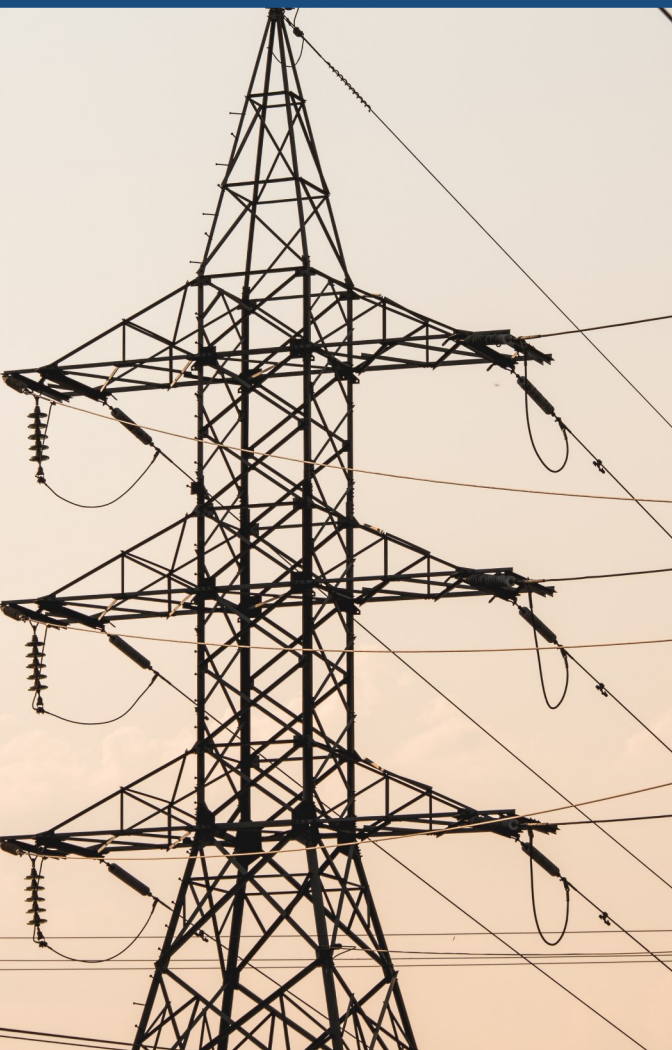




**KRITIKUS ENERGETIKAI INFRASTRUKTÚRA ELEMEK  
(VILLAMOSENERGIA, GÁZ, TÁVHŐ RENDSZEREK)  
ÉGHAJLATI ÉS FÖLDTANI SÉRÜLÉKENYSÉGÉNEK ÉRTÉKELÉSE  
PROJEKT**



## CÉLKITŪZÉSÜNK

Az energetikai infrastruktúra klímabarát fejlesztése és az ellátásbiztonság növelése érdekében a hazai energiaellátás éghajlati és földtani sérülékenységének vizsgálata és az eredmények integrálása a szakági stratégiai és műszaki tervezési folyamatokba, valamint a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszerbe (NATÉR).

### Kimenetek:

1. energiatermelés igényoldali sérülékenységének vizsgálata
2. energetikai infrastruktúra szélsőséges időjárási eseményekkel és földtani veszélyforrásokkal szembeni sérülékenységének vizsgálata
3. napenergia-termelés éghajlati sérülékenység-vizsgálata
4. eredmények integrálása a NATÉR-ba

### Projektgazda:

- Energiastratégia Intézet Nonprofit Kft.

### Együttműködő szervezetek:

- Földgázszállító Zrt. (FGSZ)
- Magyar Távhőszolgáltatók Szakmai Szövetsége (MATÁSzSz)
- Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. (MAViR Zrt.)
- Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH)
- Magyar Villamos Művek Zrt. (MVM Zrt.)
- Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ)
- ELTE Meteorológiai Tanszék

## MÓDSZERTANFEJLESZTÉS

### Az energiaigények várható változása az éghajlatváltozás tükrében

A projekt egyik célja, hogy megvizsgáljuk a klímaváltozás és egyéb társadalmi-gazdasági folyamatok hatására — figyelembe véve az energiaellátó rendszerek sajátosságait — mennyire sérülékenyek az egyes térségek az éghajlatváltozással szemben. Ezt a projektben a földgáz és a távhő esetében a kihasználtság változása, a villamosenergia esetében pedig a csúcsterhelések problémájaként kezeljük.

