



A szélsőséges hidrometeorológiai események előfordulásai

Lakatos Mónika

Országos Meteorológiai Szolgálat

Éghajlati Osztály



Alapítva: 1870

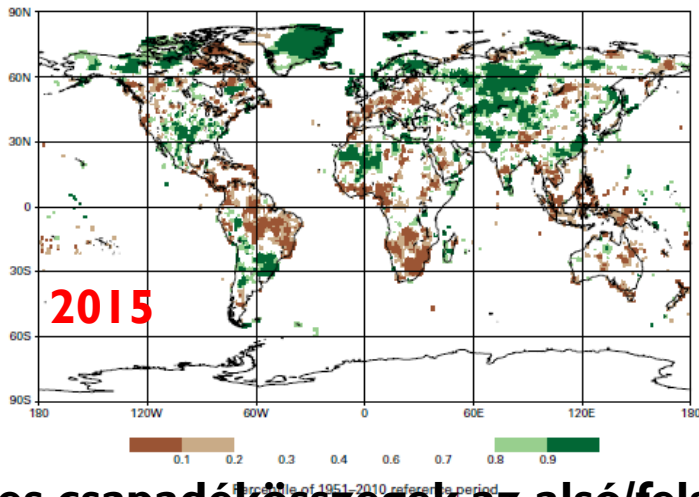
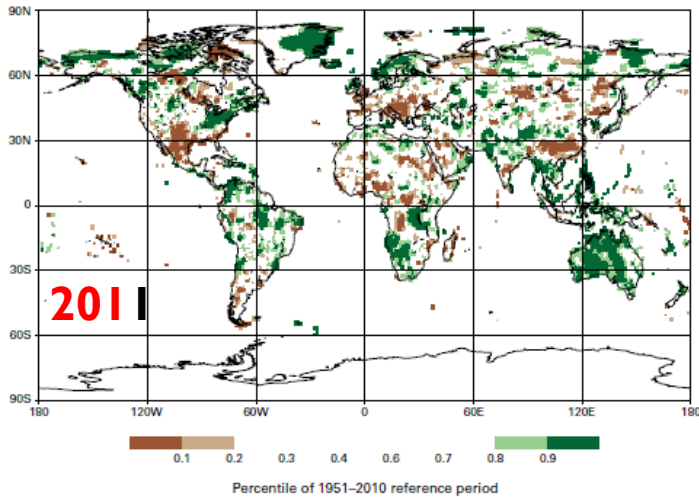


Tartalom

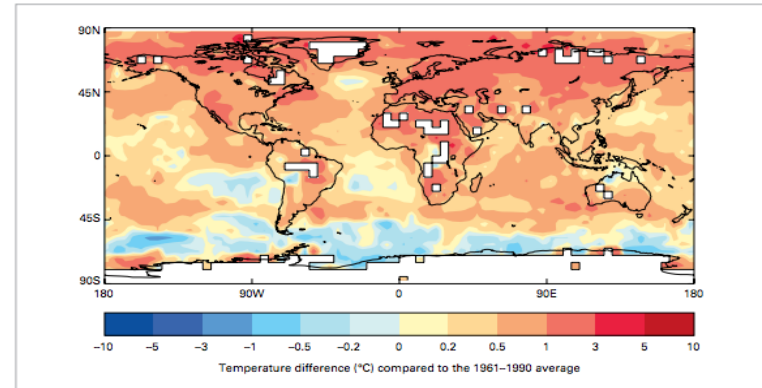
- ▶ Éghajlat változása és változékonysága határainkon innen és túl
- ▶ Szélsőséges hidrometeorológiai jelenségek: árvíz és aszály, és ami ezek háttérében van
- ▶ Intenzív csapadékok vizsgálata – erozivitás számítás, IDF görbék
- ▶ PannEx (GEWEX) formálódó kutatási együttműködés a régióban



WMO értékelés: 2011-2015

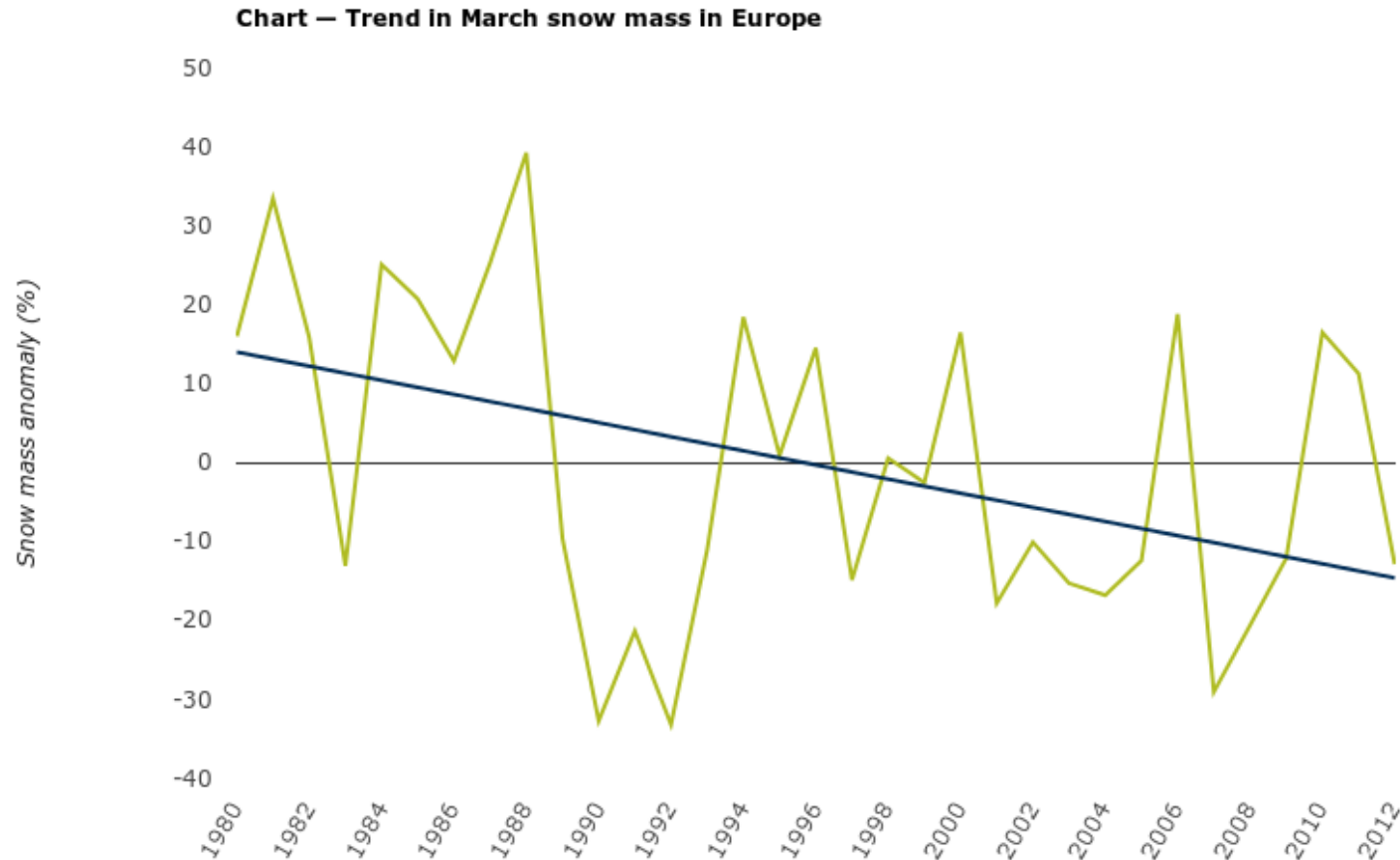


Átlagos hőmérsékleti anomáliák, 2011-2015



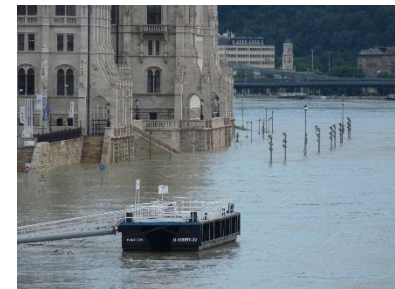
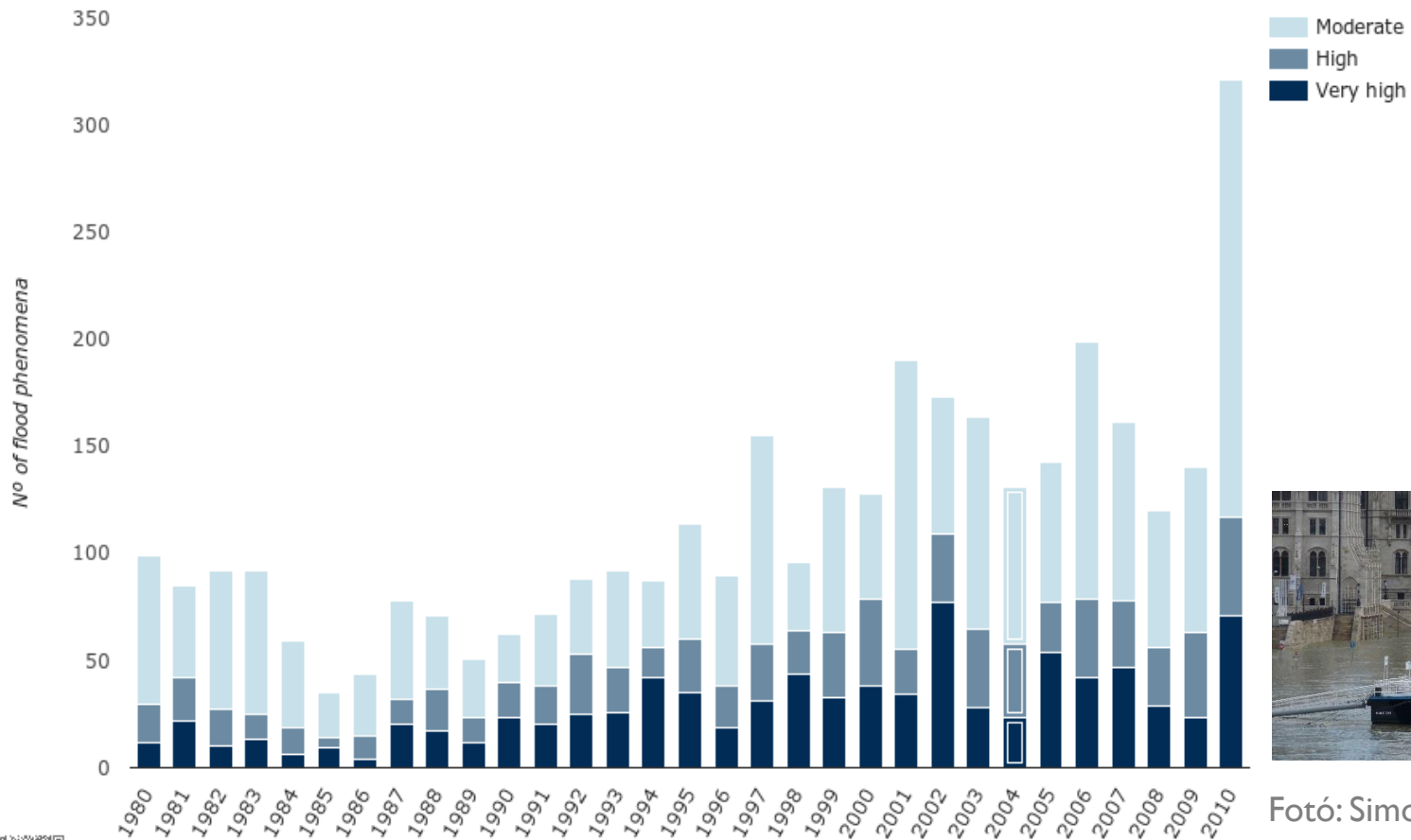
Éves csapadékösszegek az alsó/felső
20(10)%-os percentilis kiemelésével

