

GLOBÁLNE OTEPĽOVANIE A DÔSLEDKY KLIMATICKEJ ZMENY NA SLOVENSKU

Čo vieme, aké sú ešte neistoty, aké môžu byť dôsledky?

Čo môžeme s tým urobiť (adaptácia a mitigácia) ?

Milan LAPIN

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky,

Univerzita Komenského, Bratislava

lapin@fmph.uniba.sk , www.dmc.fmph.uniba.sk , www.ipcc.ch

Základné pojmy - Definícia M a K

- **Meteorológia** - Veda o atmosfére Zeme, jej zložení, vlastnostiach a o procesoch v nej prebiehajúcich – **o počasí (alebo o aktuálnom stave atmosféry) a jeho prognóze do 15 dní** (teraz sa nebudem tým zaoberať, v diskusii odpoviem)
- **Klimatológia** - Veda o podnebí Zeme, o súvislostiach a príčinách vzniku a zmien určitých klimatických podmienok, o vplyvoch klímy na objekty činnosti človeka a naopak – **o dlhodobom režime počasia (aspoň 30 rokov) vo vzťahu ku geografickým podmienkam, ekosystémom a k socio-ekonomickej sfére**

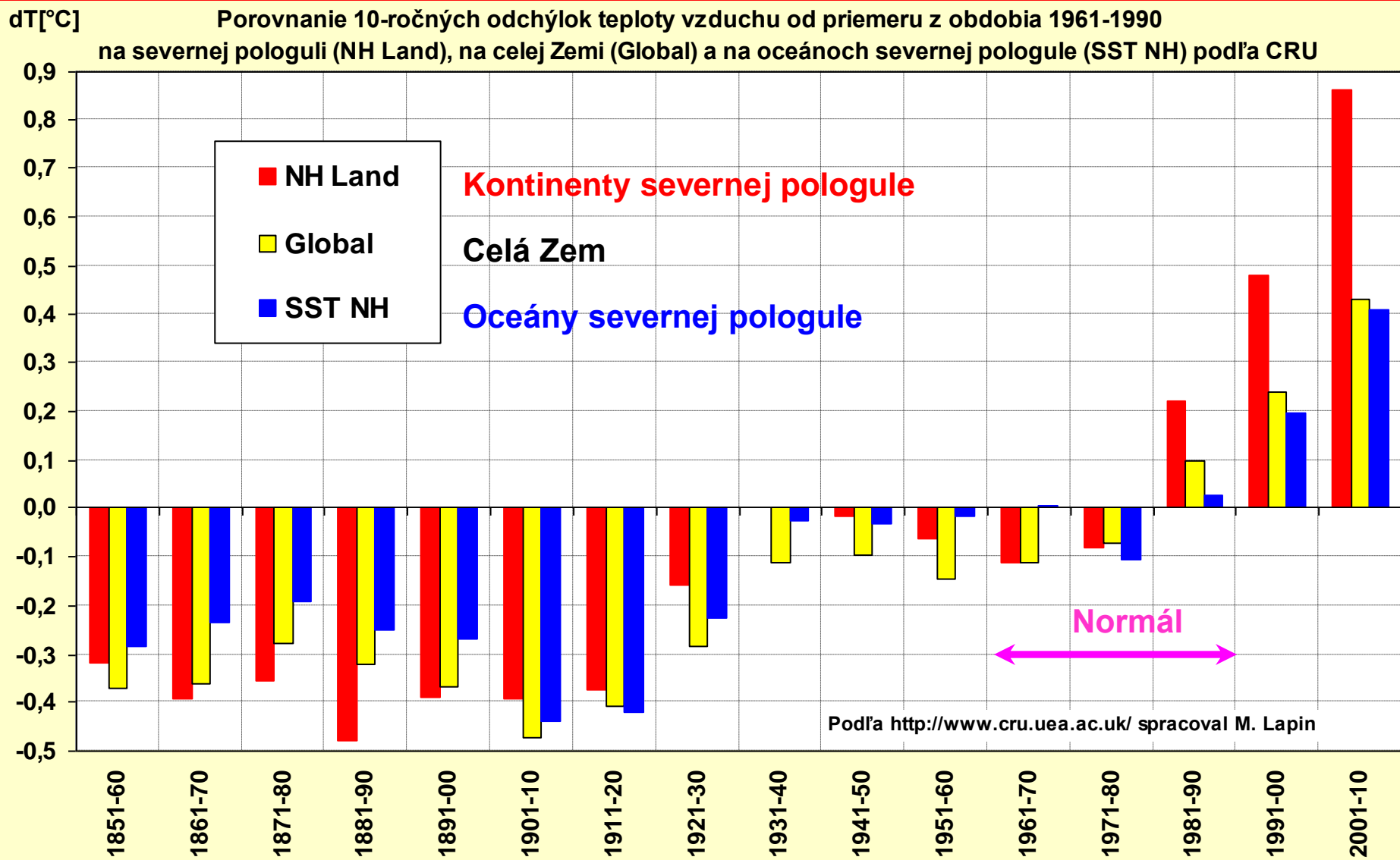
DEFINÍCIE ZMIEN KLÍMY, KOLÍSANIA KLÍMY A PREMENLIVOSTI KLÍMY

- **Zmeny klímy** - tento termín sa v minulosti používal pre všetky zmeny súvisiace s klímou (v súčasnosti podľa Medzivládneho panelu OSN o zmene klímy (IPCC, 1996) takto nazývajú už len zmeny klímy prirodzeného charakteru)
- **Premenlivosť klímy** - klimatické pomery charakterizujeme priemermi, rozptylovými, trendovými a cyklickými charakteristikami (smerodajná odchýlka a koeficient variácie je príkladom charakteristík rozptylu - variability)
- **Kolíсанie klímy** - prirodzené kolíсанie klimatických charakteristík je dané predovšetkým solárnou klímou (ročný chod, 11-ročný cyklus...), iné cykly súvisia s cyklickosťou niektorých klimatotvorných procesov (El Niño, LaNiña, NAO, AO, AAO, PDO a rad iných)
- Zmena klímy je iba tá časť zo všetkých zmien klímy, ktorú spôsobil človek zmenou skleníkového efektu atmosféry (emisie skleníkových plynov a aerosólov, využívanie krajiny)

ÚVOD DO PROBLEMATIKY ADAPTÁCIE NA KLIMATICKÚ ZMENU

- Zmeny a premenlivosť klímy ako aj ich možné dôsledky sa dostávajú do centra pozornosti najmä v obdobiach s výskytom rôznych extrémov počasia. Za mimoriadny až extrémny vývoj počasia sa považujú aj prípady s pomerne častým výskytom (aj častejšie ako raz za 10 rokov v priemere) a prehliadajú sa **systematické zmeny režimu počasia**. Málokedy sa aj v odborných kruhoch analyzujú štatistické charakteristiky zmien a variability klímy z pohľadu možných škodlivých vplyvov.
- Hoci majú zainteresovaní odborníci viac znalostí z teórie zmien a premenlivosti klímy ako laici, aj oni sú niekedy zaťažení iba spomienkami na predchádzajúce 2 - 3 roky.
- V príprave opatrení na **adaptáciu na klimatickú zmenu** je potrebný predovšetkým seriózny štatistický postup a korektná vedecká (fyzikálna) interpretácia možných dôsledkov (**impacts and vulnerability**). Zmierňovanie klimatickej zmeny (**mitigation options**) ale vyžaduje **celosvetovú koordináciu opatrení**.

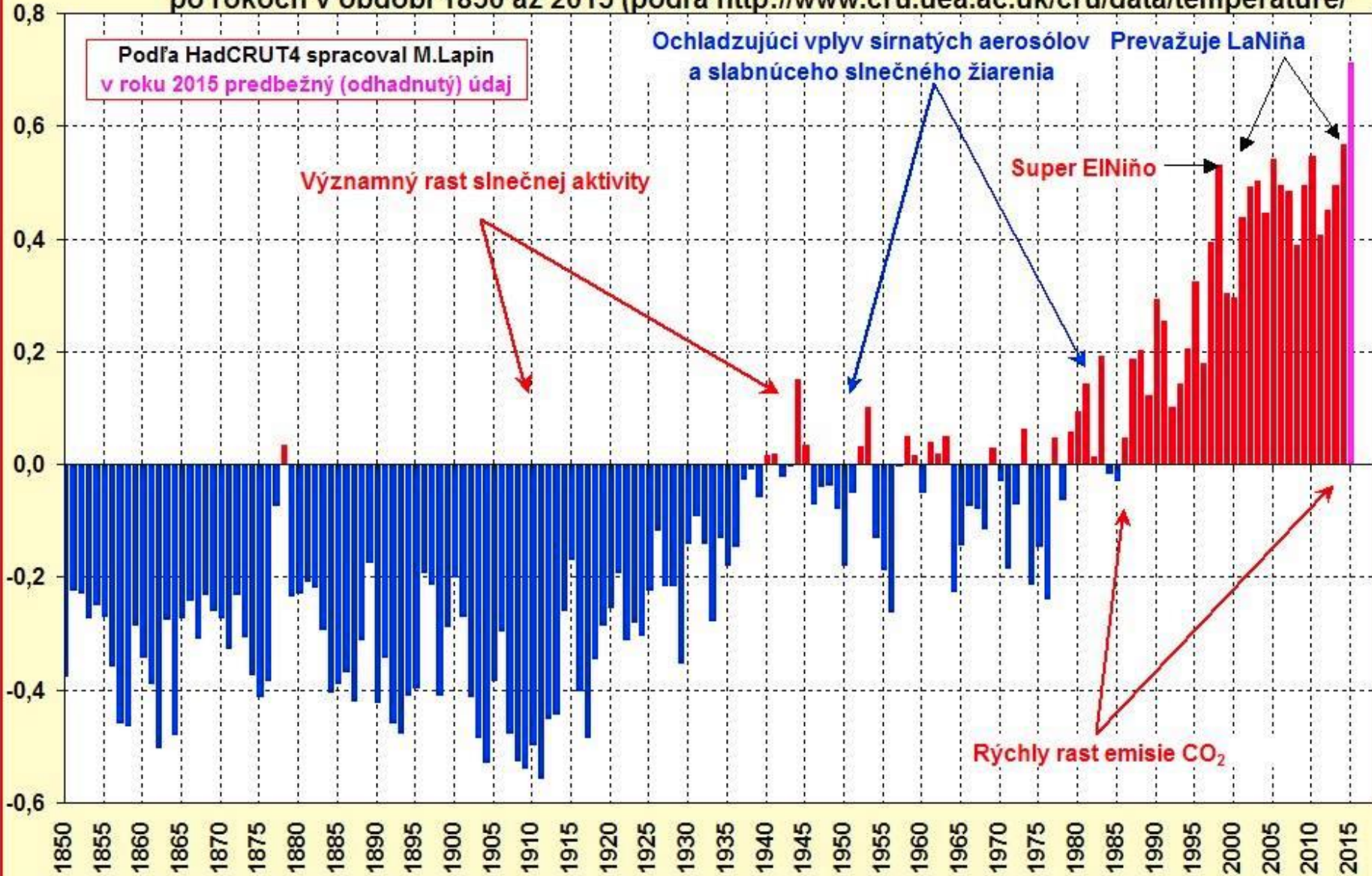
ODCHÝLKY 10-ROČNÝCH PRIEMEROV TEPLoty VZDUCHU NA ZEMI A NA SEVERNEJ POLOGULI OD NORMÁLU 1961-1990



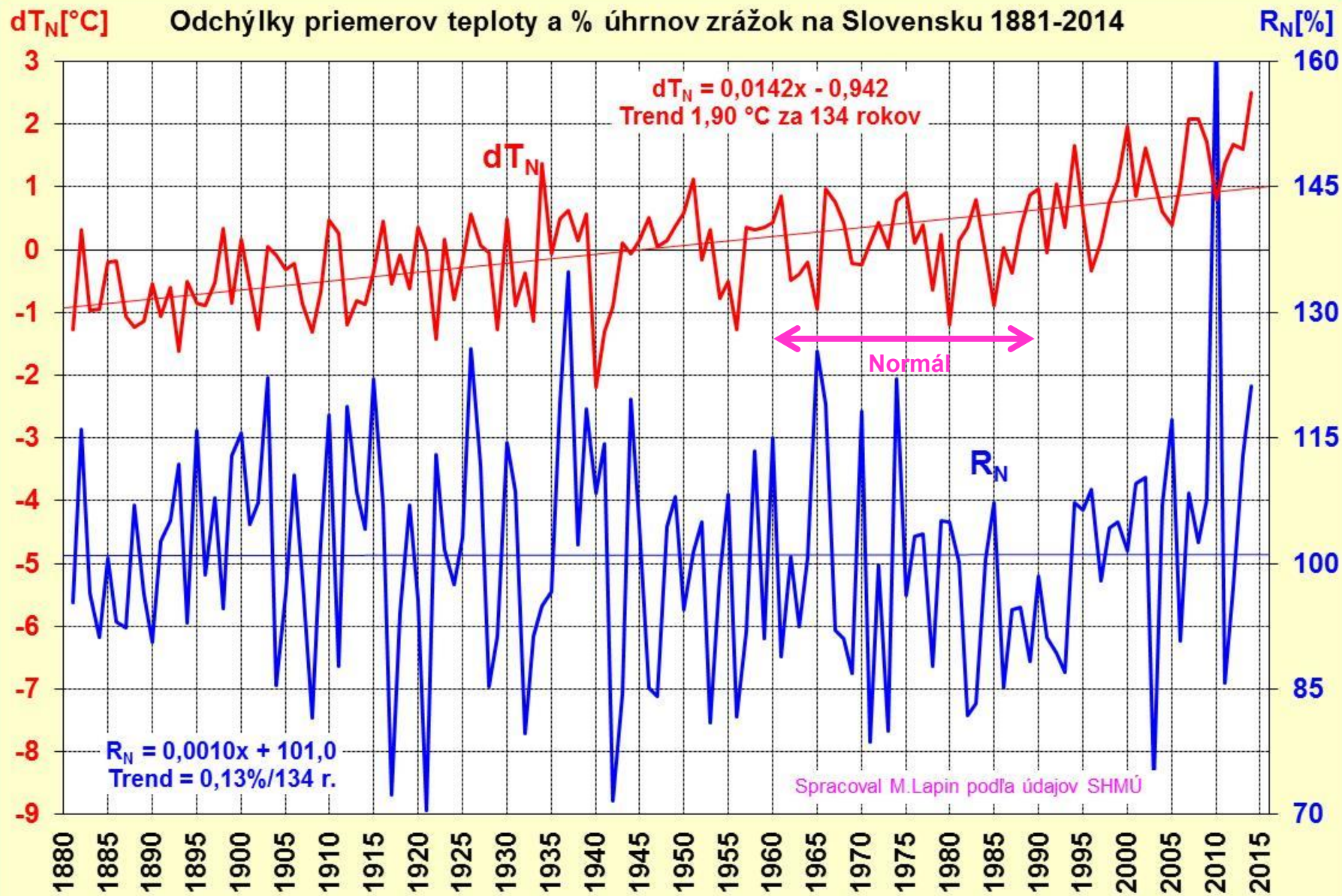
dT[°C]

Odchýlky priemerov teploty vzduchu na celej Zemi od normálu z obdobia 1961-1990 po rokoch v období 1850 až 2015 (podľa <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>)

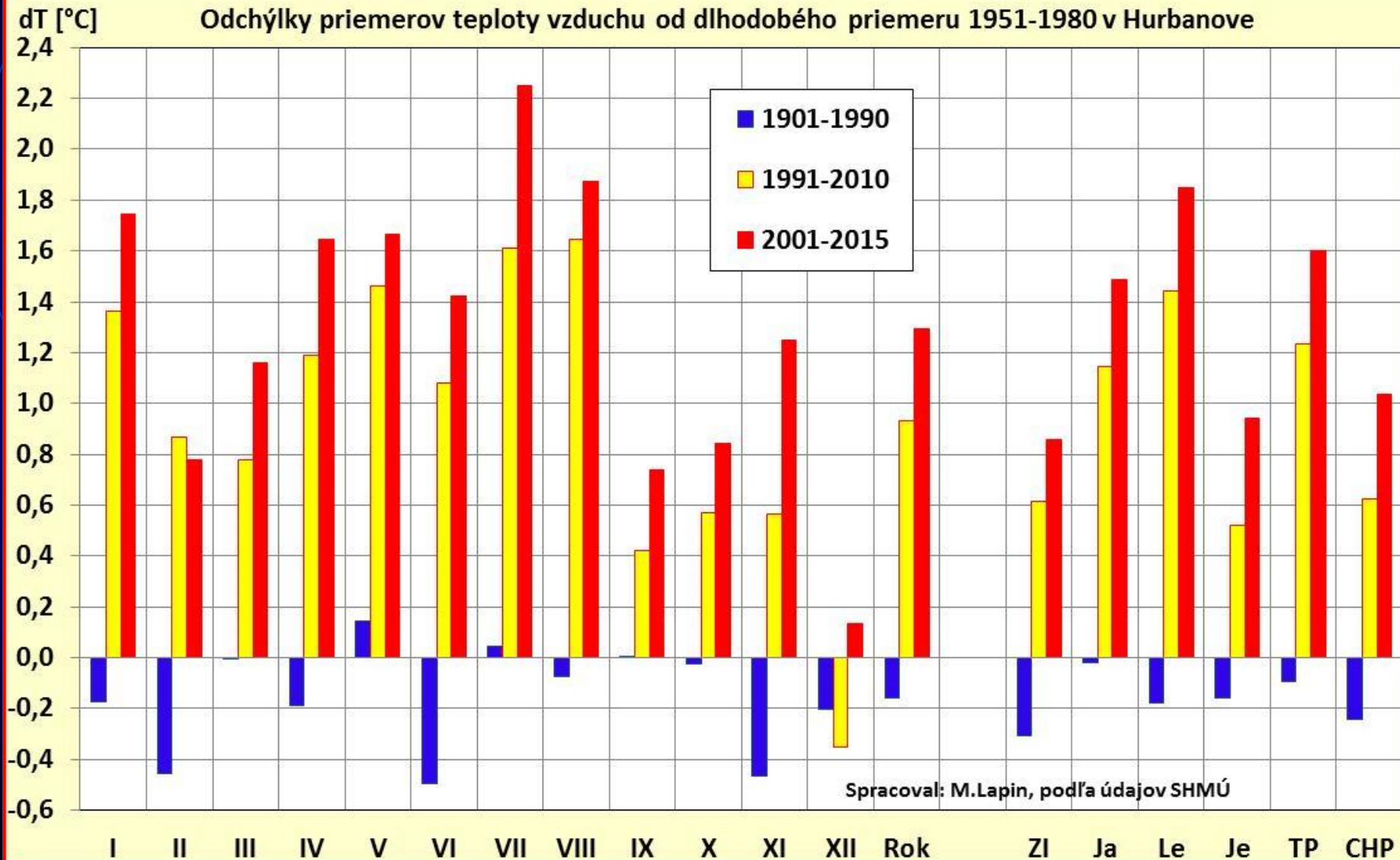
Podľa HadCRUT4 spracoval M.Lapin
v roku 2015 predbežný (odhadnutý) údaj



ROČNÉ PRIEMERY TEPLOTY (T) V SR A ÚHRNY ZRÁŽOK (R) V SR

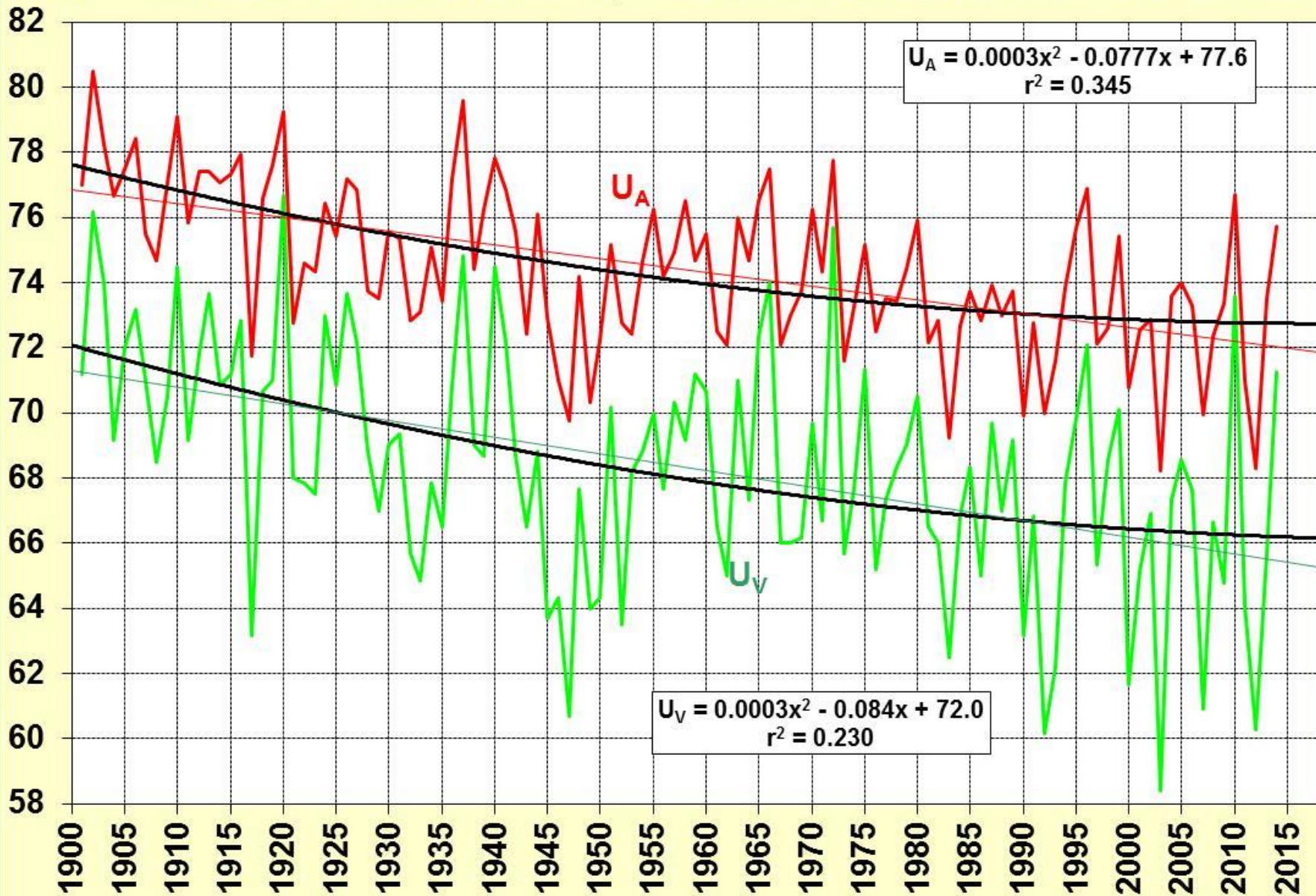


MESAČNÉ A SEZÓNNE PRIEMERY TEPLoty VZDUCHU V HURBANOVE V OBDOBÍ 1901-2015 V POROVNANÍ S 1951-1980

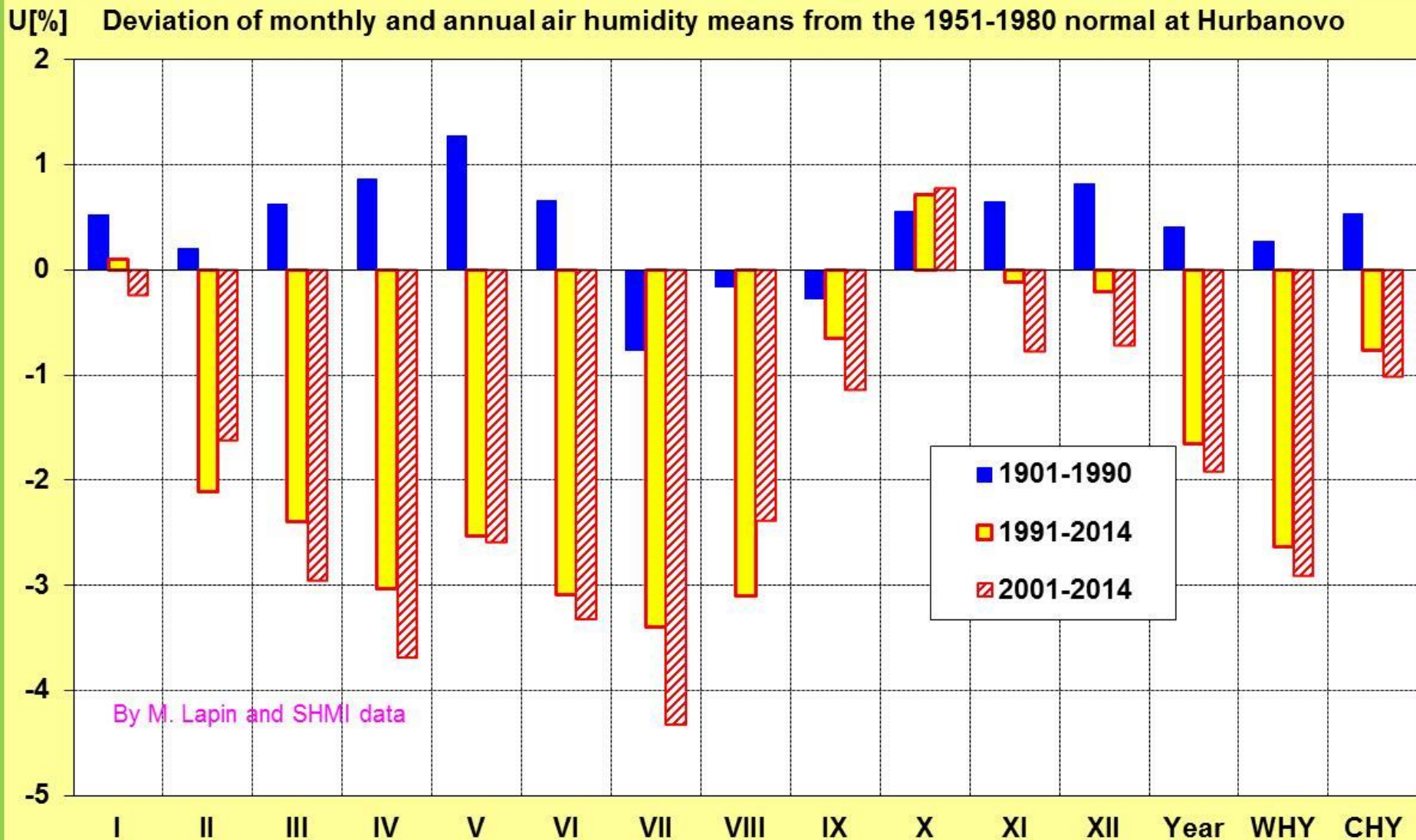


TREND RELATÍVNEJ VLHKOSTI VZDUCHU, 1901-2014

U[%] Annual and Growing period (U_V) relative air humidity at Hurbanovo 1901-2014

