

## A csapadékintenzitás adatok elemzése és a tervezési értékek becslésének gyakorlata az OMSZ-nál

Lakatos Mónika

Országos Meteorológiai Szolgálat

Éghajlati Osztály

Köszönet Hoffmann Lillának, Izsák Beatrixnek, Hercsényi Lászlónak és Klaibán Sándornak

MTA MTB előadói ülés, téma: extrém csapadékok

OMSZ, 2018. június 15.



*Alapítva: 1870*

# Vázlat

---

- ▶ Globális éghajlati változások, hazai trendek
- ▶ Csapadék részösszegek - mérési gyakorlata régen és ma
- ▶ Archívum tartalma
- ▶ Tervezési értékek becslése – csapadék maximum függvények
- ▶ Intenzitás-tartam-gyakoriság görbék előállítása

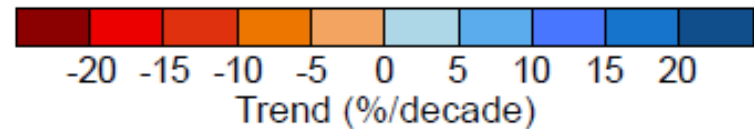
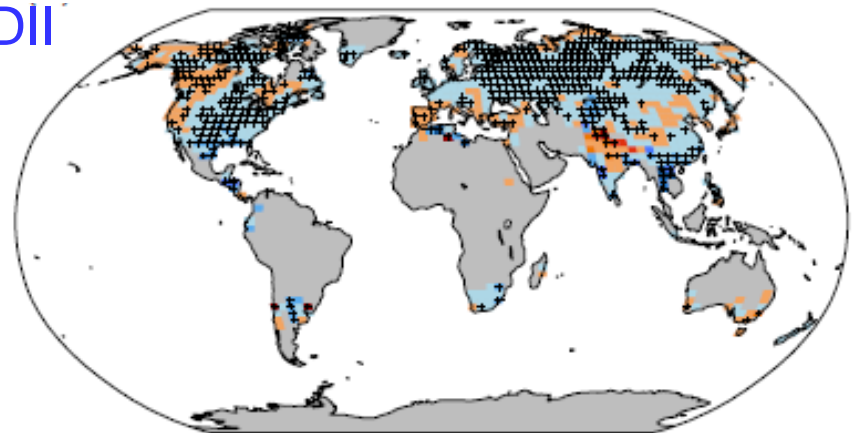
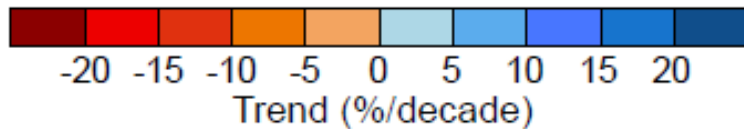
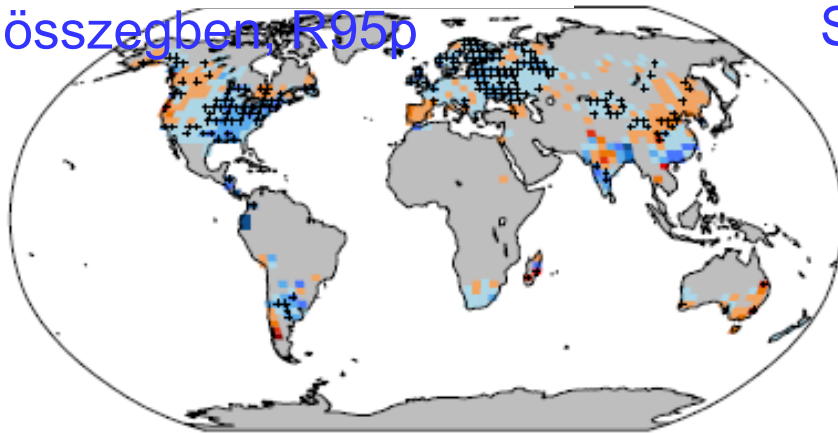


# Globális változások/ IPCC AR5

---

nagy csapadékok  
aránya az évi  
összegben, R95p

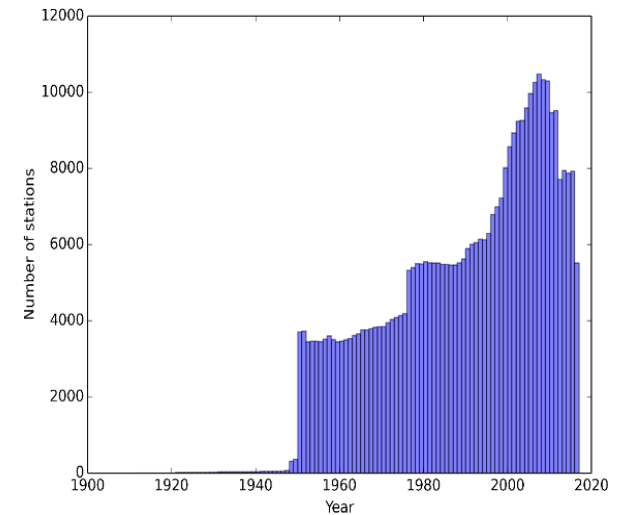
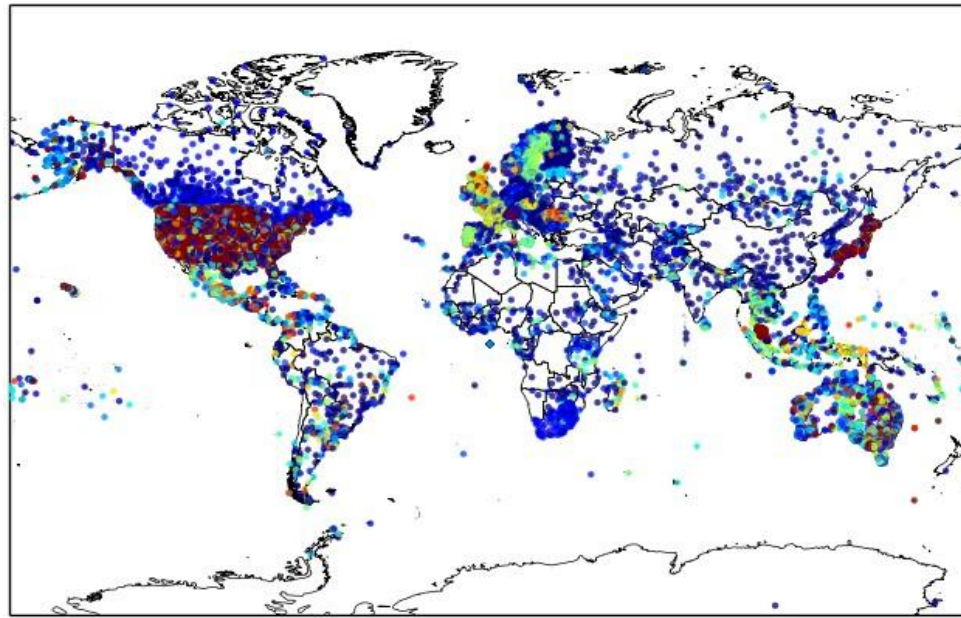
napi intenzitás,  
SDII



