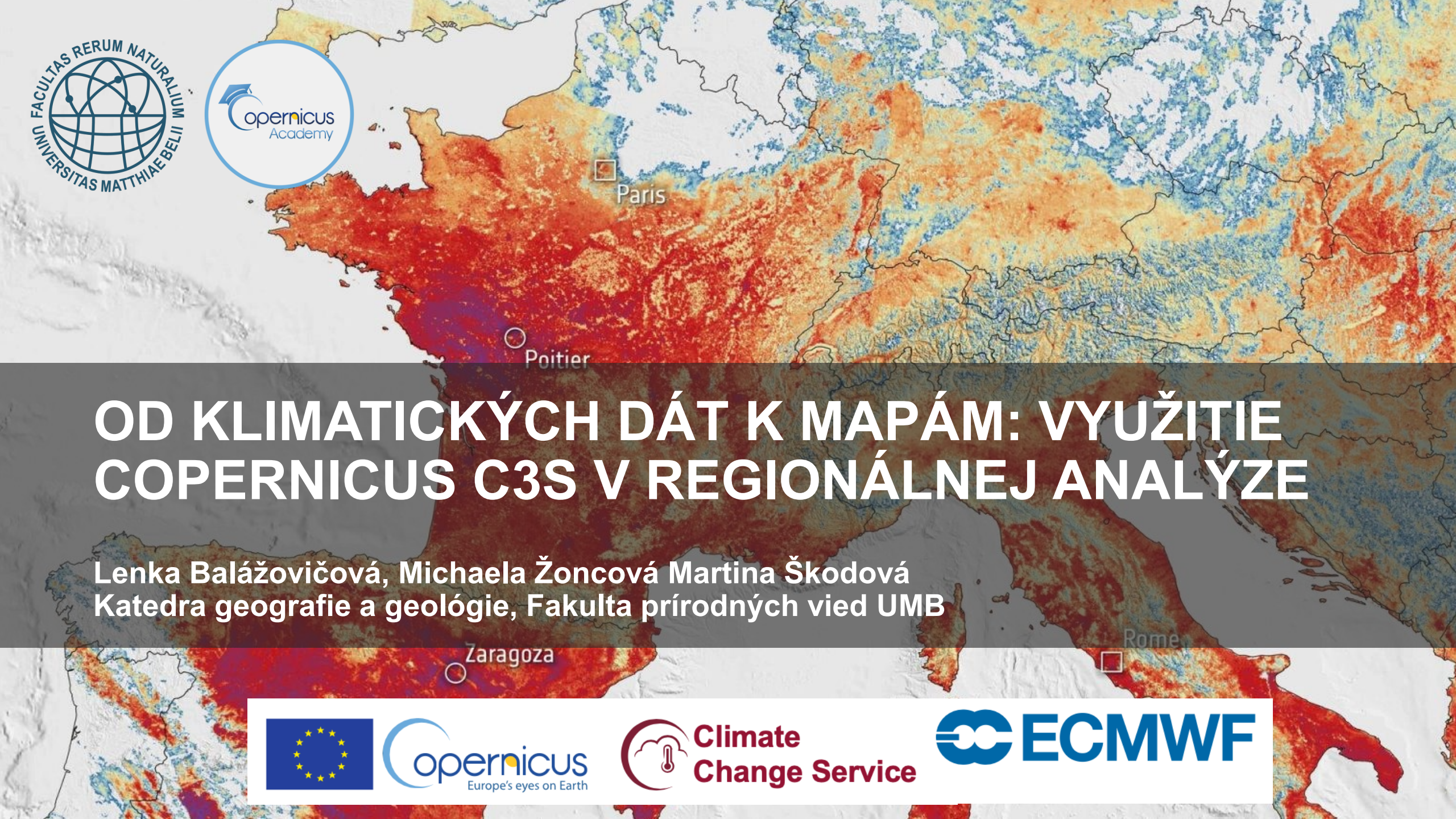


OD KLIMATICKÝCH DÁT K MAPÁM: VYUŽITIE COPERNICUS C3S V REGIONÁLNEJ ANALÝZE

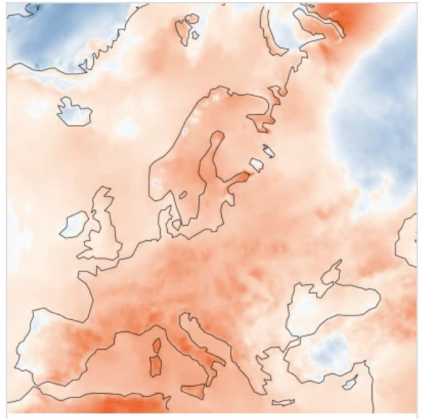
Lenka Balážovičová, Michaela Žoncová Martina Škodová
Katedra geografie a geológie, Fakulta prírodných vied UMB

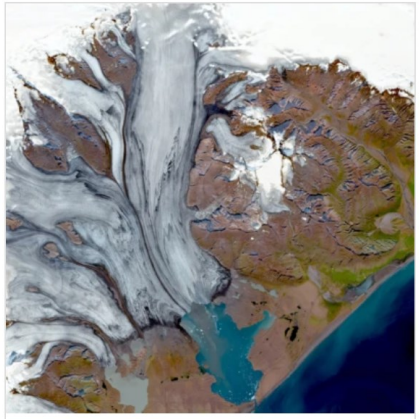
Copernicus Climate Change Service (C3S)



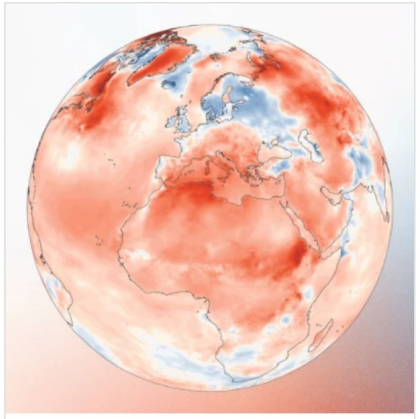
- “State of art data and tools” pre Európu ale aj svet
- Otvorený prístup k spoľahlivým údajom o **minulej, súčasnej a budúcej klíme**.
- Od pozorovaní a reanalýz až po sezónne predpovede a klimatické projekcie.
- Viac ako 120 000 používateľov z verejného, vedeckého a súkromného sektora.
- Dáta, mapy, nástroje dostupné cez **Climate Data Store (CDS)**.
- Službu EÚ prevádzkuje **ECMWF** v spolupráci s európskymi odbornými organizáciami.