EEA: márciusi hőmennyiség anomáliája Európában



EEA: 1980 és 2010 között 37 európai állam összesen 3563 árvizet jegyzett

Chart — Reported flood phenomena



Fotó: Simon André, OMSZ



▶ Árvíz kockázat növekedése

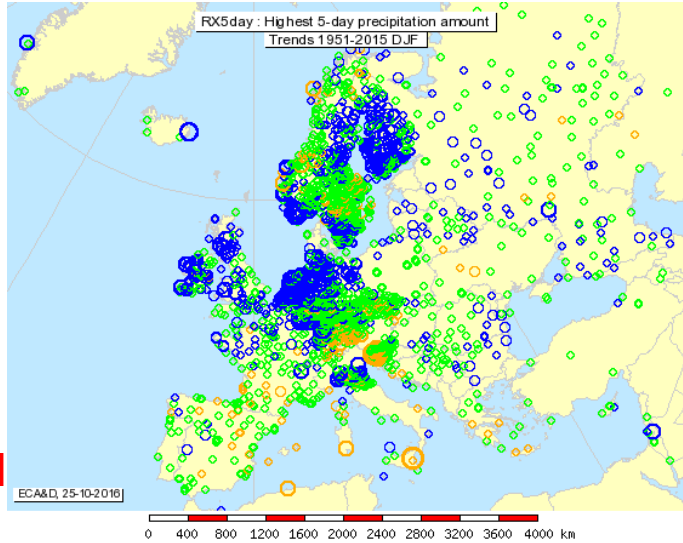


Fotó: Simon André, OMSZ

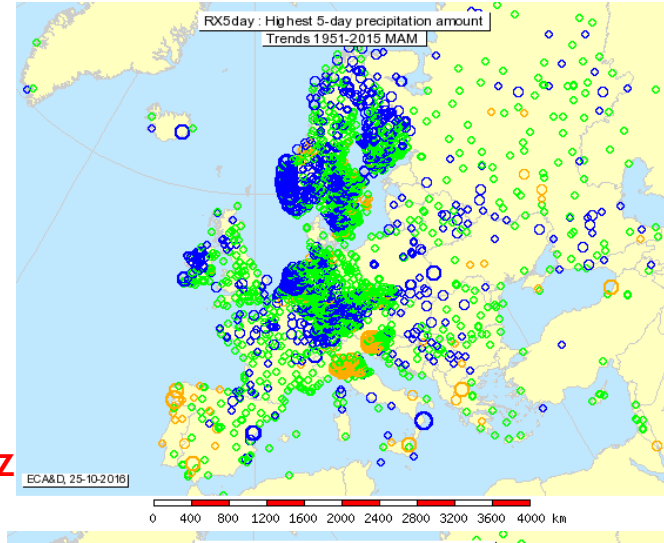
- Nagy terület, intenzív, tartós csapadékhullás, vagy egymást követő csapadékos periódusok
- Meteorológiai és hidrológiai tényezők együttes hatása
- Változó klíma: gyakoribb a meridionális áramlási típus fellépése
- Északi félteke tavaszi hótakarója ugyan csökken, de a gyorsan beköszöntő tavasz hirtelen olvadást okozhat



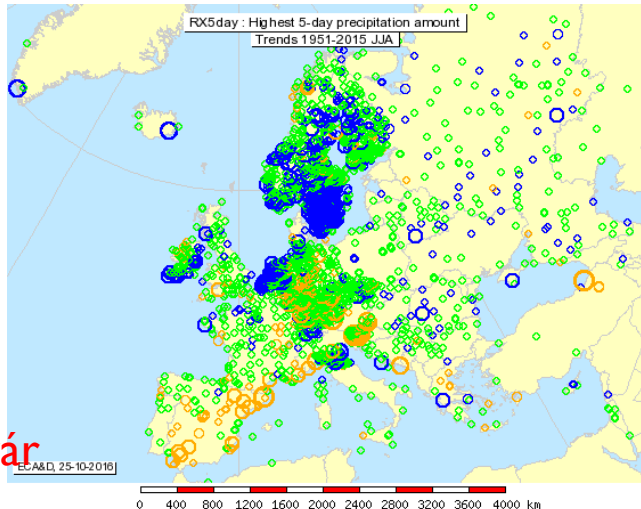
Legnagyobb 5 napos csapadék összegek trendje (ECA&D, 1951-2015)



