

REGIÓNY V TRANSFORMÁCI

Prievidza, 20.11.2023





Život po
uhlí...

Zelené strechy v mestách v kontexte meniacej sa klímy



Martin Pipíška

prof. RNDr. Martin Pipíška, PhD.

Trnavská univerzita v Trnave

Pedagogická fakulta

Katedra chémie, martin.pipiska@truni.sk

Prečo sa treba zaoberať zmenou klímy na úrovni miest?

Mestá sú:

- hlavným pôvodcom zmien klímy
- obeť zmien klímy

Global Risk Report 2023

2 years



10 years



Risk categories

■ Economic ■ Environmental ■ Geopolitical ■ Societal ■ Technological

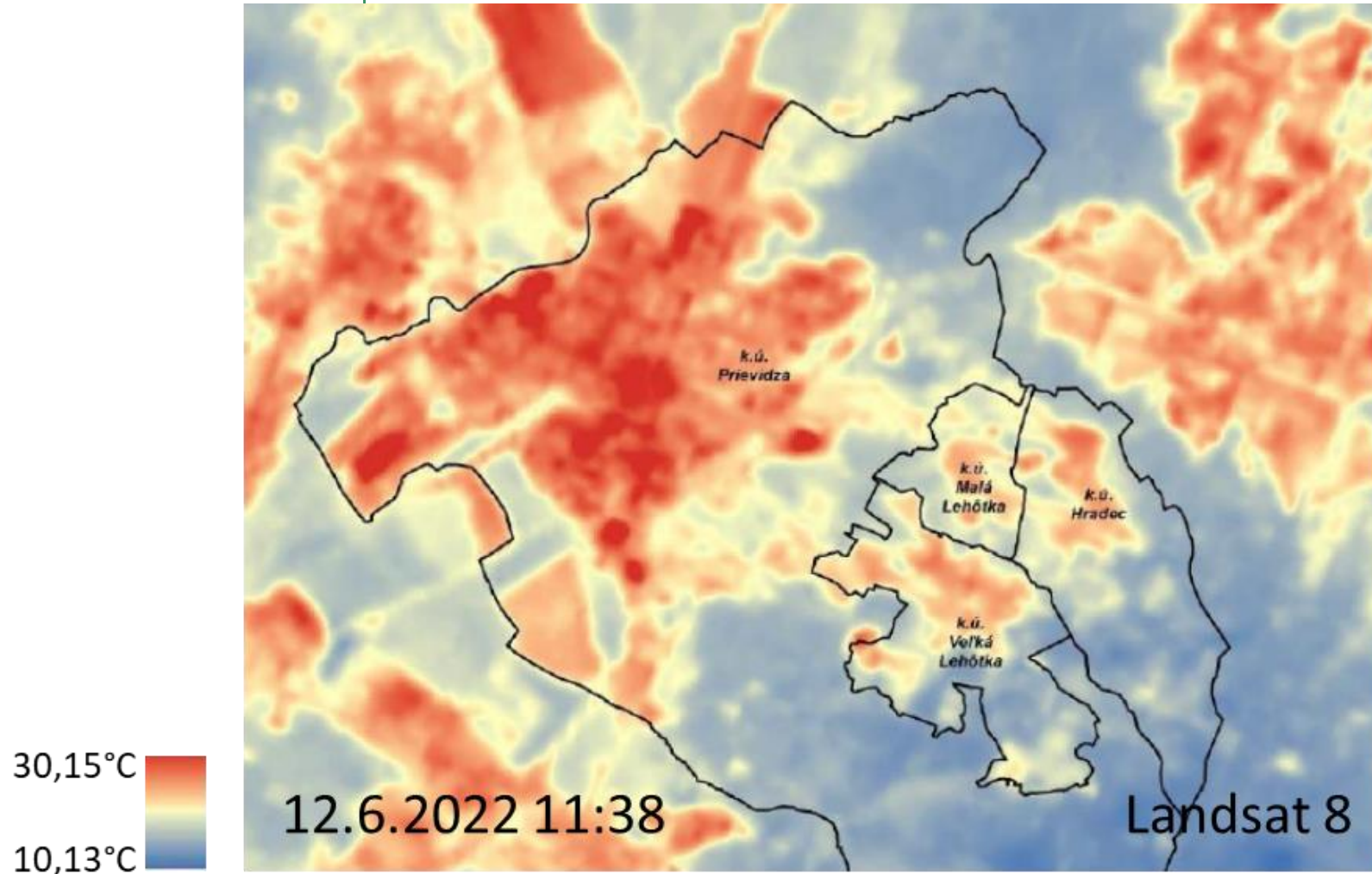
Svetové ekonomické fórum 2020, 2023:

http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf

<https://www.weforum.org/agenda/2023/01/these-are-the-biggest-risks-facing-the-world-global-risks-2023/>

Dopady zmeny klímy v mestách

Fenomén mestského tepelného ostrova



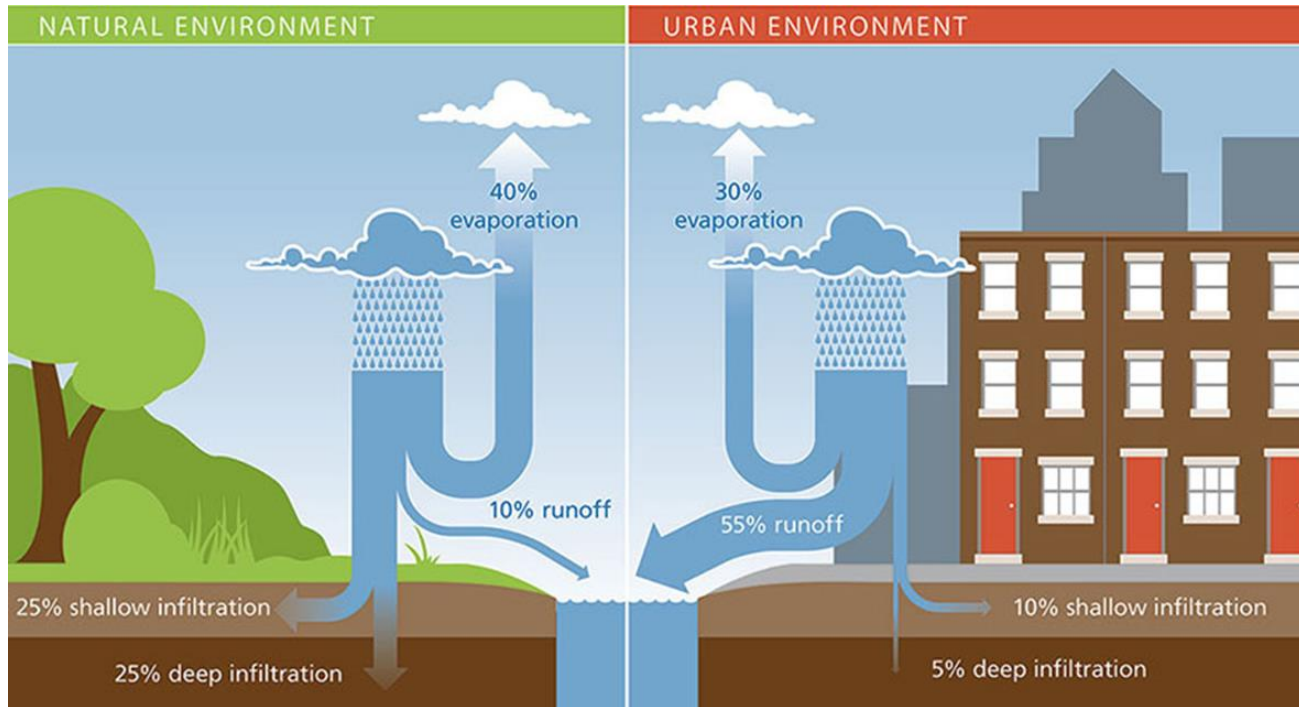
**4,3% úmrtí v
európskych
mestách v letnom
období!**

