

Éghajlati és alkalmazkodási információk fejlesztése a HungaroMetnél

Szépszó Gabriella
Klimatológiai és Kutatás-fejlesztési Igazgatóság



Tartalom

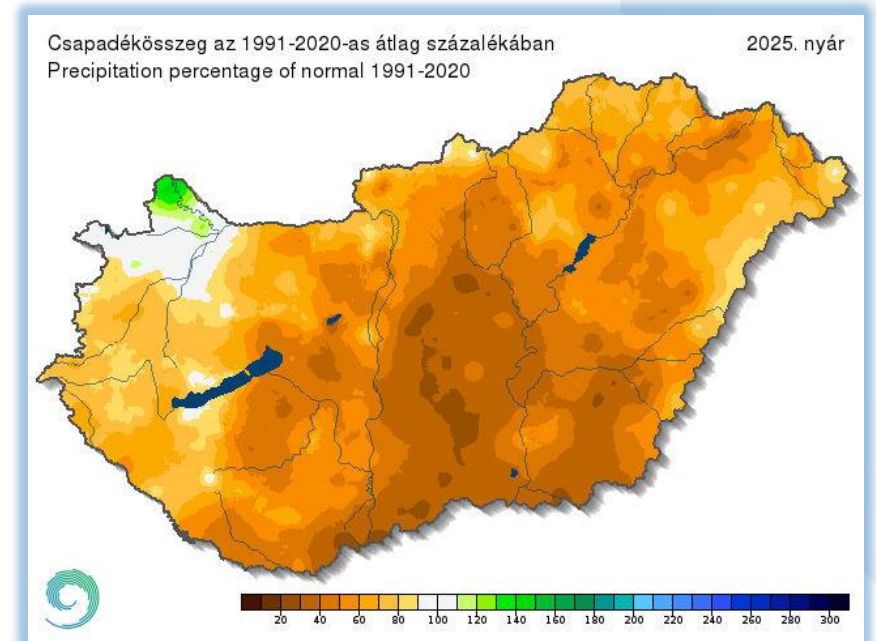
1. Éghajlati alapadatok fejlesztése
2. Éghajlati adatbázisok és alkalmazások fejlesztése
3. Alkalmazkodási információbázis
4. Kitekintés, összefoglalás

Tartalom

1. Éghajlati alapadatok fejlesztése
2. Éghajlati adatbázisok és alkalmazások fejlesztése
3. Alkalmazkodási információbázis
4. Kitekintés, összefoglalás

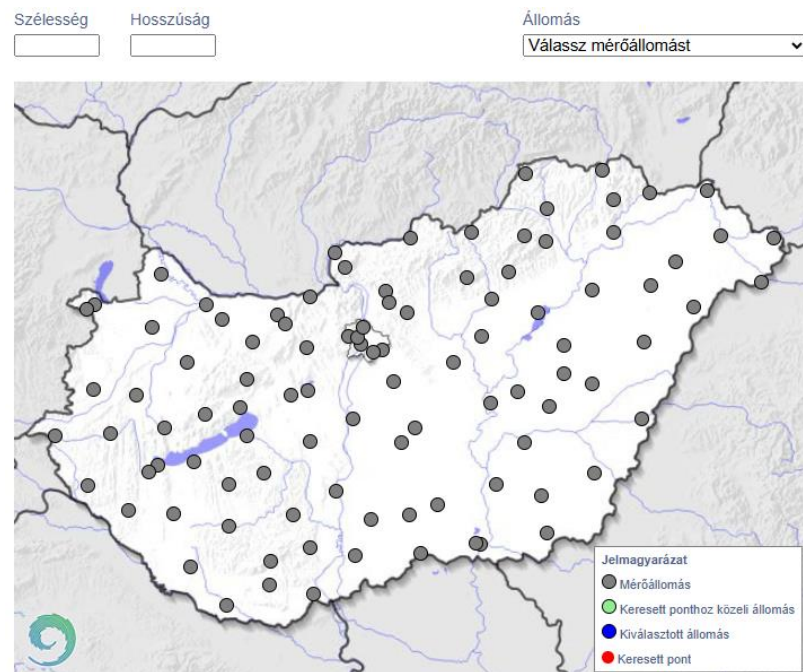
Hazai mérési adatsorok feldolgozása

- A Kárpát-medencére, Magyarország területére rácsponti, homogenizált adatsorok előállítása számos meteorológiai elemre homogenizált adatok alapján:
 - 0,1°-os térbeli felbontás, napi adatok
 - 1971-től hőmérséklet, csapadék, r. nedvesség, légnyomás, 2001-től: globálsugárzás, szél
- Átlagos változás és extrém klímaindexek változásának vizsgálata, szélsőségek elemzése
- Éghajlatváltozás hatásainak vizsgálatához szükséges éghajlati adatsorok fejlesztése:
 - Korábbi adatsorok pontosítása
 - Rácshálózat finomítása: 0,1 fok → 0,05 fok
 - Adatrögzítéssel további adatsorok integrálása
 - Rendszeres frissítés, napon belüli adatsorok vizsgálata



Csapadékintenzitás információk tervezéshez

- Mérnöki tervezéshez használt (1970-es) csapadékmaximum-függvények megújítása
- Csapadékintenzitás adatok 1998-2023-ra 100 automata **mérőhelyre** vonatkozóan:
<https://www.met.hu/eghajlat/csapadekintenzitas>
- Különböző időtartam alatt hulló maximális csapadék különböző időszakra vonatkozó visszatérési értéke (csapadékmaximumokra illesztett eloszlásfüggvényből)



Mérőállomás: 49; Budapest belterület Koordináták: 47.51 N ; 19.03 E

intenzitás (mm/h)	10 perces	20 perces	30 perces	60 perces
1 éves, 100%-os	36,56	25,46	17,44	11,23
2 éves, 50%-os	59,56	45,49	34,50	21,87
4 éves, 25%-os	75,86	59,68	46,58	29,40
5 éves, 20%-os	80,56	63,78	50,07	31,58
10 éves, 10%-os	94,47	75,89	60,39	38,01
20 éves, 5%-os	107,81	87,51	70,28	44,18
50 éves, 2%-os	125,08	102,55	83,08	52,17
100 éves, 1%-os	138,02	113,81	92,67	58,15

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	100,53	67,71	48,18	30,77
2 éves, 50%-os	165,57	125,09	94,18	59,04
4 éves, 25%-os	209,36	164,71	127,64	80,27
5 éves, 20%-os	222,46	176,67	137,70	87,48

Órás csapadékösszeg 100-éves visszatérési értéke
(maximális órás csapadékösszeg, ami 100-évente 1x fordul elő)

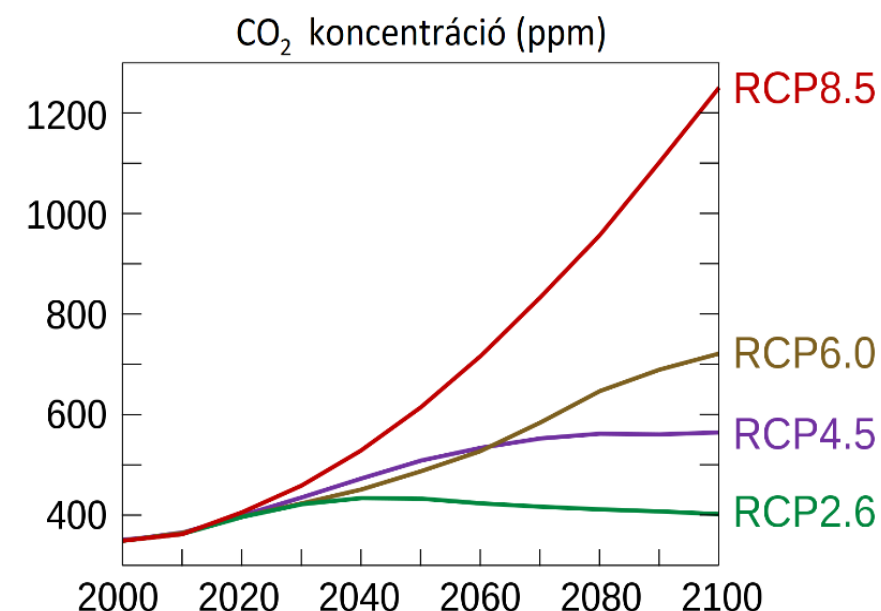
Jövőbeli változások vizsgálata

- A klímaváltozás hatásainak számszerű vizsgálatához éghajlati információk adnak kiindulási alapot
- **Regionális éghajlati modellek** a várható változások részletes feltárására
- Fizikai és antropogén folyamatok közelítő leírása → **projekciós bizonytalanság**
- Bizonytalanságok figyelembevétele ensemble módszerrel: **több modell és forgatókönyv** → **valószínűségi** jellegű információk

Finom-
felbontású
klíma-
szimulációk

Hazai
regionális
klímamodell
szimulációk

Európai
modell-
eredmények
feldolgozása

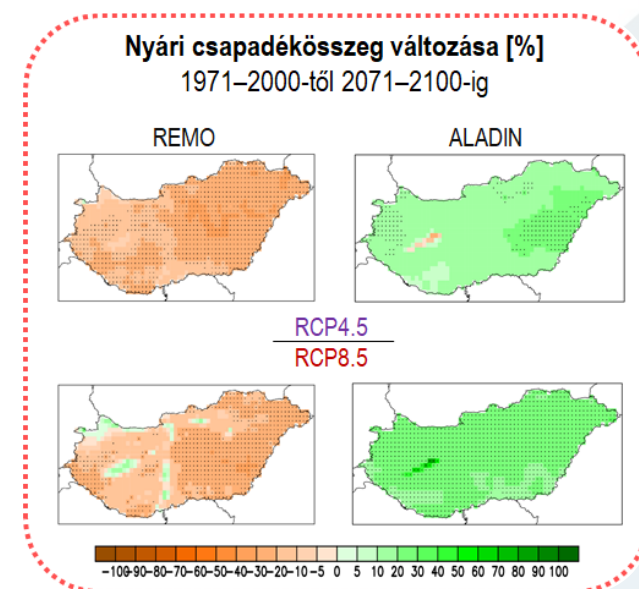


Regionális klímamodellezés

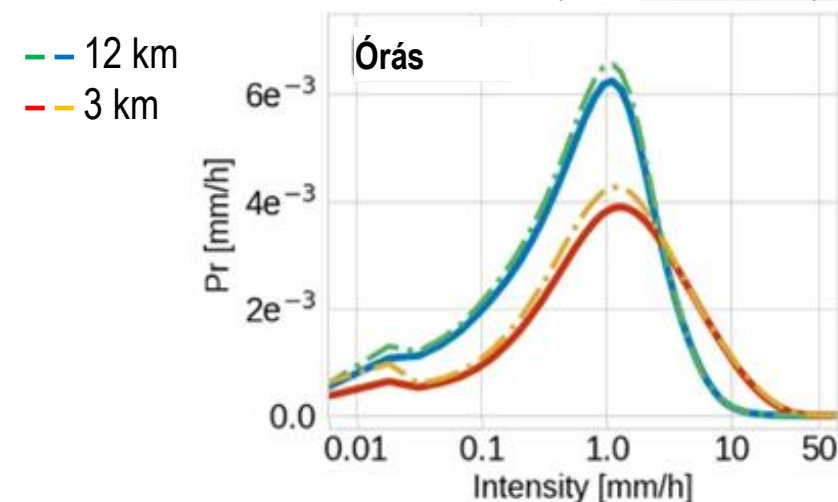
- 2100-ig szóló szimulációk **két regionális klímamodellel** (ALADIN és REMO) és **két forgatókönyvvel** (RCP4.5, RCP8.5)
- Ezenkívül **európai** (EURO-CORDEX) modelleredmények vizsgálata: 9 modellkombináció, további scenárió (RCP2.6)
- **10 km-es felbontás**, 3-6 óránkénti outputok
- Kiemelt projekciós időszakok:
2021–2050 → **2041–2070, 2071–2100**
- Folyamatban: **km-es skálájú** regionális modellkísérletek a HARMONIE-Climate modellel → új felhasználói kör