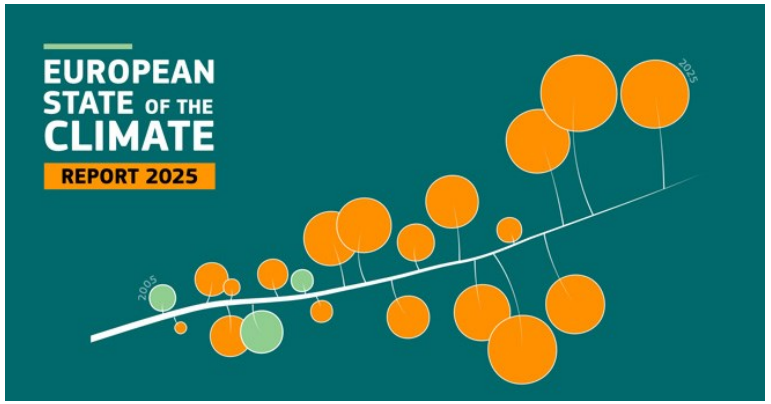






Climate Change Service

ECMWF



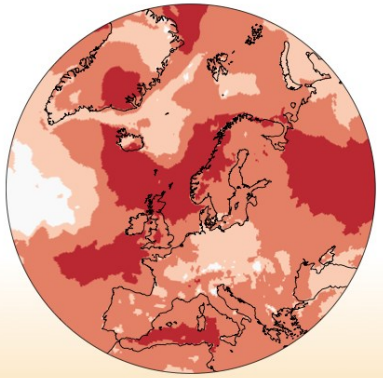


Europe is warming more than twice as fast as the global average.

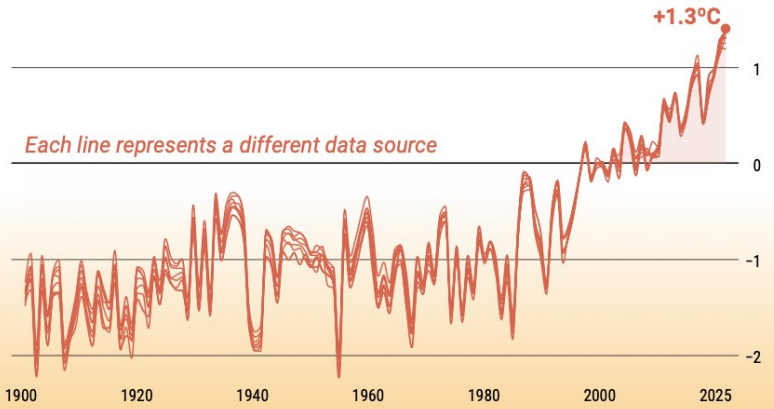
Surface air temperature

Almost the entire of Europe (**at least 95%**) saw **above-average** annual temperatures in 2025.

2025 saw Europe's **second most severe heatwave** on record.



2025 was the warmest year on record for WMO RA VI (Europe)*
Anomalies in annual surface air temperature

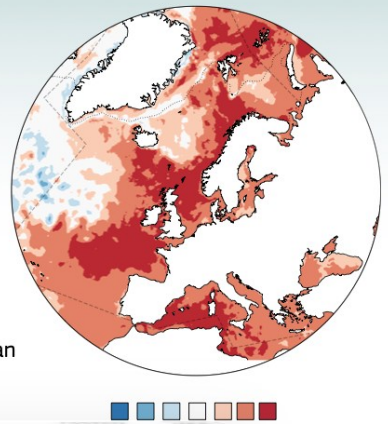


Sea surface temperature

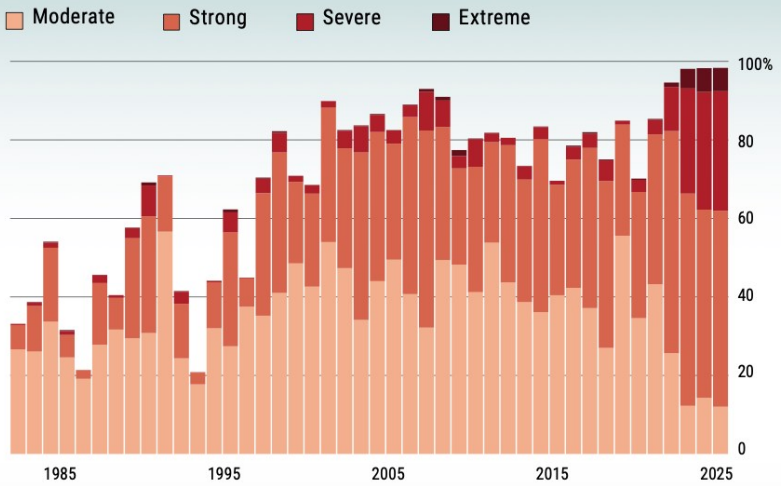
The **annual sea surface temperature** for the European ocean region was the **highest on record.**

86%

A record proportion of the European ocean region experienced **at least 'strong' marine** heatwave conditions.**

