

Databáze modelových klimatických projekcí CMIP5 a EURO-CORDEX - změny v rozložení klimatických pásem v důsledku klimatické změny

Michal Belda, Tomáš Halenka, Eva Holtanová, Jaroslava Kalvová
Katedra fyziky atmosféry MFF UK

Pozorování a data v meteorologii – nové produkty, jejich využití v předpovědi a dalších službách

Klimatické služby: Climate services provide climate information in a way that assists decision making by individuals and organizations. Such services require appropriate engagement along with an effective access mechanism and must respond to user needs.

Such services involve **high-quality data from national and international databases on temperature, rainfall, wind, soil moisture and ocean conditions, as well as maps, risk and vulnerability analyses, assessments, and long-term projections and scenarios.** Depending on the user's needs, these data and information products may be combined with non-meteorological data, such as agricultural production, health trends, population distributions in high-risk areas, road and infrastructure maps for the delivery of goods, and other socio-economic variables.

Zdroj: Global Framework for Climate Services WMO

Databáze: organizovaný soubor dat

Databáze modelových výstupů bývaly často spíše více či méně náhodně sesbírané soubory s modelovými výstupy někde na FTP...

Ve větších koordinovaných projektech je snaha data organizovat.

Poslední (nejnovější) data pocházejí hlavně z iniciativ:

- CMIP5: Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (globální modely)
- CORDEX: Coordinated Regional Downscaling Experiment (regionální modely)

CMIP5, CORDEX → ESGF

Tyto iniciativy přinášejí mimo jiné koordinaci při sdílení modelových výstupů: standardizace formátů a konvencí pro data i metadata.

Standardem je platforma **NetCDF**

- formát a sada knihoven pro práci s gridovanými daty
- self-describing: samopopisující se soubory – obsahují data i metadata v jednom „balíku“
- platformně nezávislé s API pro C, Fortran, Javu, Python...

CMIP5, CORDEX → ESGF

Kromě samotného formátu souborů NetCDF jsou předepsány i konvence pro metadata: CF Conventions

- názvy proměnných (air_temperature, air_pressure_at_sea_level)
- standardní atributy (title, institution, _FillValue)
- proměnné souřadnicového systému (coordinate variables)

```
float lat(lat, lon) ;  
    lat:long_name = „latitude“ ;  
    lat:units = „degrees_north“ ;
```

- specifikace času

```
time:units = „days since 1990-1-1 00:00“ ;
```


CMIP5, CORDEX → ESGF

ESGF: Earth System Grid Federation – platforma pro peer-to-peer sdílení (nejen) modelových dat

<https://esgf.llnl.gov/>

V CMIP5 a CORDEX jsou oficiálně uvolněná data sdílena přes ESGF:

- jednotné API pro vyhledávání a stahování dat
- kontrola kvality
- webová aplikace pro uživatele

Databáze modelových klimatických projekcí CMIP5 a EURO-CORDEX změny v rozložení klimatických pásem v důsledku klimatické změny

Michal Belda, Tomáš Halenka, Eva Holtanová, Jaroslava Kalvová



CMIP5, CORDEX → ESGF

Hosted by Department of Energy
Lawrence Livermore National Laboratory

Powered by ESGF and CoG
Welcome, Guest | Login | Create Account



[Home](#) [Contact Us](#)

You are at the [ESGF@DOE/LLNL](#) node
Technical Support

ESGF@DOE/LLNL

Search & Download Data ?

 [More search options](#)

The Earth System Grid Federation (ESGF) Peer-to-Peer (P2P) enterprise system is a collaboration that develops, deploys and maintains software infrastructure for the management, dissemination, and analysis of model output and observational data. ESGF's primary goal is to facilitate advancements in Earth System Science. It is an interagency and international effort led by the Department of Energy (DOE), and co-funded by National Aeronautics and Space Administration (NASA), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Science Foundation (NSF), and international laboratories such as the Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M) German Climate Computing Centre (DKRZ), the Australian National University (ANU) National Computational Infrastructure (NCI), Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL), and the British Atmospheric Data Center (BADC). The ESGF mission is to:



- Support current CMIP5 activities, and prepare for future assessments
- Develop data and metadata facilities for inclusion of observations and reanalysis products for CMIP5 use
- Enhance and improve current climate research infrastructure capabilities through involvement of the software development community and through adherence to sound software principles
- Foster collaboration across agency and political boundaries
- Integrate and interoperate with other software designed to meet the objectives of ESGF: e.g., software developed by NASA, NOAA, ESIP, and the European ES-INES
- Create software infrastructure and tools that facilitate scientific advancements

ESGF P2P is a component architecture expressly designed to handle large-scale data management for worldwide distribution. The team of computer scientists and climate scientists has developed an operational system for serving climate data from multiple locations and sources. Model simulations, satellite observations, and reanalysis products are all being served from the ESGF P2P distributed data archive.

Hosted Projects



CMIP3 [input4MIPs](#)

[Search Data](#)

- #### Federated ESGF-CoG Nodes
- CoG-CU
 - ESGF@CEDA
 - ESGF@DKRZ
 - ESGF@IPSL
 - ESGF@NASA/JPL
 - ESGF@NASA/NCCS
 - ESGF@NCI
 - ESGF@NOAA/ESRL
 - ESGF@NSC/LIU

Browse Projects

[This](#) [All](#) [My](#) [Tags](#)

Parent projects (0)

Peer projects (7)

- ESGF-CEDA
- ESGF-DKRZ
- esgf-gsfc
- ESGF-IPSL
- ESGF-JPL
- ESGF-LIU
- ESGF-NCI

Child projects (3)

- CMIP3
- CMIP5
- input4MIPs

Enter Tag

Start typing, or use the 'Delete' key to show all available tags.

ESGF-LLNL Tags: None

Databáze modelových klimatických projekcí CMIP5 a EURO-CORDEX změny v rozložení klimatických pásem v důsledku klimatické změny

Michal Belda, Tomáš Halenka, Eva Holtanová, Jaroslava Kalvová

KFA

CMIP5, CORDEX → ESGF

Hosted by  Department of Energy
Lawrence Livermore National Laboratory

Powered by  and 
Welcome, Guest. | [Login](#) | [Create Account](#)



You are at the [ESGF@DOE/LLNL](#) node

[Home](#) [Contact Us](#)

[Technical Support](#)

Project

CMIP5 (47732)

Product

Institute

Model

- ACCESS1.0 (128)
- ACCESS1.3 (222)
- CCSM4 (2333)
- CFSv2-2011 (845)
- CMCC-CESM (23)
- CMCC-CM (309)
- CMCC-CMS (35)
- CNRM-CM5 (688)
- CNRM-CM5-2 (67)
- CSIRO-Mk3.6.0 (1495)
- CSIRO-Mk3L-1-2 (120)
- CanAM4 (60)
- CanCM4 (8011)
- CanESM2 (1347)
- EC-EARTH (2204)
- FGOALS-g2 (148)
- FGOALS-g1 (2)
- FGOALS-s2 (54)
- GEOS-5 (900)
- GFDL-CM3 (1)
- GISS-E2-H (1126)

Experiment

Experiment Family

Time Frequency

Realm

CMIP Table

Ensemble

Variable

Variable Long Name

This search interface supports data discovery from many ESGF projects on multiple sites.

