeme vnímať širšie súvislosti a vylúčiť mechanické prístupy, ktoré ich ignorujú



sabo.peterbb@gmail.com



breza13@gmail.com



sabova.lida@gmail.com

Ďakujeme za pozornosť

Foto a mapy: © Lesanka Blažencová, Peter Coch, Vlado Dobiaš, Jana Ďurová, Michael Hüttl, Ivan Chorvát, Tomáš Lepeška, Monika Medovičová, Lukáš Oršin, Radoslav Považan, Jaroslav Rácek, Ľudmila Sabová, Martin Sabo, Peter Sabo, Vladimír Smetana Eva Wernerová

Použitá a odporúčaná literatúra

- ANDRÁŠ, P. & ANDRÁŠOVÁ, 2002. Klimatické zmeny v histórii Zeme a otázka skleníkového efektu, *Enviromagazín* 7, 4: s. 8-9, 33.
- ANDREJČINOVÁ D., BOHÁLOVÁ I., BRENKUS T., FARBIKOVÁ K., JANČURA P., KRÁLIK A., LAKANDA M., MIHOVÁ E., PACHINGER P., SKUBÍNČAN P., ŠVEC A., VAČOKOVÁ L. & ZAUŠKOVÁ L., 2018. Katalóg vybraných adaptačných opatrení na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy a vo vzťahu k využitiu krajiny. Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, [online], <https://www.sazp.sk/zivotne-prostredie/starostlivost-o-zivotne-prostredie-3976/zmena-klimy/mitigacia-a-adaptacia.html>
- BRANIŠ M. & HŮNOVÁ I. (eds.), 2009. Atmosféra a Klima. Aktuální otázky ochrany ovzduší, Univerzita Karlova v Praze, Karolinum 2009, 351 pp.
- CAPRA F., 2019. The Systems View of Life: A Unifying Vision, Cambridge University Press, ISBN-10: 9781316616437, 514 s.
- COLCHESTER M., 2011. Palm oil and indigenous peoples in South East Asia. The International Land Coalition. Forest Peoples Programme, 26 pp., [online], cit. 2015-12-15, http://www.forestpeoples.org/sites/fpp/files/publication/2010/08/palmoilindigenouspeoplesoutheastasiafinalmceng_0.pdf
- DEILAMI K., KAMRUZZAMAN MD. & LIU Y., 2018. Urban heat island effect: A systematic review of spatio-temporal factors, data, methods, and mitigation measures. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 67:30-42
- DIAMOND J., 2008. Kolaps. Proč společnosti přežívají či zanikají. Academia, Praha, ISBN 978-80-200-1589-1, 752 pp.
- Earth's CO2, 2020. CO2.Earth. Are we stabilizing its? <https://www.co2.earth/>
- EC, 2021. EU Adaptation Strategy. European Commission 2021. https://ec.europa.eu/clima/eu-action/adaptation-climate-change/eu-adaptation-strategy_en
- EEA, 2012. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. European Environment Agency, Luxembourg, ISBN 978-92-9213-346-7, 300 pp.
