



Vývoj změny klimatu a adaptační opatření ve vodním hospodářství

*RNDr. Pavel Punčochář, CSc.,
Sekce vodního hospodářství
Ministerstvo zemědělství*



(NE)PŘEKVAPIVÁ ZPRÁVA SVĚTOVÉ METEOROLOGICKÉ ORGANIZACE (WMO) : TEPLOTA VZDUCHU V EVROPĚ V R. 2022 BYLA O 2,3° C NAD PŘEDINDUSTRIÁLNÍM PRŮMĚREM (Z LET 1850 – 1900)

- Vlny veder vedly k 16 000 nadměrným úmrtím, 67 % událostí souviselo s povodněmi a bouřkami – škody dosáhly 44 mld. Kč
- Evropské ledovce ztratily 880 km ledu
- Evropa je nejrychleji oteplovícím se kontinentem světa – od r. 1980 se otepluje 2x více než je světový průměr
- Západní a jihozápadní státy Evropy zažily nejteplejší rok v historii.
- Požáry vypálily druhý největší rozsah ploch.
- Zásoby vody ve Španělsku klesly na 41,9 % celkové kapacity
- Naděje do budoucna: 22,3 % elektřiny z větrných a solárních zdrojů je poprvé více než z fosilního plynu.

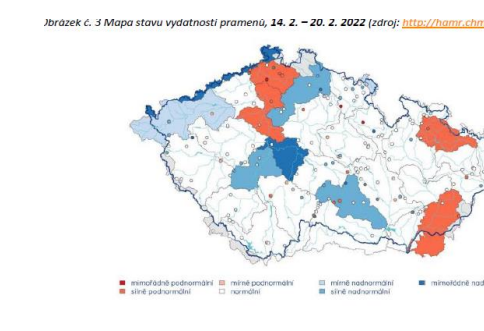
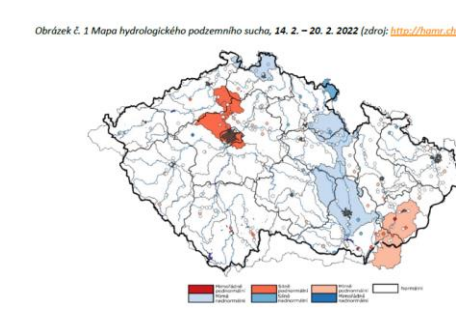
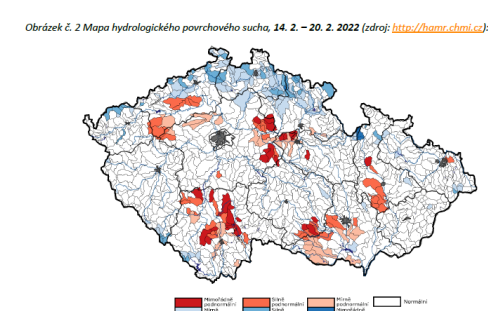
Stav vodních zdrojů v České republice v průběhu roku 2022

povrchové zdroje

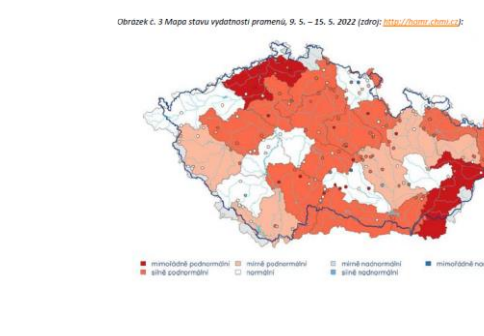
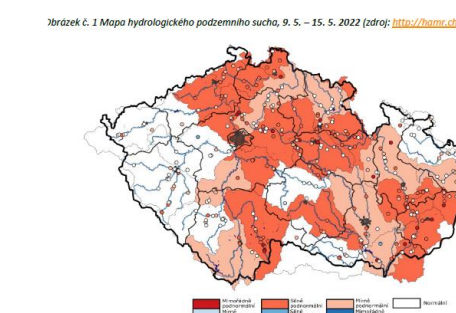
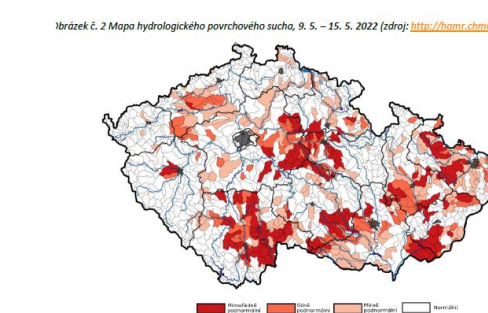
podzemní zdroje

prameny

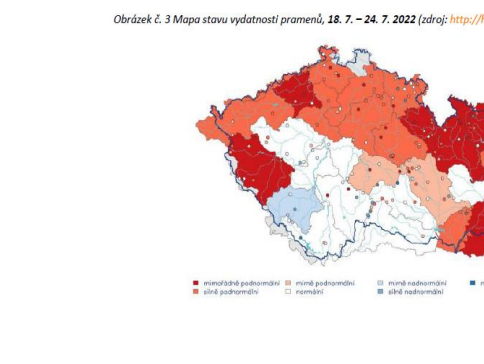
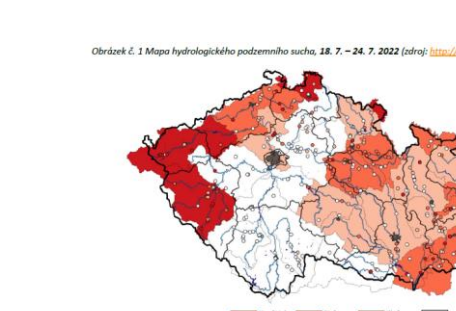
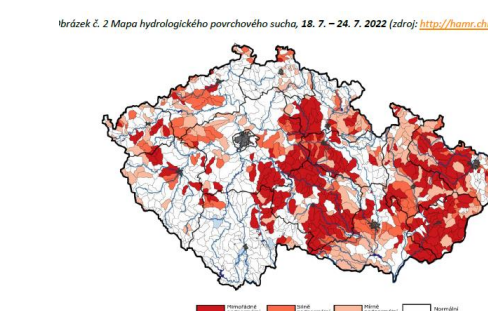
březen



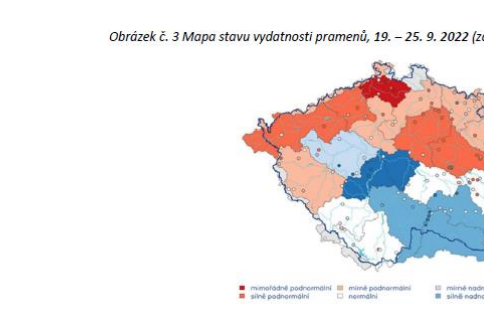
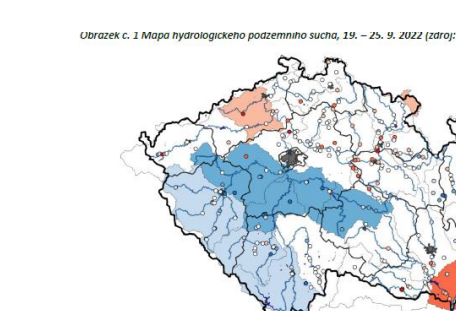
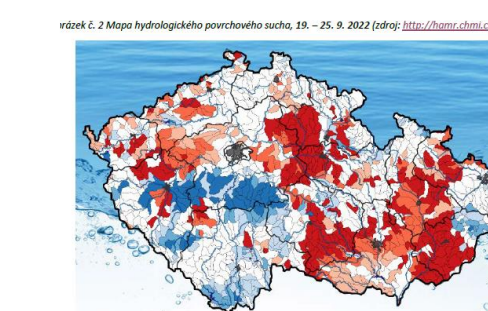
květen



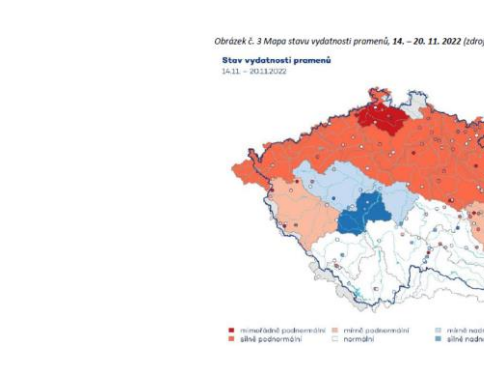
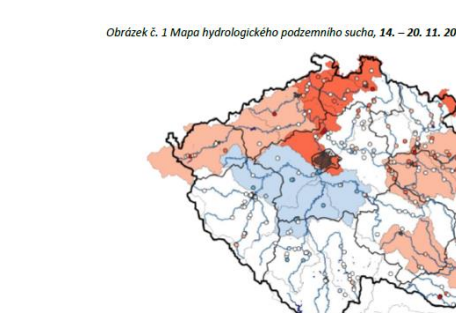
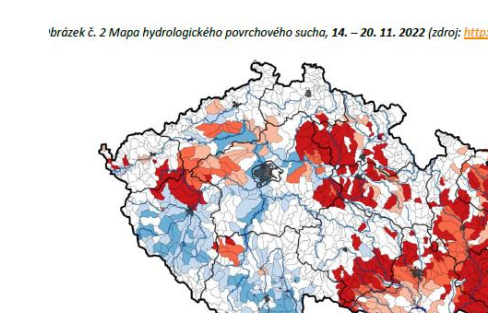
červenec