Please use the "Search All Replicas" checkbox to expand the number of models available.

Enter Text:

Display results per page [\[More Search Options \]](#)

Show All Replicas Show All Versions Search Local Node Only (Including All Replicas)

Search Constraints: CMIP5

Total Number of Results: 47732

[-1-](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) [6](#) [Next >>](#)

Please login to add search results to your Data Cart

Expert Users: you may display the search URL and [return results as XML](#) or [return results as JSON](#)

- project=CMIP5, model=HadCM3, Met Office Hadley Centre, experiment=10- or 30-year run initialized in year 2002, time_frequency=mon, modeling realm=aerosol, ensemble=r1i2p1, version=20110711**
Description: HadCM3 model output prepared for CMIP5 10- or 30-year run initialized in year 2002
Data Node: esgf-data1.ceda.ac.uk
Version: 20110711
Total Number of Files (for all variables): 4
[\[Show Metadata \]](#) [\[Show Files \]](#) [\[THREDDS Catalog \]](#) [\[WGET Script \]](#)
- project=CMIP5, model=HadCM3, Met Office Hadley Centre, experiment=10- or 30-year run initialized in year 2002, time_frequency=mon, modeling realm=aerosol, ensemble=r3i3p1, version=20120522**
Description: HadCM3 model output prepared for CMIP5 10- or 30-year run initialized in year 2002
Data Node: esgf-data1.ceda.ac.uk
Version: 20120522
Total Number of Files (for all variables): 4
[\[Show Metadata \]](#) [\[Show Files \]](#) [\[THREDDS Catalog \]](#) [\[WGET Script \]](#)
- project=CMIP5, model=HadCM3, Met Office Hadley Centre, experiment=10- or 30-year run initialized in year 2002, time_frequency=mon, modeling realm=aerosol, ensemble=r6i3p1, version=20120522**
Description: HadCM3 model output prepared for CMIP5 10- or 30-year run initialized in year 2002
Data Node: esgf-data1.ceda.ac.uk
Version: 20120522
Total Number of Files (for all variables): 4
[\[Show Metadata \]](#) [\[Show Files \]](#) [\[THREDDS Catalog \]](#) [\[WGET Script \]](#)
- project=CMIP5, model=HadCM3, Met Office Hadley Centre, experiment=10- or 30-year run initialized in year 2002, time_frequency=mon, modeling realm=aerosol, ensemble=r2i3p1, version=20120522**
Description: HadCM3 model output prepared for CMIP5 10- or 30-year run initialized in year 2002
Data Node: esgf-data1.ceda.ac.uk
Version: 20120522
Total Number of Files (for all variables): 4
[\[Show Metadata \]](#) [\[Show Files \]](#) [\[THREDDS Catalog \]](#) [\[WGET Script \]](#)
- project=CMIP5, model=HadCM3, Met Office Hadley Centre, experiment=10- or 30-year run initialized in year 2002, time_frequency=mon, modeling realm=sealce, ensemble=r9i2p1, version=20110711**
Description: HadCM3 model output prepared for CMIP5 10- or 30-year run initialized in year 2002
Data Node: esgf-data1.ceda.ac.uk
Version: 20110711
Total Number of Files (for all variables): 2

Databáze modelových klimatických projekcí CMIP5 a EURO-CORDEX změny v rozložení klimatických pásem v důsledku klimatické změny

Michal Belda, Tomáš Halenka, Eva Holtanová, Jaroslava Kalvová



CMIP5, CORDEX → ESGF

- CMCC-CMS (35)
- CNRM-CM5 (688)
- CNRM-CM5-2 (67)
- CSIRO-Mk3.6.0 (1495)
- CSIRO-Mk3L-1-2 (120)
- CanAM4 (60)
- CanCM4 (8011)
- CanESM2 (1347)
- EC-EARTH (2204)
- FGOALS-g2 (148)
- FGOALS-gl (2)
- FGOALS-s2 (54)
- GEOS-5 (900)
- GFDL-CM3 (1)
- GISS-E2-H (1126)

Experiment +

Experiment Family +

Time Frequency +

Realm +

CMIP Table +

Ensemble +

Variable +

Variable Long Name +

CF Standard Name +

Driving Model

Datanode +

obs4MIPs

Instrument

ISIMIP-FT

Impact Model

Impact Sector

Social Forcing

CO2 Forcing

Irrigation Forcing

Crop

Plant Functional Type

Vegetation Type

CORDEX

Domain

1. **project=CMIP5, model=HadCM3, Met Office Hadley Centre, experiment=10- or 30-year run initialized in year 2002, time_frequency=mon, modeling realm=aerosol, ensemble=r1i2p1, version=20110711**
Description: HadCM3 model output prepared for CMIP5 10- or 30-year run initialized in year 2002
Data Node: esgf-data1.ceda.ac.uk
Version: 20110711
Total Number of Files (for all variables): 4
[\[Hide Metadata \]](#) [\[Hide Files \]](#) [\[THREDDS Catalog \]](#) [\[WGET Script \]](#)

Dataset Metadata
ID = cmip5.output1.MOHC.HadCM3.decadal2002.mon.aerosol.aero.r1i2p1.v20110711|esgf-data1.ceda.ac.uk
Version = 20110711
Timestamp = 2015-11-02T20:29:26.128Z
Access = HTTPServer, GridFTP, OPENDAP
CF Standard Names =
tendency_of_atmosphere_mass_content_of_sulfur_dioxide_due_to_dry_deposition,
tendency_of_atmosphere_mass_content_of_sulfate_dry_aerosol_due_to_dry_deposition,
tendency_of_atmosphere_mass_content_of_sulfur_dioxide_due_to_wet_deposition,
tendency_of_atmosphere_mass_content_of_sulfate_expressed_as_sulfur_dry_aerosol_due_to_wet_deposition
Cmor Table = aeros
Data Node = esgf-data1.ceda.ac.uk
Dataset Id Template = cmip5.%(product)s.%(institute)s.%(model)s.%(experiment)s.%(time_frequency)s.%(realm)s.%(cmor_table)s.%(ensemble)s
Datetime Start = 2002-11-16T00:00:00Z
Datetime Stop = 2012-12-16T00:00:00Z
Drs Id = cmip5.output1.MOHC.HadCM3.decadal2002.mon.aerosol.aero.r1i2p1
East Degrees = 356.25
Ensemble = r1i2p1
Experiment = decadal2002
Experiment Families = All, Decadal
Forcing = GHG, Oz, SA, SI, VI, (GHG = CO2, N2O, CH4, CFCs)
Format = netCDF, CF-1.4
Index Node = esgf-index1.ceda.ac.uk
Instance Id =
cmip5.output1.MOHC.HadCM3.decadal2002.mon.aerosol.aero.r1i2p1.v20110711
Institute = MOHC
Master Id = cmip5.output1.MOHC.HadCM3.decadal2002.mon.aerosol.aero.r1i2p1
Metadata Format = THREDDS
Model = HadCM3
North Degrees = 90.0
Number Of Aggregations = 8
Number Of Files = 4
Product = output1
Project = CMIP5
Realm = aerosol
Size = 13742152
South Degrees = -90.0
Time Frequency = mon
Timestamp = 2015-10-20T01:29:11Z
Variables = dryso2, dryso4, wetso2, wetso4
Variable Long Names = Dry Deposition Rate of SO2, Dry Deposition Rate of SO4, Wet Deposition Rate of SO2, Wet Deposition Rate of SO4
Variable Unitss = kg m-2 s-1, kg m-2 s-1, kg m-2 s-1, kg m-2 s-1
West Degrees = 0.0