- EEA, 2016. Urban adaptation to climate change in Europe 2016. Transforming cities in a changing climate. European Environment Agency, Copenhagen, 135 s.
- EEA, 2017. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. European Environment Agency, Luxembourg, ISBN 978-92-9213-836-3, 419 pp.
- EEA, 2019. The European environment – state and outlook 2020. European Environment Agency, Copenhagen, ISBN 978-92-9480-090-9, 496 s. [online], cit. 2020-02-02, <https://www.eea.europa.eu/publications/soer-2020>
- ELLISON D., MORRIS C.E., LOCATELLI B., SHEIL D., COHEN J., MURDIYARSO D., GUTIERREZ V., VAN NOORDWIJK M., CREED I.F., POKORNY J., GAVEAU D., SPRACKLEN D.V., TOBELLA A.B., ILSTEDT U., TEULING A.J., GEBREHIWOT S.G., SANDS D.C., MUYS B., VERBIST B., SPRINGGAY E., SUGANDI Y. & SULLIVAN C.A., 2017. Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. *Global Environmental Change* 43: 51 – 61.
- ETIP, 2020. Bioenergy Fact Sheet. ETIP Bioenergy. [online], https://www.etipbioenergy.eu/images/ETIP_B_Factsheet_Bioenergy%20in%20Europe_rev_feb2020.pdf
- FARGIONE J., HILL J., TILMAN D., POLASKY S. & HAWTHORNE P., 2008. Land Clearing and Biofuel Carbon Debt. *Science* 319 (5867): 1235 – 1238.
- GARAMVOLGYI Á. & HUFNAGEL L., 2013. Impacts of climate change on vegetation distribution No 1: Climate change induced vegetation shifts in the palearctic region. *Applied Ecology and Environmental Research* 11 (1): 79 – 122. GONZALES P., NEILSON R.P., LENIHAN J.M. & DRAPER R. J., 2010. Global patterns in the vulnerability of ecosystems to vegetation shift due to climate change. *Global Ecology & Biogeography*, 19: 755 – 768.
- GUILLAUME, T., KOTOWSKA, M. M., HERTEL, D., KNOHL, A., KRASHEVSKA, V., MURTELAKSONO, K., SCHEU S. & KUZYAKOV, Y. (2018). Carbon costs and benefits of Indonesian rainforest conversion to plantations. *Nature Communications*, 9(1), 2388., [online], <https://www.nature.com/articles/s41467-018-04755-y>
- HANSEN, J., 2018: Climate Change in a Nutshell: The Gathering Storm. Earth Institute, Columbia University. http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2018/20181206_Nutshell.pdf
- HARRIS F. (ed.), 2004. Global environmental issues. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, USA, ISBN 0-470-84561-9, 324 p.
- HLÁSNY T., SITKOVÁ Z., BOŠEĽA M., ZÚBRİK M., TROMBIK J., BARKA I., LONGAUER R., DOBOR L., BARCZA Z., FABRIKA M. & SEDMÁK R., 2012: Zmena klímy a lesy Slovenska: možné dopady, adaptácia a odporúčania pre prax. NLC, Zvolen, 75 s.