# WMO GEWEX: A globális melegedés és a rövid idejű intenzív csapadékok kapcsolatának feltárása:

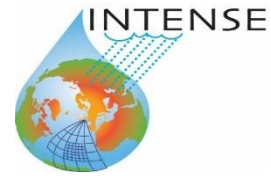


## INTENSE: INTElligent use of climate models for adaptation to non-Stationary hydrological Extremes



Forrás: [https://www.gewexevents.org/wp-content/uploads/GHP2017\\_CC\\_INTENSE.pdf](https://www.gewexevents.org/wp-content/uploads/GHP2017_CC_INTENSE.pdf)

# Cél: globális adatbázis létrehozása, napon belüli extrém klímaindexek előállítás



- **Rx1hr** Monthly maximum 1-hour precipitation **Monthly maximum indices**
- **Rx3hr** Monthly maximum 3-hour precipitation
- **Rx6hr** Monthly maximum 6-hour precipitation
- **Rx1hrP** Percent of daily total that fell in the Monthly maximum 1-hour precipitation

- **LW1H** Monthly likely wettest hour within a day **Diurnal cycle indices**
- **LD1H** Monthly likely driest hour within a day
- **DLW1H** Dispersion around Monthly likely wettest hour within a day
- **S1HII** Simple hourly precipitation intensity index
- **CW1H** Maximum length of wet spell

- **R10mm1hr** Monthly count of hours when  $PRCP \geq 10\text{mm}$  **Frequency/threshold indices**
- **R20mm1hr** Monthly count of hours when  $PRCP \geq 20\text{mm}$
- **Rxmm1hr** Annual count of hours when  $PRCP \geq n\text{mm}$ ,  $n$  is a user defined threshold

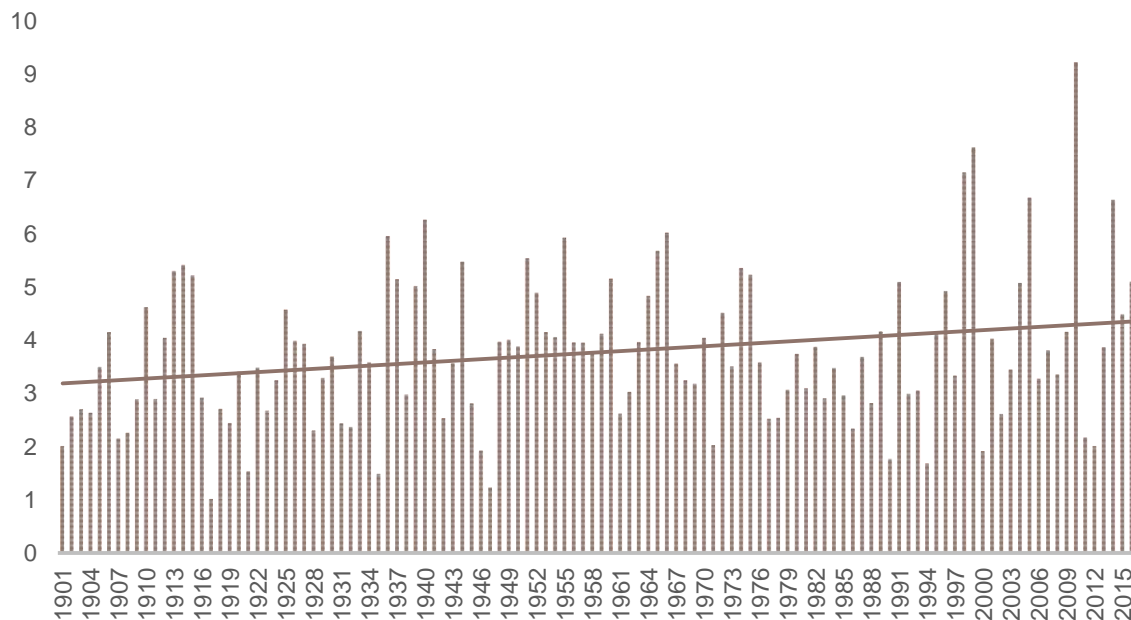
- **PRCPTOT1hr** Annual total precipitation in wet hours **General indices**



Hazai trendek

# Éghajlati monitoring / klíma indikátorok

## NAPI CSAPADÉKÖSSZEG >20 MM, 1901-2017

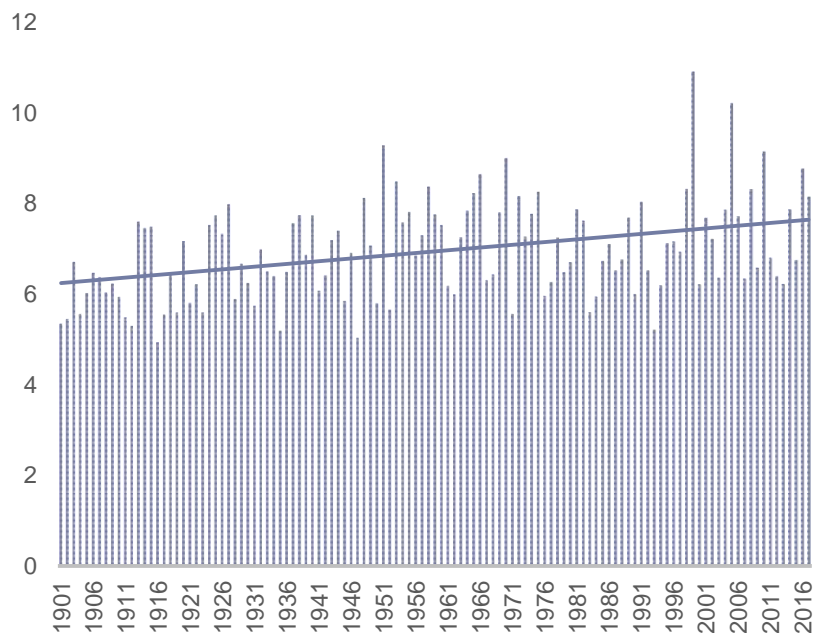


Homogenizált rácsponti átlagok (MASH-MISH)

