

Várható éghajlatváltozás Magyarországon és Budapesten

Allaga-Zsebeházi Gabriella (zsebehazi.g@met.hu),
Bordi Sára, Czelnai Levente, Duics-Korosecz Lilla,
Megyeri-Korotaj Otília

Éghajlatkutató Osztály, Klímamodellező Csoport

Magyar Önkormányzati Főkertész Egyesület, Zöld
Szakmai Nap
Eger, 2026. február 11.

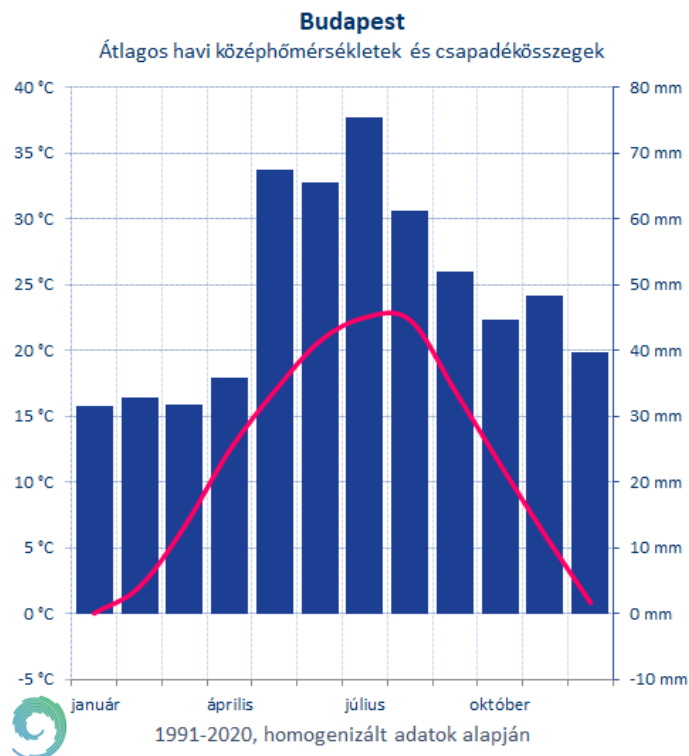
Tartalom

- ❑ Mi az éghajlat? A klímamodellezés elmélete
- ❑ Magyarországon várható éghajlatváltozás
- ❑ Városi éghajlati modellezés
- ❑ A városi hőtöbblet jövőbeli változása
- ❑ A klímaváltozással szembeni alkalmazkodási lehetőségek a városban
- ❑ Publikus adat- és információforrás

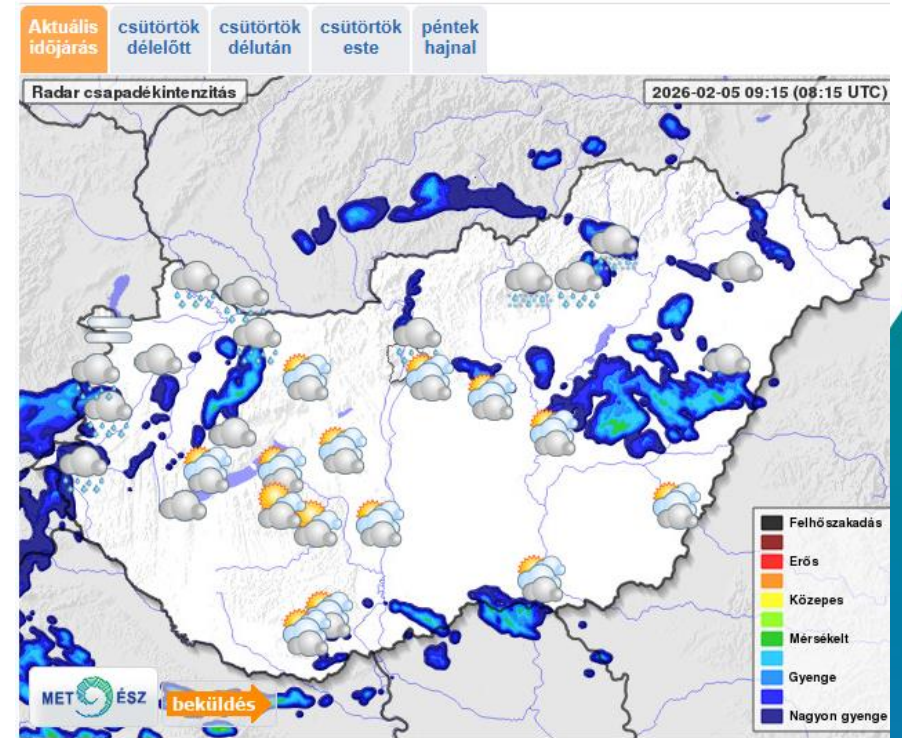
Időjárás vs. éghajlat

Időjárás

- A légkör pillanatnyi állapota
- Gyors változások – néhány órás, napos, hetes előrejelezhetőség
- A meteorológiai változók pillanatnyi értékével írjuk le



Forrás: www.met.hu



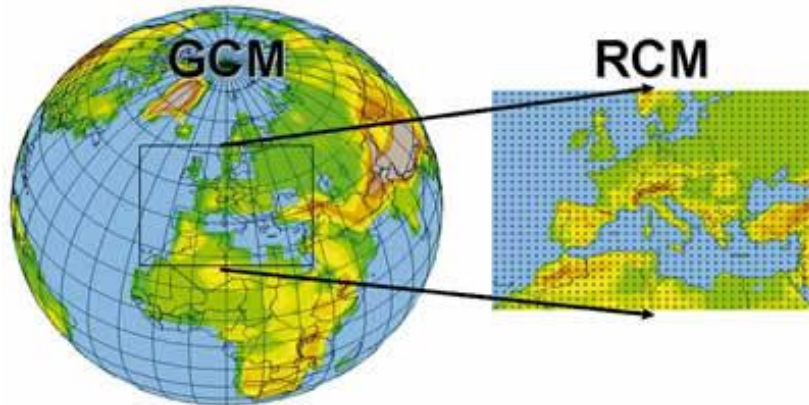
Éghajlat

- Az éghajlati rendszer szokásos viselkedése
- Lassú változások
- A meteorológiai változók statisztikai jellemzőivel írjuk le (pl. átlag, eloszlás)

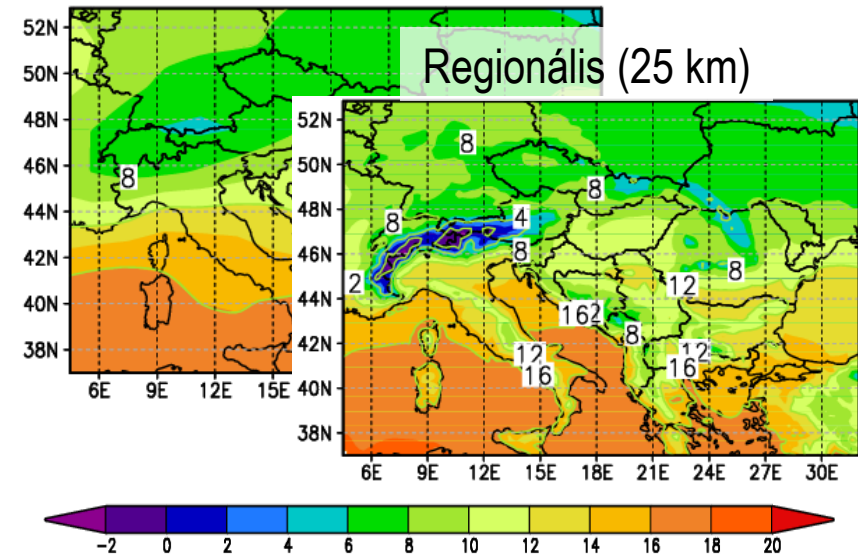
Éghajlati modellek

Globális éghajlati modellek (GCM)

- Horizontális felbontás: 250–100 km (Magyarországra néhány pont esik)
- Legkomplexebb modellek az éghajlati rendszer minden elemét expliciten leírják
- Alkalmazás: az éghajlati rendszer válasza valamely megváltozott kényszerre, nagytérségű változások



Átlaghőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$], 1961–1990
Globális (200 km)



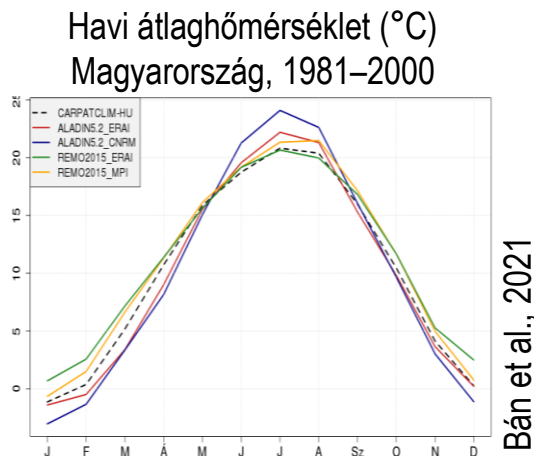
Regionális modellek (RCM)

- Kisebb terület (ország, kontinens)
- finomabb felbontás (~10 km)
- folyamatok pontosabb leírása
- Alkalmazás: a globális információ finomítására, a lokális változások, extrémumok vizsgálatára



Modellkísérletek

Validáció: a modelleredményeket mérésekkel vetjük össze



SZIMULÁCIÓ A MÚLTRA

Kényszer: légköri szennyező anyagok **megfigyelt** változása



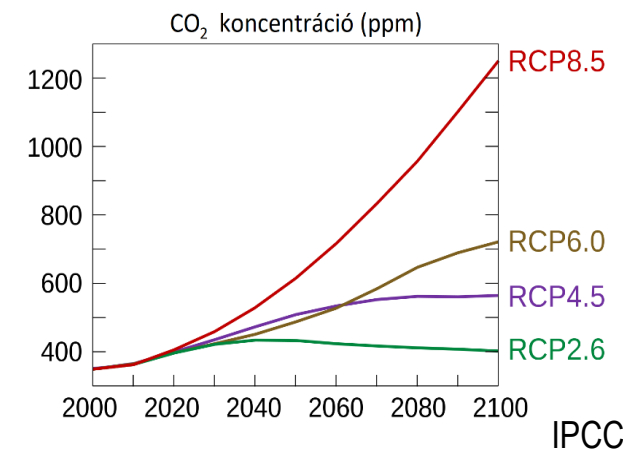
SZIMULÁCIÓ A JÖVŐRE

Kényszer: légköri szennyező anyagok **forгатókönyvek** szerinti változása



A jövőbeli időszakon az emberi tevékenység leírására **forгатókönyvekkel**.