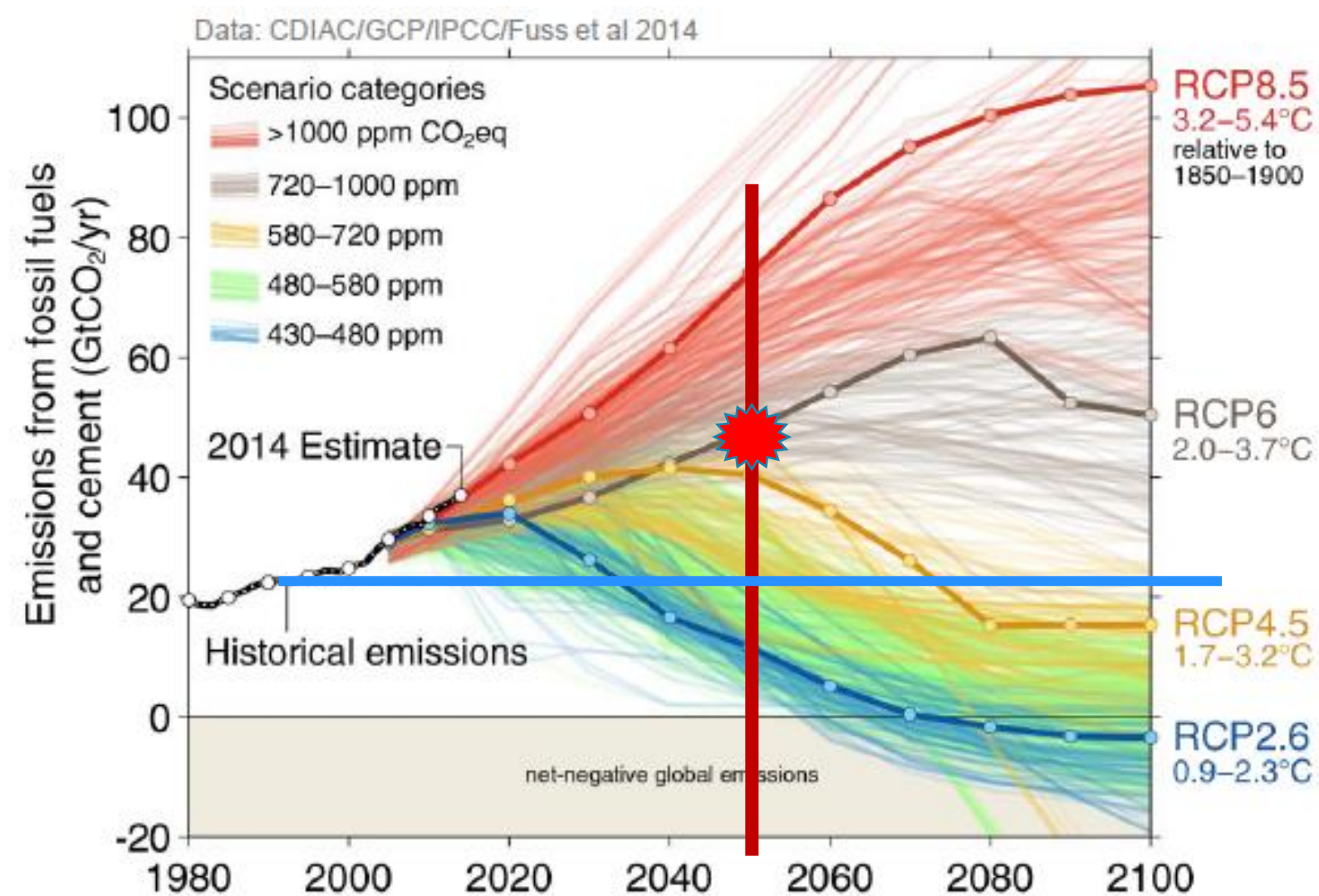


září

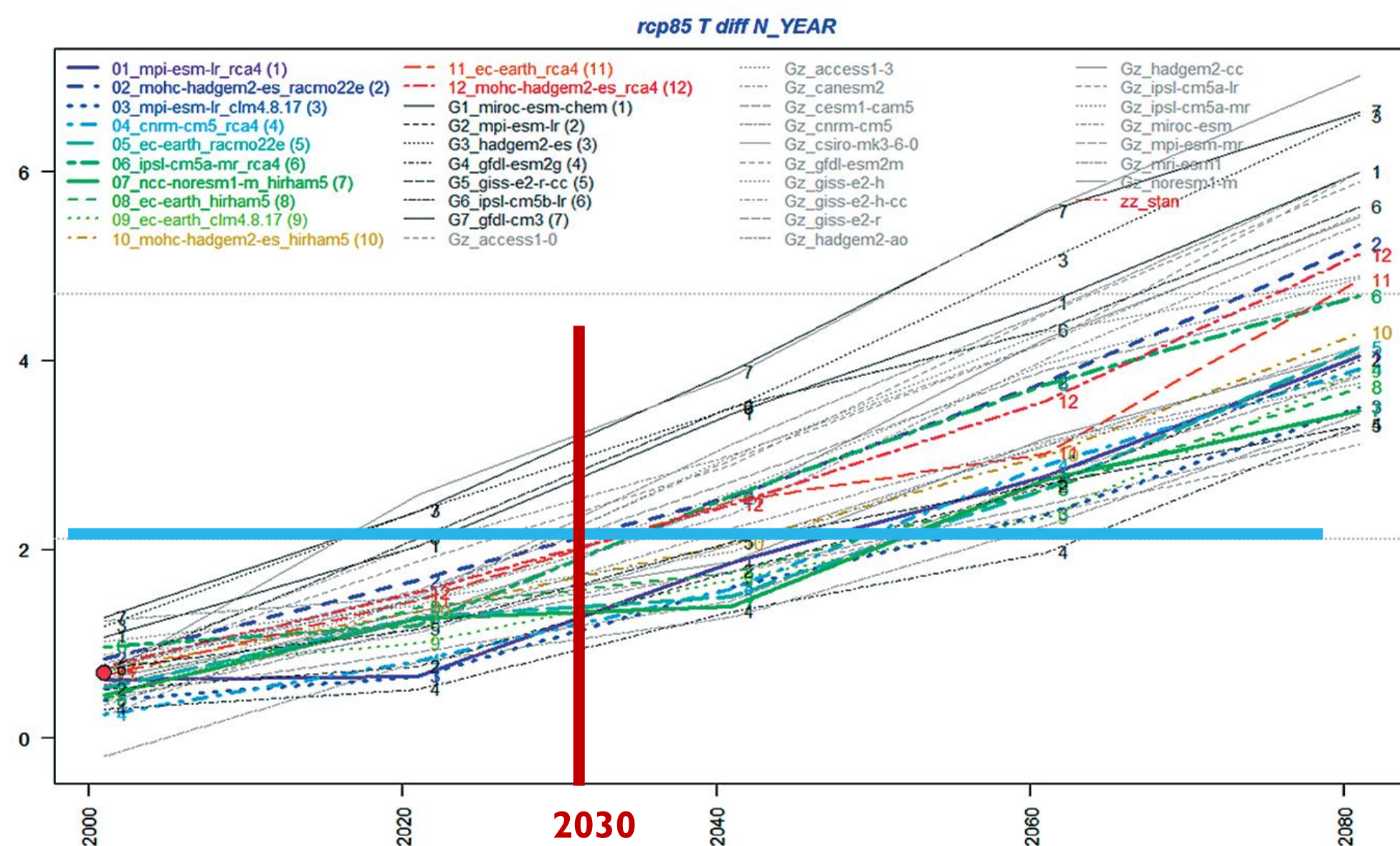


listopad

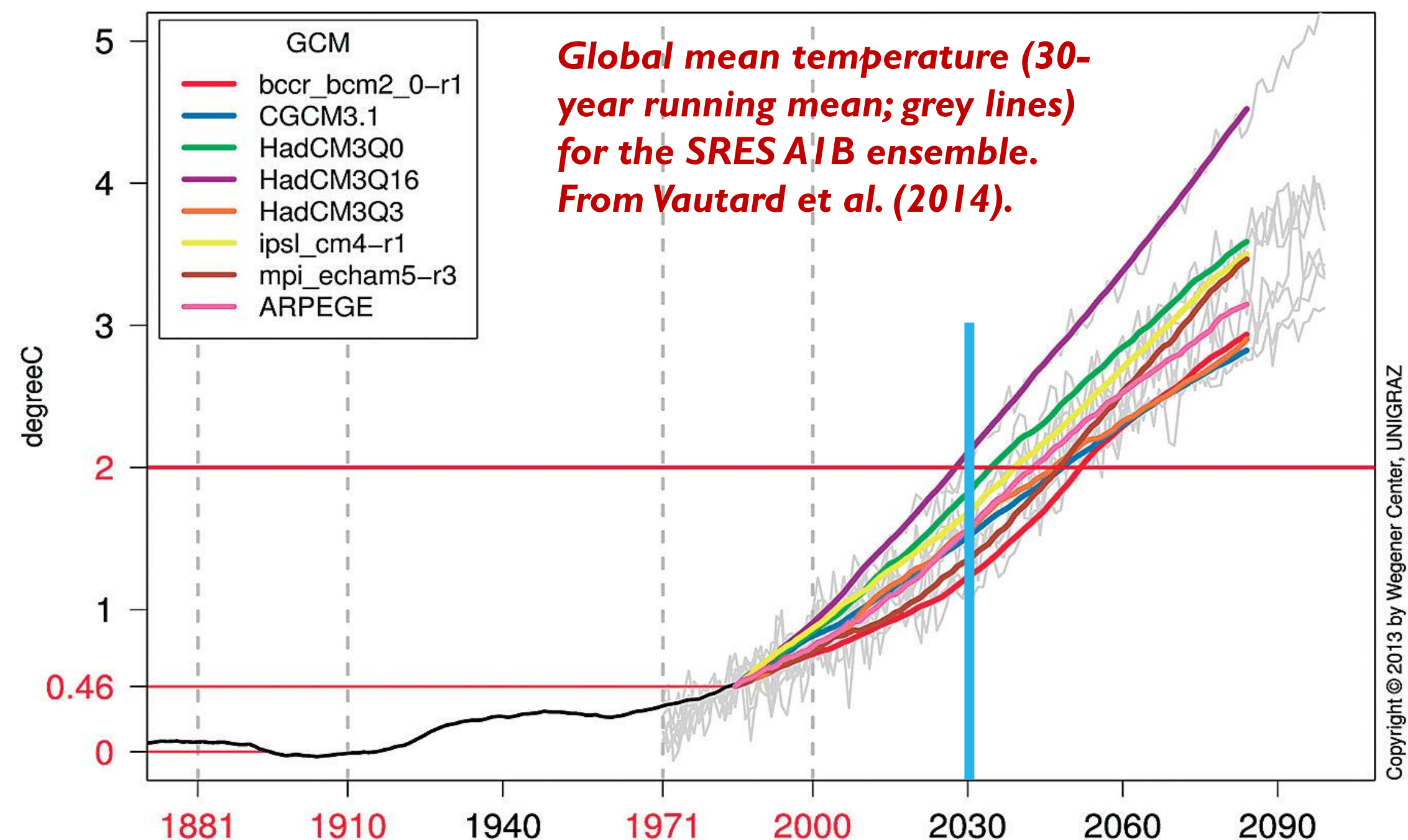




Porovnání koncentrací oxidu uhličitého dle emisních scénářů RCP s výhledem vývoje teplot, zdroj: Fuss et al., 2014

