

Ondřej Lhotka^{1,2,3} & Jan Kyselý^{1,2}

NEDÁVNÉ HORKÉ VLNY VE STŘEDNÍ EVROPĚ V KONTEXTU KLIMATICKÉ ZMĚNY

Klimatická změna v ČR: projevy, důsledky, adaptace
Uherské Hradiště, 21.9.–23.9.2016

¹ Ústav fyziky atmosféry AV ČR

² Ústav výzkumu globální změny AV ČR

³ Přírodovědecká fakulta UK

ÚVOD A MOTIVACE

- Několik horkých vln v létě 2015
- Dopady na společnost i ekosystémy
- Zájem médií i veřejnosti
- Mezioborový přesah



CÍLE PRÁCE

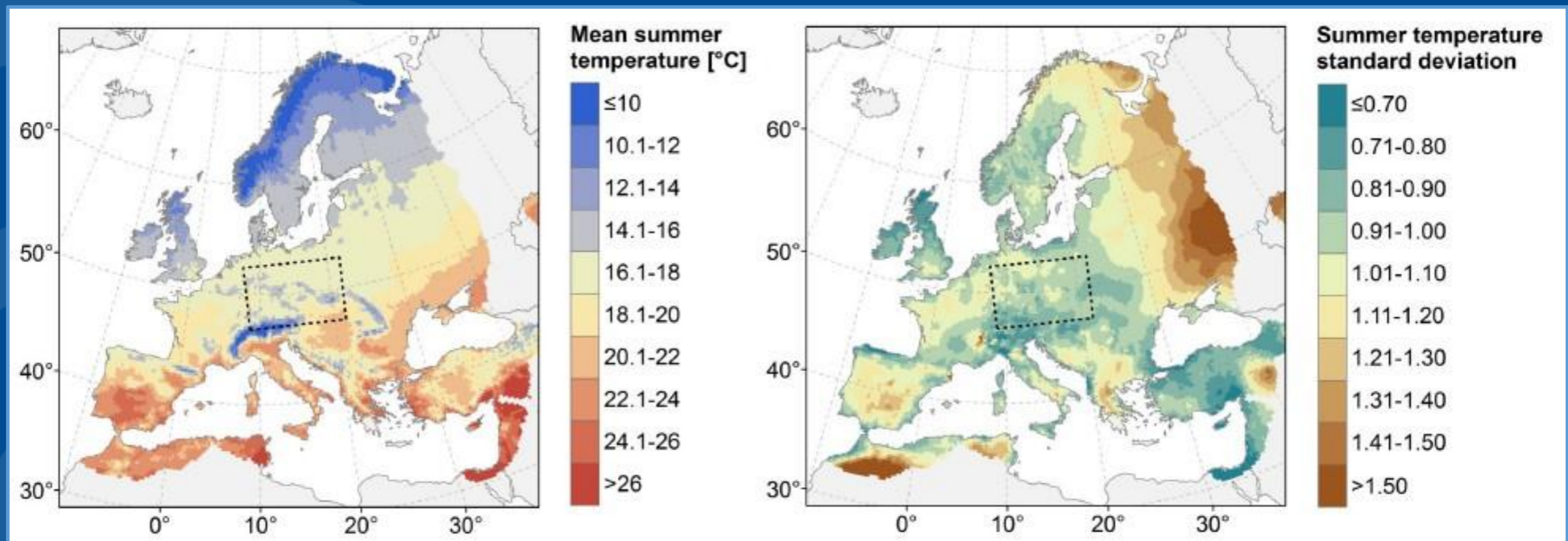
- Vyhodnotit extremitu nedávného léta 2015
 - ve střední Evropě
 - v kontinentálním (celoevropském) měřítku
- Analyzovat, v jakém budoucím období by se podobné extrémní horké vlny mohly vyskytovat pravidelně
 - Dva scénáře vývoje skleníkových plynů
 - Dvě různá rozlišení modelů
- Důraz na prostorový aspekt horkých vln

DATA A METODY

- Pozorování – gridová databáze E-OBS (verze 12.0)
 - Evropa v kroku sítě 25 km, 1950–současnost
- Modelové simulace – 3 regionální klimatické modely (RCM) z databáze EURO-CORDEX
 - CCLM4-8-17 řízený MPI-M-MPI-ESM-LR
 - RACMO22E řízený ICHEC-EC-EARTH
 - RCA4 řízený CNRM-CERFACS-CNRM-CM5
 - 2 scénáře skleníkových plynů (RCP 4.5 a RCP 8.5), 2 rozlišení (12,5 a 50 km) → **12 simulací**