Kapcsolat: klimadinamika@met.hu

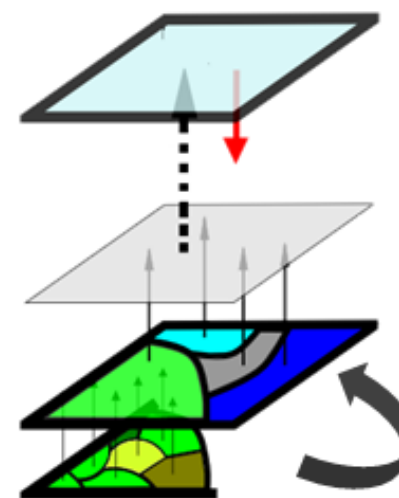
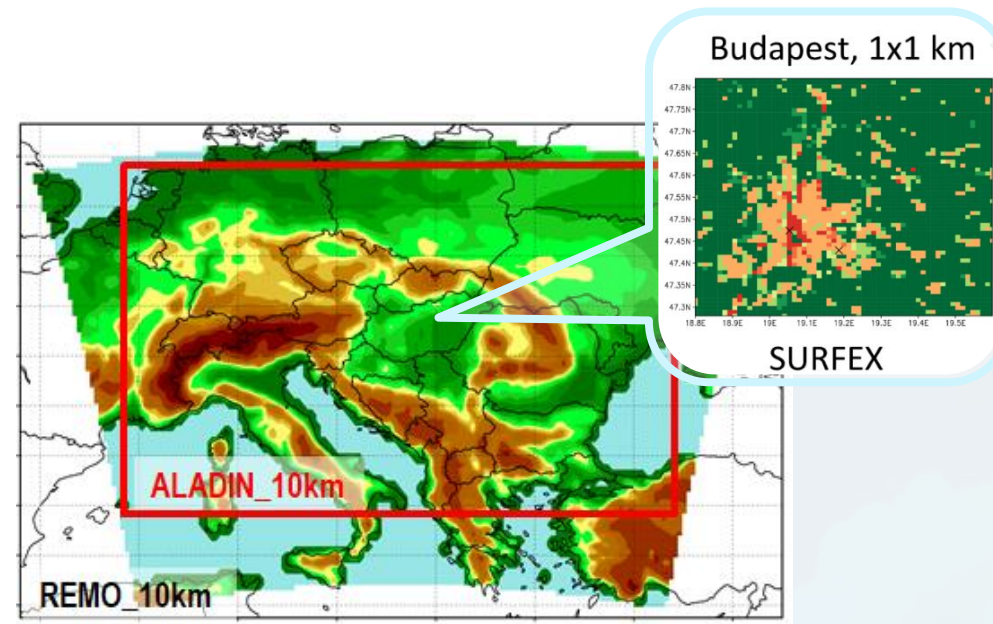


Szimulált nyári **csapadék és intenzitás**
Skandinávia (Lind et al., 2022)



Városi léptékű vizsgálatok

- A klímaváltozás hatásai a hazai nagyvárosokban
- 1 km-es felbontású modellkísérletek a városi felszín és a légkör közötti kölcsönhatások leírására a **SURFEX felszíni modellel**
- Légköri információk a hazai regionális klímamodellek eredményeiből
- 1971–2100 időszak
- Kihívás: reprezentatív mérési adatsor hiánya



Nagyskalájú jellemzők
légköri modellből:
 $T, q, u, v, p_s, P, \text{rad}$

Cellára átlagolt hő, víz
és momentum fluxus

A cellán belüli felszíntípusok
arányában a **turbulens
fluxusok** kiszámítása

Felszíni jellemzők egy felszíni adatbázisból

Tartalom

1. Éghajlati alapadatok fejlesztése
2. Éghajlati adatbázisok és alkalmazások fejlesztése
3. Alkalmazkodási információbázis
4. Kitekintés, összefoglalás

Meteorológiai Adattár – odp.met.hu

- A HungaroMet publikusan elérhető időjárási és éghajlati adatai
 - Időjárási adatok:
 - Rövid és középtávú modell előrejelzések, radarképek, műholdképek, villámadatok, szöveges előrejelzés, figyelmeztetés, riasztás, UV-előrejelzés
 - Valós idejű adatok általában 2 napra visszamenőleg
 - Éghajlati adatok: csak mérési információk
- Jellemző formátumok: netcdf, txt, png
- Rövid leírások magyar és angol nyelven
- Folyamatosan bővül



Éghajlati adatok a Meteorológiai Adattárban

Automata mérési adatok

```
- observations_hungary
  | 10_minutes
  |   | historical
  |   | now
  |   | recent
  | 10_minutes_wind
  |   | historical
  |   | now
  |   | recent
  | avg_daily
  |   | historical
  |   | recent
  | daily
  |   | historical
  |   | recent
  | daily_rain
  |   | historical
  |   | recent
  | gas_daily
  |   | historical
  |   | recent
  | hourly
  |   | historical
  |   | now
  |   | recent
  | meta
  | monthly
  |   | historical
  |   | recent
```

Valós idejű és
historikus adatok
többféle időbeli
részletességgel

Nyers állomási adatsorok

```
- station_data_series
  | daily
  |   | from_1870
  |   |   | mean_temperature
  |   |   | meta
  |   |   | precipitation_sum
  |   | from_1901
  |   |   | maximum_temperature
  |   |   | mean_temperature
  |   |   | meta
  |   |   | minimum_temperature
  |   |   | precipitation_sum
  | sub_daily
  |   | 10min_maxprecipitation
  |   | meta
```

Nem homogenizált,
adatellenőrzött adatsorok
néhány állomásra
1901/1870-től

Homogenizált adatsorok

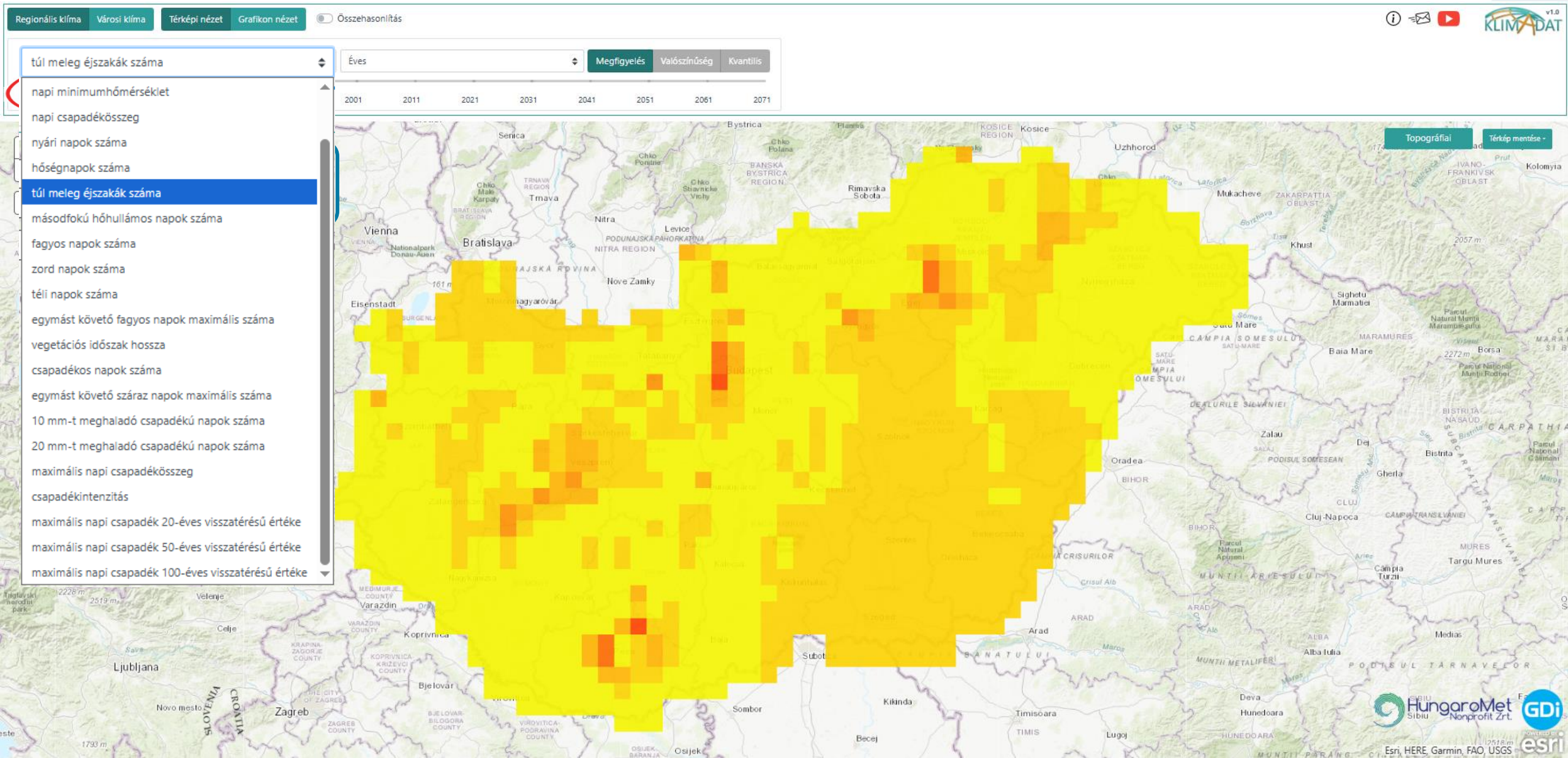
```
- homogenized_data
  | gridded_data_series
  |   | 6_hours_data_series
  |   | CarpatClim_data
  |   | daily_data_series
  |   |   | from_1971
  |   |   |   | maximum_temperature
  |   |   |   | mean_relative_humidity
  |   |   |   | mean_temperature
  |   |   |   | minimum_temperature
  |   |   |   | precipitation_sum
  |   |   |   | surface_air_pressure
  |   |   | from_2001
  |   |   |   | global_radiation_sum
  |   |   |   | maximum_wind_gust_speed
  |   |   |   | mean_wind_speed
  | station_data_series
  |   | from_1870
  |   |   | mean_temperature
  |   |   | precipitation_sum
  |   | from_1901
  |   |   | maximum_temperature
  |   |   | mean_temperature
  |   |   | meta
  |   |   | minimum_temperature
  |   |   | precipitation_sum
```

Homogenizált, állomási vagy
0,1-fokos magyarországi rácsra
interpolált adatsorok,
napi vagy 6-órás részletességgel

