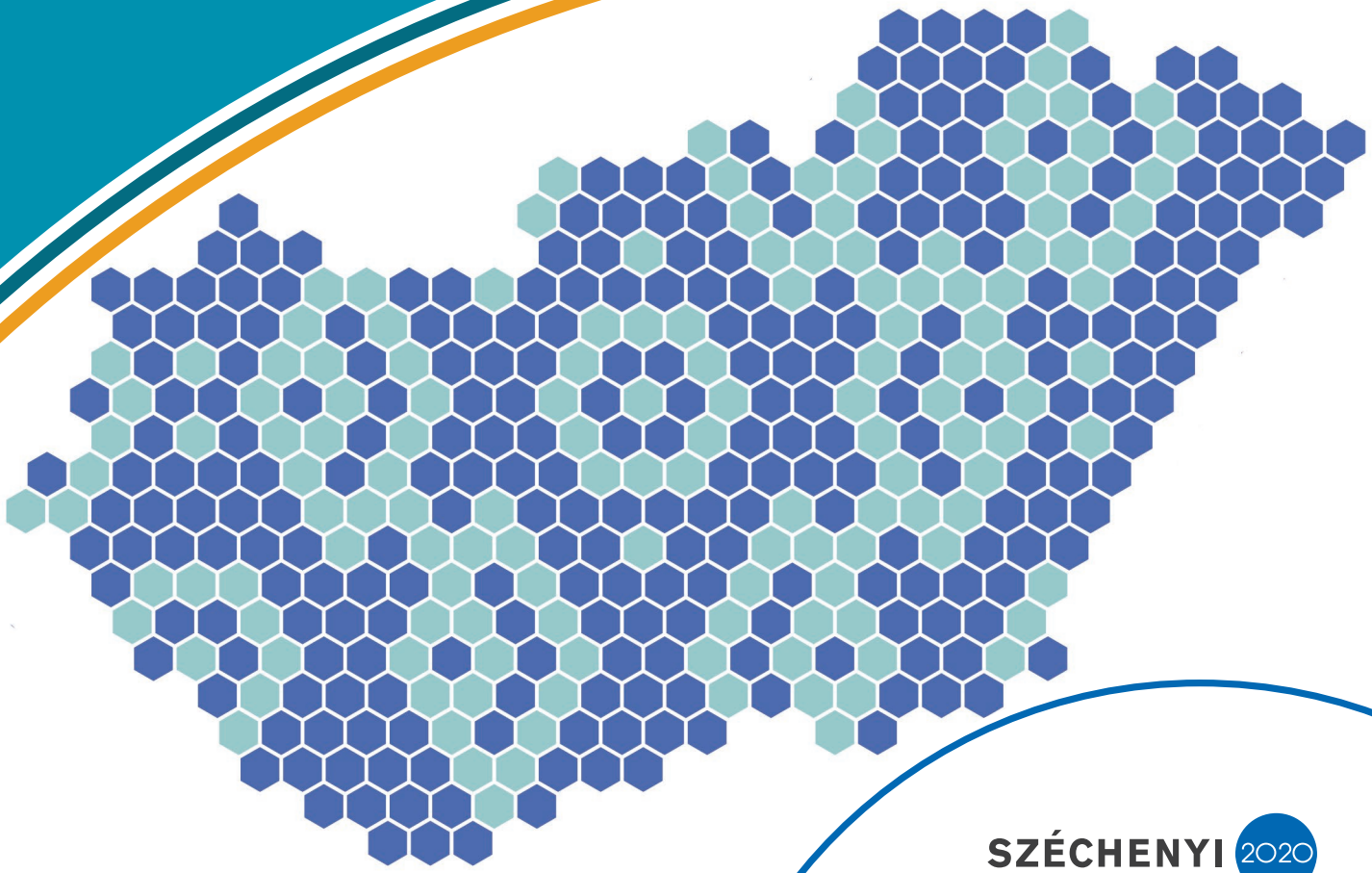
NATéR Felkészülni az elkerülhetetlenre, megelőzni az elkerülhetőt!