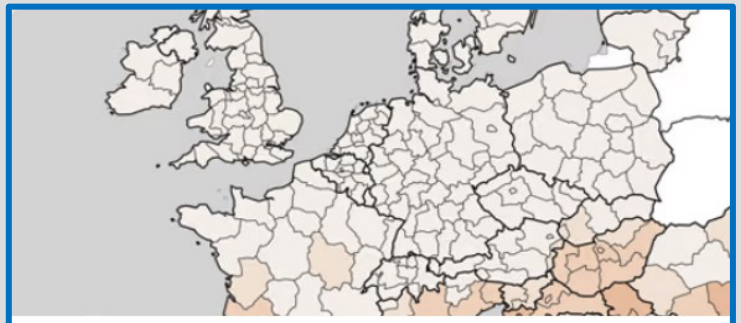


Percentage of European ocean experiencing marine heatwaves



Snímka obrazovky

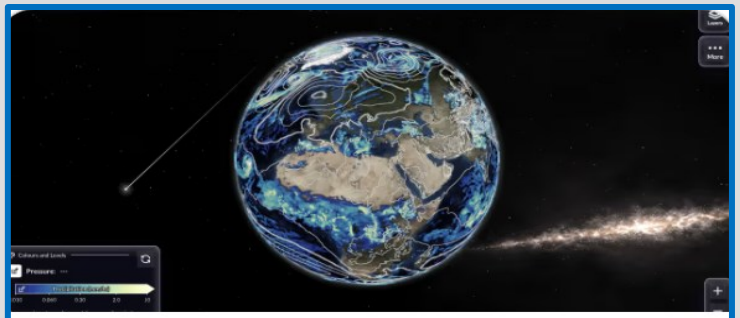
C3S webové mapové aplikácie Copernicus



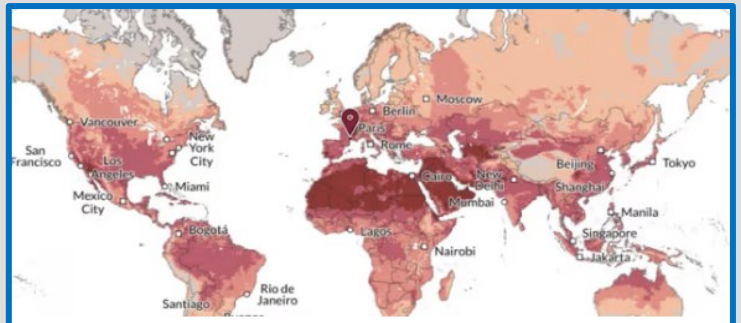
European Climate Data Explorer



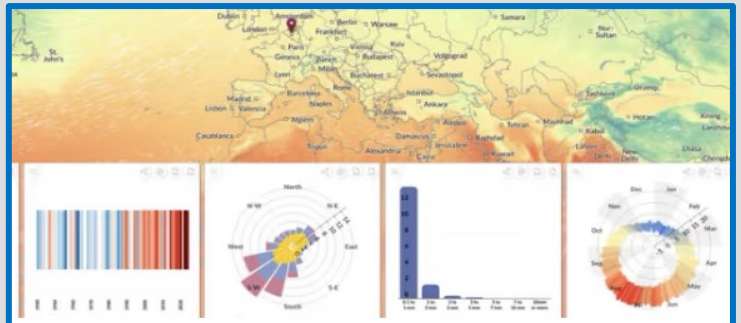
Fire Emissions Watch



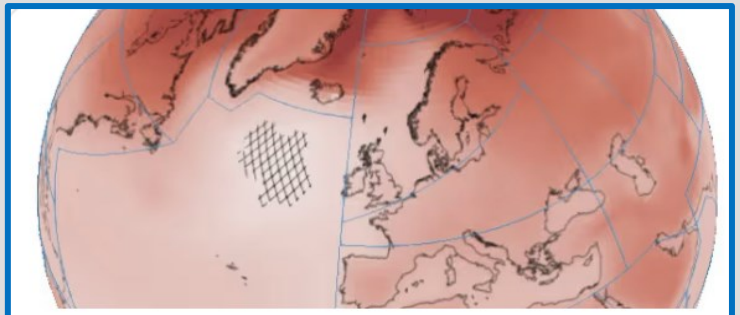
Weather Replay



Thermal Trace



ERA Explorer



Climate Atlas

https://apps.climate.copernicus.eu

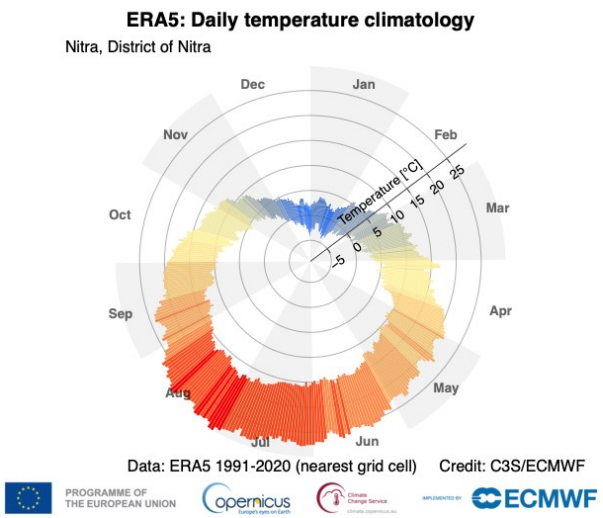
Climate Data Store (CDS)

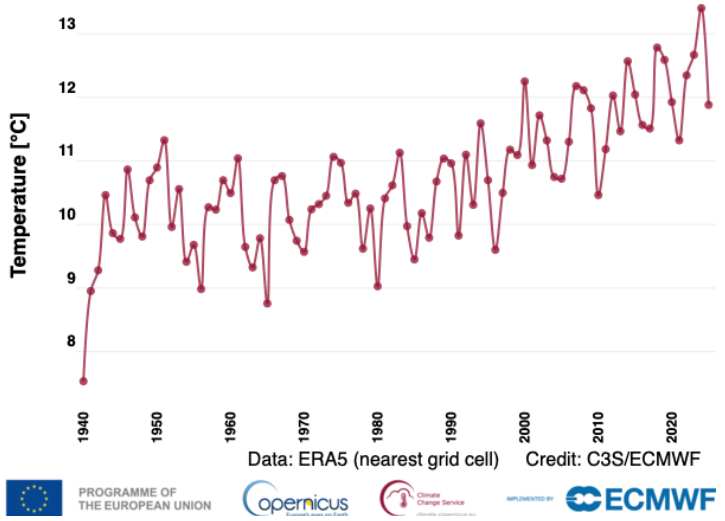
Typ údajov	Hlavné príklady	Na čo sa používajú
Pozorovania	E-OBS, ESA Climate Change Initiative	Sledovanie pozorovaných klimatických podmienok a porovnanie s modelmi
Reanalýzy	ERA5, ERA5-Land, CERRA	Analýza minulého vývoja klímy, trendov a extrémov
Klimatické projekcie	CMIP6, EURO-CORDEX	Hodnotenie budúcich zmien a porovnávanie scenárov
Klimatické indikátory	Horúce dni, tropické noci, sucho, extrémne zrážky, sneh	Hodnotenie klimatických rizík a podpora adaptačného plánovania
Sezónne a dekádové predpovede	Sezónne predpovede C3S, dekádové predikcie	Krátkodobé plánovanie a hodnotenie pravdepodobnosti odchýlok
Sektorové údaje	Hydrológia, energetika, poľnohospodárstvo, požiare, cestovný ruch	Posudzovanie konkrétnych dôsledkov klimatickej zmeny

ERA5-LAND

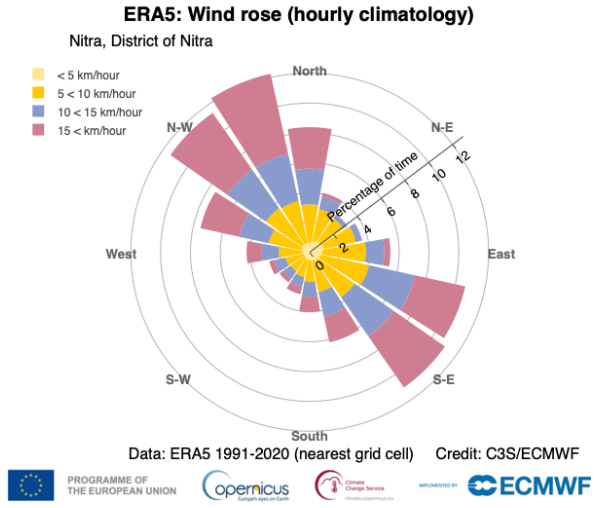
priestorovo a časovo konzistentná rekonštrukcia minulého vývoja atmosféry a zemského povrchu