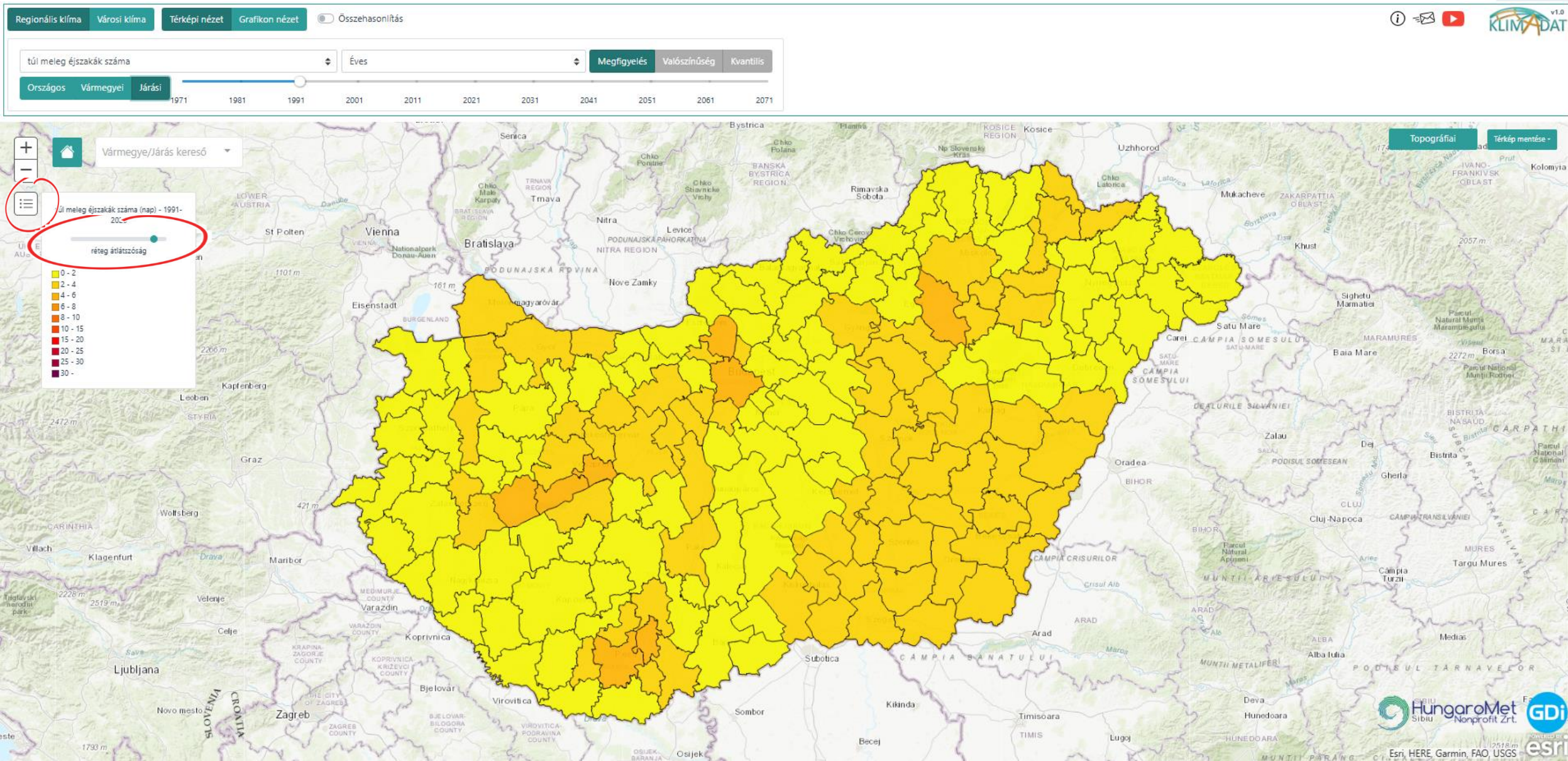
- Információk a **magyarországi** hőmérsékleti és csapadék változásokról
- **Mérések + modelleredmények**
- Időszak: 1971–2100
- Regionális és városi információk, különböző lehatárolások
- Offline számítások (indikátorok, korrekció stb.) és ArcGIS térinformatikai alap (GDI/ESRI)
- Projekciós bizonytalanság számszerűsítése
- Letölthető térképek és információk (geotiff, pdf, png)
- Kiszolgálandó igények: éghajlati hatásvizsgálatok, stratégia alkotás, ismeretterjesztés, média, egyéni érdeklődés
- Folyamatos bővítés

Modell	Felbontás	Forgatókönyv	Terület
ALADIN	10 km	RCP4.5, RCP8.5	Kelet-Közép-Európa
SURFEX	1 km	RCP4.5, RCP8.5	Budapest, Szeged
REMO	10 km	RCP4.5, RCP8.5	Kelet-Közép-Európa
SURFEX	1 km	RCP4.5, RCP8.5	Budapest, Szeged