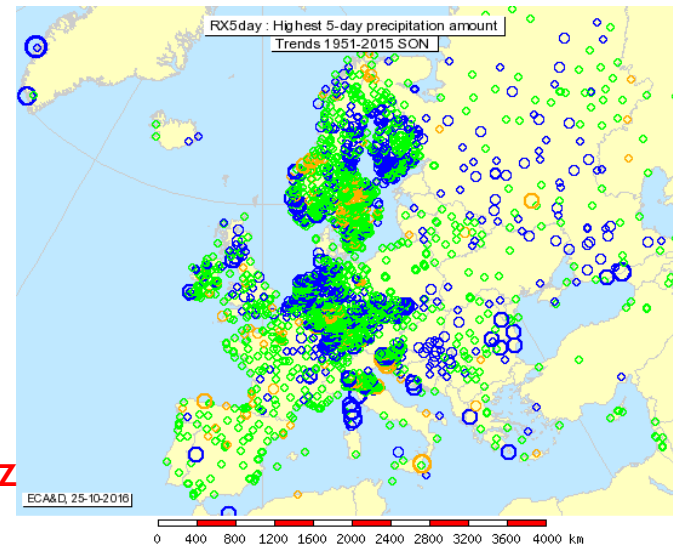
tél



tavas

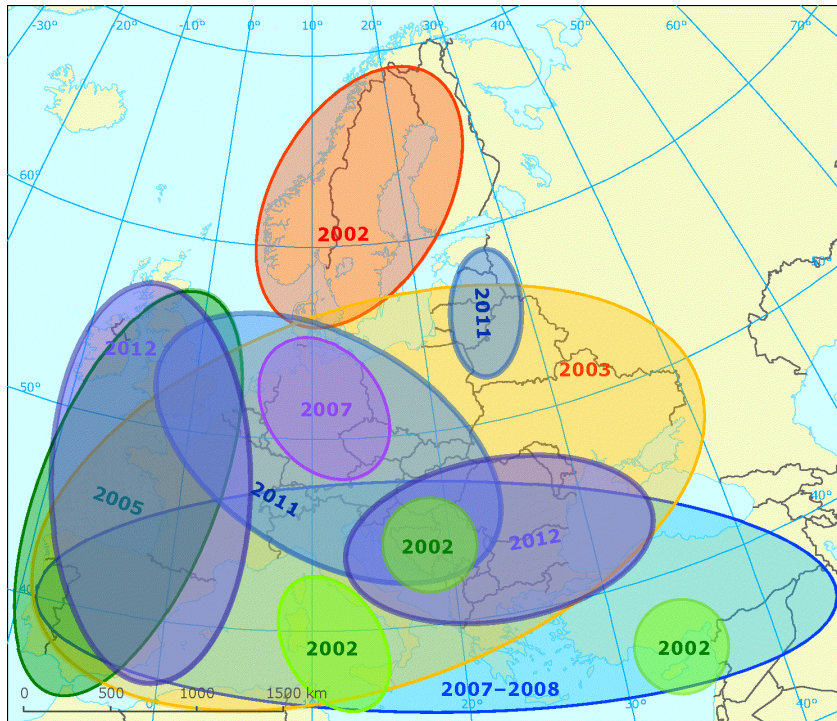


nyár

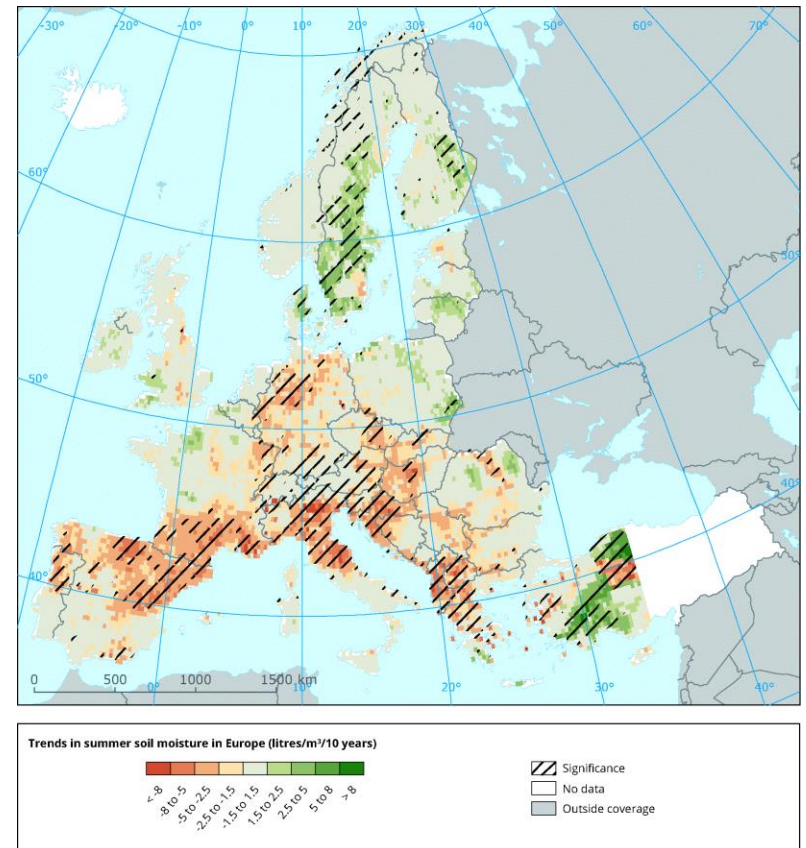


ősz

Vízhiány és aszály Európában, 2002-2012



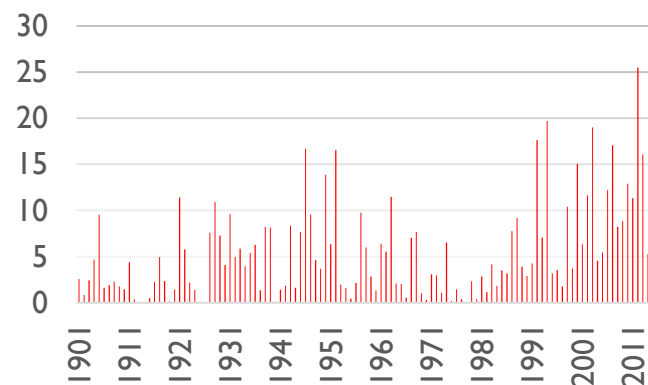
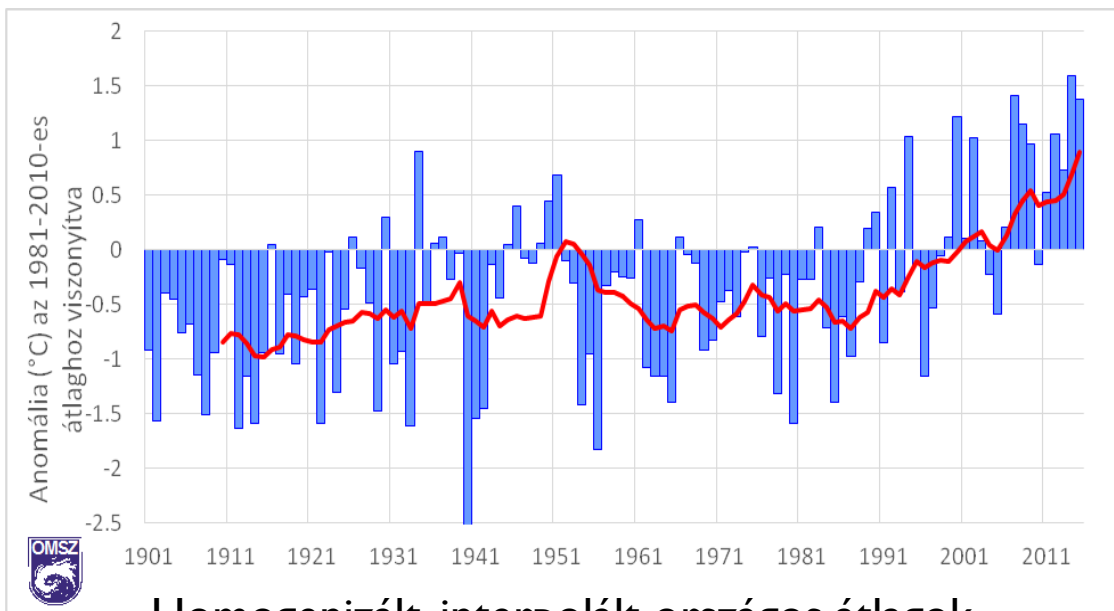
Talajnedvesség trendje nyáron, 1951-2012



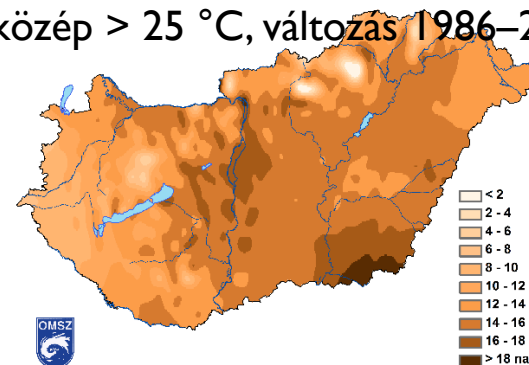
Hazai hőmérsékleti változások 2015-ig

Adatkezelési eljárások: MASH (Szentimrey)
MISH (Szentimrey, Bihari)

hőhullámos napok
($T_{\text{közép}} > 25 \text{ }^\circ\text{C}$), változás + 8 nap,
1901-2015,



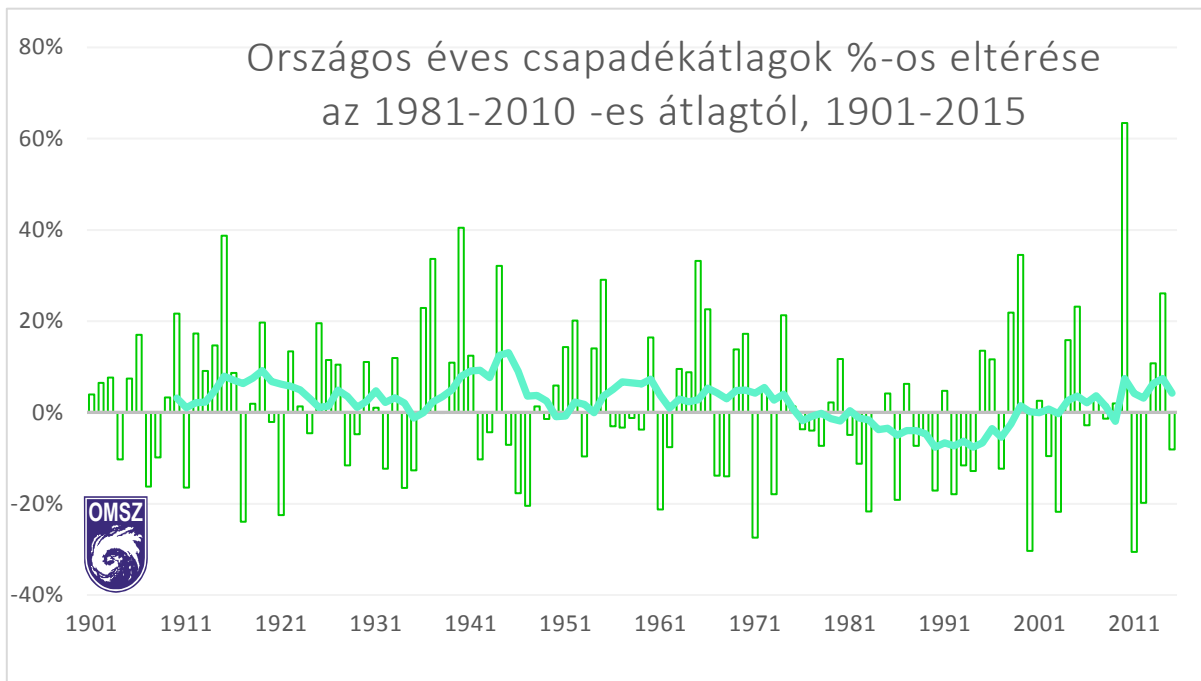
$T_{\text{közép}} > 25 \text{ }^\circ\text{C}$, változás 1986–2015



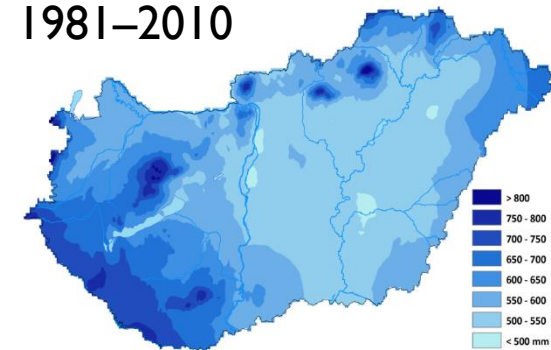
Homogenizált, interpolált országos átlagok

| | év | tavas | nyár | ősz | tél |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 1901-2015 | 1,3 | 1,3 | 1,6 | 0,9 | 1,1 |
| | (0,9 , 1,6) | (0,7 , 1,9) | (1 , 2) | (0,3 , 1,5) | (0,2 , 2,1) |
| 1986-2015 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | 1,6 | 0,8 |
| | (0,9 , 2,6) | (0,6 , 2,6) | (0,9 , 2,6) | (0,7 , 2,4) | (-0,9 , 2,5) |

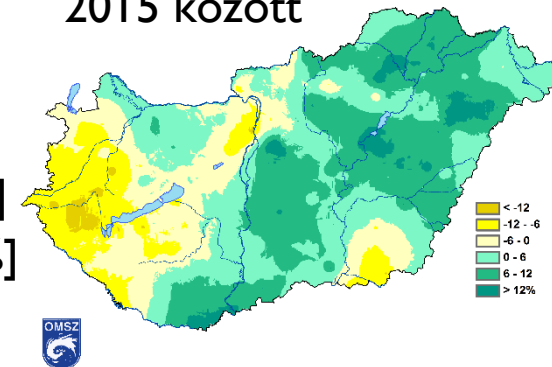
Éves csapadékösszegek alakulása



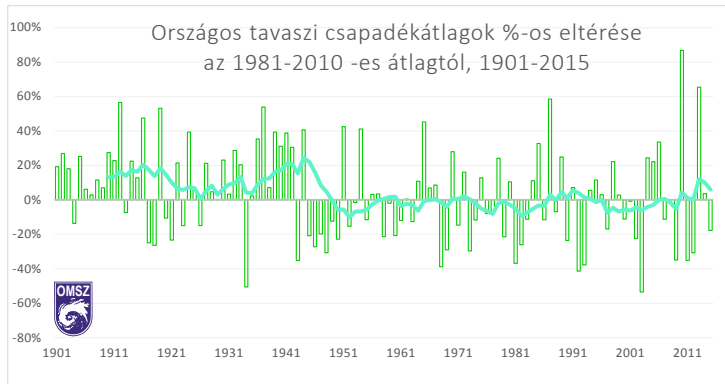
évi átlagos csapadék
1981–2010



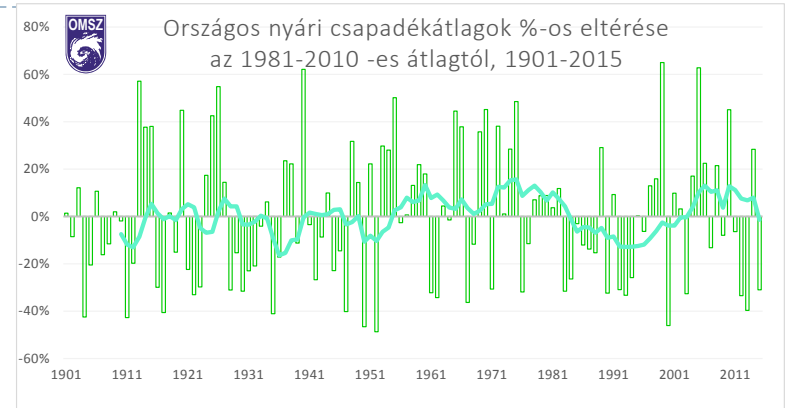
változása 1961–
2015 között



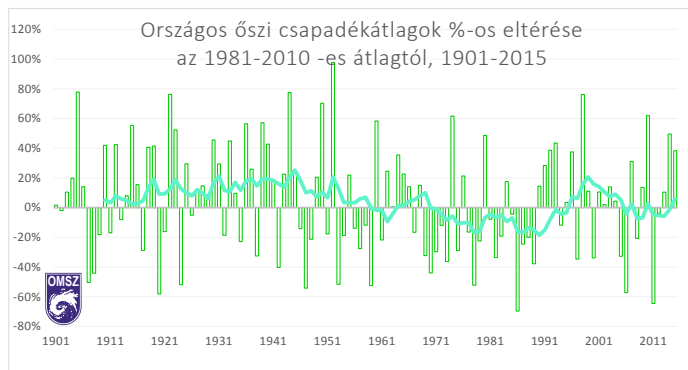
Évszakos csapadékösszegek alakulása



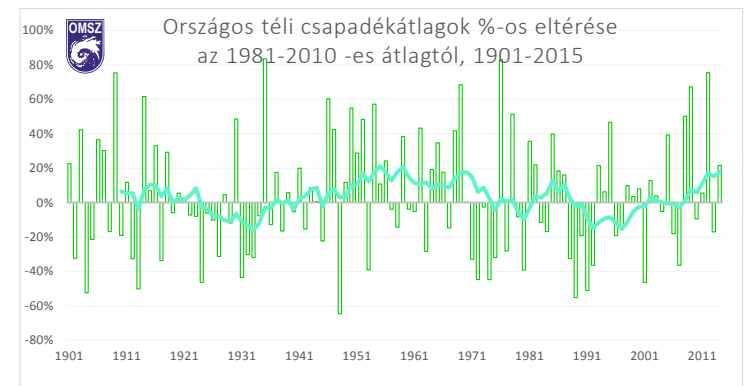
1901-2015: -17.4 % [-28.1 %, -5.1%]
1986-2015: 1% [-27.8%, 40.3%]