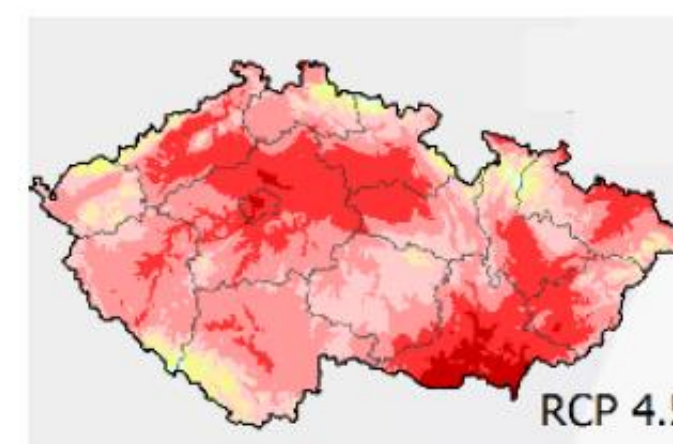


Předpokládaný trend vývoje průměrných teplot vzduchu následkem změny klimatu podle globálních a regionálních scénářů. Zdroj: Zpráva VÚVTGM /2021/

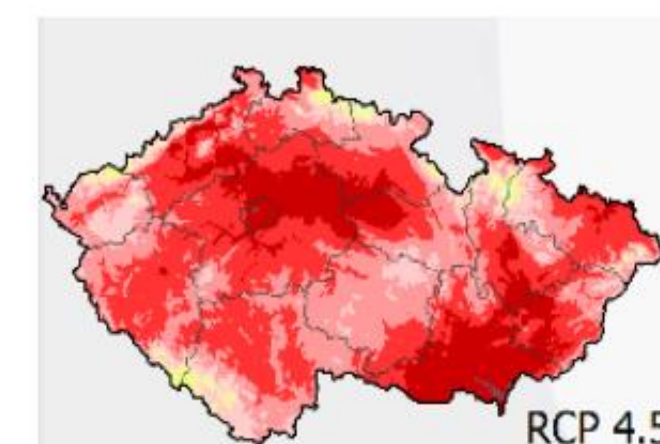


Global mean temperature (30-year running mean; grey lines) for the SRES A1B ensemble. From Vautard et al. (2014).

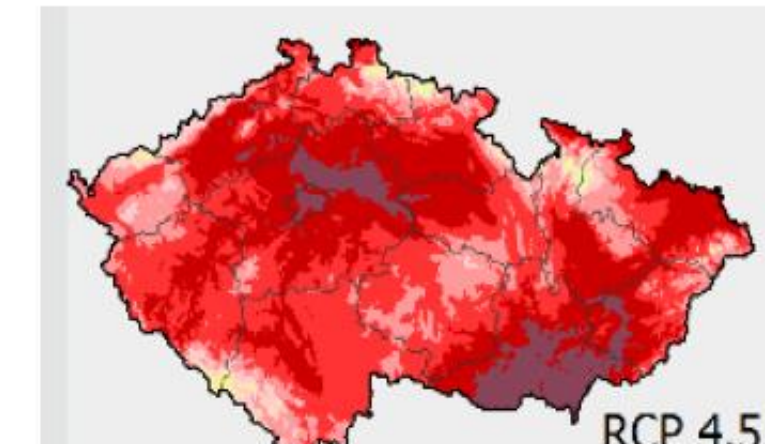
**2030
+1,2 °C**



**2050
+ 2,3 °C**



**2090
+ 3,1 °C**



Pravděpodobně stále ještě optimistický scénář, podle letošních informací + 2° C lze očekávat již kolem r. 2030 (Data Mendelova univ., prof. Žalud, 2023).

Zpráva WMO (2023) uvádí překročení v Evropě již nyní.

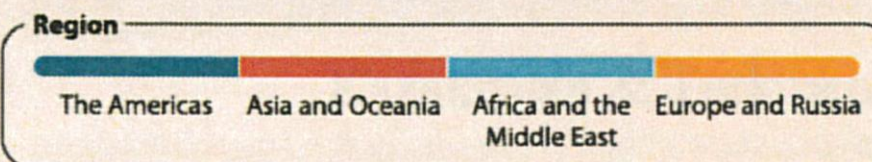
Carbon Emissions

PER-CAPITA BY COUNTRY

Measuring the total carbon emissions doesn't always paint the most accurate picture of a country's contribution, if their population isn't considered.

For example, even though China is the highest emitter of CO₂, the average American is responsible for producing 14.4 tonnes of CO₂ per person, compared to 7.1 tonnes for a Chinese citizen.

Here's a look at the biggest per-capita carbon emitters in the world:

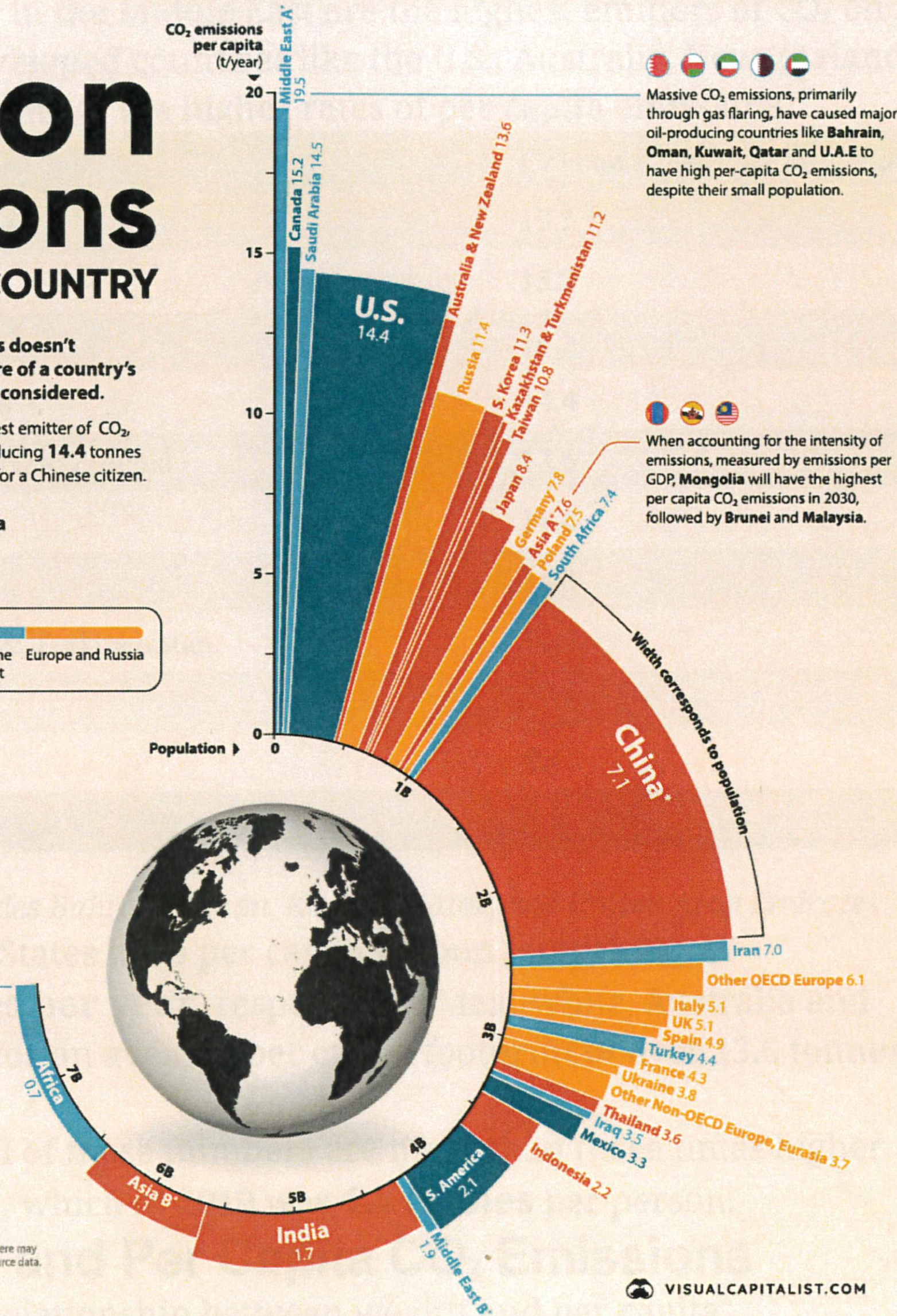


Unequal global distribution of wealth plays a factor in carbon emissions. Developed countries like Qatar emit 31t CO₂/yr, while that of developing countries in Africa can be as low as 0.7t CO₂/yr.

- *1 Middle East A
Bahrain, Oman, Kuwait, Qatar, United Arab Emirates
- *2 Middle East B
Israel, Jordan, Lebanon, Syria, Yemen
- *3 Asia A
Brunei, Malaysia, Mongolia, Singapore
- *4 Asia B
Asia without Asia A, China, India, Thailand, Taiwan, Indonesia, S. Korea or Japan
- *5 China
China, Hong Kong

The CO₂ emission values are based on estimates of the source chart. There may be a negligible difference between the ones provided here and the source data.