Použitá a odporúčaná literatúra - 2

- HOUGHTON, J. 1998: Globální oteplování, Academia Praha, ISBN 80-200-0636-2, 228 p..
- HUDEKOVÁ Z., 2012. Opatrenia na adresovanie klimatickej zmeny na lokálnej úrovni v SR. Oblasť zeleň v sídlach. In: Šteiner A., Hegyi L. et al. 2012. Klimatická zmena, výzva pre lokálny rozvoj na Slovensku. Karpatský rozvojový inštitút 2012, s.84 – 86.
- CHOVANKO M., 2012. Index diverzity cievnatých rastlín a synantropizácie spoločenstiev a hodnotenie ich teplotných pomerov. Diplomová práca., Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, 69s.
- IFI, 2021. The forecsated growth in wood pellet production in Europe will increase competition for wood fiber & require new feedstock resources. International Forest Industries Aug/ Sept 2021, [online], <https://internationalforestindustries.com/2021/04/14/growth-wood-pellet-production/>
- IPBES / DÍAZ S., SETTELE J., BRONDÍZIO E., NGO H.T., GUÈZE M., AGARD J., ARNETH A., BALVANERA P., BRAUMAN K., BUTCHART S., CHAN K., GARIBALDI L., ICHII K., LIU J., SUBRAMANIAN S.M., MIDGLEY G., MILOSLAVICH P. et al., 2019. Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services - Summary for Policymakers. The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. [online], https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/summary_for_policymakers_ipbes_global_assessment.pdf
- IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. In: Core Writing Team, Pachauri R.K. & Meyer L.A. (eds.): Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, ISBN 978-92-9169-, 143-2, 151 s. [online], cit. 2019-10-15, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf
- IPCC, 2018. Global Warming of 1,5 °C: Summary for Policymakers. In: Masson-Delmotte V., Zhai P., Pörtner H.O., Roberts D., Skea J., Shukla P.R., Pirani A., Moufouma-Okia W., Péan C., Pidcock R., Connors S., Matthews J.B.R., Chen Y., Zhou X., Gomis M.I., Lonnoy E., Maycock T., Tignor M. & Waterfield T. (eds.): An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways... World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 s. ISBN 978-92-9169-151-7, 26 s. [online], cit. 2019-10-15, <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- IPCC, 2019a: Climate Change and Land. Summary for Policymakers. In: Climate Change and Land: Shukla P.R., Skea J., Buendia E.C., Masson-Delmotte V., Pörtner H. – O., Roberts D.C., Zhai P., Slade R., Connors S., van Diemen R., Ferrat M., Haughey E., Luz S., Neogi S., Pathak M., Petzold J., Pereira J.P., Vyas P., Huntley E., Kissick K., Belkacemi M. & Malley J. (eds.), 2019. an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems, 41 s., [online], https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SPM_Updated-Jan20.pdf
- IPCC, 2019b: The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate[H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/03_SROCC_SPM_FINAL.pdf
- IPCC, 2021. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC* [Masson-Delmotte, V., Zhai P. Pirani A., Connors S.L., Péan C. Berger S., Caud N., Chen Y., Goldfarb L., M., Gomis M.I., Huang M., Leitzell K., Lonnoy E., Matthews J.B.R., Maycock T.K., Waterfield T., Yelekçi O., Yu R. & Zhou B. (eds.)]. Cambridge University Press. In Press, 41 pp.
- IUCN, 2021. IUCN RedList of Threatened Species. Version 2021.1. Summary statistics. [online], <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics>
- JØRGENSEN, S.E., 2012: Introduction to Systems Ecology. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA, 320 s.
- KALTENBORN B. P., NELLEMAN C. & VISTNES I. I. (eds.), 2010: High mountain glaciers and climate change – Challenges to human livelihoods and adaptation. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal, ISBN 978-82-7701-087-8, 52 pp.
- LEPEŠKA T., 2016. The Impact of Impervious Surfaces on Ecohydrology and Health in Urban Ecosystems of Banská Bystrica (Slovakia). *Soil & Water Resources* 11: 29 – 36.
- LEPEŠKA T., WOJKOWSKI J., WALEGA A., MLYŃSKI D., RADECKI-PAWLIK A. & OLAH B., 2020. Urbanization—Its Hidden Impact on Water Losses: Pradnik River Basin, Lesser Poland. *Water* 12: 1958; doi:10.3390/w12071958