1901-2015: 5.3% [-9.8%, 22.9%]
1986-2015: 8.2% [-20.2%, 46.6%]

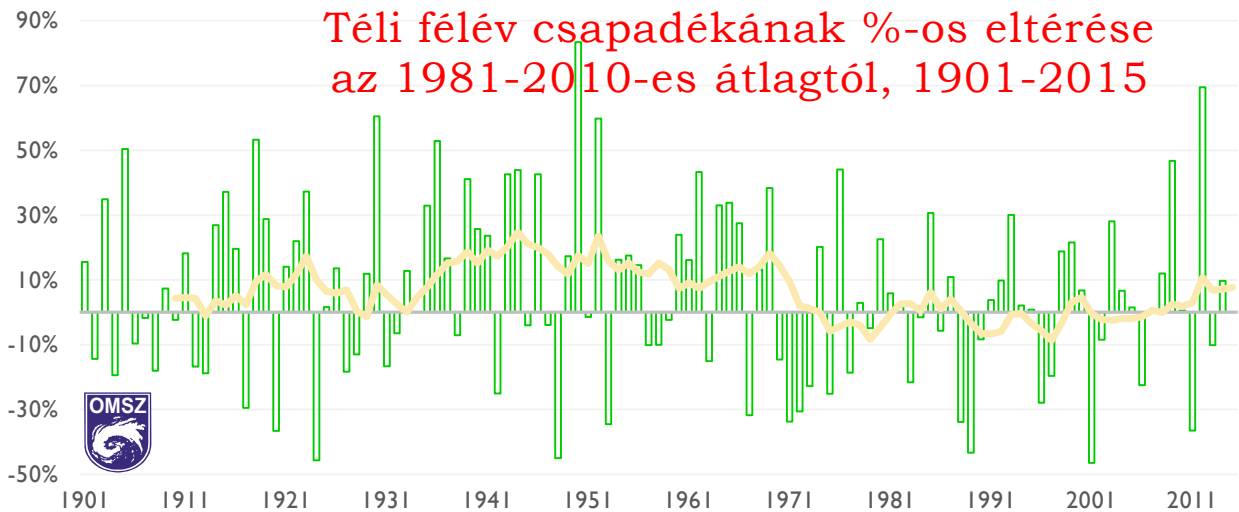


1901-2015: -13.3% [-29.3%, 6.3%]
1986-2015: 28.3% [-17.3%, 98.6%]



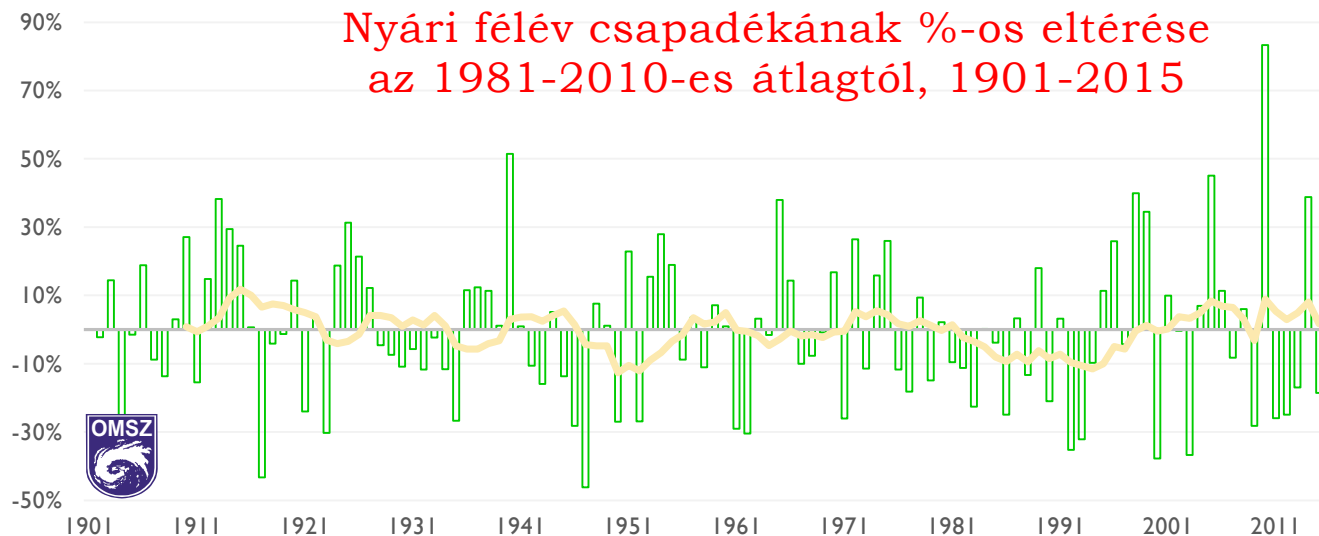
1901-2015: 4.7% [-13%, 25.9%]
1986-2015: 37.6% [-2.6%, 94.5%]

Téli félév csapadékának %-os eltérése az 1981-2010-es átlagtól, 1901-2015



1901-2015: -8.7% [-20.6%, 5%]
1961-2015: -2.8% [-20.4%, 18.6%]

Nyári félév csapadékának %-os eltérése az 1981-2010-es átlagtól, 1901-2015



1901-2015: -4% [-14.6%, 7.9%]
1961-2015: 5% [-12.5%, 25.9%]