#### Éghajlati kitérttség

- Nagy csapadékok (23 mm feletti napok éves száma; óras csapadékinintenzitás éves maximuma)
- Nagy szelek (viharos napok éves száma; éves szélesebség-maximumok)
- Téli csapadék (téli csapadékinintenzitás, téli nagy szelek és csapadékos napok együttes előfordulása)
- Tapadó csapadék (tapadó havas napok éves száma, ónos esős napok éves száma)
- Extrém magas hőmérséklet (maximumhőmérséklet éves maximuma)
- **KOMPLEX ÉGHAJLATI KITÉRTSÉGI MUTATÓ (3 OSZTATÚ SKÁLA)**

#### Földtani kitérttség

- Kőzetállékonyság – 3 kat. kor, genetika, litológia – pontozás)
- Lejtőkategória
- Lejtőgörbület
- Veszélyforrás – tömegmozgások
- Üregbeszakadások (alábányászottság, barlang, pince) (pontozás)
- Tájsebek (külszíni bányák, meddőhányók, ipari hulladéklerakók)
- Mélyfekvésű területek
- Talajvíz terep alatti mélysége
- Talajtani veszélyesség
- Erózió
- **KOMPLEX FÖLDTANI KITÉRTSÉGI MUTATÓ (3 OSZTATÚ SKÁLA)**

## MÓDSZERTANFEJLESZTÉS

### Egyes energetikai rendszerelemek éghajlatváltozással, földtani veszélyekkel szembeni sérülékenysége

A szakmai egyeztetések és a rendelkezésre álló adatok értékelése alapján a nagynyomású földgáz vezetékhálózat vezetékszakai és azok felszíni létesítményei (pl. földgázátadók), a nagy hőkiadású (100.000 GJ feletti) távhőközvetek vezetékei és a nagyfeszültségű, átviteli villamosenergia-hálózat vezetékszakai kerültek be a vizsgálatba. A jövőbeli hatás megadásához egyedül változó elemként szükséges volt a jelenlegi mellett a jövőben várható komplex klimatikus viszonyokat is meghatározni.

#### Érzékenység (Alapadottságok)

##### KÖRNYEZETI

##### INFRASTRUKTURÁLIS –

- **Vezetékszszakaszok oszlopainak átlagéletkora – 3 osztatú skála, pont**
- **Alapok állapota – MAVIR skála alapján kategóriák képzése – pont**
- **Tartóoszlopok korróziós állapota MAVIR skála alapján – pont**
- **Tartóoszlopok körüli terület művelési besorolása MAVIR szerint – erdő/nyiladék, ártér kockázat – pont**
- **Földalatti kábelvezetékek helye/ vezetékhsz, szakaszok – szakaszonként (súly, szorzó) – pont**
- **Érzékeny szakaszok (autópályák keresztezői, vezetékfolyosók, folyók keresztezői) – pont**
- **KOMPLEX ÉRZÉKENYSÉGI MUTATÓ (3 OSZTATÚ SKÁLA)**

Várható hatás – Nagyfeszültségű átviteli hálózat állapotára gyakorolt éghajlati és földtani hatások erősödése (3 osztatú skála)

Hatáslánc — Az átviteli hálózat (nagyfeszültségű vezetékszszakaszok) komplex várható hatásmutatói (éghajlati és földtani kitérttségi, érzékenységi)

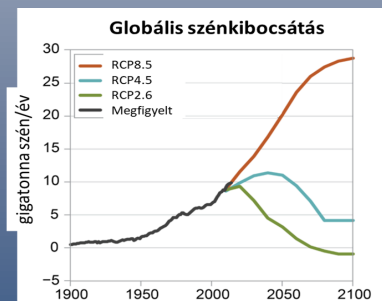
## ÚJ ÉGHAJLATI PARAMÉTEREK ELŐÁLLÍTÁSA

A sérülékenységvizsgálatokhoz szükséges adatbázis alapjául az éghajlati információk szolgálnak, melyeket a múltira megfigyelésekből, a jövőre finomfelbontású regionális klímamodellekből (RCM) származtatunk. A felhasznált RCM-ek azt szimulálják, hogy a különböző üvegházgáz-kibocsátási forgatókönyvekre hogyan reagál az éghajlat. Jelen projekt során az emberi tevékenység figyelembevételére két, az IPCC által publikált forgatókönyvet vettünk figyelembe:

- a kibocsátás-csökkentést 2040-től feltételező RCP4.5-öt,
- illetve a pesszimista, mitigáció nélküli RCP8.5-öt.