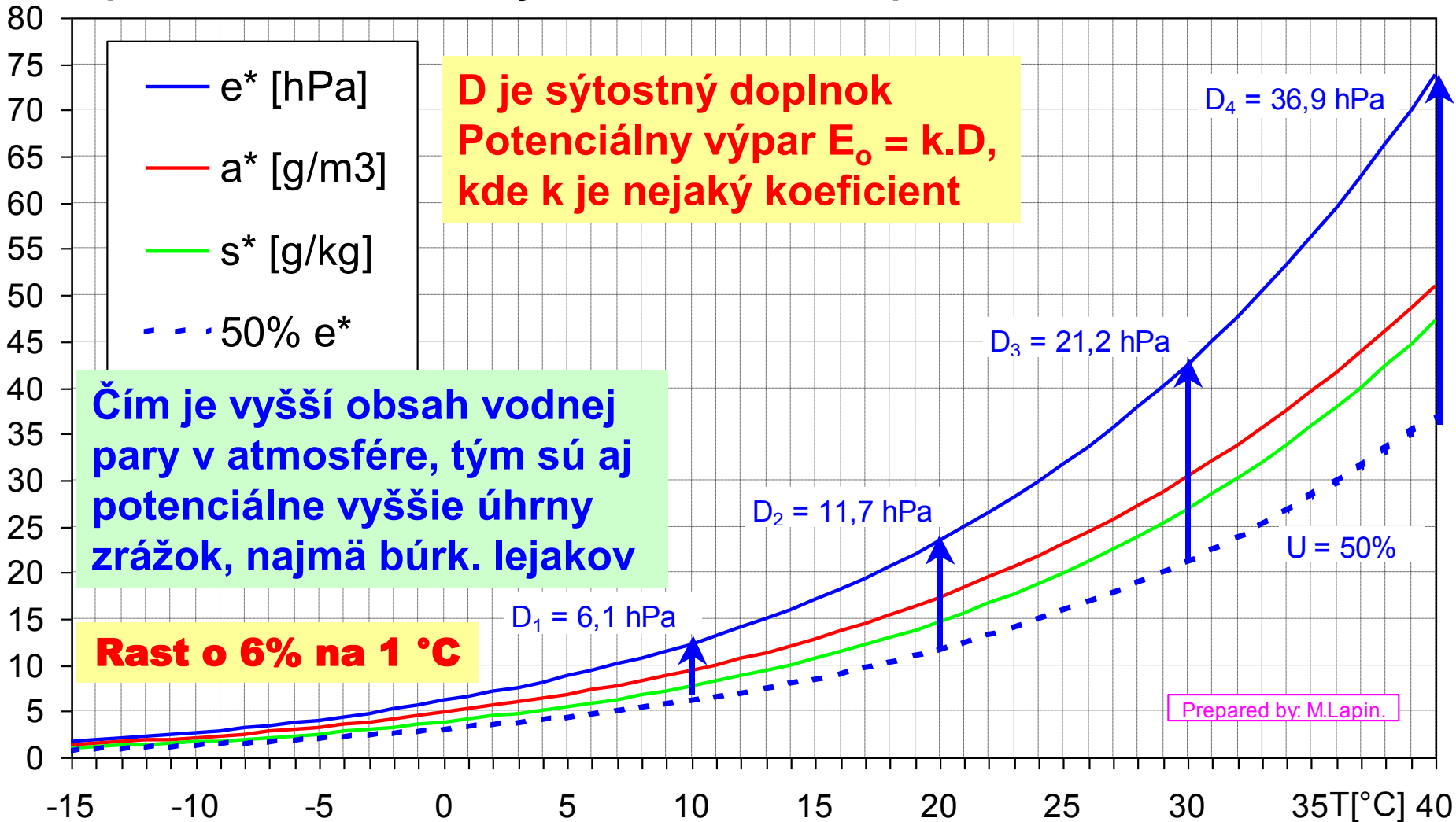


TREND RELATÍVNEJ VLHKOSTI VZDUCHU, 1901-2014

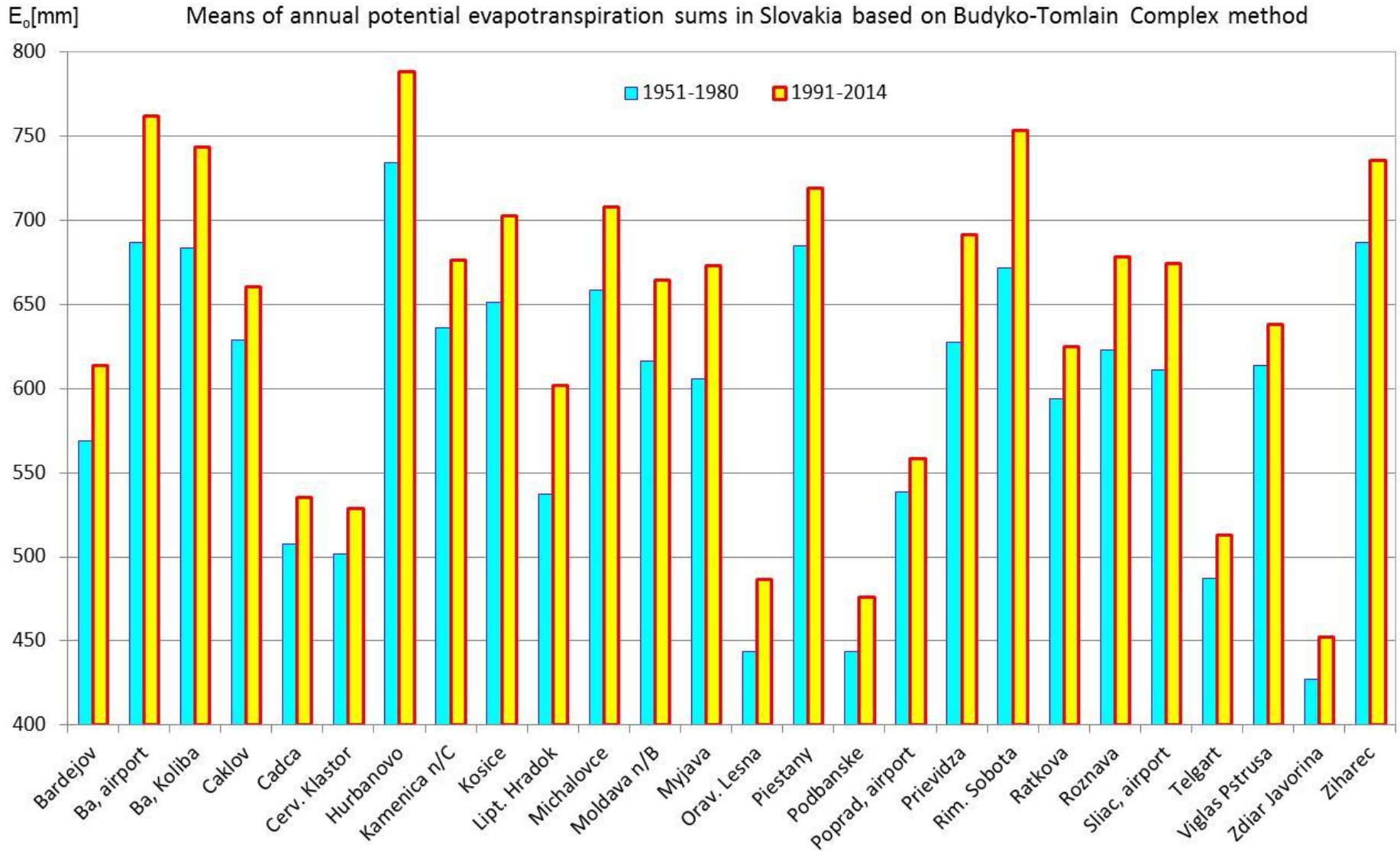


VLHKOSŤ A TEPLOTA VZDUCHU

Dependence of air humidity variables on air temperature at about 1000 hPa

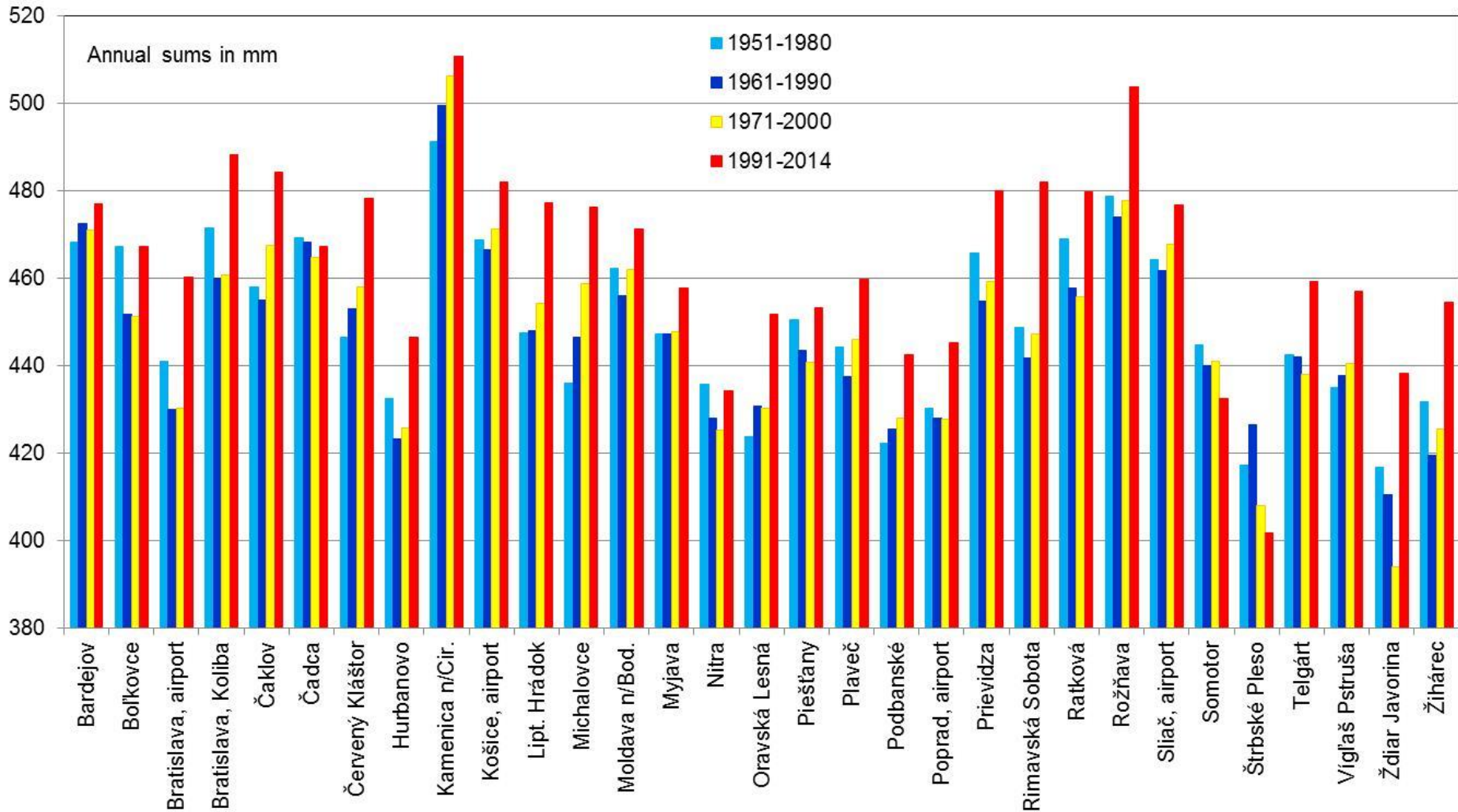


TREND POTENCIÁLNEJ EVAPOTRANSPIRÁCIE NA SLOVENSKU PODĽA OMK



TREND SKUTOČNEJ EVAPOTRANSPIRÁCIE NA SLOVENSKU PODĽA OMK

E[mm] Evapotranspiration in Slovakia at SHMI stations and time frames from 1951 to 2014, calculated by Budyko-Tomlain Complex Method in OMK

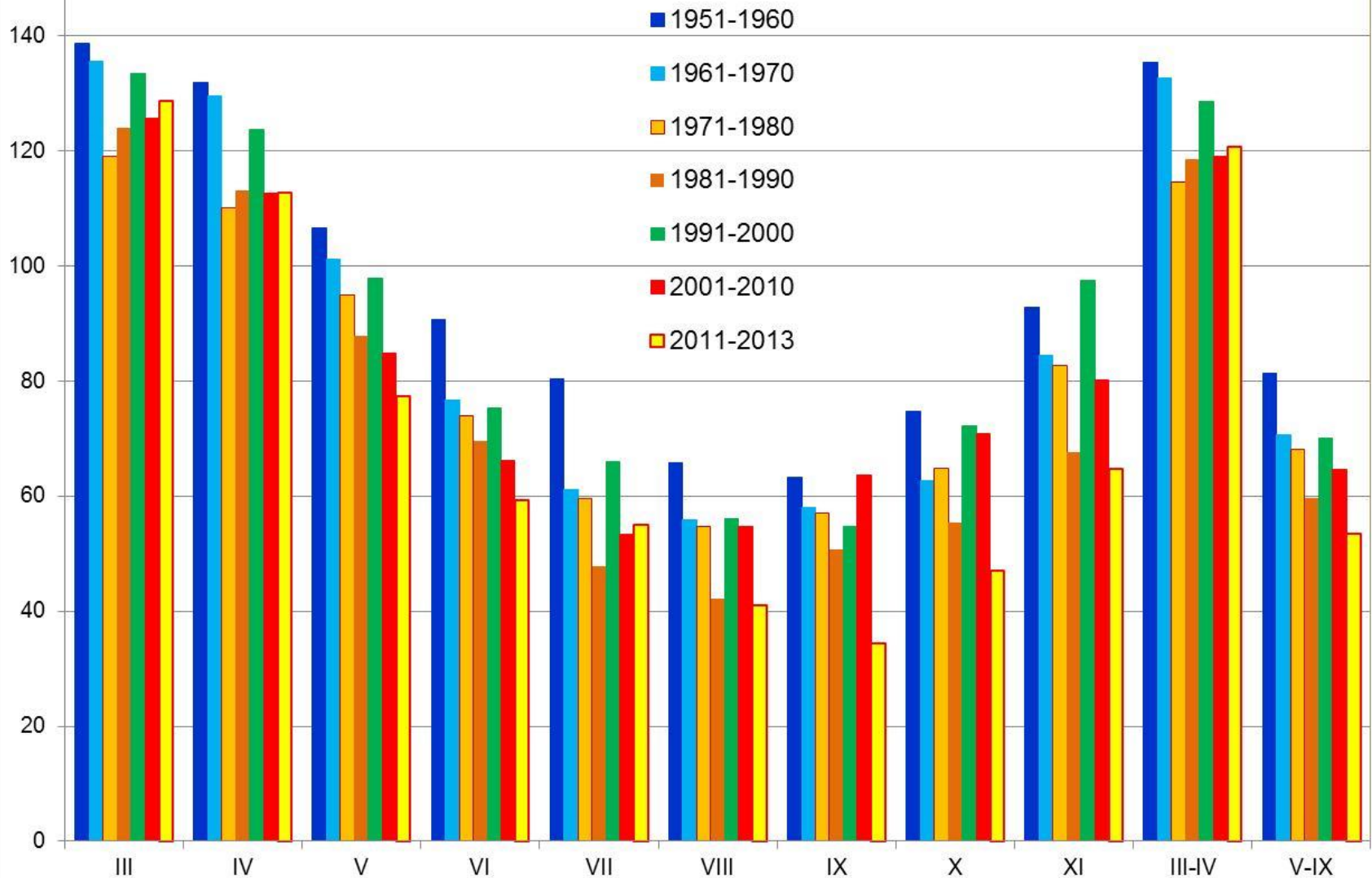


VYUŽITELNÁ VLHKOSŤ PÔDY, HURBANOVO

W[mm]

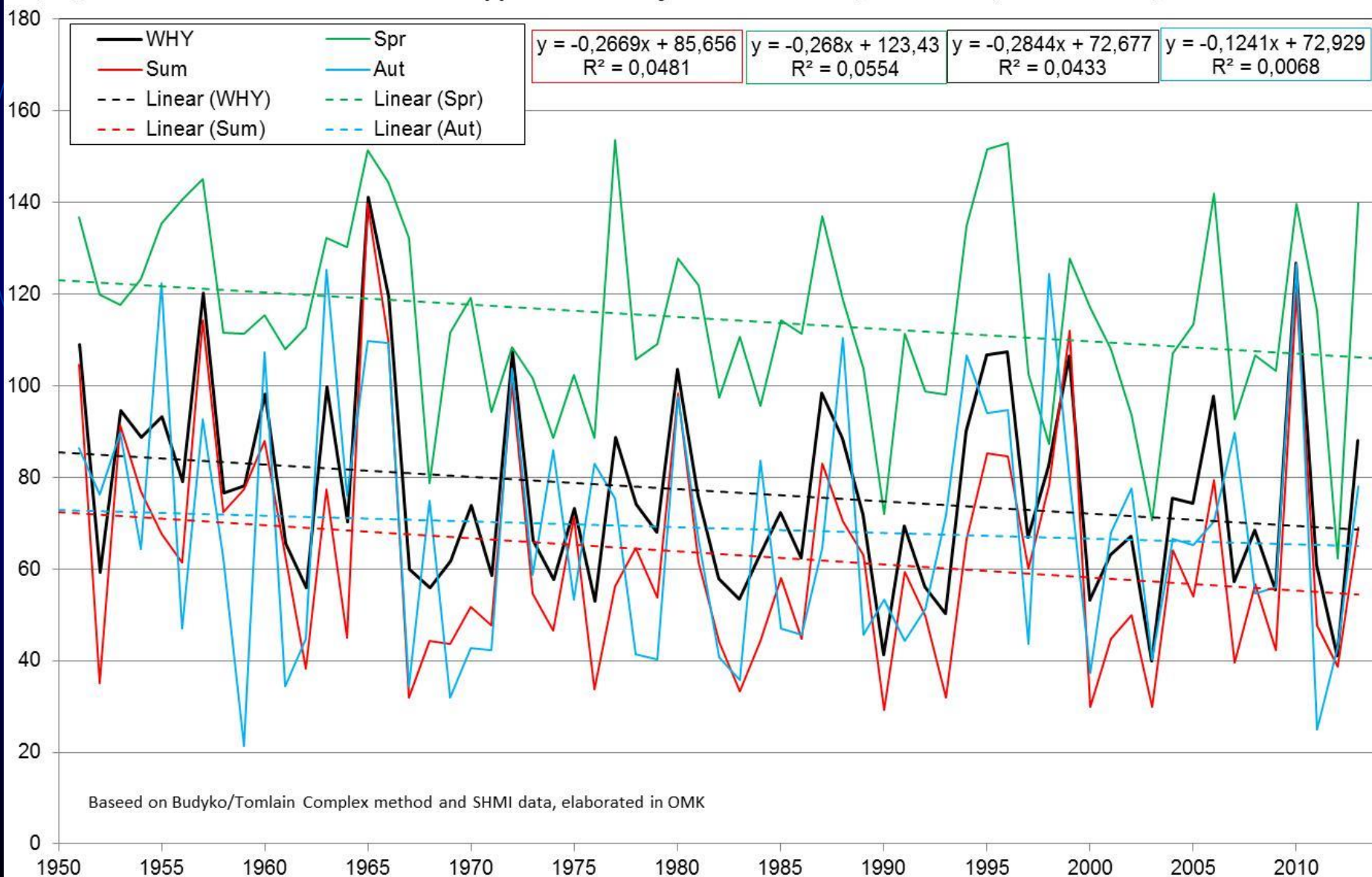
Usable soil moisture of upper 1 m of soil layer for Hurbanovo in 1951-2013

By Budyko-Tomlain method and SHMI data, calculated in OMK



VYUŽITELNÁ VLHKOSŤ PÔDY, HURBANOVO

W[mm] Mean usable soil moisture in upper 1 m soil layer at Hurbanovo, 115 m a.s.l., SW Slovakia, in 1951-2013



EŠTE DODATOK K ÚVODU

- Klimatická zmena spôsobená aktivitami človeka je len jednou z viacerých ďalších zmien klímy, ktoré majú však iba prirodzený pôvod. V 5. Správe IPCC (2013) sa už ale konštatuje 95% istota, že človekom spôsobená klimatická zmena má väčší podiel na všetkých zmenách klímy ako zmeny klímy prirodzeného charakteru.
- To otvára potrebu zodpovednej diskusie o možných dôsledkoch človekom vyvolanej zmeny klímy v takých socio-ekonomických sektoroch ako poľnohospodárstvo, lesné a vodné hospodárstvo, energetika, doprava, zásobovanie potravinami, zdravotníctvo a i. Dôležité sú ale aj možné dôsledky uvedenej zmeny klímy na pôvodné ekosystémy na celej Zemi a odhad vplyvu prirodzených zmien klímy.
- Vedci odhadli, že globálna zmena klímy v rozsahu do 2 °C za 100 rokov (oteplenie alebo ochladenie v dlhodobých priemeroch) je ešte v intervale normálnych adaptačných schopností prirodzených ekosystémov a aj väčšiny socio-ekonomických sektorov.
- Ak má ľudstvo čeliť naznačeným rizikám, je potrebné pripraviť adaptačné opatrenia prinajmenšom na strednú triedu scenárov očakávanej klimatickej zmeny (v mimoriadne dôležitých sektoroch aj na horný odhad možnej zmeny klímy).