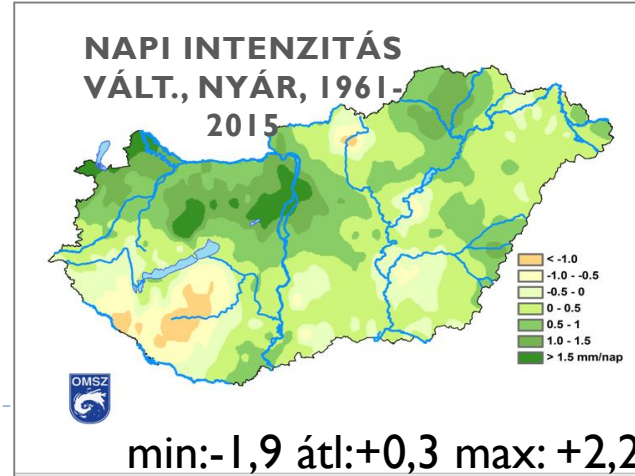
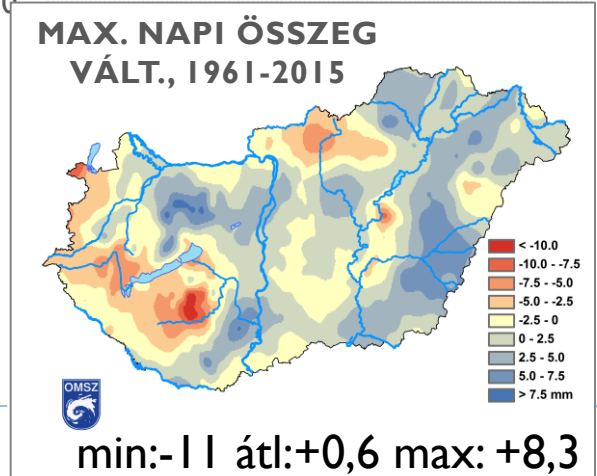
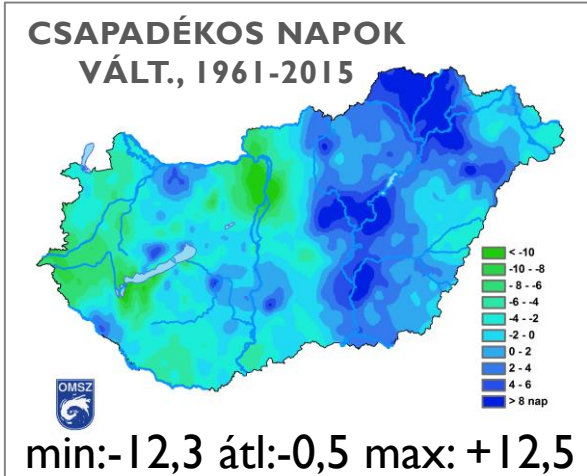
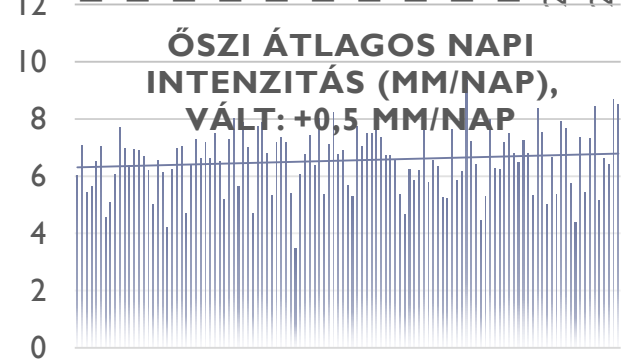
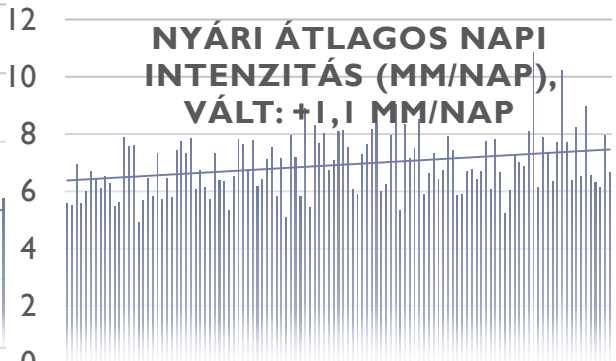
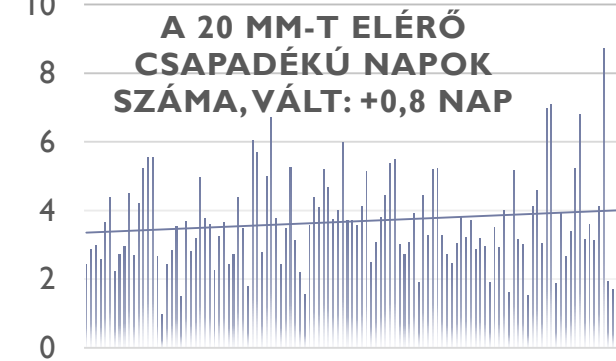
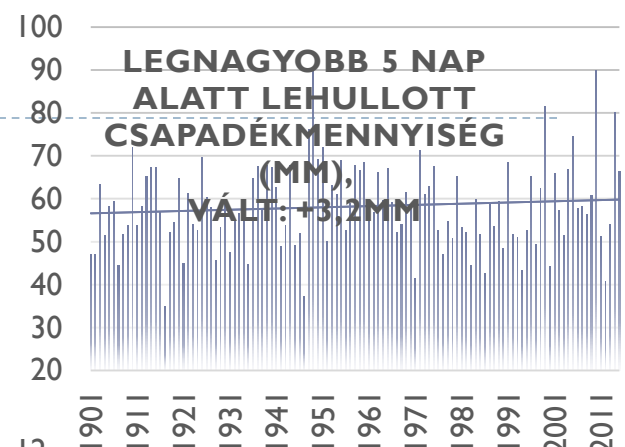
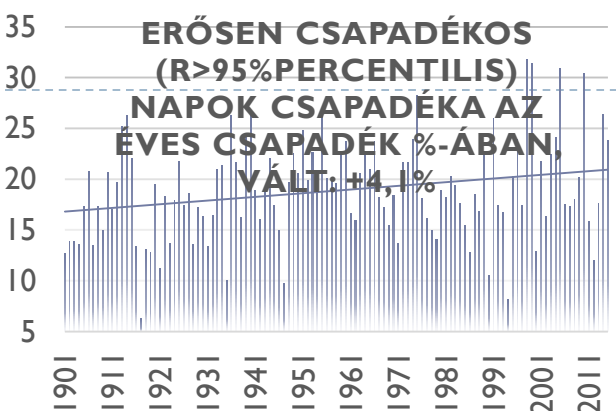
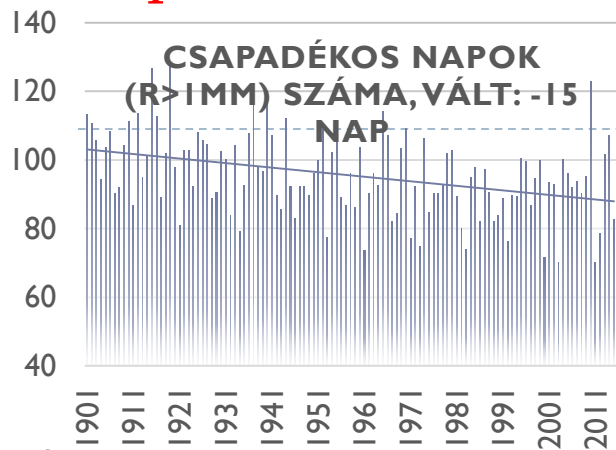
| Indicator name | Indicator definitions | Units |
|--|---|-----------|
| Hottest day TXx | Hottest day Monthly maximum value of daily max temperature | °C |
| Coldest Night TNn | Coldest night Monthly minimum value of daily min temperature | °C |
| Cool nights TN10p | Cool nights when daily min temperature<10 th percentile | days |
| Cool days TX10p | Cool days when daily max temperature<10 th percentile % | days |
| Warm nights TN90p | Warm nights when daily min temperature>90 th percentile % | days |
| Warm days TX90p | Warm days when daily max temperature>90 th percentile % | days |
| Growing season length (5degree) GS5L | Annual count between first span of at least 6 days with TG>5 °C and first span after July 1 of 6 days with TG<5 °C (where TG is daily mean temperature) | days |
| Growing season start (5degree) GS5Start | Daynumber at the end of the first span of at least 6 days with TG>5 °C (where TG is daily mean temperature) | daynumber |
| Growing season end (5degree) GS5End | Daynumber for the end of the last span of at least 6 days with TG>5 °C (where TG is daily mean temperature) | daynumber |
| Growing season length (10 degree) GS10L | Annual count between first span of at least 6 days with TG>10 °C and first span after July 1 of 6 days with TG<10 °C (where TG is daily mean temperature) | daynumber |
| Growing season start (10 degree) GS10start | Daynumber at the end of the first span of at least 6 days with TG>10 °C (where TG is daily mean temperature) | daynumber |
| Growing season end (10 degree) GS10End | Daynumber for the end of the last span of at least 6 days with TG>10 °C (where TG is daily mean temperature) | daynumber |
| Ice days ID | Ice days Annual count when daily maximum temperature<0° | days |
| Severe cold days ECD | Severe cold days Annual count when daily minimum temperature<-10° | days |
| Frost days FD | Frost days Annual count when daily minimum temperature<0° | days |
| Summer days SU | Summer days Annual count when daily max temperature>25° | days |
| Hot days HD | Hot days Annual count when daily max temperature>30° | days |
| Extremely hot days EHD | Extremely hot days Annual count when daily max temperature>35° | days |
| Warm spell duration WSDI | Warm spell duration index Annual count when at least six consecutive days of max temperature>90 th percentile | days |
| Cold spell duration CSDI | Cold spell duration index Annual count when at least six consecutive days of min temperature <10 th percentile | days |
| Max 1 day precip RX1day | Max 1 day precipitation amount Monthly maximum 1 day precipitation | mm |
| Max 5 day precip RX5day | Max 5 day precipitation amount Monthly maximum consecutive 5 day precipitation | mm |
| Simple daily intensity SDII | Simple daily intensity index The ratio of annual total precipitation to the number of wet days (≥1 mm) | mm/day |
| Heavy precipitation days R20 | Number of very heavy precipitation days Annual count when precipitation≥20 mm | days |
| Consecutive dry days CDD | Consecutive dry days Maximum number of consecutive days when precipitation<1 mm | days |
| Contribution from very wet days R95pTOT | R95pTOT Contribution from very wet days. Annual total precipitation from days>95 th percentile | % |

Szélsőség indexek/éghajlati indikátorok

- ✓ 38 féle hőmérséklet és 15 féle csapadék index
- ✓ Percentilis küszöbök: 1961-1990 időszak alapján
- ✓ Homogenizált, interpolált rácsponti adatokon
- ✓ Éves, évszakos értékek, csapadék indexekre havi értékek is
- ✓ Időszak választás
- ✓ Trendillesztés
- ✓ Rácsponti változások



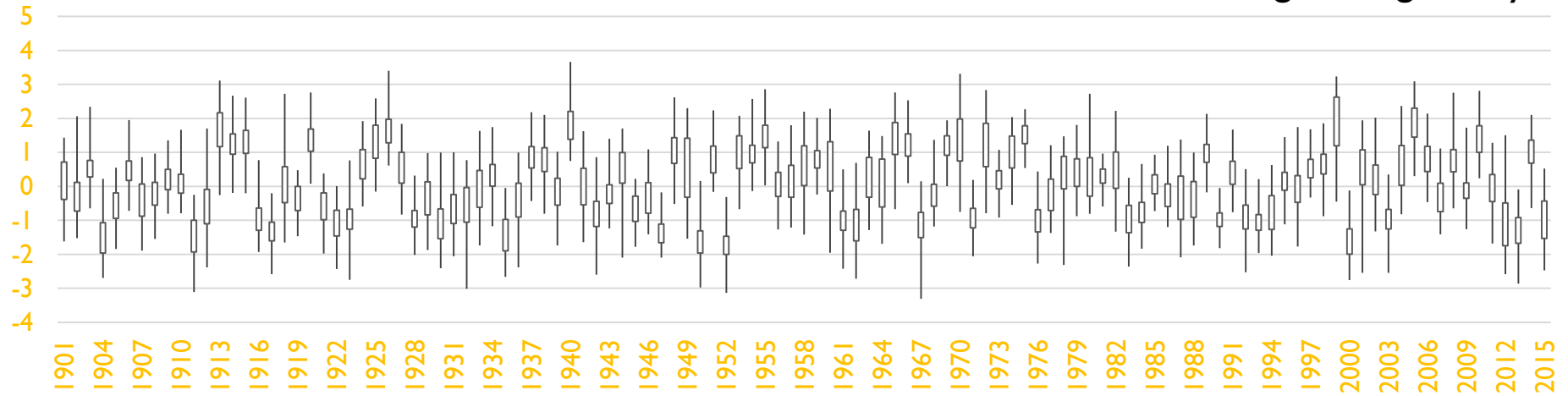
Csapadék indexek 1901-2015, és a változás térben, 1961-2015



DMCSEE projekt: aszálymonitoring – SPI, 1901-2015, homogenizált, rácsponti, havi csapadék alapján