A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer továbbfejlesztésének eredményei



SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG KORMÁNYA

Európai Unió
Kohéziós Alap

BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

MBFSZ MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS FÖLDTANI SZOLGÁLAT

NAKFO NEMZETI ALKALMAZKODÁSI KÖZPONT FŐOSZTÁLY
Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat

IMPRESSZUM

Készült
„A NATéR továbbfejlesztése” című
KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 azonosítószámú
kiemelt projekt keretében

További információk a projektről:
http://nater.mbfsz.gov.hu

NATéR
Nemzeti Alkalmazkodási
Térinformatikai Rendszer

Kidolgozta
a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat
Nemzeti Alkalmazkodási Központ Főosztálya

Szerkesztette:
Vásárhelyi Csenge, Selmeczi János Pál, Dr. Czira Tamás

A jelentés készítésében részt vettek:
Bíró Marianna, Dr. Czira Tamás, Dr. Fancsik Tamás,
Fejes Lilian, Halupka Gábor, Kun Éva, Nagy Károly András,
Selmeczi János Pál, Sütő Attila, Taksz Lilla, Tóth György, Vásárhelyi Csenge

Felülvizsgálta: Dr. Czira Tamás, Magyar Elisabeth és Selmeczi János Pál

Szakmai lektor: Dobozi Eszter

Felelős Kiadó: Dr. Fancsik Tamás,
a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat elnöke

Budapest, 2019.

Készült a Pantopress Nyomda Kft.-ben

TARTALOMJEGYZÉK

I. Az alkalmazkodás stratégiai jelentősége hazánkban az éghajlatváltozás tükrében 5
II. A NATéR kialakítása, struktúrája és továbbfejlesztése 7
III. A NATéR klimatológiai adatbázisának kiterjesztése, új klímamodell eredmények integrálása 8
IV. A NATéR továbbfejlesztésének tudományos eredményei 13
IV.1. A földtani veszélyforrások éghajlatvédelmi szempontú értékelése 13
IV.2. A klímaváltozás sekély felszín alatti vizekre gyakorolt közvetlen és közvetett hatásainak vizsgálata 14
IV.3. Víziközmű szolgáltatások éghajlati sebezhetősége, értékelése 15
IV.4. Épített környezet 16
IV.4.1. Épületállomány klíma-sérülékenységének vizsgálata 16
IV.4.2. Települési belterületi vízrendezés klímareziliens tervezése 17
IV.5. Az áram-, gáz-, és távhő-ellátás (kritikus infrastruktúrák) éghajlati szempontú értékelése 18
IV.6. Agrártudományi eredmények 19
IV.6.1. Éghajlatváltozási alkalmazkodás-kutatás a hazai mezőgazdaságban 19
IV.6.2.Földhasználati modellezés módszertani megújítása, területi mintaértékelés elvégzése 20
IV.7. Éghajlatváltozás hatásai a turisztikai ágazatra 21
IV.8. Társadalomtudományi eredmények 23
IV.8.1. Az éghajlatváltozás népegészségügyi következményei – A lakosság sérülékenysége a klímaváltozás várható egészséghatásaival szemben 23
IV.8.2. Az éghajlatváltozás várható hatása a magyarországi munkaerő-piaci folyamatokra 24
IV.8.3. Az éghajlatváltozás várható hatása a magyarországi belső migrációs folyamatokra 24
IV.9. Önkormányzatok klímatudatossága 25
V. Funkcionális döntés-támogató modulok kialakítása 26
V.1. Vezető Információs Rendszer (VIR) 26
V.2. Önkormányzati Döntés-előkészítő Alkalmazás (ÖDE) 26
V.3. Települési Alkalmazkodási Barométer (TAB) 27
V.4. Épületállomány-sérülékenységet Becslő Modul 27
VI. Lépjen be Ön is a NATéR-be! 28
VII. Hivatkozozásjegyzék 29