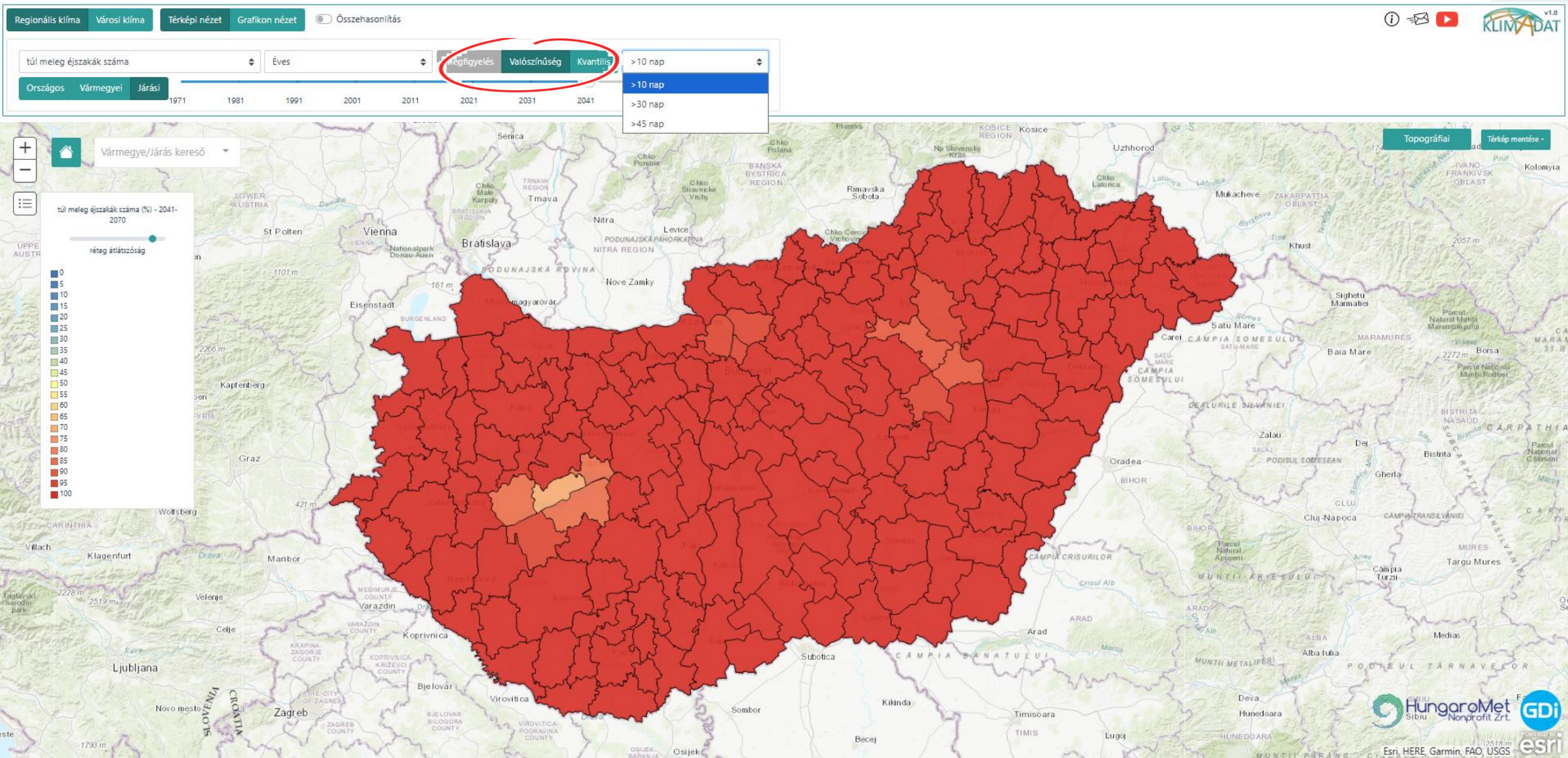
Aktuális változat



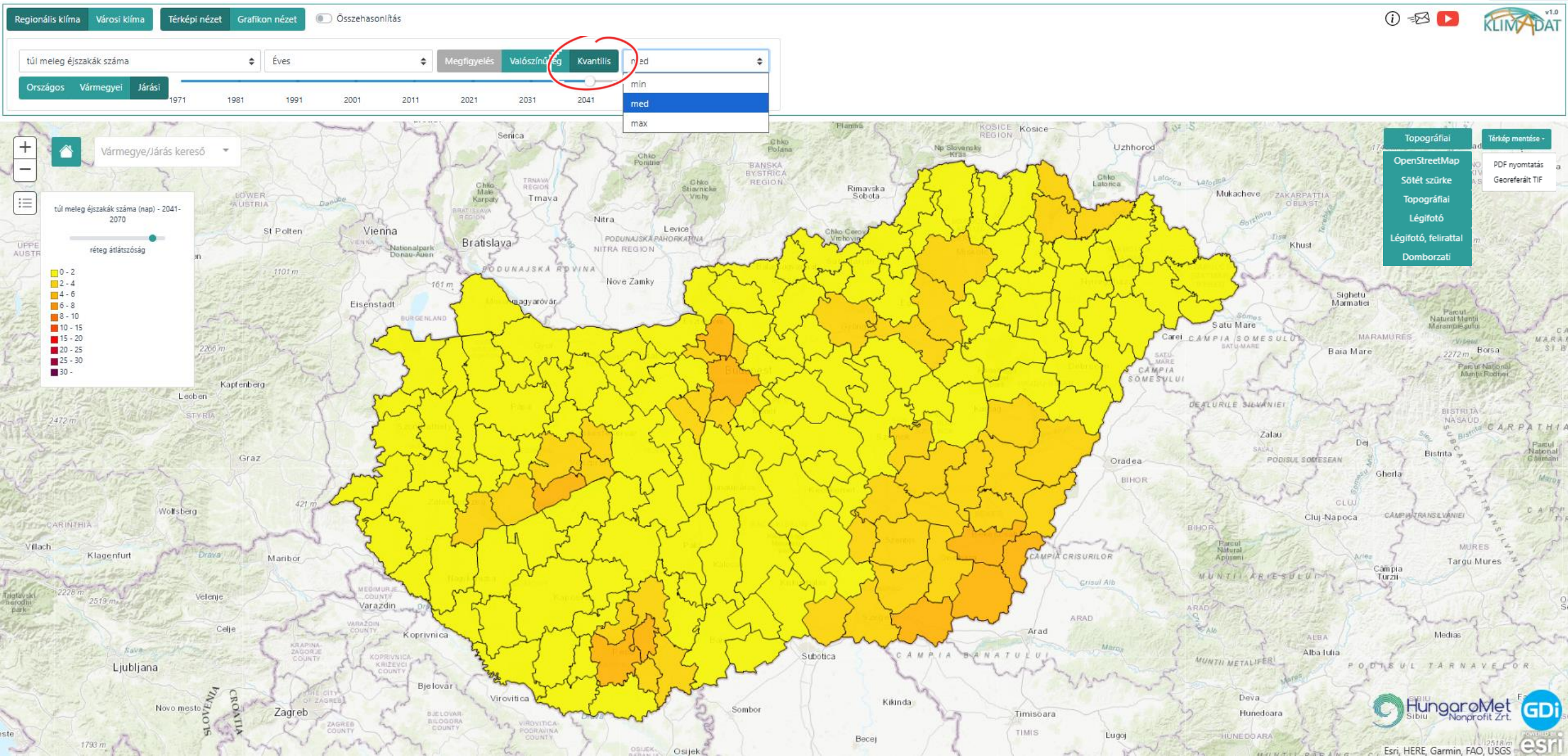
Aktuális változat



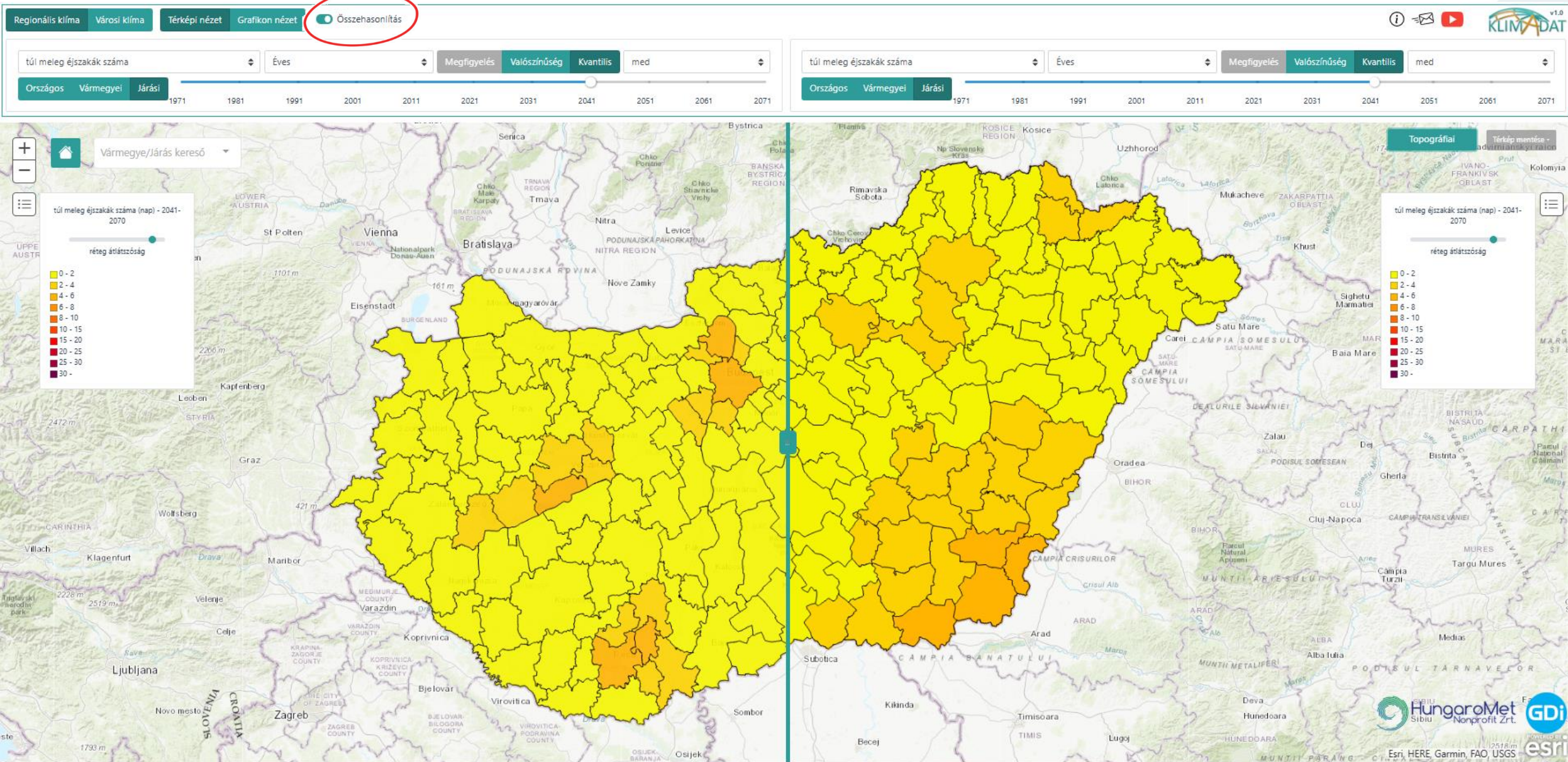
Aktuális változat



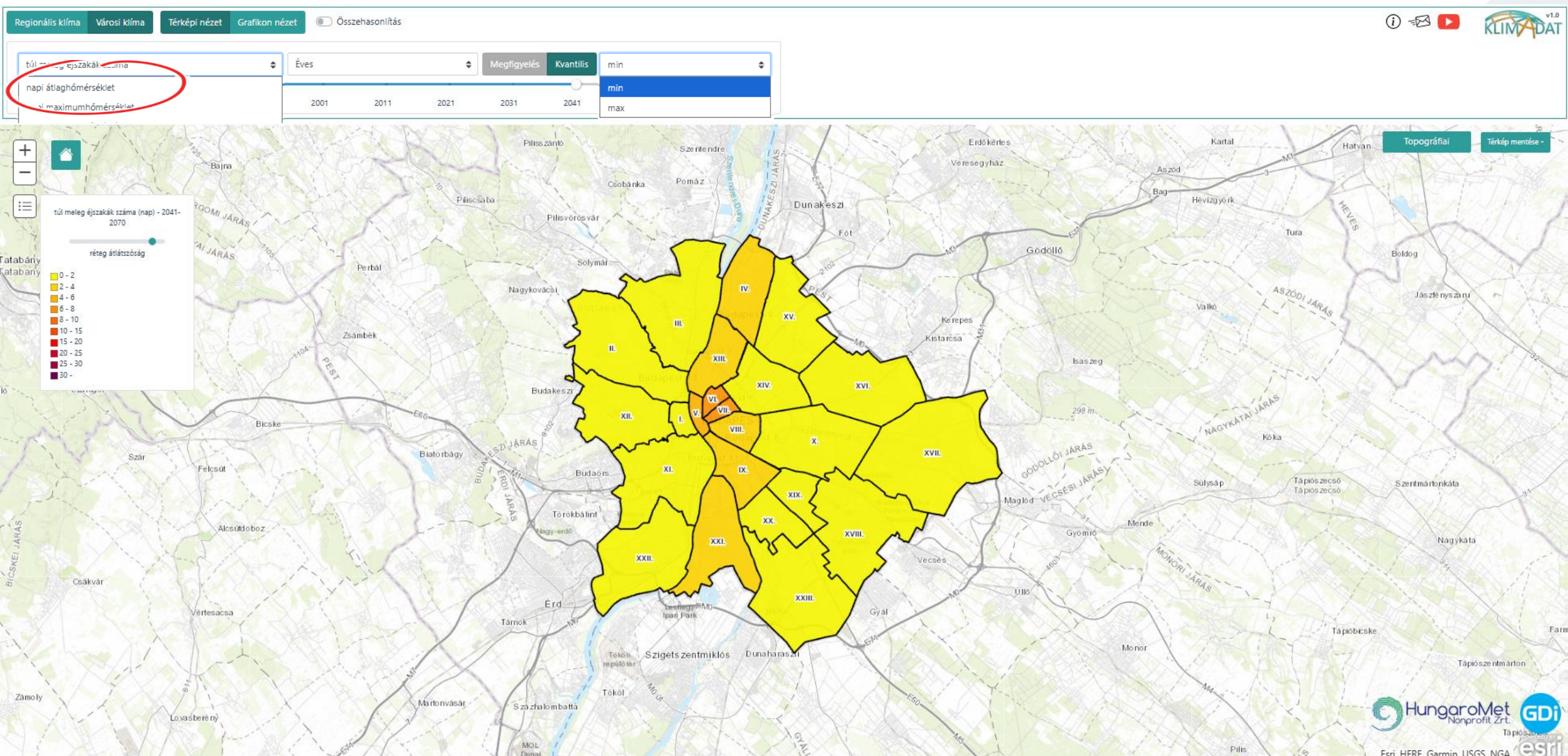
Aktuális változat



Aktuális változat



Aktuális változat



Aktuális változat

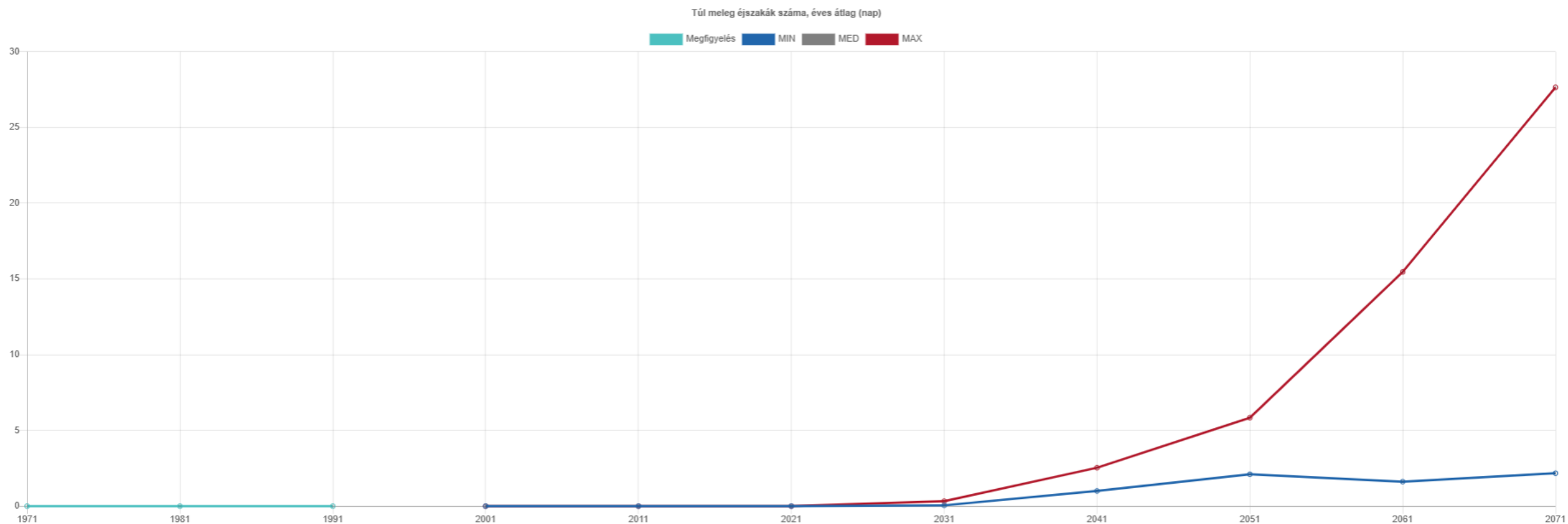


Regionális klíma Városi klíma Térképi nézet Grafikon nézet

túl meleg éjszakák száma

Éves

Budapest Válasszon kerületet Grafikon letöltése

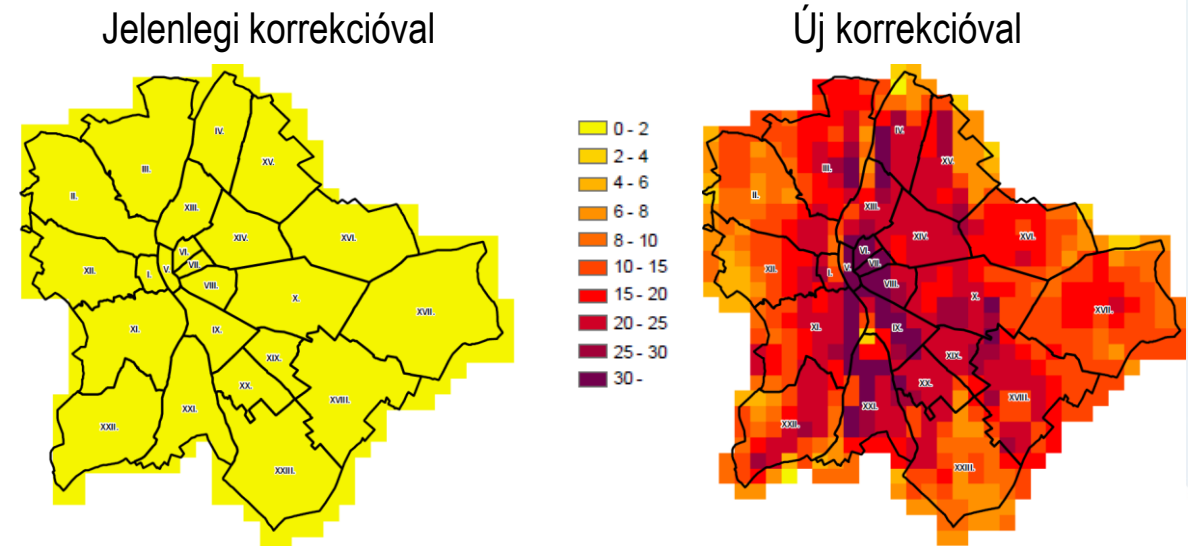


Alapadatok frissítése

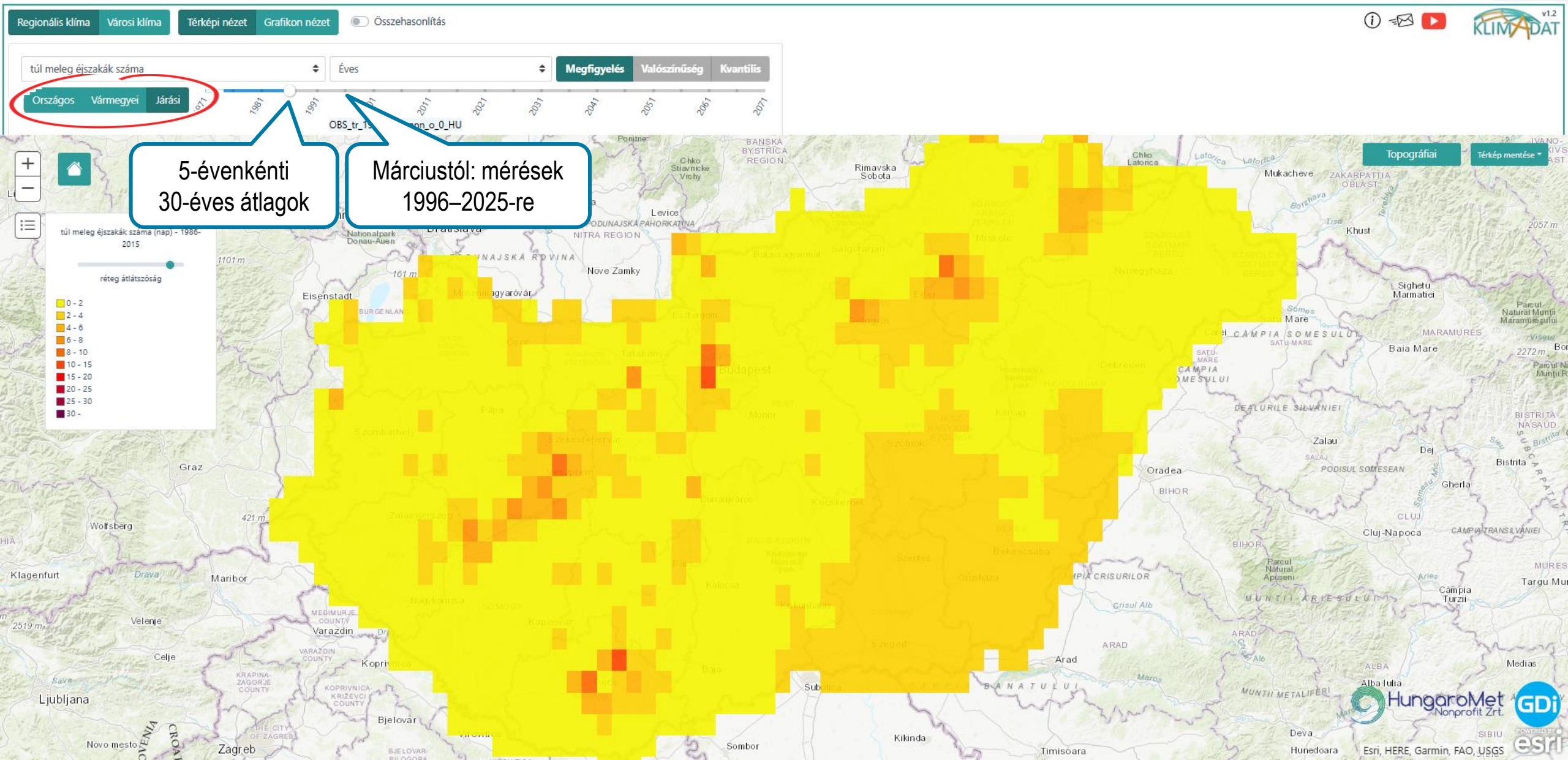
- **Új modellkísérletek** eredményeinek feldolgozása és beépítése → 2x4 kísérlet, egységes projekciós alap a regionális és a városi éghajlati vizsgálatokhoz
