



# PREPARING CLIMATE INDICATORS TO ASSESS THE IMPACT OF EXTREME WEATHER EVENTS ON CRITICAL INFRASTRUCTURES AND ON TOURISM IN HUNGARY

Mónika Lakatos, lakatos.m@met.hu, Hungarian Meteorological Service (OMSZ)

Thanks for contribution to Annamária Marton, Tamás Kovács, Tamás Szentimrey

10<sup>th</sup> EUMETNET Data Management Workshop - "High quality climate data – the foundation of Climate Services, St. Gallen, Switzerland, 28-30 October, 2015

# Motivation

- 2009-2014 Programme of EEA: Programme for Adaptation to climate change in Hungary - **National Adaptation Geo-information System (NAGIS)** in Hungary (see poster 43)
- NAGIS: Homogenized gridded dataset from meteorological observations for 1961– 2010 and climate projections for 2021– 2050 and 2071–2100
- Extension of the NAGIS for further sectors: KRITÉR- CRIGiS project: Vulnerability/Impact Studies with a focus on Tourism and Critical Infrastructures
- **For targeted and sustainable adaptation high quality climate information is needed**

# Objectives



- The KRITÉR- CRIGiS project is focusing (i) heatwave-induced excess mortality, impacts of (ii) extreme weather events on road accidents, and (iii) of climatic conditions on tourism
- Identification of climate indicators to assess the impact of (ii) extreme weather events on road accidents in winter (iii) of climatic conditions on tourism
- Results for observational dataset



# National Adaptation Geo-information System (NAGIS)

## Observations:

1961-2010

CarpatClimHu daily grids

spatial resolution:  $0.1^\circ$

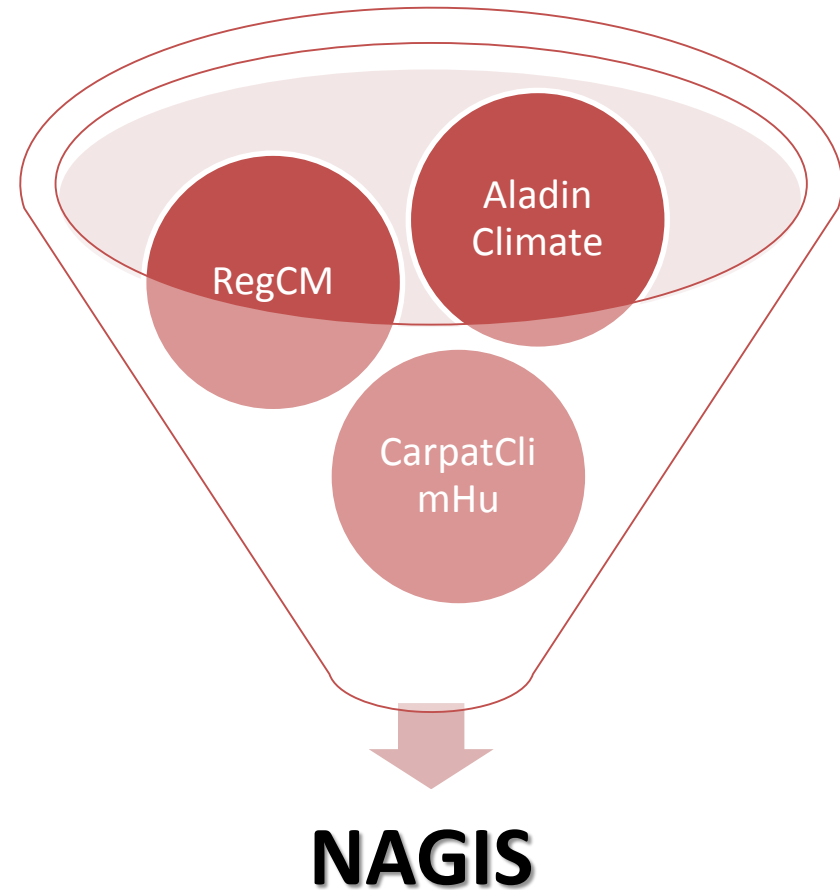
several basic meteorological variables and climate indicators

## Regional Climate model

### simulations:

2021–2050: „short-term”

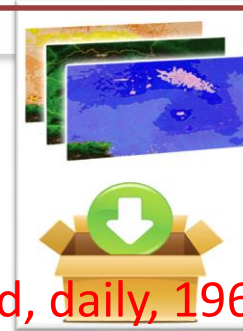
planning and 2071–2100: long-term strategy