Ha ... → akkor ... típusú kérdés → ~~előrejelzés~~
feltételes projekciók

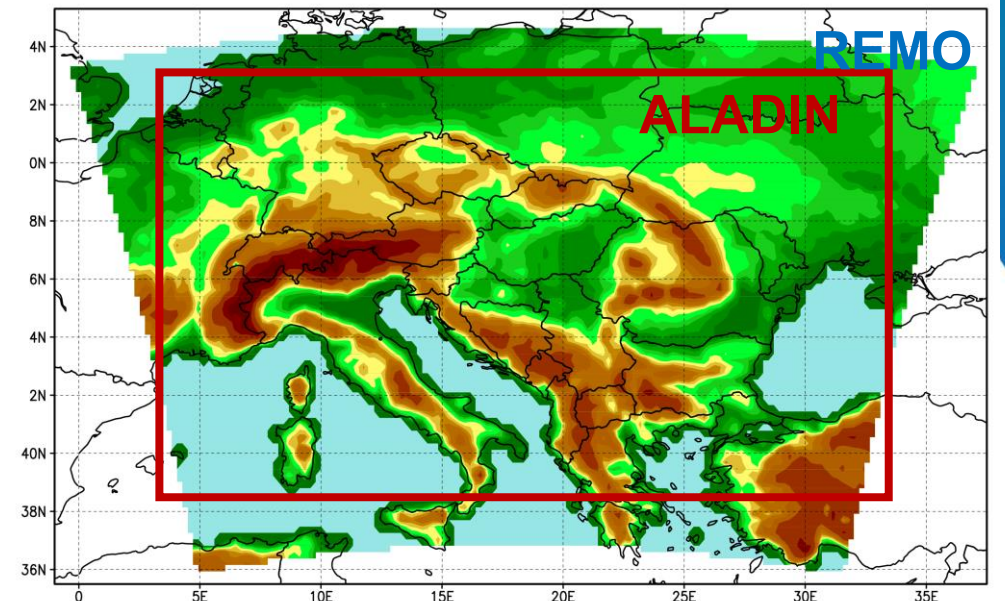
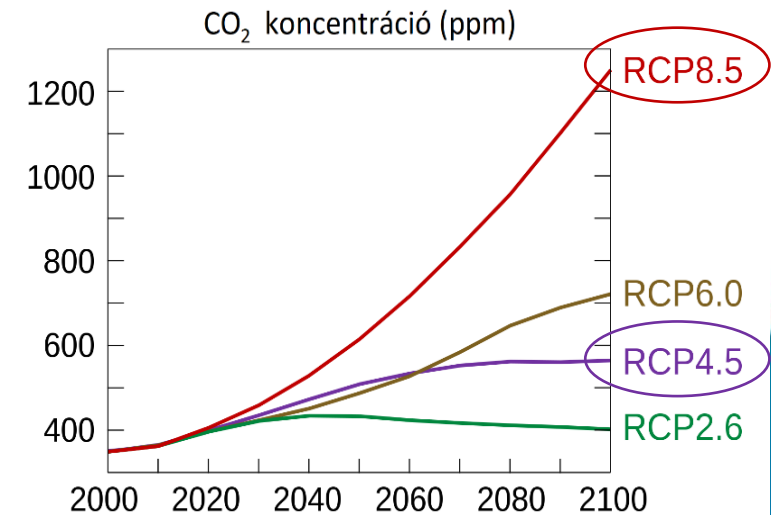


A HungaroMetnél alkalmazott modellek

Saját modellkísérletek

Modell	Felbontás	Időszak	Forgatókönyv
ALADIN	10 km	1951–2100	RCP4.5, RCP8.5
REMO	10 km	1951–2100	RCP4.5, RCP8.5

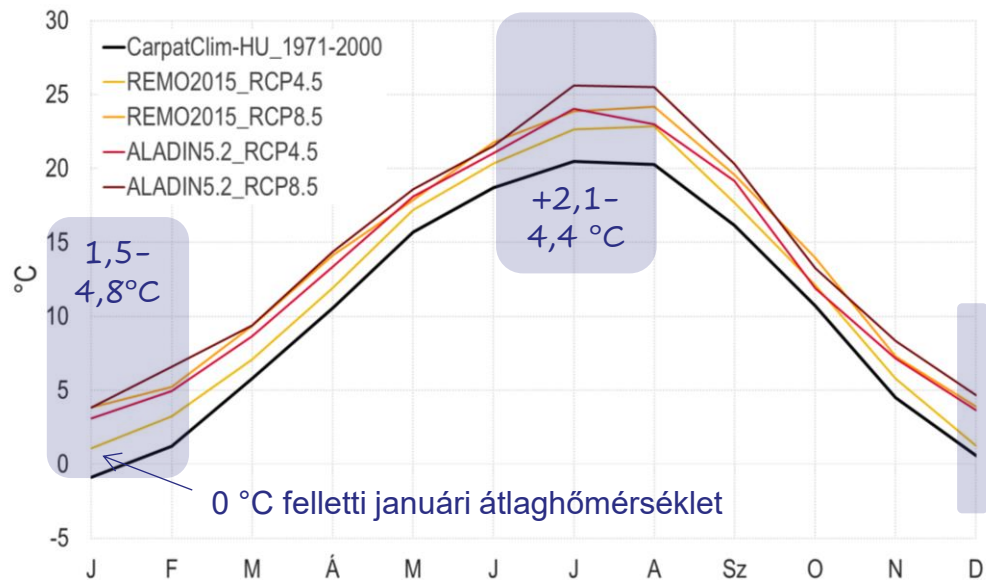
- Európai modelleredmények felhasználása (12 modellszimuláció) → a várható változások lehetséges intervallumának pontosabb leírása
- Jövőbeli változások vizsgálata: 2041–2070, 2071–2100
- Referencia: 1971–2000



Átlaghőmérséklet-változás a 21. században

- Egyértelmű átlaghőmérséklet-növekedés
- Legnagyobb melegedés nyáron és télen

Havi átlaghőmérséklet 2071–2100-ban

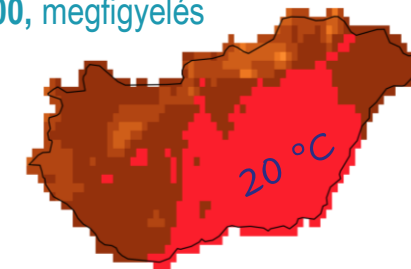


Megyeri-Korotaj et al., 2021

Mit jelent a néhány fokal melegedés?

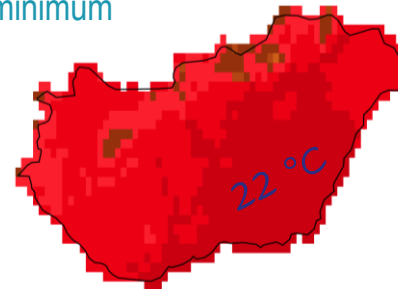
Nyári átlaghőmérséklet (°C)

1971–2000, megfigyelés

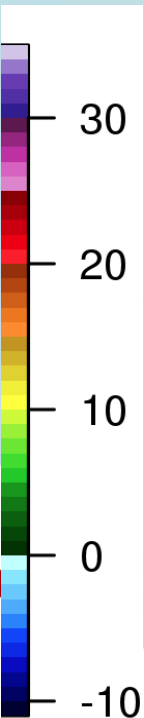
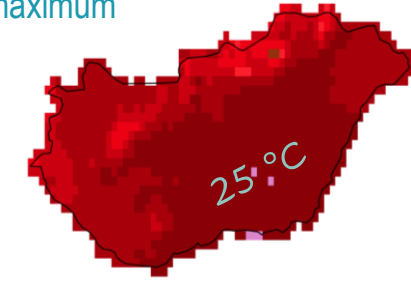


2071–2100

minimum



maximum

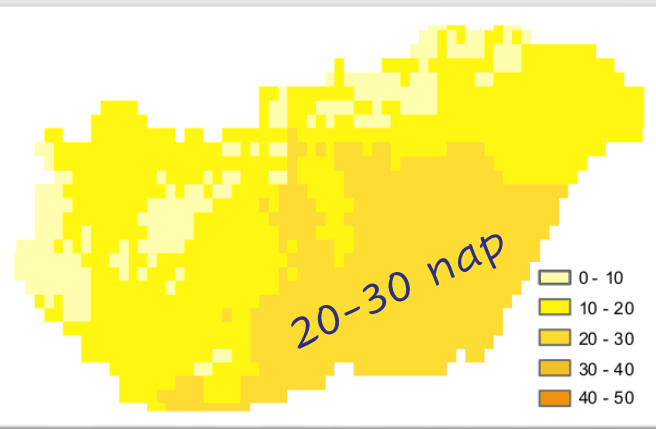


Minimum/maximum: a 4 modellszimuláció alapján a várható legkisebb/legnagyobb jövőbeli értékek