- nebezpečná je akumulácia tepla, kedy sa vplyvom vln horúčav vytvára **mestský tepelný ostrov**, najmä v dôsledku veľkej koncentrácie povrchov, ktoré sa prehrievajú, majú veľkú tepelnú kapacitu a schopnosť následne zadržané teplo vyžarovať (najmä v noci).

Masselot P. et al. (2023) Excess mortality attributed to heat and cold in 801 cities in Europe. *Lancet Planet Health* 7 (4): E271–E281.

Dopady zmeny klímy v mestách

Prívalové zrážky a povodne

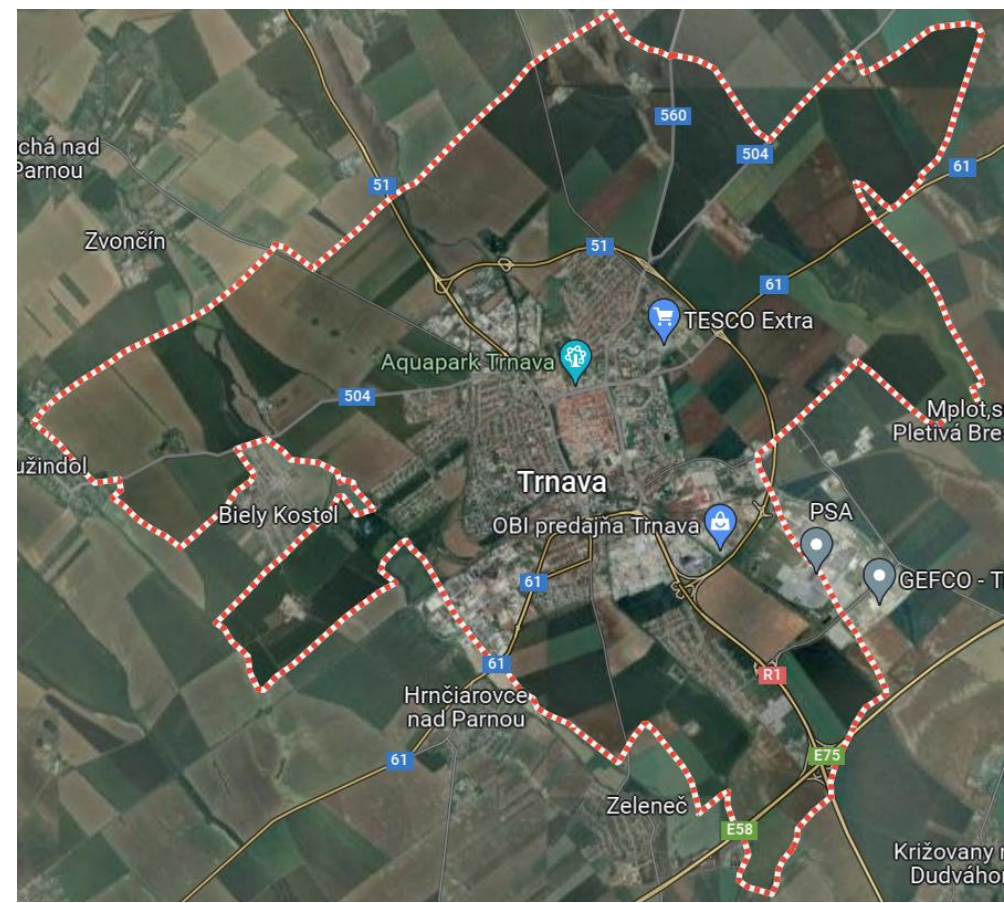


- výrazný nárast intenzívnych zrážok vedúcich k záplavám (riečnym či povrchovým)
- prívalové zrážky pri búrkach a vysoká koncentrácia nepriepustných povrchov či nedostatočná kapacita kanalizačnej siete v mestách vedú k vzniku prívalových záplav



Ako je na tom Trnava?

- veľmi teplé územie Slovenska bez priestorovej diferenciácie teplôt – **plochý reliéf**
 - priemerná ročná teplota **9 – 10 °C**
 - priemerný ročný úhrn zrážok **400 – 700 mm** (zrážkovo deficitné územie)
 - najdynamickejší klimatický prvok – **vietor** (prevažne SZ)
-
- **krajské mesto (>62 000 obyvateľov) s najnižším podielom zelene v SR (iba 2%)**
 - **vlny horúčav spôsobujúce prehrievanie**
 - **dlhšie obdobie sucha**
 - **prívalové zrážky**



Trnava je na Slovensku lídrom v uplatňovaní adaptačných opatrení na zmenu klímy.

Zelená infraštruktúra



Strecha novej budovy obchodného reťazca na Novej ulici.



Zelené strechy na obytných budovách v komplexe Arbória.

Trnava je na Slovensku lídrom v uplatňovaní adaptačných opatrení na zmenu klímy.



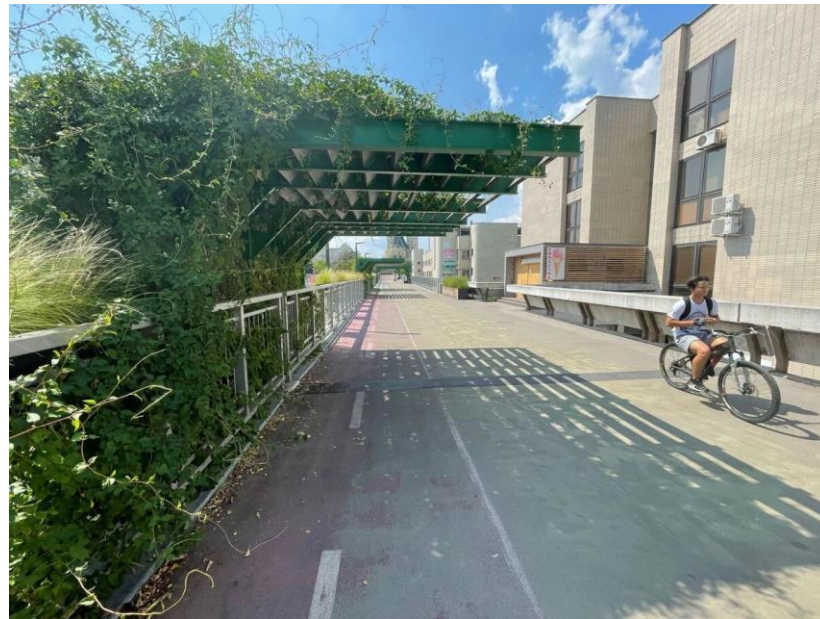
STROM
DO DOMU

**Trnava - Európske
mesto stromov**



Revitalizácia Agátky – vodným prvkom je meandrujúci potôčik vlievajúci sa do jazierka. Ide o uzavretý vodný cyklus, ktorého zdrojom je studňa.