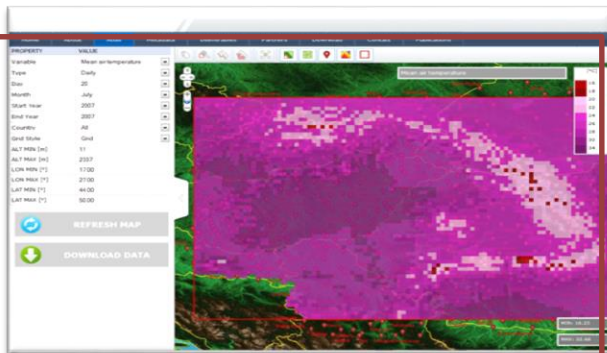
# CarpatClim project



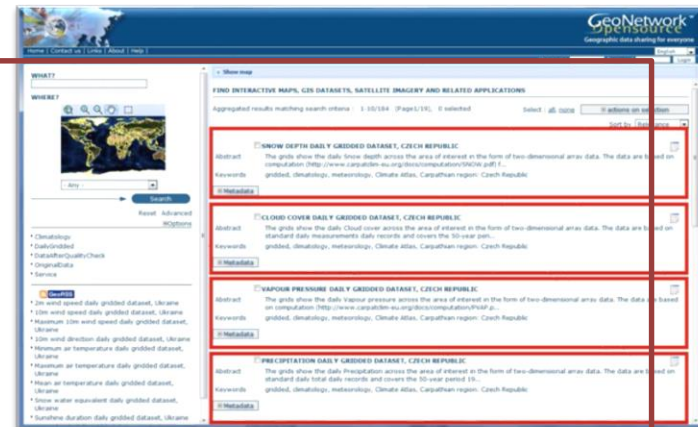
<http://www.carpatclim-eu.org>



~ 10 km grid, daily, 1961-2010, 13 ECVs, 37 climate indicators, publically available



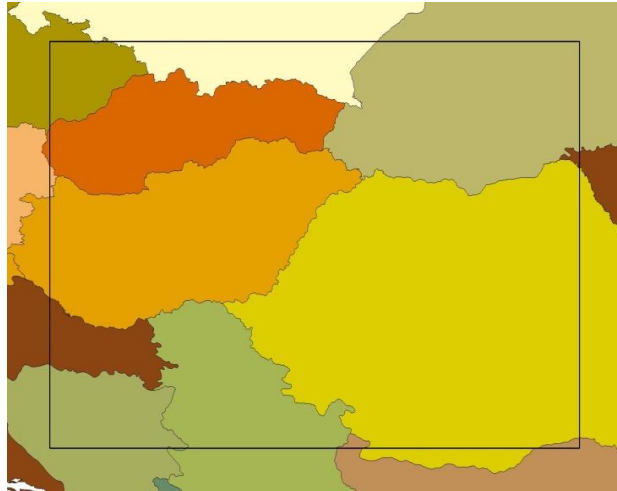
Variable and time period based selection