DATA A METODY

- Dvě domény – střední Evropa (čárkovaný polygon, 1 040 uzlových bodů v kroku sítě 25 km) a celý kontinent



- Převedení dat do kroku sítě 50 km → 260 uzlových bodů (možnost přímého porovnání)

DATA A METODY

- Horká vlna nastává, pokud jsou ve střední Evropě pozorovány alespoň **tři horké dny po sobě**
- Postup zjištění horkého dne:
 - Zjištění odchylek aktuální denní T_{\max} od jejího 90% kvantilu pro léto v každém uzlovém bodě (260 odchylek pro každý den)
 - Výpočet průměru z 260 odchylek → kladný = horký den
- RCM vykazují systematickou chybu v simulaci T_{\max} (bias) → výpočet 90% kvantilu pro každou simulaci zvlášť

DATA A METODY

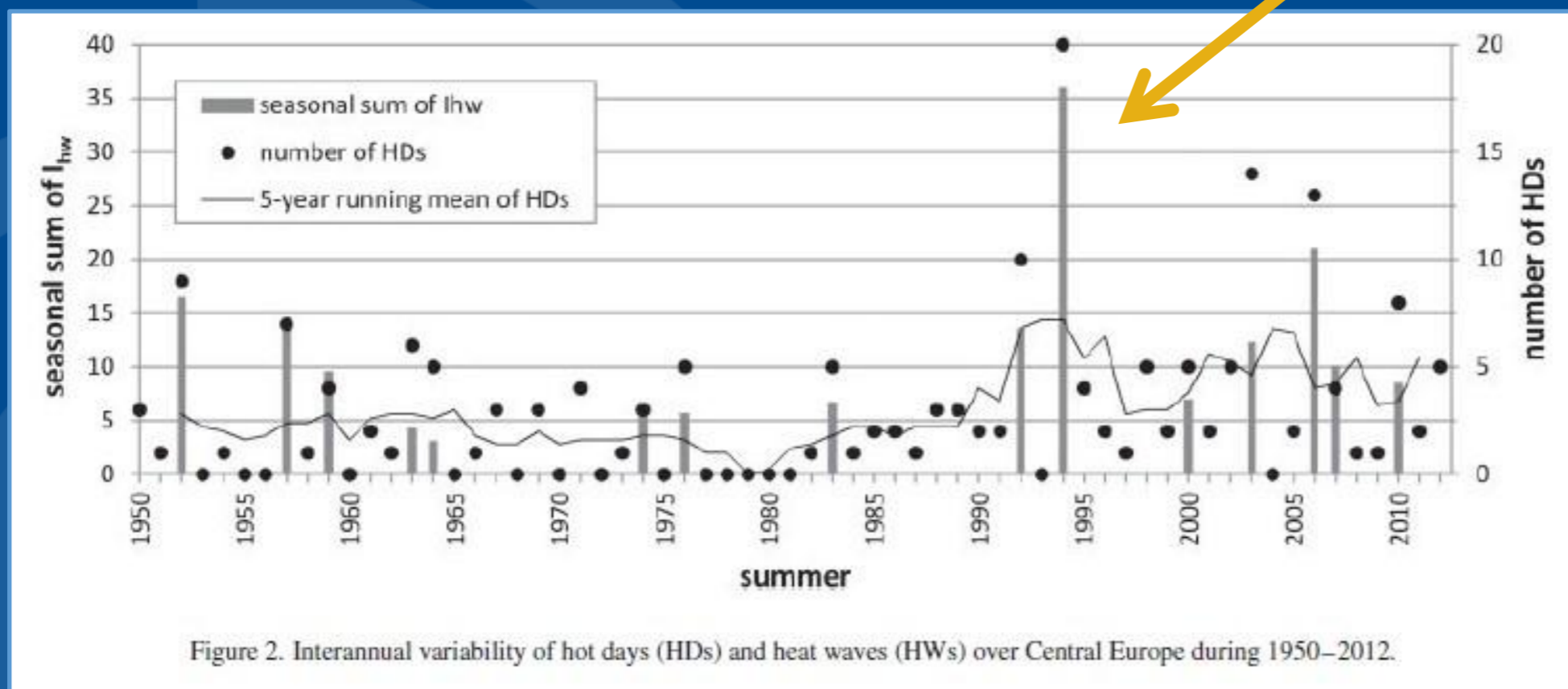
- Závažnost jednotlivých horkých vln ve střední Evropě analyzována pomocí **indexu extremity** horkých vln (I_{hw})
- Suma kladných odchylek od 90% kvantilu T_{max} během horkých dní, které tvoří horkou vlnu, vážená počtem uzlových bodů ve střední Evropě (260)
- Kombinovaný efekt teploty, délky a plošného rozsahu horké vlny