Trnava je na Slovensku lídrom v uplatňovaní adaptačných opatrení na zmenu klímy.



Zatienenie a ozelenenie lávky na Starohájskej ulici s cieľom zmierniť extrémne prehrievanie priestoru.

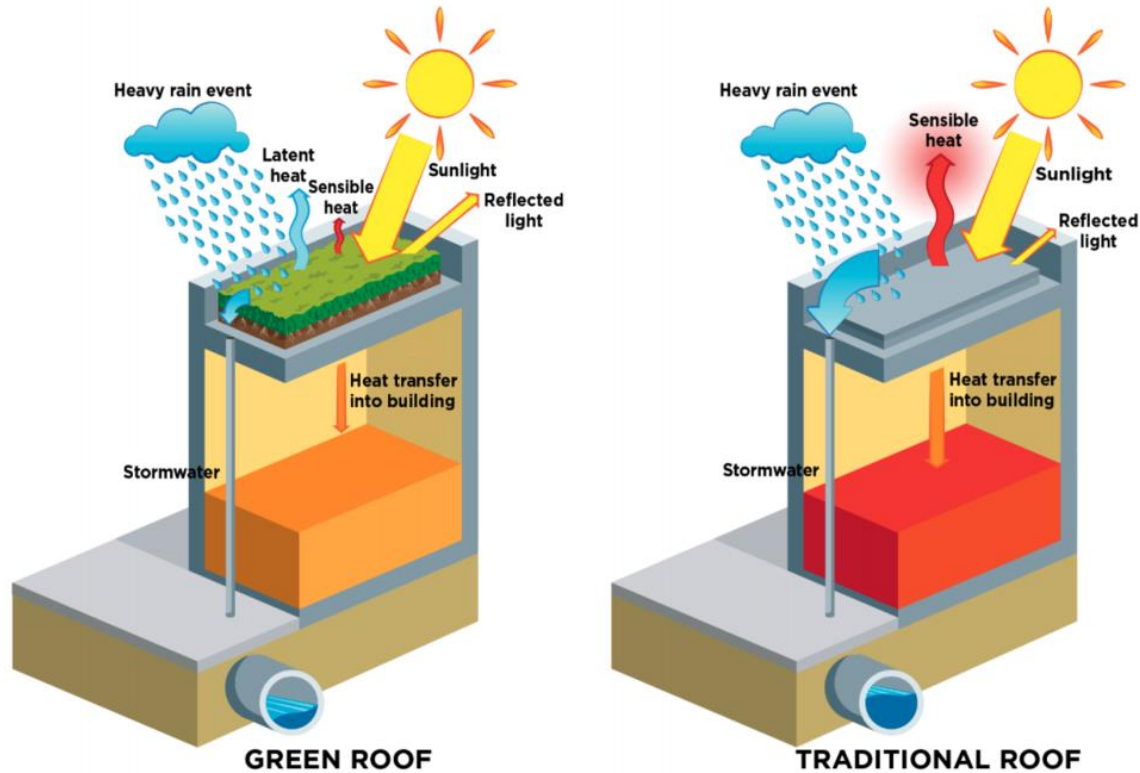
Trnava je na Slovensku lídrom v uplatňovaní adaptačných opatrení na zmenu klímy.



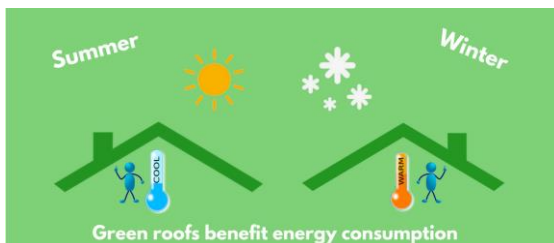
Vegetačné strechy autobusových prístreškov na Zelenom kríčku.

Zelené strechy

- koncept „Sponge City“ – efektívne využívanie/zadržiavanie vody v meste s cieľom zmierniť dopady klimatickej zmeny



- významne ovplyvňujú sídelnú mikroklimu a znižujú teplotu v mestách počas letného obdobia
- základným mechanizmom je **evapotranspirácia**. Odparovaním vody sa znižuje teplota okolitého prostredia



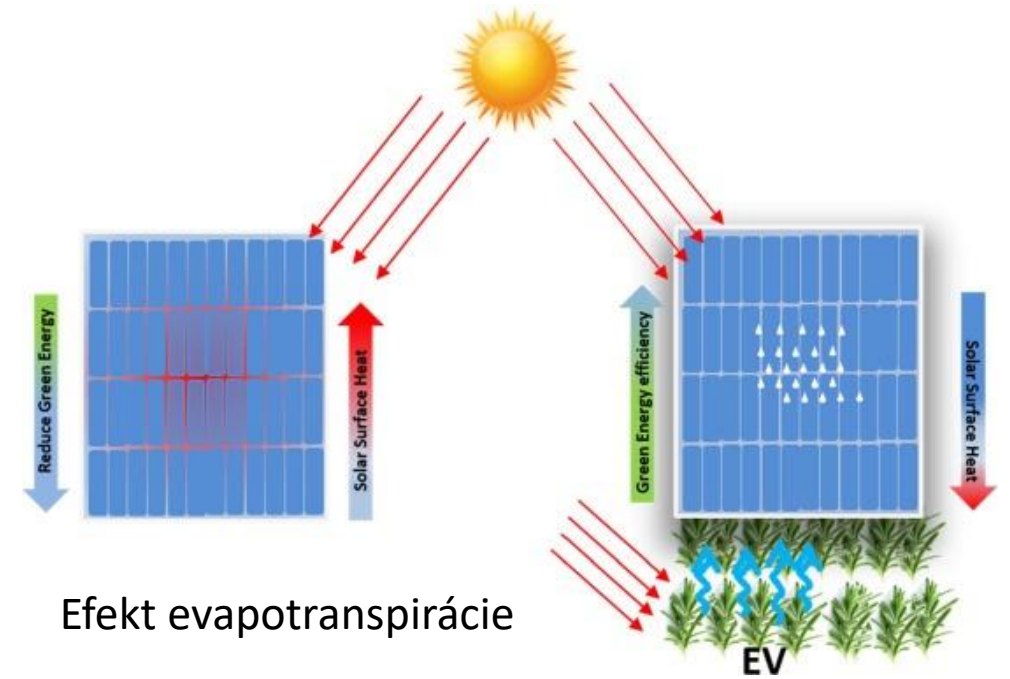
Zaujímavosť: odparenie 1 L vody predstavuje ekvivalent cca 0,7 kWh energie potrebnej na prevádzku chladiaceho zariadenia, teda 1 mm zrážok zadržaných na 100 m² zelenej strechy zodpovedá úspore 70 kWh energie potrebnej na chladenie budovy v letných horúčavách

Biosolárne strechy – „smart“ zelená infraštruktúra



ZŠ Bottova, Trnava

Zvýšení účinnosti FV panelov o 2 - 8%.