Total Number of Files: 4

- wetso4_aero_HadCM3_decadal2002_r1i2p1_200211-201212.nc**
Checksum: 53ce4a0ab30c5b310c478629338921a8eacb925b5cd30d683b3d75fe4ecbe04
1 Size: 3435564
Tracking Id: bb500f5a-ced3-4d67-b7b2-17204f1d5e2a
[\[More File Metadata \]](#)
Single File Access:
[HTTP Download](#)
[OpenDAP Download](#)
- dryso4_aero_HadCM3_decadal2002_r1i2p1_200211-201212.nc**
Checksum: c3c57e5d635f156a8d9883eef0d65835f46c0e788022e884c316c7dbd2294b05
2 Size: 3435548
Tracking Id: 0b15f84a-7b66-4cc2-a861-67bdf6f5728
[\[More File Metadata \]](#)
Single File Access:
[HTTP Download](#)
[OpenDAP Download](#)
- wetso2_aero_HadCM3_decadal2002_r1i2p1_200211-201212.nc**

CMIP5 – instituce

*CCCMA (9418), CMCC (367), CNRM-CERFACS (755),
COLA-CFS (305), CSIRO-BOM (350),
CSIRO-QCCCE (1495), ICHEC (364), INM (204),
IPSL (3408), LASG-CESS (148), LASG-IAP (56),
MIROC (5292), MOHC (9221), MPI-M (4584), MRI (2481),
NASA-GISS (2900), NASA-GMAO (900), NCAR (2333),
NCC (591), NCEP (540), NICAM (21), NIMR-KMA (38),
NOAA-GFDL (1), SMHI (1840), UNSW (120)*

Celkem 44732 souborů

CMIP5 – modely

*ACCESS1.0 (128), ACCESS1.3 (222), CCSM4 (2333), CFSv2-2011 (845),
CMCC-CESM (23), CMCC-CM (309), CMCC-CMS (35),
CNRM-CM5 (688), CNRM-CM5-2 (67),
CSIRO-Mk3.6.0 (1495), CSIRO-Mk3L-1-2 (120),
CanAM4 (60), CanCM4 (8011), CanESM2 (1347), EC-EARTH (2204),
FGOALS-g2 (148), FGOALS-gl (2), FGOALS-s2 (54), GEOS-5 (900), GFDL-CM3 (1),
GISS-E2-H (1126), GISS-E2-H-CC (57), GISS-E2-R (1654), GISS-E2-R-CC (63),
HadCM3 (8173), HadGEM2-A (141), HadGEM2-AO (38), HadGEM2-CC (153),
HadGEM2-ES (754), INM-CM4 (204),
IPSL-CM5A-LR (2809), IPSL-CM5A-MR (385), IPSL-CM5B-LR (214),
MIROC-ESM (454), MIROC-ESM-CHEM (273), MIROC4h (692), MIROC5 (3873),
MPI-ESM-LR (3641), MPI-ESM-MR (806), MPI-ESM-P (137),
MRI-AGCM3.2H (46), MRI-AGCM3.2S (20), MRI-CGCM3 (2301), MRI-ESM1 (114),
NICAM-09 (21), NorESM1-M (414), NorESM1-ME (177)*

CORDEX – instituce

*AWI (457), CLMcom (5217), CNRM (422), CSIRO (1512),
DHMZ (45), DMI (4807), GERICS (1386), HMS (590),
ICTP (161), IITM (2526), IPSL-INNERIS (686), KNMI (7480),
MGO (645), MOHC (2611), MPI-CSC (5032), NUIM (752),
RMIB-UGent (62), RU-CORE (1), SMHI (52741), UCAN (437),
ULg (254), UNSW (1038), UQAM (1621)*

Celkem 90483 souborů

Euro-CORDEX – Modely

*ALADIN52 (590), ALADIN53 (422), ALARO-0 (62),
CCLM4-8-17 (2470), HIRHAM5 (1905),
HadGEM3-RA (171), HadRM3P (251), RACMO22E (3708),
RCA4 (12821), REMO2009 (2252), RegCM4-2 (45),
WRF331F (686), WRF331G (229), WRF341I (156)*

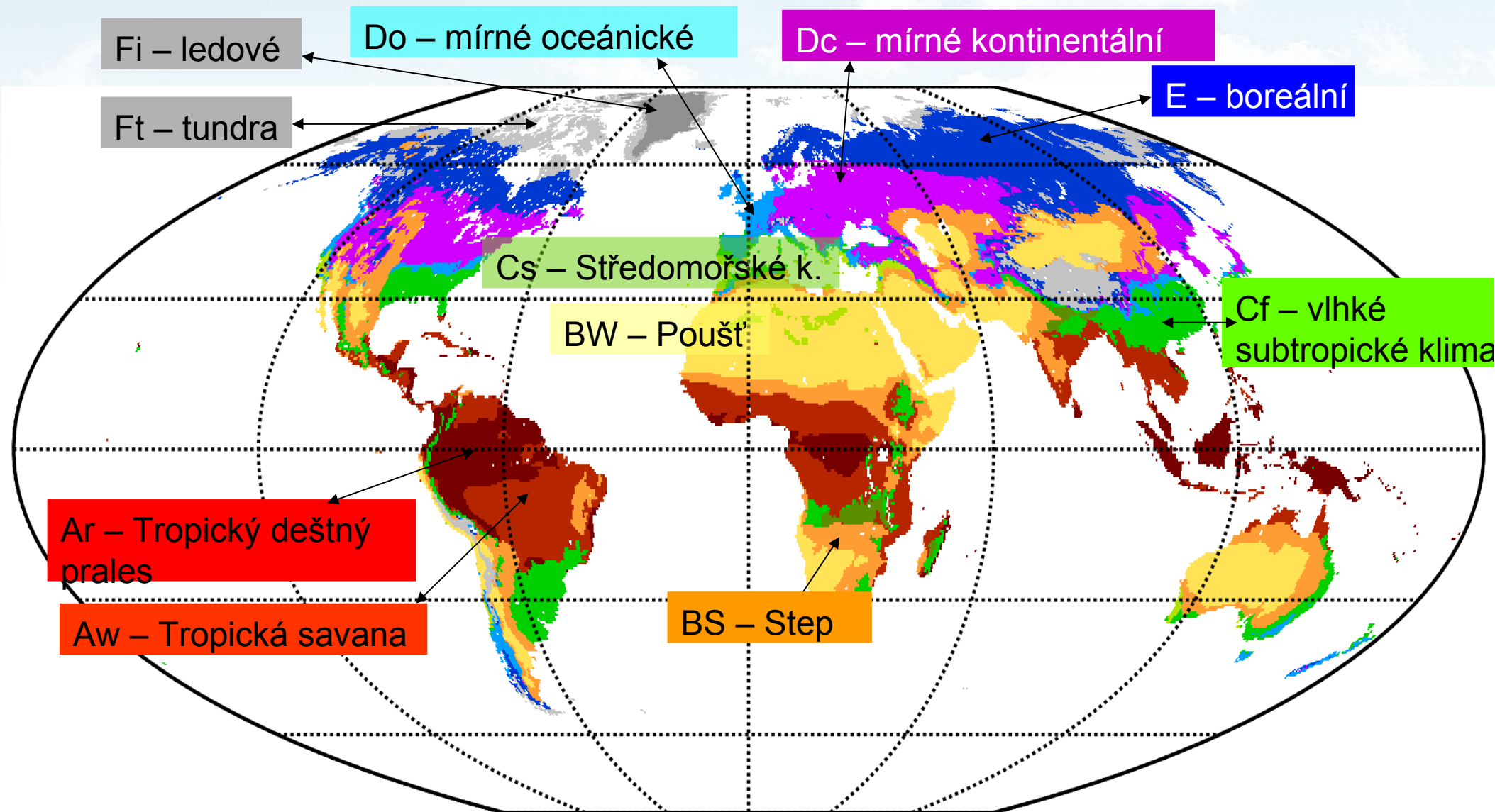
*Některé modelové výstupy nejsou v databázi ESGF, ale mohou být
k dispozici na vyžádání...*