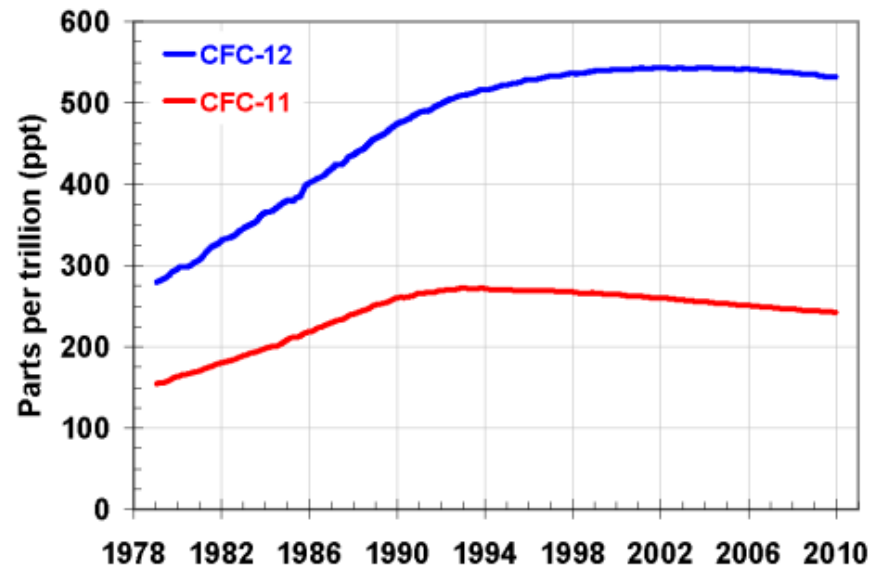
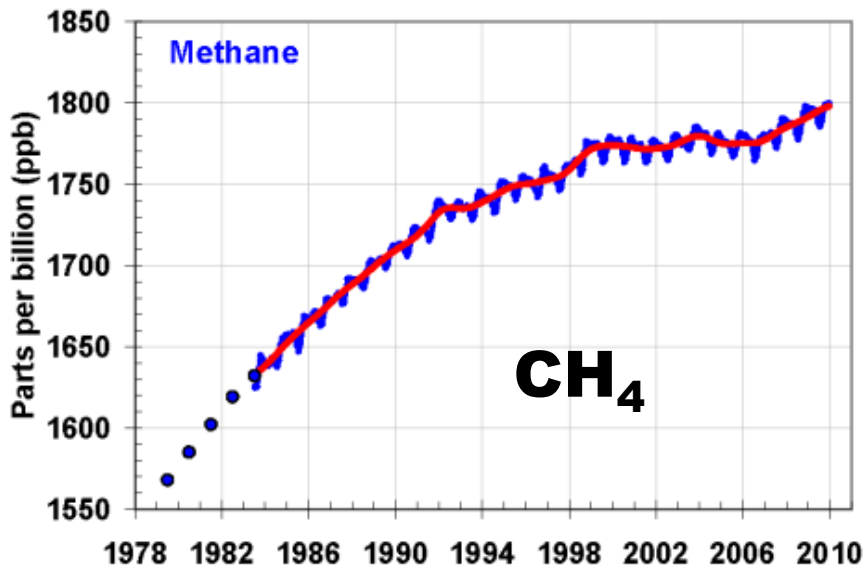
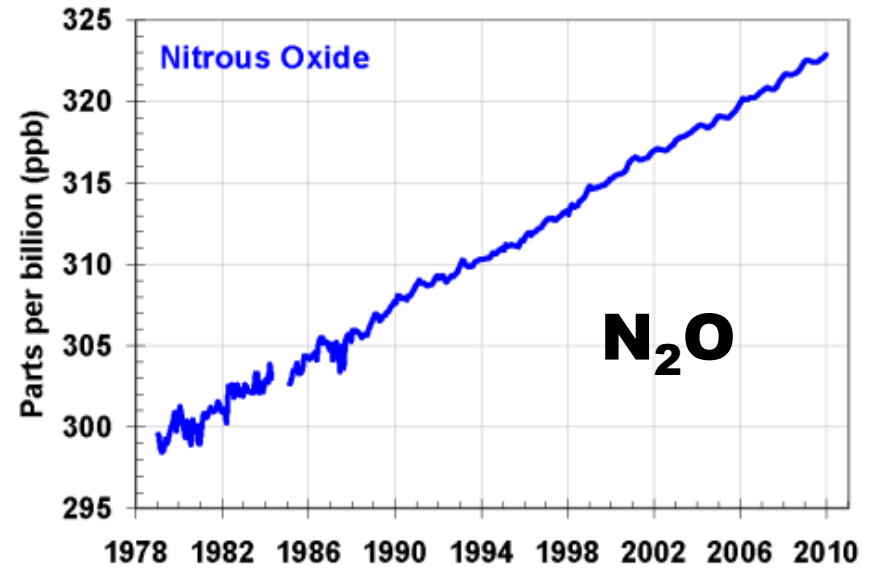
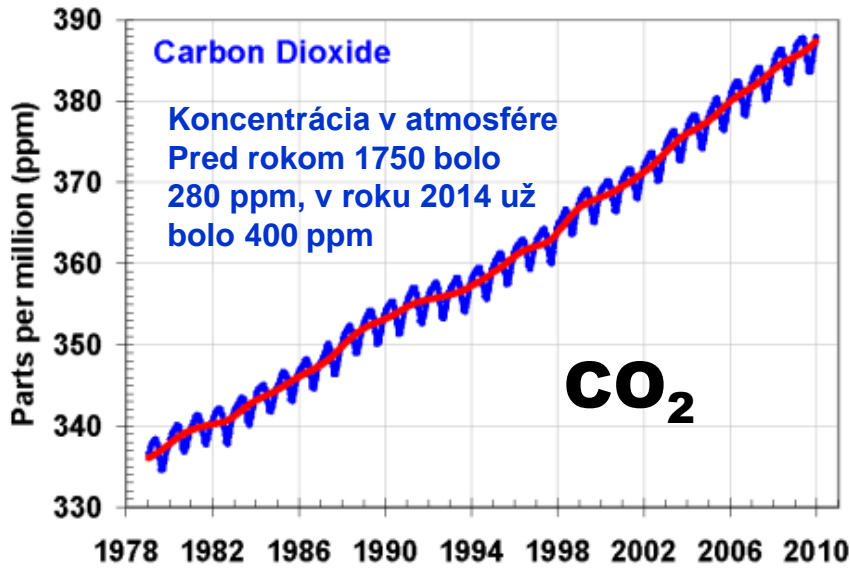
VEDECKÁ TEÓRIA KLIMATICKEJ ZMENY

- Fyzika, chémia a biológia klimatickej zmeny a prirodzených zmien klímy – ale aj:
- **Socio-ekonomické súvislosti a dôsledky** – aj využívanie fosílnych palív, zmeny vo využívaní krajiny, poľnohospodárstvo, lesy a i.
- **Prirodzené ekosystémy a klimatická zmena** – aj možnosti adaptácie, regulácia uhlíkového cyklu...
- **Pozitívne a negatívne spätné väzby** – aj dlhodobé zmeny v uhlíkovom cykle ale aj CH_4 a N_2O
- **Dezinformácie šírené záujmovými skupinami** – najmä v súvislosti s využívaním fosílnych palív a konkurencieschopnosťou v prípade prijatia opatrení

UHLÍKOVÝ CYKLUS NA ZEMI

- Pri rozbere tejto problematiky je potrebné venovať sa najprv **prirodzenému uhlíkovému cyklu** a jeho zmenám v dlhodobom časovom horizonte (ide viac ako 200 miliárd ton uhlíka ročne pri výmene medzi atmosférou a povrchom Zeme (pevnina a oceány) a zotrvanie CO₂ ~ 120 r.)
- Kľúčový je odhad podielu **antropogénneho uhlíka**, ktorý sa dostal do globálneho uhlíkového cyklu vplyvom aktivít človeka, tiež jeho historický a budúci vývoj
- Popri uhlíkovom cykle sa sleduje aj vývoj koncentrácie **súvisiacich skleníkových plynov CH₄ a N₂O** a ich ovplyvnenie aktivitami človeka
- Odhad scenárov **možného budúceho vývoja emisie a koncentrácie CO₂, CH₄, N₂O** a i., vrátane očakávaných dôsledkov je predmetom analýz Medzivládneho panelu OSN pre klimatickú zmenu (IPCC)

TREND RÔZNYCH SKLENÍKOVÝCH PLYNOV



GLOBALNA EMISIA FOSÍLNEHO UHLÍKA V MILIÓNOCH TON V OBDOBÍ 1751-2019 (inventarizácia do 2010, odhad vývoja do roku 2015, možné zvýšenie až o 2% + ničenie lesov)

Ročná emisia fosílného uhlíka do atmosféry v miliónoch ton na celej Zemi podľa inventarizácie všetkých zdrojov do roku 2010 (scenár do roku 2015)

Zdroj: Carbon Dioxide Information Analysis Center
Oak Ridge National Laboratory
Oak Ridge, Tennessee 37831-6335

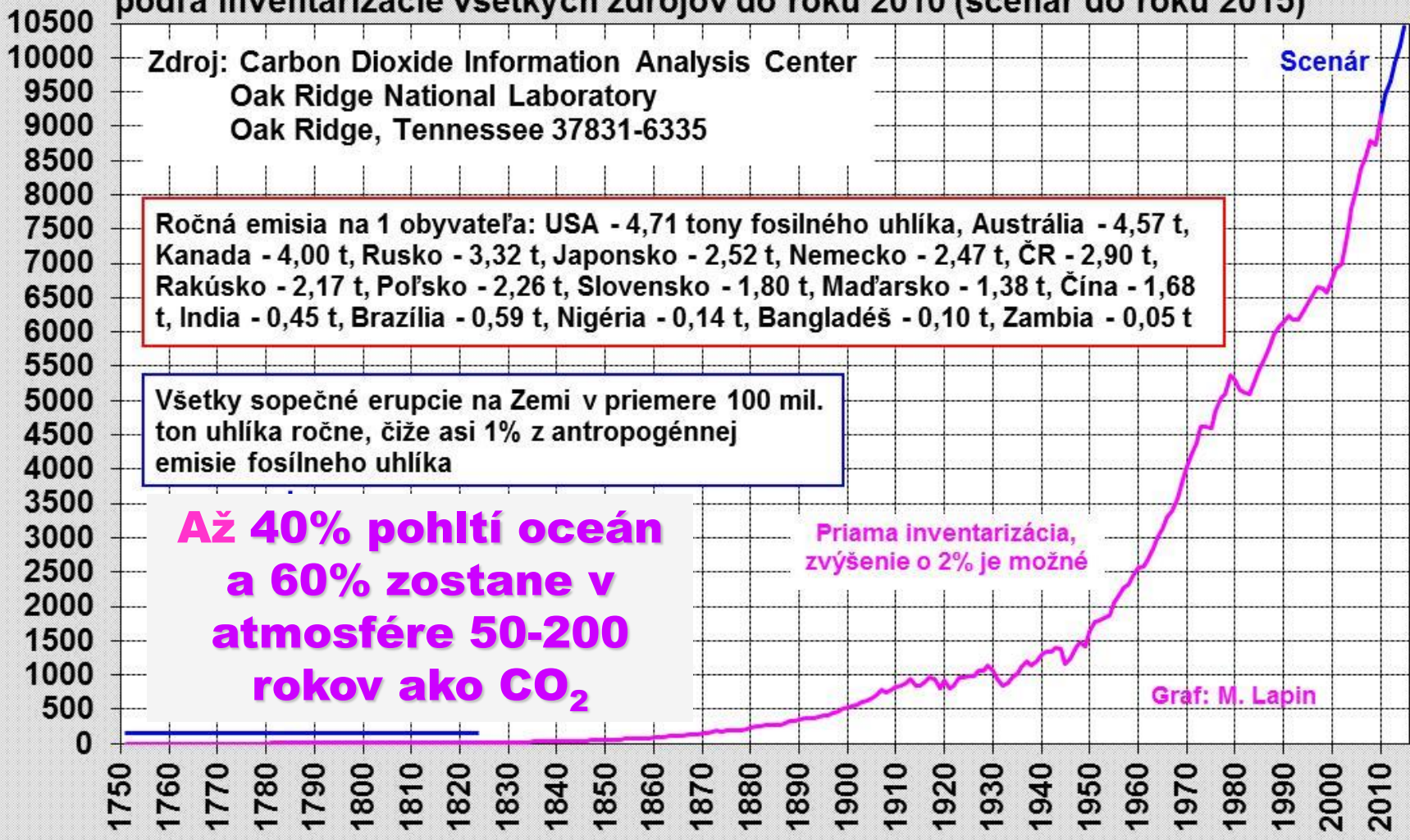
Ročná emisia na 1 obyvateľa: USA - 4,71 tony fosílného uhlíka, Austrália - 4,57 t, Kanada - 4,00 t, Rusko - 3,32 t, Japonsko - 2,52 t, Nemecko - 2,47 t, ČR - 2,90 t, Rakúsko - 2,17 t, Poľsko - 2,26 t, Slovensko - 1,80 t, Maďarsko - 1,38 t, Čína - 1,68 t, India - 0,45 t, Brazília - 0,59 t, Nigéria - 0,14 t, Bangladéš - 0,10 t, Zambia - 0,05 t

Všetky sopečné erupcie na Zemi v priemere 100 mil. ton uhlíka ročne, čiže asi 1% z antropogénnej emisie fosílného uhlíka

Až 40% pohltí oceán a 60% zostane v atmosfére 50-200 rokov ako CO₂

Priama inventarizácia, zvýšenie o 2% je možné

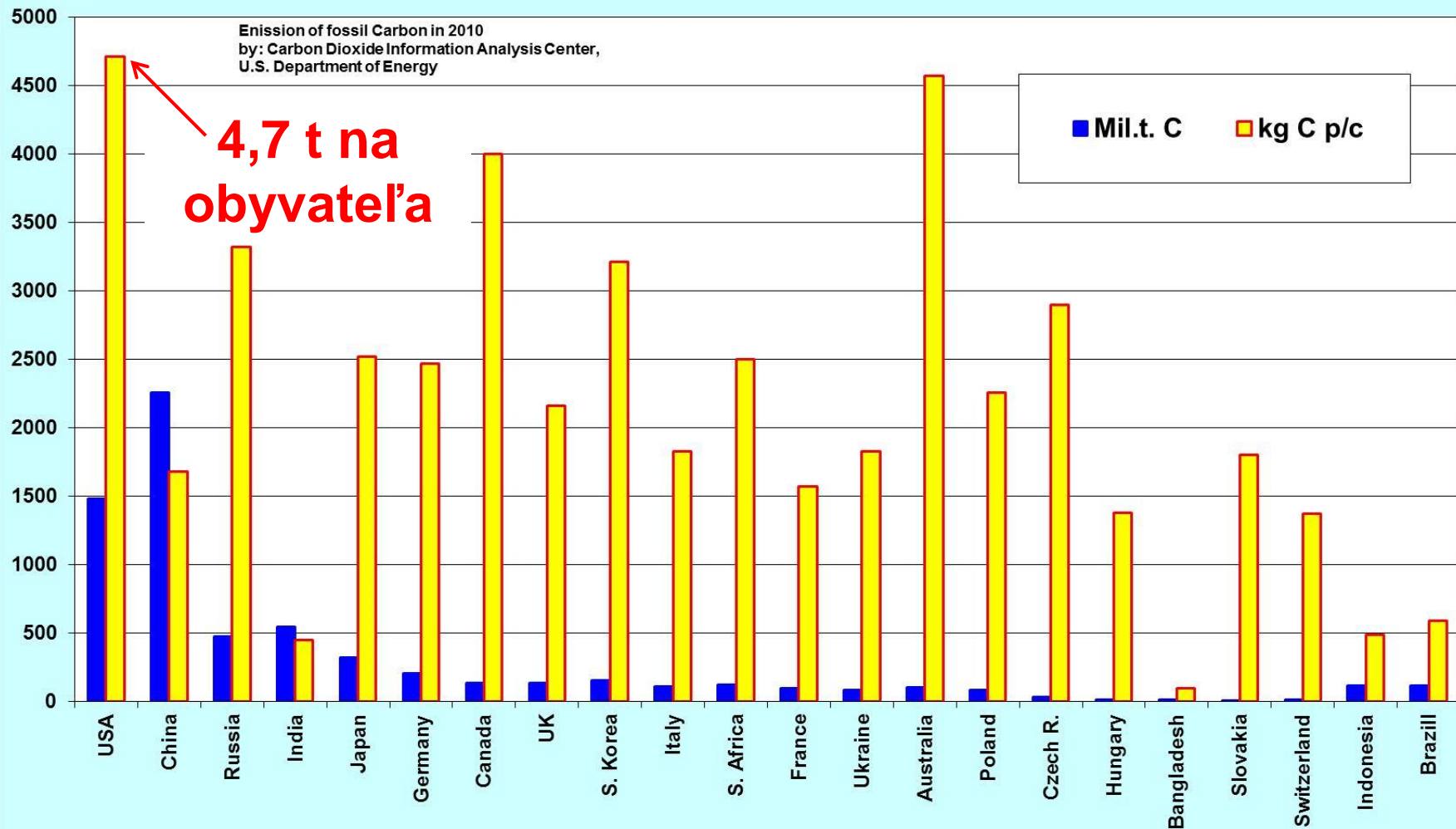
Graf: M. Lapin



EMISIA FOSÍLNEHO UHLÍKA V MILIÓNOCH TON V ROKU 2010, PRÍSPEVOK VYBRANÝCH KRAJÍN (USA, ČÍNA, RUSKO – celkovo v mil. t a na jedného obyvateľa v kg za rok)

Mt (modré) a kg/obyvateľa (žlté)

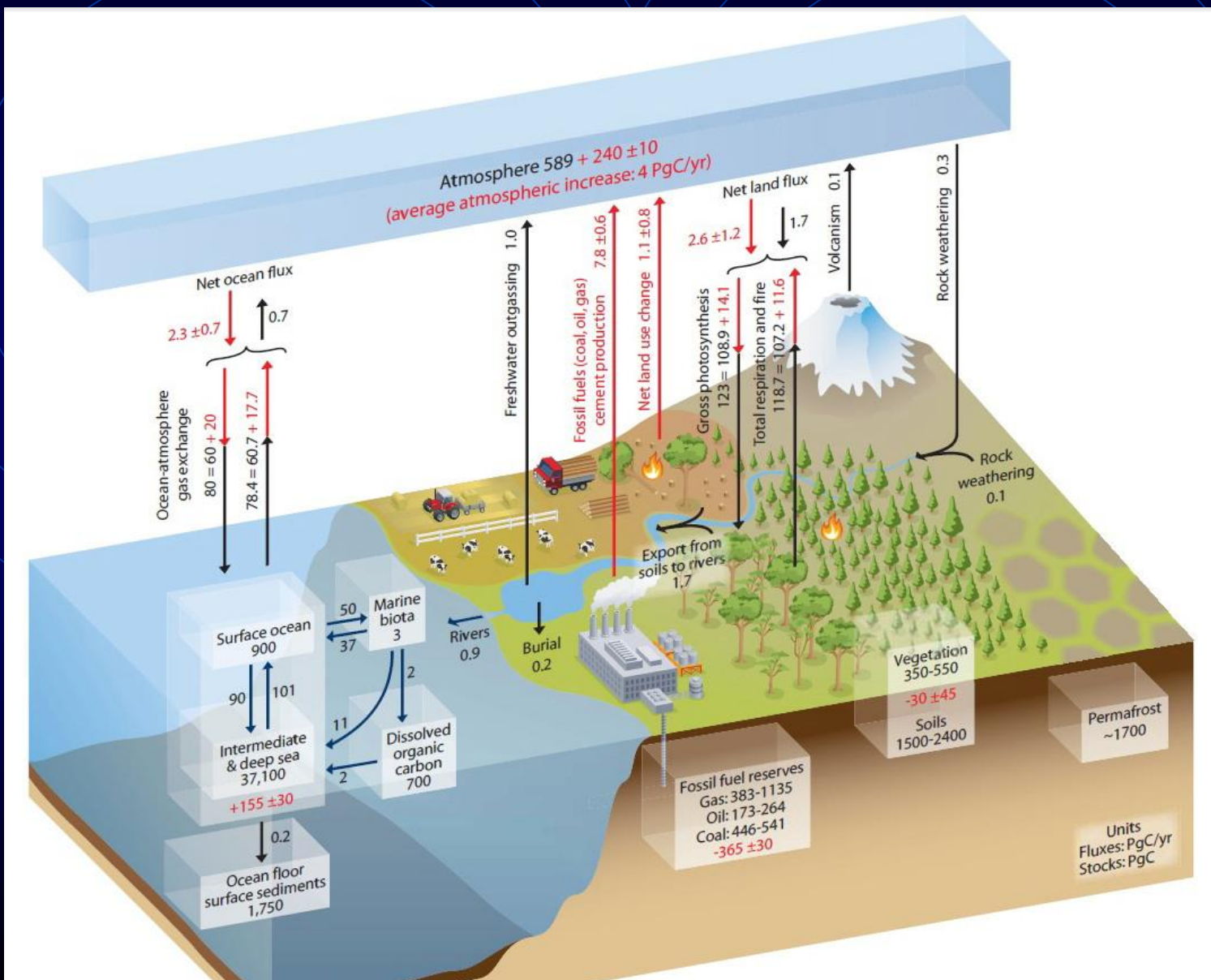
Emisia fosílného uhlíka vo vybraných krajinách v roku 2010



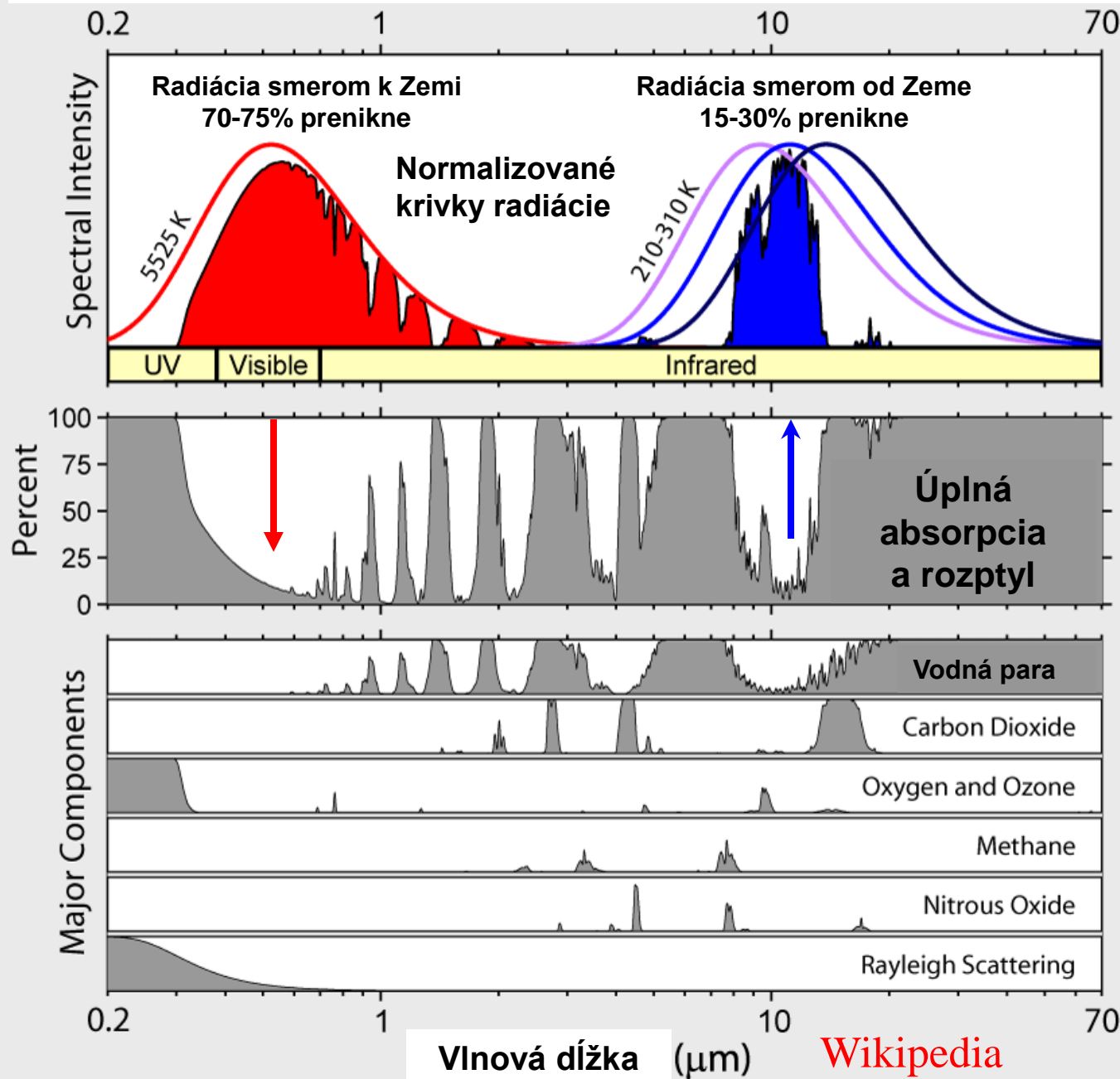
Uhlíkový cyklus na Zemi do r. 2011 (IPCC 2013)

Všimnúť si treba antropogénny podiel (červené), ukladanie do fosílií len asi 0,5 GtC za r.

Niektoré údaje zo správy AR5 IPCC WG1 2013 sú priemery za obdobie 2000-2009



Radiácia prenikajúca cez atmosféru Zeme



Jednotlivé skleníkové plyny majú rozdielny podiel na celkovej absorpcii, navyše sa pásy absorpcie prekrývajú

Ak by sme odstránili vodnú paru, klesol by skleníkový efekt o 36% (o 12 °C), ak by sme odstránili CO₂, klesol by o 9 % (o 3 °C)

Atmosféra sa absorpciou zohrieva a produkuje tiež dlhovlnné žiarenie v závislosti od jej teploty

Čím je väčšia koncentrácia GHGs v atmosfére, tým je potom vyššia prízemná teplota

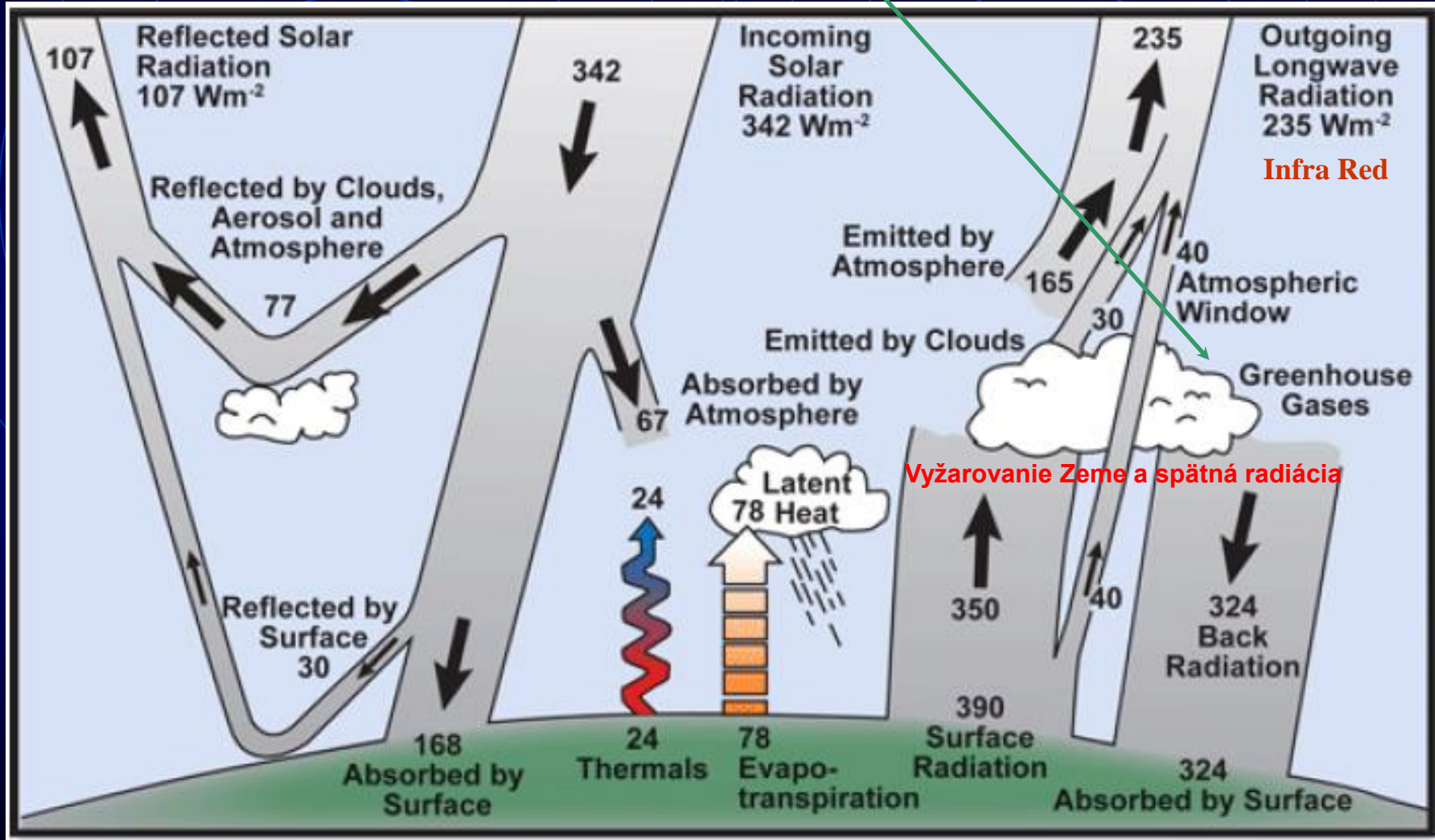
Ročné hodnoty energetickej bilancie Zeme a atmosféry