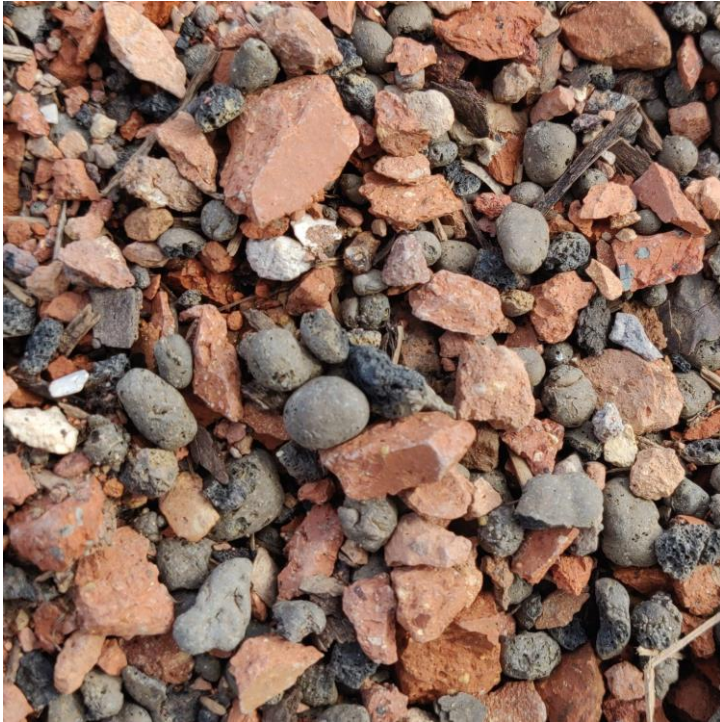


Efekt evapotranspirácie



Shafique et al. Photovoltaic-green roofs: A review of benefits, limitations, and trends. Solar Energy, 202, 2020, 485-497.

Zelené strechy



Substrát:

- kľúčový komponent rozhodujúci o úspešnosti zelenej strechy
- tlak na nahrádzanie primárnych surovinových zdrojov
- snaha o uplatňovanie princípov cirkulárnej ekonomiky
- **biouhlie z čistiarenských kalov, odpadovej biomasy,**
- **superabsorpčné polyméry**

- príprava inovatívnych substrátov

Experimentálna zelená strecha – budova Pdf TRUNI

Príprava a testovanie inovatívnych extenzívnych substrátov

S-B0 – substrát bez biouhlia

S-B10 – substrát + 10 % biouhlia

S-B20 – substrát + 20 % biouhlia

E – plastové nádoby na záchyt eluátu

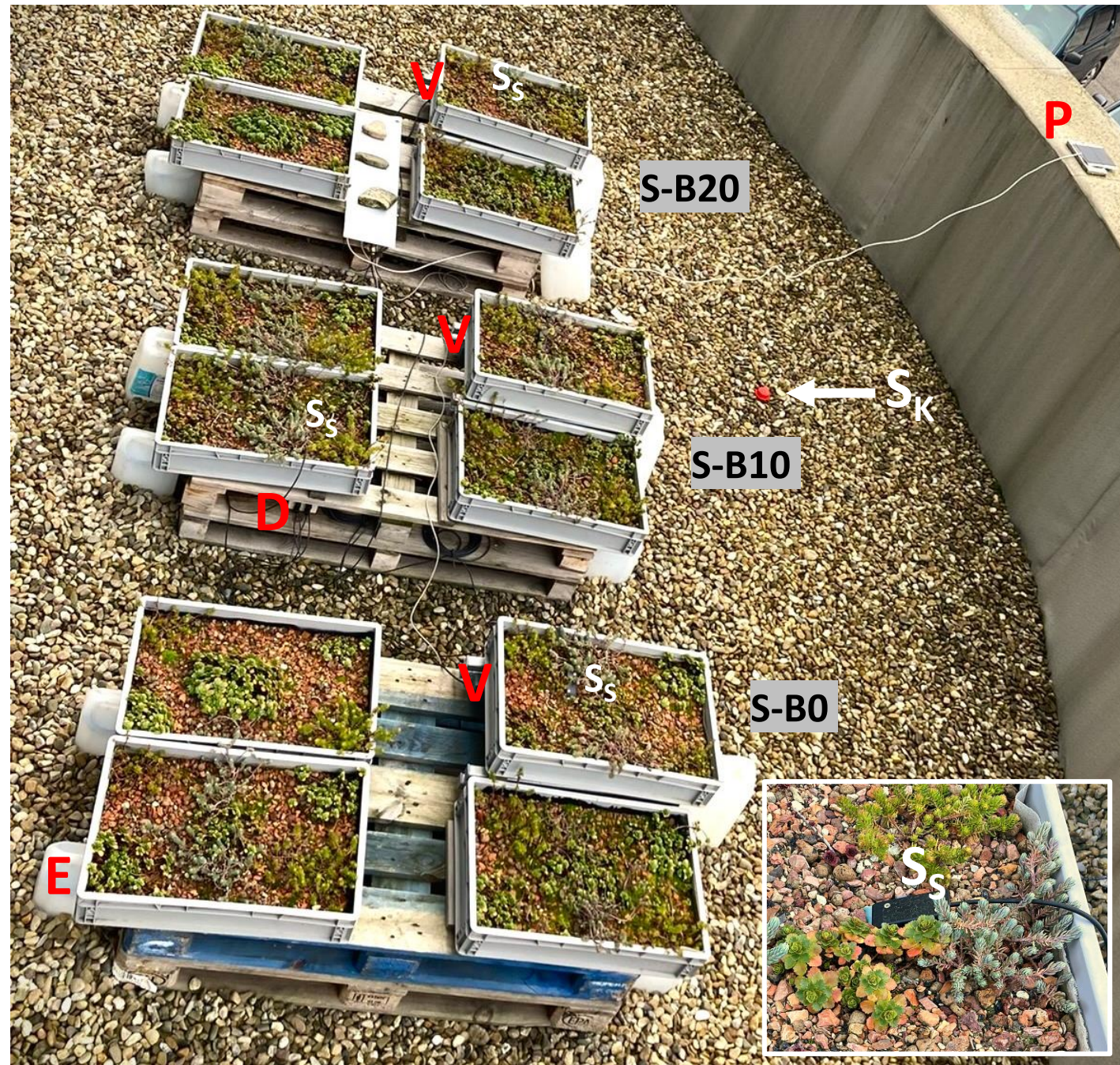
S_s – senzor pôdnej vlhkosti a teploty SMT100