- **Mérési adatok frissítése** 2024(2025)-ig, újra homogenizálás
- **Új korrekciós** módszer a modelladatokra: hőmérsékleti és csapadék alapváltozók napi adatsorainak mentesítése a szisztematikus hibáktól, s ezekből indikátorok számítása → jelentős hatás az éghajlati indexek esetében, a városi eredményeknél
- **Új indikátorok:** forró napok száma, elsőfokú hőhullámos napok száma

Modell	Felbontás	Forgatókönyv	Terület
ALADIN	10 km	RCP4.5, RCP8.5	Kelet-Közép-Európa
SURFEX	1 km	RCP4.5, RCP8.5	Budapest, Szeged
REMO	10 km	RCP4.5, RCP8.5	Kelet-Közép-Európa
SURFEX	1 km	RCP4.5, RCP8.5	Budapest, Szeged

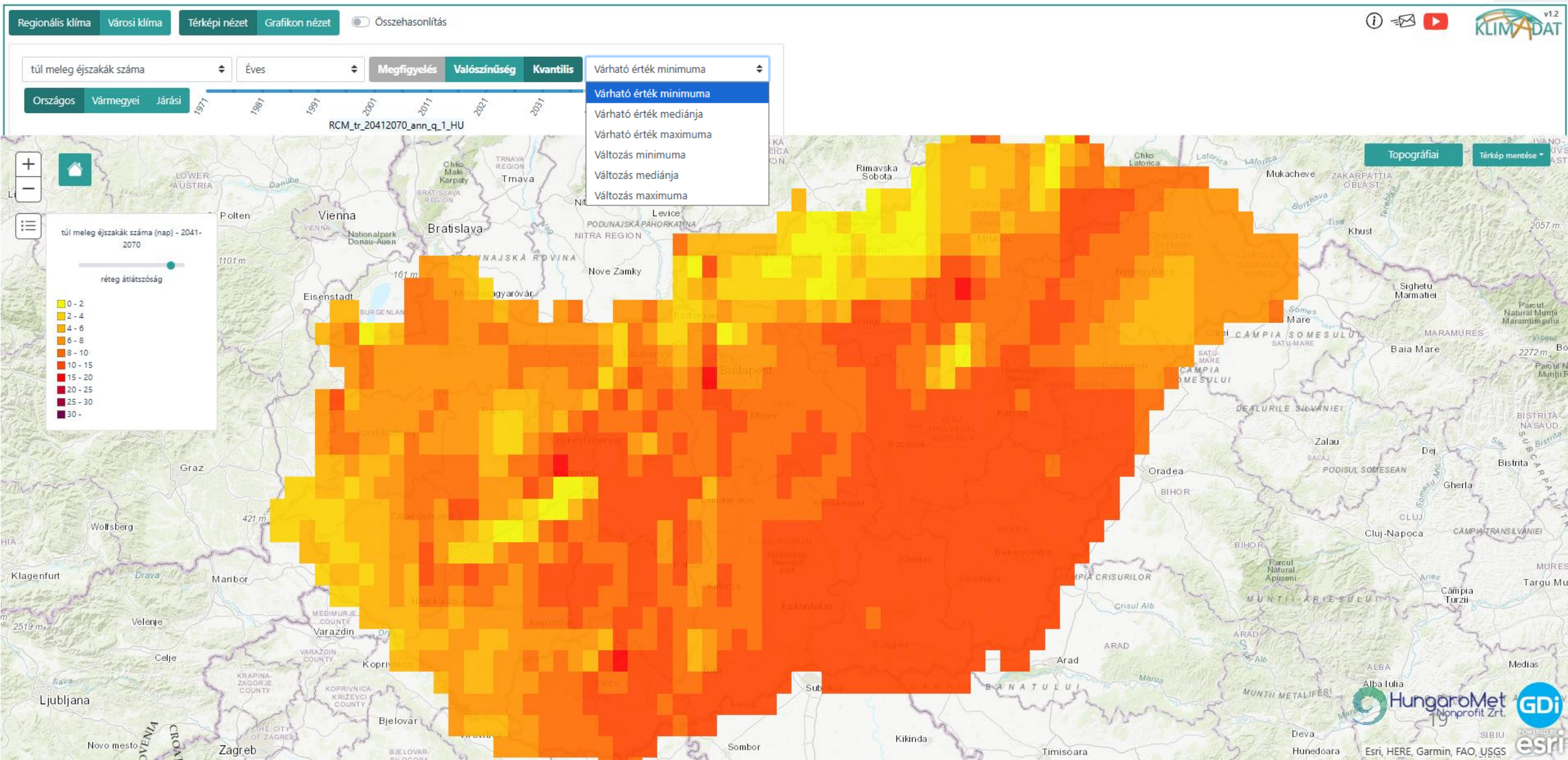
Túl meleg éjszakák átlagos éves száma, várható minimum 2021–2050