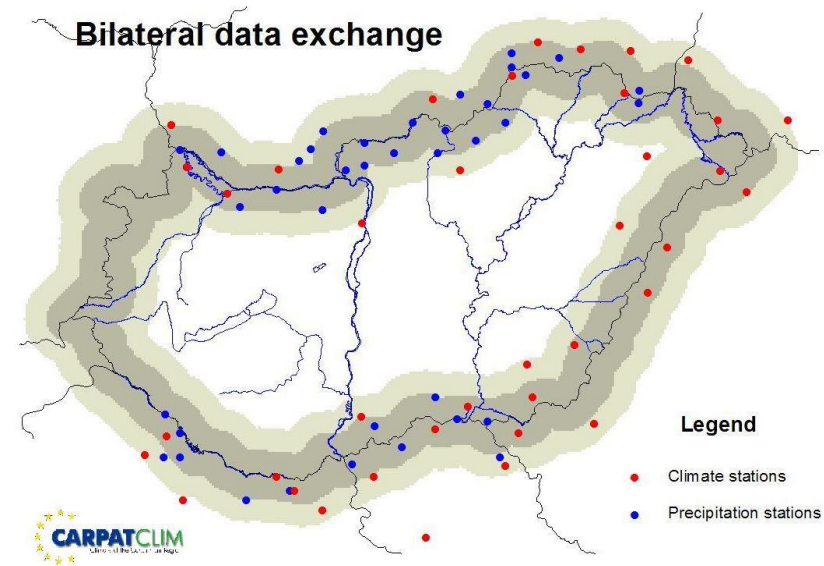
Searchable Metadata Catalog

Homogenized and gridded by MASH and MISH


# CarpatClim - CarpatClimHu



## 68 climate stations



Variable	Description	units
Ta	2 m mean daily air temperature	°C
Tmin	Minimum air temperature	°C
Tmax	Maximum air temperature	°C
p	Accumulated total precipitation	mm
DD	10 m wind direction, Degrees	0-360
VV	10 m horizontal wind speed	m/s
Sunshine	Sunshine duration	hours
cc	Cloud cover	tenths
Rglobal	Global radiation	J/cm <sup>2</sup>
RH	Relative humidity	%
pvapour	Surface vapour pressure	hPa
pair	Surface air pressure	hPa
Snow depth	Snow depth (ZAMG model)	cm



**IDENTIFICATION OF CLIMATE  
INDICATORS TO ASSESS THE IMPACT  
OF SEVERE WEATHER ON PUBLIC  
ROAD ACCIDENTS IN WINTER**

# Cooperation with Disaster Management – accidents statistics 2011-2014

## Identification of severe winter weather parameters

### Filtering:

Blizzard, wind, fog, icy roads, snowy, slippery road, strong wind, snowfall, poor vision, large amounts of snow

➔ Daily weather reports

Literature

Media reports

Recent project results: EU FP7

EWENT, RAIN

Warning practices

TMM Település	Esemény típusa	EOV X	EOV Y	Észlelés dátuma	Helyszín	Káreset fajtája	Megjegyzés
8 Jászberény	Műszaki mentés	240053	712356	2012-01-01 00:10:00.000	Közút	Közúti baleset	A helyszínen, egy szgk. az út r
12 Orosháza	Műszaki mentés	138376	774506	2012-01-01 00:38:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzett helyen egy wartburg
30 Budapest XVIII.	Műszaki mentés	232404	659607	2012-01-01 01:24:00.000	Közút	Közúti baleset	A jh.-en szgk.(KOZMA Zoltán :)
34 Budapest XIX.	Tűzeset	234192	656013	2012-01-01 01:29:00.000	Közút	NULL	A jh.-en buszmegállóban sárg
95 Lenti	Műszaki mentés	145956	458605	2012-01-01 09:51:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzett helyen egy Peugeot
109 Kőrös	Műszaki mentés	188428	639703	2012-01-01 02:01:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzett helyen egy VW Polo
304 Domony	Műszaki mentés	256972	678527	2012-01-03 11:00:00.000	Közút	Közúti baleset	Jh.SUZUKI SWIFT tip. szgk. (fr
199 Budaörs	Műszaki mentés	85411	668434	2012-01-03 11:53:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzett helyen két személyz
339 Horvátzsidány	Műszaki mentés	231602	466153	2012-01-03 16:10:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzett helyen egy Suzuki S
337 Szentendre	Műszaki mentés	262988	465730	2012-01-03 17:02:00.000	Közút	Egyéb	A jelzett helyen egy MAN típi
360 Pákozd	Műszaki mentés	254303	634754	2012-01-03 21:36:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzett helyen egy opel om
375 Nagypáli	Műszaki mentés	176201	482729	2012-01-04 07:01:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzett helyen egy, Renault
369 Hódmezővásárhely	Műszaki mentés	114558	757211	2012-01-04 00:20:00.000	Közút	Közúti baleset	Jelzett helyen egy Toyota Cor
399 Székesfehérvár	Műszaki mentés	205771	608802	2012-01-04 10:19:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzett helyen egy Chevrolé
382 Zalaezerszeg	Műszaki mentés	172979	482147	2012-01-04 08:00:00.000	Közút	Közúti baleset	EGERSZEG/1, EGERSEZEG/2, EG
385 Tiszavasvári	Műszaki mentés	223264	733000	2012-01-04 08:13:00.000	Közút	Közúti baleset	A helyszínen egy Skoda Fabia
426 Budapest XXII.	Műszaki mentés	231405	648178	2012-01-04 13:16:00.000	Közút	Közúti baleset	Jelzett helyen Citroen Saxo ti
455 Csurgó	Műszaki mentés	102088	500253	2012-01-04 17:12:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzett helyen egy Opel Ast
390 Acsád	Műszaki mentés	226037	476638	2012-01-04 08:26:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzett helyen egy Renault
391 Iharosberény	Műszaki mentés	115776	502263	2012-01-04 09:34:00.000	Közút	Közúti baleset	A helyszínen egy SUZUKI SWI
414 Mihályi	Műszaki mentés	242288	501943	2012-01-04 12:35:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzet helyen egy Fiat Punt
430 Balmazújváros	Műszaki mentés	250980	831163	2012-01-04 13:50:00.000	Közút	Veszélyes anyagok	A jelzett helyen, 3316-os út 3
437 Göd	Műszaki mentés	260503	658556	2012-01-04 14:40:00.000	Közút	Közúti baleset	A helyszínen a EBL-612 frsz.-ú
412 Tiszavasvári	Műszaki mentés	292732	822719	2012-01-04 15:56:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzett helyen egy KKG-174
454 Székesfehérvár	Műszaki mentés	201522	599487	2012-01-04 17:21:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzett helyen Ford Fiesta f
### Debrecen	Műszaki mentés	246236	849123	2012-05-03 15:00:00.000	Közút	Közúti baleset	Jelzett helyen Szlovák forgalm
490 Tiszavasvári	Műszaki mentés	289032	817431	2012-01-05 04:45:00.000	Közút	Közúti baleset	A jelzett helyen egy VW Tran
494 Kaposvár	Műszaki mentés	117861	554601	2012-01-05 07:20:00.000	Közút	Közúti baleset	Toponár és Kaposfüred közti