Albedo

SLNEČNÁ
RADIÁCIA

Skleníkové plyny v atmosfére,
Atmosférické okno H_2O pre $\lambda = 8.5-12.5 \mu m$

A
T
M
O
S
F
É
R
A

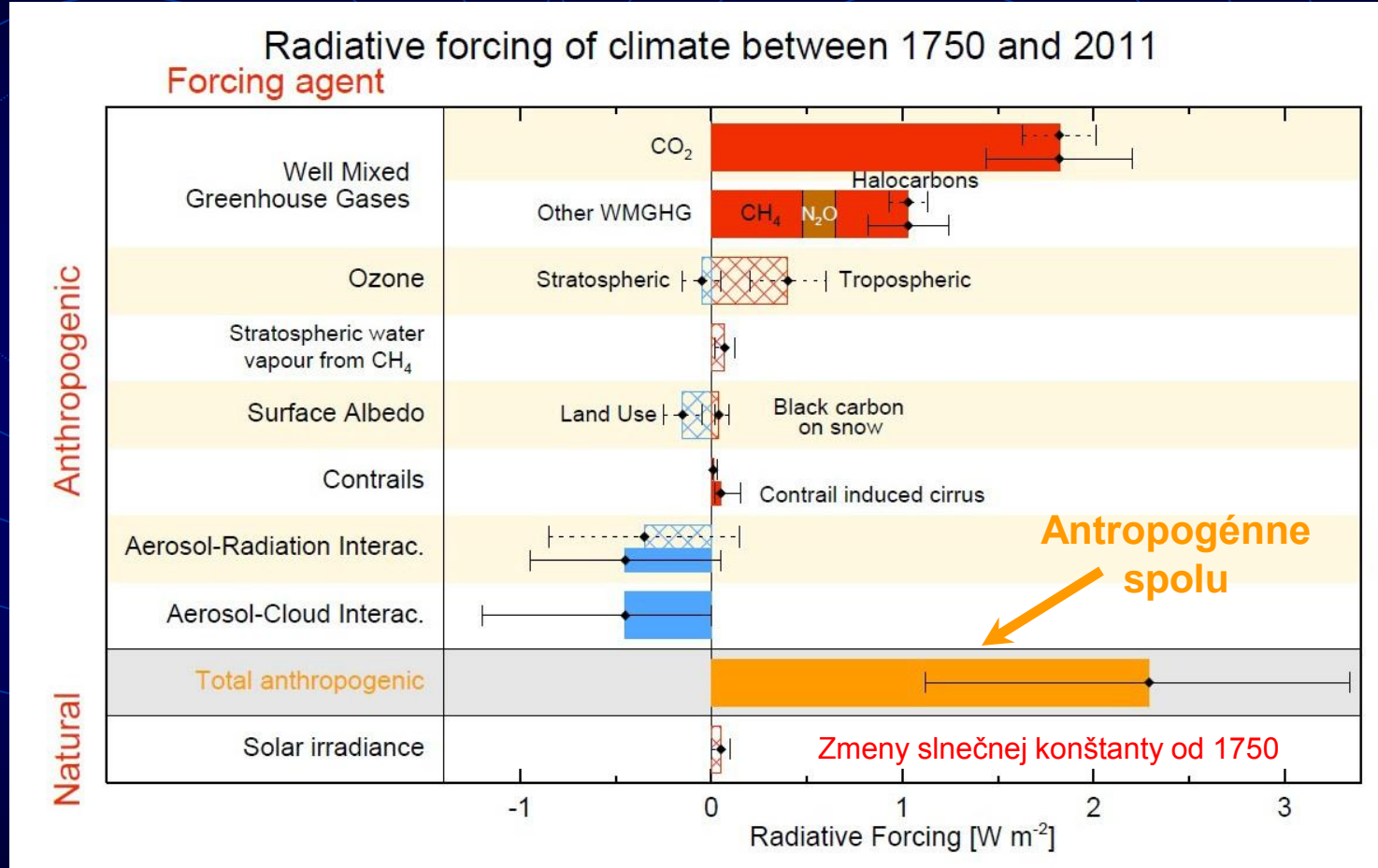


PODIEL VŠETKÝCH ANTROPOGÉNNÝCH VPLYVOV NA GLOBÁLNU KLÍMU OD ROKU 1750 (IPCC 2013)

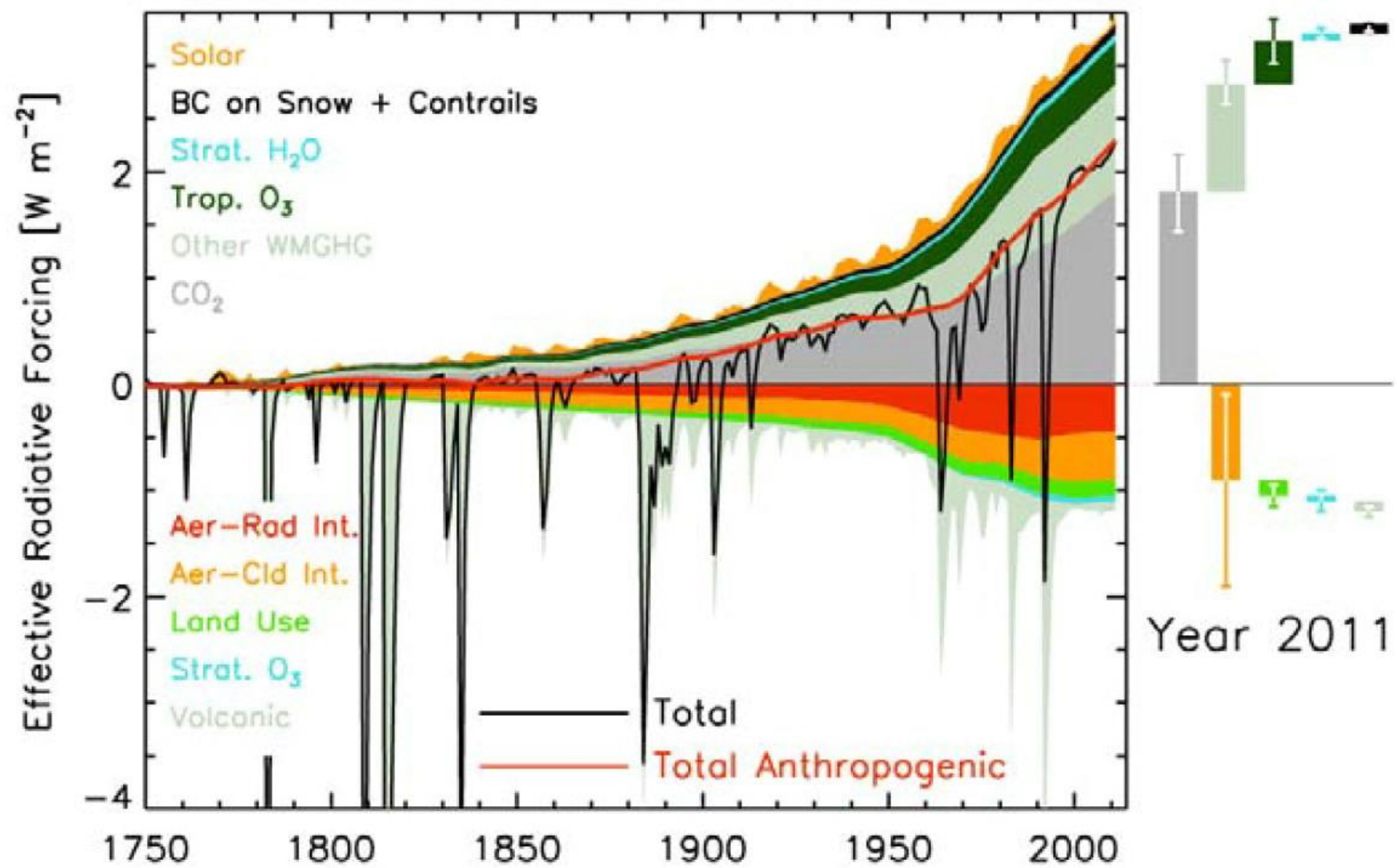
Skleníkové plyny majú kladný vplyv na globálne otepľovanie

Aerosóly a zmeny využívania krajiny majú ochladzujúci účinok na globálnu klímu

Porovnanie antropogénnych vplyvov s rastom slnečnej konštanty od roku 1750



POROVNANIE HLAVNÝCH VPLYVOV NA ZK V OBDOBÍ 1750-2011
(Čierna čiara predstavuje konečnú sumu radiačného zosilnenia, teraz je radiative forcing asi 2,5 W.m⁻², krátkodobo to menia vulkány)



AKÉ SCENÁRE KLIMATICKEJ ZMENY EXISTUJÚ ?

- Scenáre založené na výstupoch fyzikálnych Modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry Zeme - GCMs
- Scenáre analógové, Scenáre inkrementálne, Scenáre ako výstup stochastického generátora počasia – sa už dnes používajú iba na testovanie modelov
- **Scenáre kombinované** – zvolíme si GCMs scenáre T, R a s a podľa nich vypočítame analógy extrémov zrážok, výparu, snehovej pokrývky.... Uprednostňujeme v SR

IPCC SRES SCENÁRE

- Výstupy modelov obsahujú scenáre podľa emisných scenárov IPCC SRES (uprednostňujeme A2, B1, A1B)
- Ten prvý reprezentuje pesimistický predpoklad správania ľudstva na Zemi do r. 2100 a ten druhý optimistický, tretí je stredný (IPCC 2000)
- Emisia **fosílného uhlíka 28,9 Gt** (mlrd. t) v r. 2100 sa predpokladá podľa SRES A2 (kumulatívne 1773 Gt) a **5.2 Gt** podľa SRES B1 (kumulatívne 989 Gt).
- Tento rozdiel sa prejavuje v scenároch najvýraznejšie až po roku 2040 (predovšetkým pri teplote vzduchu). **Stredný scenár je nielen A1B ale aj niekoľko ďalších**

Scenáre

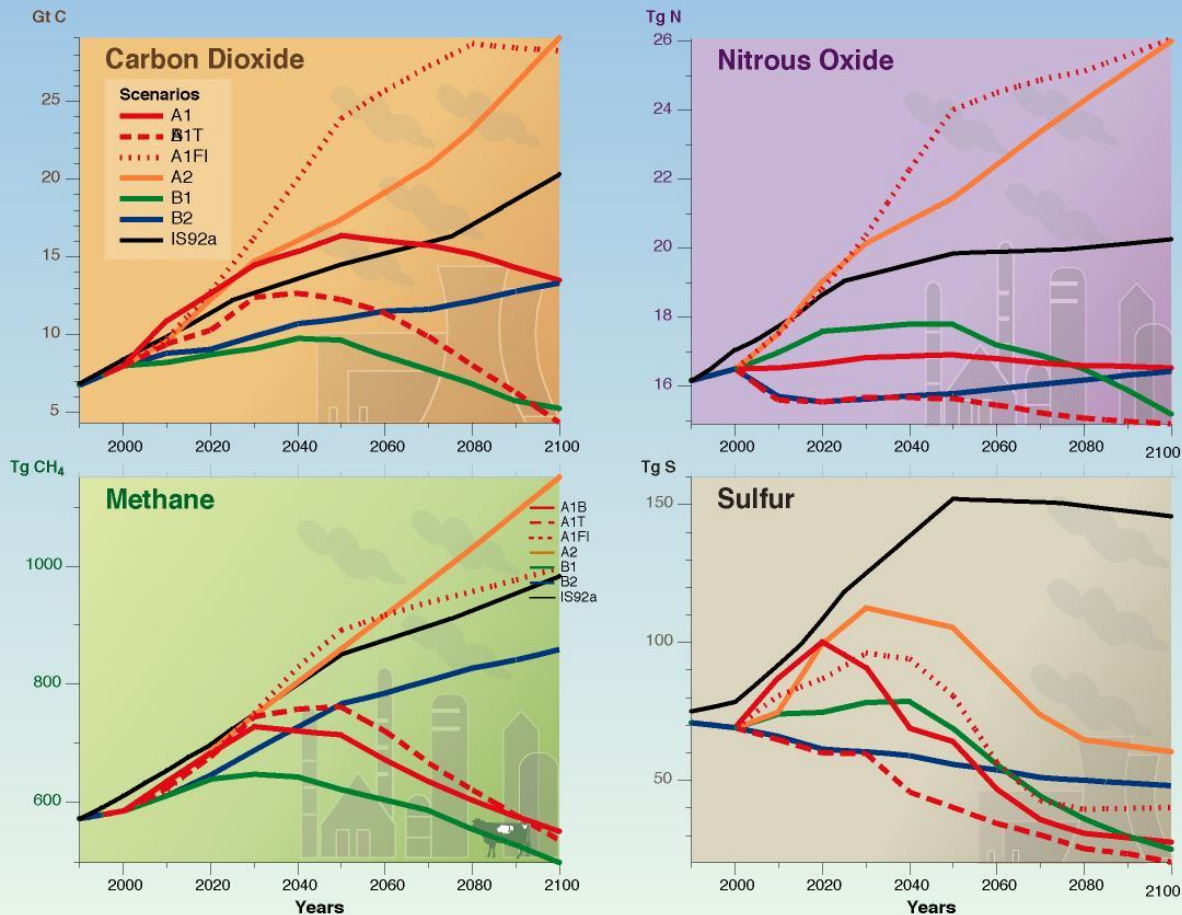
pre obdobie

1990-2100

Rozdiely súvisia s neistotami správania ľuďí na Zemi

-energetika, demografia, životný štýl, spotreba, nové technológie

Anthropogenic emissions of CO₂, CH₄, N₂O and SO₂ for the six SRES scenarios



WG1 TS FIGURE 17

Scenáre antropogénne podmienenej emisie CO₂, CH₄, N₂O a síry na celej Zemi

IPCC

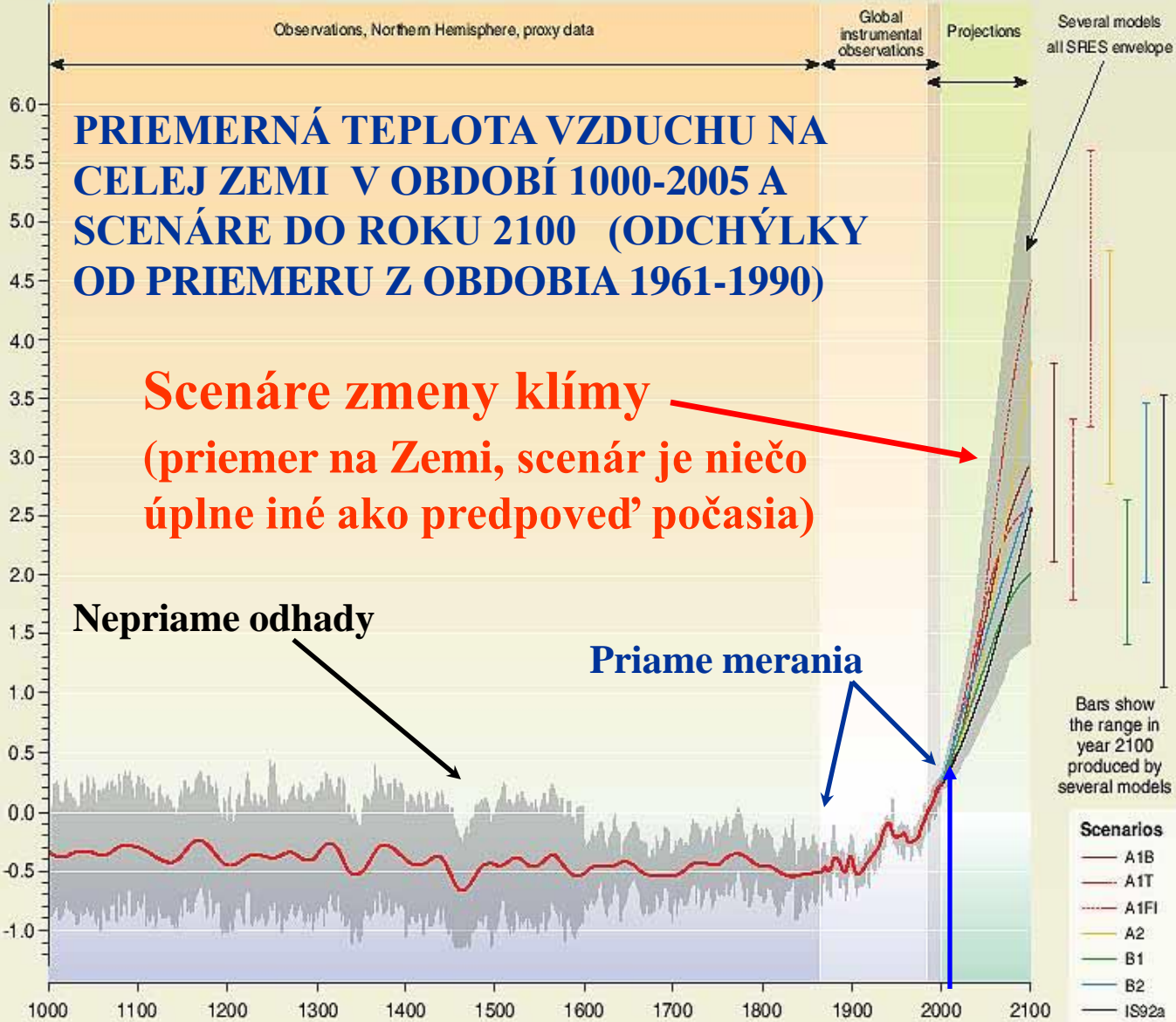
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE



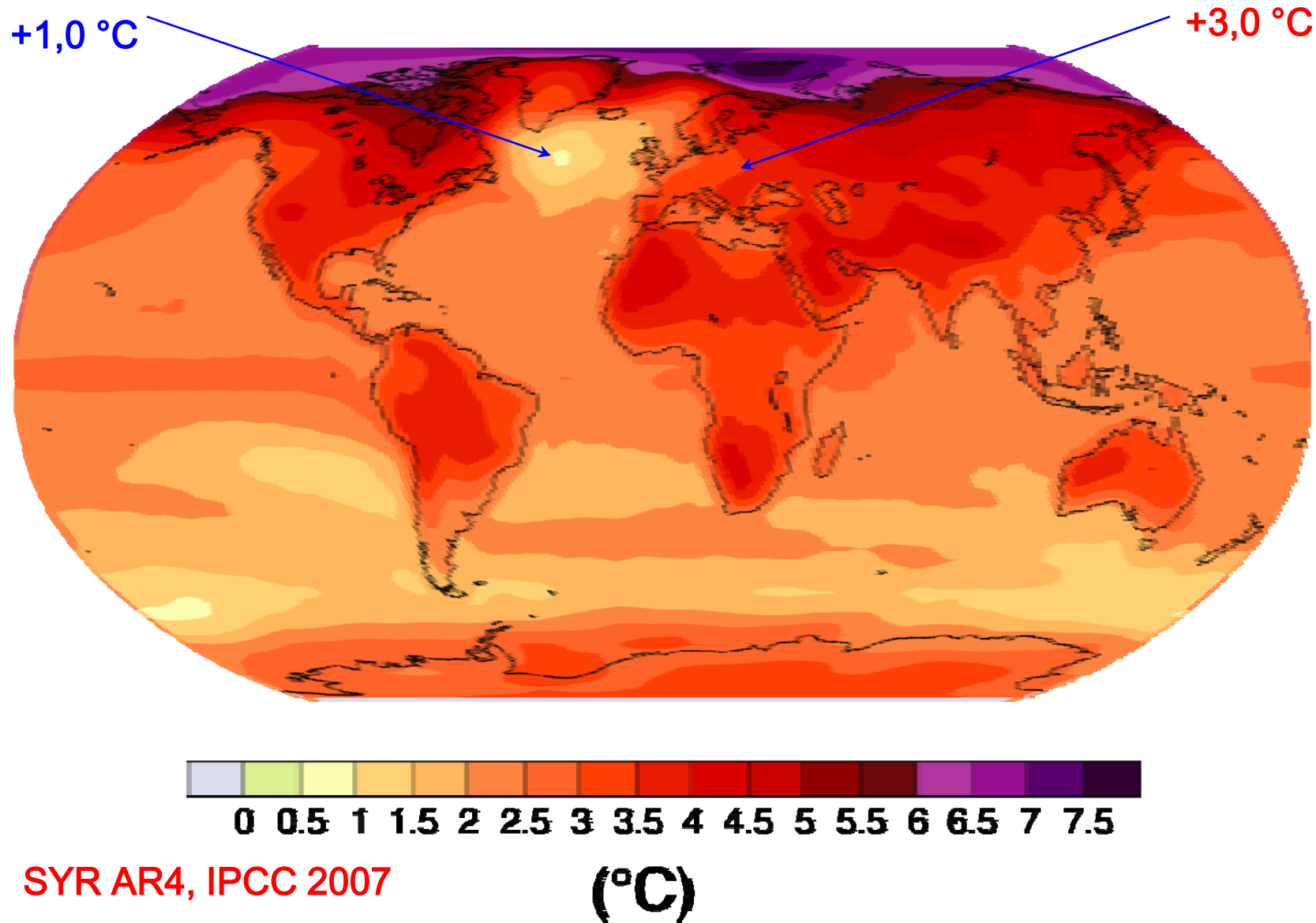
Variations of the Earth's surface temperature: years 1000 to 2100

Od roku 1000 do roku 1860 vidíme zmeny a variabilitu globálnej teploty vzduchu ako výsledok analýzy podľa tzv. proxy údajov, teda letokruhov stromov, korálov, ľadovcov, záznamov v kronikách... Červená čiara reprezentuje 50-ročné priemery, šedá zóna 95% výskyt, všetko ako odchýlka ročných priemerov na Zemi od normálu z obdobia 1961-1990.

Departures in temperature in °C (from the 1990 value)