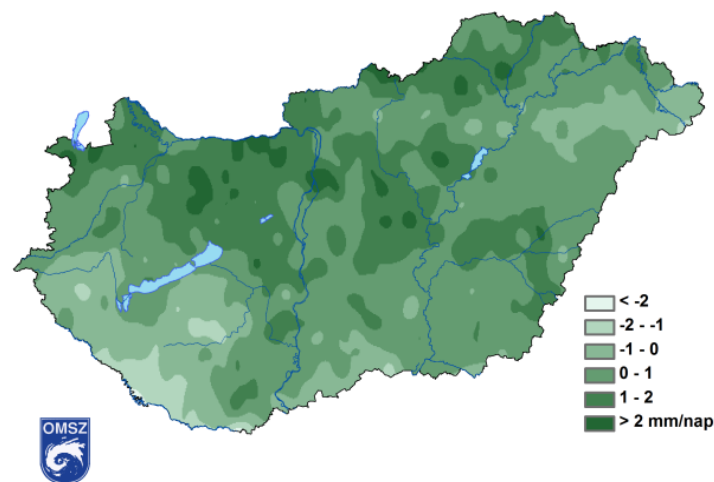
1901-től: 131 állomás, 1981-től 461 csapadékmérő állomás  
adata

# Éghajlati monitoring / klíma indikátorok

NYÁRI ÁTLAGOS NAPI  
CSAPADÉKOSSÁG (SDII)  
1901-2017



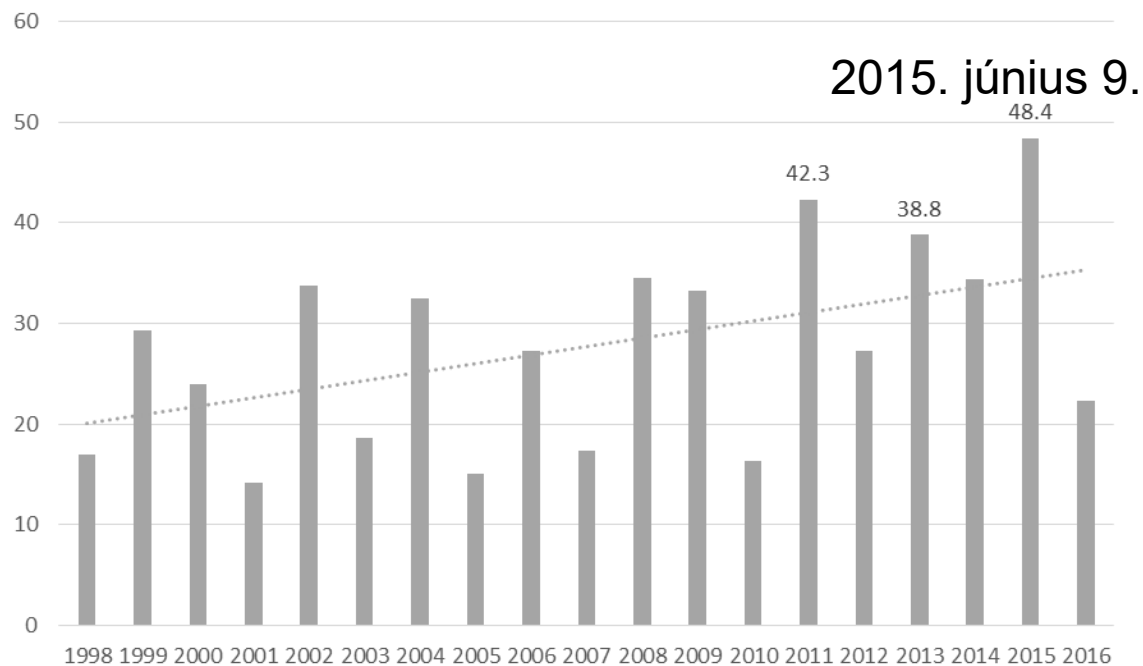
SDII NYÁR, A VÁLTOZÁS TÉRBELI  
JELLEMZŐI, 1961-2017





Napi skálánál sűrűbb időbeli  
felbontású adatok trendje

# Órás csapadékösszegek éves maximumai Pécs Pogány állomáson, 1998-2016



Szign. vált: 15.14 mm  
90%-os konf. int: 3.98 26.2



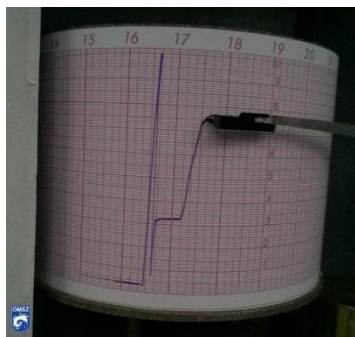
# Órás csapadékösszegek éves maximumai Budapest, 1998-2017

---

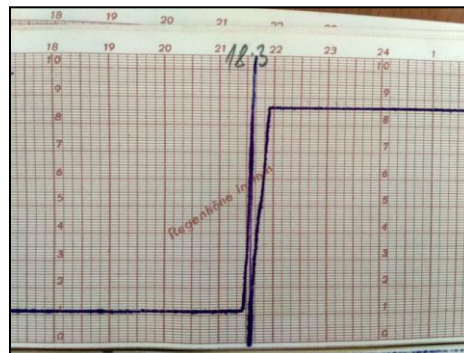




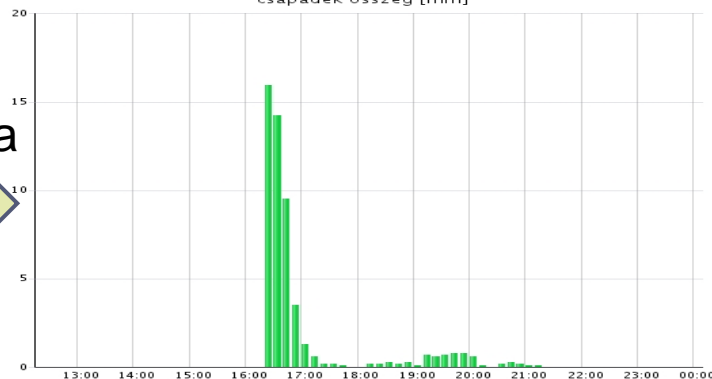
# Adattípusok



ombrográf



2017.05.23 Budapest belterület (44121)  
csapadék összeg [mm]



automata



## Mérések régen és most

Váradi F., Nemes Cs.,  
1992.: Rövid időtartamú  
csapadékmaximumok  
gyakorisága  
Magyarországon, *Légekör*  
*XXXVII. évfolyam 3.*  
*szám, 8-13.*