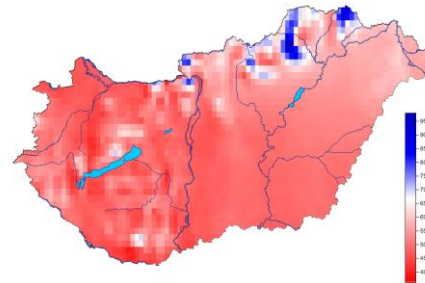
# Indicators for sever winter weather situations

TA0:  $T_{\text{mean}} \leq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$

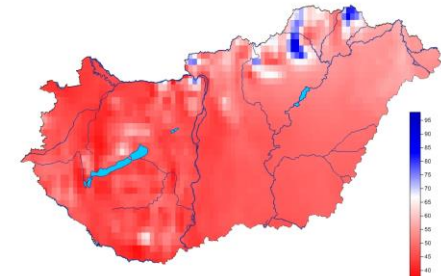
TA-7  $T_{\text{mean}} \leq -7 \text{ } ^\circ\text{C}$

T0R1:  $T_{\text{mean}} \leq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$  and  
Prec  $\geq 1\text{mm}$

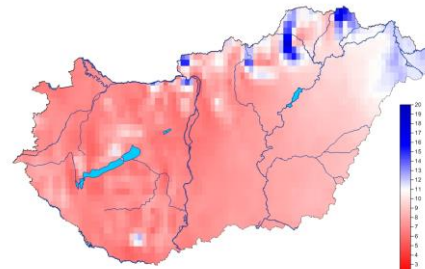
Monthly, sesonal and  
winter half year



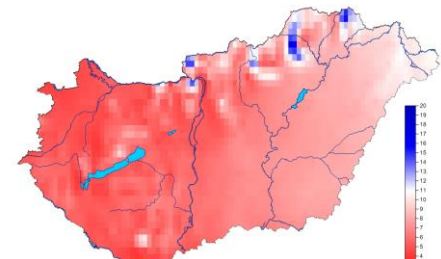
TA0 1961-1990



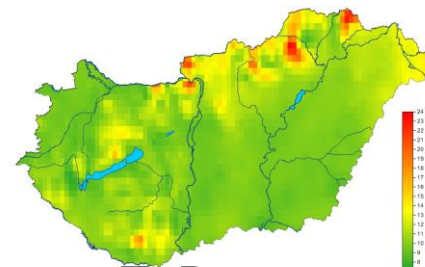