HORKÉ VLNY 2015 VE STŘEDNÍ EVROPĚ

- Horké vlny ve střední Evropě v období 1950–2012 analyzovány v rámci disertační práce

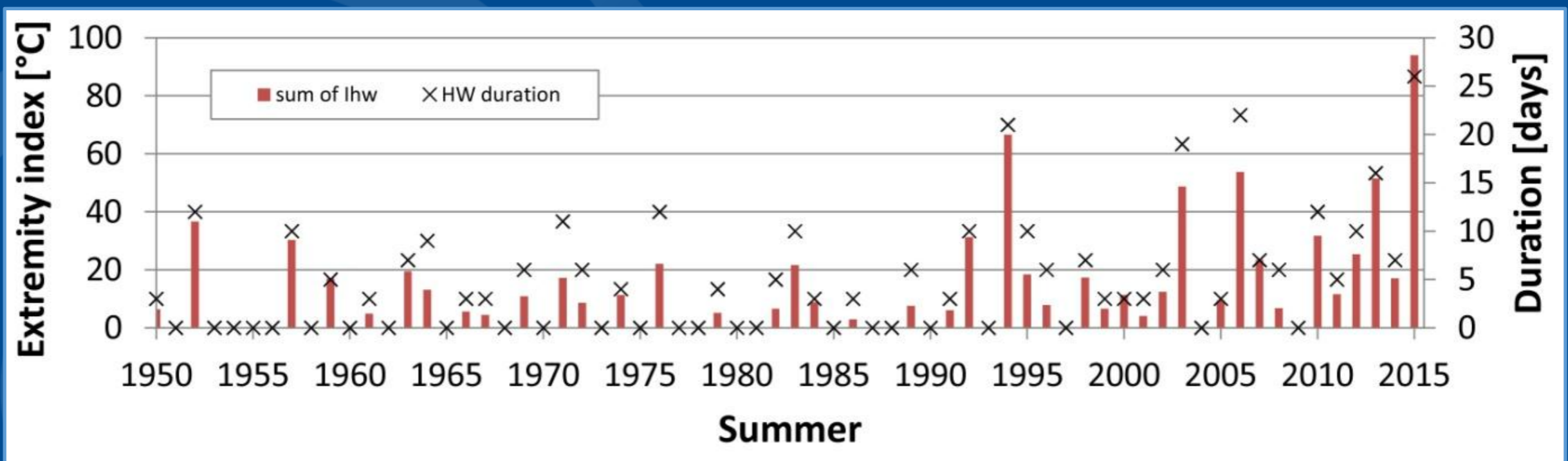
- Použití 95% kvantilu

1994



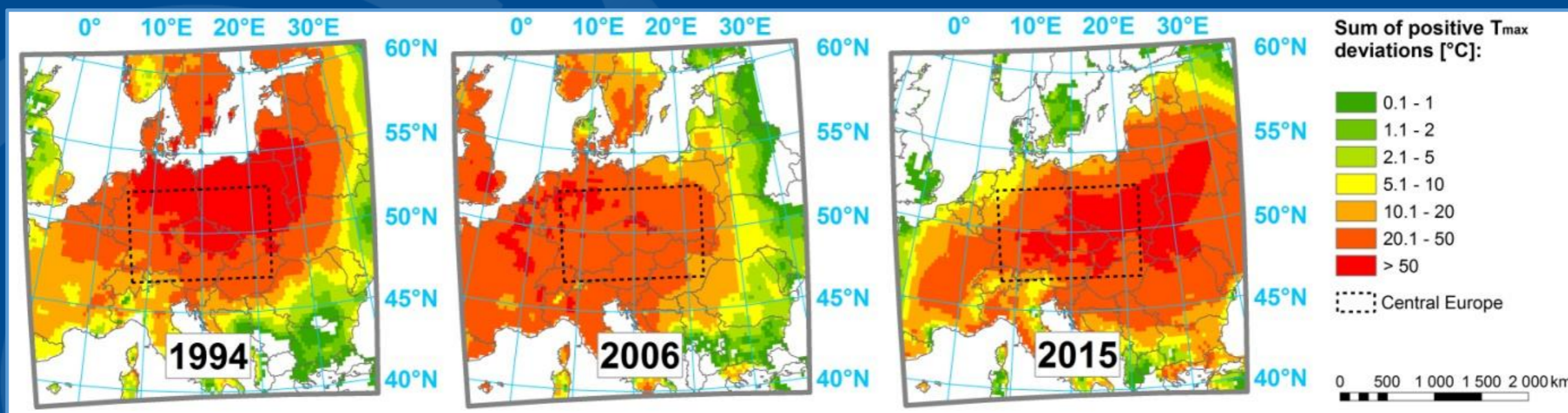
HORKÉ VLNY 2015 VE STŘEDNÍ EVROPĚ

- V létě 2015 zjištěny 3 horké vlny
- Sezónní suma indexu extremity byla v létě 2015 největší od roku 1950