I. AZ ALKALMAZKODÁS STRATÉGIAI JELENTŐSÉGE HAZÁNKBAN AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS TÜKRÉBEN

Az éghajlati elemeknek már a mindennapokban is érzékelhető változásai és az időjárási szélsőségek intenzitásának és gyakoriságának növekedése környezeti, társadalmi és gazdasági kockázatok sorát eredményezik. Ezekkel szemben Magyarország jelentősen veszélyeztetett. A nemzetközi, azon belül kiemelten az EU-s és a hazai klímapolitikának, stratégiai tervezésnek, fejlesztés- és területpolitikának ezért ma már kulcsterülete a klímaváltozás okozta hatások kezelése. Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye és annak Kiotói Jegyzőkönyve végrehajtási keretrendszeréről szóló 2007. évi LX. törvényben foglaltak szerint Magyarországon nemzeti szintű éghajlatváltozási stratégia készítése és rendszeres felülvizsgálata, majd aktualizálása szükséges. Az első Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS-1) elfogadására 2008-ban került sor. Az azóta napvilágot látott nemzetközi és hazai kutatási eredmények, valamint lezajlott klímapolitikai folyamatok szükségessé tették a dokumentum megújítását. Ennek eredményeként megtörtént a NÉS-1 felülvizsgálata, majd 2018-ban elfogadásra került az alkalmazkodás tematikáját elődjénél hangsúlyosabban – a mitigációval azonos szintű részstratégia keretében – kezelő Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS-2). A stratégiában szereplő célok és cselekvési irányok végrehajtását 2030-ig négy darab, időben egymást követő, egyenként három évre szóló Éghajlatváltozási Cselekvési Terv (ÉCsT) szolgálja, ezek közül az első várhatóan idén ősszel kerül elfogadásra. A tervben mind a mitigáció, mind az adaptáció, mind a szemléletformálás szerepet kap, de a fő hangsúly az alkalmazkodási intézkedéseken lesz, amelyek legfontosabb prioritásterületei az emberi egészség, energetikai infrastruktúra, vízgazdálkodás, mezőgazdaság, továbbá a katasztrófavédelem, a turizmus és az erdészet. A szemléletformálási intézkedések között szerepet kapnak a lokális válaszok, a helyi szintű tervezés, és egyéb adaptációs, és mitigációs célokat támogató beavatkozások.

A nemzeti tervezési szint mellett megkerülhetetlen a térségi és helyi szintek szerepe is, hiszen ezek kapcsán érvényesülnek elsődlegesen a mindennapokban a klímaváltozás különböző negatív (és pozitív) hatásai, és valósulnak meg a klímavédelem és az alkalmazkodás, felkészülés tényleges gyakorlati feladatai. A 2014-2020 közti időszakra szóló Környezeti és Energia-hatékonysági Operatív Program I. prioritástengelyének keretén belül támogatva jelenleg szerte az országban 3 millió lakost érintően készülnek városi, községi, kerületi klímastratégiák, valamint az elmúlt években megalakult Megyei Éghajlatváltozási Platformok bevonásával 2017-18 során valamennyi megyében készültek klímastratégiák.