TA0 1981-2010



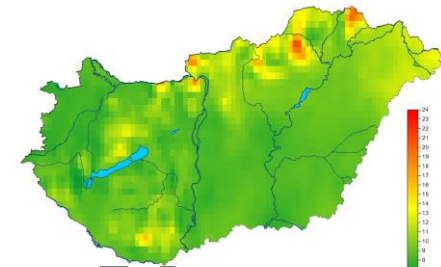
TA-7 1961-1990



TA-7 1981-2010



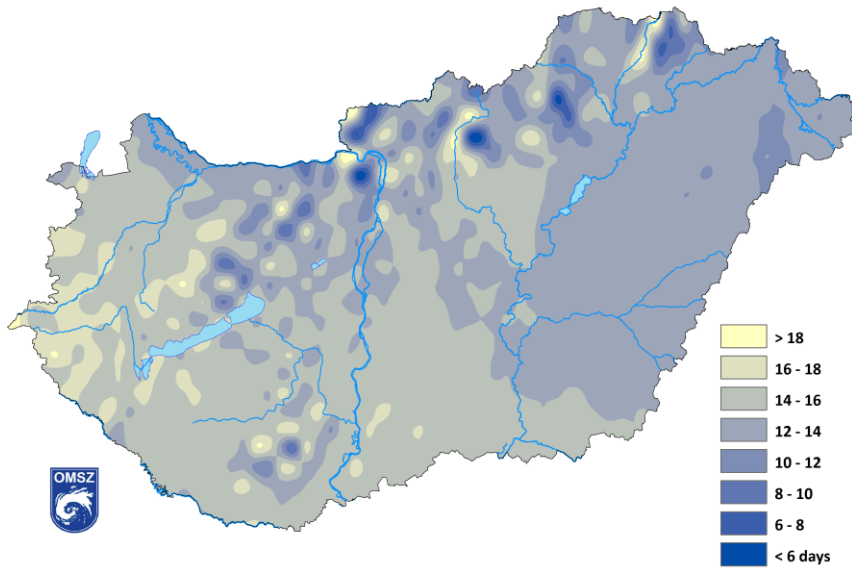
T0R1 1961-1990



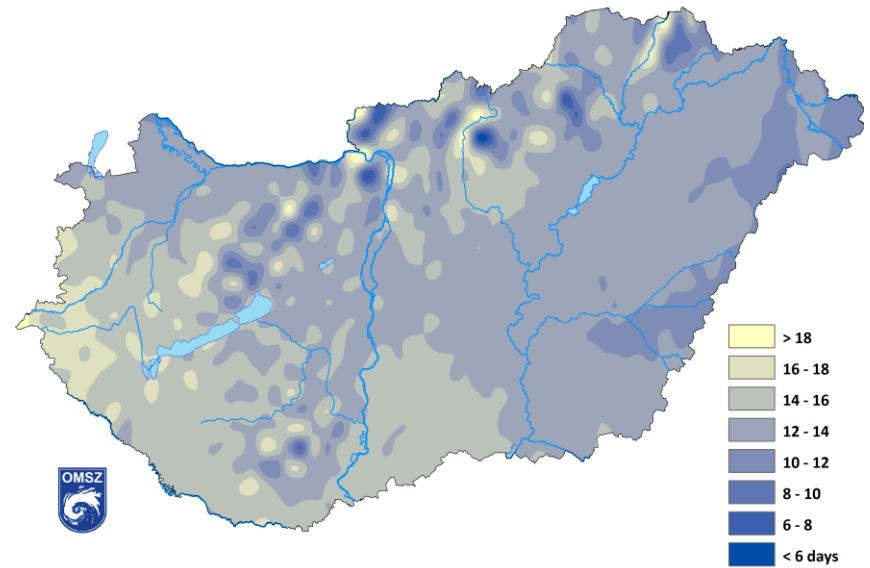
T0R1 1981-2010

# Zero crossing days

## ZC-JAN, 1961-1990

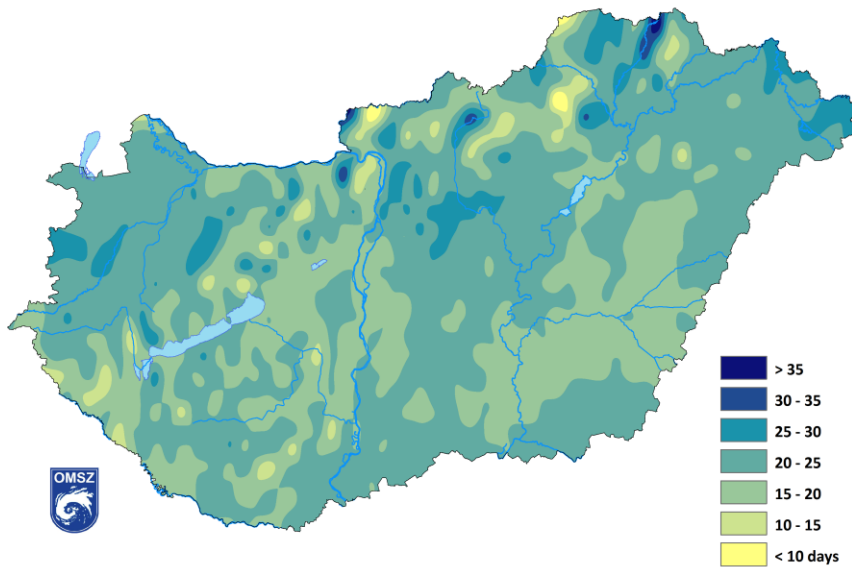


## ZC-JAN 1981-2010

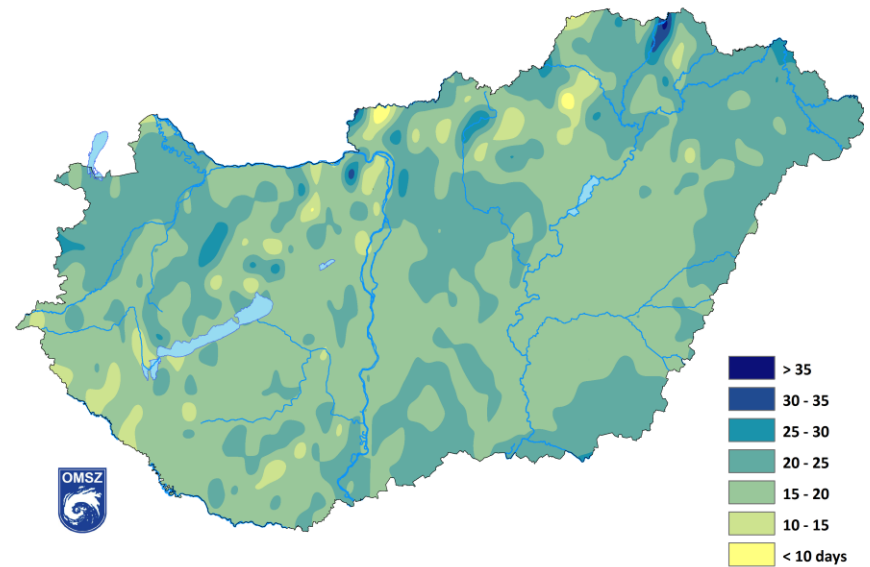


# Zero crossing days with precipitation

ZCP-DJF 1961-1990

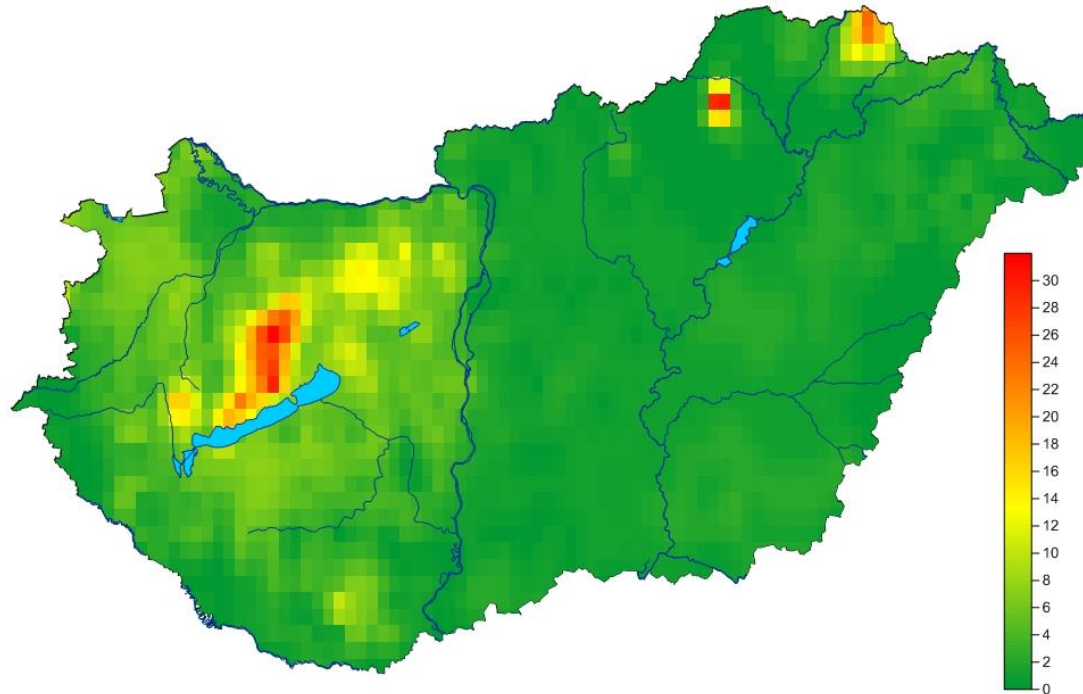


ZCP-DJF 1981-2010



# Blizzard 14-15 March 2013

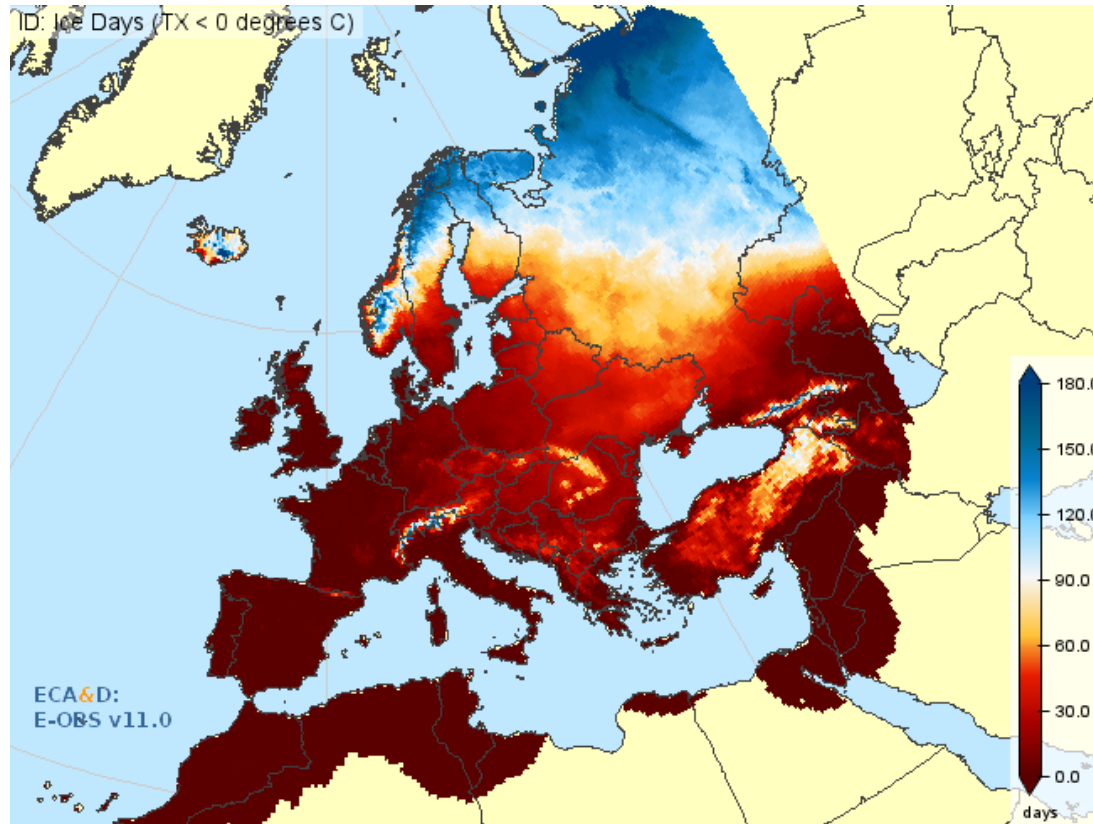