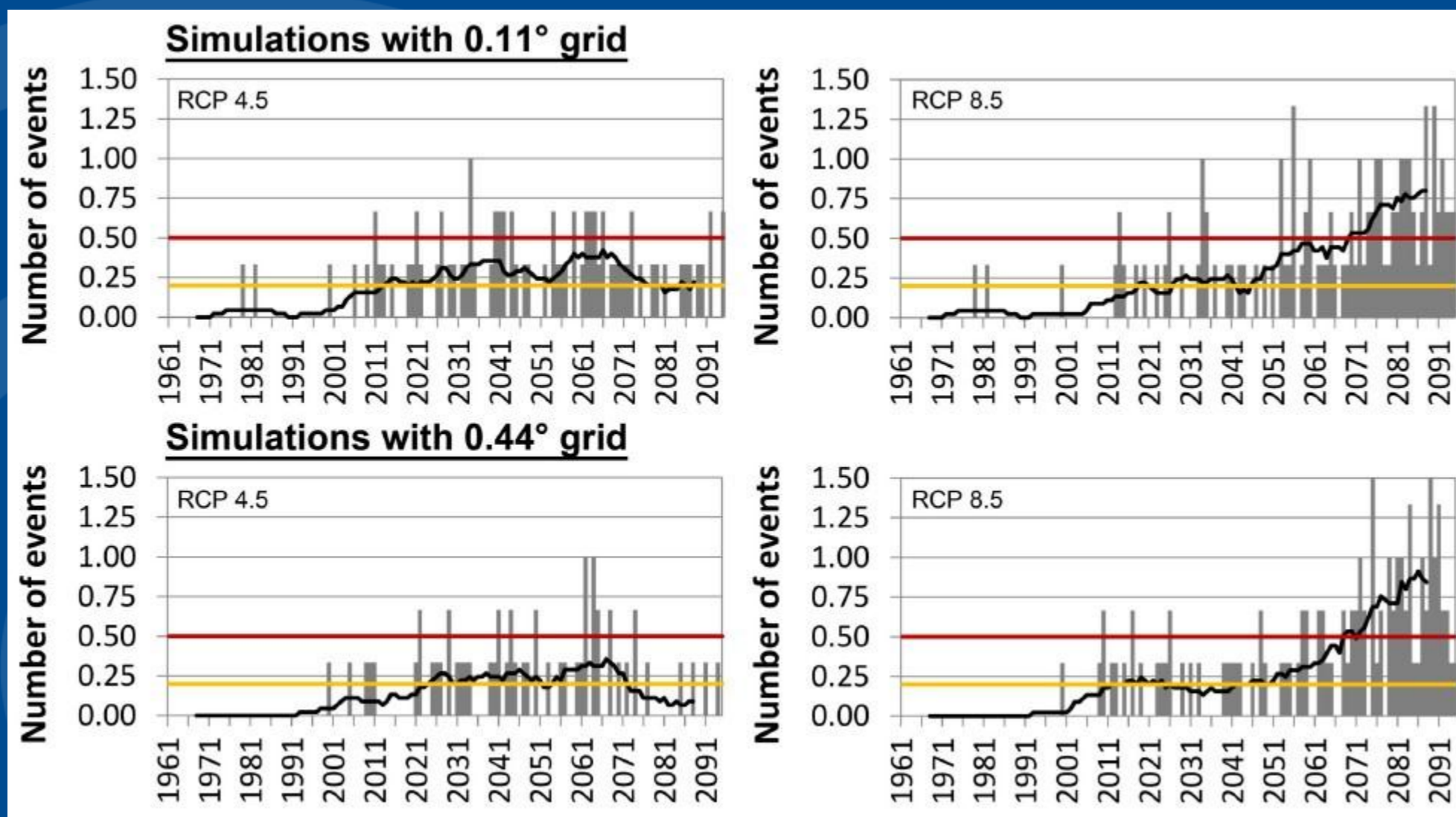
HORKÉ VLNY 2015 VE STŘEDNÍ EVROPĚ

- Nejvýraznější horká vlna v létě 2015 trvala 13 dní (3.8.–15.8.)
- Pouze 3 horké vlny delší než 10 dní ve střední Evropě od roku 1950



SIMULACE ANALOGICKÝCH HORKÝCH VLN

- Průměr ze tří RCM, počet analogických horkých vln za sezonu (stejný nebo vyšší index extremity než horká vlna 2015)