Hőségnapok éves számának változása

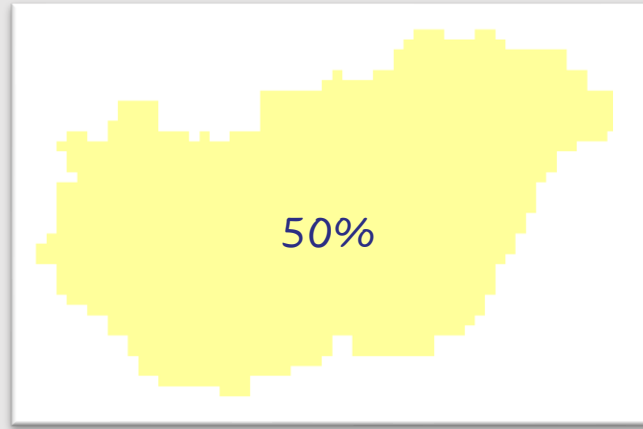
Hőségnap: amikor a napi maximumhőmérséklet 30 °C feletti

Megfigyelés

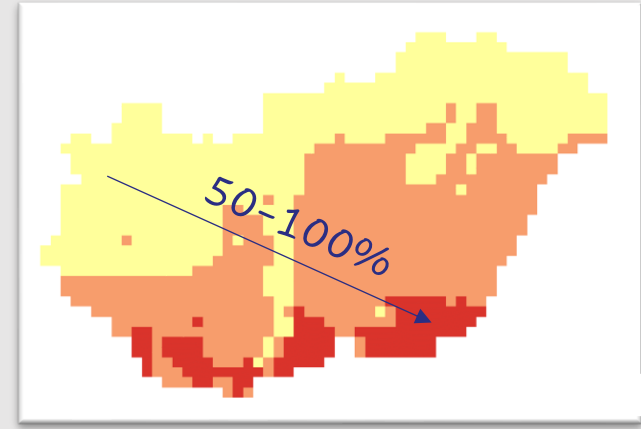


1971–2000

Legalább 10 napos növekedés valószínűsége



2041–2070



2071–2100

A néhányfokos hőmérséklet-emelkedés a szélsőségekben nagy változásokat eredményezhet

Csapadékváltozás a 21. században

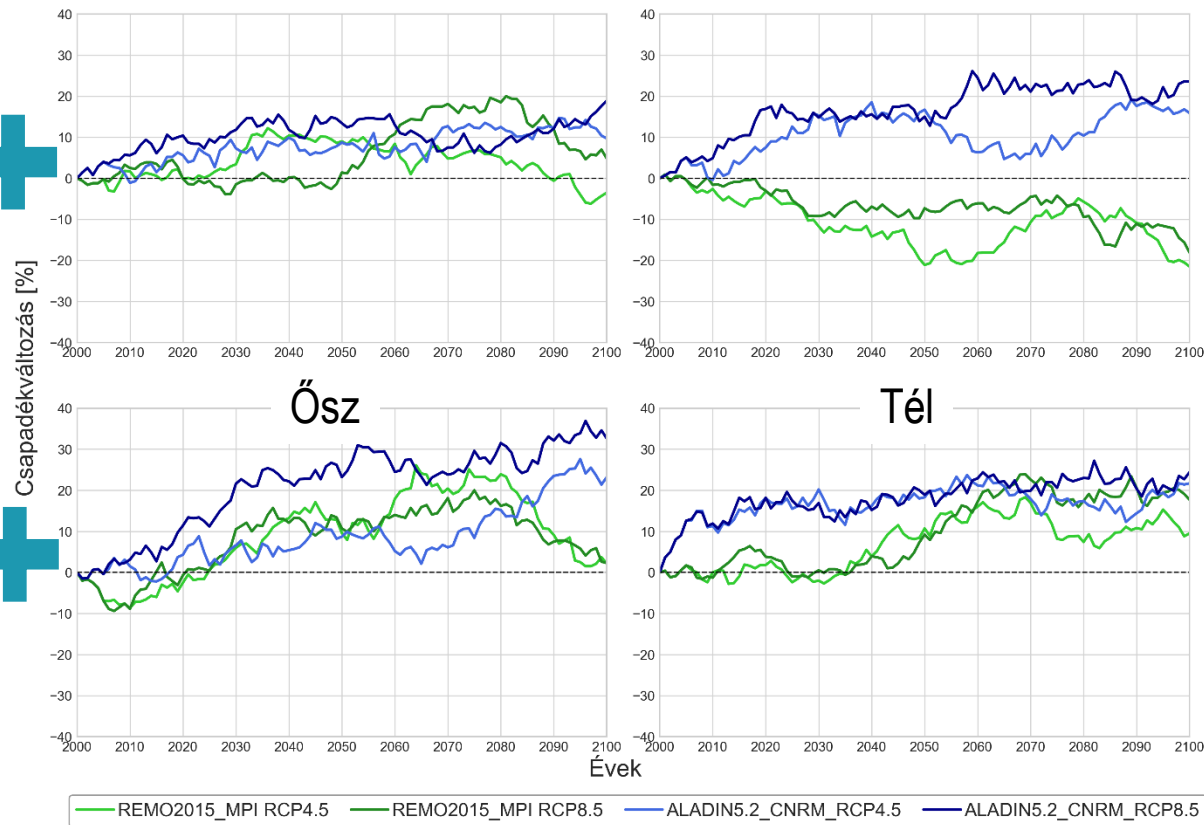
Magyarországi évszakos relatív
csapadékváltozás (%)

Tavaszi

Nyári

Ősz

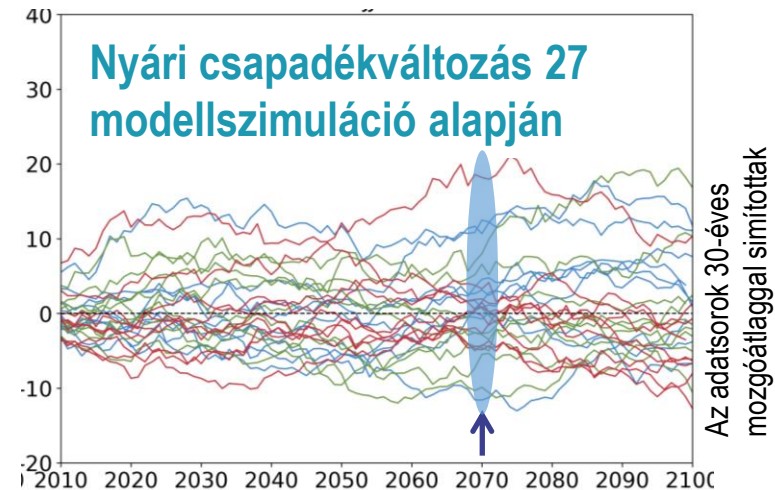
Téli



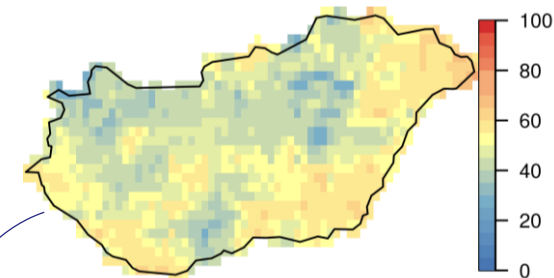
Az adatsorok 30-éves mozgóátlaggal simítottak

Megyeri-Korotaj et al., 2021

Mit mondanak az európai modellek?



Csapadékcsökkenés valószínűsége
2041–2070-ben



Az ország keleti, délkeleti, délnyugati részén
valószínűbb a csökkenés, a többi területen növekedés

A száraz időszakok maximális nyári hosszának változása

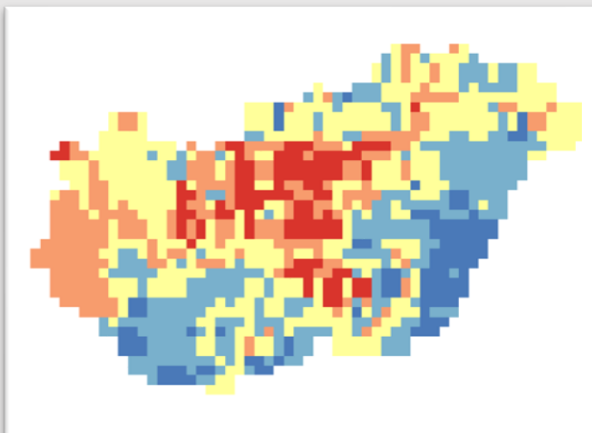
Az a leghosszabb időszak, amikor a napi csapadék 1 mm alatti