2000-2010

**Threshold for blizzard:  $T_a \leq 0^\circ\text{C}$ , Snow depth  $\geq 10\text{cm}$ ,  $F_x \geq 17\text{m/s}$**

# E-OBS - Ice days 2000



# Smoothed extremes due to interpolation?

## Not necessarily!

### Additive (Linear) Interpolation

Linear Interpolation Formula:

$$\hat{Z}(\mathbf{s}_0, t) = \lambda_0 + \sum_{i=1}^M \lambda_i \cdot Z(\mathbf{s}_i, t)$$

where  $\sum_{i=1}^M \lambda_i = 1$ , because of unknown climate change

Optimal Interpolation Parameters :

$\lambda_0, \lambda_i$  ( $i = 1, \dots, M$ ) minimize MSE.

## Inadequate formulas - Smoothed extremes

- Inverse Distance Weighting (IDW),  
 $\lambda_0 = 0$ ,  $\lambda_i$  ( $i = 1, \dots, M$ ) not optimal
- Ordinary kriging,  $\lambda_0 = 0$

## Adequate formulas:

- Universal kriging,
- Regression (residual, detrended)  
kriging - MISH



The background features a light gray gradient with several overlapping, semi-transparent, curved shapes that resemble stylized leaves or petals. A prominent red curved line starts from the top right corner and curves downwards towards the center of the page.