Ombrográf mérések  
digitálisan jellemzően  
1967-től

Automata mérések  
jellemzően 1998-tól



## Archívum

### Ombrográf feldolgozások

ÖSSZESEN MÉRTECHNOLÓGIAI SZÁMOLÁS  
 Készítési dátum: 1967. június 15.  
 Dr. L. ÖSSZESEN MÉRTECHNOLÓGIAI SZÁMOLÁS JELENTŐ ÖRLAP  
 MÉR. SZÁM: 1000

Társaság: BUDAPESTI LÉGIKÖZLEKESZÉSI VÉDELMI ÉRTÉKELÉSI INTÉZET  
 Szak: OMBRÓGRÁF

No	RÉSZ	KÉSZÍTÉS		VEGYSZÁM		100- SÁZSÁG (%)	Hossz (mm)	MÉRÉSI ÉRTÉKEK						
		Év	Év	Év	Év			5 perc	10 perc	20 perc	30 perc	1 óra		
01	1	11	11	11	11	0.00	5000	3.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
02	2	11	11	11	11	0.00	0.175	0.1						
03	3	13	04	00	15	08	10	0.10	0.5					
04	4	15	05	10	15	10	10	0.10	1.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
05	5	16	09	30	10	15	15	0.10	1.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
06	6	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
07	7	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
08	8	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
09	9	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
10	10	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
11	11	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
12	12	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
13	13	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
14	14	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
15	15	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
16	16	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
17	17	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
18	18	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
19	19	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
20	20	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
21	21	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
22	22	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
23	23	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
24	24	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
25	25	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
26	26	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
27	27	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
28	28	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
29	29	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
30	30	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
31	31	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
32	32	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
33	33	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
34	34	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
35	35	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
36	36	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
37	37	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
38	38	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
39	39	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
40	40	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
41	41	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
42	42	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
43	43	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
44	44	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
45	45	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
46	46	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
47	47	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
48	48	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
49	49	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					
50	50	16	15	10	10	15	15	0.10	0.1					

# Ombrográf adatok / eseményenként/ 1967-től digitálisan

---

STARTDAT	ENDDAT	R	RF	R5	R10	R20	R30	R60	
1996.04.03.15:56	R180 3.4	1996.04.04.18:59		11.2	1	0.6	1.2	1.7	1.7
1996.04.04.22:20	1.1	1996.04.05.09:59		2.4	1	0.6	0.8	0.9	0.9
1996.04.12.09:08		1996.04.12.11:49		0.1	1				
1996.04.13.04:20	1.9	1996.04.13.17:09		12.4	4	0.3	0.4	0.7	1.1
1996.04.14.17:57		1996.04.14.18:19		0.6	3				
1996.04.14.19:48		1996.04.14.20:39		0.8	3				
1996.04.16.09:21	1.3	1996.04.16.20:29		3.1	4	0.2	0.3	0.5	0.7
1996.04.26.05:05		1996.04.26.06:29		0.3	1				
1996.04.27.08:09		1996.04.27.12:59		0.3	1				
1996.04.28.22:40		1996.04.29.09:59		0.7	1				
1996.04.29.19:28		1996.04.29.20:09		0.3	3				
1996.04.30.20:50		1996.04.30.21:29		0.4	3				
1996.05.01.14:35		1996.05.01.15:09		0.1	1				
1996.05.03.16:58	2.1	1996.05.03.17:59		2.1	3	0.7	1.4	1.5	2.0
1996.05.06.07:06		1996.05.06.07:39		0.5	1				
1996.05.06.19:07	7.9	1996.05.06.20:06		7.9	7	4.5	5.6	6.6	7.8
1996.05.09.01:25	1.0	1996.05.09.02:24		1.0	1	0.6	0.7	0.8	0.8

2004 10	16 6	0	0.1
2004 10	16 6	10	0.0
2004 10	16 6	20	0.0
2004 10	16 6	30	0.1
2004 10	16 6	40	0.0
2004 10	16 6	50	0.0
2004 10	16 7	0	0.0
2004 10	16 7	10	0.1
2004 10	16 7	20	0.0
2004 10	16 7	30	0.0
2004 10	16 7	40	0.0
2004 10	16 7	50	0.0
2004 10	16 8	0	0.0
2004 10	16 8	10	0.0
2004 10	16 8	20	0.1
2004 10	16 8	30	0.2
2004 10	16 8	40	0.1
2004 10	16 8	50	0.1
2004 10	16 9	0	0.1
2004 10	16 9	10	0.1
2004 10	16 9	20	0.0
2004 10	16 9	30	0.0
2004 10	16 9	40	0.0
2004 10	16 9	50	0.0
2004 10	16 10	0	0.0
2004 10	16 10	10	0.0
2004 10	16 10	20	0.0
2004 10	16 10	30	0.2
2004 10	16 10	40	0.1
2004 10	16 10	50	0.0
2004 10	16 11	0	0.0
2004 10	16 11	10	0.1
2004 10	16 11	20	0.0
2004 10	16 11	30	0.0
2004 10	16 11	40	0.0

2008.12.19.21:27	0.0
2008.12.19.21:28	0.0
2008.12.19.21:29	0.0
2008.12.19.21:30	0.1
2008.12.19.21:31	0.0
2008.12.19.21:32	0.0
2008.12.19.21:33	0.0
2008.12.19.21:34	0.0
2008.12.19.21:35	0.0
2008.12.19.21:36	0.0
2008.12.19.21:37	0.0
2008.12.19.21:38	0.1
2008.12.19.21:39	0.0
2008.12.19.21:40	0.0
2008.12.19.21:41	0.0
2008.12.19.21:42	0.0
2008.12.19.21:43	0.0
2008.12.19.21:44	0.0
2008.12.19.21:45	0.1
2008.12.19.21:46	0.0
2008.12.19.21:47	0.0
2008.12.19.21:48	0.0
2008.12.19.21:49	0.0
2008.12.19.21:50	0.0
2008.12.19.21:51	0.1
2008.12.19.21:52	0.0
2008.12.19.21:53	0.0
2008.12.19.21:54	0.0
2008.12.19.21:55	0.0
2008.12.19.21:56	0.0
2008.12.19.21:57	0.0
2008.12.19.21:58	0.0
2008.12.19.21:59	0.0
2008.12.19.22:00	0.1
2008.12.19.22:01	0.0