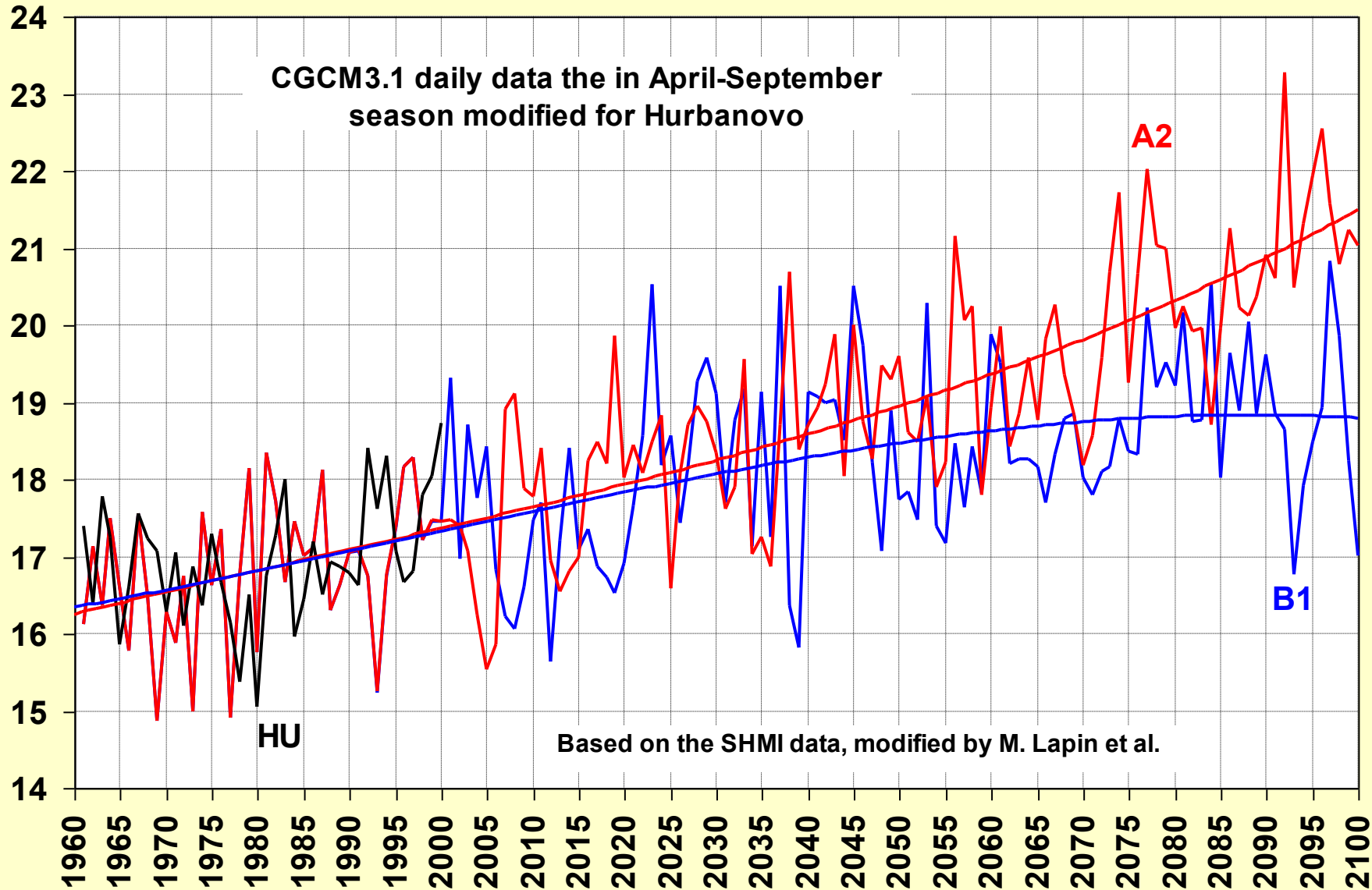


Geographical pattern of surface warming

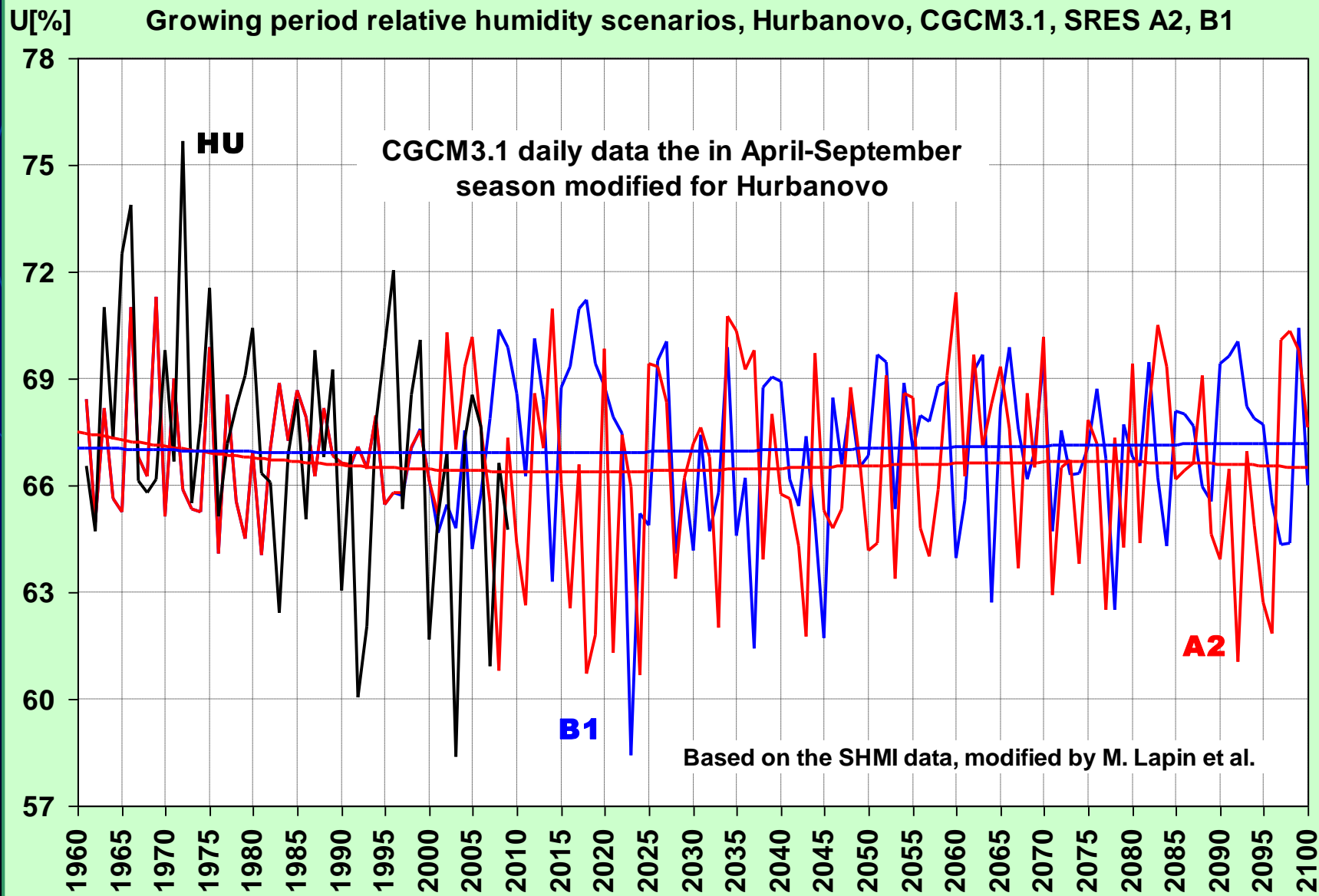


SCENÁRE TEPLoty VZDUCHU PRE HURBANOVO, SLOVENSKO

T[°C] Growing period temperature scenarios for Hurbanovo, CGCM3.1, SRES A2, B1

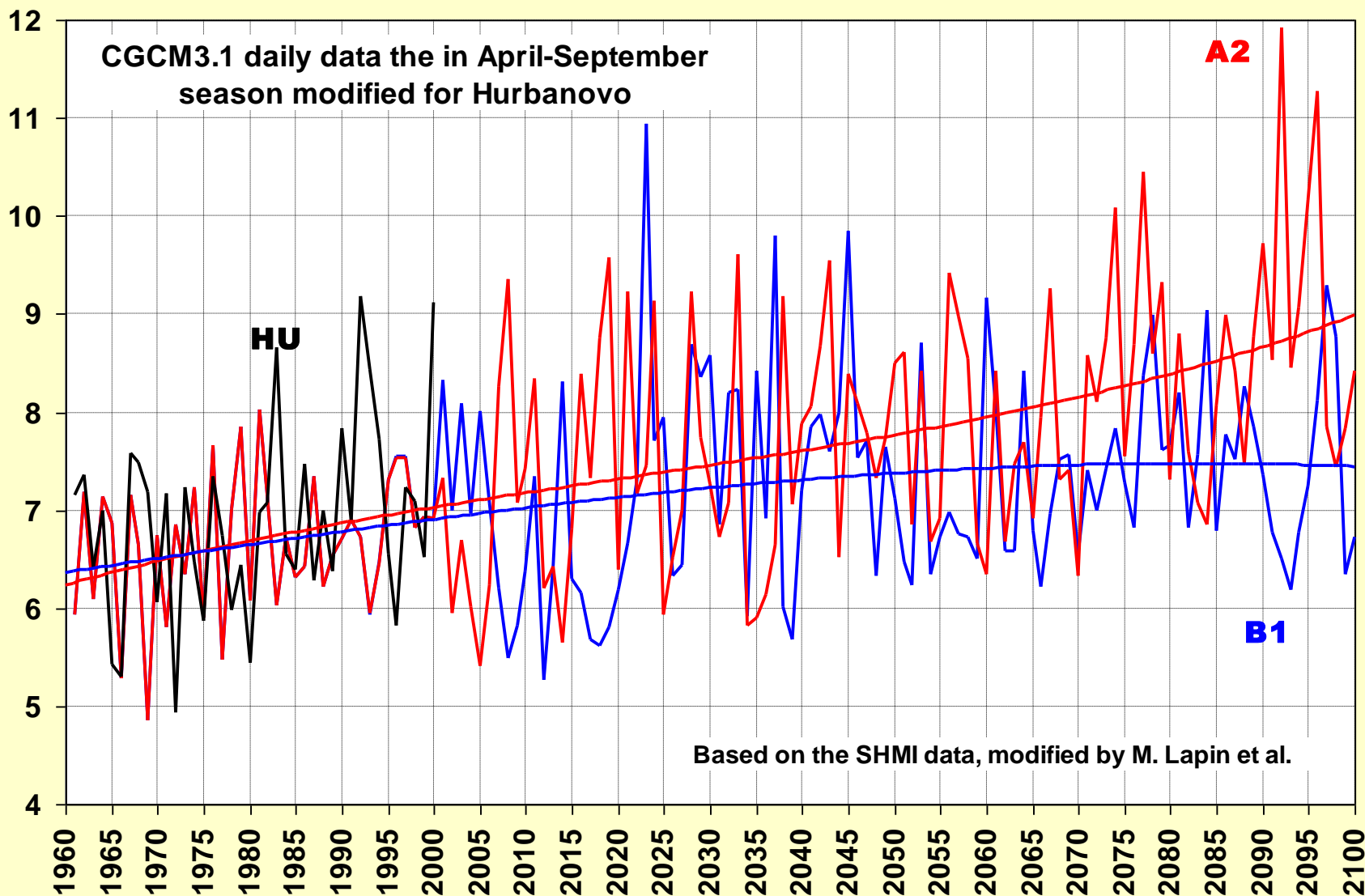


SCENÁRE VLHKOSTI VZDUCHU PRE HURBANOVO (115 m) PODĽA CGCM3.1

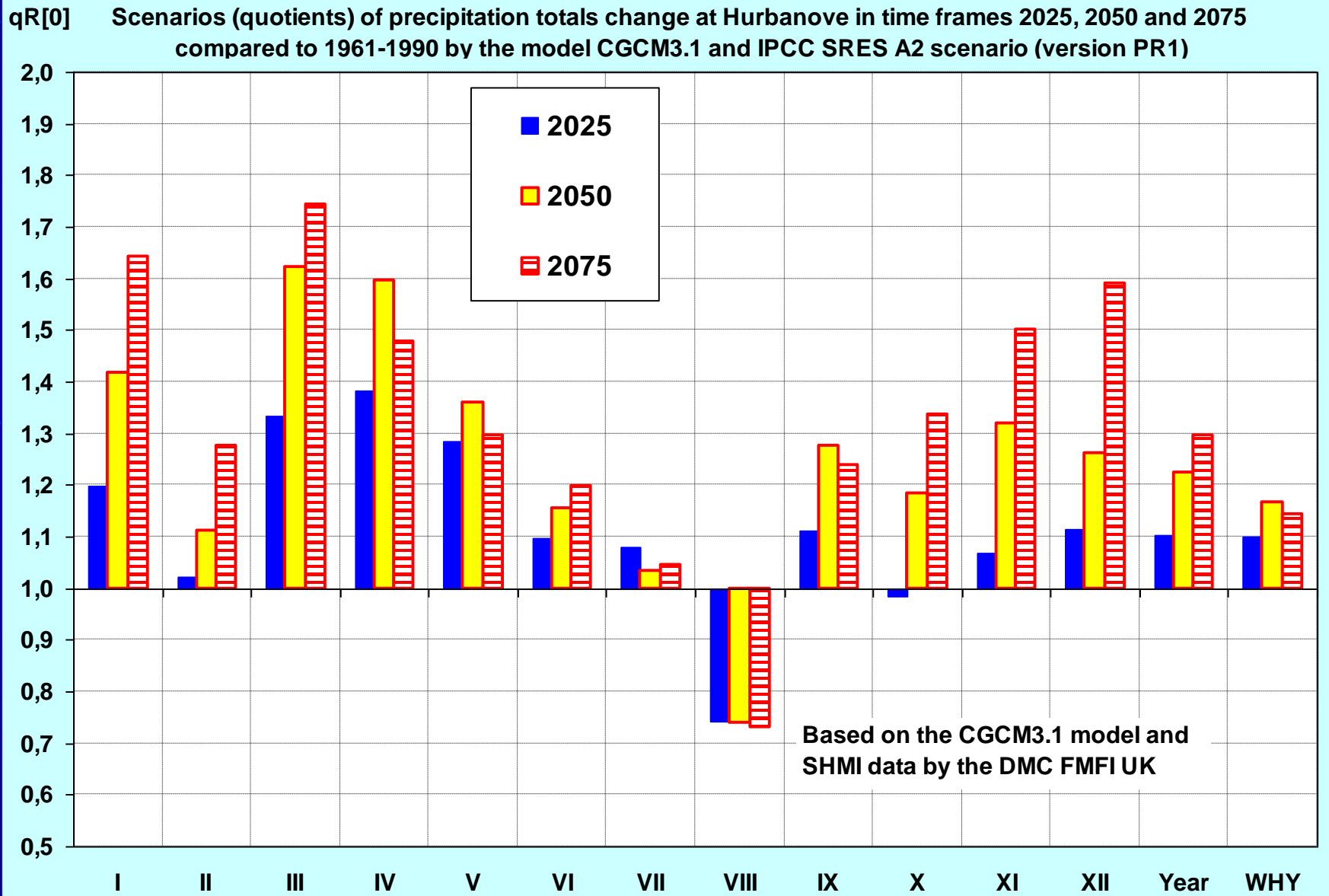


SCENÁRE VLHKOSTI VZDUCHU PRE HURBANOVO (115 m) PODĽA CGCM3.1

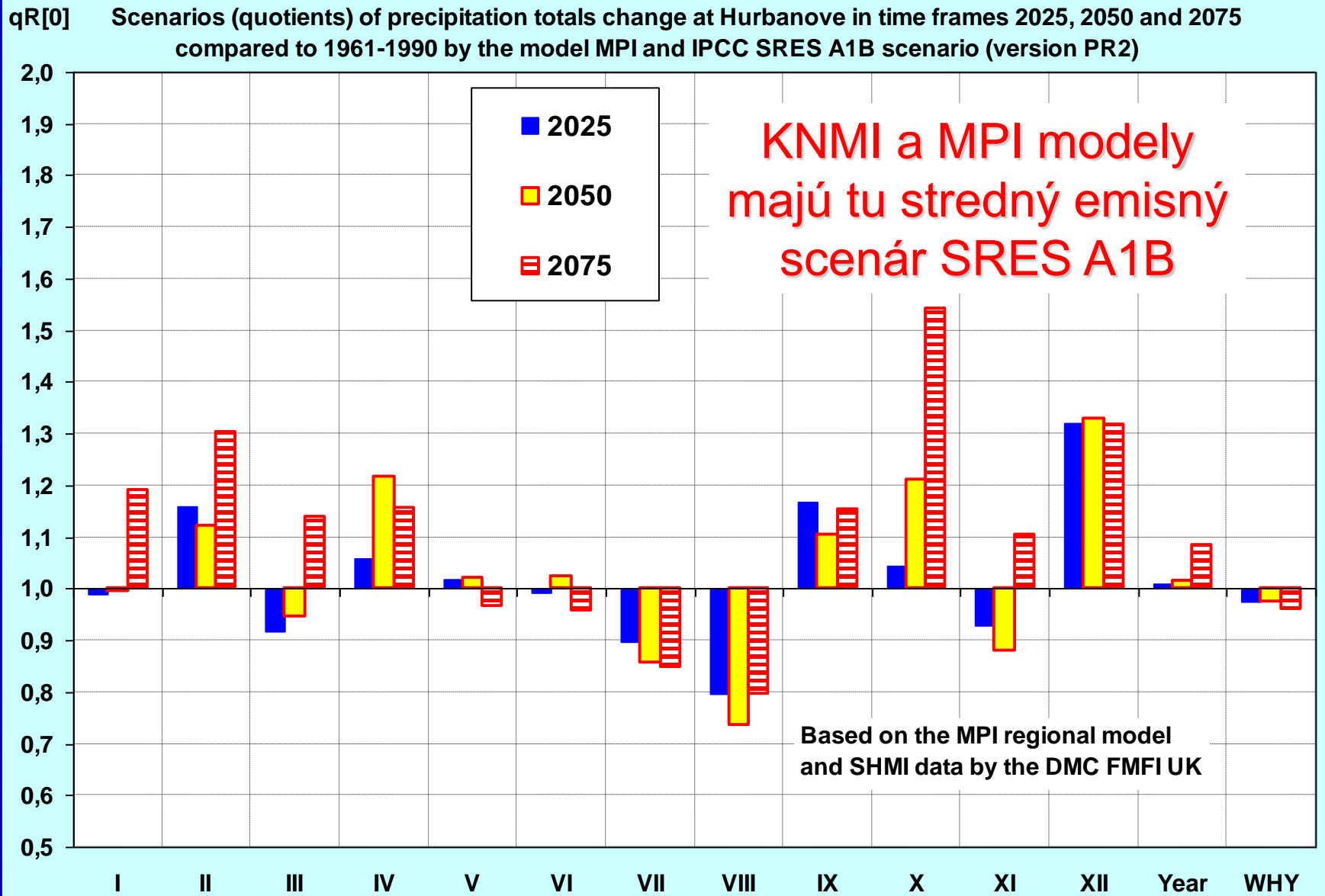
D[hPa] Growing period saturation deficit scenarios, Hurbanovo, CGCM3.1, SRES A2, B1



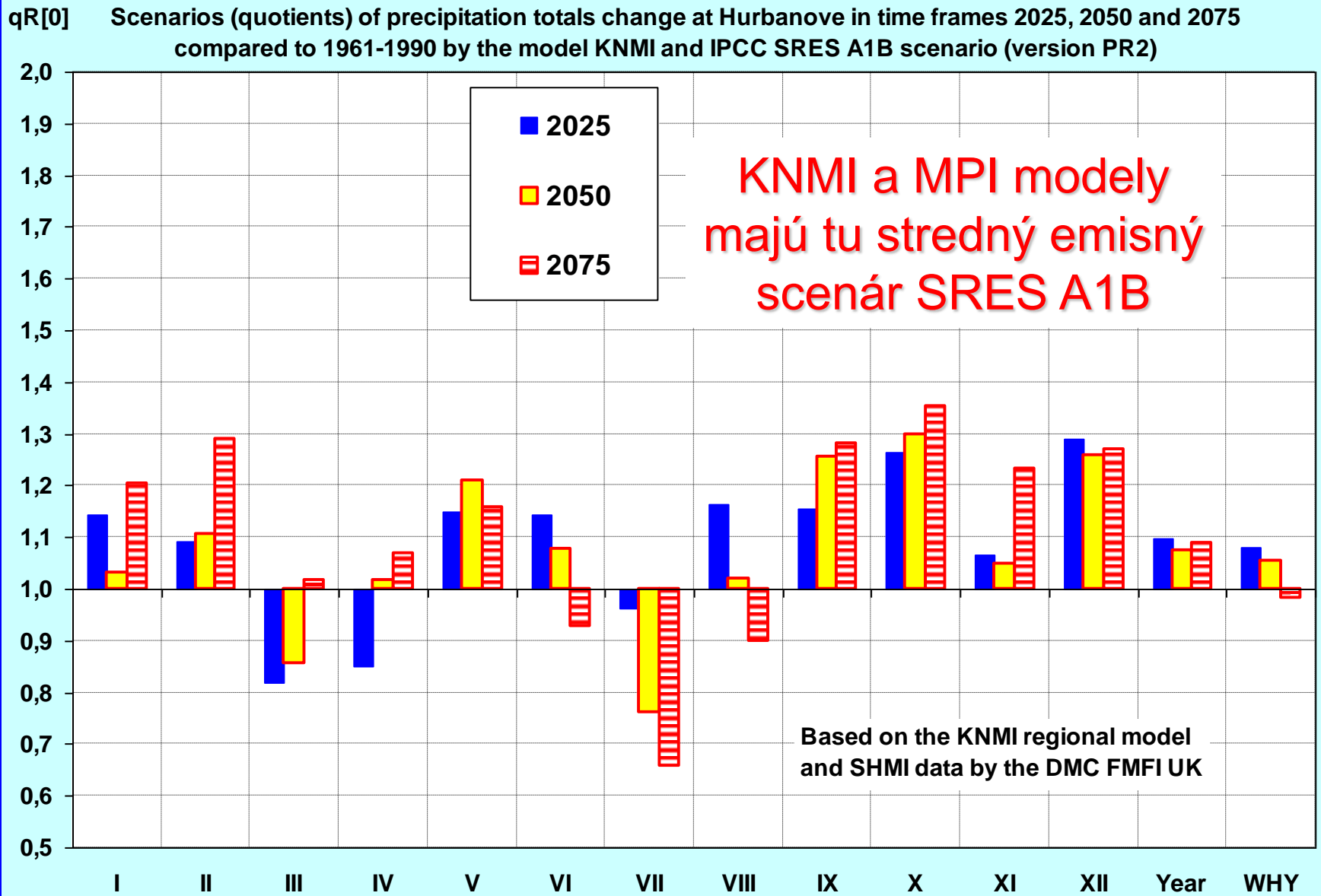
Scenáře zmien mesačných úhrnov zrážok pre Hurbanovo časové horizonty rokov 2025, 20250, 2075



Scenáre zmien mesačných úhrnov zrážok pre Hurbanovo časové horizonty rokov 2025, 2050, 2075

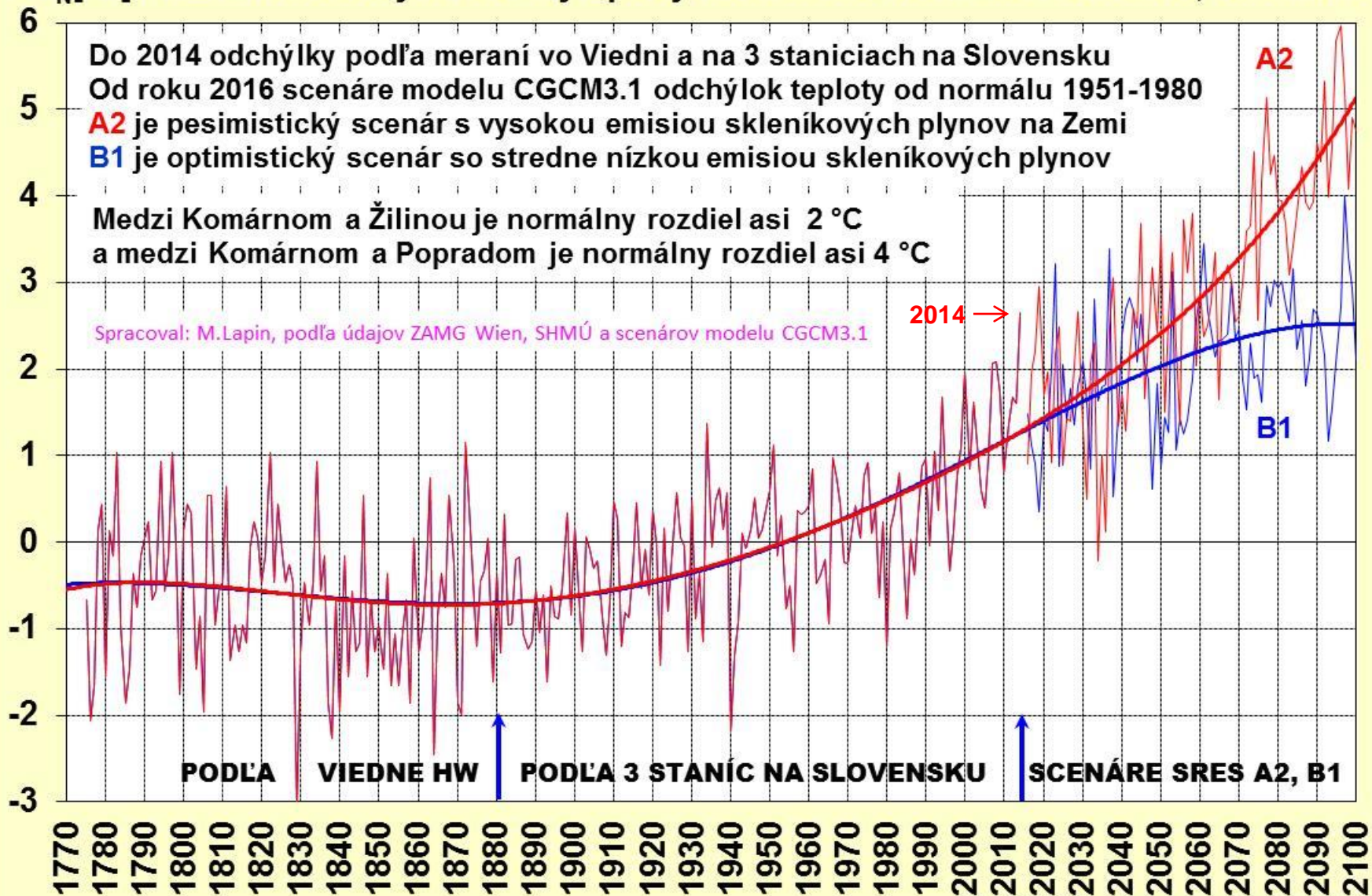


Scenáre zmien mesačných úhrnov zrážok pre Hurbanovo časové horizonty rokov 2025, 2050, 2075



ZMENY TEPLoty VZDUCHU NA SLOVENSKU

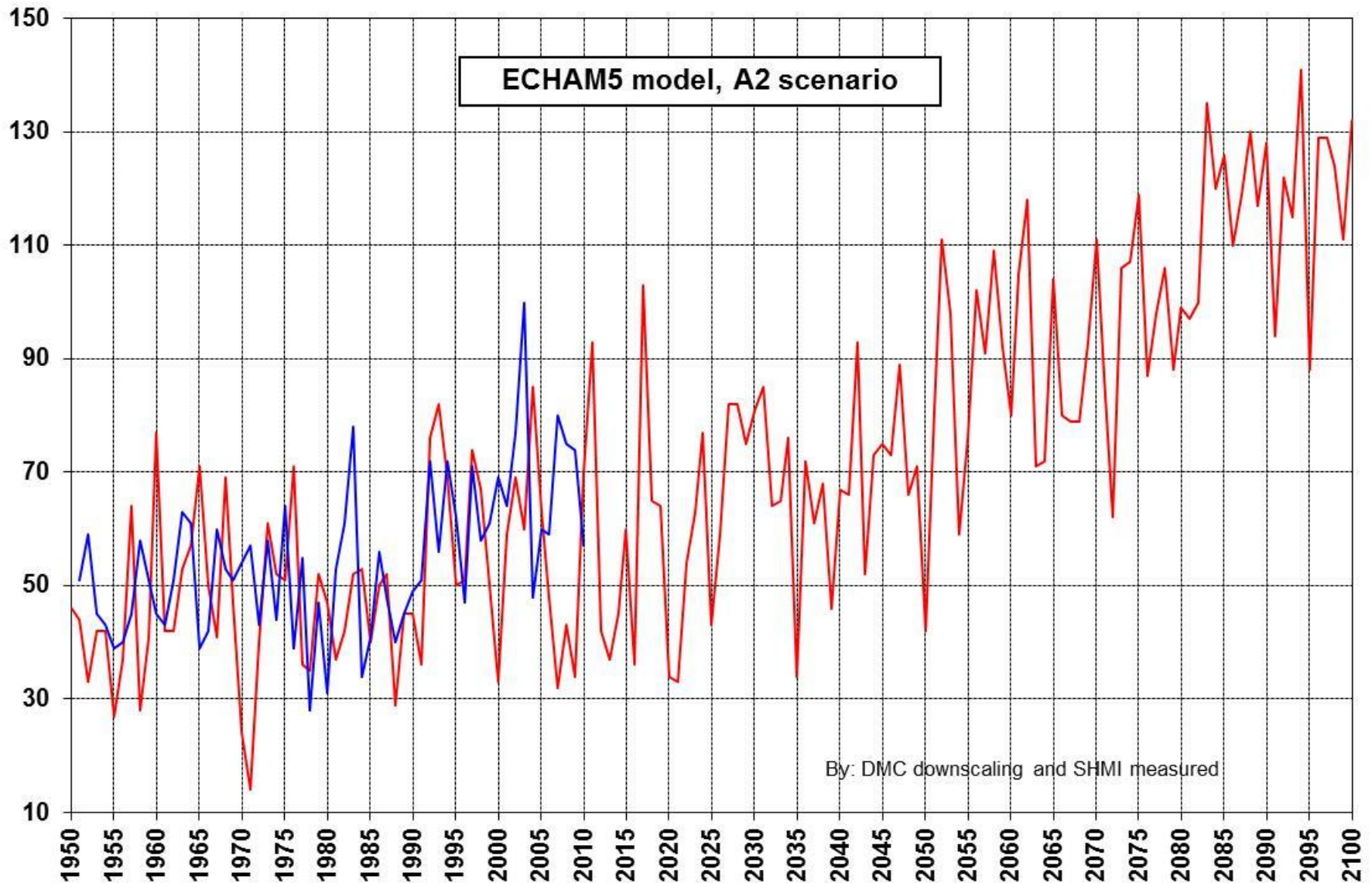
dT_N [°C] Priemerná odchýlka ročnej teploty vzduchu od normálu 1951-1980, Slovensko