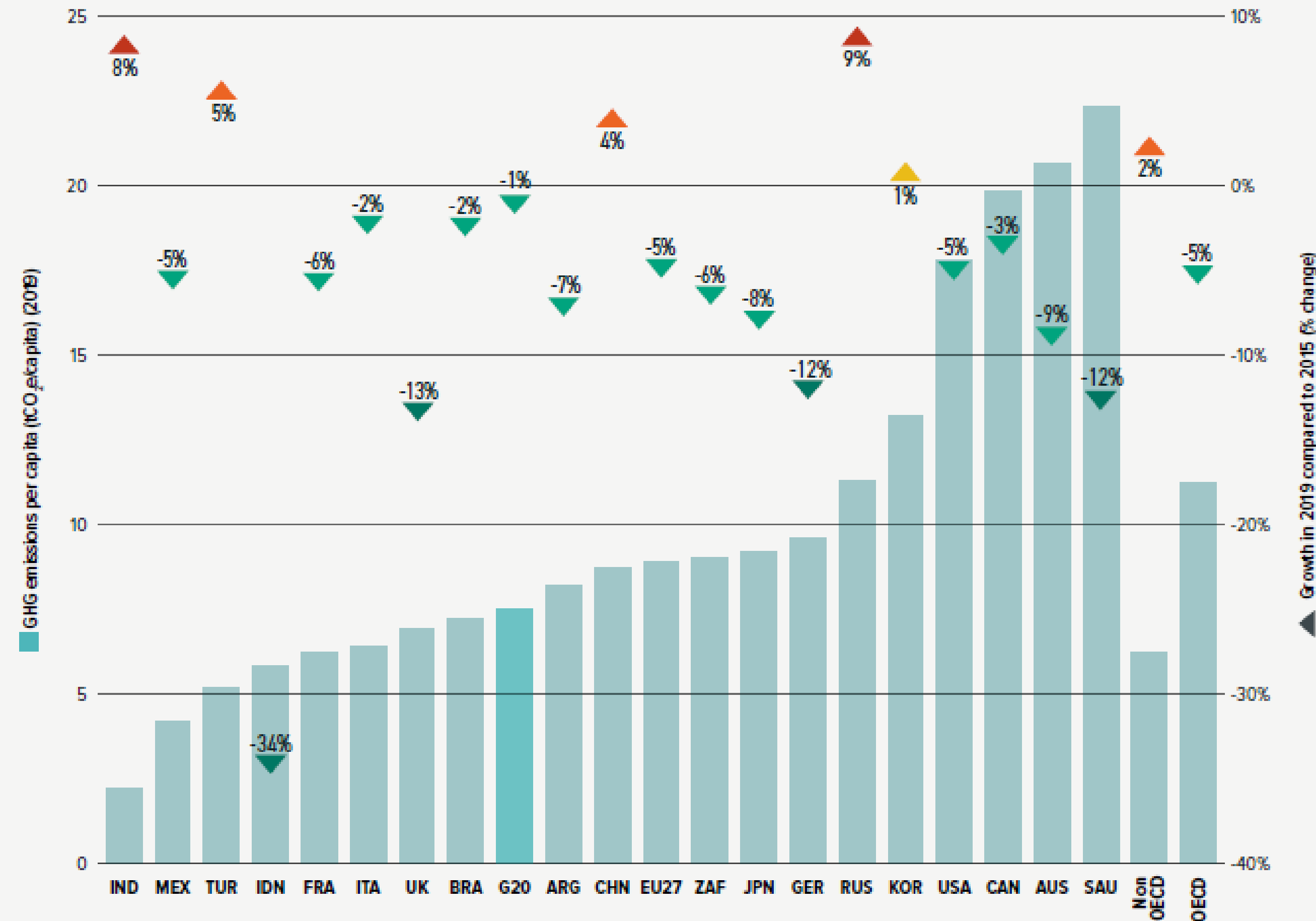
SOURCE: AQAL GROUP, IEA (2021)



VISUALCAPITALIST.COM

G20 PER CAPITA EMISSIONS DECREASED ON AVERAGE BY 1% FROM 2015-2019, BUT INCREASED IN 5 COUNTRIES

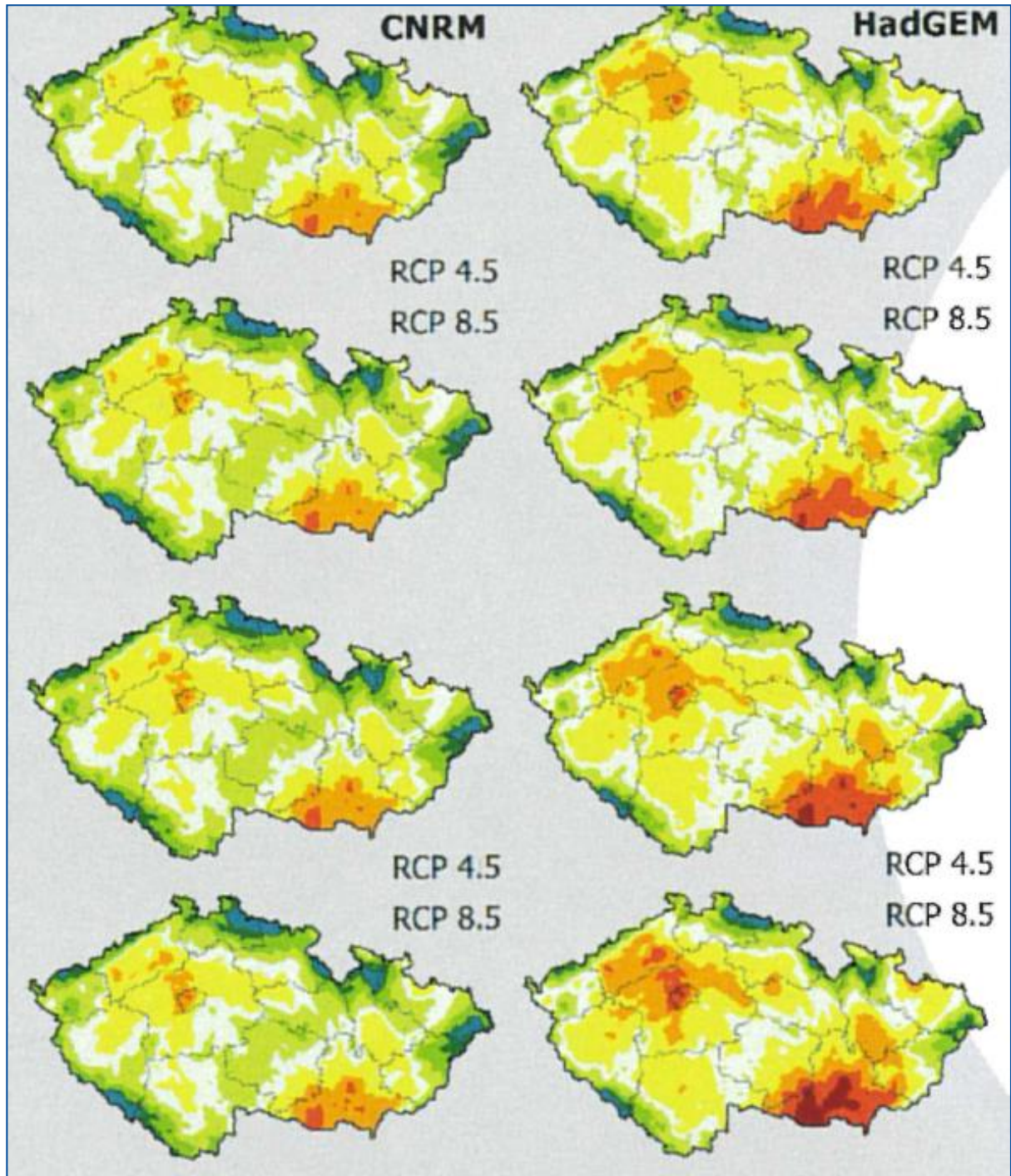
G20 per capita GHG emissions (incl. LULUCF)



VÝHLED ZMĚNY VODNÍ BILANCE V KRAJINĚ A PRŮMĚRNÝCH TEPLOT VZDUCHU
(PRO PRAVDĚPODOBNÉ SCÉNÁŘE S VARIANTAMI ZMĚN HODNOT ZÁŘENÍ NÁSLEDKEM EMISÍ)