Megfigyelés

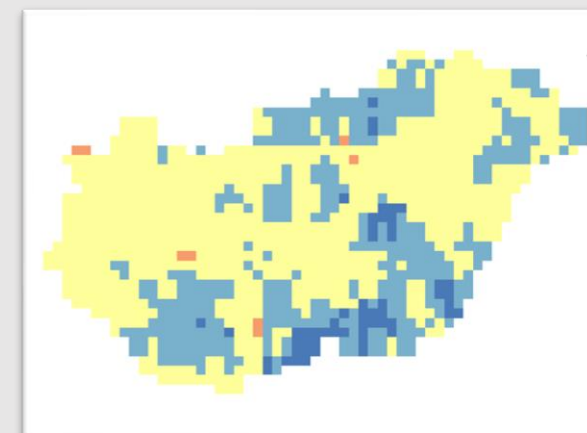


1971–2000

A száraz időszakok 1 nappal való rövidülésének valószínűsége



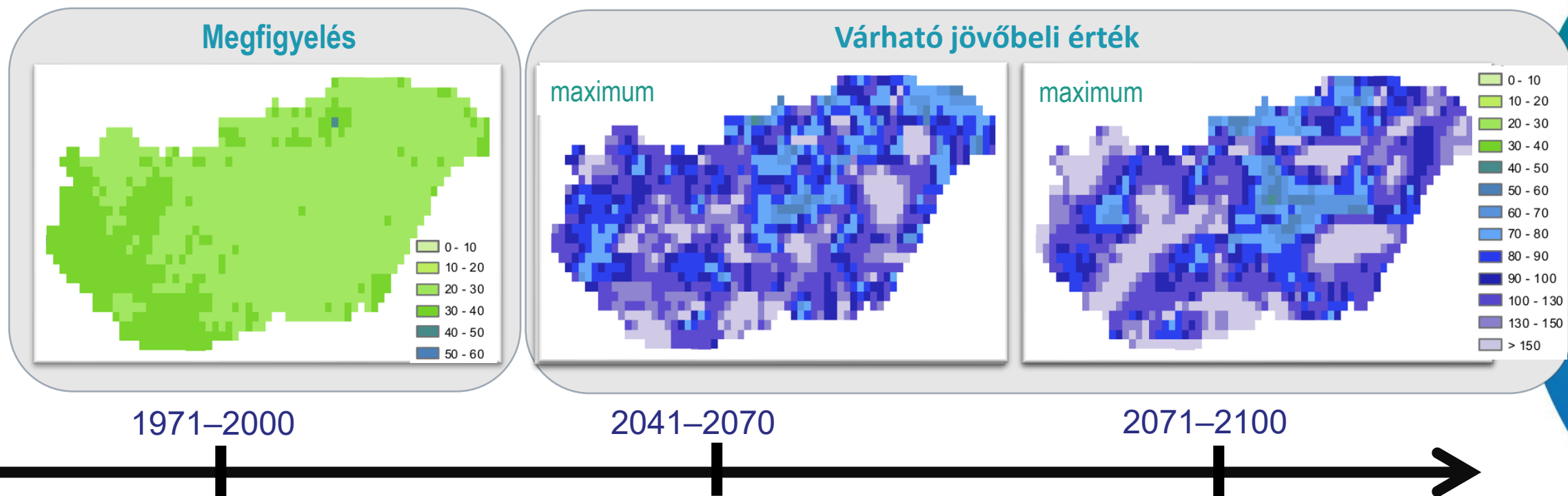
2041–2070



2071–2100

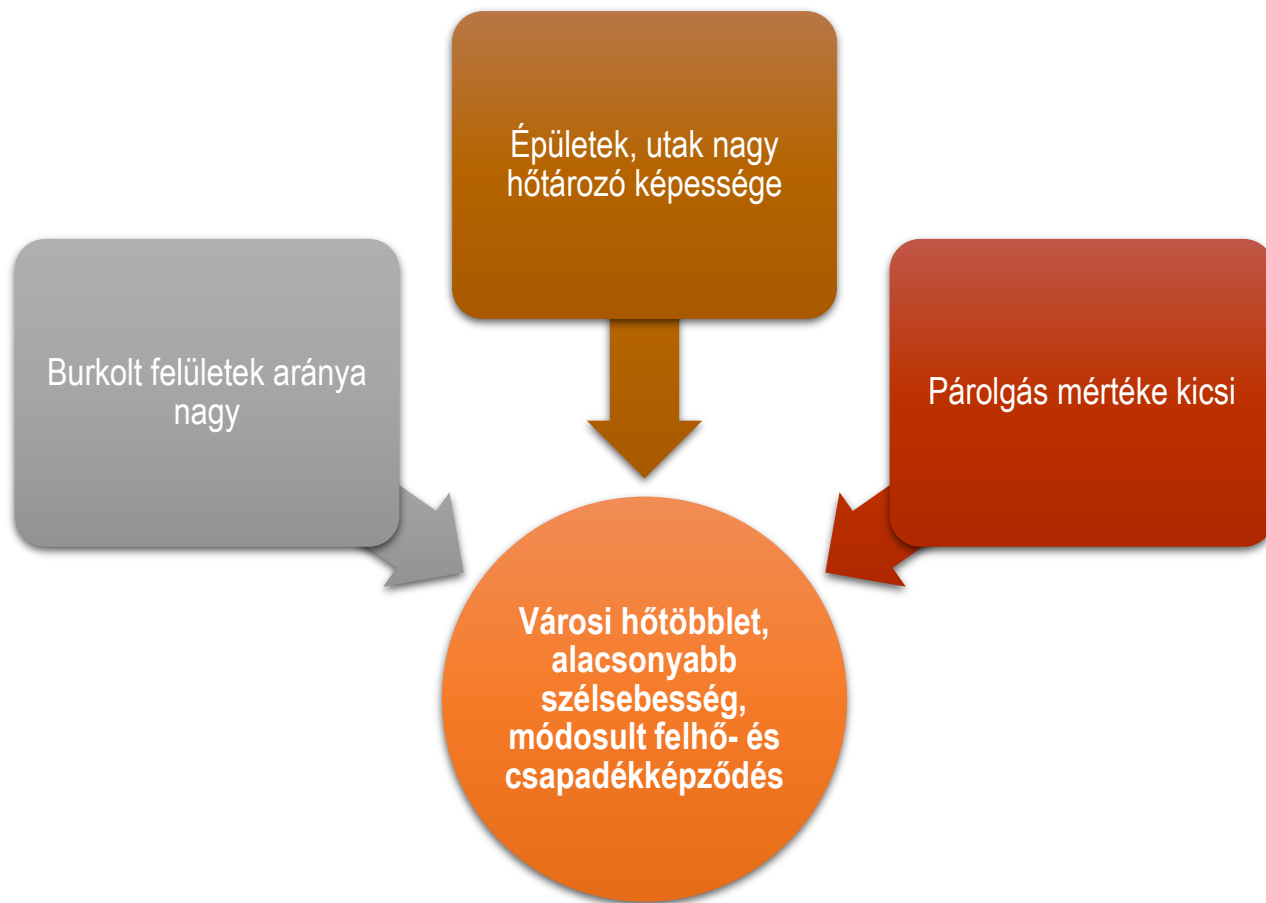
- A század közepén az ország középső részén minden modell rövidebb száraz időszakot valószínűsít
- Az évszázad végén a változás iránya igen bizonytalan

A maximális nyári napi csapadékösszeg változása

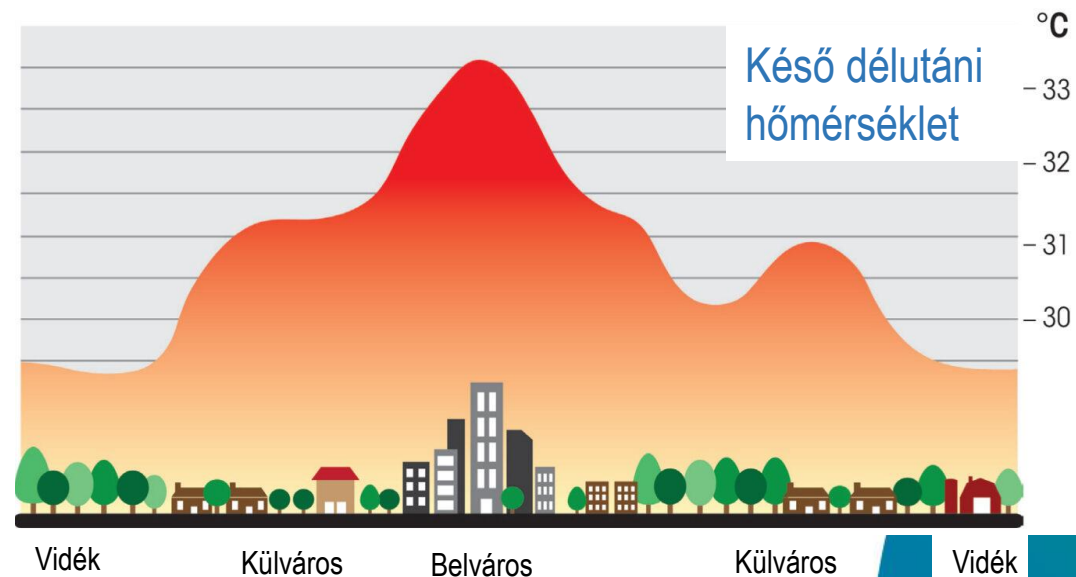


- Zivatartevékenységhez köthető jelenség → nagy térbeli szórás
- Akár >100 mm már az évszázad közepén

A városok sajátos éghajlata



Megoldás: klímamodellek eredményeinek finomítása a városokra városi felszíni modellel