Změny v rozložení klimatických pásem v důsledku klimatické změny

Klimatické klasifikace

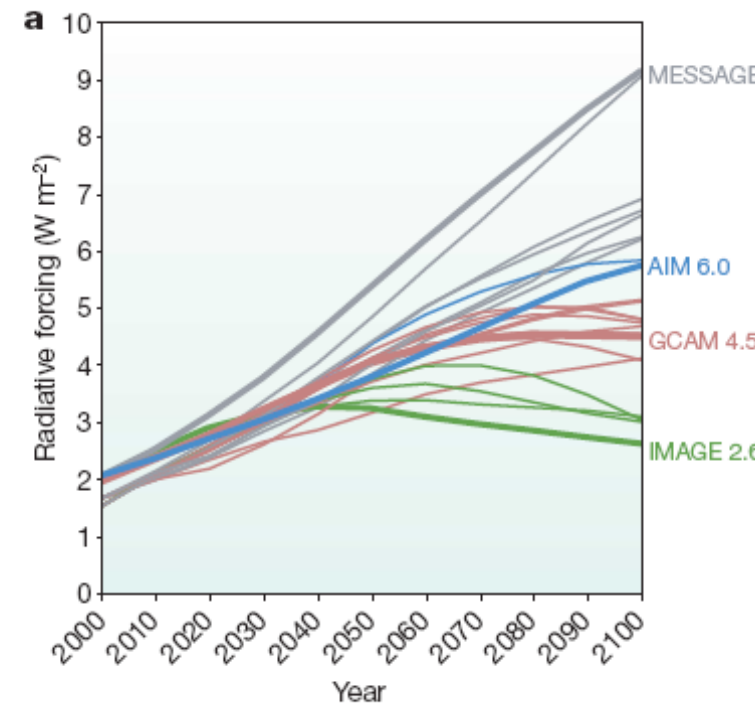
- Představují vhodný nástroj pro vyhodnocení výstupů klimatických modelů
- Integrované vyhodnocení: několik základních klimatických proměnných a jejich statistik je díky klasifikacím možné vyhodnotit zároveň v jedné jednoduché charakteristice
- Díky zahrnutí vazby na vegetaci mohou být použitelné jako jednoduchý model dopadů klimatických změn