2021 2040



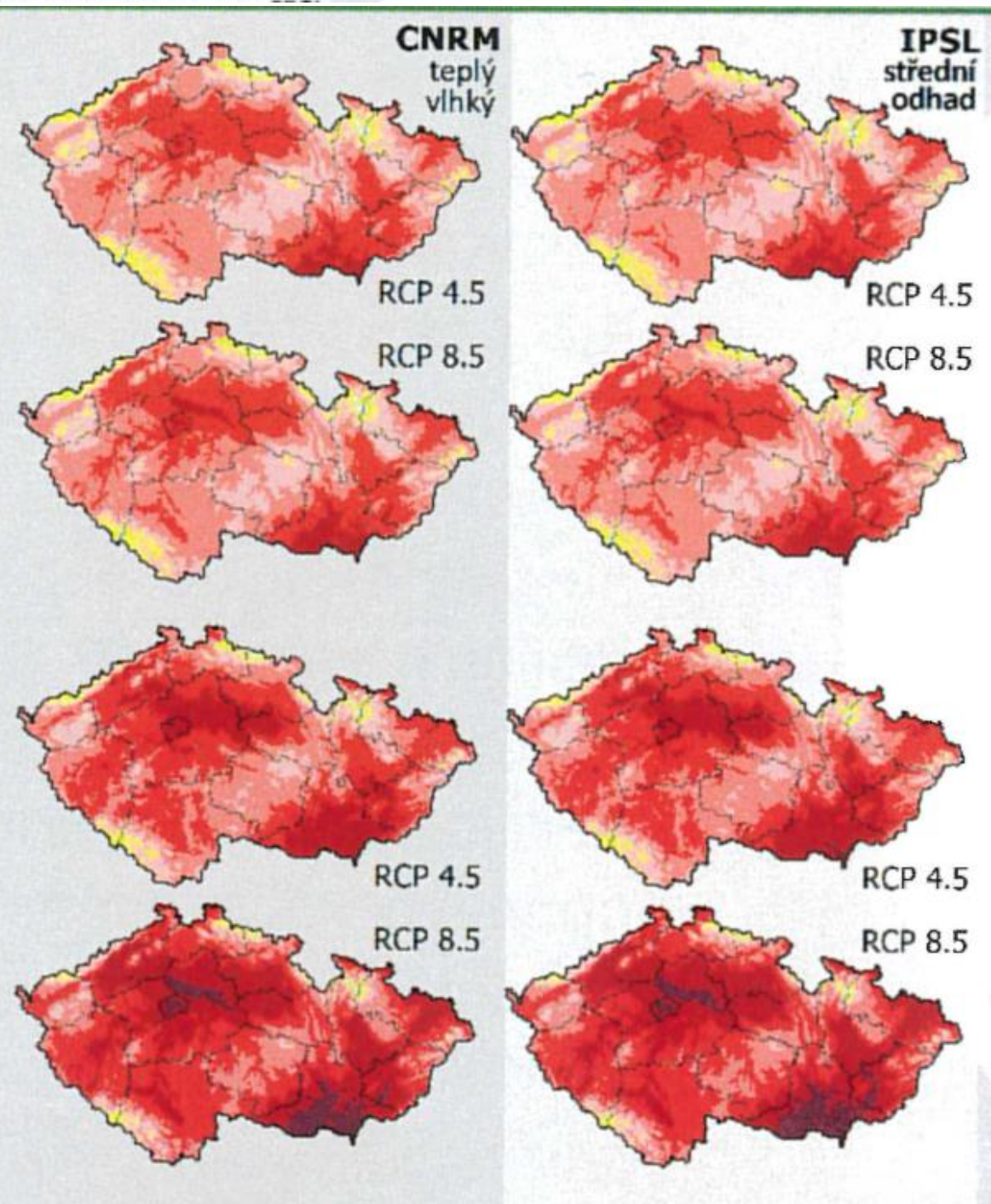
2041
2060

Očekávaný vývoj odtoků vody z našeho území při předpokládaném růstu teplot vzduchu do r. 2060

rok	Oteplení ° C	letní odtok mm	%
1980	0	82,5	100
2020	+1	64,4	78
2040	+2	45,9	56
2060	+3	27,4	33

Zdroj: Originální údaje Ing. L. Kašpárka, CSC.,
(VÚVTGM v.v.i.)

2021 2040



2041
2060

Zdroj: Prezentace CzechGlobe

Zdroj: Prezentace CzechGlobe

I mm srážek na našem území	78 mil. m3 vody
nárůst teploty o 1 °C – ztráta výparem cca 40 mm	3,12 mld. m3 vody
nárůst teploty o 2 °C – ztráta výparem cca 80 mm	6,24 mld. m3 vody
roční úhrn srážek v ČR v období 2015-2019	47,5 mld. m3 vody

Zdroj: Originální údaje Ing. A. Viziny, Ph.D., (VÚVTGM v.v.i.)

Úroveň hladin podzemních vod (mělké vrty) v málo vodném období 2014-2021 v koordinační oblasti „Ohře a dolní Labe“ v povodí Labe

Zdroj: „Analýza málo vodného období 2014-2020 v povodí Labe“ (Pracovní skupina FP Mezinárodní komise pro ochranu Labe, 2023)

Legenda:

Hodnota percentilu za referenční období	Barva a slovní popis kategorie	
> 95 %		mimořádně vysoký stav hladiny
> 85 a ≤ 95 %		výrazně vysoký stav hladiny
> 75 a ≤ 85 %		vysoký stav hladiny
> 25 a ≤ 75 %		normální hodnoty
> 15 a ≤ 25 %		nízký stav hladiny
> 5 a ≤ 15 %		výrazně nízký stav hladiny
≤ 5 %		mimořádně nízký stav hladiny

Tabulky koordinačních oblastí s procentuálním podílem monitorovacích objektů (mělké vrty), ve kterých bylo v jednotlivých měsících hodnoceného období dosaženo výrazně nízkého a mimořádně nízkého stavu hladiny podzemní vody ve srovnání s referenčním obdobím 1981–2010.

Legenda:

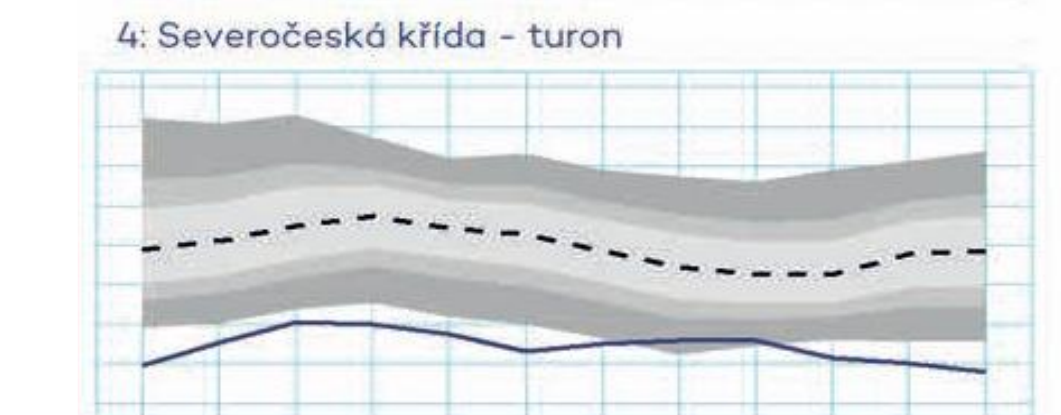
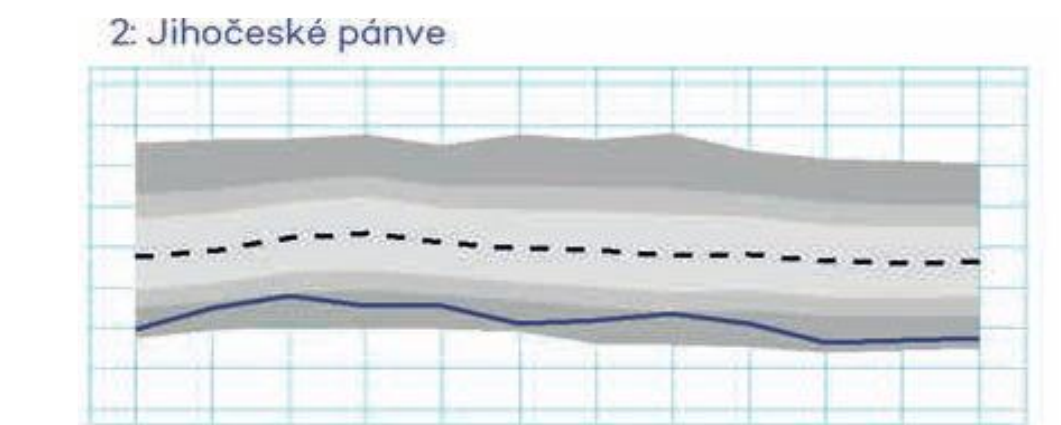
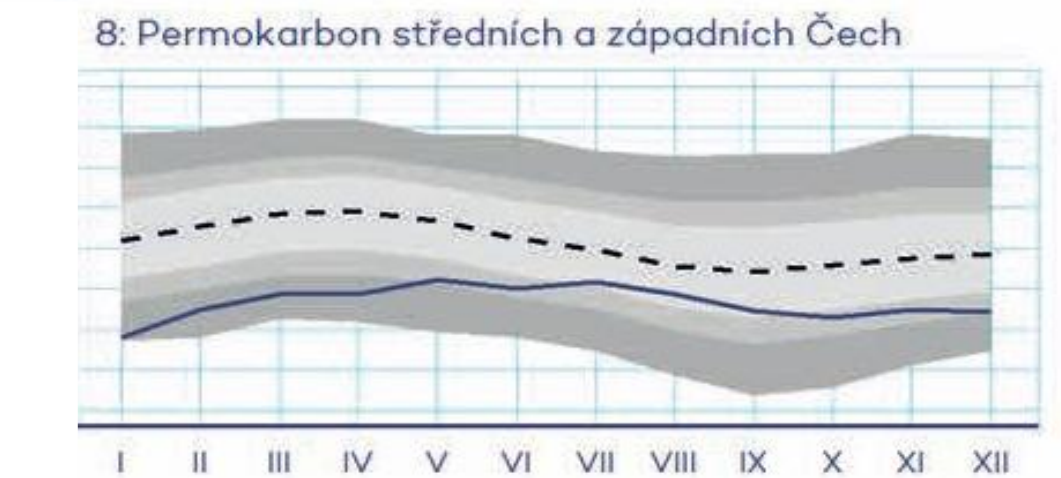
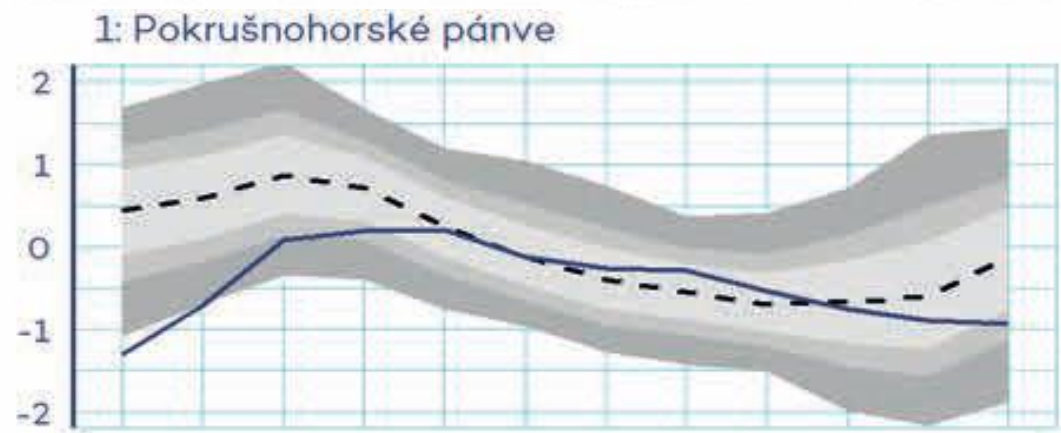
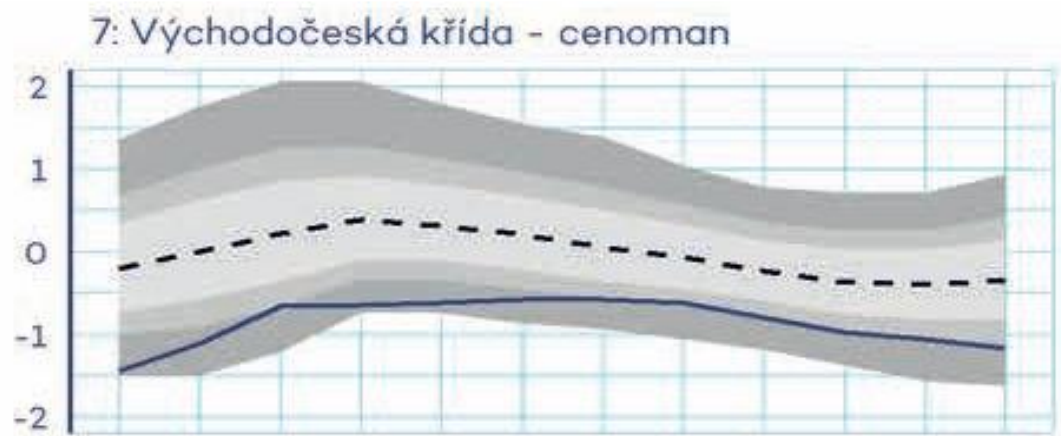
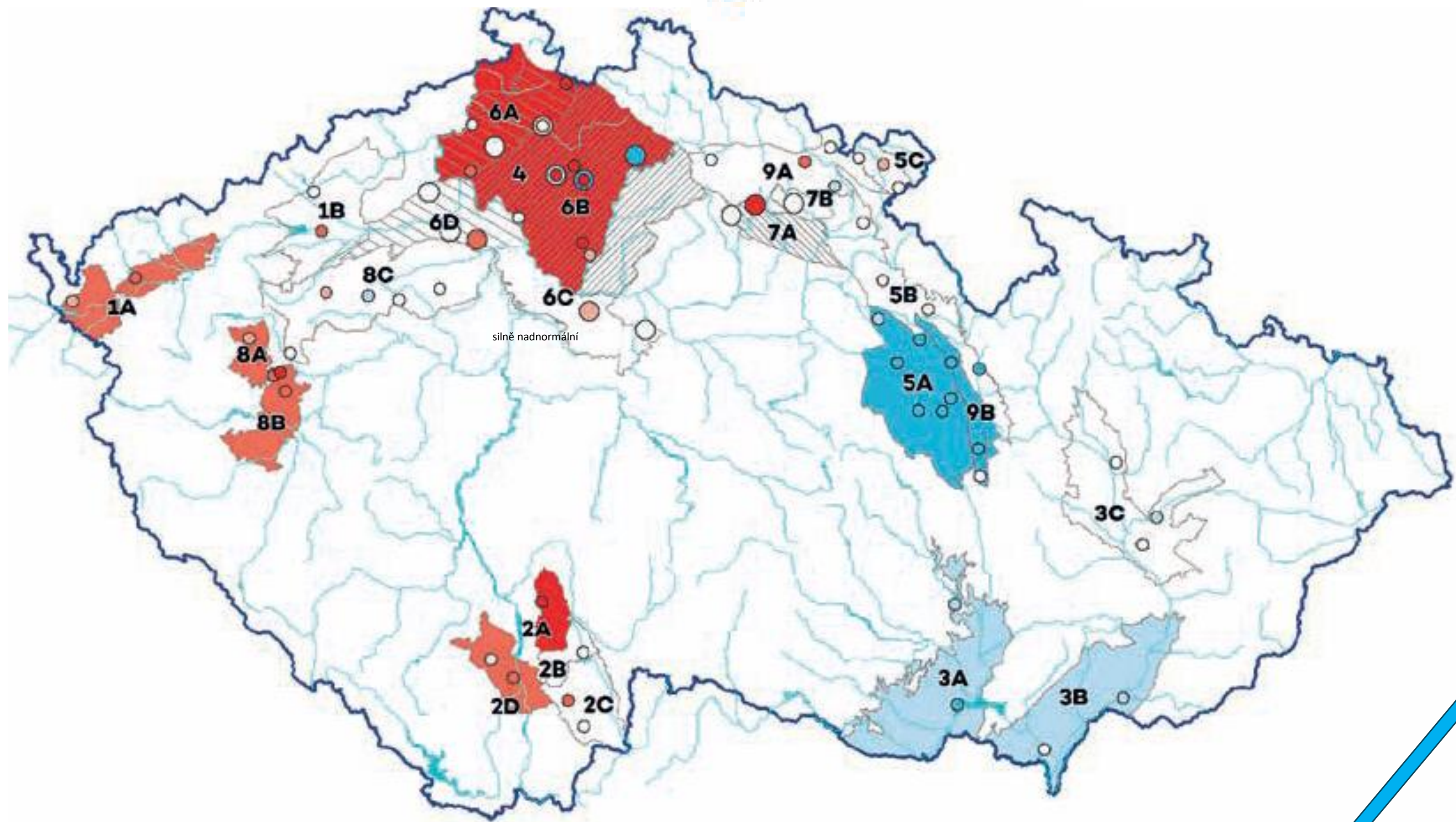
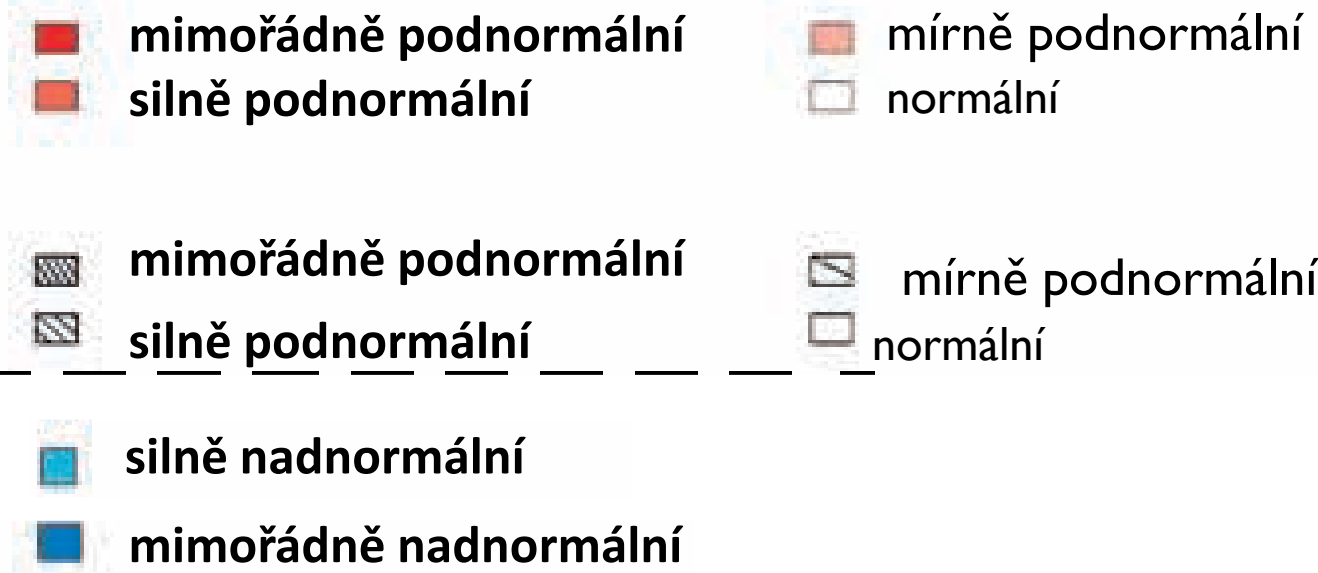
Počet monitorovacích objektů v %	
Výskyt výrazně nízkého stavu hladiny (kat. 2)	x
Výskyt mimořádně nízkého stavu hladiny (kat. 1)	y

oblast Severočeská křída													
Počet monitorovacích objektů: 6													
Roky	Hodnoty percentilů												rok
	měsíce												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2014	90	79	61	40	47	74	85	85	86	91	82	60	77
2015	80	66	34	38	45	55	41	39	42	62	58	50	43
2016	49	56	49	23	21	34	48	43	68	66	22	14	28
2017	29	22	41	25	42	12	4	2	20	39	18	15	11
2018	64	47	8	11	10	9	1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2019	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2020	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	<0,5	>0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

Procentuální podíl monitorovacích objektů v koordinační oblasti „Ohře a dolní Labe“ s výrazně nízkou (světle červeně) a mimořádně nízkou (tmavě červeně) hladinou												
Počet monitorovacích objektů: 32 (včetně 3 objektů v Bavorsku)												
Roky	Měsíce											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	6	28	25	16	13	16	13	13	9	9	19	9
	0	3	28	38	16	6	9	3	0	0	3	9
2015	3	9	19	22	19	6	13	19	28	19	19	0
	3	6	28	3	9	19	22	19	13	16	6	6
2016	13	3	9	31	41	22	22	6	13	9	13	9
	6	3	0	3	16	3	3	3	3	0	0	6
2017	31	19	6	19	6	34	19	34	22	9	16	6
	13	13	3	6	6	13	19	6	6	6	0	3
2018	0	6	31	25	38	38	31	28	22	28	25	16
	3	3	6	6	13	19	44	50	50	47	56	47
2019	19	19	22	31	25	16	31	28	25	25	28	25
	25	16	13	28	19	25	44	44	44	31	31	38
2020	16	13	25	28	22	19	13	22	16	9	16	25
	50	19	16	41	47	28	31	31	28	22	16	28