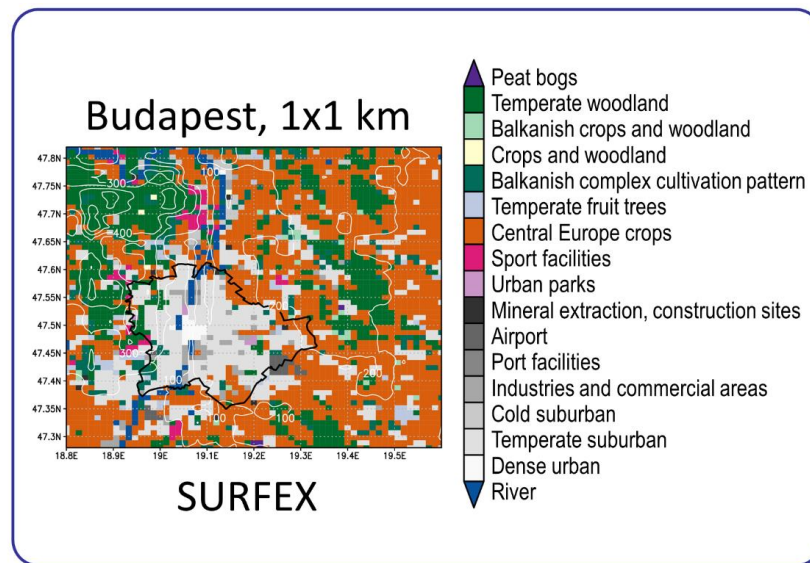
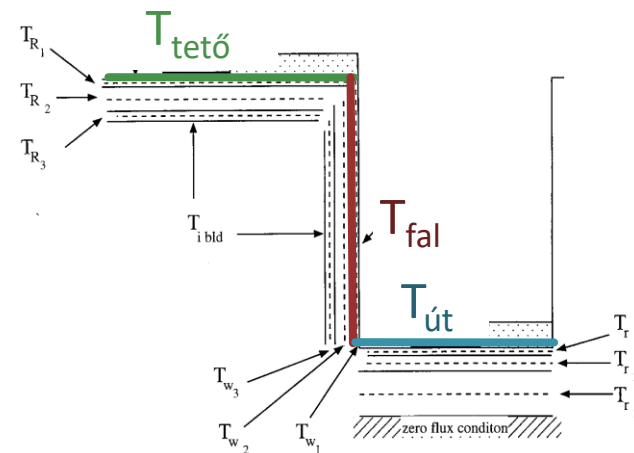
A regionális éghajlati modellek nem alkalmasak a sajátos városi éghajlat leírására ← durva felbontás, a fizikai folyamatok nincsenek figyelembe véve



A városi éghajlatváltozás modellezése a SURFEX modellel

Meghajtó modell	Felbontás	Időszakok	Forgatókönyv
ALADIN	1 km	1970–2100	RCP8.5, RCP4.5
REMO	1 km	1970–2100	RCP8.5, RCP4.5

- Légekri információ a regionális modellből
- Elsősorban a városi hőmérsékleti- és szélviszonyokat képes leírni néhány 10 m-es rétegben (csapadékot nem!)
- Vizsgált városok:
 - Budapest
 - Szeged



Átlaghőmérséklet alakulása Budapesten

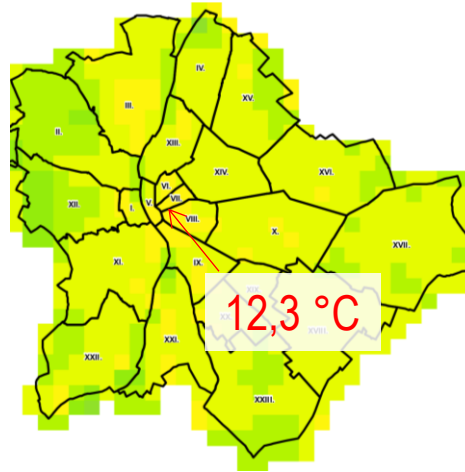
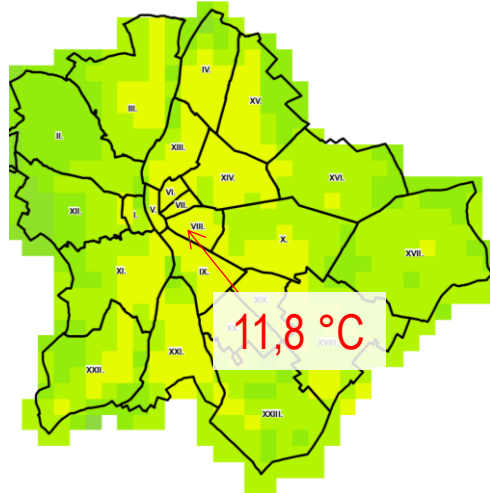
2041–2070

minimum

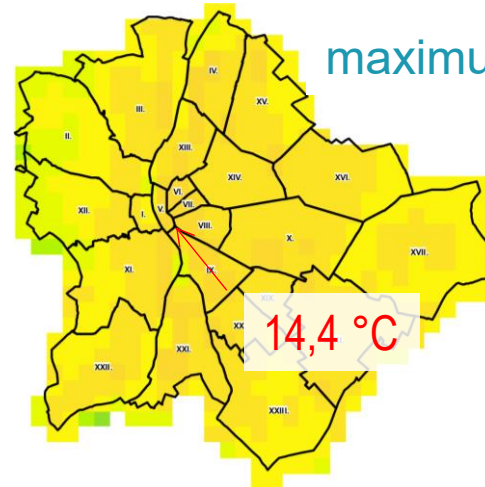
°C



1971–2000
megfigyelés



maximum

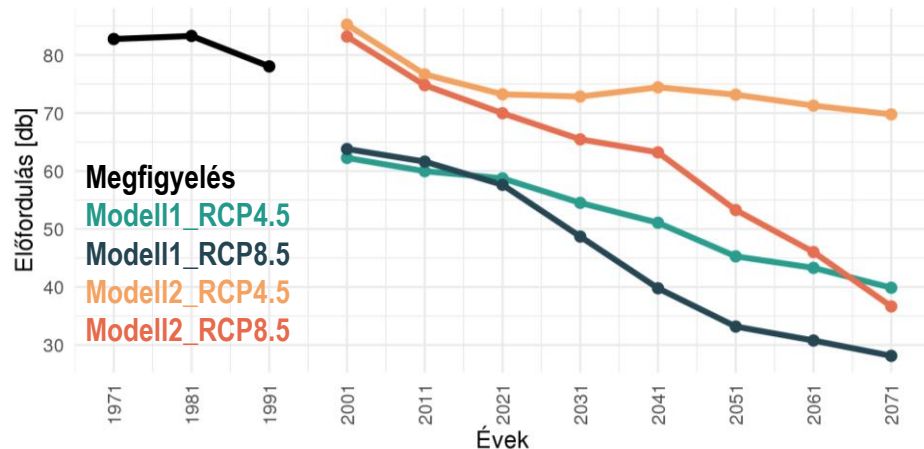


A hőmérséklet-változás mértéke hasonló az országos átlaghoz. A város belső magja a jövőben is melegebb lesz

Fagyos napok változása Budapesten

Fagyos nap: amikor a napi minimumhőmérséklet 0 °C alatti

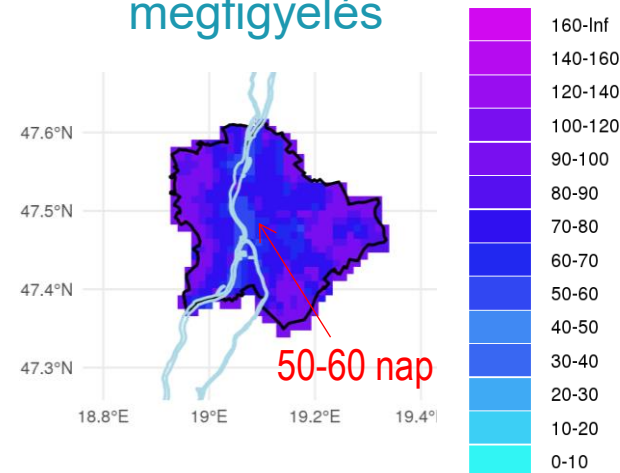
Fagyos napok éves száma



Az adatsorok 30-éves mozgóátlaggal simítottak

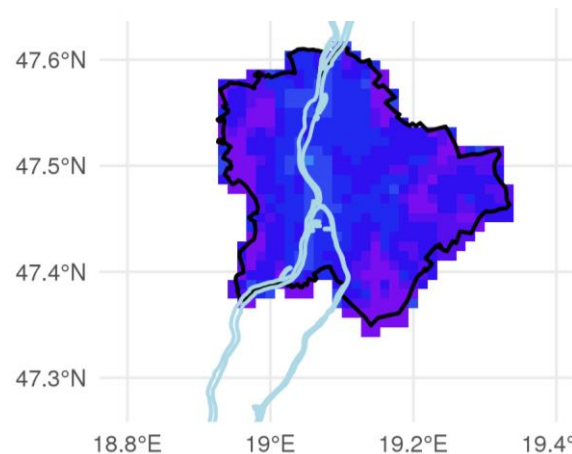
2071–2100-ban a 4 modellből 3 szerint a fagyos napok legalább a múltbeli előfordulás felére csökken