Az RCM-ek eredményei változótól függően kisebb-nagyobb hibával terheltek, ezért a jövőre nem egyetlen modellszimulációt, hanem 10 külön RCM legnagyobb, legkisebb és medián értékét állítottuk el. Mindkét forgatókönyvre ugyanazon hat EURO-CORDEX szimulációt tekintettük, melyet kiegészítettünk két-két hazai, az ELTE és az OMSZ által előállított szimulációval.

A sérülékenységvizsgálatokhoz ezen szimulációk felhasználásával 22 új, kifejezetten az energetikai szektor igényeit figyelembe vevő éghajlati indikátor került előállításra.

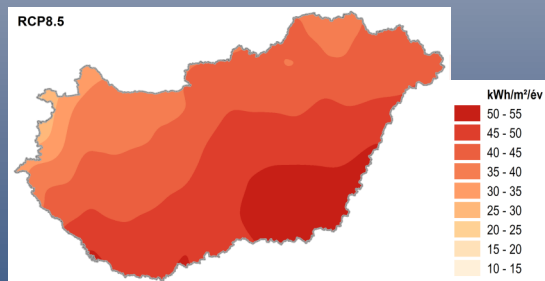
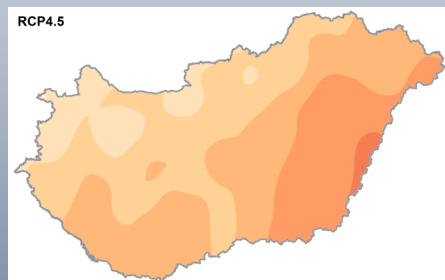


Az éghajlati modelledmények számítása során felhasznált hipotetikus RCP4.5 és RCP8.5 kibocsátási forgatókönyvek globális jövőbeli trendjei

## A NAPENERGIATERMELÉS KIHÍVÁSAI

Hazánkban jelenleg dinamikusan növekszik a napenergiatermelés. A potenciál tekintetében a környező országokhoz képest jó adottságokkal rendelkezünk, ugyanakkor azt jelentős szezonális is jellemzi. A napenergia-potenciál számszerűsítéséhez az elméletileg lehetséges maximum, a globálsugárzás okozta kitettséget, azaz a Naptól érkező közvetlen és az égbolt minden részéről érkező szórt sugárzás összegét elemeztük.

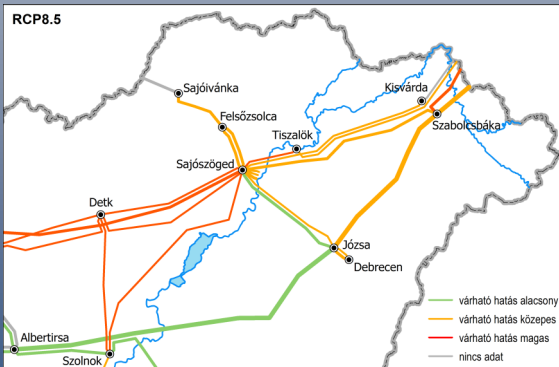
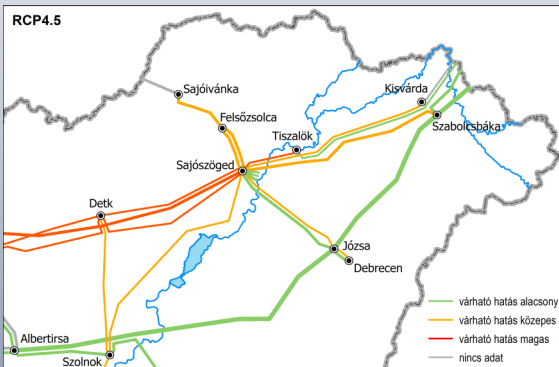
A globálsugárzás jelenlegi éves összegében legfeljebb 15%-os különbség van az országon belül – az ország déli határain lévő legmagasabb értékekkel, ugyanakkor a jövőben ez a forgatókönyvtől függően jelentősen megváltozhat, különösen a 2071-2100 időszakra.