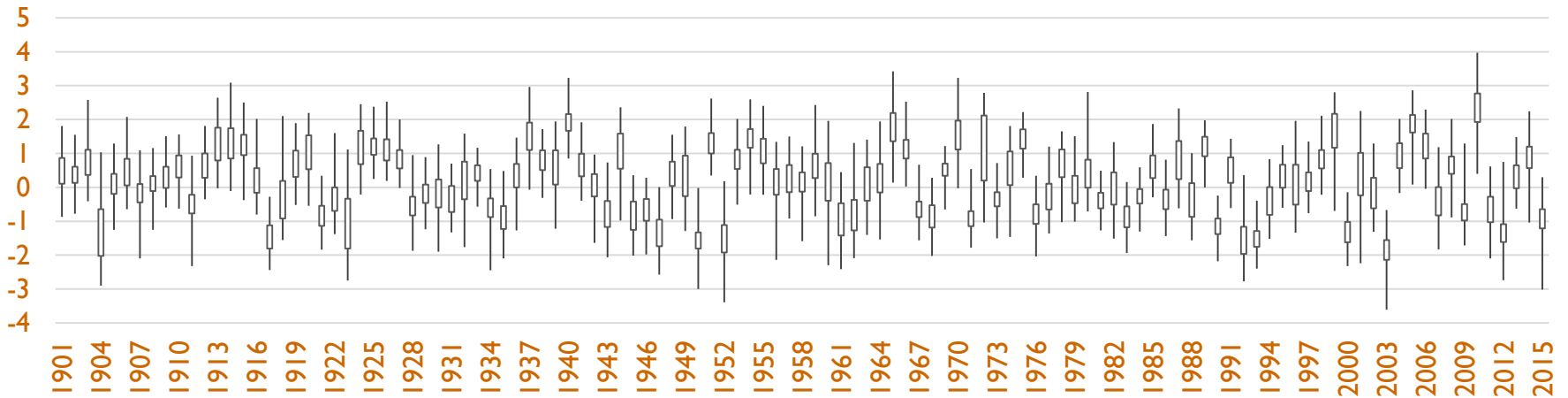
SPI3 Aug

Mezőgazdasági aszály



SPI6 Aug

Hidrológiai aszály



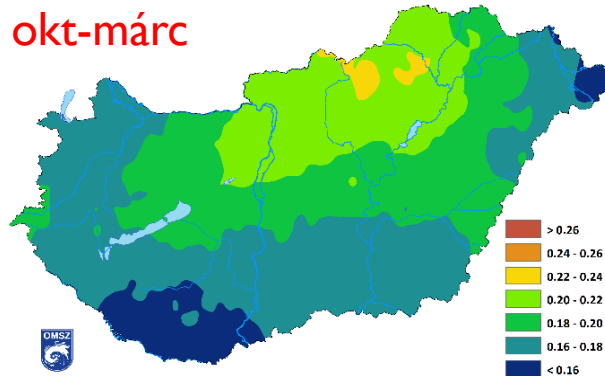
Aszály

SPI, PDSI, PADI
DMCSEE – Dél-kelet
Európai aszály
Központ

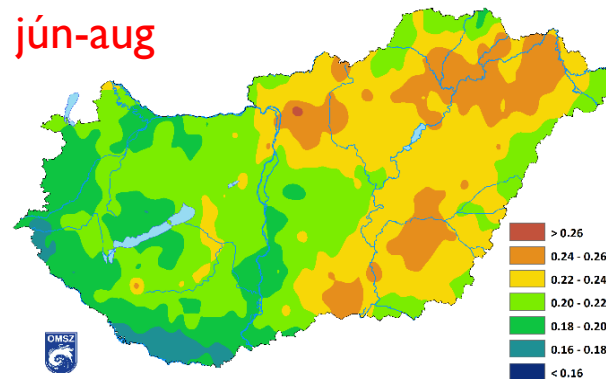
Kockázatos területek
D/E nagy

Aszálykockázat: negatív
elt.négyzete/átl

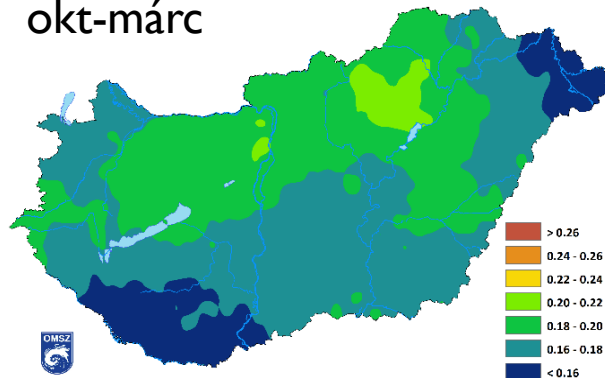
1961-2010
okt-márc



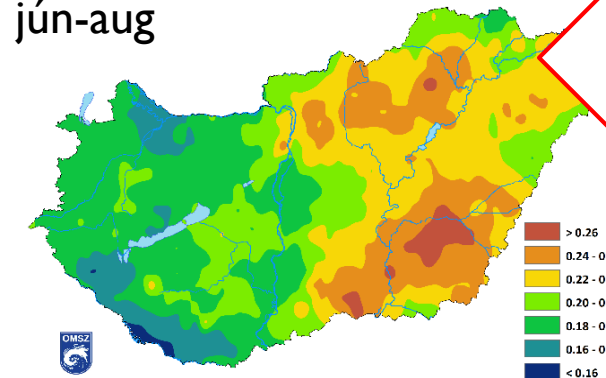
1961-2010
jún-aug



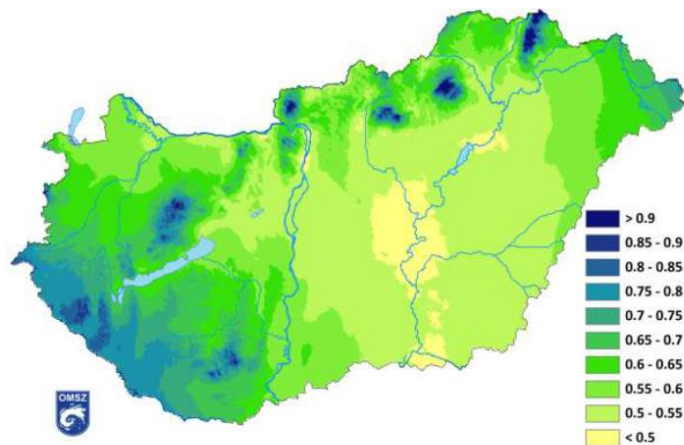
1981-2010
okt-márc



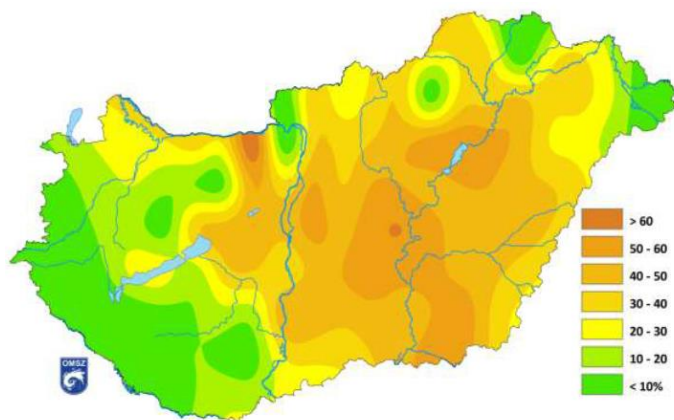
1981-2010
jún-aug



▶ $AI = P/PET$ átlagos értéke, 1981-2010



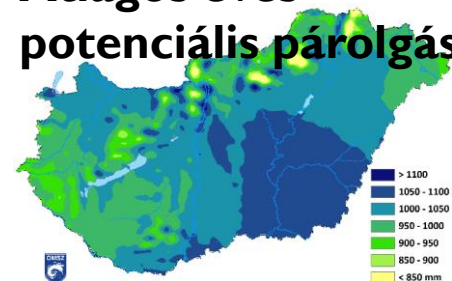
▶ Évek aránya (%) amikor $AI < 0,5$



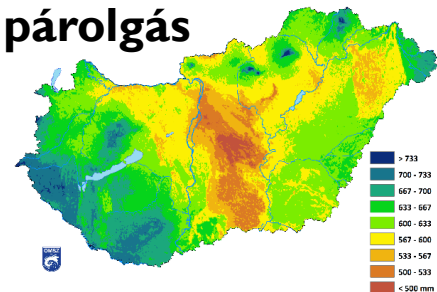
**„Szárász” területek
kijelölése ariditás
index (FAO) alapján**

Hátrányos természeti
adottságú területek
kijelölése, CarpatClim
adatok, 1981-2010

**Átlagos éves
potenciális párolgás**



**Átlagos éves tényleges
párolgás**



- ▶ Rainfall erosivity factor (Brown and Foster, 1987) éves átlagos erozivitás ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ yr}^{-1}$):

$$R = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{mj} (EI_{30})_k$$

- ▶ Egy esemény eróziós hatása:

$$EI_{30} = \left(\sum_{r=1}^0 e_r v_r \right) I_{30}$$

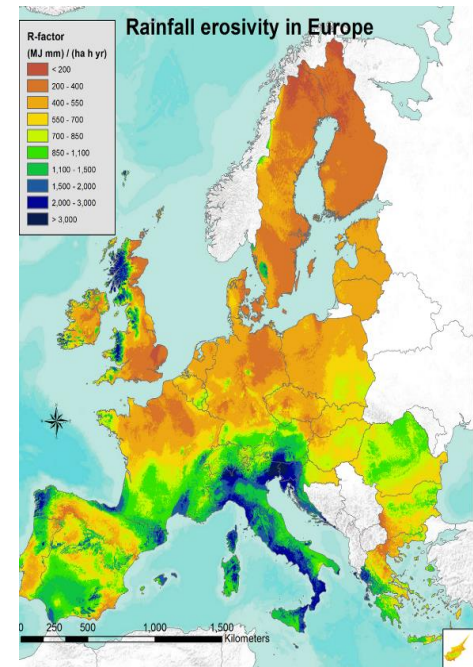
- ▶ Egységnyi csapadék energia: e_r :

$$e_r = 1099 [1 - 0.72 \exp(-1.27 i_r)]$$

- ▶ i_r csap. intenzitás (mm h^{-1}) adott időintervallumban

Brown, L.C., Foster, G.R., 1987. Storm erosivity using idealized intensity distributions. Transactions of the ASAE 30, 379–386.

Erozivitás számítás – JRC



Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., Meusburger, K., Klik, A., Rousseva, S., Tadić, M.P., Michaelides, S., Hrabalíková, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymaszewicz, A., Dumitrescu, A., Beguería, S., Alewell, C. Rainfall erosivity in Europe. Sci Total Environ. 511 (2015), pp. 801-814. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.008

| Date | PRECIP | DURATION | MAX_5 | MAX_15 | MAX_30 | MAX_60 | ENERGY | EI30 |
|----------|--------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| MO/DA/YR | mm | hrs | mm/hr | mm/hr | mm/hr | mm/hr | MJ/ha | MJ*mm/ha*hr |

| | | | | | | | | |
|----------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|
| 01/20/98 | 32.50 | 35.83 | 3.600 | 3.600 | 3.439 | 3.021 | 3.175 | 10.917 |
| 04/08/98 | 15.20 | 23.00 | 8.391 | 6.494 | 3.836 | 2.726 | 1.549 | 5.940 |
| 04/17/98 | 21.10 | 12.00 | 4.800 | 4.800 | 4.800 | 4.200 | 2.245 | 10.776 |
| 04/18/98 | 30.10 | 15.17 | 9.782 | 9.368 | 8.203 | 7.116 | 3.584 | 29.401 |
| 05/04/98 | 25.90 | 14.50 | 6.002 | 5.299 | 4.407 | 4.014 | 2.820 | 12.425 |
| 05/17/98 | 14.30 | 9.17 | 11.406 | 11.007 | 10.008 | 7.355 | 1.896 | 18.973 |

R-faktor



RUSLE Monthly Averages for Period of Data Processed.
Reporting Period: 01/98 - 12/13

| MONTH | PRECIP | ENERGY | EI30 | Erosivity_Density |
|-------|--------|--------|------------|-------------------|
| m | mm | MJ/ha | MJ*mm/ha*h | MJ/ha*h |
| 1 | 30.87 | 1.02 | 3.32 | 0.11 |
| 2 | 28.49 | 0.67 | 2.09 | 0.07 |
| 3 | 34.29 | 1.41 | 6.59 | 0.19 |
| 4 | 40.56 | 2.40 | 15.29 | 0.38 |
| 5 | 58.93 | 5.24 | 121.22 | 2.06 |
| 6 | 71.88 | 9.24 | 283.83 | 3.95 |
| 7 | 67.43 | 7.36 | 149.77 | 2.22 |
| 8 | 58.48 | 8.29 | 324.38 | 5.55 |
| 9 | 45.31 | 3.27 | 33.59 | 0.74 |
| 10 | 38.07 | 2.33 | 16.75 | 0.44 |
| 11 | 45.61 | 2.56 | 16.48 | 0.36 |
| 12 | 38.13 | 1.37 | 6.28 | 0.16 |