1971–2000 megfigyelés

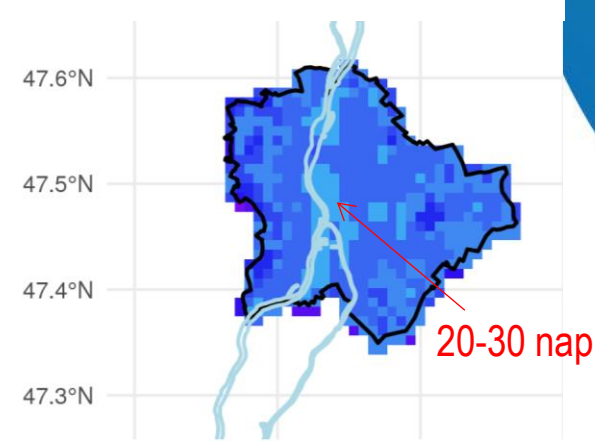


2041–2070

minimum



maximum

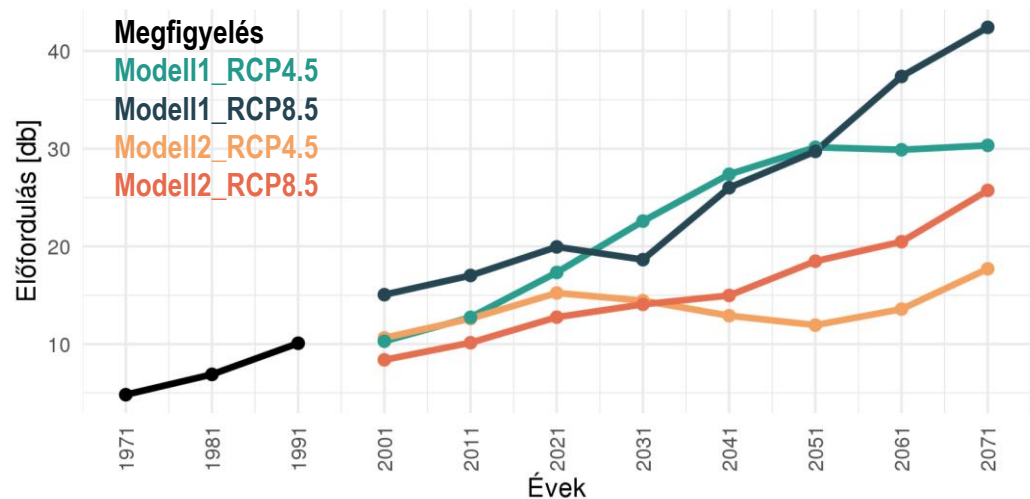


Minimum/maximum: a 4 modellszimuláció alapján a várható legkisebb/ legnagyobb jövőbeli értékek

Elsőfokú hőhullámos napok változása Budapesten

Elsőfokú hőhullámos nap: amikor a napi átlaghőmérséklet eléri a 25 °C-ot

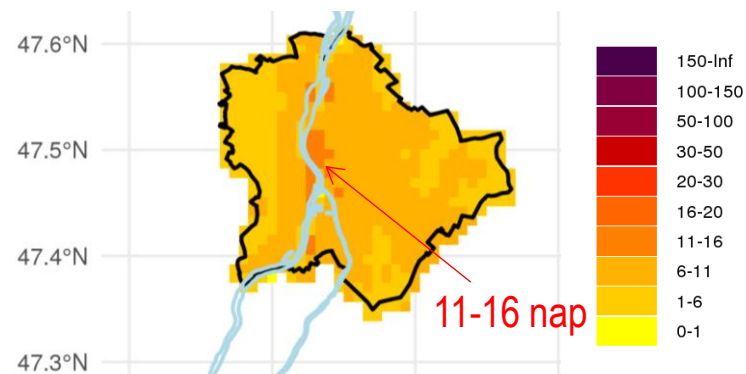
Elsőfokú hőhullámos napok éves száma



Az adatsorok 30-éves mozgóátlaggal simítottak

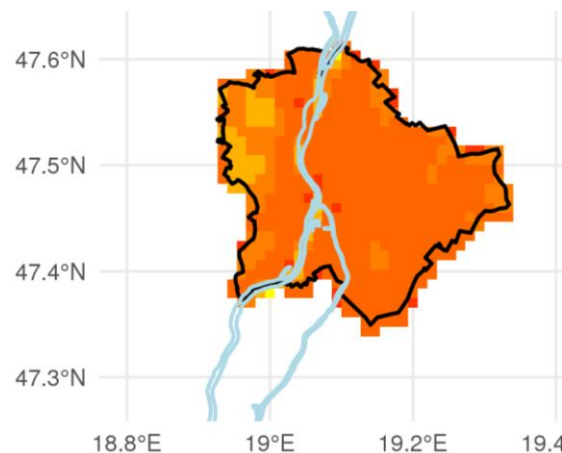
- 1971–2000-ben 5 nap → 2011 – 2040-es időszakon legalább duplája (legalább 10 nap)
- 2071–2100-ban 18-42 nap

1971–2000 megfigyelés

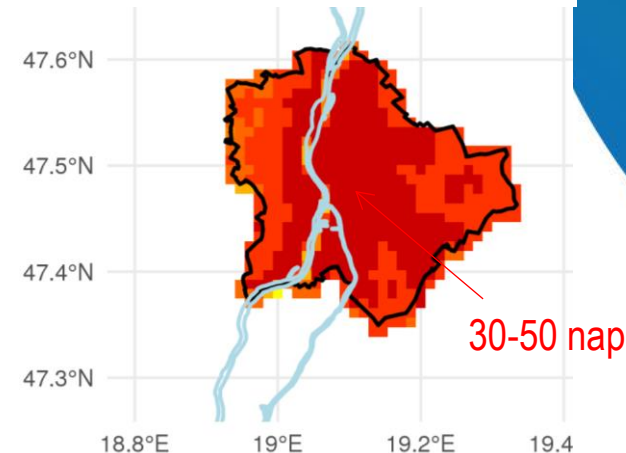


2041–2070

minimum

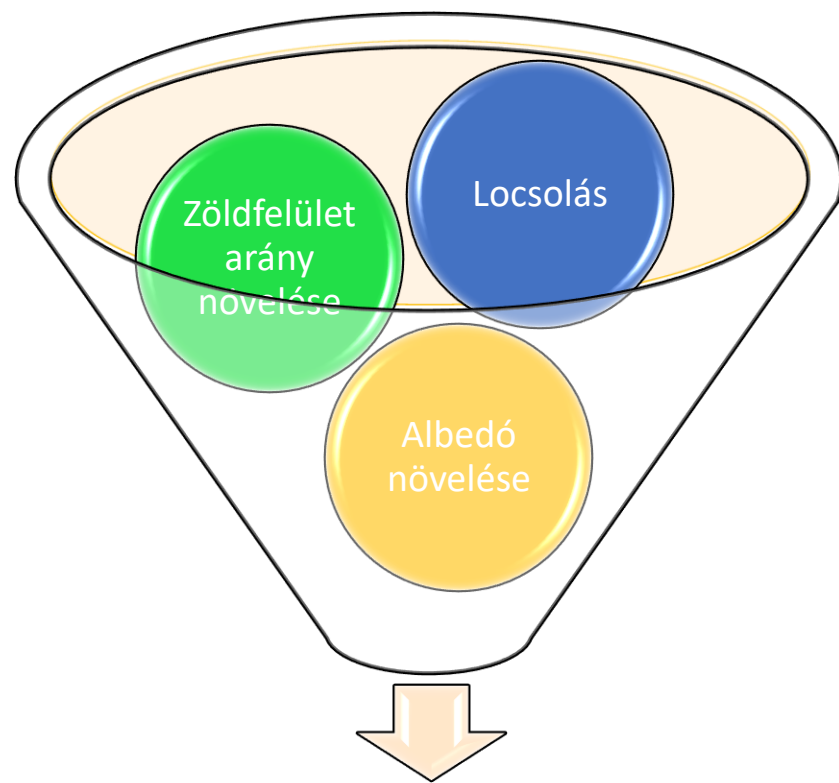


maximum



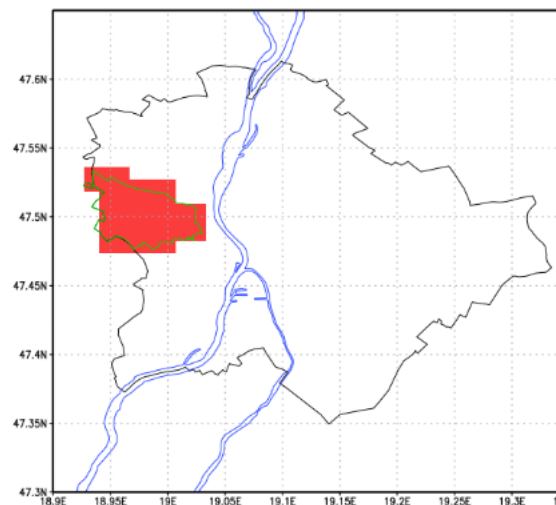
Minimum/maximum: a 4 modellszimuláció alapján a várható legkisebb/ legnagyobb jövőbeli értékek