A különböző szintű klímapolitikai tervek elkészítése, a nemzeti és helyi alkalmazkodási beavatkozások megalapozása egy adott területen az éghajlatváltozás hatásainak mélyreható ismeretét és a kapcsolódó alkalmazkodási helyzet pontos feltérképezését feltételezik, hiszen a Föld legtöbb államához hasonlóan Magyarországra is igaz, hogy az éghajlatváltozás okozta különböző hatások – még e relatíve kis kiterjedésű ország esetében is – területileg eltérnek, így a különböző tértípusok eltérő sérülékenysége alapján a térségek mitigációs és adaptációs feladatai is különböznek. A döntések megalapozottságának támogatására a 2007. évi LX. törvény felhatalmazása alapján került létrehozásra 2013 és 2016 között a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer, majd 2016-ban indult a KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 azonosító számú, a rendszer továbbfejlesztését célzó projekt, jelen kiadvány ennek eredményeit foglalja össze. Az éghajlatváltozáshoz való sikeres alkalmazkodáshoz elengedhetetlen egy komplex, több ágazatot átfogó adatbázis és ismeretanyag, amely az alkalmazkodási intézkedések megtervezéséhez szükséges területi felbontásban nyújt információkat a várható változásokról. A klímaparaméterek változásának ismerete önmagában azonban

1. ábra: A NATéR döntéstámogató funkciójának felhasználási köre
Forrás: MBFSz

nem nyújt elegendő információt arról, hogy milyen hatásokat eredményez az éghajlatváltozás, milyen mértékben tekinthetők sérülékenynek azzal szemben Magyarország egyes térségei.

Ennek meghatározásához további mutatókra és mélyreható ismeretekre van szükség, amelyek a klímaparaméterek változásai mellett az egyes ágazatok, térségek, hatásviselő rendszerek érzékenységét és alkalmazkodási képességét is jellemzik. Mindennek feltárását és megértését szolgálják a NATéR adatok felhasználásával készült származtatott mutatók és hatástanulmányok, objektív információkkal támogatva a változó körülményekhez igazodó, rugalmas döntés-előkészítést és tervezést, a kapcsolódó jogalkotást. 2016-2019 közti továbbfejlesztése során a NATéR a döntéselőkészítő funkcióinak bővítésével, felhasználóbarát jellegének fejlesztésével, sérülékenységvizsgálati dimenzióinak elmélyítésével kíván megfelelni a fentebb felsorolt kezdeti célkitűzéseknek, egyúttal elemzési adathátteret szolgáltatva a különböző területi szintek klímastratégiai tervezési folyamatainak. A NATéR adatkészletek és térképek mind a NÉS-2, mind a megyei klímastratégiák tervezése során megkerülhetetlennek bizonyultak, a jövőben pedig a stratégiai tervezés, helyi és nemzeti döntéstámogatás, ezen felül a lakossági szemléletformálás terén további felhasználásuk prognosztizálható.

Ezt támogatandó a *NATéR továbbfejlesztése* során számos oktatási, *képzési* és disszeminációs tevékenység valósult meg. Ezek célja a NATéR-hoz kapcsolódóan megszületett új tudományos eredményeknek, valamint a NATéR által kínált speciális – a klímapolitika, a sérülékenységvizsgálat, az adaptáció, valamint a térinformatika területét érintő – ismeretanyagoknak a tervezői, döntéshozói, üzemeltetői és felhasználói közönséggel való hatékony megismertetése volt. A disszeminációs és oktatási rendezvények között kiemelt jelentőséggel bírt a *„Település-vezetői Éghajlati Akadémia”* címet viselő rendezvénysorozat, amelynek célcsoportját településvezetők, önkormányzatoknál tervezési feladatot ellátó munkatársak és közreműködő (ágazati) szakértők képezték. E rendezvénysorozat kifejezett célja az önkormányzatok felkészítése volt az éghajlati alkalmazkodással kapcsolatos szempontok beépítésére a települési szintű stratégiai tervezés, szabályozás és településüzemeltetés tevékenységeibe.

A NATéR megerősített döntéstámogató és disszeminációs funkciói így végeredményben hozzájárulnak a nemzeti és települési szintű tervezési és fejlesztési tevékenységek hatékonyságának jövőbeli javulásához.