Köppenova-Trewarthova klasifikace podle CRU pro roky 1961-1990: “realita“

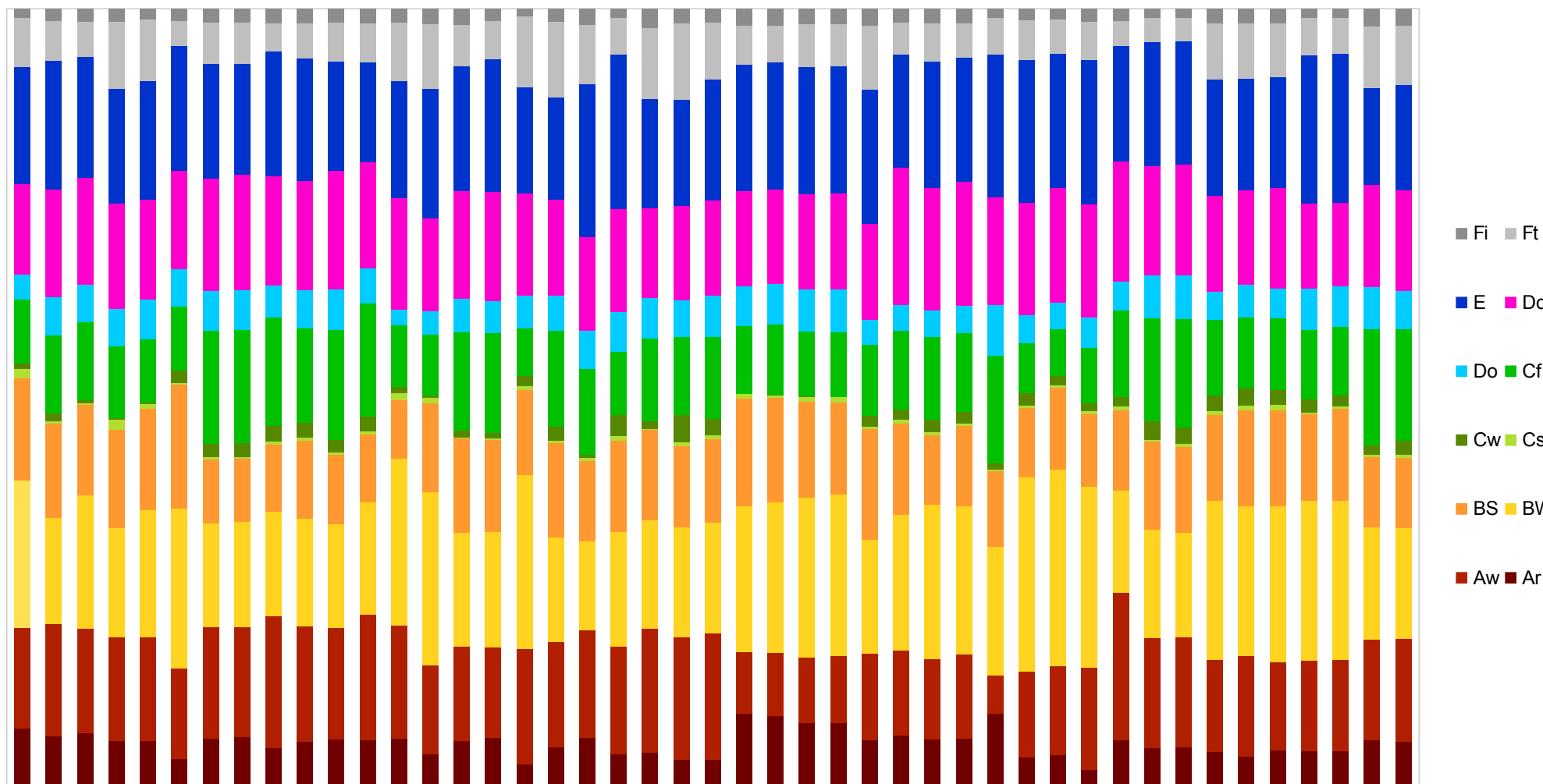


Modely projektu CMIP5

- Vyhodnocujeme 43 globálních modelů (30 pro scénáře RCP4.5 a RCP8.5)
- referenční období: 1961 -1990
- referenční data: CRU TS 3.22
- Emisní scénáře:
RCP4.5, 8.5

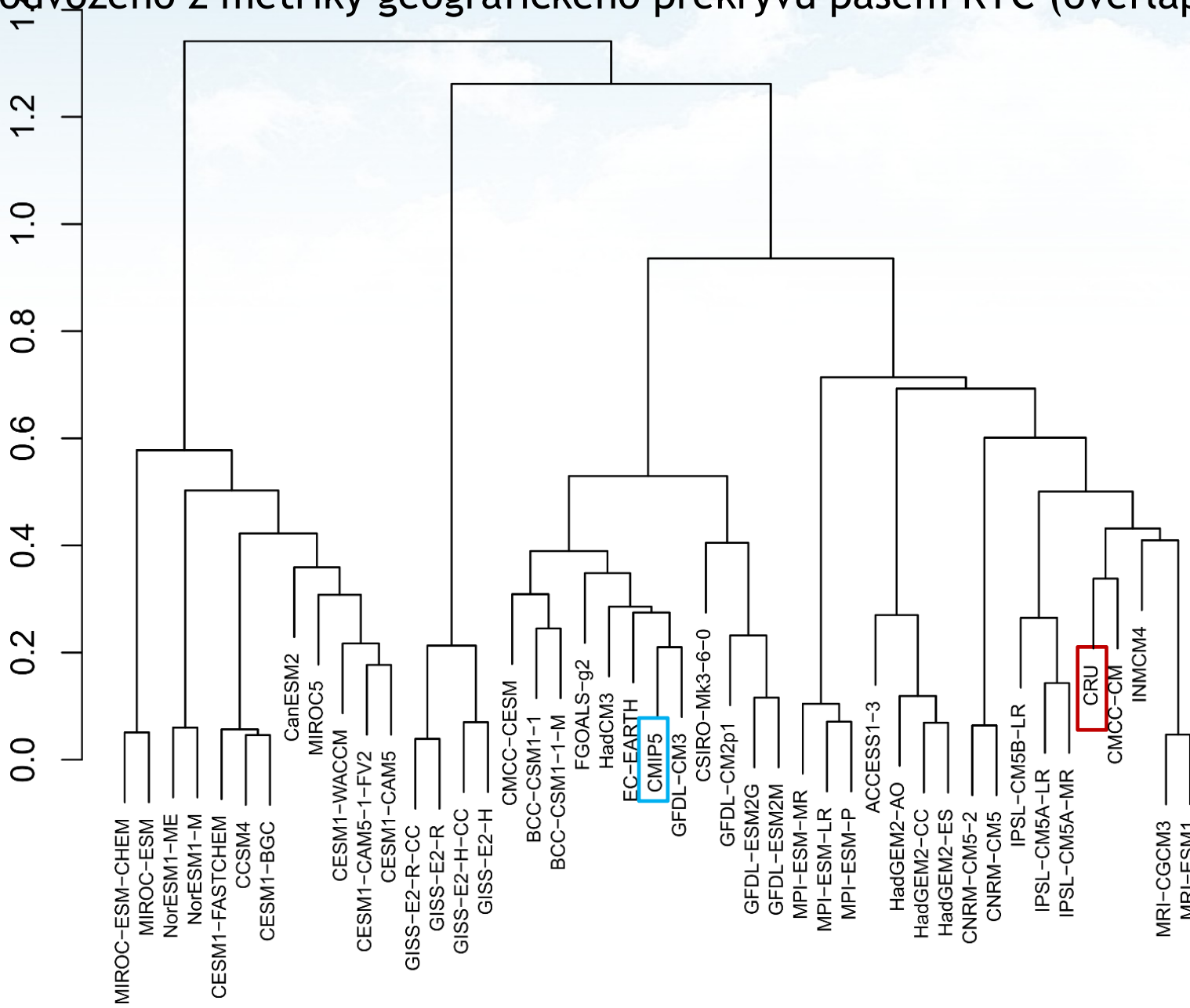


Celková plocha klimatických typů na kontinentech (bez Antarktidy) pro období 1961-1990



Korespondence modelů v ensamble CMIP5 a CRU

odvozeno z metriky geografického překryvu pásem KTC (overlap)