A globálsugárzás éves összegének várható maximum változása a 2071-2100 időszakra az RCP4.5 és RCP8.5 forgatókönyvek szerint (kWh/m<sup>2</sup>/év)

# AZ ENERGETIKAI INFRASTRUKTÚRA SÉRÜLÉKENYSÉGE

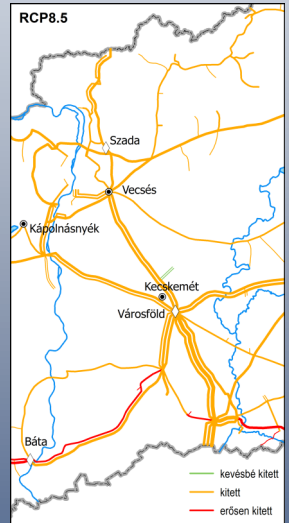
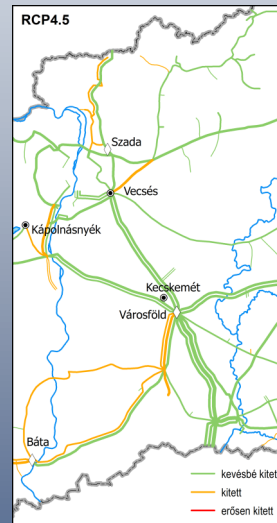
A munkacsomag részeként többek közt egy részletes módszertani tanulmány, az összesen 11 éghajlati és 10 földtani kitétségi, a kiválasztott létesítményekre és vezetékszakaszokra vonatkozó érzékenységi (és esetenként alkalmazkodóképességi), valamint a komplex várható sérülékenységre (hatásokra) vonatkozó adat-és térképi állományok készültek el.



A villamosenergia átviteli rendszer komplex hatás-  
mutatója a 2071-2100 időszakra az RCP4.5 és RCP8.5  
forgatókönyvek szerint

Annak érdekében, hogy a szakmai partnerek által monitorozott és karbantartott energetikai rendszerek eltérő érzékenységéről (és egyes esetekben azok alkalmazkodóképességéről) hiteles képet kapjunk, széleskörű együttműködés, műszaki adatgyűjtés, adatátadás és értékelés történt a partnerek között.

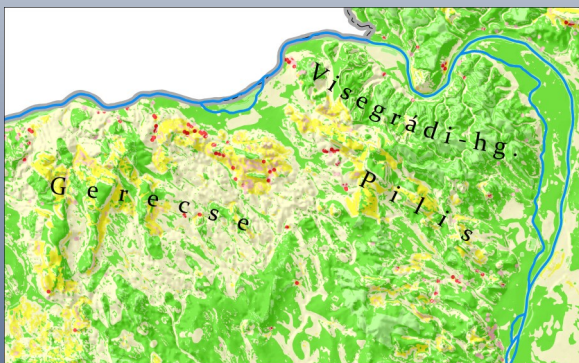
További vizsgálatok keretében egy modern kutatási módszer, az ún. műholdradar-interferometria (InSAR) részletes alkalmazhatósági összegzése is elkészültek az energetikai rendszer elemek összetett földtani és éghajlati sérülékenysége kapcsán.



A nagynyomású földgázhálózat infrastruktúra vezeték-  
szakaszainak komplex éghajlati kitétsége a 2071-2100  
időszakra az RCP4.5 és RCP8.5 forgatókönyvek szerint

A nemzetközi szakirodalom alapján és a partnerekkel egyeztetve megalkotott új, a hazai rendszerekre szabott éghajlati indikátorok mellett eddig nem vizsgált terület volt az infrastruktúra rendszerek földtani veszélyforrásokkal szembeni kitettsége, az egyes sekélyföldtani veszélyforrások és folyamatok azonosítása, továbbá a geoadatbázisok rendszerezése és elemzése.