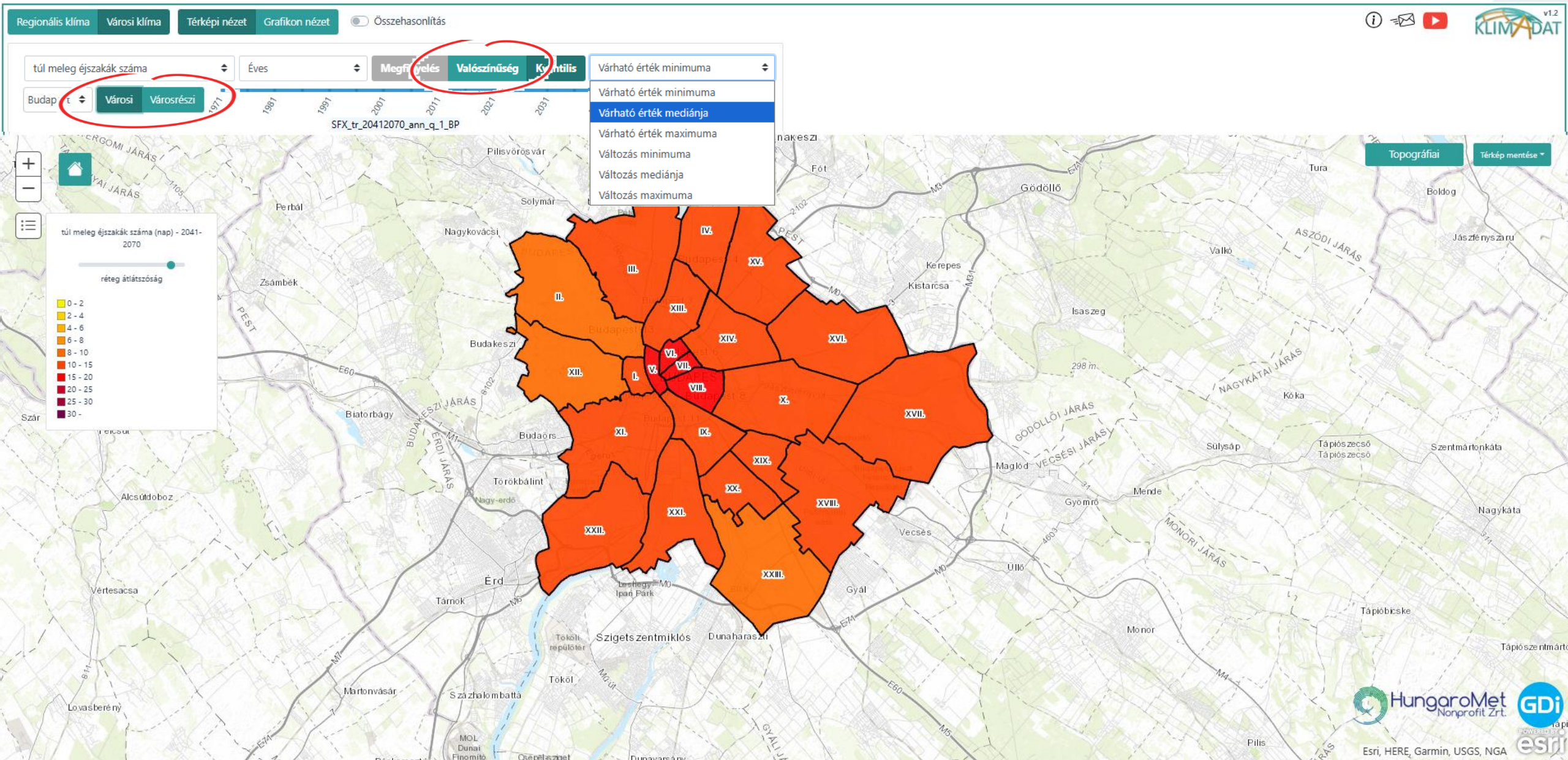
További folyamatban lévő fejlesztések



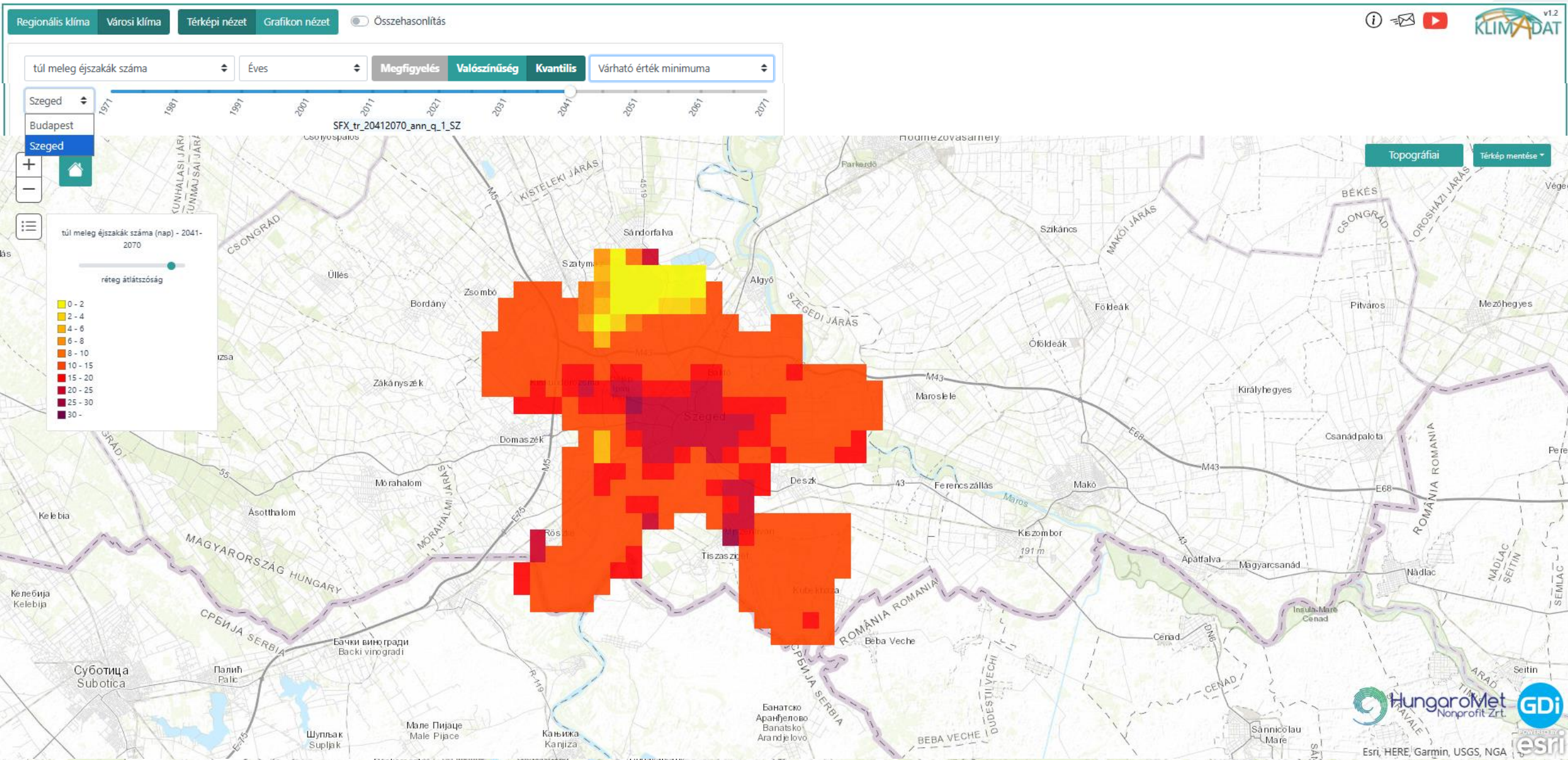
További folyamatban lévő fejlesztések



További folyamatban lévő fejlesztések



További folyamatban lévő fejlesztések



További folyamatban lévő fejlesztések

- Megyei helyett vármegyei átlagok
- Időbeli léptetés 10 helyett 5 évenként mozgó 30-éves átlagokkal
- Új város: Budapest mellett Szeged (városrészre szóló lehatárolás nélkül)
- Kvantilis információ bővítése: várható érték minimuma, maximuma és mediánja mellett ugyanezek a várható változásra is elérhetőek lesznek
- A városi információknál aktiváljuk a mediánt és a valószínűségi térképet
- Színskálák aktualizálása
- A háttérben ArcGIS frissítése
- Tesztelhető: 2026. januártól
- Publikus: 2026. márciustól
- További tervek: kiterjesztés további városokkal (I. COOL ZONE projekt), EURO-CORDEX adatok bevonása a rendszerbe (kvartilisek aktiválása), angol nyelvű változat

Új éghajlati portál

- A HungaroMet megújuló portálrendszerének első eleme
- Tartalom:
 - Éghajlati szaktudás és információ forrása
 - Éghajlatváltozással és alkalmazkodással összefüggő adatok, honlapok és alkalmazások gyűjtőhelye
 - Éghajlati szolgáltatások gyűjteménye és egyedi kérések indítása
- Magyar és angol nyelvű változat
- Tesztfázis: 2025 decemberétől
- Publikálás: 2026 tavaszától



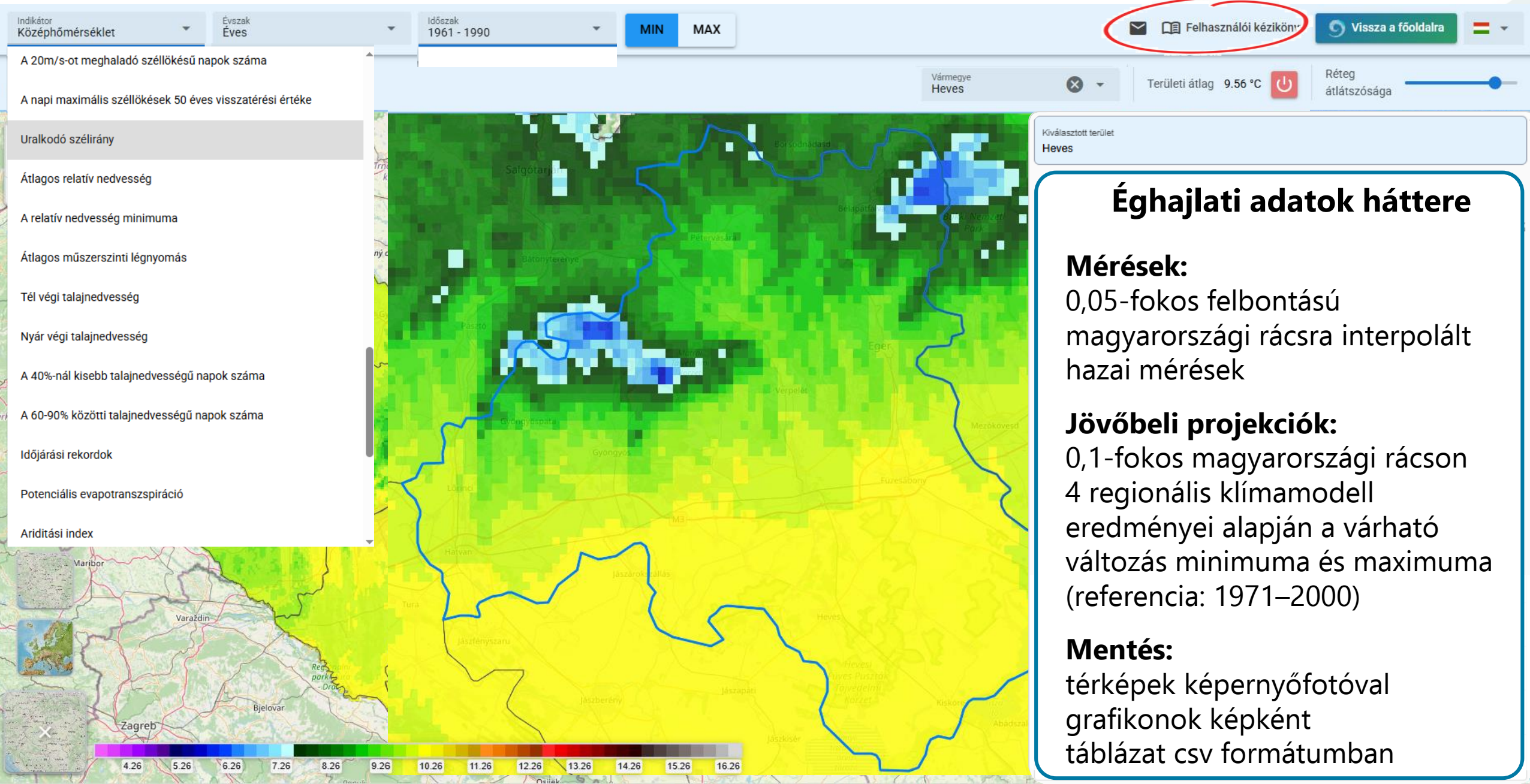
Magyarország éghajlata, információk, adatok