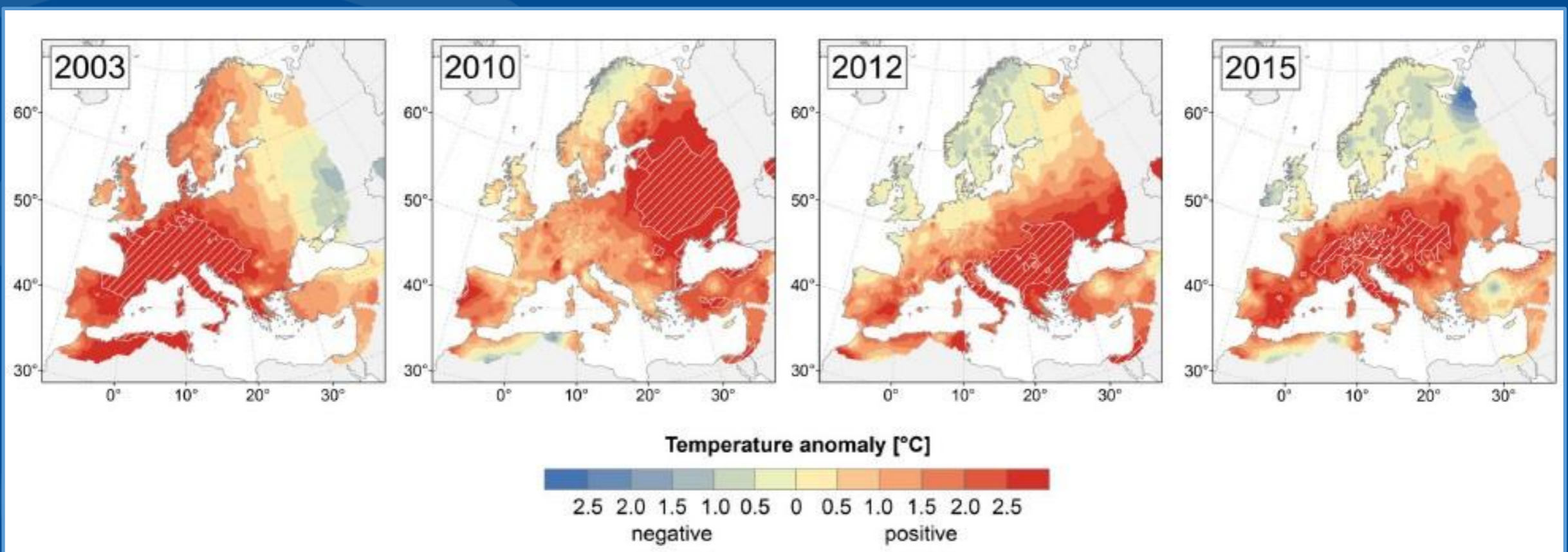


Červená čára:
1x za 2 roky

Oranžová čára:
2x za dekádu

LÉTO 2015 V KONTINENTÁLNÍM MĚŘÍTKU

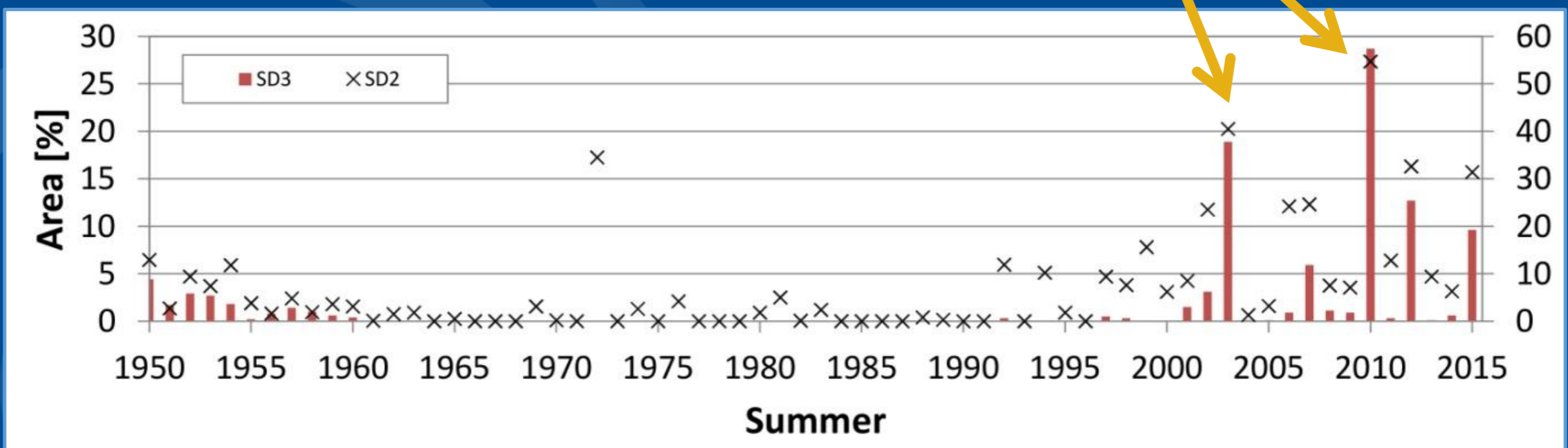
- Plocha území, na kterém průměrná letní teplota překročila trojnásobek její sezonní směrodatné odchylky



LÉTO 2015 V KONTINENTÁLNÍM MĚŘÍTKU

- Plocha území, na kterém průměrná letní teplota překročila trojnásobek její sezonní směrodatné odchylky

2003 a 2010



SIMULACE ANALOGICKÝCH HORKÝCH LÉT

- Průměr ze tří RCM, počet analogických horkých lét v Evropě za patnáctileté období (stejná nebo vyšší plocha $SD > 3$)

- RCP 4.5 simulations ($0.11^\circ | 0.44^\circ$):

	1961–75	1976–90	1991–05	2006–20	2021–35	2036–50	2051–65	2066–80	2080–95
CCLM	0 0	0 0	0 0	1 1	1 2	7 7	8 7	10 5	10 10
RACMO	0 0	0 0	0 0	1 1	3 4	5 3	7 3	11 6	6 6
RCA	-	0 0	0 3	2 2	3 2	6 6	9 8	11 10	14 14