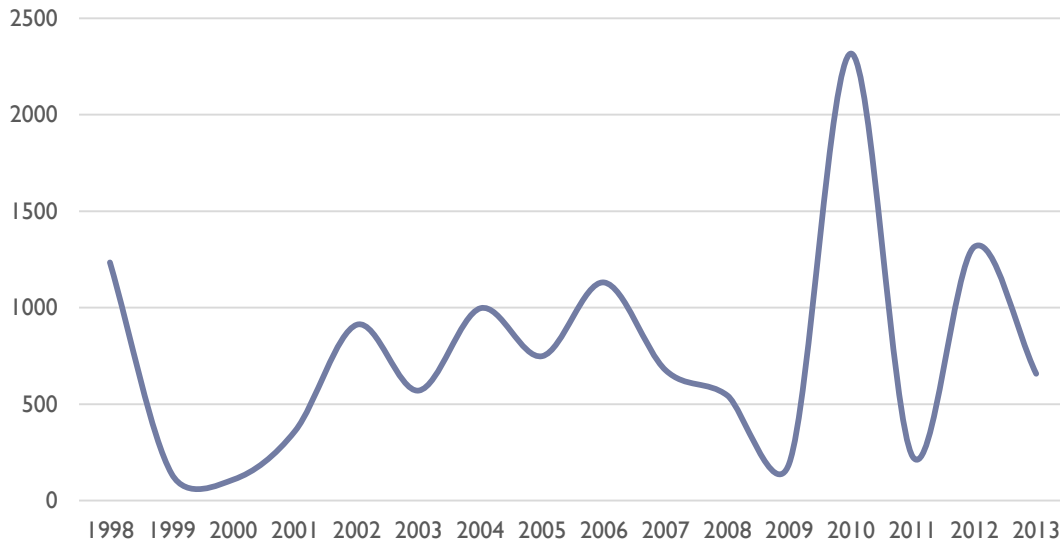
30 db automata
állomás 10 perces
adataira, 1998-2013

Ouput:

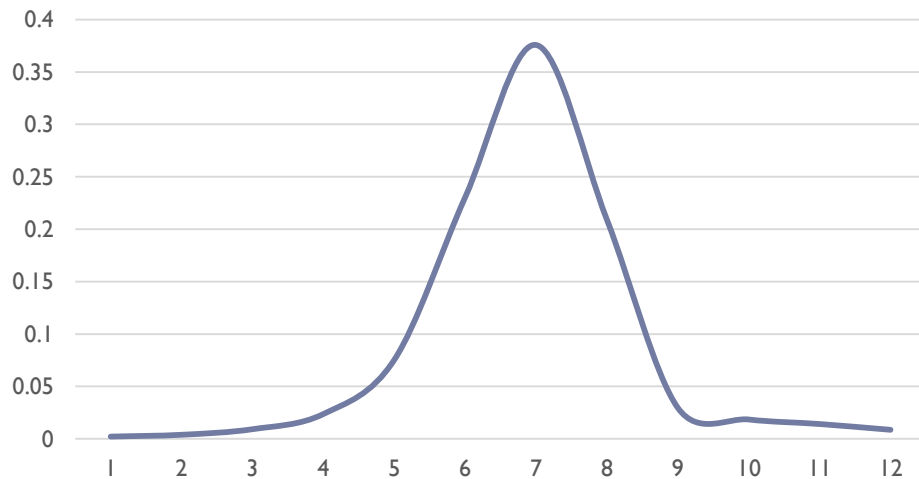
- egyes események erozivitása
- intenzitások különböző tartamokra
- havi átlagos erozivitás

RIST eljárás: USDA, 2014. United States Department of Agriculture. Rainfall Intensity Summarizaion Tool (RIST). Accessed from <http://www.ars.usda.gov/News/docs.htm?docid=3251> [Jun 2014]

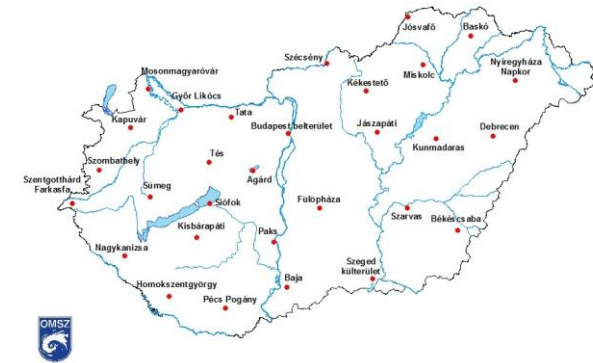
R faktor (MJ*mm/ha/hr) Nyíregyháza



Eróziós együttható



R-faktor

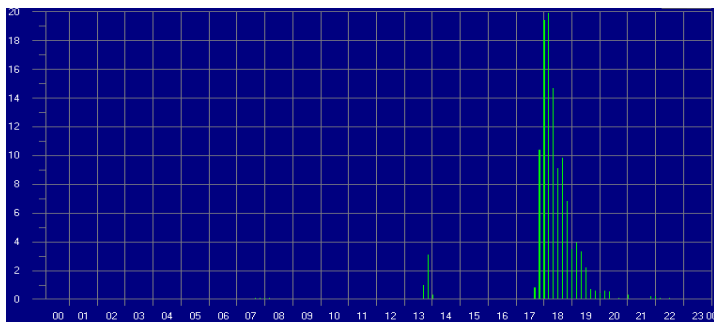
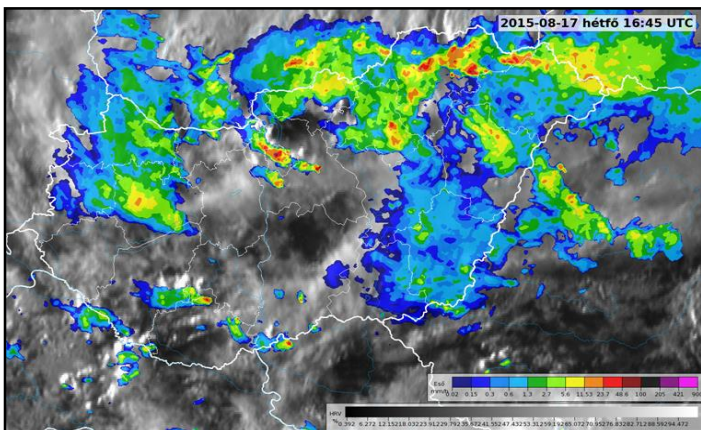


30 db automata
állomás 10 perces
adataira, 1998-2013

Ouput:

- egyes események erozivitása
- intenzitások különböző tartamokra
- havi átlagos erozivitás

2015. augusztus 17., Budapest, órás
csapadékösszeg: 83,3 mm



Gyakoribb heves események

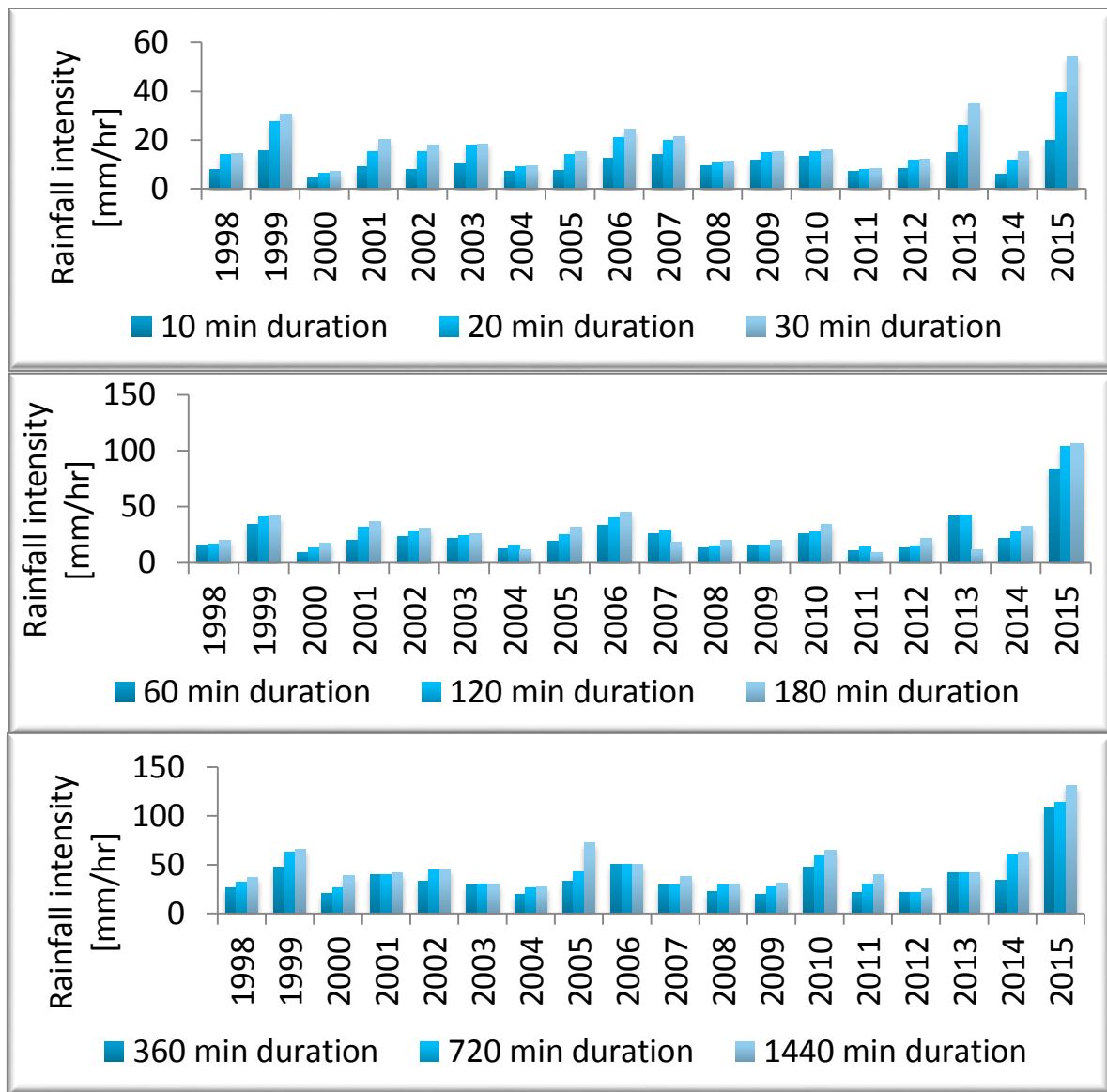
- lecsapó villámok gyakorisága növekszik
- jégesővel járó károk növekednek
- zivatarok okozta szélviharok erőssége növekvő tendenciát mutat
- villám árvizek (flash flood)
- eróziós hatás növekedése
- városi környezet

60 perces összegek visszatérési értékei (mm)

| Vissz. per. | 2 | 4 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 1998-2014 | 19.3 | 25.5 | 27.4 | 33 | 38.7 | 46.4 | 52.5 | 58.9 |
| 1998-2015 | 19.6 | 28,3 | 31.4 | 42.3 | 55.9 | 79.9 | 103.9 | 134.8 |