Použitá a odporúčaná literatúra - 3

- LIESKOVSKÁ Z., LÉNYIOVÁ P. et al. (eds.), 2018: Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2017. MŽP SR, Bratislava, Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, ISBN 978-80-89503-75-9, 206 s.
- LOVELOCK J., 1991: GAIA, The Practical Science of Planetary Medicine, Gaia Books Ltd, Somerset, UK, ISBN 1-85675-040-X, 192 p.
- MEADOWS D.H., RANDERS J. & MEADOWS D.L., 2004. Limits to Growth. The 30-Year Update. ISBN 1-931498-58 X, 342 pp.
- MEIJAARD E., GARCIA-ULLOA J., SHEIL D., WICH S.A., CARLSON K.M., JUFFE-BIGNOLI D. & BROOKS T.M. (eds.), 2018. Oil palm and biodiversity. A Situation Analysis by the IUCN Oil Palm Task Forces, [online], <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2018-027-En.pdf>
- MEIER N., 2012. Water Retention Techniques for Farm and Garden. Earthworks and water harvesting course. [online], <https://www.permaculturenews.org/2013/08/08/water-retention-landscape-techniques-for-farm-and-garden/>
- MEKONNEN M.M. & HOEKSTRA A.Y., 2010. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Volume 1: Main report. UNESCO – IHE, Institute for Water Education, Twente Water Centre, University of Twente, Enschede, The Netherland, [online], <https://waterfootprint.org/media/downloads/Report47-WaterFootprintCrops-Vol1.pdf>
- MIDRIAKOVÁ - ZAUŠKOVÁ Ľ., 2021. Zelená infraštruktúra. In: Čaboun & MIDRIAKOVÁ ZAUŠKOVÁ, 2021. zelená infraštruktúra a jej význam v protipovodňovej ochrane. Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, s. 43 – 50.
- MIKLÓS L., 1992: Conception of territorial system of ecological stability in Slovakia. In: Ecological Stability of Landscape Ecological Infrastructure Ecological Management. Institute of Applied Ecology. Kostelec nad Černými Lesy, pp. 41-59.
- MILLER G.T. JR. & SPOOLMAN S.E., 2011: Living in the Environment. Principles, Connections, and Solutions. Seventeenth edition. Brooks/Cole, Belmont, CA, 800 s.
- MUYS B., 2013: Sustainable development within Planetary Boundaries: A Functional Revision of the Definition Based on the Thermodynamics of Complex Social-Ecological Systems. *Challenges in Sustainability*, vol. 1, No.1, pp. 41-52.
- MŽP SR, 2018. Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na zmenu klímy. Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava, 145 s., [online], cit. 2019-09-09, <https://www.minzrp.sk/files/odbor-politiky-zmeny-klimy/strategia-adaptacie-sr-zmenu-klimy-aktualizacia.pdf>
- NOBRE C.A. & BORMA L.S., 2009. Tipping points for the Amazon forest. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 1 (1): 28 – 36.
- NOVÁČEK, P., 2010. Udržitelný rozvoj. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Olomouc, 430 s.
- PECHO J., 2012. Zmena klímy: Globálny problém s lokálnymi dopadmi. In: Šteiner A., Hegyi L. et al. 2012. Klimatická zmena, výzva pre lokálny rozvoj na Slovensku. Karpatský rozvojový inštitút 2012, s.84 – 86.
- PERSSON L., ALMROTH B.M.C., COLLINS CH.D., CORNELL S., DE WIT C.A., DIAMOND M.L., FANTKE P., HASSELÖV M., MACLEOD M., RYBERG M.W., Jørgensen P.S., Villarubia-Gómez P., Wang Z. & Hauschild M.Z., 2021. Outside the safe operating space of the planetary boundary for novel entities. *Environmental Science & Technology*, <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04158>, [online], <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.1c04158>
- PLESNIK J., 2009. Biologická rozmanitosť a zmena podnebí. *Ochrana prírody* 2009 – Zvláštné číslo. [online], cit. 2020-06-10, <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/zvlastni-cislo/biologicka-rozmanitost-a-zmena-podnebi/>
- REPISKÝ Ľ., 2013: Zmeny ekologickej stability a vybraných ekosystémových služieb vo vybranom modelovom území v regióne Piešťan. Msc. [diplomová práca], Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Banská Bystrica, 75 s.
- ROCKSTRÖM, J., STEFFEN, W., NOONE, K., PERSSON, Å, CHAPIN, F. S., LAMBIN, E., LENTON, T.M., SCHEFFER, M., FOLKE, C., SCHELLNHUBER, H.C.J., NYKVIST, B., DE WIT, C.A., HUGHES, T., VAN DER LEEUW, S., RODHE, H., SÖRLIN, S., SNYDER, P. K., COSTANZA, R., SVEDIN, U., FALKENMARK, M., KARLBERG, L., CORELL, R.W., FABRY, V.J., HANSEN, J., WALKER, B., LIVERMAN, D., RICHARDSON, K., CRUTZEN, P. & FOLEY, J., 2009. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society* 14 (2). 32 s.