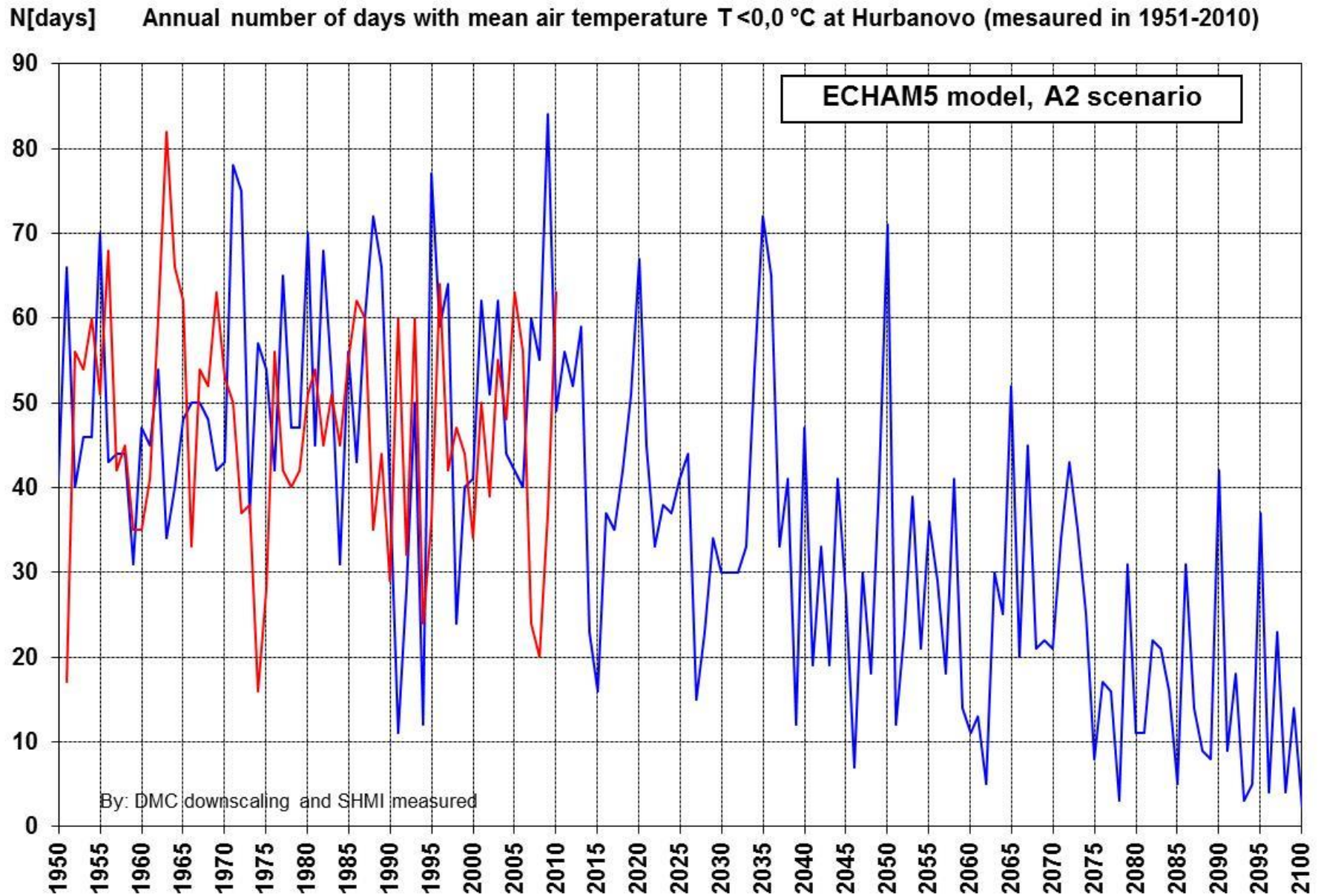
INÉ TEPLTNÉ SCENÁRE PRE HURBANOVO

N[days] Annual number of days with mean air temperature $T > 19,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ at Hurbanovo (mesasured in 1951-2010)

ECHAM5 model, A2 scenario

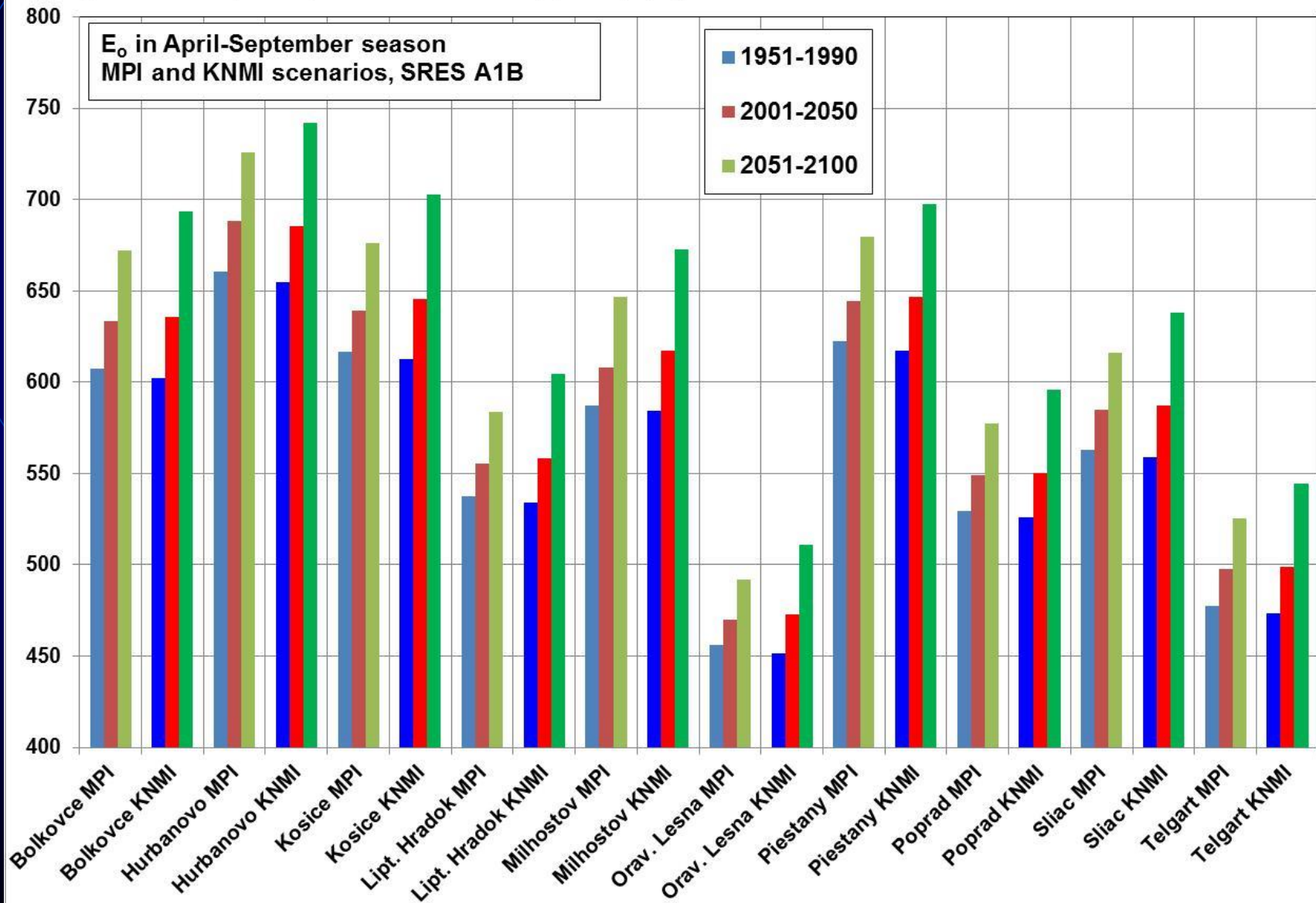


INÉ TEPLTNÉ SCENÁRE PRE HURBANOVO



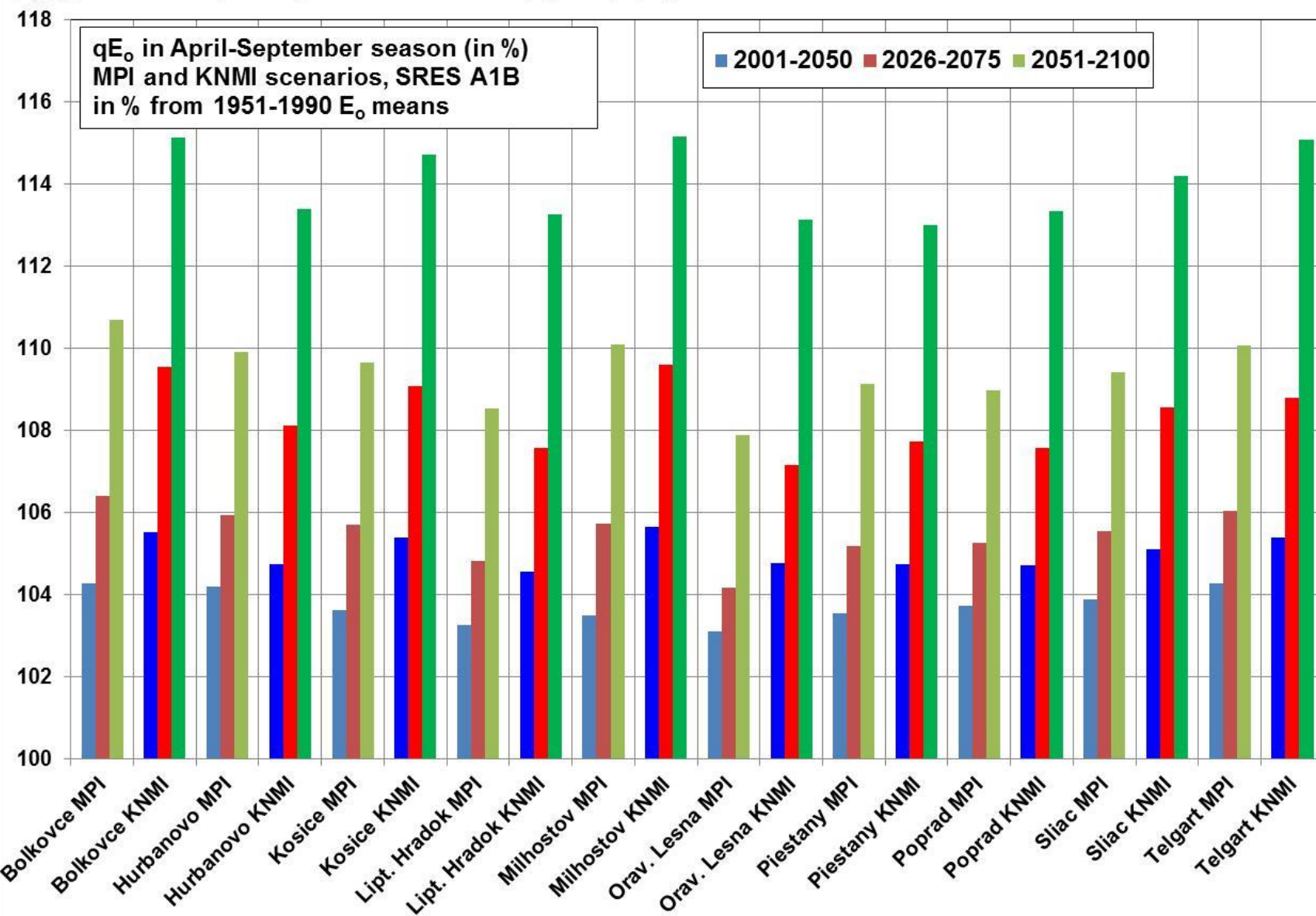
SCENÁRE POTENCIÁLNEJ EVAPOTRANSPIRÁCIE PRE 10 STANÍC PODĽA MPI & KNMI RCMs, SRES A1B

E_o [mm] Potential evapotranspiration sums in WHY (April-Sept.) by MPI and KNMI D scenarios and Zubenok method in 1951-2100

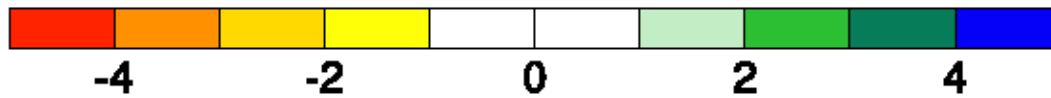
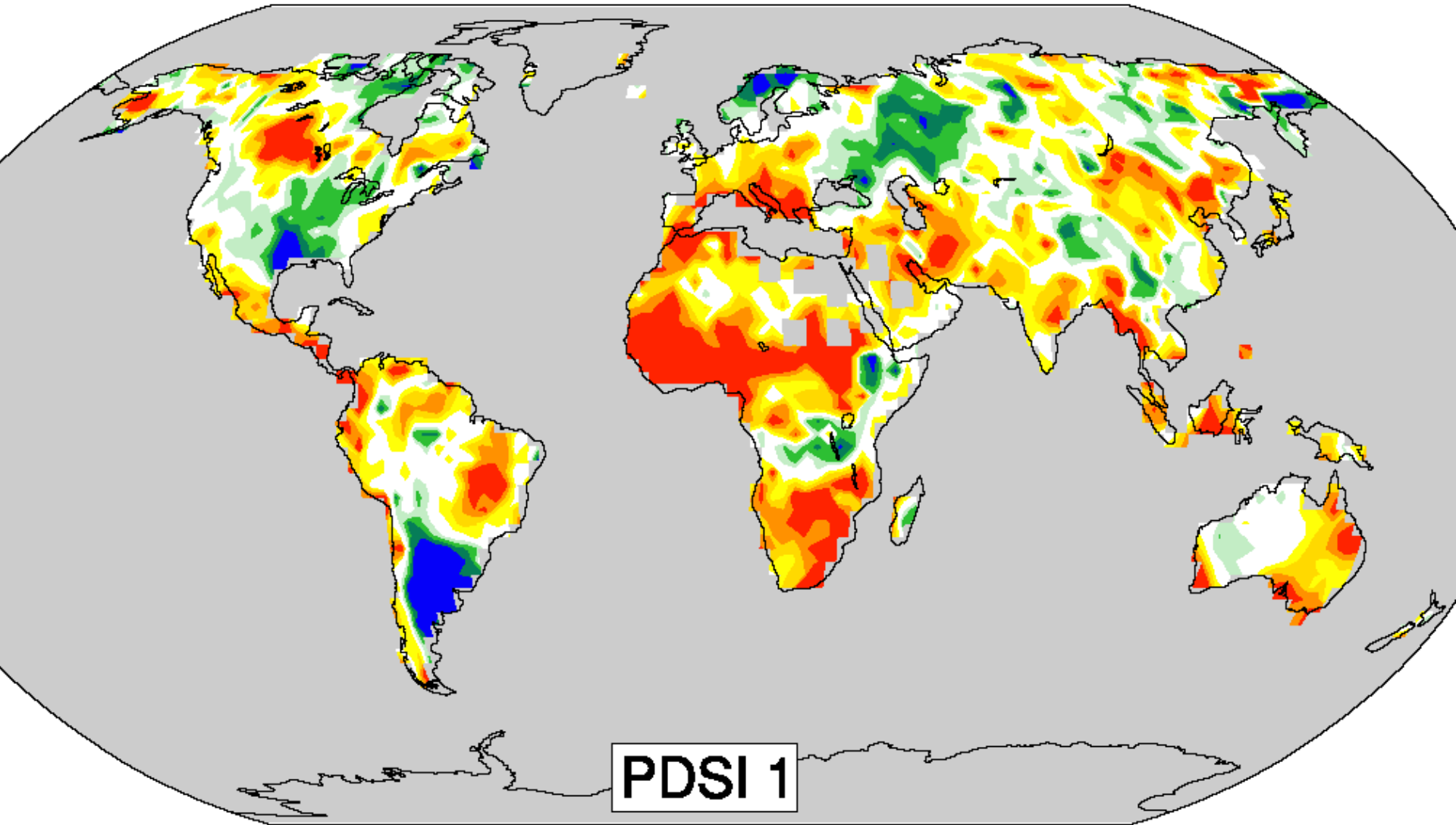


SCENÁRE POTENCIÁLNEJ EVAPOTRANSPIRÁCIE PRE 10 STANÍC PODĽA MPI & KNMI RCMs, SRES A1B

qE_o[%] Potential evapotranspiration sums in WHY (April-Sept.) by MPI and KNMI D scenarios and Zubenok method in 2001-2100

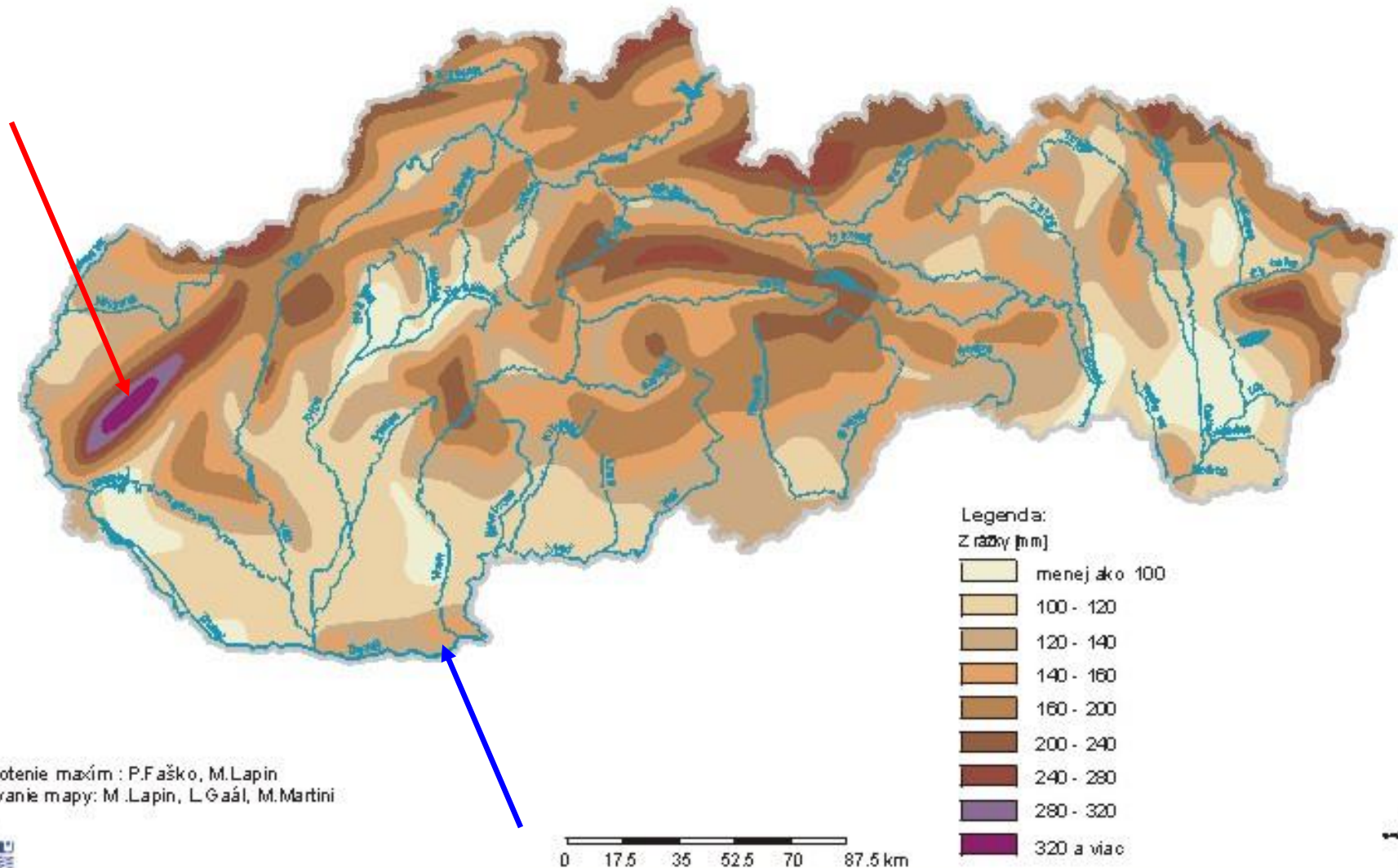


Trend Palmerovho indexu sucha od r. 1901 (IPCC 2007)



Ročné maximá 5-denných úhrnov zrážok s pravdepodobnosťou opakovania 1x za 100 rokov

Zvýšenie úhrnov o 20-40% do r. 2100 !



Vyhodnotenie maxím : P.Faško, M.Lapin
Spracovanie mapy: M.Lapin, L.Gaál, M.Martini

ADAPTÁCIA NA MIMORIADNE POČASIE

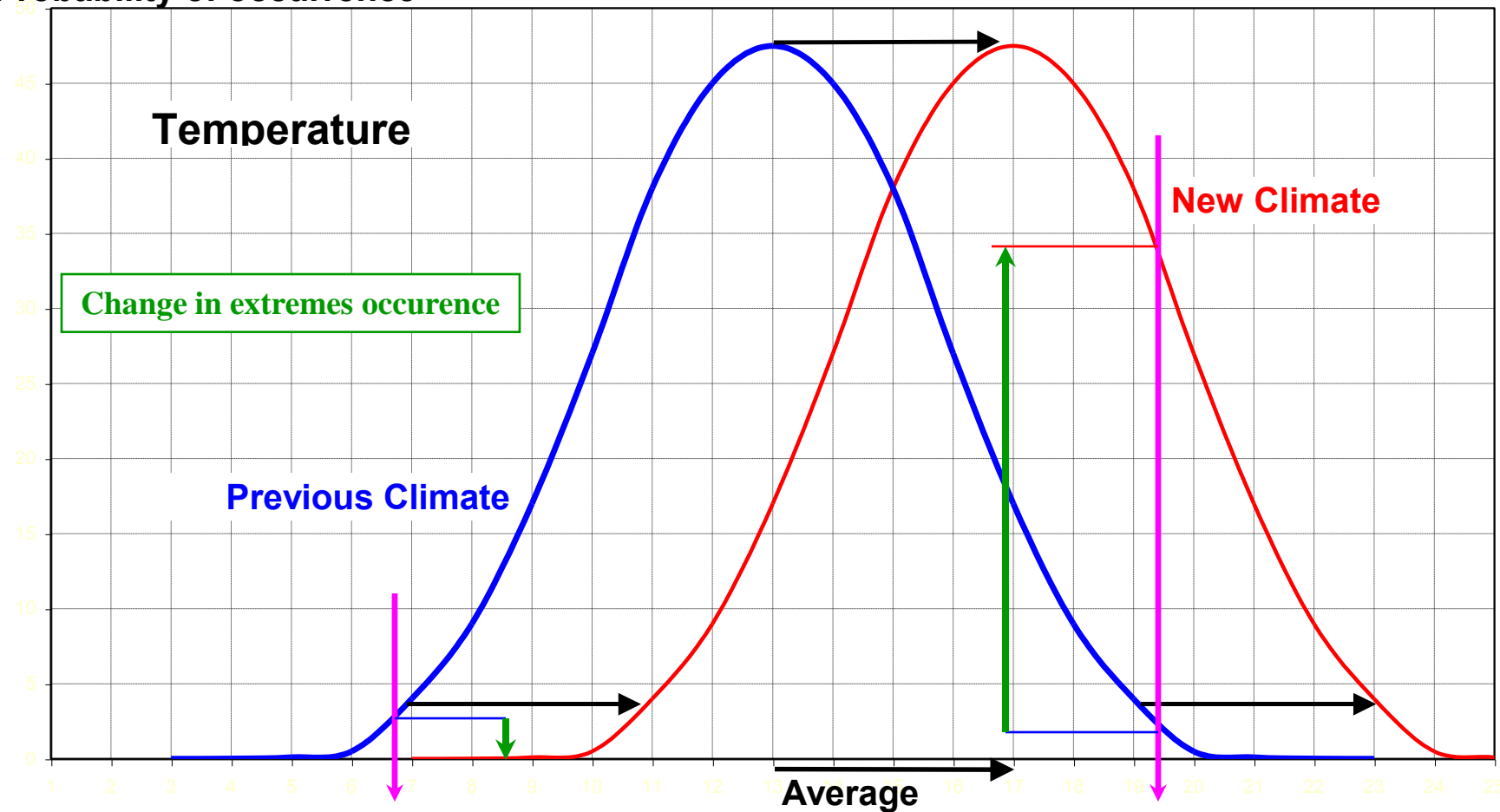
- Mimoriadne prípady počasia sú také hodnoty, ktoré mali v nejakom minulom normálovom období pravdepodobnosť prekročenia raz za 50 rokov v priemere
- Najzaujímavejšie pre verejnosť sú mimoriadne prípady maxím a miním teploty vzduchu a maxím úhrnov zrážok za rôzne obdobia (deň, mesiac, sezóna ...)
- Mimoriadne prípady počasia sú aj z pohľadu odporúčaní EK (EÚ) také, ktoré už môžu predstavovať poistnú udalosť (na menšie extrémny počasia by sme mali byť pripravení (adaptovaní))
- Adaptácia na budúcu klímu sa teda dotýka hlavne prípadov počasia medzi $p = 2\%$ a 98% (normálne, až silne nad- a podnormálne), adaptácia na mimoriadne počasia je veľmi nákladná, má význam iba v prípade veľmi dôležitých objektov a činností
- Aj adaptácia a aj mitigácia sa má realizovať tak, aby bol zabezpečený udržateľný rozvoj a potravinová bezpečnosť