II. A NATÉR KIALAKÍTÁSA, STRUKTÚRÁJA ÉS TOVÁBBFEJLESZTÉSE

Hazánkban már ma is érzékelhetők az éghajlatváltozás hatásai, amelyek az egyes térségeket és ágazatokat eltérő mértékben érintik. E változásokra való felkészülés jegyében 2012-ben törvény alapozta meg a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATéR) kiépítését, azzal a céllal, hogy támogassa a második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia tervezését és a dokumentum részét képező alkalmazkodási stratégiai keretrendszer kidolgozását.

A Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat jogelődje 2013–2016 között EGT Alapból valósította meg a *NATéR kialakítása* projektet. A projekt célja egy olyan sokoldalú felhasználásra alkalmas térinformatikai és adatbázis-rendszer kialakítása volt, amely elősegíti a klímaváltozási hatások beazonosítását, az egyes területek, ágazatok sérülékenységének meghatározását, ezáltal ösztönözve a hatásokhoz való alkalmazkodást. A *NATéR kialakítása* projekt keretében 912 adatréteg került a GeoDat adatbázisba, amiből 650 térképi formában is vizsgálható 16 tematikus területen. További réteginformációk érhetők el a metaadatbázisban, valamint az eredmények mélyrehatóbb értelmezését a dokumentumtárban elérhető kutatási jelentések segítik.

A *NATéR továbbfejlesztésére* 2016–2019 között kiemelt projekt keretében KEHOP forrásból került sor. Ennek célja egyrészt a *NATéR kialakítása* során folytatott kutatások mélységének és körének bővítése az éghajlatváltozás további ágazatokra gyakorolt hatásainak vizsgálatával. Másrészt egy alkalmazkodási szakpolitikai, és önkormányzati intézkedéseket megalapozó döntéstámogató eszköztár létrehozása, amely a NATéR eddigi adatbázisait, módszertanait és értékelési moduljait fejleszti tovább. A megvalósítás során kiemelt szempont volt, hogy a rendszer könnyen kezelhető-kinyerhető információkat nyújtson, így különösebb informatikai képzettség nélkül is lekérdezések, kiexportálható tematikus jelentések, alkalmazkodási részterületek helyzetét bemutató összeállítások legyenek elérhetőek az érdekeltek számára.

A továbbfejlesztés során létrejött eredmények segítik a klímapolitikai és ágazati tervezés megalapozását, valamint a települési és térségi éghajlatvédelmi stratégiai tervezést. Ezen túlmenően hozzájárulhatnak az éghajlati alkalmazkodási ismeretek terjesztéséhez, a klímatudatosság szintjének növeléséhez is.

A portál a
http://nater.mbfsz.gov.hu/
oldalon érhető el.

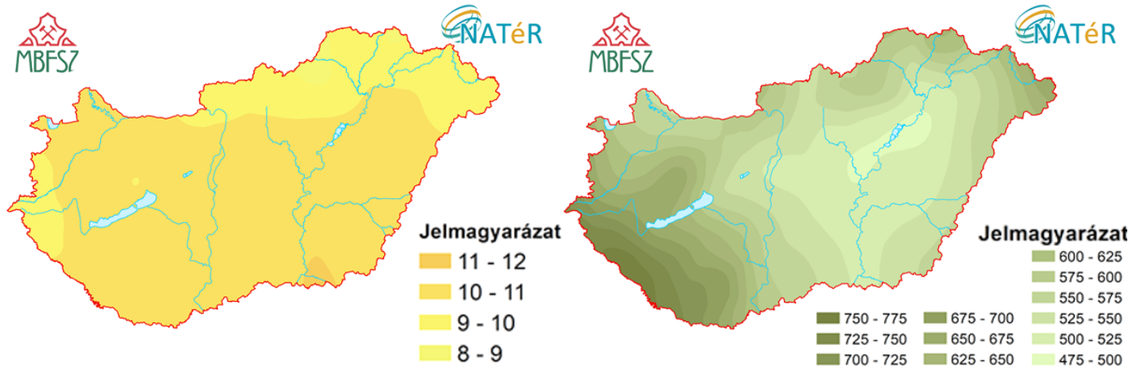
III. A NATÉR KLIMATOLÓGIAI ADATBÁZISÁNAK KITERJESZTÉSE, ÚJ KLÍMAMODELL EREDMÉNYEK INTEGRÁLÁSA