A hőszigettel szembeni adaptációs lehetőségek vizsgálata Budapesten

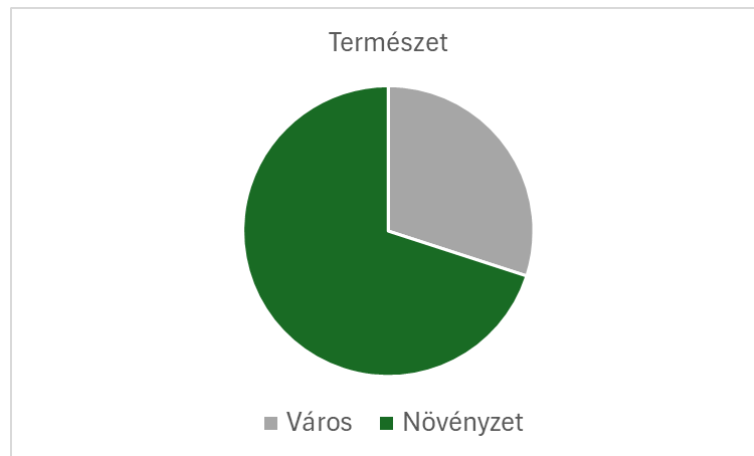
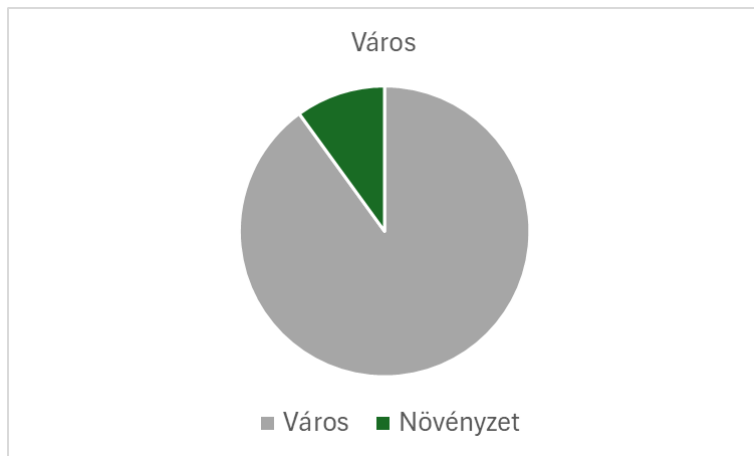
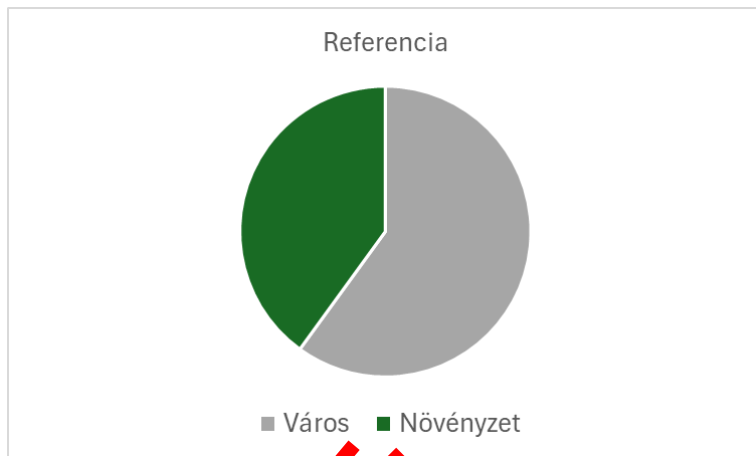


Hőtöbblet mérséklése

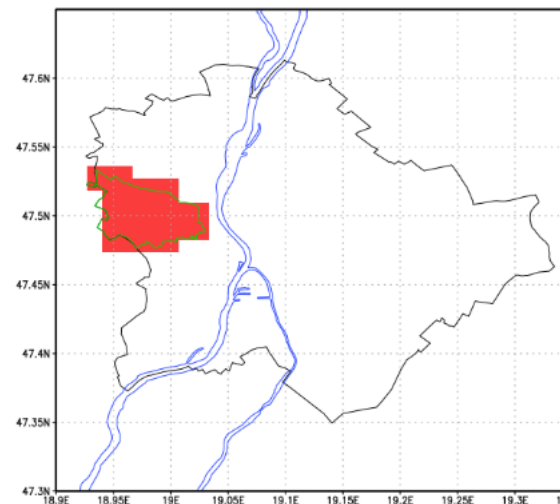
- Rövid tesztelési kísérletek a SURFEX modellel
- Céletterület: Budapest, valamint a XII. kerület



A zöldterület-arány megváltoztatásának hatása

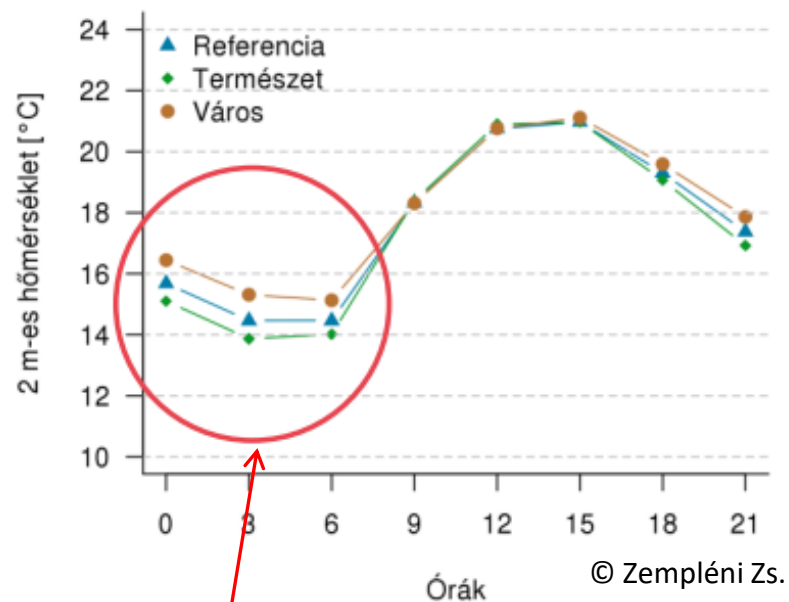


- Vizsgált időszak: 2045. április-október
- Kérdés: a zöldfelület-arány megváltoztatása hogyan hat a városi hőmérsékletre?



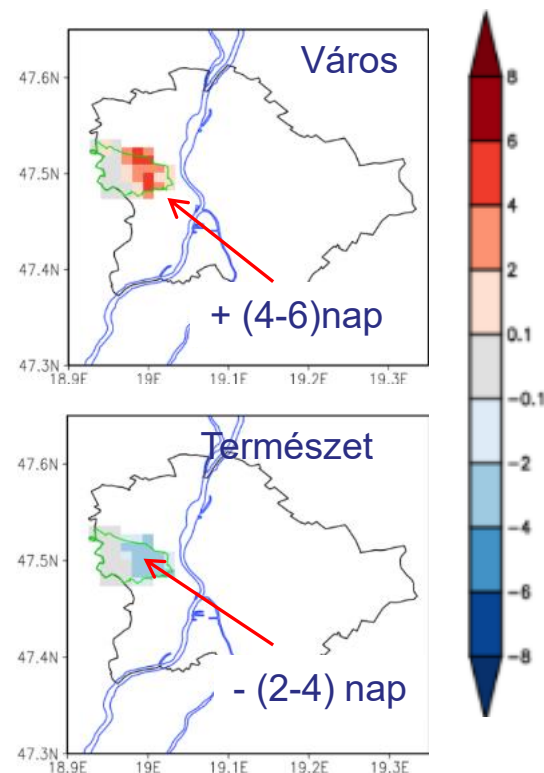
A zöldterület-arány megváltoztatásának hatása

2 m-es hőmérséklet



Különösen az éjszakai hőmérséklet-csökkentésben van szerepe

Trópusi éjszakák számának változása ($T_{\min} \geq 20\text{ °C}$)



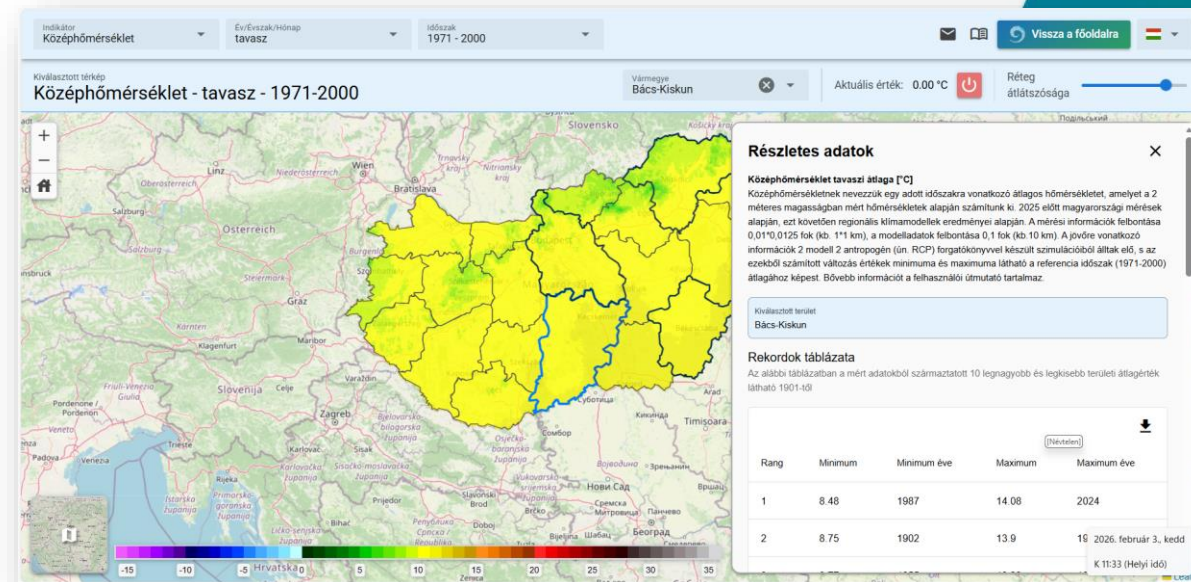
Éghajlatváltozással kapcsolatos publikus információk: KLIMADAT