▶ A különböző tartamok maximumai Budapest-Belterület állomáson



IDF görbék meghatározása

Mérnöki feladatok
– csatornázás

Intenzitás-tartam-
gyakoriság

Módszer: extrém
eloszlás illesztés -
GEV eloszlás
(Gumbel)

| 10 min duration (yearly max: avg= 10.41 mm, std=4 mm) | | | |
|---|--------------------|------------------------|------------------------|
| T_{ret} (years) | Gumbel freq. fact. | Prec _T (mm) | Intensity _T |
| 2 | -0.164 | 9.75 | 58.52 |
| 5 | 0.720 | 13.29 | 79.75 |
| 10 | 1.305 | 15.64 | 93.81 |
| 20 | 1.867 | 17.88 | 107.30 |
| 50 | 2.594 | 20.79 | 124.75 |
| 100 | 3.138 | 22.97 | 137.83 |

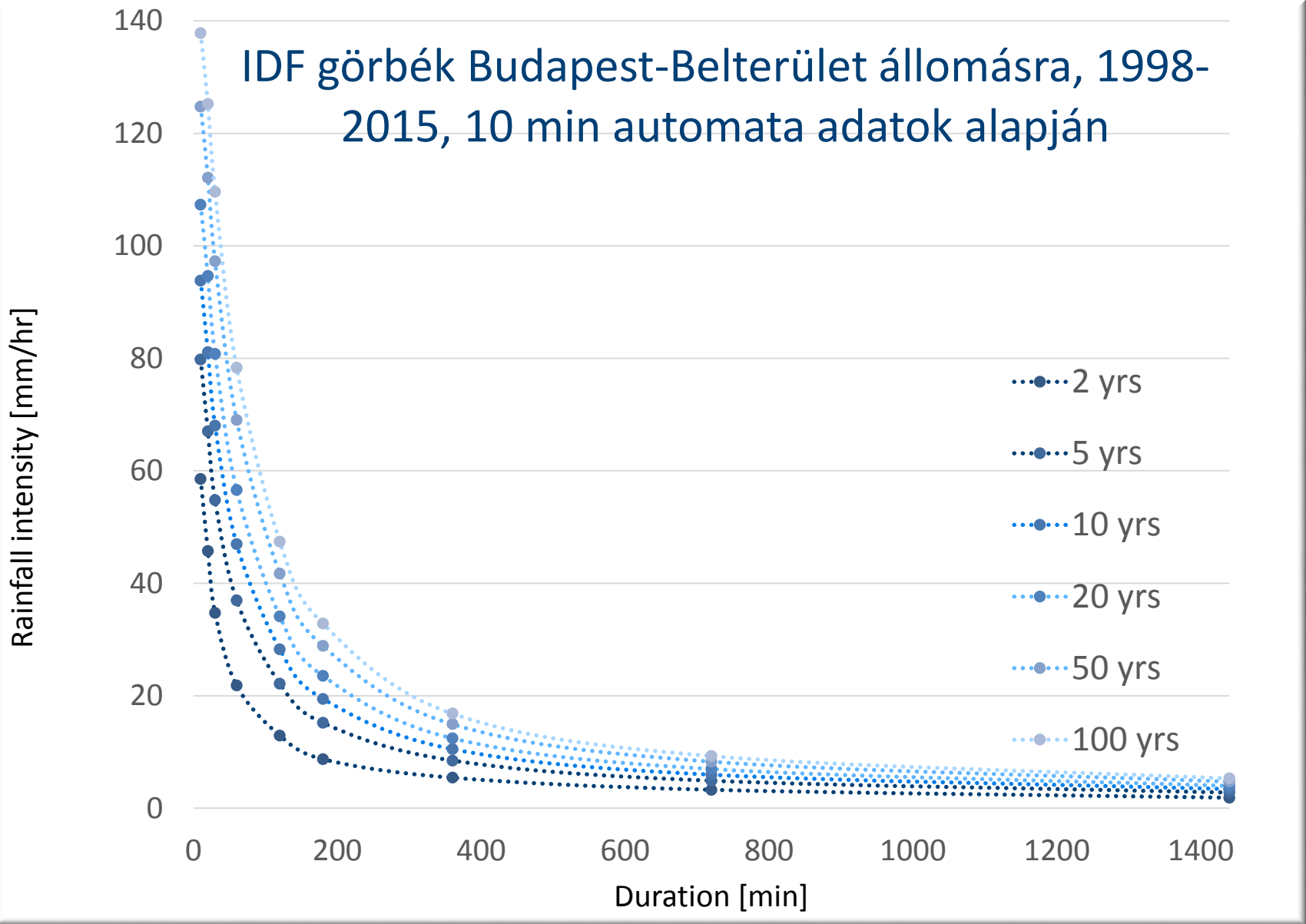
| 30 min duration (yearly max: avg= 19.22 mm, std=11.34 mm) | | | |
|---|--------------------|------------------------|------------------------|
| T_{ret} (years) | Gumbel freq. fact. | Prec _T (mm) | Intensity _T |
| 2 | -0.164 | 17.36 | 34.72 |
| 5 | 0.720 | 27.38 | 54.76 |
| 10 | 1.305 | 34.02 | 68.03 |
| 20 | 1.867 | 40.38 | 80.76 |
| 50 | 2.594 | 48.62 | 97.24 |
| 100 | 3.138 | 54.79 | 109.59 |

| 60 min duration (yearly max: avg= 24.61 mm, std=17.12 mm) | | | |
|---|--------------------|------------------------|------------------------|
| T_{ret} (years) | Gumbel freq. fact. | Prec _T (mm) | Intensity _T |
| 2 | -0.164 | 21.80 | 21.80 |
| 5 | 0.720 | 36.93 | 36.93 |
| 10 | 1.305 | 46.95 | 46.95 |
| 20 | 1.867 | 56.56 | 56.56 |
| 50 | 2.594 | 69.00 | 69.00 |
| 100 | 3.138 | 78.33 | 78.33 |

| 180 min duration (yearly max: avg= 29.69 mm, std=21.91 mm) | | | |
|--|--------------------|------------------------|------------------------|
| T_{ret} (years) | Gumbel freq. fact. | Prec _T (mm) | Intensity _T |
| 2 | -0.164 | 26.09 | 8.70 |
| 5 | 0.720 | 45.46 | 15.15 |
| 10 | 1.305 | 58.29 | 19.43 |
| 20 | 1.867 | 70.59 | 23.53 |
| 50 | 2.594 | 86.51 | 28.84 |
| 100 | 3.138 | 98.44 | 32.81 |

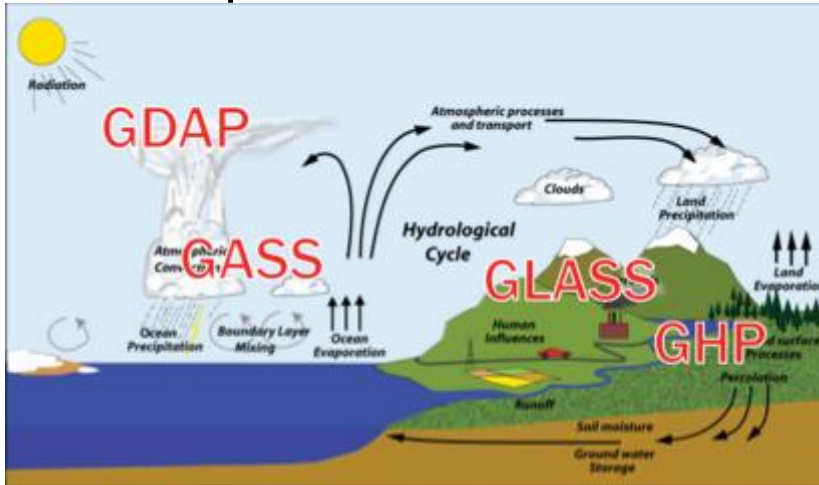


IDF görbék Budapest-Belterület állomásra, 1998-2015, 10 min automata adatok alapján



PannEx - GEWEX: Global Energy and Water Cycle Exchanges Project

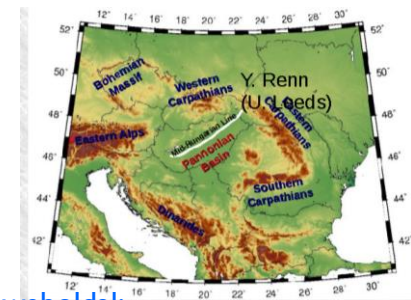
GEWEX panels:



The GEWEX Hydroclimatology Panel (**GHP**) aims to understand and predict continental to local-scale hydroclimates for hydrologic applications.

RHPs are generally large, regionally-focused multidisciplinary projects that aim to improve the understanding and prediction of that region's weather, climate and hydrology.

PannEx



PannEx weboldal:
<https://sites.google.com/site/projectpannex/home>

The PannEx Flagship science Questions and Cross Cut subjects

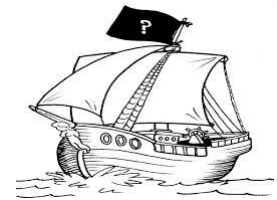
FQ1: Adaptation of agronomic activities to weather and climate extremes

FQ2: Understanding of air quality under different weather and climate conditions

FQ3: toward a sustainable development

FQ4: water management, droughts and floods

FQ5: Education, knowledge transfer and outreach



CCI:
Data/knowledge rescue and consolidation

CC2: Process modelling

CC3:
Development and validation of modelling tools

FQ4: water management, droughts and floods

Evolution of precipitation and temperature (weather) extremes and risk assessment

Understanding the water cycle of the Pannonian basin (hydrological perspective)

Hydrometeorological forecasting and early warning systems

Anthropogenic influence (dams, reservoirs...) on the hydrological cycle

Contributors:

Monika Lakatos (Hungarian Meteorological Service, lakatos.m@met.hu), contributors:

Béla Nováky (Szent István University, novaky.bela@gmail.com)

Sándor Szalai (Szent István University, szalai.sandor@mkk.szie.hu)

Gregor Gregoric (Slovenian Environment Agency, Gregor.Gregoric@gov.si) Livia Labudova (Livia.Labudova@shmu.sk; Slovak Hydrometeorological Institute),

Dr. Slobodan Nickovic Republic Hydrometeorological Service, Serbia and WMO snickovic@wmo.int)

Valeriya Ovcharuk (Odessa State Environmental University, valeri.o@mail.ru)

Csaba Horvath Ph.D (Babes-Bolyai University, csaba.horvath@geografie.ubbcluj.ro)

Judit Bartholy (Eotvos Lorand University, bartholy@caesar.elte.hu)

Rita Pongracz (Eotvos Lorand University, pongracz.rita@gmail.com)



Összefoglaló megjegyzések

- ▶ Monitoring fontossága a jövőben is, reprezentatív, ellenőrzött, homogenizált mérésekre alapozva
- ▶ Jövőbeli változás a már most is tapasztalható változásokhoz és változékonysághoz adódik
- ▶ Határon átnyúló együttműködések fontossága





Köszönöm a figyelmet!



Alapítva: 1870