A *NATéR továbbfejlesztése* projekt során a rendszer klimatológiai adatbázisának kiterjesztése készült el, amely így a legújabb, ún. kibocsátási forgatókönyvre alapozott, leskálázott klímamodell adatokkal bővült. A nyers alapadatok a CORDEX[1] nemzetközi adatbázisából kerültek kiválasztásra. Az új éghajlati szimulációkból származó adatok integrálásának egyik célja az IPCC[2] ötödik helyzetértékelő jelentésében szereplő újabb generációs RCP[3] kibocsátási forgatókönyveken alapuló klímamodell eredmények felhasználása volt. Ezek segítségével ugyanis a legfrissebb kutatási eredményeknek megfelelő kép kapható a meteorológiai paraméterek éghajlatváltozás okozta változásainak irányáról és mértékéről. A másik szempont az adatsorok területi kiterjesztése volt, a határokon átívelő folyamatok figyelembevételének céljából. A NATéR keretében végzett vizsgálatok során több esetben nem elegendő csupán a Magyarország területén történő változásokra koncentrálni (pl.: ivóvízbázisok sérülékenységi vizsgálata), több regionális folyamat elemzése is szükséges. Ennek érdekében a Duna vízgyűjtő területét lefedő EURO-CORDEX[4] adatbázisban fellelhető szimulációk kerültek kiválasztásra, amelyek közül ensemble elemzések elvégezésével négy szimuláció lett integrálva a rendszerbe. A sugárzási kényszer szintjének és pályaalakjának függvényében négy RCP kibocsátási forgatókönyv különböztethető meg, amelyek a sugárzási kényszer várható változását határozzák meg az évszázad végére az iparosodás előtti szinthez képest[5]. Az adatbázisban fellelhető adatsorok közül a finomabb, 12,5 km-es rácsponti felbontással rendelkező, valamint a nagyobb számban elérhető RCP2.6, RCP4.5 és RCP8.5, illetve a múltbéli időszakra vonatkozó adatsorok kerültek elemzésre. Az adatsorok nagyon jó időbeli felbontással rendelkeznek, 3 órás adatsorok is elérhetőek egészen az évszázad végéig. Az új éghajlati adatbázisban nem csak klímaablakokra, hanem teljes idősorra rendelkezésre állnak a szükséges adatok, amelyek segítségével tetszőleges időszakok vizsgálhatók, így a teljes idősor ensemble elemzésére lehetőség nyílt. Több mint harmincféle klímamodell kombináció napi adatsorai kerültek felhasználásra a bizonytalansági elemzésekhez. Mivel a projekt keretében végzett hatásvizsgálatokban a hőmérséklet és a csapadék a legfontosabb paraméterek, így ezek, illetve ezek származtatott éghajlati indikátorai, szélsőértékei átlagolt idősorainak, a várható változási tendenciájának, területi eloszlásának figyelembe vételével lett kiválasztva a négy szimuláció. Fontos szempont volt továbbá, hogy olyan klímamodell adatsorai kerüljenek a rendszerbe, amely nem kiugróan alacsony vagy magas hőmérsékleti és csapadék értékeket mutat, hanem a sokaság átlagához közelítő, közepesen konzervatív becslést ad a térségi klímaváltozásról. A modelleredmények összehasonlíthatósága, valamint a bizonytanságok csökkentése érdekében kétféle klímamodell kombináció kétféle forgatókönyvre alapozott adatsorai lettek figyelembe véve. Két globális klímamodell egyazon regionális klímamodellel leskálázott adatai lettek alkalmazva a közepesen optimista RCP4.5 és a pesszimista RCP8.5-ös forgatókönyvekre alapozva (1. táblázat).