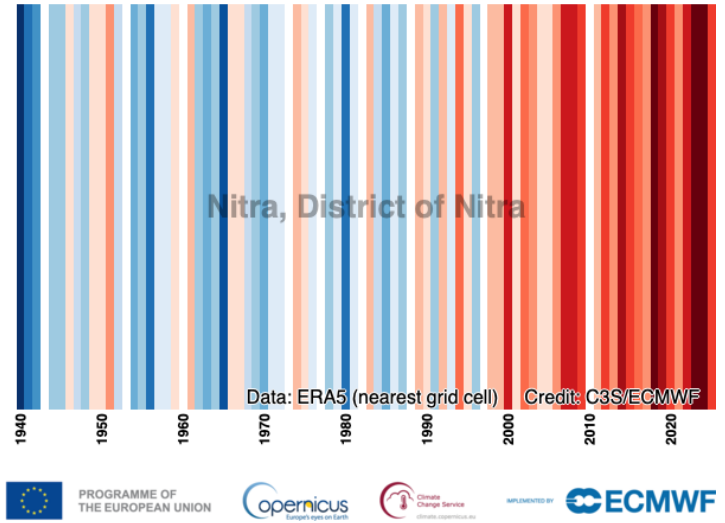
- **Typ údajov:** globálna klimatická reanalýza zemského povrchu
- **Časové pokrytie:** 1950 – súčasnosť near real time)
- **Časové rozlíšenie:** hodinové údaje až po mesačné priemery
- **Priestorové rozlíšenie:** približne 9 km
- Vertikálny rozsah: od 200 cm po 289 cm pod zemským povrchom (pôda)
- **Hlavné premenné:** teplota vzduchu, teplota pôdy, zrážky, pôdna vlhkosť, výpar, sneh, ľad, vietor, žiarenie, hĺbka jazier...





ERA5: Climate warming stripes #ShowYourStripes





Metodika spracovania údajov

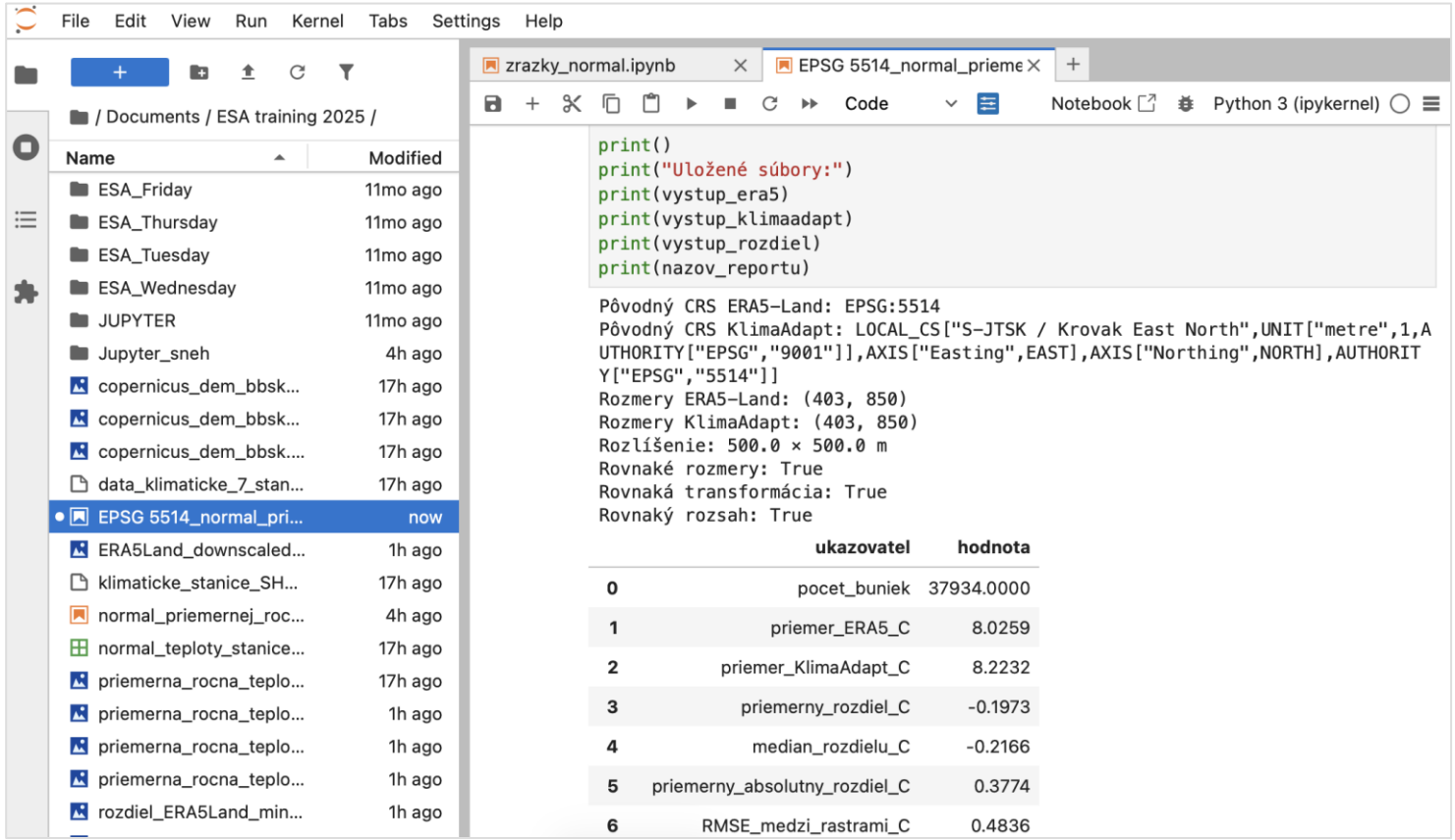
Vstupné údaje

- **Hranica predmetného územia:** Banskobystrického kraja: región SK032, NUTS 3
- **ERA5-Land:** mesačné údaje priemernej ročnej teploty a zrážok za obdobie 1991 – 2020 z CDS API
- **Stanice SHMÚ:** normály priemernej ročnej teploty vzduchu zo 7 a ročných úhrnov zrážok z 21 staníc
- **Copernicus DMR:** digitálny model reliéfu upravený na rozlíšenie 500 m
- **KlimaAdapt SHMÚ:** referenčná mapa priemernej ročnej teploty a ročných zrážok 1991 – 2020
- **Parametre:** EPSG:5514, veľkosť bunky 500 × 500 m