S_k – senzor teploty kamenia

D – datalogger TrueLog 100

V – váhy s tenzometrickým senzorom Zemic 6LG

P – solárny panel



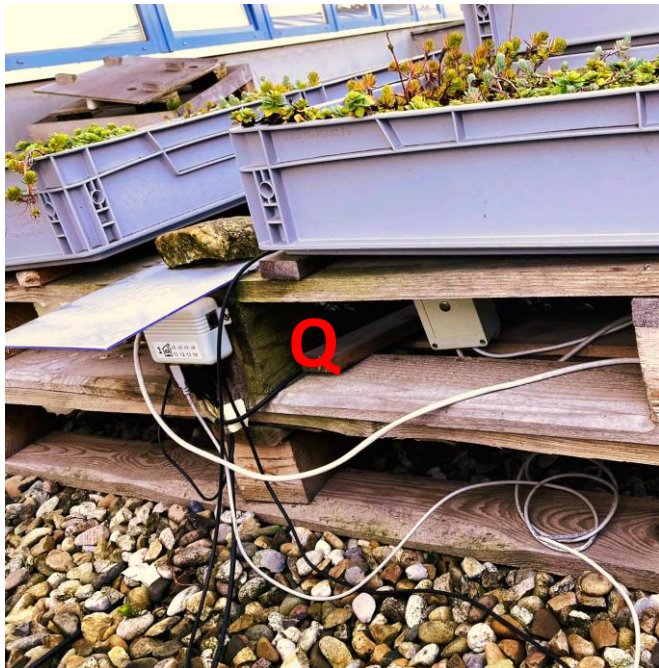
Experimentálna zelená strecha

M – meteostanica Garni 935PC

D – datalogger TrueLog 100

V – váhy s tenzometrickým senzorom Zemic 6LG

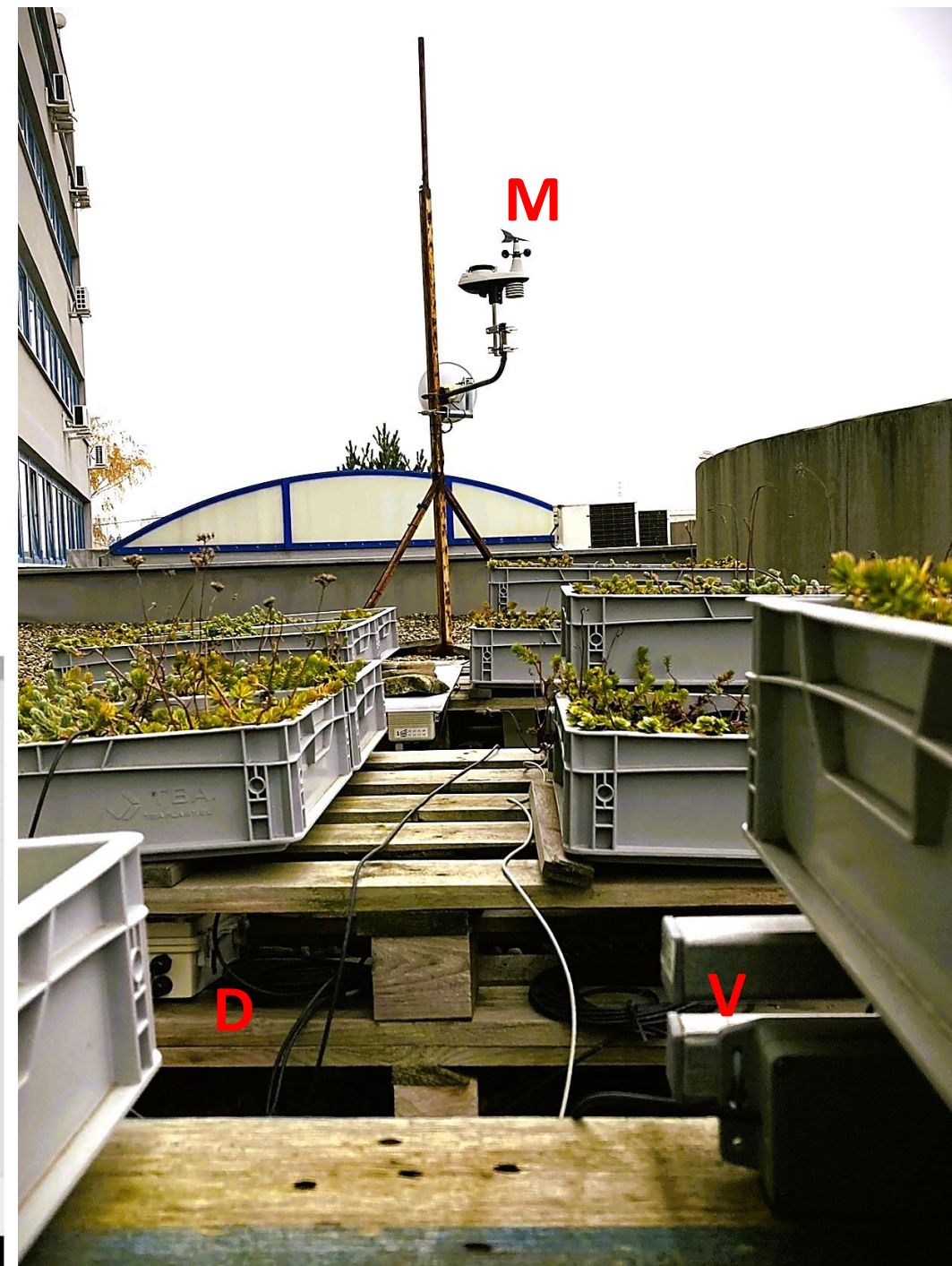
Q – zariadenie Quattro pre zber dát z váh



DomAtom



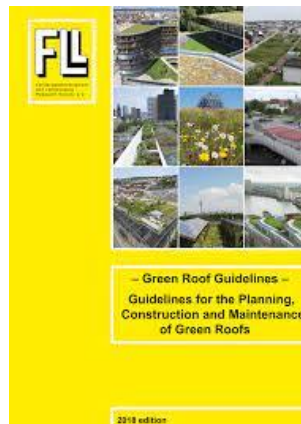
	Dnes 11h	Ne 19.	Po 20.	Ut 21.	St 22.
1.1	0.43 18.12	0.29 17.60	0.24 17.50	0.44 18.50	
1.2	0.47 18.30	0.27 18.90	0.29 18.84	0.42 18.06	
1.3	0.38 17.12	0.32 18.78	0.28 18.52	0.42 18.90	
1.4	-	-	-	-	



Extenzívne strešné substráty

Biouhlie

- alkalický charakter
- vysoký obsah P
- dobrá kationová výmenná kapacita
- malá objemová hmotnosť
- veľký špecifický povrch