Főoldal / Magyarország éghajlata, információk, adatok

Magyarország éghajlata, információk, adatok



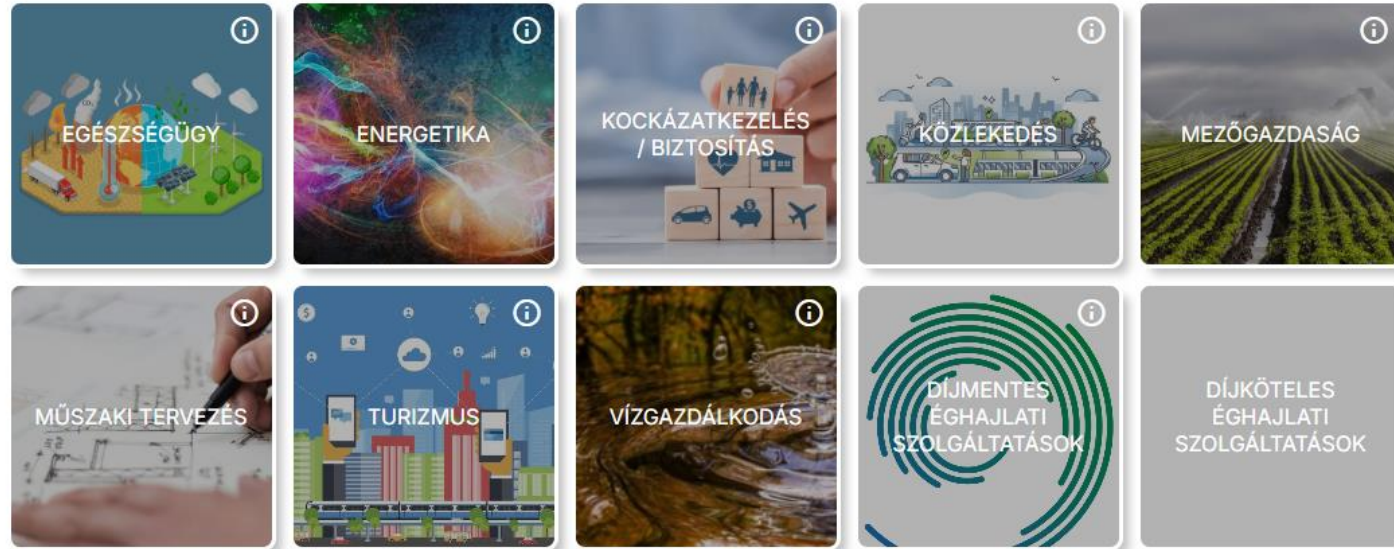
Magyarország digitális éghajlati atlasza



Általános és specifikus éghajlati szolgáltatások

Főoldal / Általános és ágazatspecifikus éghajlati szolgáltatások

Általános és ágazatspecifikus éghajlati szolgáltatások



Új éghajlati portál

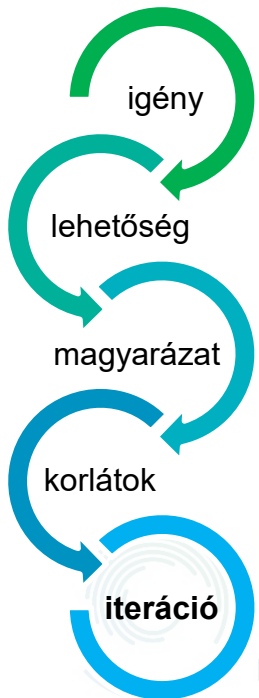
- A HungaroMet megújuló portálrendszerének első eleme
- Tartalom:
 - Éghajlati szaktudás és információ forrása
 - Éghajlatváltozással és alkalmazkodással összefüggő adatok, honlapok és alkalmazások gyűjtőhelye
 - Éghajlati szolgáltatások gyűjteménye és egyedi kérések indítása
- Magyar és angol nyelvű változat
- Tesztfázis: 2025 decemberétől
- Publikálás: 2026 tavaszától

Tartalom

1. Éghajlati alapadatok fejlesztése
2. Éghajlati adatbázisok és alkalmazások fejlesztése
3. Alkalmazkodási információbázis
4. Kitekintés, összefoglalás

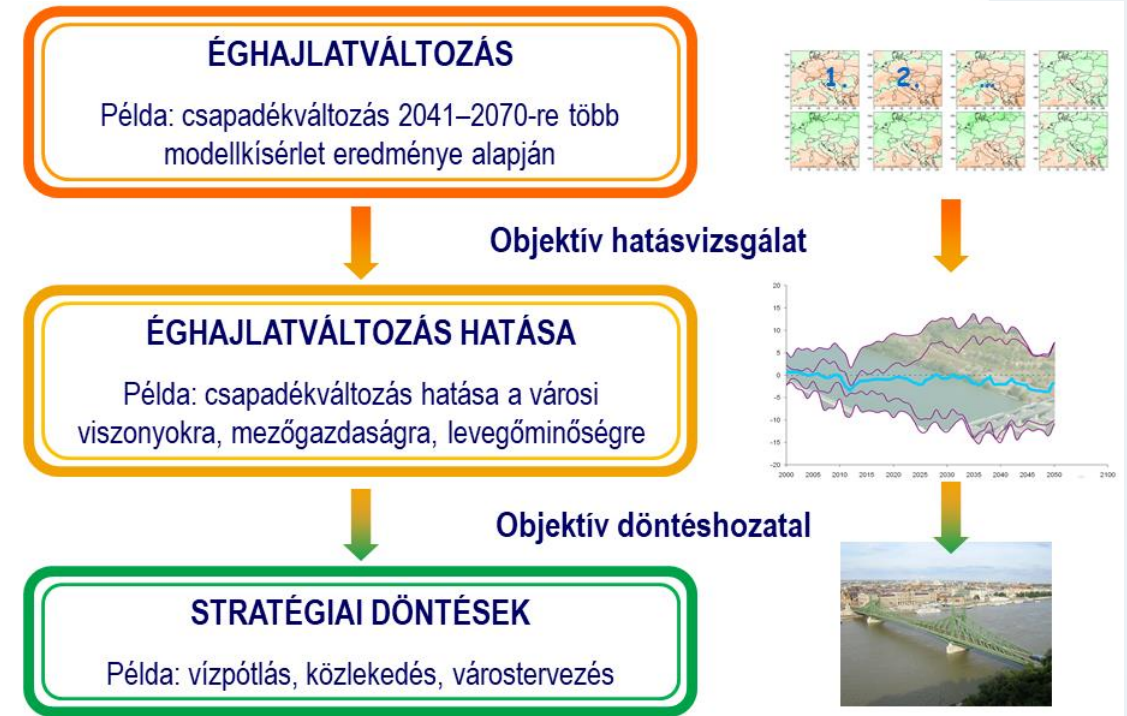
Éghajlati információk az alkalmazkodásban

- Az éghajlatváltozásra érzékeny **ágazatok** azonosítása
- Hatásvizsgálati **módszertan** kidolgozása a felhasználókkal közösen



- Részletes, számszerű meteorológiai információk hatásvizsgálatokhoz – iteratív **konzultáció**

- **Bizonytalanságok** beépítése a teljes alkalmazkodási láncba → árnyaltabb döntéshozatal



Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer

- Éghajlati kockázatok értékelését segítő módszertani keretrendszer és információbázis
- Jogszabályi környezet:
 - 2007. évi LX. törvény az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye és annak Kiotói Jegyzőkönyve végrehajtási keretrendszeréről
 - 94/2014. (III. 21.) Korm. Rendelet a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer működésének részletes szabályairól
 - **547/2023. (XII. 12.) Korm. rendelet Magyarország nemzeti meteorológiai szolgáltatójáról és a meteorológiai tevékenységről**
- A NATÉR üzemeltetéséért és fejlesztéséért 2024-től a HungaroMet Nemzeti Alkalmazkodási Központja felel: nater.met.hu



A NATÉR tartalma

A térképi megjelenítő rendszer tematikai egyedi projektek eredményei:

1. Demográfia
2. Éghajlat
3. **Energetika**
4. **Épületsérülékenységi**
5. Erdészet
6. Felszín alatti vízháztartás
7. Felszínborítás
8. **Földtani veszélyforrások**
9. Gazdaság
10. **Hőhullámok**
11. **Ivóvízbázis**
12. Lakossági klímaváltozási attitűdök
13. Ökológia
14. Ökoszisztéma szolgáltatás indikátor
15. Szántóföldi növénytermesztés
16. Turisztikai klimatológia
17. Turizmus ágazat komplex sérülékenysége
18. Villámárvíz veszélyeztetettség



18 témacsoportban
tartalmaz adatokat



Kitettség & érzékenység &
alkalmazkodóképesség &
sérülékenység



10x10 km-es felbontású
klímaadatok



Ösztönzi az alkalmazkodást,
támogatja a különböző szintű
klímastratégia tervezést

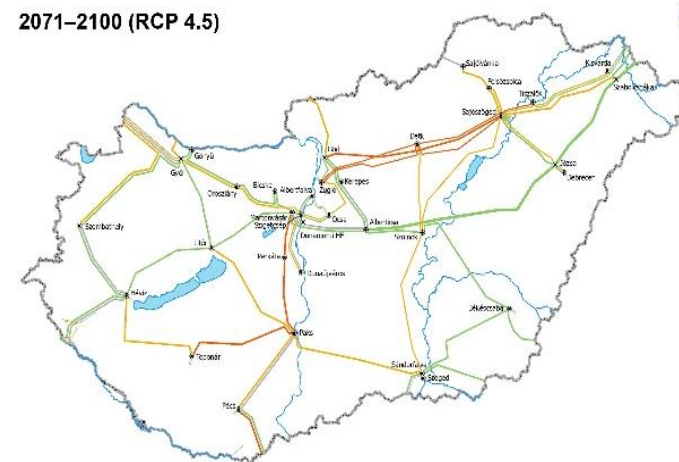
A NATÉR felhasználási lehetőségei

- **ESG jelentés:** éghajlati kockázatok azonosítása, értékelése és kezelése
- Klímastratégia/alkalmazkodási **stratégia készítése**, speciális tervezési feladatok (pl. hőségriadó terv)
- **Környezeti hatásvizsgálatok:**
 - 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról
 - Hogyan befolyásolja a beruházás a hatásterület alkalmazkodóképességét, milyen éghajlati hatások jelentkeznek + intézkedések
- **Projektek értékelése** támogatásokhoz kapcsolódóan:
 - Infrastrukturális projektek éghajlatváltozási rezilienciavizsgálata: megakadályozza, hogy az infrastruktúra potenciális hosszú távú éghajlati hatásoknak legyen kiszolgáltatva
 - DNSH vizsgálat: a projekt ne sértse az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás célkitűzését (éghajlati kockázatok számba vétele, értékelése)