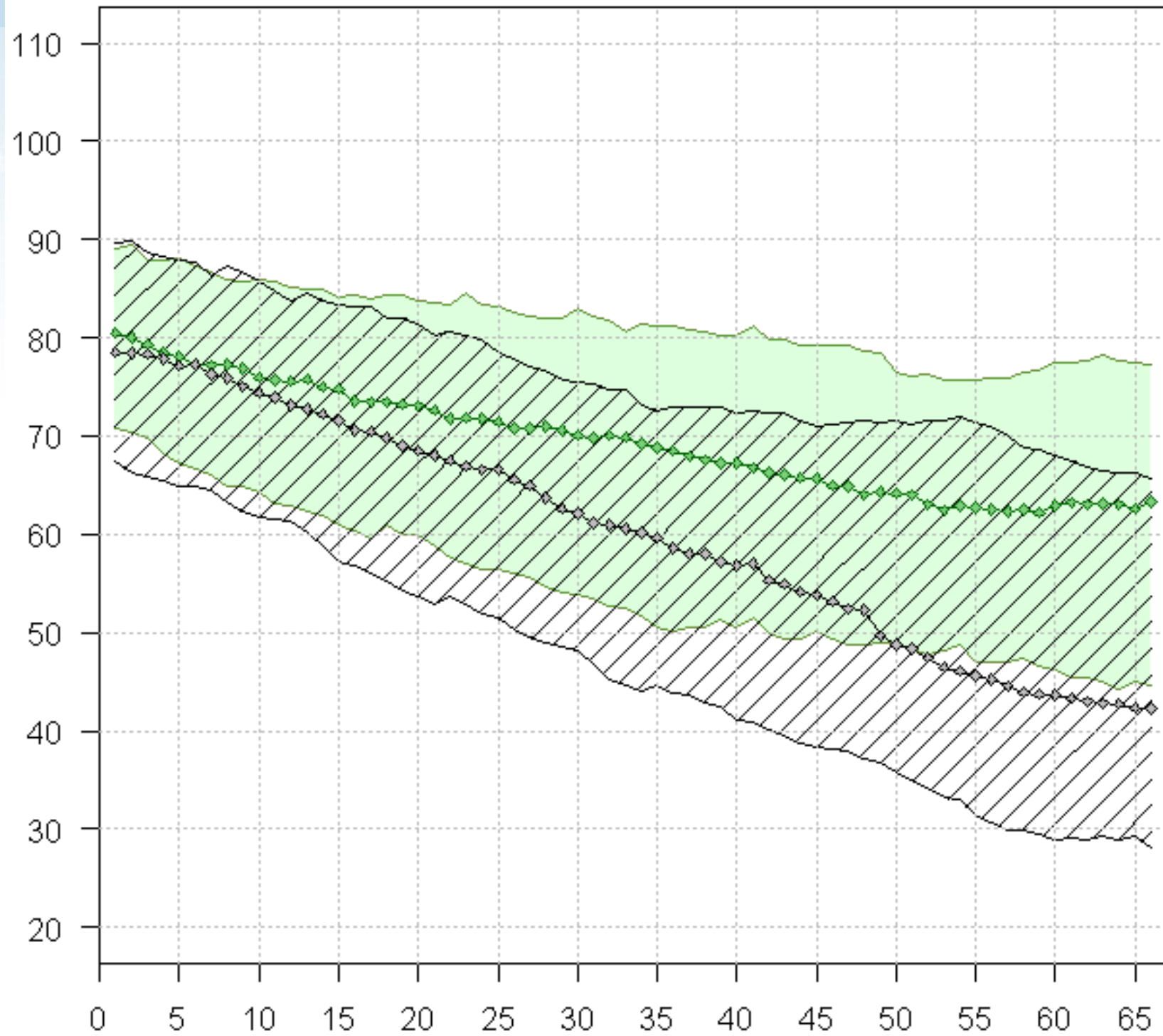


Scénáře budoucího vývoje klimatu ze simulací CMIP5

- Vyhodnocujeme scénáře RCP 4.5, 8.5
- Vývoj ploch typů v letech 2006-2100
- Období 2006-2035 (P1), 2021-2050 (P2) a 2071-2100 (P3) vs. 1961-1990 (ref)
- Zóny jsou vyhodnoceny vždy pro třicetiletí z průměrných hodnot teploty a srážek

Ft

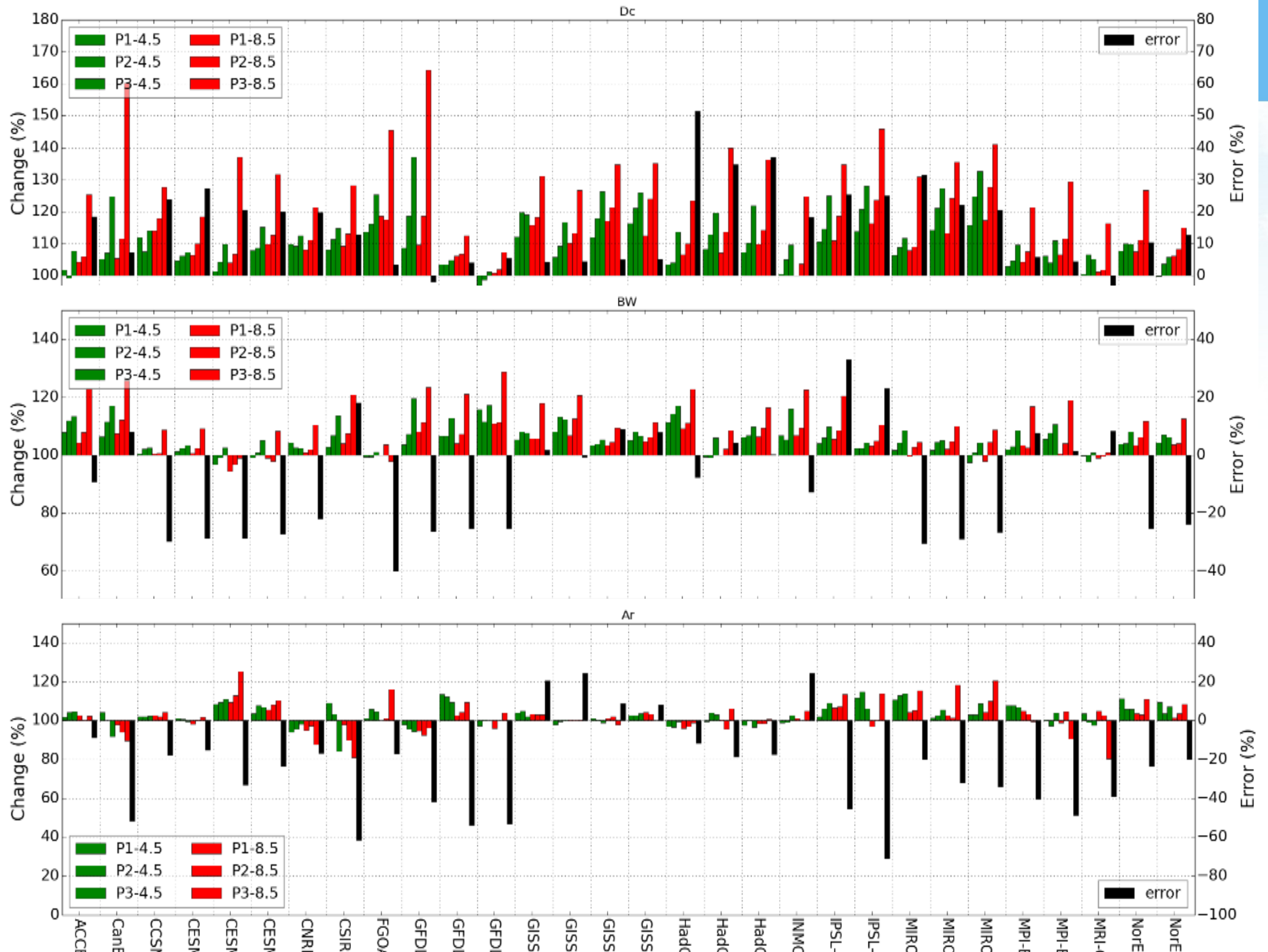
[%]



KFA

RCP4.5

RCP8.5



Změny klimatických pásem podle regionálních modelů Euro-CORDEX

Regionální modely z aktivity Euro-CORDEX:

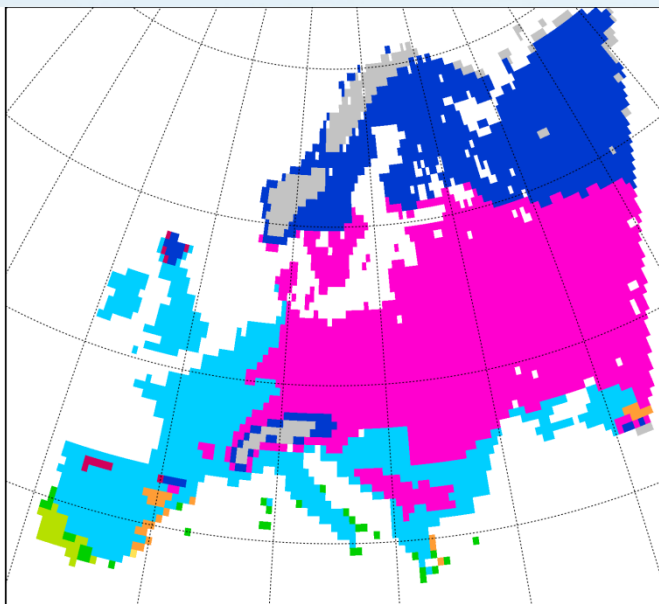
- Rozlišení 0,11 a 0,44 stupňů
- Řízení globálními modely z CMIP5:
 - Kontrolní běhy pro období 1950 – 2005
 - Budoucí běhy pro období 2006 – 2100, scénáře RCP4.5 a RCP8.5
- Řízení daty z ERA-Interim re-analýzy pro období 1989 – 2008

Použitá data: ensemble Euro-CORDEX

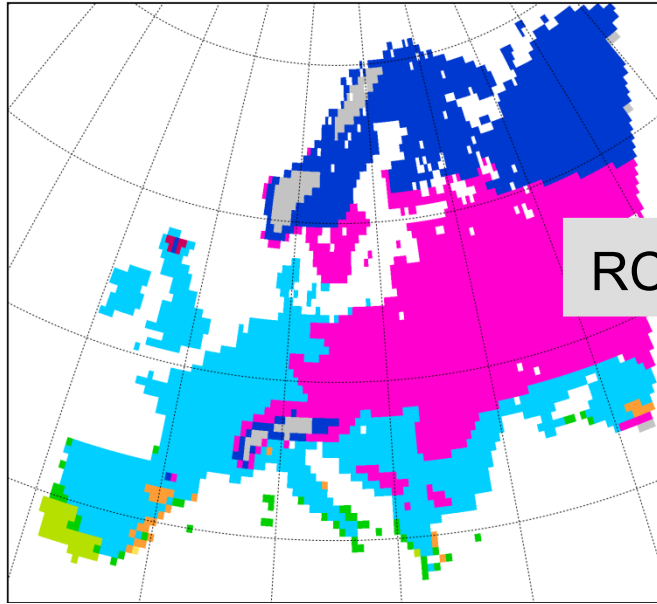
Instituce	Stát	Název modelu	Řídící model	Rozlišení 0,11	Rozlišení 0,44
CNRM	Francie	ALADIN53	CNRM-CM5	ANO	ANO
DMI	Dánsko	HIRHAM5	EC-EARTH	ANO	ANO
CUNI	Česká republika	RegCM4-2	CNRM-CM5	NE	ANO
IPSL-INERIS	Francie	WRF331F	IPSL-CM5A-MR	NE	ANO
KNMI	Nizozemí	RACMO22E	EC-EARTH	ANO	ANO
KNMI	Nizozemí	RACMO22E	HadGEM2-ES	NE	ANO
MPI-CSC	Německo	REMO2009	MPI-ESM-LR	ANO	ANO
SMHI	Švédsko	RCA4	CanESM2	NE	ANO
SMHI	Švédsko	RCA4	CNRM-CM5	ANO	ANO
SMHI	Švédsko	RCA4	EC-EARTH	ANO	ANO
SMHI	Švédsko	RCA4	GFDL-ESM2M	NE	ANO
SMHI	Švédsko	RCA4	HadGEM2-ES	ANO	ANO
SMHI	Švédsko	RCA4	IPSL-CM5A-MR	NE	ANO
SMHI	Švédsko	RCA4	MIROC5	NE	ANO
SMHI	Švédsko	RCA4	MPI-ESM-LR	NE	ANO
SMHI	Švédsko	RCA4	NorESM1-M	NE	ANO

Databáze modelových klimatických projekcí CMIP5 a EURO-CORDEX změny v rozložení klimatických pásem v důsledku klimatické změny

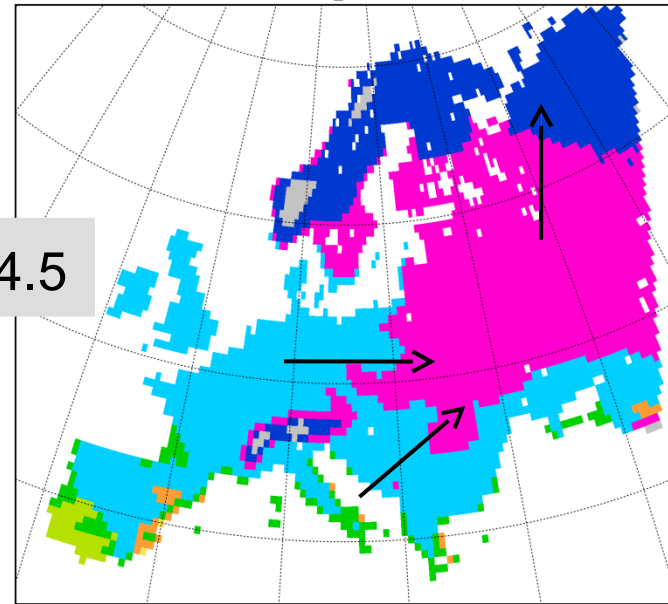
Michal Belda, Tomáš Halenka, Eva Holtanová, Jaroslava Kalvová



1971-2000



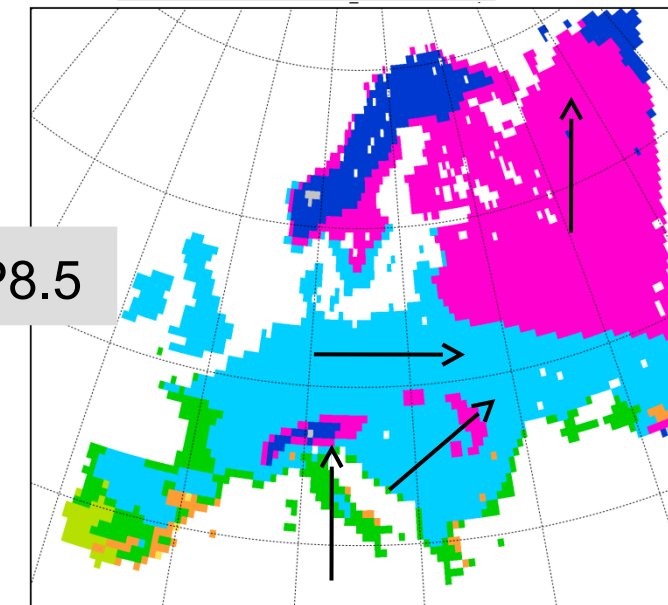
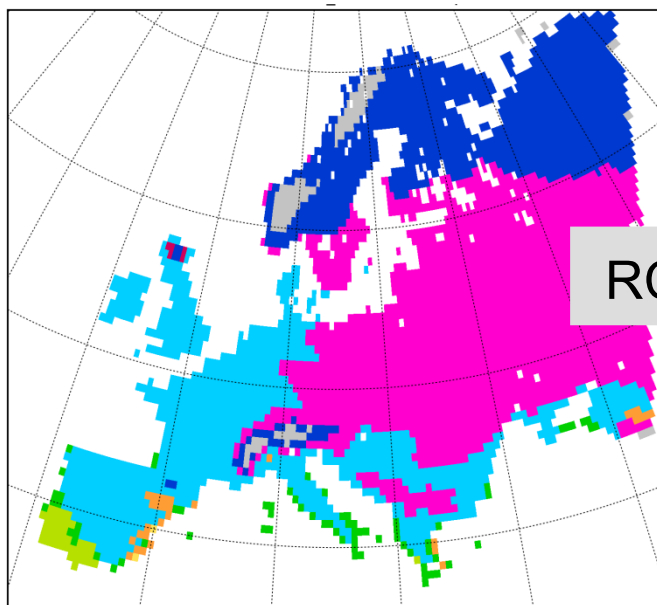
2021-2050