# Automata mérések

Jellemzően  
1998-tól

10 perces, illetve

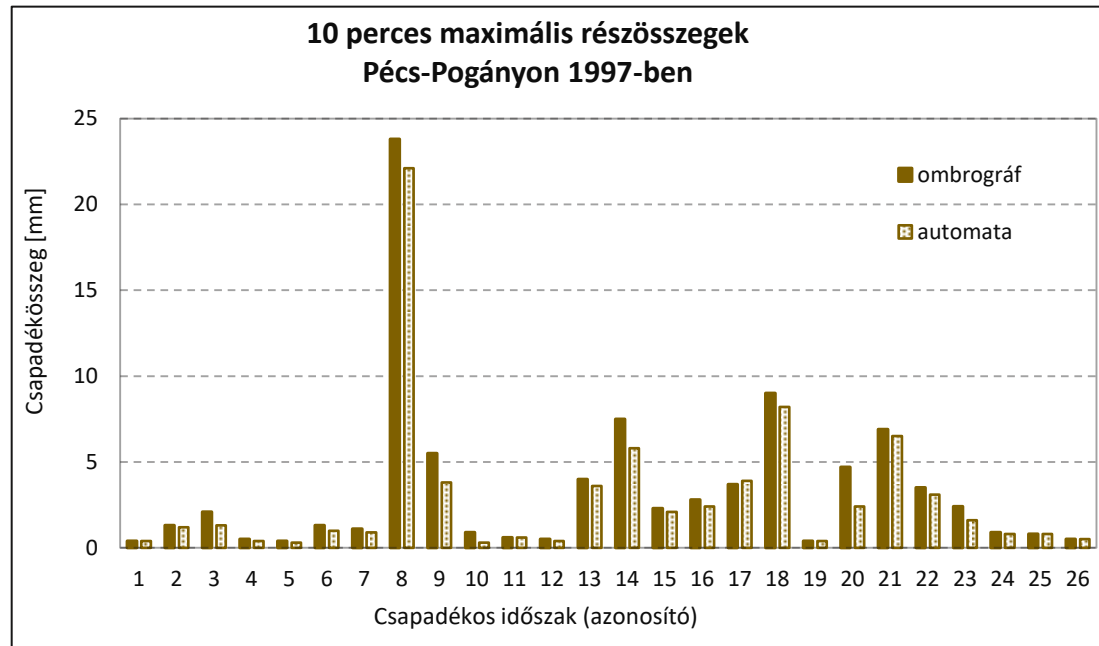
1 perces  
mintavételezés

10 perc- 1 perc  
többváltozós  
lineáris  
regresszió





# A kétféle mintavételezés közötti eltérések

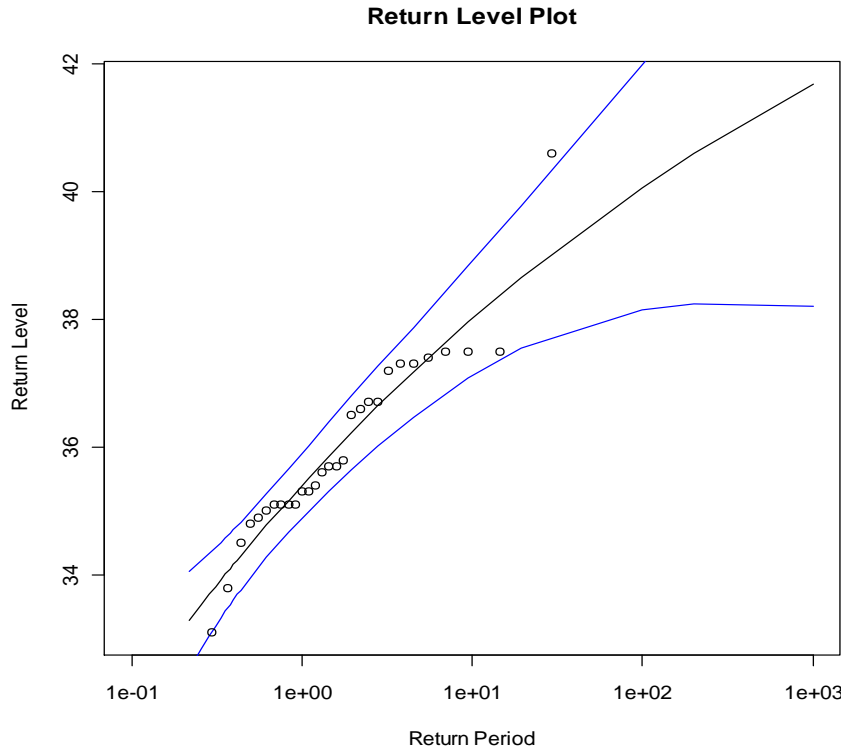


< 0 mm	nincs eltérés	0,1 mm	0,2–1,0 mm	> 1 mm
1	5	5	11	4

# Tervezési értékek származtatása mérnöki feladatokhoz

# Visszatérési értékek származtatása az eloszlásfüggvényből

	Maximum	Minimum
I. Gumbel	$-b_n \ln(-\ln p) + u_n$	$-b_n \ln(-\ln(1-p)) + u_n$
II. Fréchet	$b_n (-\ln p)^{1/a} + u_n$	$-b_n (-\ln(1-p))^{1/a} + u_n$
III. Weibull	$-b_b (-\ln p)^{1/a} + u_n$	$b_n (-\ln(1-p))^{1/a} + u_n$



COLES, S. G., 2001: *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*. Springer Verlag, London.

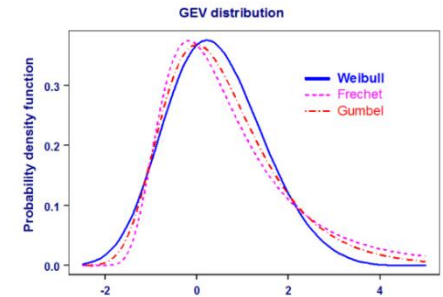
# kérdésekre adhatunk választ?