MOŽNOSTI ZMENY KLÍMY – extrémny

2% pravdepodobnosti prekročenia

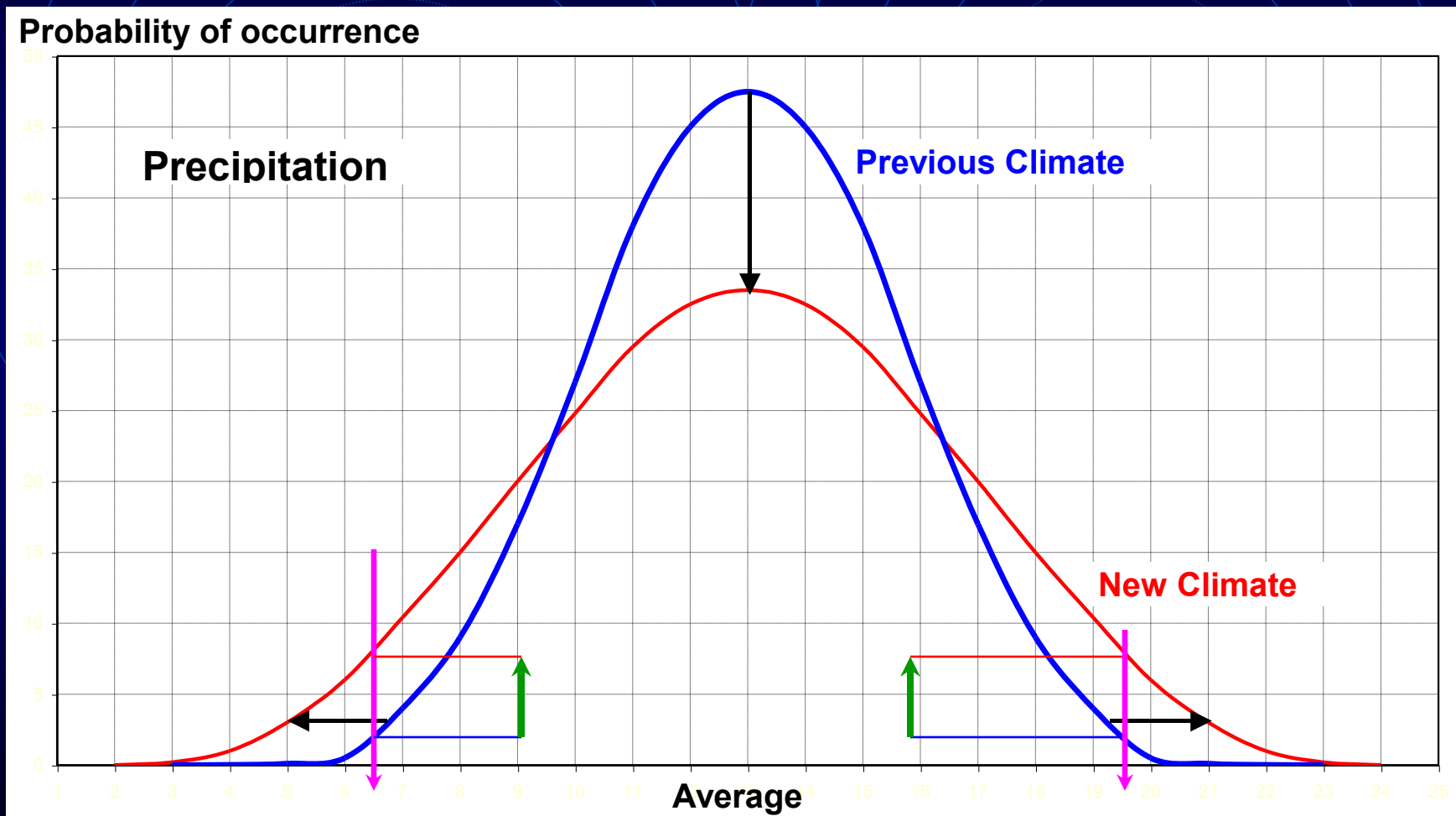
(Teplota vzduchu, podľa IPCC, 2001)

Probability of occurrence



MOŽNOSTI ZMENY KLÍMY - extrémny

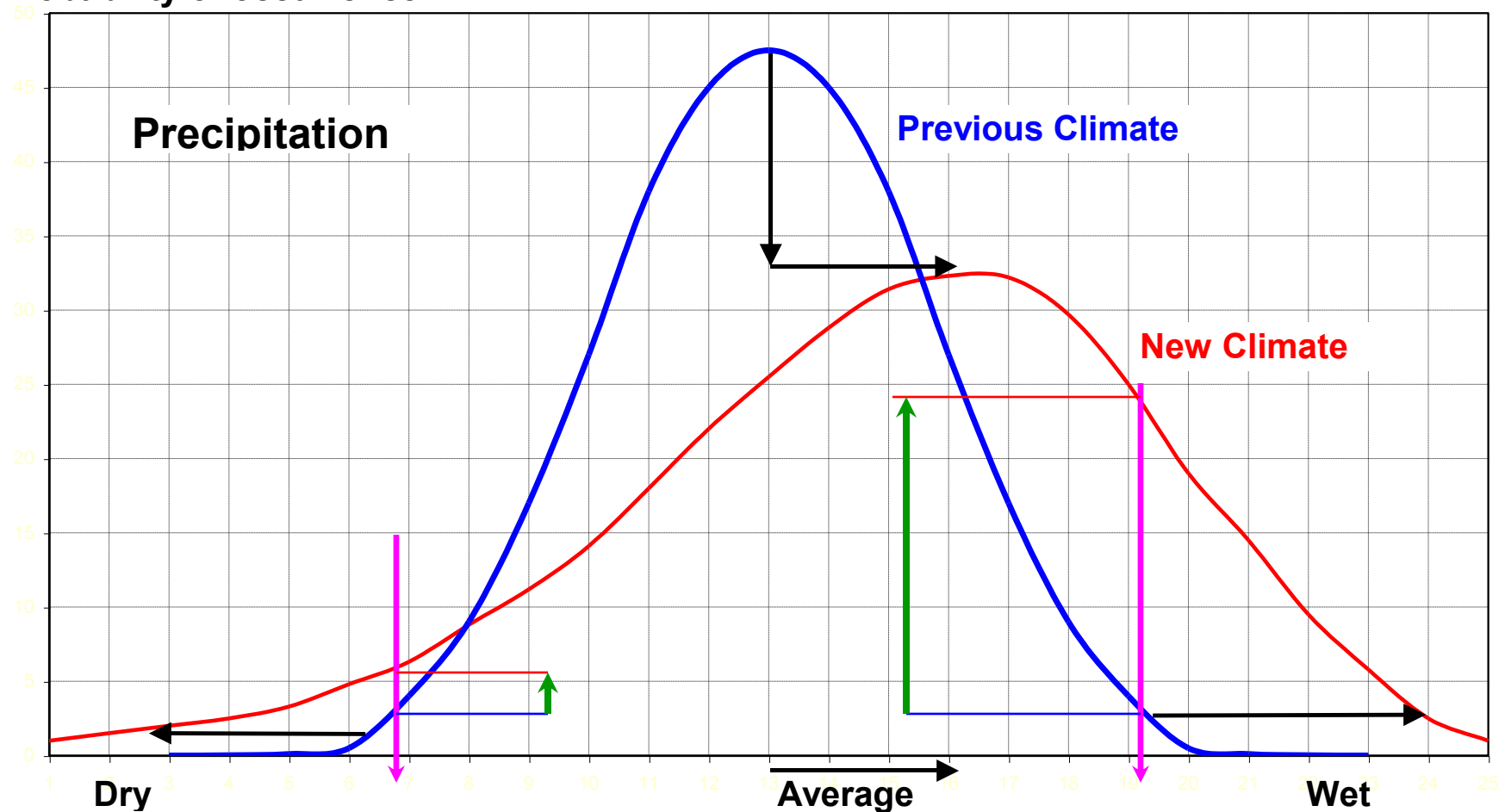
(Úhrny zrážok, podľa IPCC, 2001)



MOŽNOSTI ZMENY KLÍMY - extrémny

(Úhrny zrážok, podľa IPCC, 2001)

Probability of occurrence



OČAKÁVAME ZMENU KLÍMY, AKÉ MÔŽU BYŤ DÔSLEDKY ?

- Je isté, že bude naďalej pokračovať emisia skleníkových plynov a tým aj otepľovanie dolnej vrstvy atmosféry (najmenej do 5 km):
 - Môžu to do určitej miery ovplyvniť prirodzené zmeny klímy
 - Určite bude najrýchlejšie prebiehať zmena klímy v Arktíde
 - To spôsobí zmenšenie rozsahu plávajúceho ľadu, ale tiež zmenu polohy tlakových útvarov a synoptických situácií
 - Na druhej strane dôjde v súvislosti s oteplením k zvýšeniu obsahu vodnej pary v dolnej atmosfére (do výšky 5 km)
 - To sa prejaví tak na zmene charakteru tropických a mimotropických cyklón ako aj veľkosti búrkových oblakov
-

1. ČO MÔŽEME UROBIŤ ?

- V zásade máme 3 možnosti reakcie na klimatickú zmenu, prípadne na zmeny klímy (antropogénne podmienená klimatická zmena + prirodzené zmeny klímy) – **tu neuvádzam konkrétne príklady !**
- **1) Nevenovať tomuto problému žiadnu pozornosť** a správať sa tak ako keby existovali len prirodzené zmeny klímy – stacionárny stav
- **2) Robiť adaptačné opatrenia na očakávanú zmenu klímy** v súlade s odporúčanými scenármi – pri menej významných aktivitách na stredný scenár a pri významných na najnepriaznivejší scenár
- **3) Robiť opatrenia na spomalenie človekom zapríčinennej klimatickej zmeny (MITIGAČNÉ OPATRENIA** - redukcia emisie skleníkových plynov (GHGs) do atmosféry, zmiernenie negatívnych zásahov do využívania krajiny, zvýšenie biosférického, prípadne iného záchytu CO₂ z atmosféry, zníženie úniku GHGs z prirodzených/umelých zásobníkov)

Poznámka: Kým adaptačné opatrenia môže robiť nezávisle od zvyšku sveta každá krajina, každé mesto, každá inštitúcia a dokonca každý jednotlivý obyvateľ Zeme, mitigačné opatrenia majú význam len vtedy, ak sa robia **koordinovane na celej Zemi**, pričom sa zohľadní sociálna a historická spravodlivosť medzi krajinami a obyvateľmi regiónov.

2. ČO MÔŽEME ZOHĽADNIŤ ?

- Je rast skleníkového efektu zapríčinený ľudskými aktivitami ?
- Môžeme **identifikovať (odlíšiť)** prirodzený a antropogénny vplyv ?
- Je oteplenie klímy v strednej Európe pozitívne alebo nie ?
- Môžeme zmierniť klimatickú zmenu redukciami emisií GHGs ?
- Môžeme odhadnúť cost/benefit v prípade zmierňovania KZ ?
- V akom predstihu je treba pripravovať adaptačné opatrenia ?
- Môžeme odhadnúť cost/benefit v prípade adaptačných opatrení ?
- Existujú metódy odhadu možných dôsledkov KZ v socio-ekonomických sektoroch, v udržateľnom rozvoji, v prirodzených ekosystémoch alebo pri miznutí biologických druhov ?
- Je ekonomická prosperita dôležitejšia ako biodiverzita alebo zdravie ľudí a ekosystémov ?
- **Iné otvorené otázky ?**
- Môže klimatická zmena zapríčiniť veľký počet utečencov ?
- Môže klimatická zmena a súvisiace **Adaptačné a Mitigačné opatrenia** niekde ohroziť potravinovú bezpečnosť a zdroje pitnej vody ?

3. KLIMATICKÁ ZMENA JE NAOZAJ V NAŠICH RUKÁCH !

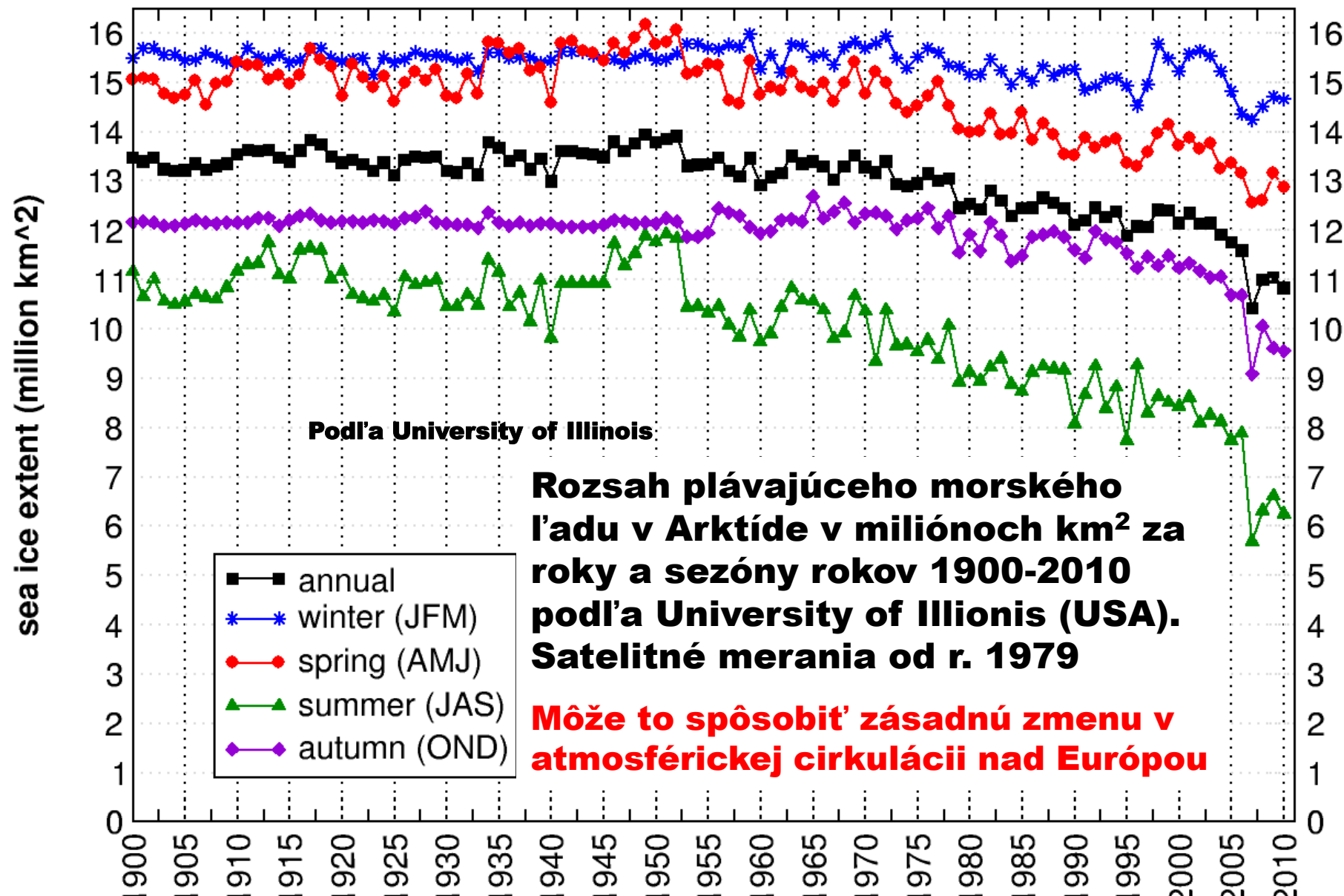
- Spotreba energie na jednotku produkcie je v SR 1,7 až 1,9 –krát vyššia ako v pôvodných krajinách EU15 !
- Nové technológie a zariadenia môžu ušetriť > 20% energie !
- Žiadne veľké investície nepotrebujeme na úspory až 50% energie v domácnosti (kúrenie, teplá voda, klimatizácia, spotrebiče) !
- Nové dopravné prostriedky ušetria > 20% energie !
- Obnoviteľné zdroje energie ušetria > 20% fosílnych palív !
- Recyklovanie môže ušetriť energiu, suroviny a znížiť emisiu CO₂ a ostatných GHGs !
- Tovary s dlhou záručnou lehotou ušetria energiu a suroviny, čo znamená aj redukciiu emisie GHGs !
- Zlepšenie disciplíny a organizácie práce tiež ušetrí veľa energie !
- Každá krajina má individuálne špecifiká úspor energie, surovín a redukciiu emisie GHGs (jadrová energetika, hydroenergetika, využitie odpadovej biomasy, geotermálne teplo) !

4. OBNOVITELNÉ ZDROJE ?

- Sa stali predmetom sporov, vášní a diskusie najmä po roku 2005 !
- Viac ako polovicu z nich predstavujú veľké vodné elektrárne (58%) !
- Priame spaľovanie biomasy sa podieľa 17% a tepelná energia z priameho využitia slnečného žiarenia takmer 7% !
- Iné využitie OZE: biomasa na výrobu elektrickej energie, na výrobu bioetanolu a na výrobu bionafty, veterná energia, fotovoltaické články, malé hydrocentrály, geotermálne teplo priamo a na výrobu elektrickej energie !
- Využitie biomasy ako energetického zdroja sa môže vymknúť spod kontroly po neuvážených strategických rozhodnutiach !
- N_2O je asi 300x účinnejší (silnejší) skleníkový plyn ako CO_2 !
- Existuje možnosť priameho použitia odpadovej biomasy na vykurovanie za predpokladu vhodného predspracovania (odpad v lesoch, v poľnohospodárstve a i.), tiež je možné biomasu uplatniť ako surovinu v stavebníctve a iných odvetviach, čo na dlhú dobu odčerpá značné množstvo atmosférického uhlíka
- **Ešte lepšia alternatíva sa určite skrýva za tajomným slovom úspory. Nie je neznámym faktom nízka energetická efektívnosť viacerých aktivít na Slovensku, uplatnenie moderných šetrných technológií je najlepšie riešenie !**
- **Mala by platiť zásada – najprv úspory a efektívnosť a potom využitie OZE**
- **Iné možnosti – predovšetkým v sfére individuálnych spotrebiteľov !**

RIZIKO ZMENY POLOHY KLIMATICKÝCH PÁSIEM NA ZEMI

Northern Hemisphere Sea Ice Extent



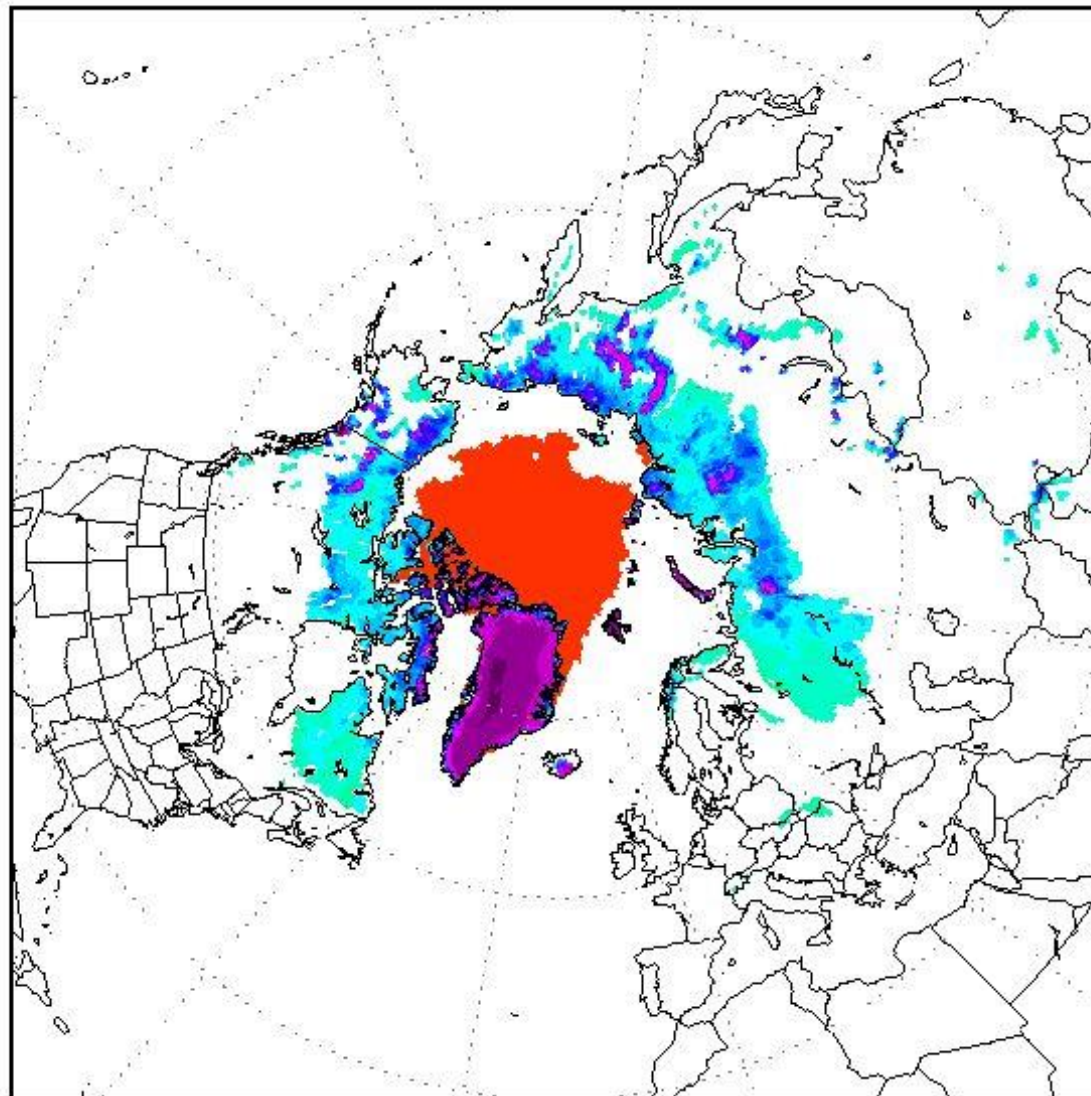
Ešte dôsledok na topenie plávajúceho ľadu v Arktíde

nit : Mon,12OCT2015 00Z

Valid: Mon,12OCT2015 00Z

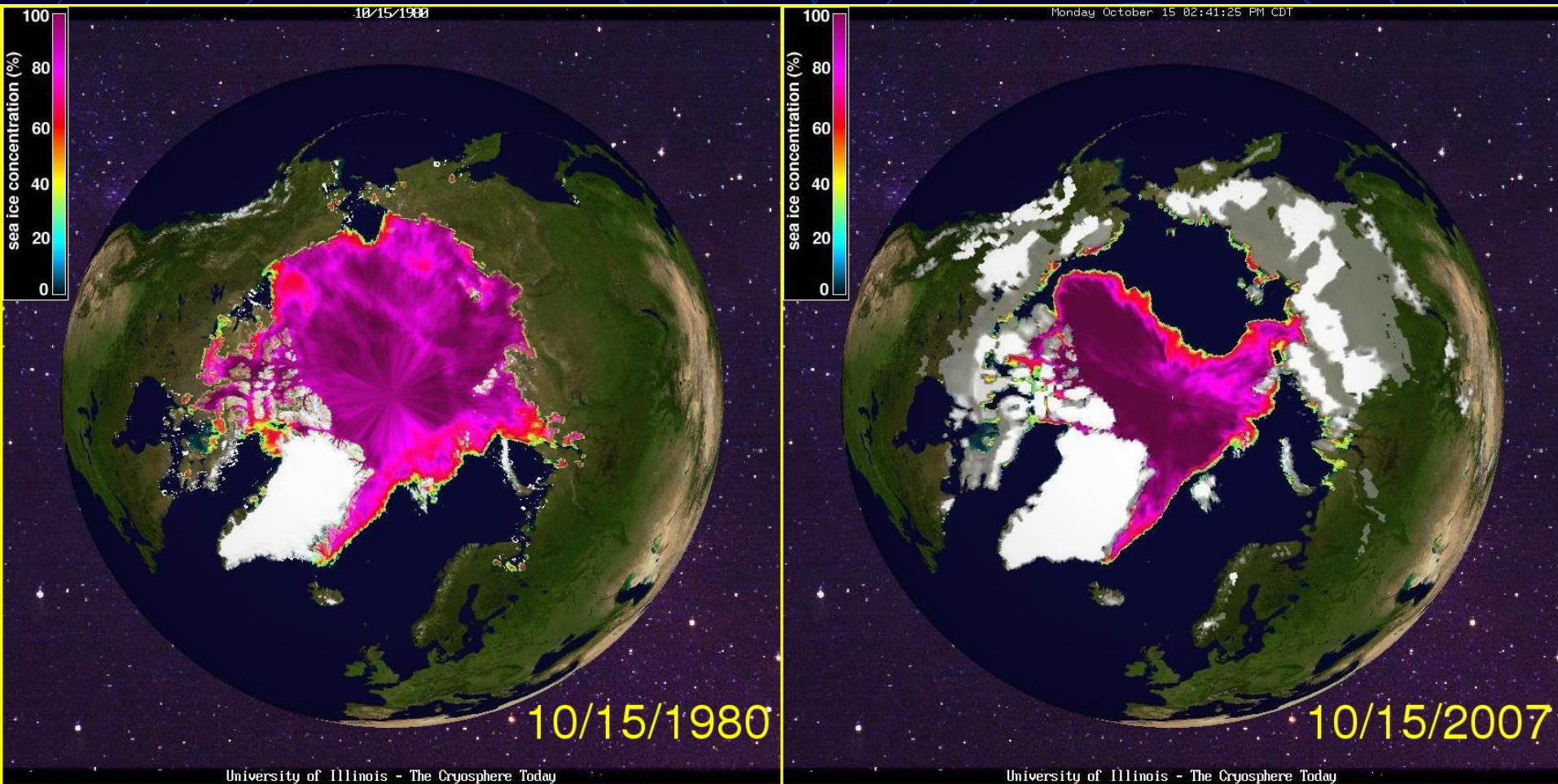
Eisbedeckung und Schneehoehe in cm

L'ad a sneh
12.X.2015



Daten: Eis und Schneehoehenanalyse des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