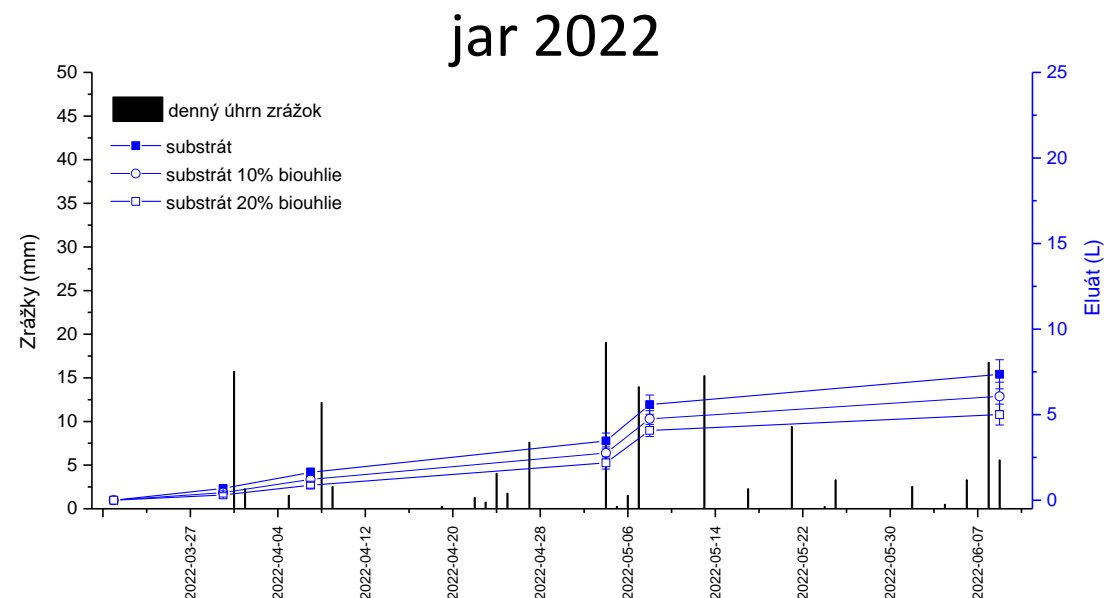
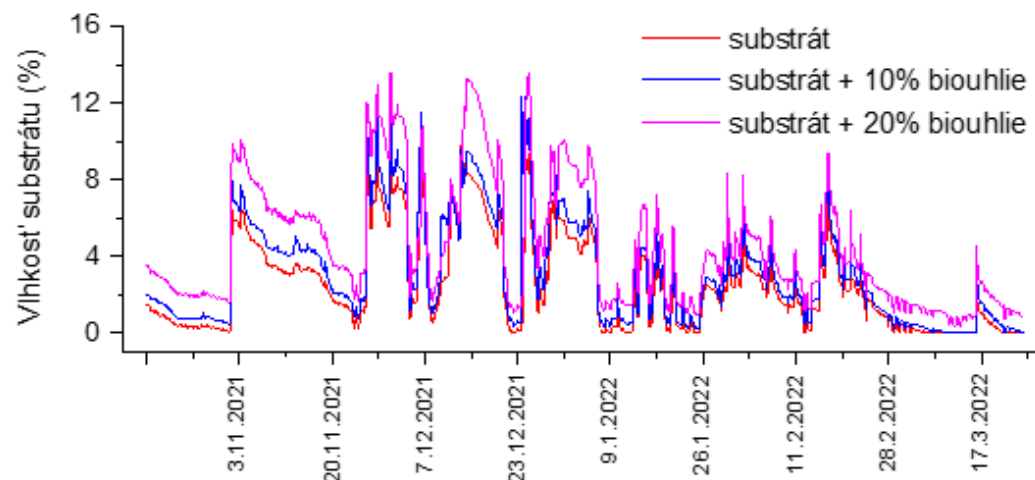
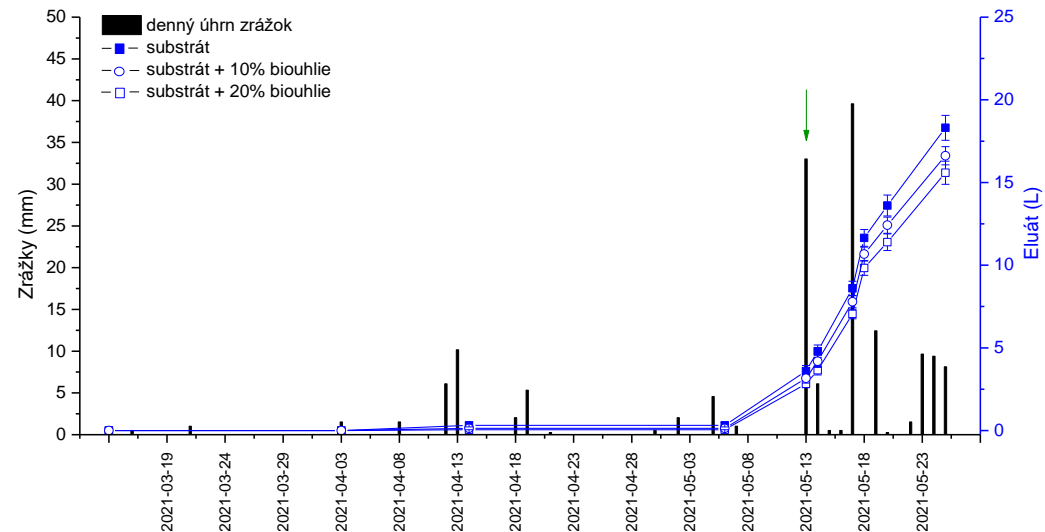
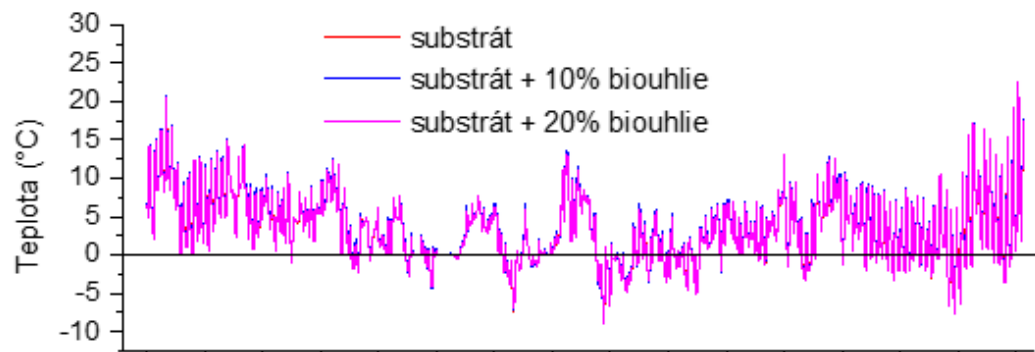


	FLL	Substrát	Substrát + 10% biouhlie	Substrát + 20% biouhlie
ρ_t (g/cm ³)	-	1,04 ± 0,02	0,95 ± 0,00	0,96 ± 0,01
ρ_{wk} (g/cm ³)	-	1,43 ± 0,04	1,36 ± 0,01	1,40 ± 0,04
MVK (%)	35 – 65	38,6 ± 1,7	41,6 ± 0,1	44,0 ± 2,0
MC (%)	-	9,94 ± 0,88	12,49 ± 2,50	9,37 ± 0,64
K_f (mm/min)	0,6 – 70	5,0 – 8,3	6,8 – 8,3	2,3 – 5,3
P_t (%)	-	43,0 ± 2,6	46,2 ± 0,6	50,4 ± 0,7
P_g (%)	≥ 10	15,8 ± 4,3	20,0 ± 2,6	17,7 ± 1,6
pH_{CaCl_2}	6,0 – 8,5	7,42 ± 0,03	7,55 ± 0,03	7,61 ± 0,28
TDS (ppm)	≤ 3500	360 ± 20	278 ± 22	257 ± 4