T visszatérési periódushoz tartozó visszatérési érték becslése:

$p=1-1/T$  a maximumokra,

$T=100$  év esetén  $p=0,99$

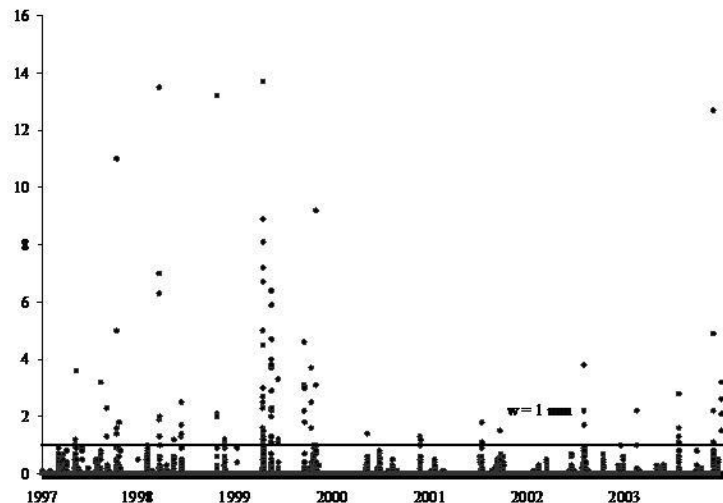
p-kvantilis



# Tervezési értékek becslése Pareto eloszlással

- ▶ Küszöb fölötti értékek eloszlásának közelítése - Pareto eloszlás

$$H(y) = 1 - \left(1 + \frac{\xi y}{\sigma}\right)^{-1/\xi}$$



- ▶ Visszatérési értékek

$$x_m = w + \frac{\sigma}{\xi} \left[ (mp_w)^\xi - 1 \right]$$

Month	Threshold w (mm)	Return period (year) 10min prec				
		2	5	10	50	100
January	0.5	1.2	1.4	1.6	1.9	2.0
February	0.5	1.5	1.9	2.4	3.5	4.1
March	0.6	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8
April	0.7	1.8	2.0	2.2	2.5	2.6
May	0.7	3.3	4.5	5.7	9.1	11.0
June	0.9	6.5	9.4	12.3	22.0	28.0
July	1.0	10.6	16.2	22.0	43.5	57.7
August	0.6	6.7	11.0	15.7	35.1	49.5
September	0.7	4.0	5.7	7.3	12.7	16.0
October	0.6	3.5	5.1	6.8	13.0	17.2
November	0.7	1.8	2.3	2.8	4.1	4.8
December	0.6	1.1	1.3	1.5	1.9	2.0

Lakatos, M., Matyasovszky, I., 2004: „Analysis of the extremity of precipitation intensity using the POT method” *Időjárás*, Vol.108. No. 3., 163-171

# „Extreme” beépített eljárás az adatbázisban

INDA Szélsőérték analízis (extreme.fmx v2.5)

Extrém eloszlás illesztés Leírás

Kezdő év: 1998 Záró év: 2017

Állomássorozat választás: nincs sorozat

Állomás típusa: Főállomások (S1,S2,K8)

Adott típusú állomások: Budapest belterület ( 44121, S1 K4 )

Elem neve: 10 perces maximális részösszeg (maximum az évre)

A szélsőérték típusa:  maximum  minimum

Kilépés

Csap. intenzitás  Többi elem

**Minta**

Év	r10
2000	4.3
2001	9.2
2002	8.0
2003	10.4
2004	7.2
2005	7.4
2006	12.7
2007	14.1
2008	9.4
2009	11.8
2010	13.5
2011	7.0
2012	8.2
2013	14.8
2014	6.0
2015	19.9
2016	6.0
2017	15.9

**Általános statisztikák**

Az extrém minta nagysága: 20 minimuma: 4.30 maximuma: 19.90 átlaga: 10.47 szórása: 4.12

**Az aszimptotikus extrém eloszlás függvény paraméterei**

Kétféle maximum-likelihood módszerrel (Gumbel): u: 8.58 b: 3.22

Háromváltozós maximum-likelihood módszerrel (GEV= Generalized Extreme Value): u: 8.59 b: 3.22 k: 0.00

**Visszatérési értékek**

Visszatérési periódusok (év): 2 4 5 10 20 50 100 200 500 1000 2000 5000 év

	2	4	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000 év
Gumbel eloszlással:	9.76	12.59	13.41	15.82	18.13	21.13	23.37	25.61	28.56	30.79	33.02	35.97
szórás:	0.84	1.18	1.30	1.66	2.03	2.53	2.91	3.29	3.79	4.17	4.55	5.06
GEV eloszlással:	9.77	12.60	13.42	15.83	18.15	21.15	23.39	25.63	28.59	30.82	33.05	36.00
szórás:	0.99	1.43	1.57	2.01	2.45	3.03	3.47	3.92	4.51	4.95	5.40	5.99

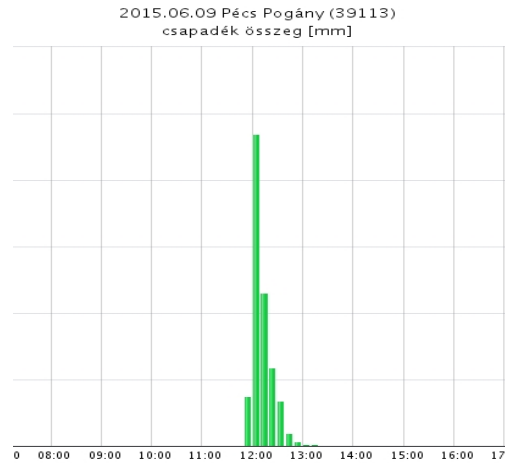
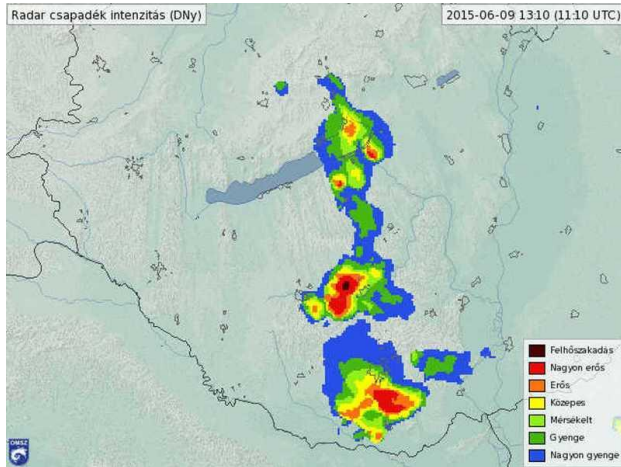
**Hipotézis vizsgálat**

VN próbastatisztika: 0.008

szignifikancia szint: 99% elfogadási tartomány: [-1.65, 1.65]  
 95% [-1.96, 1.96]  
 90% [-2.58, 2.58]

A Gumbel feltételezés adott szignifikancia szinten elfogadható, ha a VN próbastatisztika értéke az elfogadási tartományba esik.