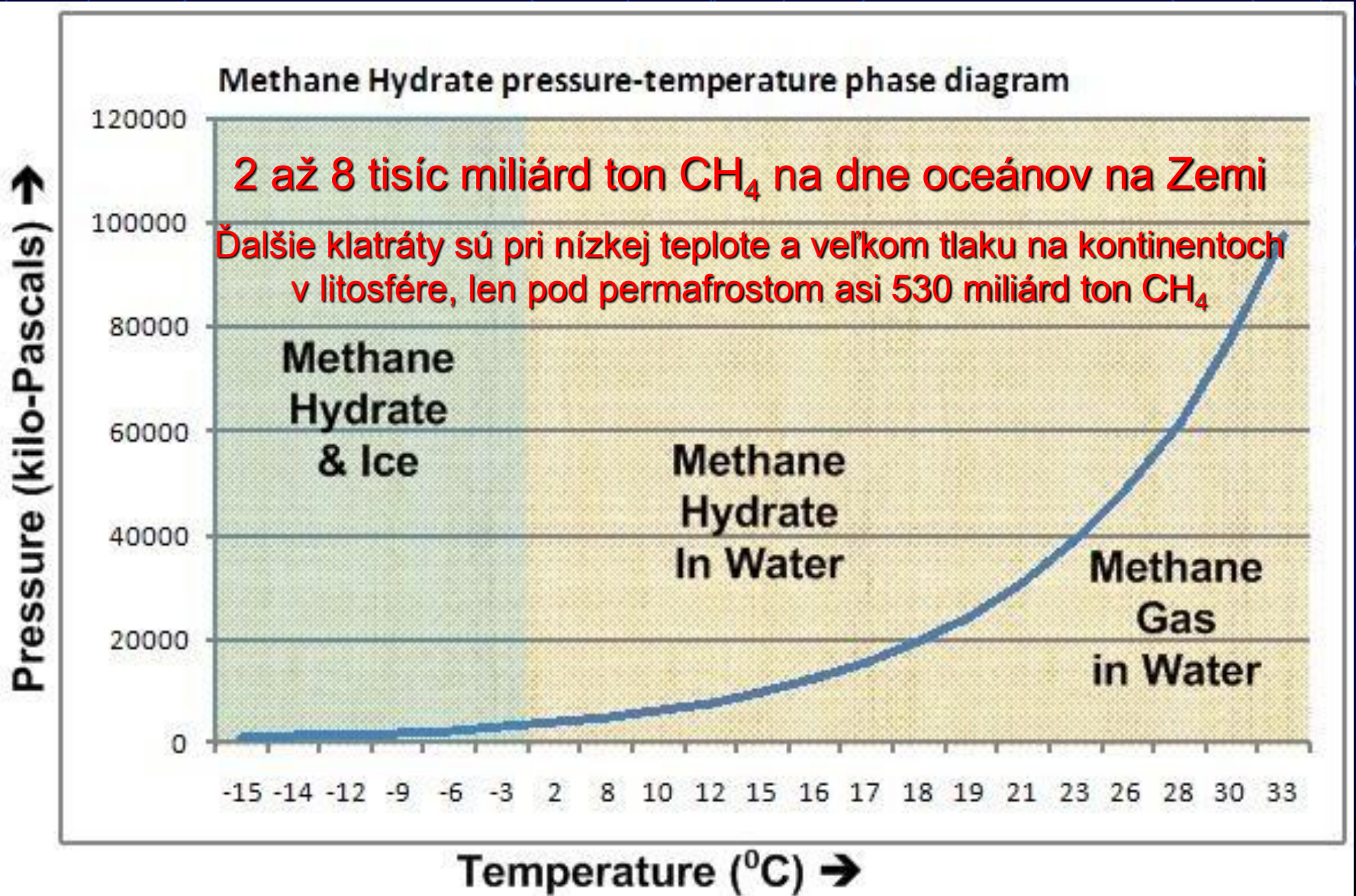
PODMIENKY PLÁVAJÚCEHO ĽADU V ARKTÍDE SA MENIA (15.X.1980 a 15.X.2007)



Podľa: Department of Atmospheric Sciences at the University of Illinois

TO MENÍ ZÁSADNE RADIČNÚ A ENERGETICKÚ BILANCIU ARKTÍDY

Hydráty metánu (klatráty) – riziko emisie CH₄ do atmosféry pri raste T (až 169 litrov v 1 litri morskej vody)



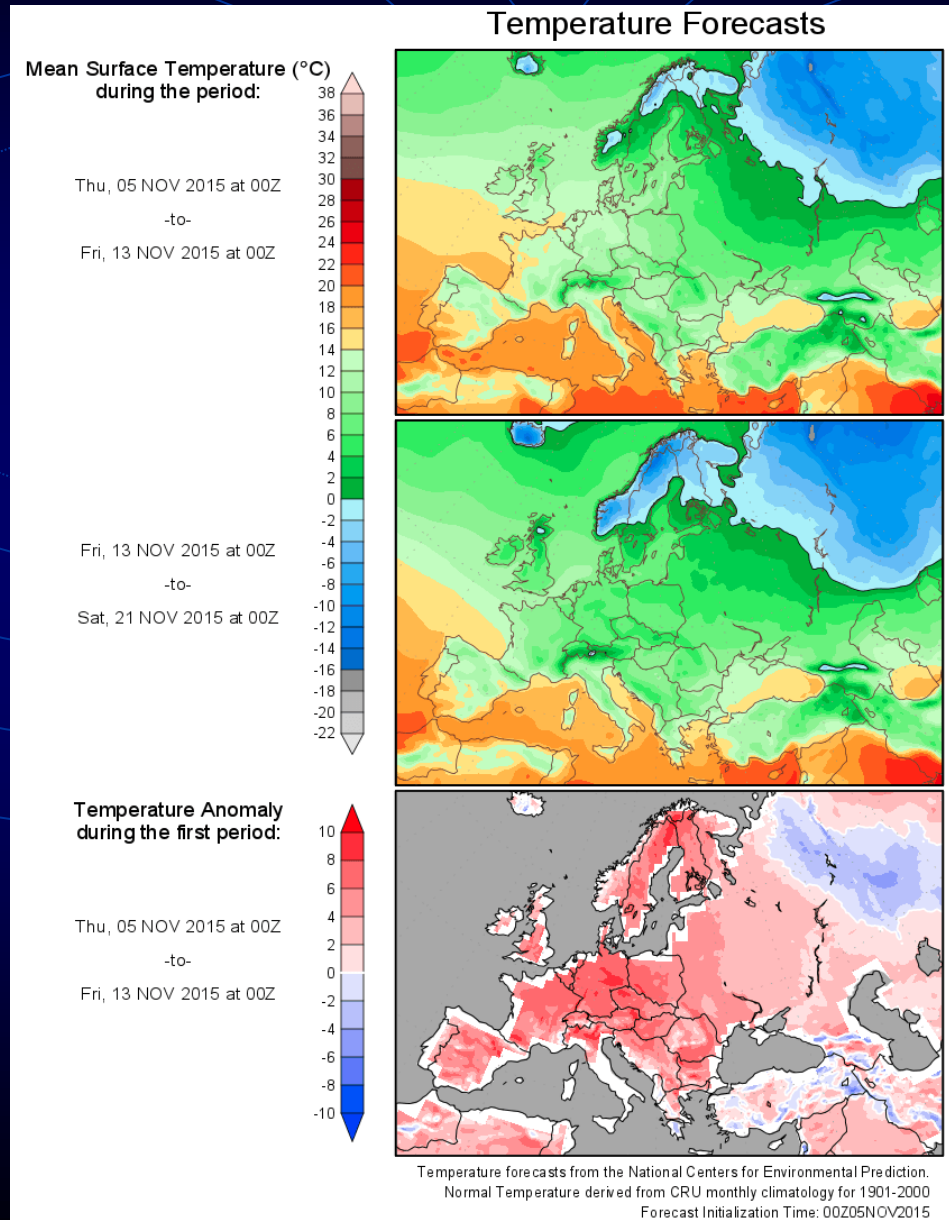
ADAPTÁCIA

- Prírodné ekosystémy, biologické druhy, ako aj socio-ekonomické aktivity sa adaptovali na nejaký doterajší režim klímy, vrátane výskytu anomálií a extrémov počasia
- Proces adaptácie je zvyčajne veľmi dlhý, aspoň 50 rokov
- Meniaca sa klíma môže tiež zmeniť doterajšie hodnoty doby opakovania **t** pre niektoré významné klimatické hodnoty (napr. **100 mm** denného úhrnu zrážok s **t = 100** rokov sa môže zmeniť na **150 mm** do roku 2100)
- Preto sa 50-ročné obdobie považuje za dobrú mieru pre **t**
- Celá infraštruktúra a aj aktivity závislé od vysokých úhrnov zrážok sa budú musieť preto nákladne prebudovať kvôli predpokladu neúmerného rizika možných škôd
- **Podobné je to aj pri iných prípadoch extrémneho počasia – sucho, vlny horúčav, náhle povodne, víchrice, búrky**
- Socio-ekonomické systémy a ekosystémy sú však zraniteľné aj kvôli iným zmenám klímy ako je výskyt extrémov

DLHODOBÉ PREDPOVEDE POČASIA

- V prípade scenárov klimatickej zmeny sa snažíme odhadnúť budúci vývoj klímy, vrátane trendu, extrémov a premenlivosti, **nemôžeme ale robiť predpoveď počasia na dlhšie obdobie ako 10-15 dní pre dané dni a lokality**
- Existujú však možnosti na prípravu klimatologického výhľadu počasia na najbližšie 2 týždne až najbližších 6 mesiacov
- V tomto prípade ide o kombinovanú synopticko-klimatologickú predpoveď, v ktorej sa berie do úvahy aj zmena cirkulácie atmosféry a oscilácie prúdenia atmosféry a oceánov
- Na ďalších obrázkoch uvádzame príklad takýchto výhľadov pre Európu, priebežne ich vyhodnocujeme a odhadujeme úspešnosť
- **Je možné konštatovať, že kým čisto klimatologické výhľady majú 50%-nú úspešnosť, čiže sa vieme vtesnať iba do intervalu od dolného po horný kvartil s 50%-nou istotou, kombinované synopticko klimatologické výhľady majú až 65%-nú úspešnosť v dlhodobom priemere, čo sa dá využiť**

PRÍKLAD DLHODOBEJ PREDPOVEDE POČASIA Z RÔZNYCH ZDROJOV PRE EURÓPU

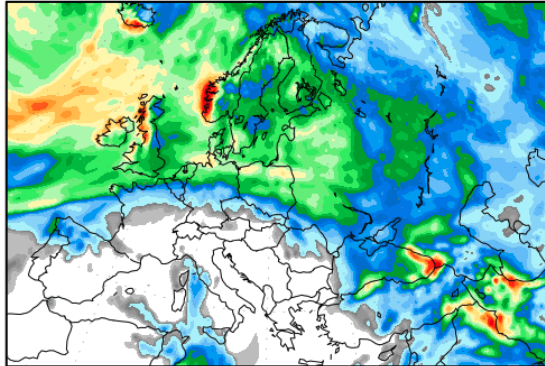


PRÍKLAD DLHODOBEJ PREDPOVEDE POČASIA Z RÔZNYCH ZDROJOV PRE EURÓPU

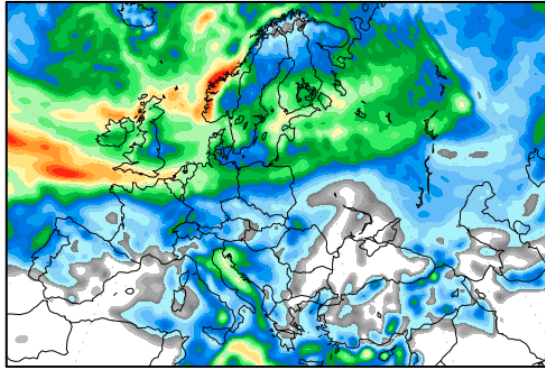
Precipitation Forecasts

Precipitation (mm) during the period:

Thu, 05 NOV 2015 at 00Z
-to-
Fri, 13 NOV 2015 at 00Z

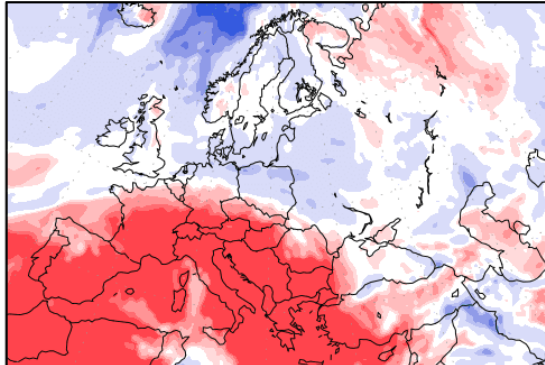
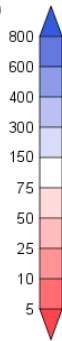


Fri, 13 NOV 2015 at 00Z
-to-
Sat, 21 NOV 2015 at 00Z



Precipitation (% of normal) during the first period:

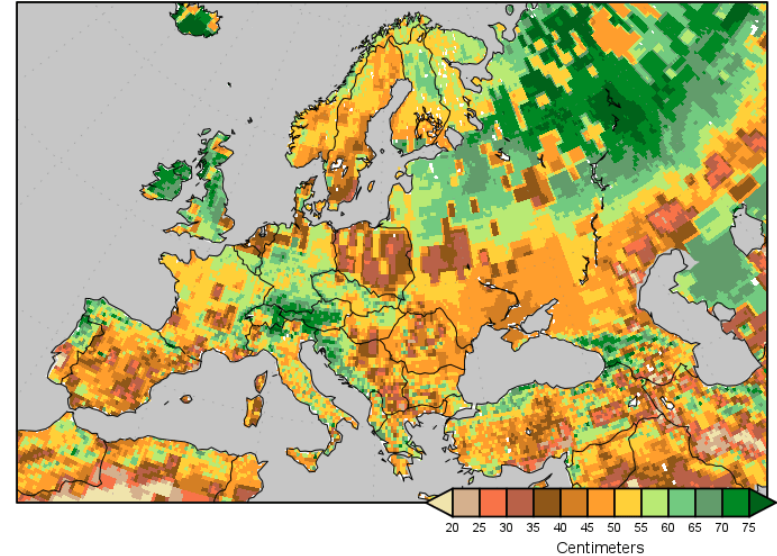
Thu, 05 NOV 2015 at 00Z
-to-
Fri, 13 NOV 2015 at 00Z



Precipitation forecasts from the National Centers for Environmental Prediction.
Normal rainfall derived from Xie-Arkin (CMAP) Monthly Climatology for 1979-2003.
Forecast Initialization Time: 00Z05NOV2015

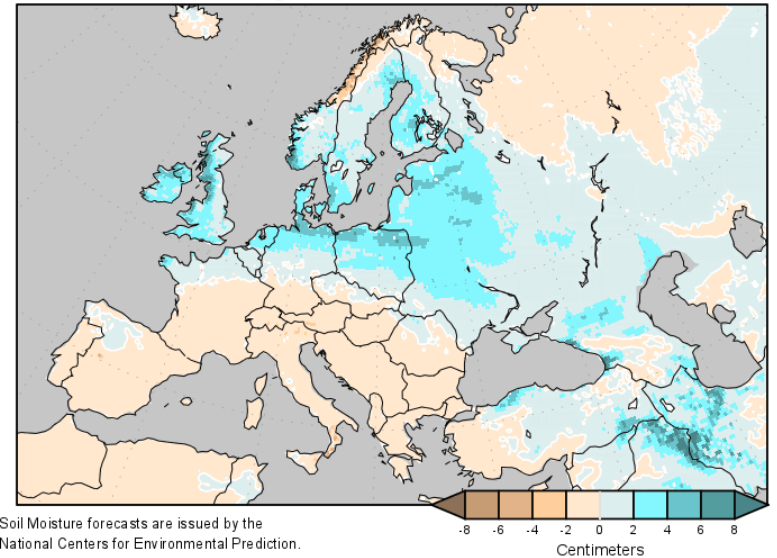
Initial Soil Moisture

Liquid Water in top 2 meters of soil
Valid time: Thu, 05 NOV 2015 at 00Z



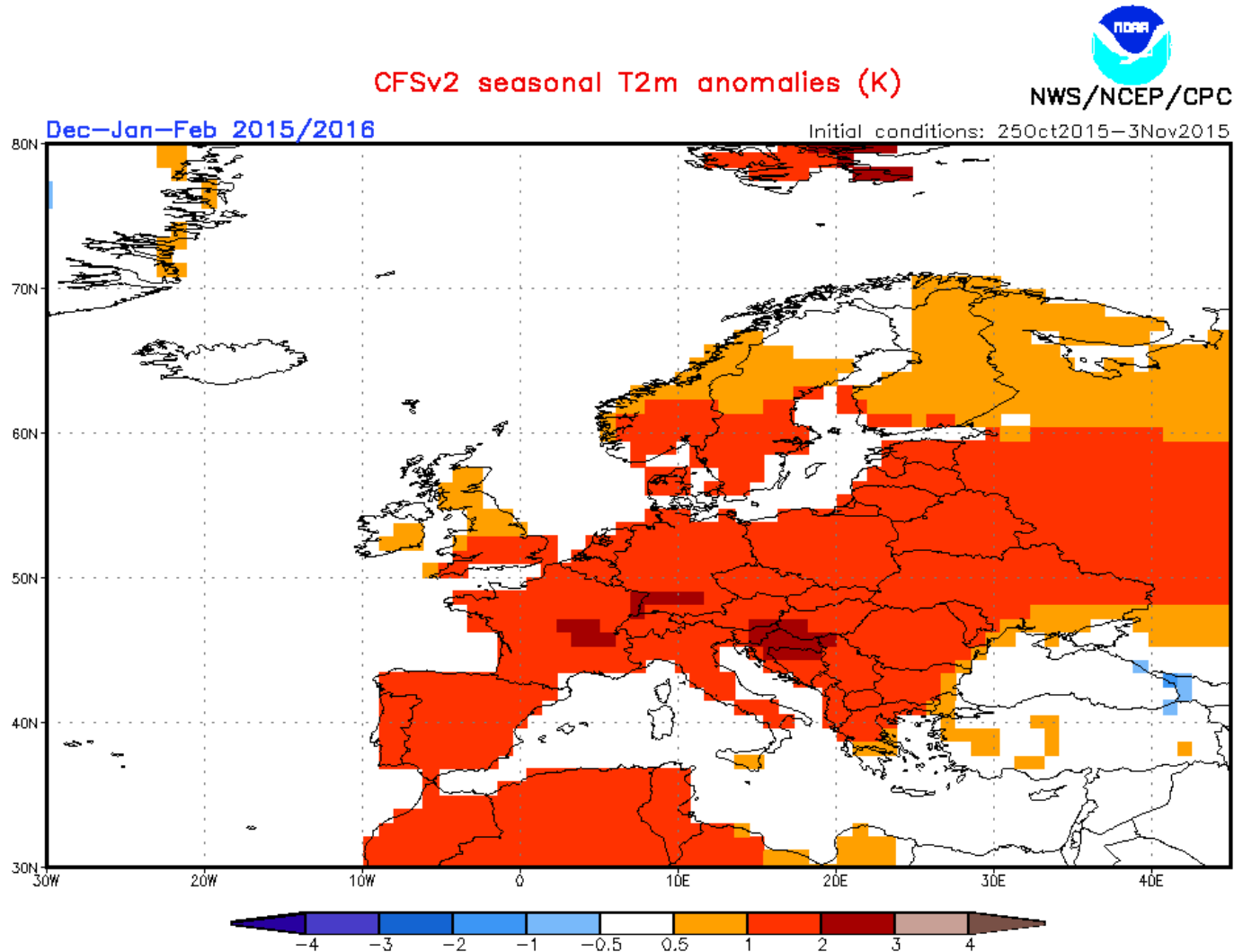
Soil Moisture Change

00Z 05 NOV 2015 to 00Z 13 NOV 2015

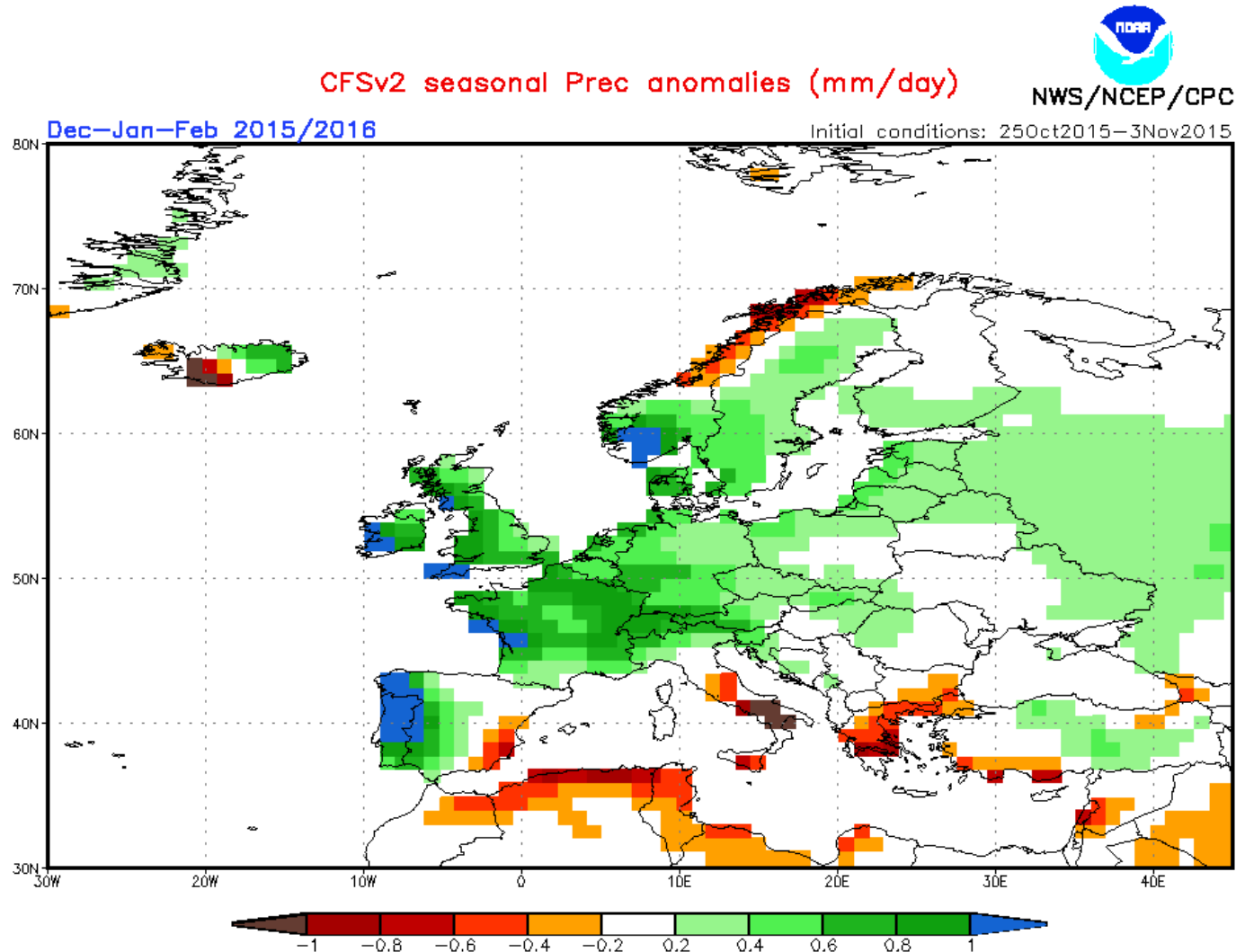


Soil Moisture forecasts are issued by the National Centers for Environmental Prediction.

PRÍKLAD DLHODOBEJ PREDPOVEDE POČASIA Z RÔZNYCH ZDROJOV PRE EURÓPU



PRÍKLAD DLHODOBEJ PREDPOVEDE POČASIA Z RÔZNYCH ZDROJOV PRE EURÓPU



ZÁVERY

- Klimatická zmena môže závažným spôsobom ovplyvniť socio-ekonomické sektory a prírodné prostredie na Slovensku už v najbližšom období (**ide o najrýchlejšiu zmenu od začiatku meraní**)
- Súčasnú klimatickú zmenu potvrdzujú platnosť scenárov pripravených v období 1991-1997 na Slovensku v rôznych projektoch – obdobie 1988-2015 asi o 1,2 °C teplejšie ako normál z obdobia 1951-1980 (v TP (IV-IX) až o 1,3 °C), trend až 2 °C
- **Sektory poľnohospodárstva, ekosystémov, lesného a vodného hospodárstva sme na Slovensku analyzovali detailnejšie, sú aj najviac zraniteľné (kontaktovali sa aj iné – energetika, zdravie...), adaptačné a mitigačné opatrenia sú v 6-tich NSKZ od 1995**
- **Ďalší pokrok v danej problematike závisí od podpory výskumu v klimatológii a v iných dotknutých sektoroch, tiež od ekonomického zhodnotenia nákladov a ziskov a od strategického rozhodovania (cost/benefit assessment)**
- Ide o veľkú zodpovednosť, žiaľ, väčšina politikov má záujem iba o populistické vyhlásenia smerujúce k svojim voličom, ktorí sú zväčša s nižším vzdelaním a aj s nižším ekologickým povedomím

ĎAKUJEM ZA POZORNOSŤ

Ďalšie informácie

a kompletnú Národnú správu SR o KZ nájdete na:

www.dmc.fmph.uniba.sk

Pozrite si aj: www.milanlapin.estranky.sk

Teóriu KZ nájdete aj na: www.ipcc.ch

E-mail: lapin@fmph.uniba.sk