Vodozadržná kapacita a vlhkosť substrátov

jar 2021

november 2021 – marec 2022

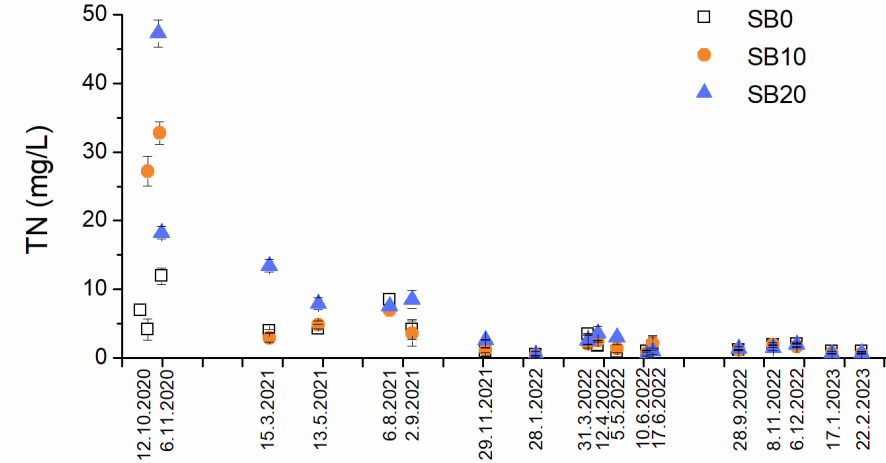
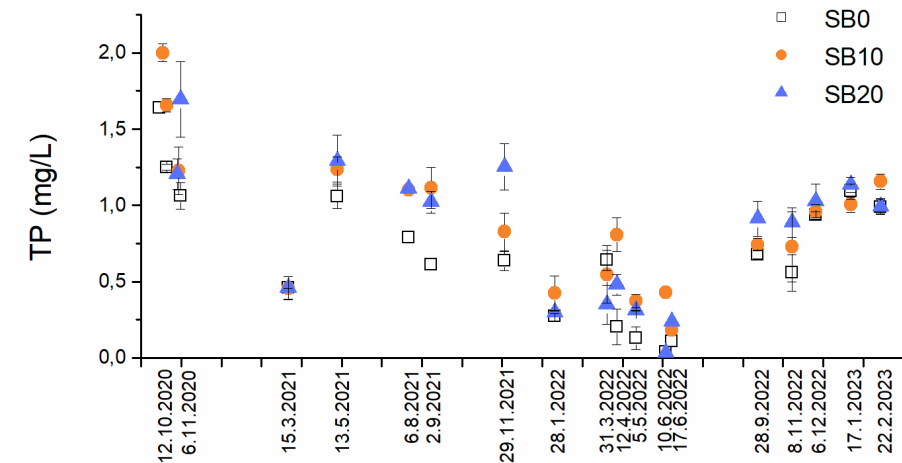
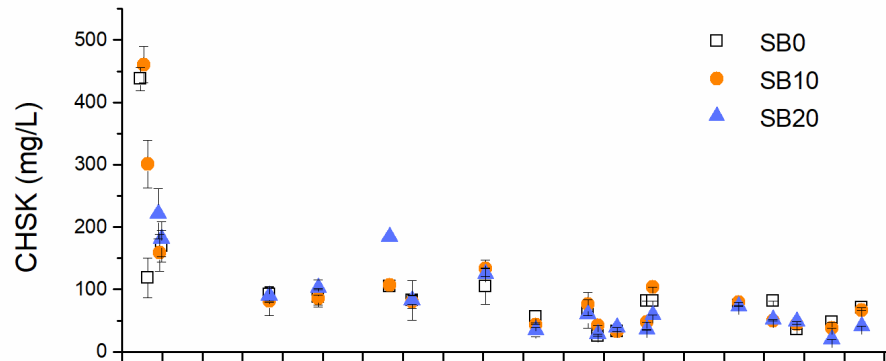
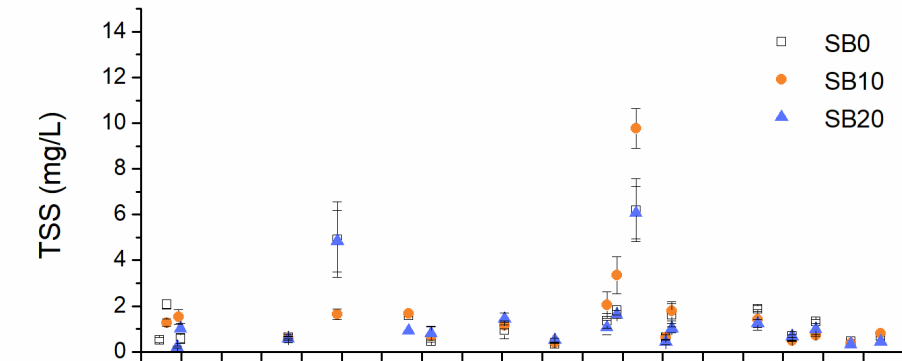
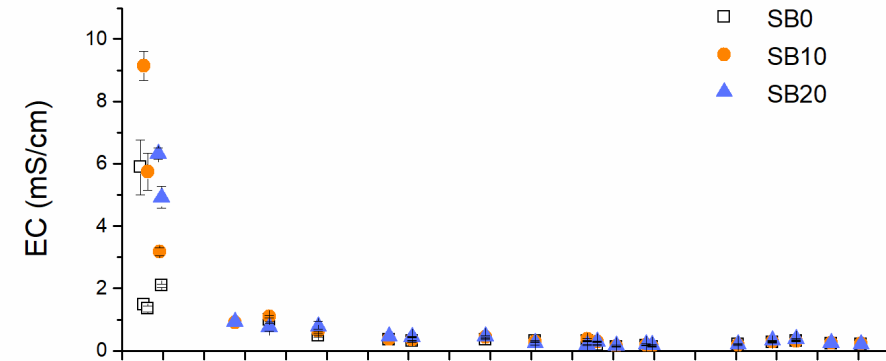
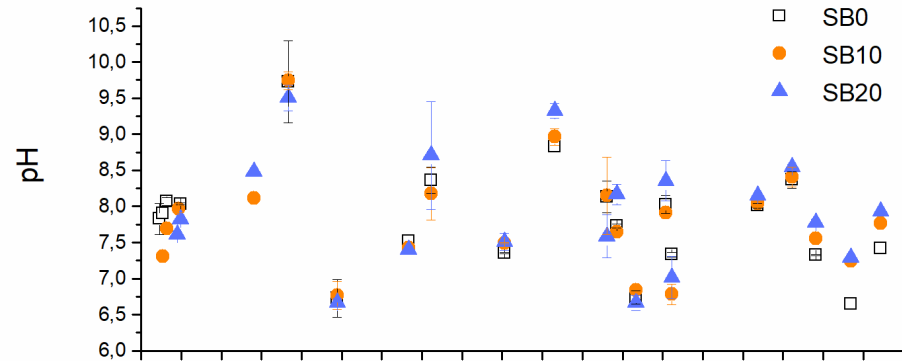