# Pécs Pogány, 2015. június 9. órás max: 48.4 mm



## Rövidülő visszatérési idők

### GEV illesztés

$$F(x; \mu, \sigma, \xi) = \exp \left\{ - \left[ 1 + \xi \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-1/\xi} \right\}$$

## 60 perces összegek visszatérési értékei (mm)

Visszatérési periódus	2	4	5	10	20	50	100	200
1998-2014	27,23	33,04	34,39	37,67	40,04	42,28	43,51	44,44
1998-2015	27,43	34,28	36,04	40,73	44,61	48,84	51,52	53,84



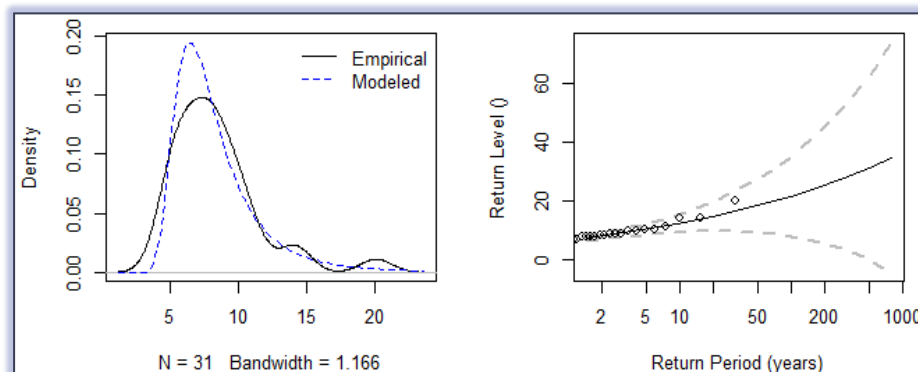
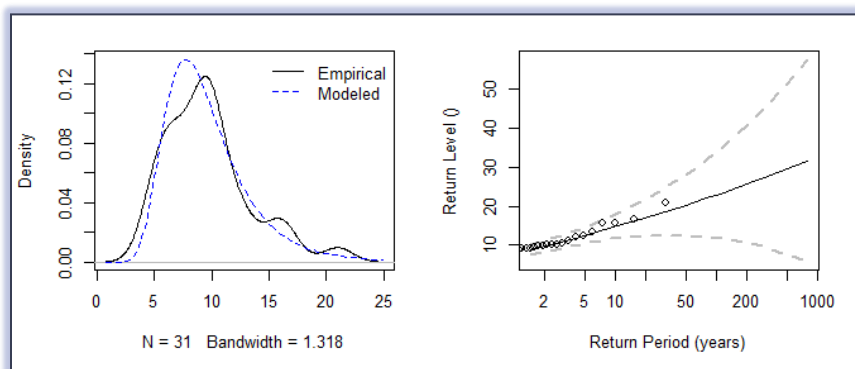
# Eltérő terezési értékek: Győr-Likócs 10 perces összegek maximumának az eloszlása a kétféle mintavételezéssel előállított adatokon

$$F(x; \mu, \sigma, \xi) = \exp \left\{ - \left[ 1 + \xi \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-1/\xi} \right\}$$

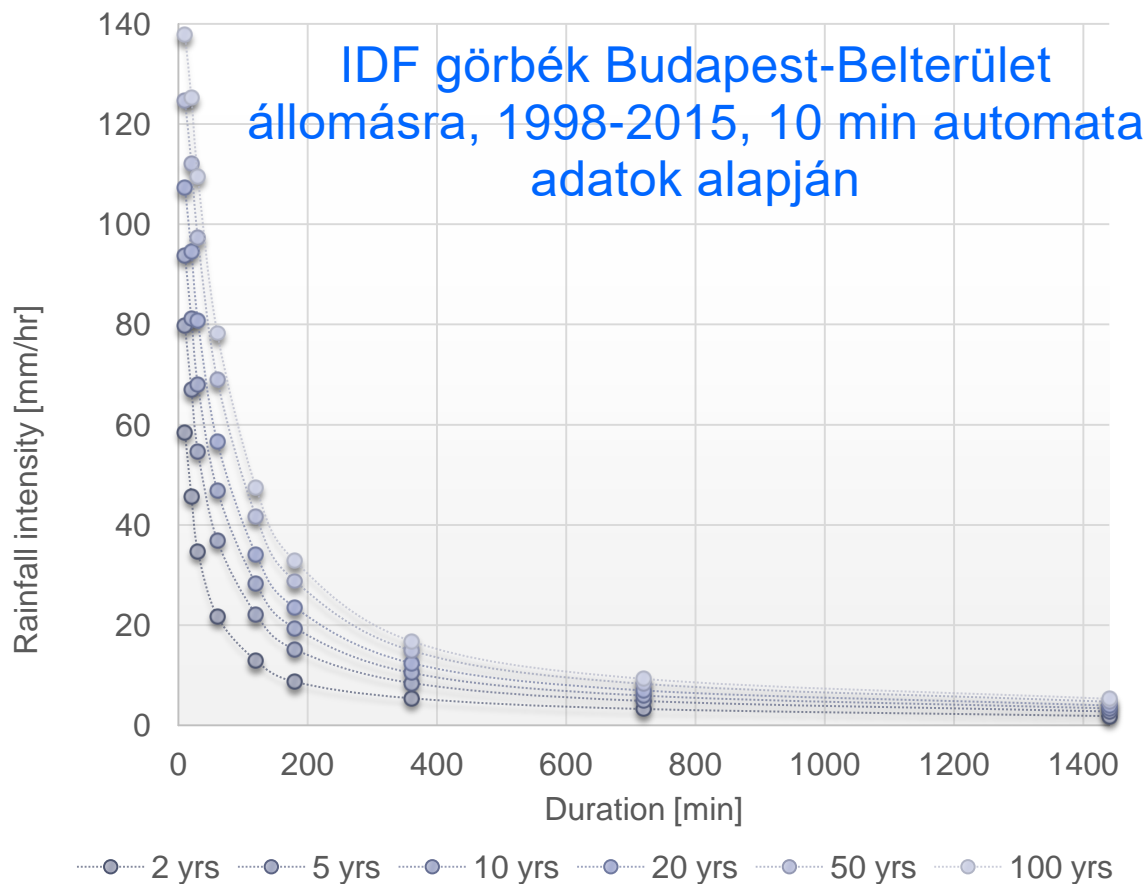
GEV eloszlás,  
független, azonos eloszlás  
valószínűségi változó