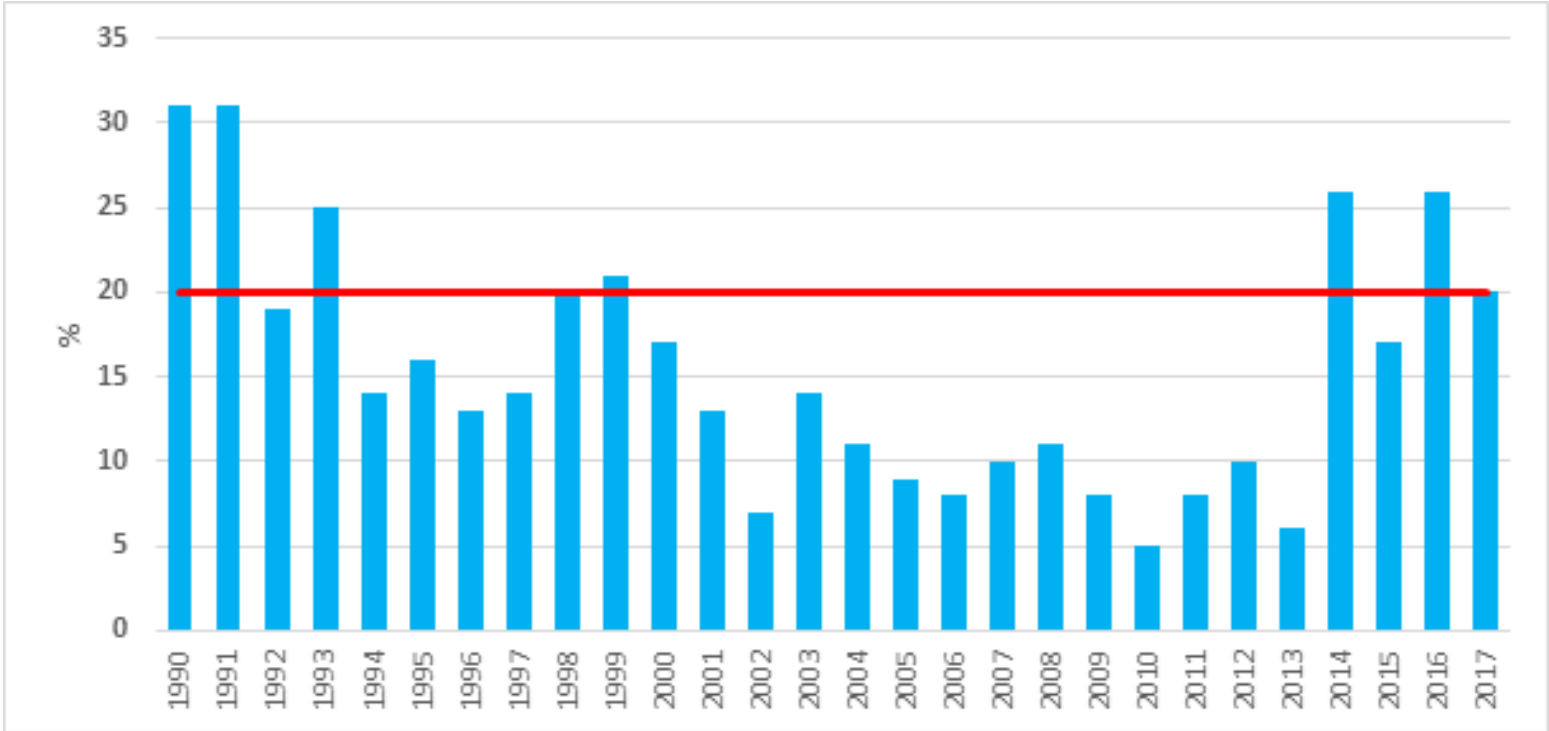
Průměrná standardizovaná úroveň hladiny hlubokých vrtů ve skupinách hydrogeologických rajonů v roce 2021

7 – Východočeská křída – cenoman
1 – Podkrušnohorské pánve
8 – Permokarbon záp. a stř. Čech
2 – Jihočeské pánve
4 – Severočeská křída

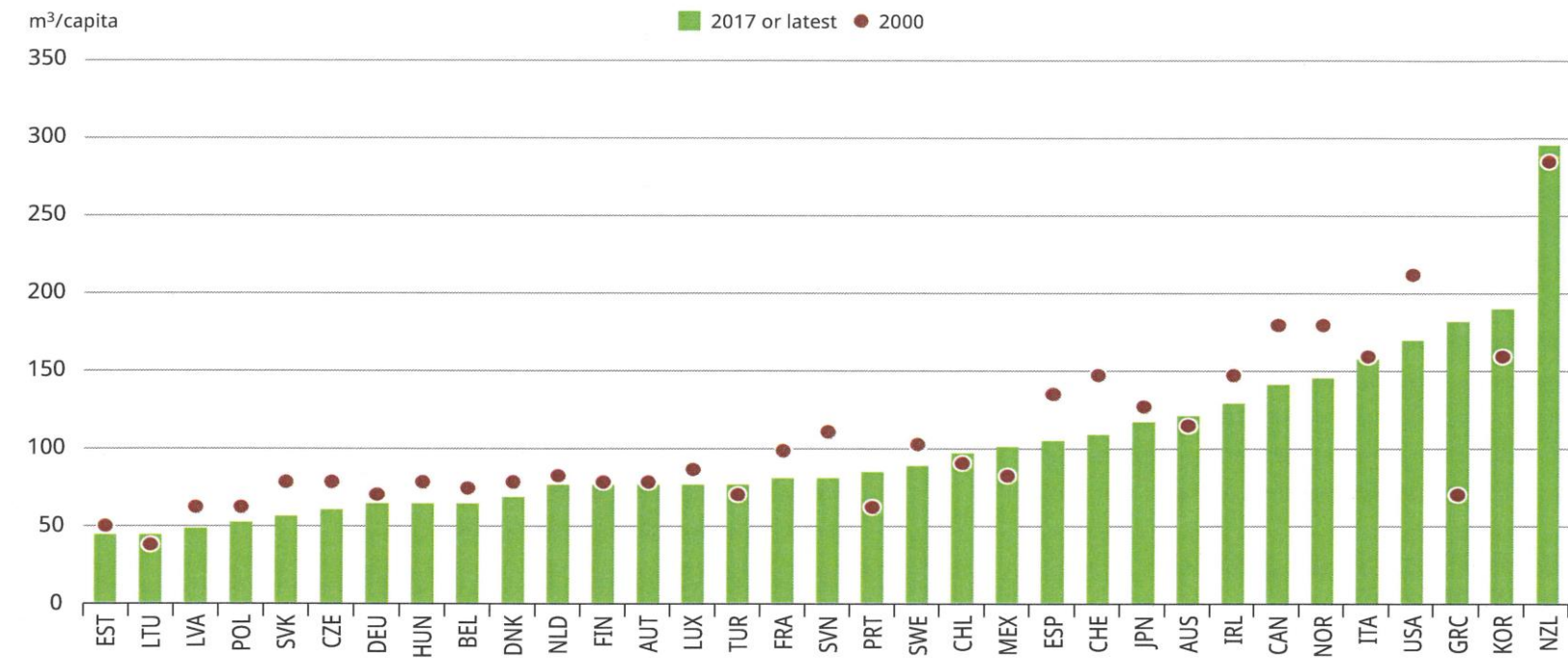


Průměrná standardizovaná úroveň hladiny hlubokých vrtů hlásné sítě ve skupinách hydrogeologických rajonů v roce 2021 ve srovnání s dlouhodobými hodnotami za období 1991–2020

Procentuální podíl odběrů z disponibilních vodních zdrojů (%) v České republice.



Spotřeba v domácnosti na 1 obyvatele/den.



Vyjádření „vodního stresu“ a „nedostatku vody“ – jde o podíl odběrů nebo nedostatečnosti obnovitelných vodních zdrojů v daném státě (nebo regionu).

% odběru	vyjádření „stresu“
méně než 10	nízký - střední stres
10 - 20	nízký až střední stres
20 - 40	střední až vysoký stres
40 – 80	vysoký stres
nad 80	extrémně vysoký stres

Total water withdrawal m³ per person per year (changes during last 20-30 years /A look at global freshwater distribution and how we can save it | World Economic Forum (weforum.org)/

stát	m³	m³	m³	%
Rakousko	440,4	413,00	-27,4	-6
Belgie	919,5	542,0	-377,5	-41
Bulharsko	1 590,0	787,3	-802,7	-50
Kanada	1 590,0	1 113,0	-477,0	-30
Chorvatsko	156,1	149,5	-6,6	-4
Kypr	232,9	219,1	-13,8	-6
Česká republika	241,7	156,5	-85,2	-35
Dánsko	144,3	116,4	-27,9	-19
Estonsko	1 729,0	1 310,0	-419,0	-24
Finsko	710,4	1 241,0	+530,6	+75
Francie	568,0	475,6	-92,4	-16
Německo	577,8	410,5	-167,3	-29
Řecko	480,4	865,2	+384,8	+80
Maďarsko	286,1	507,2	+221,1	+77
Island	463,3	844,9	+381,6	+82
Irsko	305,6	162,2	-143,4	-47
Izrael	515,5	282,3	-233,2	-45
Itálie	766,7	899,8	+133,1	+17
Japonsko	749,3	640,6	-108,7	-15
Litva	171,7	125,8	-45,9	-27
Lotyšsko	1 218,0	209,4	-1 008,6	-83
Lucembursko	84,92	76,0	-8,92	-11
Malta	61,16	108,2	+47,04	+77
Nizozemí	645,2	640,0	-5,2	-1
Norsko	486,9	641,5	+154,6	+32
Polsko	303,3	297,3	-6,0	-2
Portugalsko	864,9	867,3	+2,4	0
Rumunsko	456,4	328,9	-127,5	-28
Rusko	521,7	425,2	-96,5	-18
Srbsko	433,5	468,9	+35,4	+8
Slovensko	243,6	103,1	-140,5	-58
Slovinsko	452,3	559,0	+106,7	+24
Španělsko	983,5	800,9	-182,6	-19
Švýcarsko	409,7	249,9	-159,8	-39
Velká Británie	240,2	129,2	-111,0	-46
USA	2 213	1 543	-670,0	-30