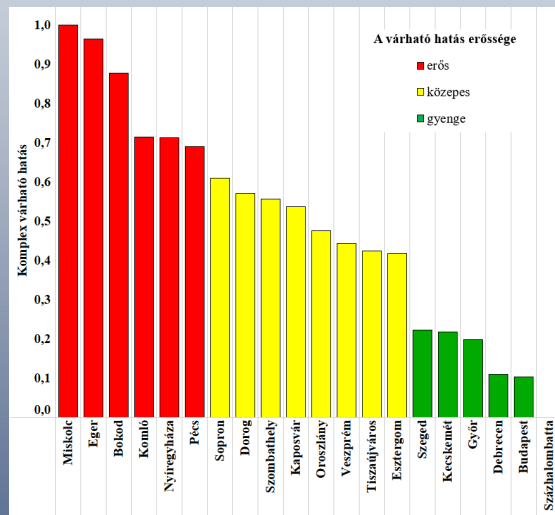
Az alapadatok felhasználásával előre meghatározott módszertan alapján készített mutatószámok (az ún. indikátorok) és a háromsztatú ügynevezett jelzőlámpa kategóriák a komplex számításokat, a térképi megjelenítést, a területi jellemzést és az értékelést is segítik.



Energetikai infrastruktúra elemek komplex földtani kitettsége

## AZ ENERGIAIGÉNYEKET BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK ÉRTÉKELÉSE

Az éghajlatváltozás várható hatását a legnagyobb távhőrendszerekre egy komplex, több kitétségi és érzékenységi indikátor összevonásából képzett mutatóval jellemeztük, melyek között voltak éghajlati, az épületek energiahatékonyságára és a távhőrendszerek hatékonyságára vonatkozó indikátorok is. Ezen komplex mutató szerint a század végére Miskolc, Eger és Bokod körzetében várható a legnagyobb éghajlati hatás az RCP8.5 szerint.



A klímaváltozás várható hatása a távhőfelhasználásra a 2071-2100 időszakra az RCP8.5 forgatókönyv szerint

## EREDMÉNYEK ELÉRHETŐSÉGE

A projekt eredményeit a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszerben (NATÉR) publikáljuk. A NATÉR innovatív segédeszközként támogatja a klímapolitikai és ágazati tervezést, a települési és térségi éghajlatvédelmi stratégiák kidolgozását, valamint környezeti hatástanulmányok készítését. Az adatbázis jelenleg közel 2000 adatréteget tartalmaz, amiből 1350 térképi formában is vizsgálható 18 tematikus területen.

A NATÉR portál a <https://nagis.hu> oldalon érhető el.



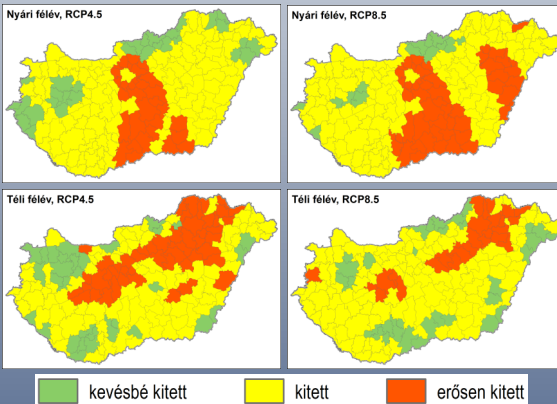
Készült a „*Kritikus energetikai infrastruktúra elemek (villamosenergia, gáz, távhő rendszerek) éghajlati és földtani sérülékenységének értékelése*” című projekt keretében, az Energiaügyi Minisztérium támogatásával

Energiastratégia Intézet Nonprofit Kft.

Nemzeti Alkalmazkodási Szakterület

Budapest, 2023

A villamosenergia-ellátás kitettségének vizsgálatakor a nyári csúcsterhelés esetében a hűtési foknapok május-szeptember közötti összegének, a GDP és a lakosság várható jövőbeli növekedését vettük figyelembe, ugyanis ezek mind növelik az igényeket és csúcsterhelést eredményezhetnek. A téli csúcsterhelés kitettségéhez a fűtési foknapok október-március közötti összegének, valamint a fagypont körüli és a csapadékos napok együttes előfordulásának jövőbeli változását vizsgáltuk. Előbbi a fűtési igényekre, utóbbi a hálózati veszteségekre van jelentős hatással, amik hozzájárulhatnak csúcsterhelés kialakulásához.



A villamosenergia-felhasználás komplex kitettsége a nyári és a téli csúcsterhelésre vonatkozóan 2021-2050 időszakra az RCP4.5 és RCP8.5 forgatókönyvek szerint