1967-1997, ombrográf:  
u=7,93 b=2,71 k=0,08

1967-1997, újra kiértékel  
ombrográf : u=6,82 b=1,93 k=0,21



Visszatérési periódus	2	4	5	10	20	50	100	200
<b>Ombrográf</b>	8.9 (7.7, 10.2)	11.5 (9.7, 13.2)	12.2 (10.3, 14.2)	14.6 (11.7, 17.5)	17 (12.4, 21.5)	20.2 (12.6, 27.9)	22.9 (11.9, 33.8)	25.6 (10.6, 40.7)
<b>Újra értékelt</b>	7.6 (6.6, 8.5)	9.6 (8.1, 11.0)	10.2 (8.5, 11.9)	12.4 (9.5, 15.2)	14.8 (10.0, 19.5)	18.4 (9.5, 27.4)	21.7 (8.2, 35.3)	25.5 (5.8, 45.3)



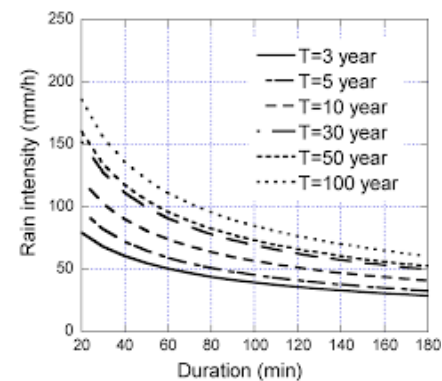
OMSZ gyakorlat: az adatbázishoz illesztett  
 programmal számolható bármely állomásra

## OMSZ klímaszolgá- tások mérnöki feladatokhoz

Intenzitás-tartam-  
 gyakoriság

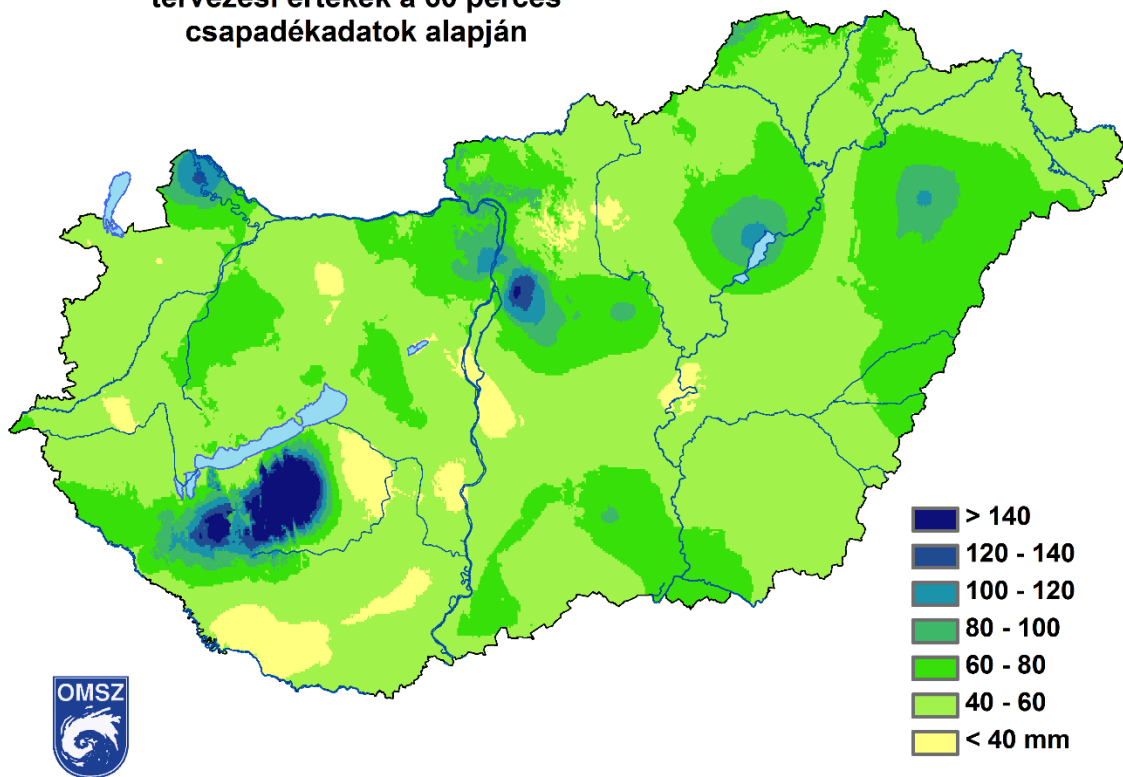
$$i = f(T, d)$$

GEV eloszlás  
 illesztés





A 100 éves visszatérési időhöz tartozó  
tervezési értékek a 60 perces  
csapadékadatok alapján



## Országos fedettség

60 perces  
részösszeg

99 állomás

1998-2017

60 perces havi max-  
ok ellenőrzése,  
homogenizált,  
pótlása- MASH

Gridingelt: MISH

Terv: állomási és  
gridingelt rendszer  
együttes  
alkalmazása

# Konklúzió

- ▶ A klímaváltozás rövidülő visszatérési időket eredményez
- ▶ A csapadékmaximum függvények megújítása időszerű
- ▶ Napi skálánál sűrűbb felbontású adatok szükségesek
- ▶ Régi típusú és az automata mérések okozta inhomogenitás vizsgálata
- ▶ Hosszú sor esetén az éghajlatváltozást figyelembe kell venni a GEV illesztésnél
- ▶ 10 percesnél is rövidebb idejű adatok (IDF görbék jellemzően 1 perc-3 nap)
- ▶ Leskálázás időben: napi, órás adatok alapján, 10 percesről 1 percesre, vagy maguknak az IDF görbéknek a leskálázása
- ▶ Radar adatok használata? (2000-től napi, 2014-től 1,3,12,24 órás korigált összeg archiválva)
- ▶ Terveink: csapadék maximumok interpolációja sűrű rácsra MISH eljárással automata adatok alapján, majd a GEV illesztés- IDF görbék
- ▶ Tervezési feladatok kiszolgálása – klímaváltozás hatását is figyelembe kell venni – extrém eloszlás illesztés a megfigyelésekre, ill. klímamodell szimulációk használata



Köszönöm a figyelmet!



*Alapítva: 1870*