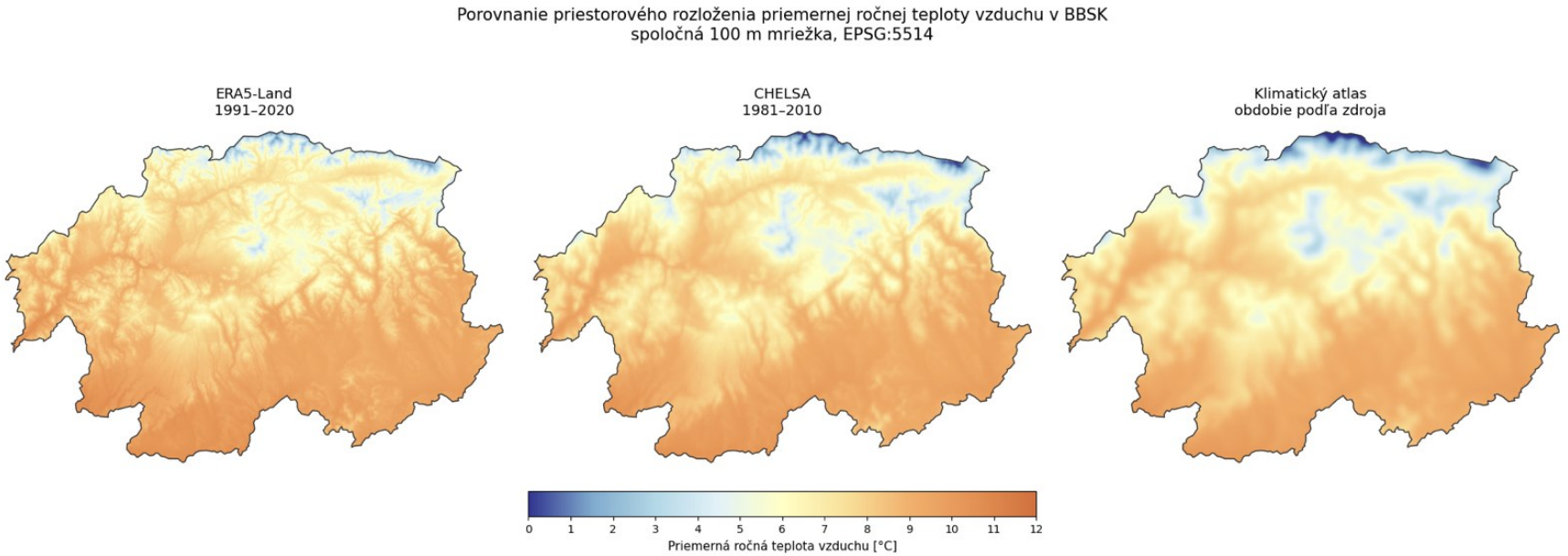
Postup

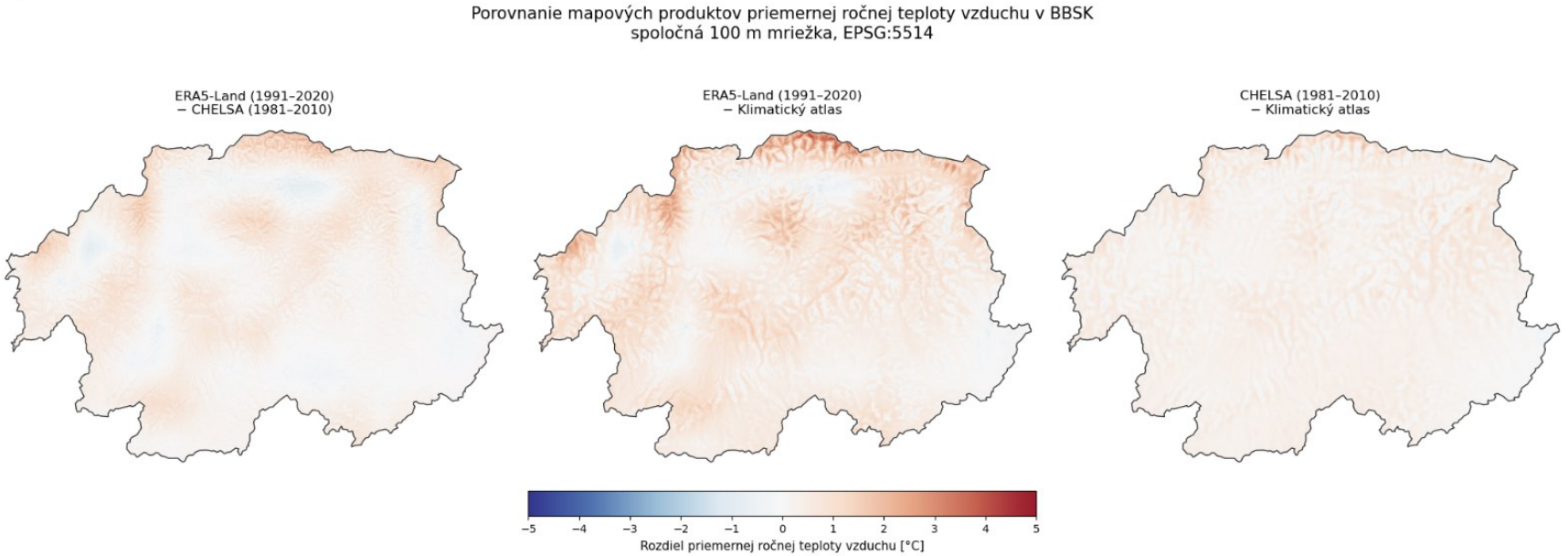
1. Kontrola staničných údajov, súradníc a polohy
2. Výpočet staničných normálov za obdobie 1991 – 2020
3. Výpočet ročných hodnôt a 30-ročného normálu ERA5-Land
4. Transformácia ERA5-Land a DMR do EPSG:5514 a na 500 m mriežku
5. Modelovanie teploty a zrážok pomocou ERA5-Land a nadmorskej výšky (výpočet gradientov)
6. Priestorová korekcia modelu interpoláciou staničných rezíduí metódou IDW
7. Výber modelu pomocou krížovej validácie typu leave-one-out
8. Porovnanie výslednej mapy so stanicami a mapou KlimaAdapt



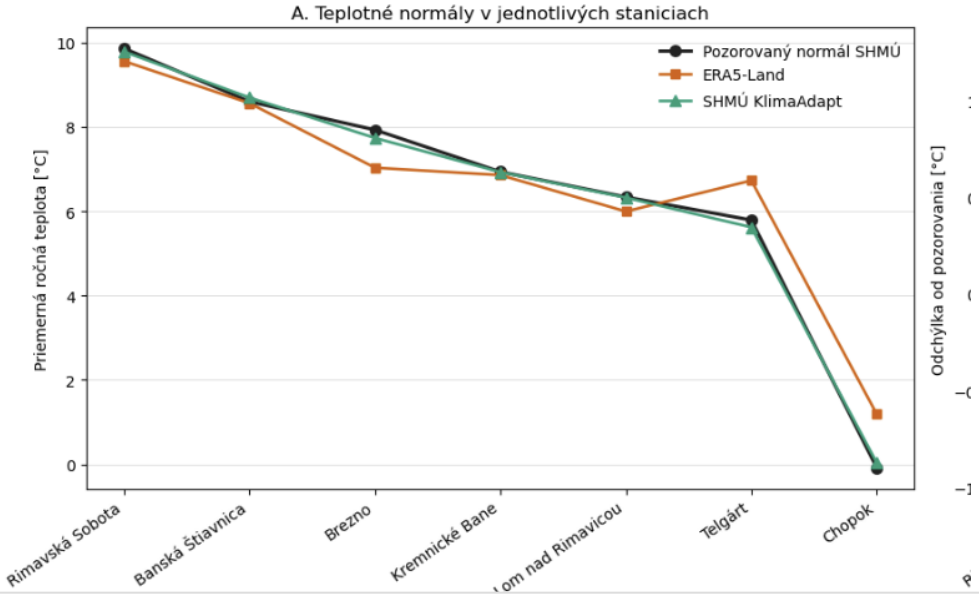
Porovnanie mapových produktov priemernej ročnej teploty vzduchu s rozličným normálovým obdobím:

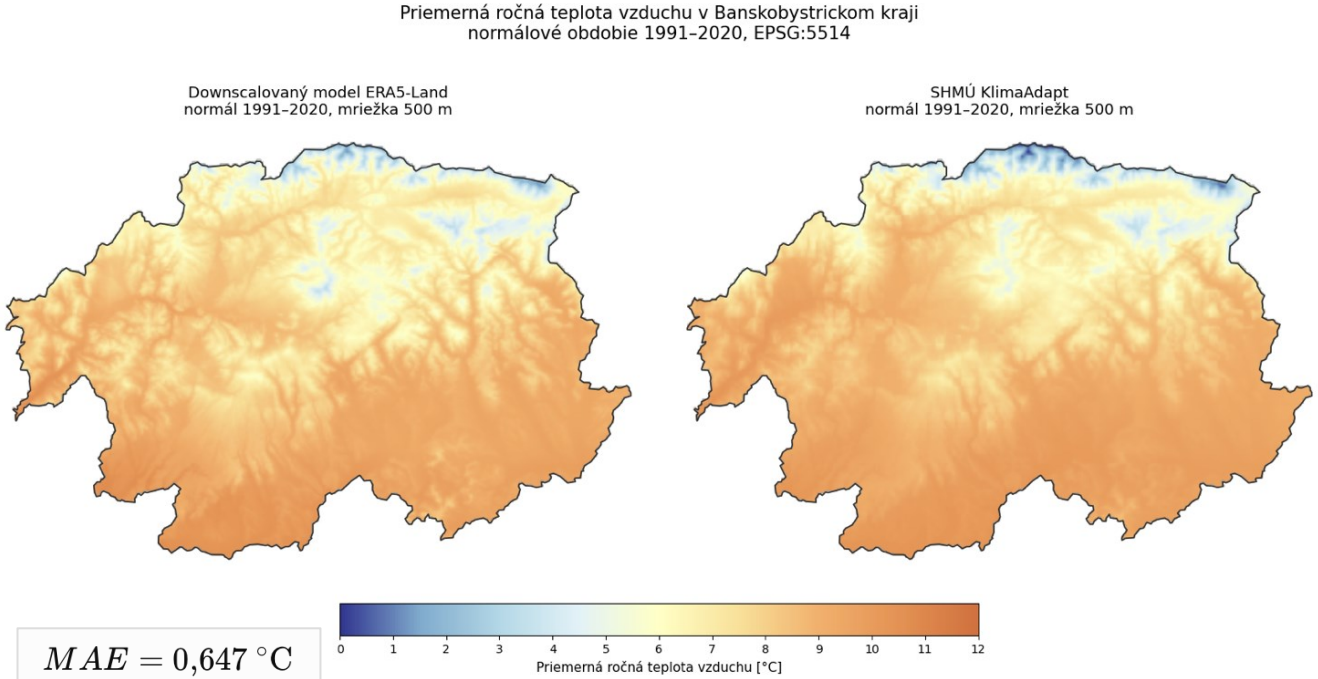
ERA5 Land
CHELSA
Klimatický atlas





Porovnanie mapových produktov priemernej normálovej ročnej teploty vzduchu (1990-2021)