mean	-	0.0 0.0	0.0 1.0	1.3 1.3	2.3 2.7	6.0 5.3	8.0 6.0	10.7 7.0	10.0 10.0

- RCP 8.5 simulations ($0.11^\circ | 0.44^\circ$):

	1961–75	1976–90	1991–05	2006–20	2021–35	2036–50	2051–65	2066–80	2080–95
CCLM	0 0	0 0	0 0	2 1	3 4	6 6	9 15	11 15	14 15
RACMO	0 0	0 0	0 0	1 1	2 1	5 5	13 12	15 15	15 15
RCA	-	0 0	0 3	0 0	2 0	3 7	14 12	15 14	15 15
mean	-	0.0 0.0	0.0 1.0	1.0 0.7	2.3 1.7	4.7 6.0	12.0 13.0	13.7 14.7	14.7 15.0

ZÁVĚR

- Léto 2015 bylo z pohledu horkých vln ve střední Evropě nejextrémnější od roku 1950
- Analogické horké vlny jsou simulovány jako pravidelné (1x za 2 roky) pouze v rámci scénáře RCP 8.5 od roku 2070
- V kontinentálním měřítku bylo léto 2015 vyhodnoceno (podle plochy násobků směrodatných odchylek) jako čtvrté nejvýraznější
- Analogicky horká léta jsou simulovány jako pravidelné (1x za 2 roky) od poloviny 21. století v rámci obou scénářů

DĚKUJI ZA POZORNOST