Použitá a odporúčaná literatúra - 4

- SABO P. 2014. Od planetárnych hraníc a ekologickej komplexity k revízii koncepcie udržateľného rozvoja. *Geografická revue. Geografické a geoekologické štúdie*. 10: 182 – 203.
- SABO P., DOBIAŠ V., ORŠIN L., ROSSOVÁ L. & JAKUBEC B., 2007. VÝSLEDKY práce partnera projektu o.z. Živá planéta na Úlohe 2: Verifikácia navrhutej metodiky výpočtu nového indikátora ekologickej stopy miest v kontexte klimatickej zmeny a Úlohe 4: Zmierňovanie impaktov globálneho otepľovania a zvyšovanie kvality života v mestách. Občianske združenie Živá planéta Piešťany v spolupráci s REC Slovensko, Bratislava a Ústavom vedy a výskumu, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Banská Bystrica, Príloha k správe projektu LIFE04 ENV/SK 000797 „Udržateľný rozvoj miest a zmiernenie vplyvu klimatických zmien v mestskom prostredí“ (mapové výstupy), Piešťany, jún 2007, 49 s.
- SABO P., URBAN P., TURISOVÁ I., POVAŽAN R. & HERIAN K., 2011. Ohrozenie a ochrana biodiverzity. Vybrané kapitoly z globálnych environmentálnych problémov. Inštitút výskumu krajiny a regiónov, Centrum vedy a výskumu, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Banská Bystrica, 320 s.
- SABO P., URBAN P., MALINA R., ŠVAJDA J. & TURISOVÁ I., 2020. Úvod do systémovej ekológie I, Od environmentálnej krízy k princípom ekologickej zložitosti a organizácie ekologických systémov. Belianum Banská Bystrica, fakulta prírodných vied UMB, ISBN 978-80-557-1735-7, 286 s.
- SABO P., TURISOVÁ I., URBAN P., 2021. Threats to biodiversity resulting from low reflection of the living world complexity in climate policies. In: *The world after 2020 from crisis to biodiversity conservation: book of abstracts*, Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2021, ISBN 978-80-213-3125-9. s. 54.
- STEFFEN W., RICHARDSON K., ROCKSTRÖM J., CORNELL S.E., FETZER I., BENNETT E.M., BIGGS R., CARPENTER S.R., DE VRIES W., DE WIT C.A., FOLKE C., GERTEN D., HEINKE J., MACE G.M., PERSSON L.M., RAMANATHAN V., REYERS B. & SÖRLIN S., 2015a. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347 : 1259855-1 – 1259855-10.
- STEFFEN W., BROADGATE W., DEUTSCH L., GAFFNEY O. & LUDWIG C., 2015b. The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*. Sage Pub, UK, 1 – 18 pp.
- ŠKVARENINA J., VIDO J., MINDAŠ J., STŘELCOVÁ K., ŠKVARENINOVÁ J., FLEISCHER P. & BOŠELA M., 2018. Globálne zmeny klímy a lesné ekosystémy. Technická univerzita vo Zvolene, ISBN 978-80-228-3049-2, 210 s.
- UNEP, 2019. Global Environment Outlook 6 (GEO-6): Healthy planet, healthy people .UNEP, Cambridge University Press, ISBN 978-1-108-70766-4, 745 s., [online], https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27539/GEO6_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- URBAN P., 2015. Vybrané kapitoly z ekologickeho monitoringu. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela – Belianum, Banská Bystrica, Belianum, 2015, 130 s.
- URBAN P. & SABO P. (eds.) 2021. Úvod do systémovej ekológie I. Prípadové štúdie. Banská Bystrica: Belianum – vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, 91 s.. [online], <https://www.fpv.umb.sk/katedry/katedra-biologie-a-ekologie/veda-a-vyskum/publikacie/>
- VOEGELE E., 2019, Report: EU demand for wood pellets continues to grow, Biomass Magazine, August 05, 2019
- WINKLER K., FUCHS R., ROUNSEVELL M. & HEROLD M., 2021. Global land use changes are four times greater than previously estimated. *Nature Communications* 12, 2501 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22702-2>
- WIRTSCHAFTSUNIVERSITÄT WIEN, 2018. Material flows by material group, 1970 – 2017. Visualisation based upon the UN IRP Global Material Flows Database. Vienna University of Economics and Business. [online], <http://www.materialflows.net/visualisation-centre/>
- WMO 2019. THE GLOBAL CLIMATE IN 2015-2019. World Meteorological Organization, 21 pp.
- WWF, 2020. The Living Planet Report 2020. Bending the Curve of Biodiversity Loss. WWF International, Gland, ISBN 978-2-940529-90-2, 159 s. [online], <https://f.hubspotusercontent20.net/hubfs/4783129/LPR/PDFs/ENGLISH-FULL.pdf>
- ZALASIEWICZ J., WILLIAMS M., STEFFEN W. & CRUTZEN P., 2010. The new world of Anthropocene. *Environmental Science and Technology* 44(7): 2228 – 2231.