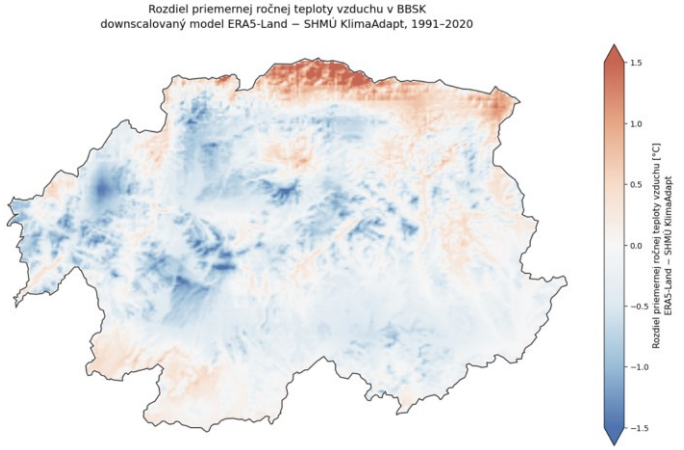




$$MAE = 0{,}647\ ^\circ\mathrm{C}$$

$$RMSE = 0{,}783\ ^\circ\mathrm{C}$$

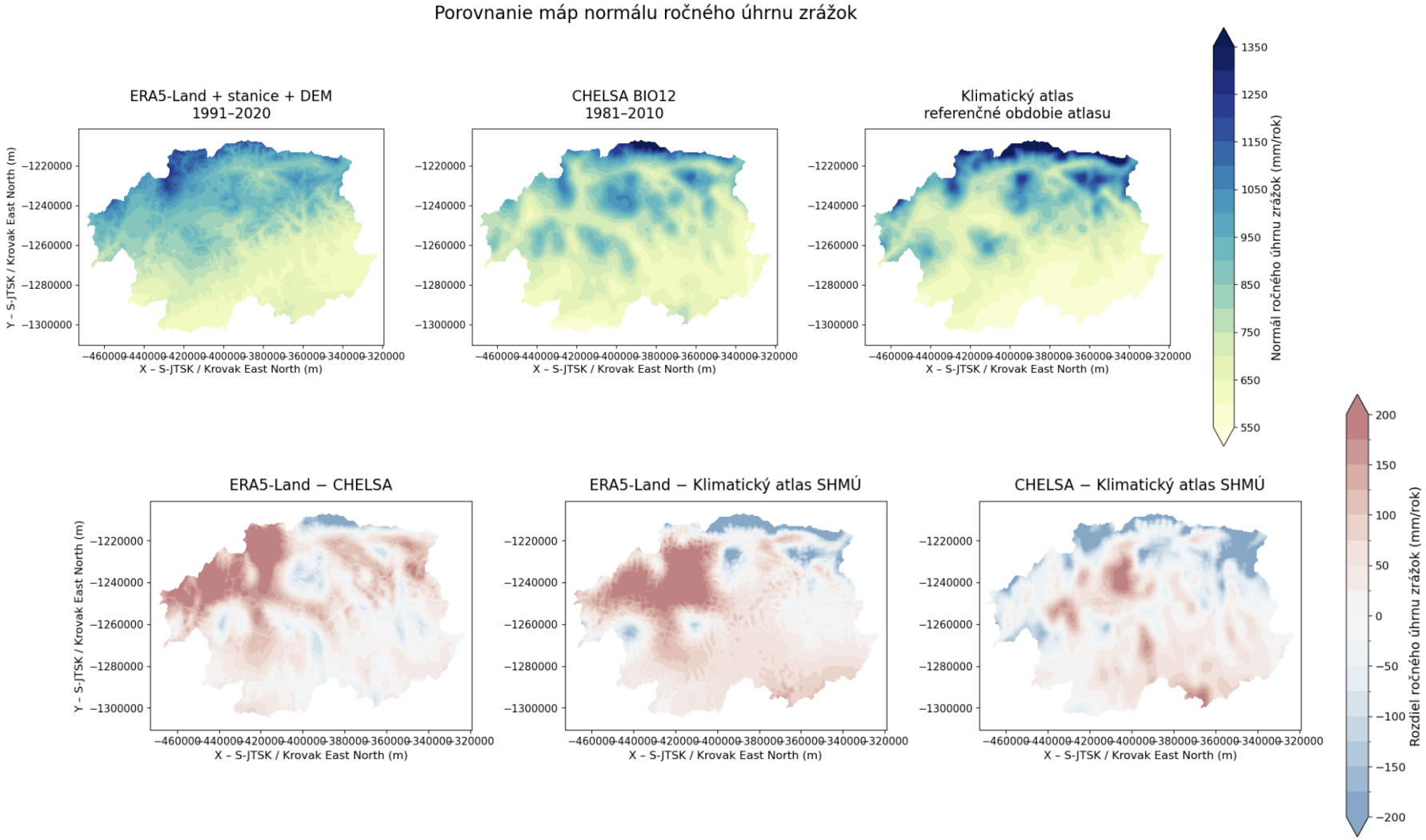
$$BIAS = -0{,}011\ ^\circ\mathrm{C}$$



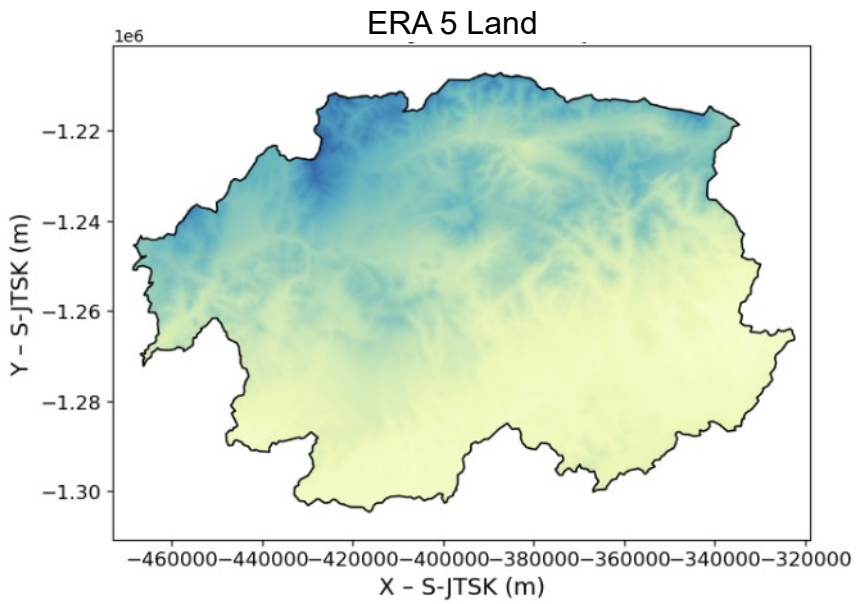
Mapový produkt	Počet staníc	Priemer pozorovaní [°C]	Priemer modelu [°C]	BIAS [°C]	MAE [°C]	RMSE [°C]	Max. absolútna odchýlka [°C]	Pearson r	R^2
ERA5-Land downscaled	7	6.482	6.561	0.079	0.553	0.709	1.271	0.984	0.968
SHMÚ KlimaAdapt	7	6.482	6.447	-0.036	0.096	0.116	0.192	0.999	0.999

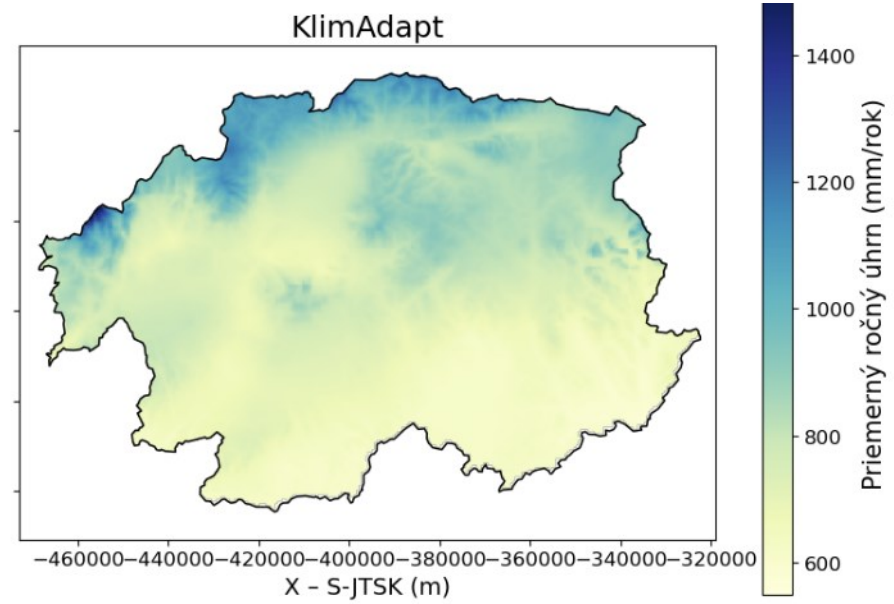
Porovnanie mapových produktov ročných úhrnov zrážok s rozličným normálovým obdobím:

ERA5 Land
CHELSA
Klimatický atlas



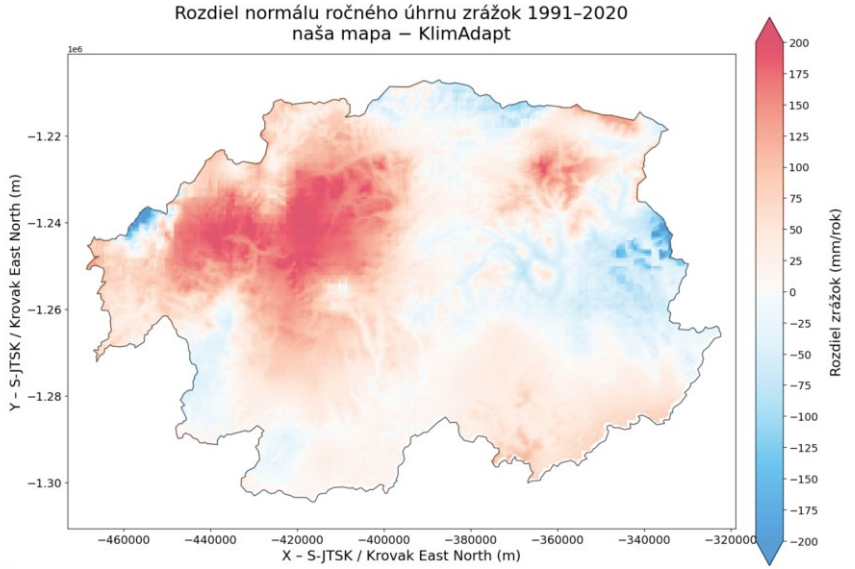
Porovnanie mapových produktov normálového ročného úhrnu zrážok (1990-2021)