# **TOURISM CLIMATE**

# Tourism Climate Index (Mieczkowski, Z, 1985)

$$TCI = 8CI_d + 2CI_a + 4R + 4S + 2W$$

**CI<sub>d</sub>** daytime comfort index

**CI<sub>a</sub>** daily comfort index

**R:** precipitation

**S:** sunshine duration

**W:** wind speed

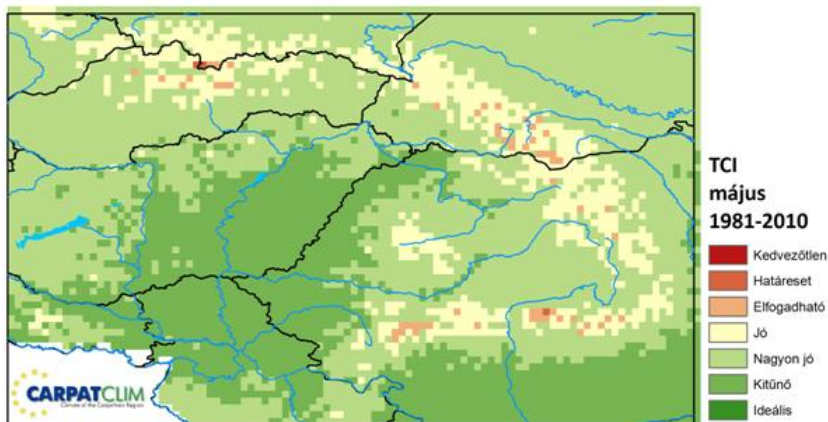
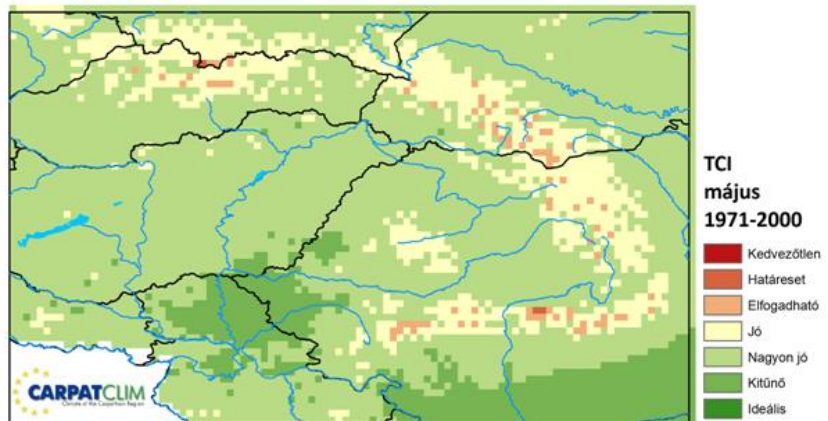
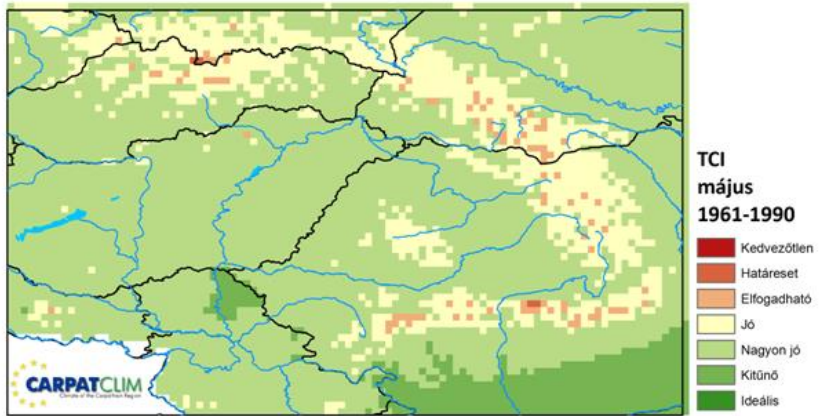
$$\text{relhumMin}=100 \frac{e}{e_{\text{SatTmax}}}$$

*Ref: UK Climate Projections NATIONAL CASE STUDY, What could tomorrow's weather and climate look like for tourism in the South West of England?*

**Additional derived parameter in CarpatClim**

# TCI May in different standard periods

Increasing „ideal” region in May particularly at South part of the region



# Further tasks

- Computation of indicators for the ALADIN-Climate regional climate model outputs for 2021–2050 and 2071–2100
- Modified TCI and computation of the CIT



**Thank you for your attention!**