2071-2100

SHMI-RCA4 řízený
CNRM-CM5

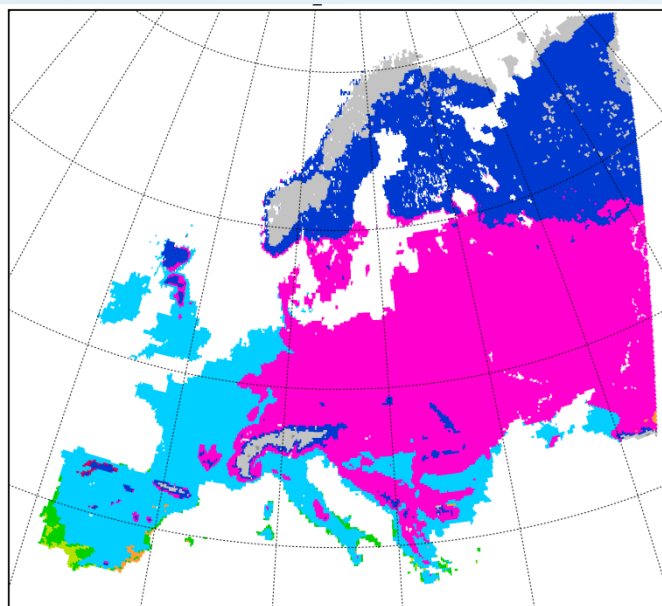
EUR-44



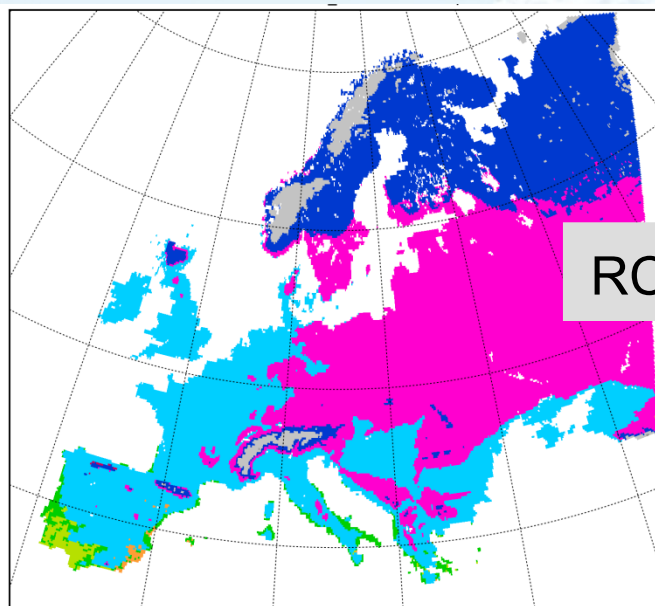
Databáze modelových klimatických projekcí CMIP5 a EURO-CORDEX změny v rozložení klimatických pásem v důsledku klimatické změny

Michal Belda, Tomáš Halenka, Eva Holtanová, Jaroslava Kalvová

KFA

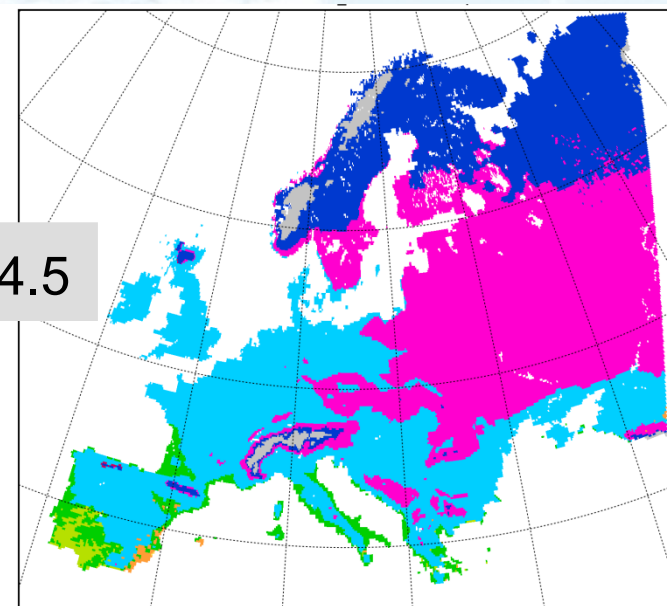


1971-2000



RCP4.5

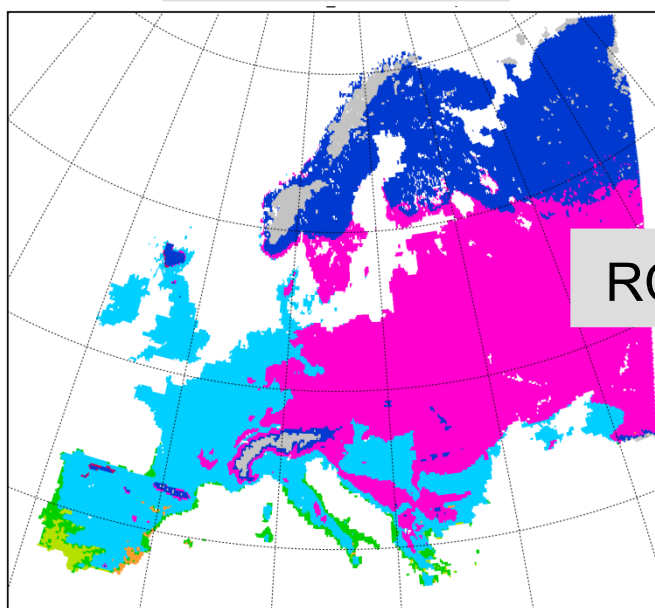
2021-2050



2071-2100

SHMI-RCA4 řízený
CNRM-CM5

EUR-11



RCP8.5