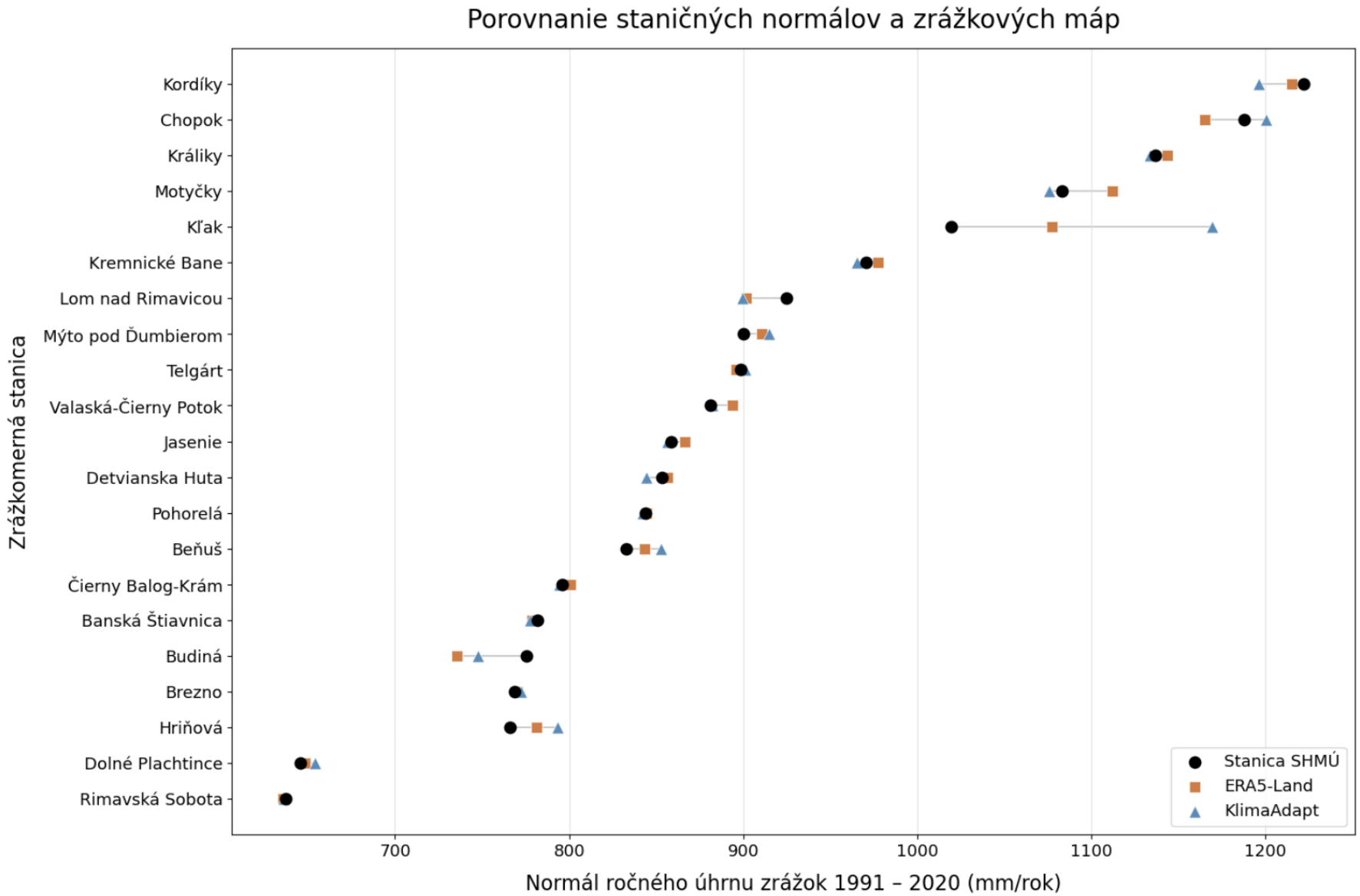


MAE	49.50	mm/rok
RMSE	63.59	mm/rok
BIAS	6.87	mm/rok
R^2	0.84	–

Krížová validácia LOOCV preukázala, že model zachytil 84 % priestorovej variability staničných zrážkových normálov; priemerná absolútna chyba odhadu dosiahla 49,5 mm/rok.



Mapový produkt	Počet staníc	Priemer pozorovaní [mm/rok]	Priemer modelu [mm/rok]	BIAS [mm/rok]	MAE [mm/rok]	RMSE [mm/rok]	Max. absolútna odchýlka [mm/rok]	Pearson r	R^2
ERA5-Land downscaled	21	894.525	897.880	3.355	12.841	19.111	57.579	0.993	0.985
SHMÚ KlimaAdapt	21	894.525	900.481	5.956	16.825	35.439	149.954	0.977	0.949


Porovnanie staničných normálov a zrážkových máp
Zrážkomerná stanica
Kordíky
Chopok
Králiky
Motyčky
Kľak
Kremnické Bane
Lom nad Rimavicou
Mýto pod Ďumbierom
Telgárt
Valaská-Čierny Potok
Jasenie
Detvianska Huta
Pohorelá
Beňuš
Čierny Balog-Krám
Banská Štiavnica
Budiná
Brezno
Hriňová
Dolné Plachtince
Rimavská Sobota
700
800
900
1000
1100
1200
Normál ročného úhrnu zrážok 1991 – 2020 (mm/rok)
Stanica SHMÚ
ERA5-Land
KlimaAdapt

Závery

1. Downscaling ERA5-Land pomerne spoľahlivo zachytáva základné priestorové rozloženie teploty a zrážok v Banskobystrickom kraji a je vhodný najmä na regionálne hodnotenie klimatických pomerov.
2. Pri teplote je závislosť od nadmorskej výšky pomerne jednoznačná, jednotný teplotný gradient však nedostatočne vystihuje kotlinové, inverzné a vysokohorské polohy.
3. Zrážky sú priestorovo variabilnejšie a nemajú jednoduchý výškový gradient, pretože výraznejšie reagujú na regionálne rozdiely, náveternosť a ďalšie vlastnosti reliéfu. Spresnenie máp si preto vyžaduje viac staníc v rôznych typoch reliéfu a jednotné podkladové dáta a priestorovú krížovú validáciu.

Ďalšie kroky: rozšíriť súbor staníc, najmä vo vyšších polohách, zjednotiť podkladový DMR a interpolačné metódy s mapami KlimaAdapt, zohľadniť ďalšie vlastnosti reliéfu a použiť priestorovú krížovú validáciu. Po sprístupnení celého obdobia 1991 – 2020 možno výsledky overiť aj pomocou údajov CERRA-Land alebo ERA6.

ĎAKUJEM ZA POZORNOSŤ

#ShowYourStripes

lenka.balazovicova@umb.sk