- najvyššia vlhkosť → substrát s 20 % biouhlia

Kvalita odtekajúcej daždovej vody

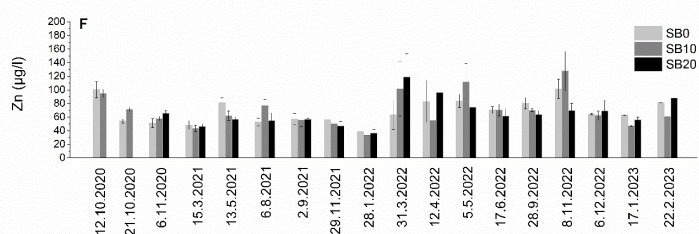
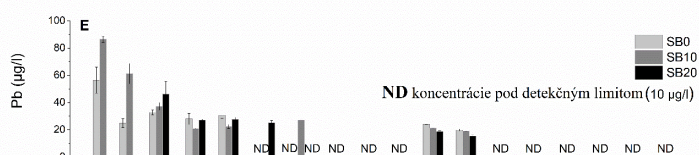
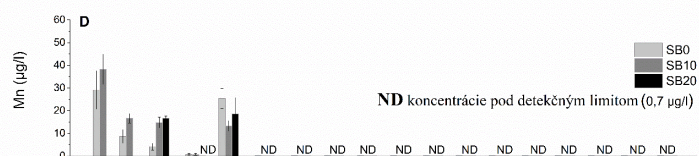
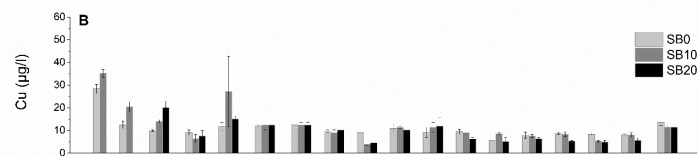
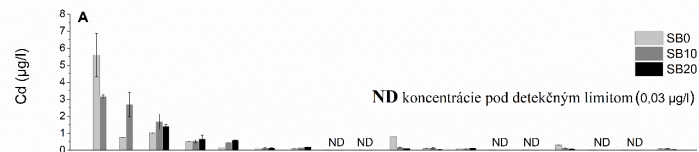
- rôzne vplyvy na lúhovanie:

- pH substrátov
- mrazy
- sucho – prívalové zrážky
- starnutie substrátov



biuhlie z čistiarenských kalov = dlhodobý zdroj fosforu pre rastliny

odtekajúca voda rastliny



Sedum sexangulare
(rozchodník
šesťradový)

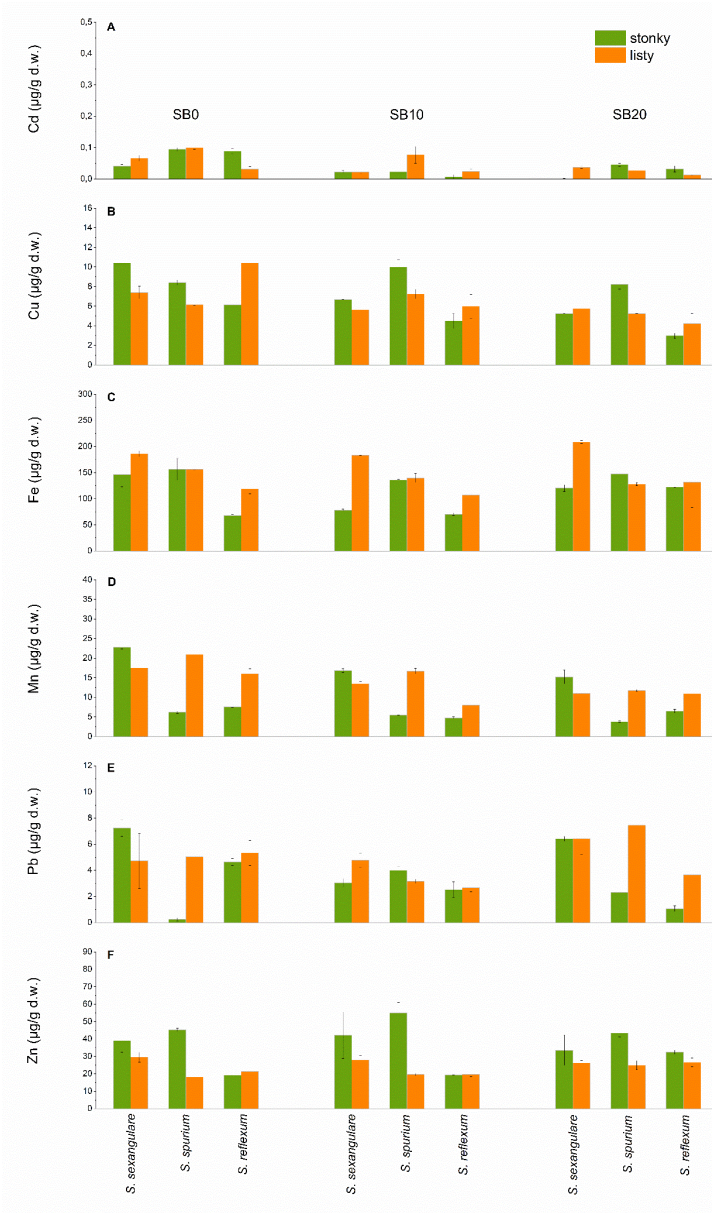


Sedum spurium
(rozchodník
pochybný)



Sedum reflexum
(rozchodník
skalný)

Monitoring kovov



Čo sme zistili?

Monitoring kvantity odtekajúcej ody

- substráty s biouhlím
 - efektívnejšie udržiavanie vlhkosti
 - vyššia vodozadržná kapacita
- zvýšenie rastlinného pokryvu – trvalo udržateľná strešná vegetácia

Monitoring kvality odtekajúcej vody

- minimálny vplyv biouhlia na CHSK, pH, EC
- biouhlie = zdroj P pre rastliny
- koncentrácia kovov neprekračuje limity



Namiesto záveru...

Príprava projektu v rámci výzvy **Podpora a rozvoj výskumu, vývoja a inovácií prostredníctvom partnerstiev s potenciálom transferu do aplikačnej praxe**

Cieľ:

Vybudovanie pilotnej biosolárnej extenzívnej strechy na verejnej budove v oprávnenom území (PD, PE) ako novej adaptačnej stratégie na zmenu klímy v mestách

- návrh a príprava extenzívnych strešných substrátov v súlade s princípmi obehového hospodárstva (napr. využitie hlušiny po ťažbe uhlia, recyklácia stavebného odpadu po demolácii budov,...),
- využitie termochemickej konverzie biomasy ako uhlík negatívnej technológie na prípravu aditív (biouhlia) s obsahom nutrične významných prvkov pre substráty zelených striech,
- zriadenie spoločného pracoviska s podpornou výskumnou infraštruktúrou v oprávnenom území (TRUNI, UCM, regionálny partneri).

Namiesto záveru...