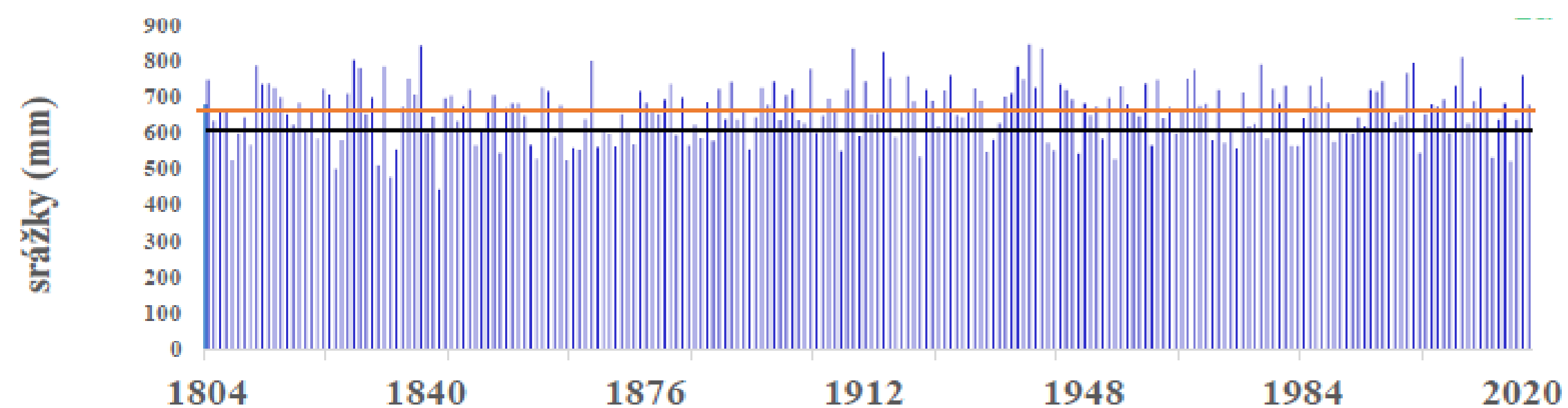
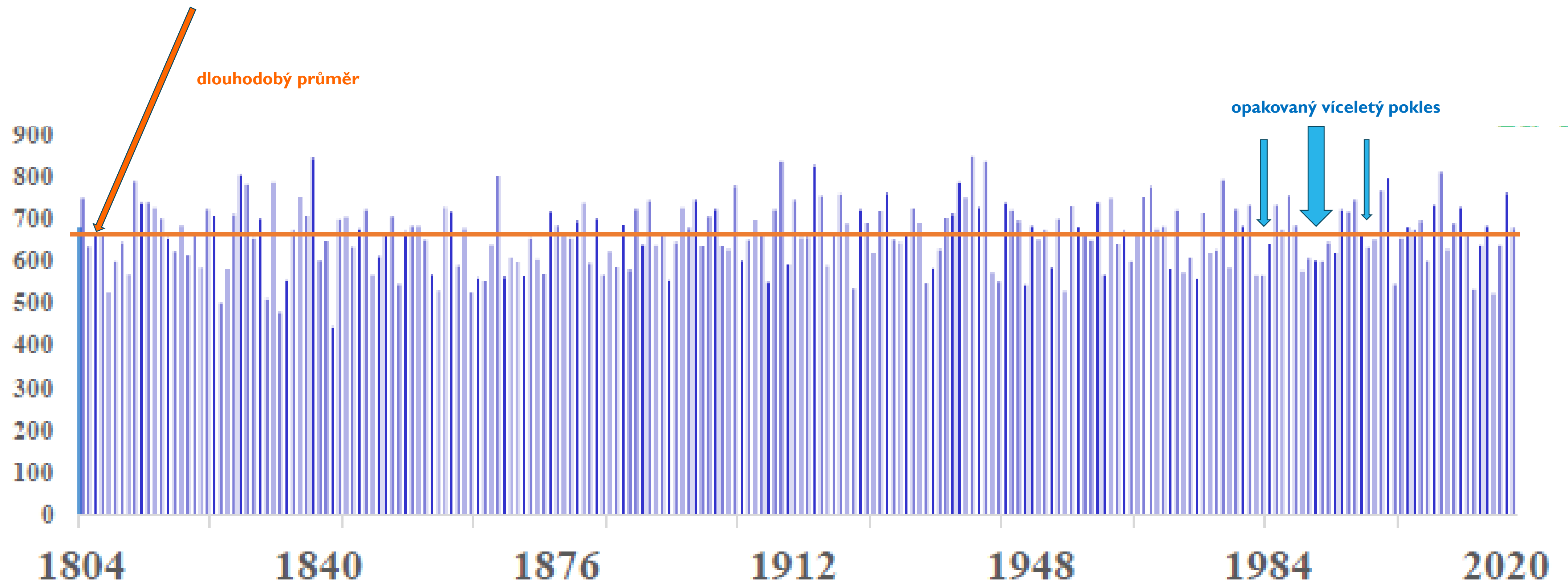
s. p. Povodí	Vodárenské nádrže celkem	Vodárenské nádrže s poklesem zásobního objemu pod 30 % následkem sucha	nádrž	Sucho v roce	Minimální dosažený zásobní objem (%)	Omezení odběrů pro vodárny
Ohře	15	4	Mariánské Lázně	2004	20	Ne
			Křímov	1999-2000	6	Ne
			Kamenička	1999-2000	0	Ne
			Fláje	2003-2004	28	Ne
Labe	5	2	Hamry	1983	7	Ne
				1992	18	Ne
			Seč	1984	28	Ne
				1990	30	Ne
				2003	30	Ne
Vltavy	10	3	Husinec	1992	4	Ne
			Klíčava	1992	24	Ne
			Pilská	2003	18	Ne
Moravy	13	3	Obecnice	2003	26	Ne
			Karolinka	1990	16	Ne
				2013	26	Ne
			Ludkovice	2017	29	Ne
				2018	20	Ne
Odry	4	0	0	0	--	Ne
Celkem	47	12	--	--	--	Ne

Poklesy zásobních objemů vodárenských nádrží **následkem sucha** v posledních 30 letech.

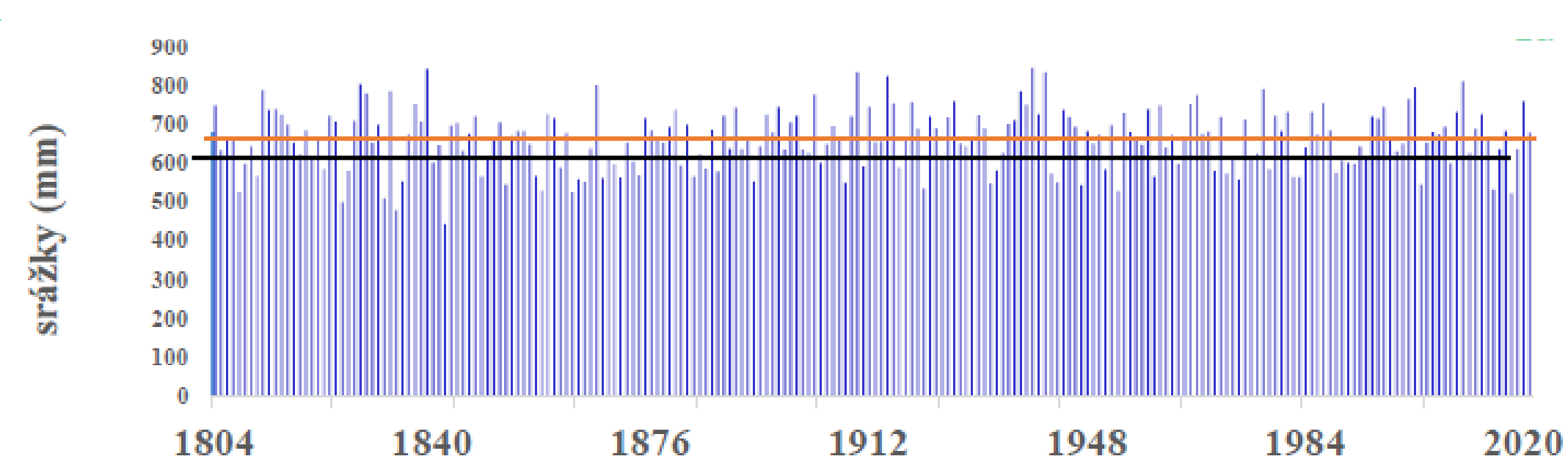
Důsledek se projevil u 12 menších nádrží a v žádném případě nedošlo k omezení odběrů vody pro vodárny.

Zdroj: Údaje dispečinků s. p. Povodí

srážky (mm)



Předpokládaný pokles využitelných srážkových úhrnů v důsledku nárůstu teplot vzduchu o $+1^{\circ}\text{C}$ a souvisejícím navýšením evapotranspirace.



Předpokládaný pokles využitelných srážkových úhrnů v důsledku nárůstu teplot vzduchu o 2°C a souvisejícím navýšením evapotranspirace.

Souhrn

Náhrada využitelného objemu vody ztraceného výparem a evapotranspirací se neobejde bez nutnosti akumulací, ze kterých bude možné vodu odebírat pro přípravu pitné vody, chlazení energetických zdrojů a další hospodářské účely.

Tak výrazný pokles emisí „skleníkových plynů“, aby se růst teplot vzduchu zastavil do r. 2050, nelze očekávat bez globálního omezení produkce, snížení emisí v Evropě nestačí (celkově představují cca 10 % světové produkce.....

Nárůst teploty vzduchu o 2 – 3° C, který zjevně bude dosažen již kolem r. 2030 výrazně zvýší evapotranspiraci i výpar z vodních hladin, což povede, při současném výpadku srážek na více než 1 rok, k problémům zabezpečit dostatek vodních zdrojů současnou úrovní vodohospodářské infrastruktury – jak u zdrojů podzemní vody, tak u zdrojů povrchové vody (zejména v případě menších vodárenských nádrží, které dosud postačovaly....).

Děkuji za pozornost!
pavel.puncochar@mze.cz