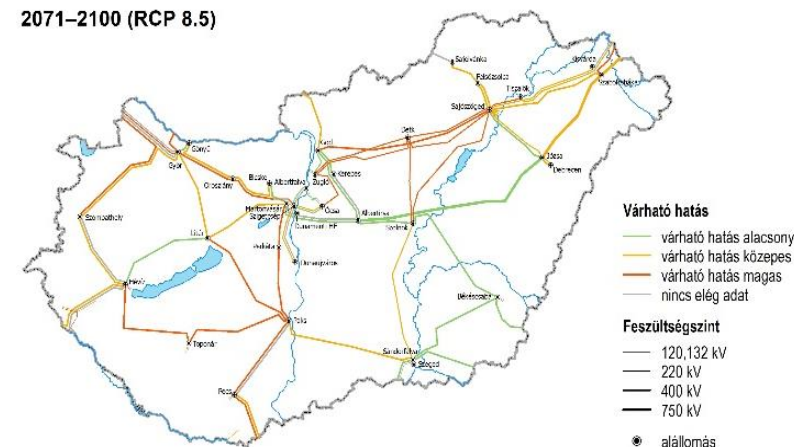
Kritikus energetikai infrastruktúrák éghajlati és földtani sérülékenysége (2020–2023)

- Együttműködő partnerek: MAVIR, MATÁSzSz, FGSZ
- Sérülékenységi hatásláncok NATéR módszertan alapján:
 - infrastruktúra sérülékenysége
 - **áram átviteli hálózat, nagynyomású földgázhálózat, nagy távhő rendszerek**
 - energiaigények változását befolyásoló éghajlati tényezők
- Adatbázisépítés: klímaindikátorok (mérések, hazai és EURO-CORDEX modelleredmények alapján), földtani adatok, érzékenységi és alkalmazkodóképességi adatok
- Sérülékenység- és hatásvizsgálatok (2021–2050, 2071–2100)
→ eredmények integrálása a NATéR-ba
- Tovább lépési lehetőségek:
elosztói hálózatok vizsgálata, alkalmazkodóképesség

2071–2100 (RCP 4.5)



2071–2100 (RCP 8.5)



A NATÉR adattartalmának további bővítése

- Danube-ADAPT INTERREG projekt, 2025–2028
- Konzorciumvezető: HungaroMet
- Partnerek: 8 ország 17++ partner
- Eredmény:
 - Új, ~**Duna-vízgyűjtő szintű mérési és modellezett klímaadatok** beépítése a NATÉR rendszerbe
 - **Egységes sérülékenységi módszertan** fejlesztése
 - Éghajlati kockázatok azonosítása a projekt országaiban
 - Sérülékenységvizsgálatok a kiválasztott **8 mintaterületen**
 - Segédletek, e-learning anyagok
- <https://interreg-danube.eu/projects/danube-adapt>

Interreg
Danube Region



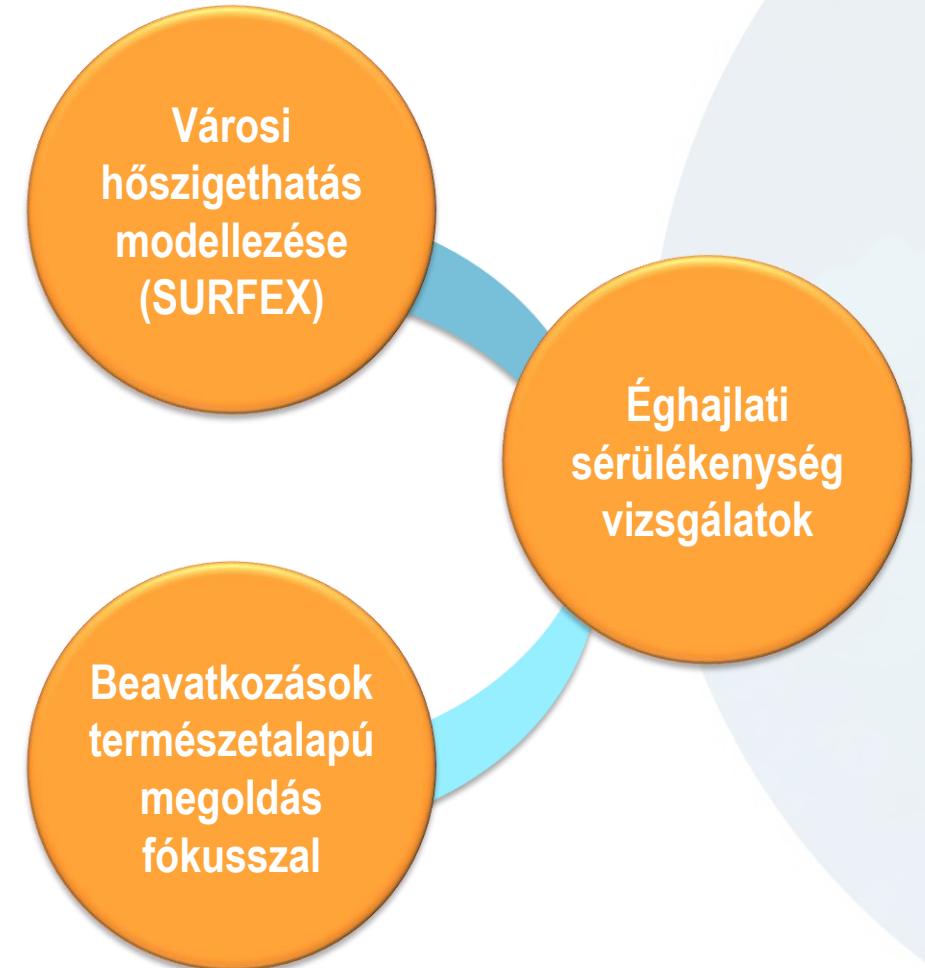
Co-funded by
the European Union


Danube-ADAPT



A NATÉR adattartalmának további bővítése

- COOL ZONE LIFE projekt, 2025–2030
- Konzorciumvezető:
Közigazgatási és Területfejlesztési Minisztérium
- Projektpartnerek: HungaroMet, Lechner Tudásközpont, Debrecen Önkormányzata, Nagyvárad Önkormányzata, Klímabarát Települések Szövetsége
- 2 mintaterületen, **Debrecen és Nagyvárad funkcionális várostérségein** háztömb és közterület szintű elemzések
- **8 regionális központban** (Budapestre, Győrre, Szegedre, Pécsre, Székesfehérvárra, Nyíregyházára, Miskolcra, Kecskemétre) egyszerűbb, statisztikai sérülékenységi elemzések



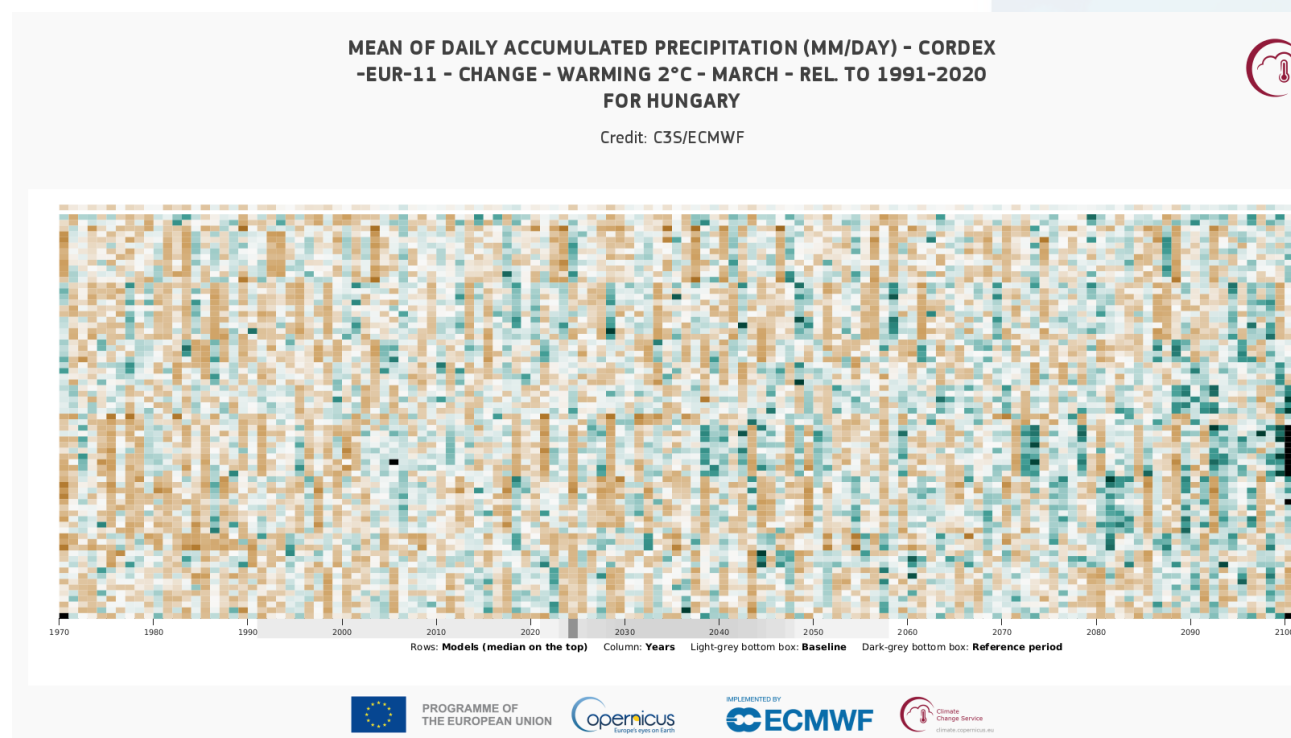
Tartalom

1. Éghajlati alapadatok fejlesztése
2. Éghajlati adatbázisok és alkalmazások fejlesztése
3. Alkalmazkodási információbázis
4. Kitekintés, összefoglalás



Copernicus Climate Change Service (climate.copernicus.eu)

- Az Európai Unió Copernicus Földmegfigyelő Programjának egyik alprogramja, amit az Európai Középtávú Előrejelző Központ valósít meg
- Cél: Európára vonatkozó éghajlati szolgáltatási rendszer
- Éghajlati adatok: **re-analízisek, globális és regionális projekciók, szezonális és éghajlati előrejelzések**
- Letölthető adatok, online elvégezhető feldolgozások (toolbox), egyszerű regisztrációval: Climate Data Store, cds.climate.copernicus.eu
- Éghajlati atlasz interaktív térképekkel, grafikonokkal: atlas.climate.copernicus.eu



Összefoglalás

- Éghajlati alapadatok frissítése és fejlesztése: mérések („még a múlt is változik”), projekciók (az RCP scenáriók eredményei még jó ideig használhatók)
- A nyílt adatpolitikai irányelveknek megfelelően a HungaroMet egyre több adata publikusan hozzáférhető
- Az éghajlati adatok rendszerbe szervezése portálokon és alkalmazásokon keresztül
- A HungaroMet szakterületei bővültek az alkalmazkodással, a NATÉR üzemeltetésével
→ a klímaváltozás kutatása és a hatásokhoz alkalmazkodás teljes szakértői lefedése
- Az éghajlati, alkalmazkodással és klímapolitikával kapcsolatos szakértelem területi szélesítése új projektek révén