- Magyarországra és Budapestre vonatkozó, méréseken és modelleredményeken alapuló éghajlati adatbázis és megjelenítő rendszer
(**márciustól Szegedre is**)
- Honlapcíme: <https://klimadat.met.hu>
- Lefedett időszak: 1971–2020 (mérések), 2021–2100 (modelleredmények), 10-évenkénti léptetéssel
(**márciustól mérések kiterjesztése 2025-ig, 5-évenkénti léptetés**)
- Az eredmények térképek és grafikonok formájában vannak megjelenítve (letölthetők)

Éghajlatváltozással kapcsolatos publikus információk: Magyarország Digitális Éghajlati Atlasza

- Várható megjelenés: 2026. márciusától
- 36 éghajlati indikátor (hőmérséklet, csapadék, sugárzás, szél, nyomás, talajnedvesség...) Magyarországra, valamint a vármegyékre
- Interaktív térképes, statisztikai és grafikonos megjelenítés
- 30-éves időszakok (1961-1990, 1971-2000, 1991-2020, 2041-2070, 2071-2100)



Egyéb információforrások – mérések és azon alapuló becslések

- Múltbeli mérési információk:
<https://odp.met.hu/climate>



Meteorológiai Adattár

Name	Last modified	Size	Description
 climate/	2022-01-01 09:59	-	Éghajlati adatok
 weather/	2022-03-04 15:10	-	Időjárási adatok és információk
 HungaroMet_logo_800x.png	2024-04-26 11:03	89K	
 HungaroMet_logo_800x_ENG.png	2024-04-26 11:03	92K	
 ODP_General_Terms_of_Use.pdf	2024-04-26 11:03	259K	General Terms and Conditions of Use
 ODP_altalanos_felhasznalasi_feltetelek.pdf	2024-04-26 11:03	252K	Általános tájékoztató és felhasználási feltételek
 tree.html	2025-11-21 13:00	41K	

A Meteorológiai Adattár tartalmilag fejlesztés, feltöltés alatt áll.

- Mérnöki tervezési és méretezési feladatok támogatására csapadékinテンzítás adatok:
<https://met.hu/eghajlat/csapadekintenzitas/>

Csapadékinテンzítés



Ezen a felületen csapadékinテンzítés adatok tölthetők le tervezési és méretezési (racionális módszertan lapján történő csapadékvízhozam számításához) feladatok kiszolgálása céljából. Az itt letölthető I_p - mértékadó intenzitás értékek a 100 automata mérőhelyre vonatkozóan az 1998-2023 időszak automata mérései alapján lettek meghatározva.

A tervezés helyszínének megadását követően (amely történhet EOY, illetve fi-lambda koordináta párok megadásával is), a térképen piros színnel megjelenik a földrajzi koordináták által kijelölt pont piros színnel. Tájékoztatóként a legközelebbi állomás kék színnel, további 4 legközelebbi mérőhely pedig zöld színnel jelenik meg a térképen. A rendszer automatikusan a legközelebbi mérőállomás adatait adja meg, de a legördülő listából, vagy az állomást jelölő karikára kattintva további mérőállomások adatai is lekérdezhetőek, letölthetőek (PDF és Excelbe importálható CSV formátumokban). Tervezői igényekre reagálva kétféle mértékegységben kifejezve: mm/h és l/(s × ha)-ban is letölthető a tervezési értékek táblázata.

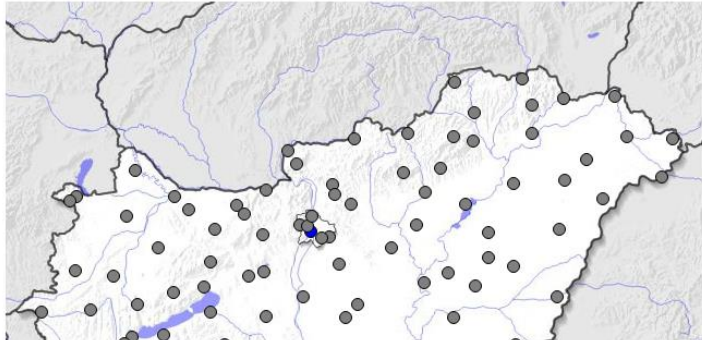
Ajánlott böngésző: Google Chrome, Firefox.

Szélesség

Hosszúság

Állomás

Válassz mérőállomást



Az ingyenes tervezői adatszolgáltatás biztosításához a szükséges fejlesztést az Országos Vízügyi Főigazgatóság (Települési Vízgazdálkodási Osztály) megbízásából a Magyar Mérnöki Kamara (Vízgazdálkodási és Vízépítési Tagozat) szakmai közreműködésével a HungaroMet Nonprofit Zrt. készítette.

Mérőállomás: 52; Budapest Lágymányos Koordináták: 47.47 N ; 19.06 E

intenzitás (mm/h)	10 perces	20 perces	30 perces	60 perces
1 éves, 100%-os	35,71	24,20	18,53	12,13
2 éves, 50%-os	51,95	39,15	30,80	19,49
4 éves, 25%-os	63,45	49,74	39,50	24,71
5 éves, 20%-os	66,78	52,79	42,01	26,22
10 éves, 10%-os	76,60	61,83	49,43	30,68
20 éves, 5%-os	86,01	70,50	56,55	34,95
50 éves, 2%-os	98,20	81,72	65,76	40,48
100 éves, 1%-os	107,34	90,13	72,66	44,63

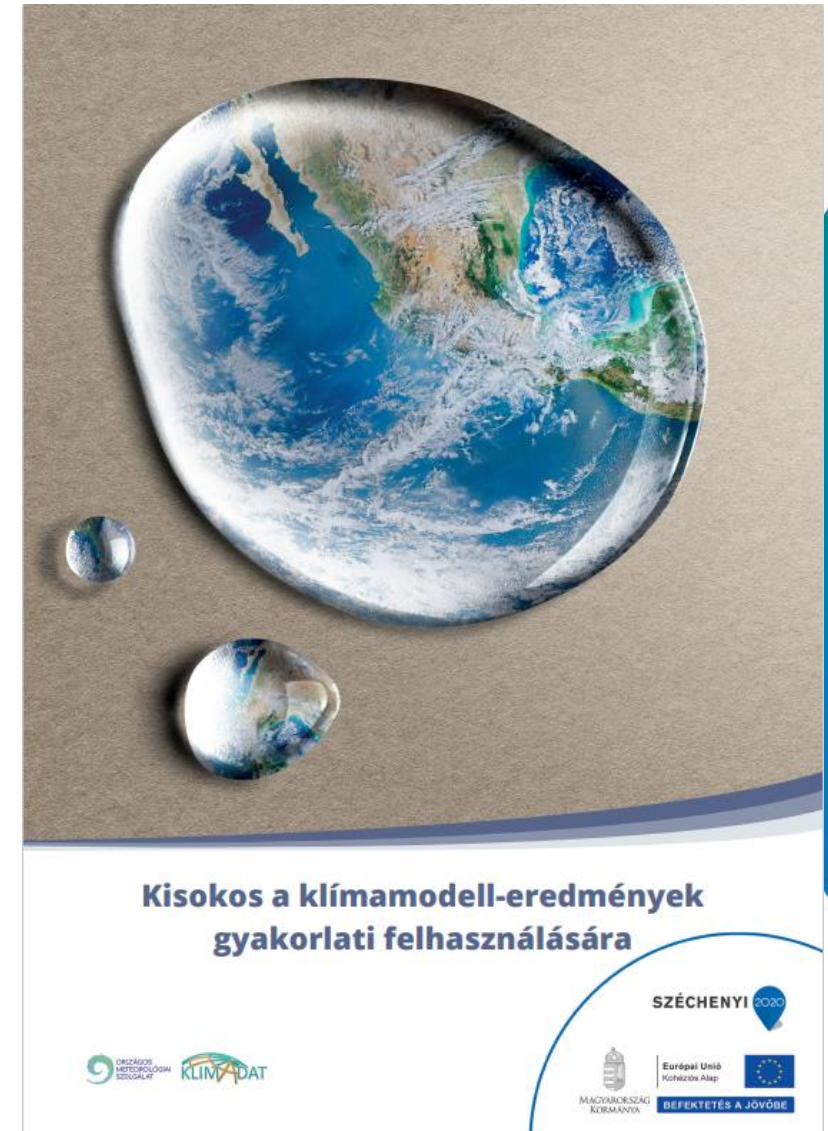
1. táblázat: I_p - mértékadó intenzitás értékek mm/h - ban.

intenzitás (l/s x ha)	10 perces	20 perces	30 perces	60 perces
1 éves, 100%-os	98,21	64,38	51,14	33,22
2 éves, 50%-os	144,42	107,65	84,09	52,63
4 éves, 25%-os	175,13	137,27	108,22	67,47
5 éves, 20%-os	184,98	146,24	115,52	72,63
10 éves, 10%-os	210,64	170,03	135,93	83,75
20 éves, 5%-os	239,12	193,87	156,64	97,16
50 éves, 2%-os	271,04	225,54	182,16	111,73
100 éves, 1%-os	297,33	249,65	200,55	123,17

2. táblázat: I_p - mértékadó intenzitás értékek l/s x ha - ban.

Egyéb információforrások

- Útmutató a modelleredmények felhasználásáról:
<https://tinyurl.com/2xessby7>
- Személyes megkeresés: klimadinamika@met.hu,
eghajlat@met.hu



Köszönöm szépen a figyelmet!