Globális klímamodell	Regionális klímamodell	Forgatókönyv
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	RCA4	RCP4.5 RCP8.5
ICHEC-EC-EARTH	RCA4	RCP4.5 RCP8.5

1. táblázat: A kiválasztott klímamodellek és forgatókönyvek

1 Coordinated Regional Downscaling Experiment
2 Intergovernmental Panel of Climate Change
3 Representative Concentration Pathways
4 CORDEX –European Domain
5 van Vuuren et al, 2011: The representative concentration pathways: an overview. Climatic Change, 109, 5–31.

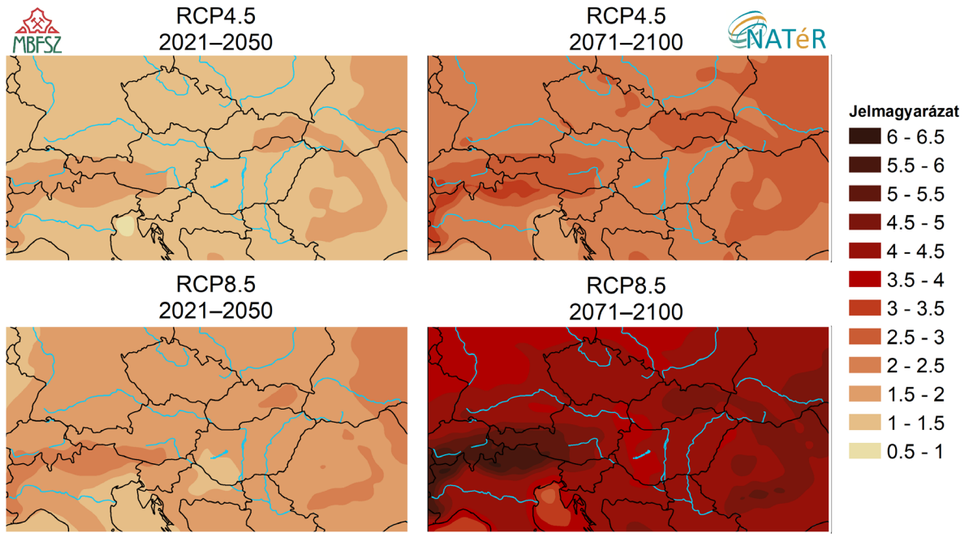


2. ábra: Magyarország éves átlaghőmérséklete [°C] (balra) és éves csapadékösszege [mm] (jobbra) az 1971-2000 közötti időszakban CARPATCLIM-HU adatok alapján
Alapadatok forrása: OMSZ

A jelenlegi klíma leírása továbbra is a mérési adatokból rácsra interpolált CARPATCLIM-HU adatbázisból (forrás OMSZ) származó alapadatokkal készült, azonban a referencia időszak megváltoztatásával, így az 1961-1990 közötti időszak mellett az 1971-2000 közötti harminc év átlagai is elérhetőek a rendszerben. Az új klímamodell adatokból származtatott differenciák is minden esetben az 1971-2000 közötti időszaktól való eltérést mutatják be.

Magyarország éves átlaghőmérséklete a referencia időszakban az ország túlnyomó részén 10-11 °C volt, a nyugati és északkeleti régióban maradt el ettől 1 °C-kal a harminc év átlaga. Az ország legmelegebb része Szeged térsége volt, 11-12 °C-os átlaghőmérséklettel. Az éves csapadékösszeg 1971–2000 közötti átlaga az Alföld és a Kisalföld területén volt a legalacsonyabb: 475-500 mm. Északkeleten és Dunántúlon ennél magasabbak az értékek, délnyugaton éri el a maximumot 775 mm-es átlaggal (2. ábra).

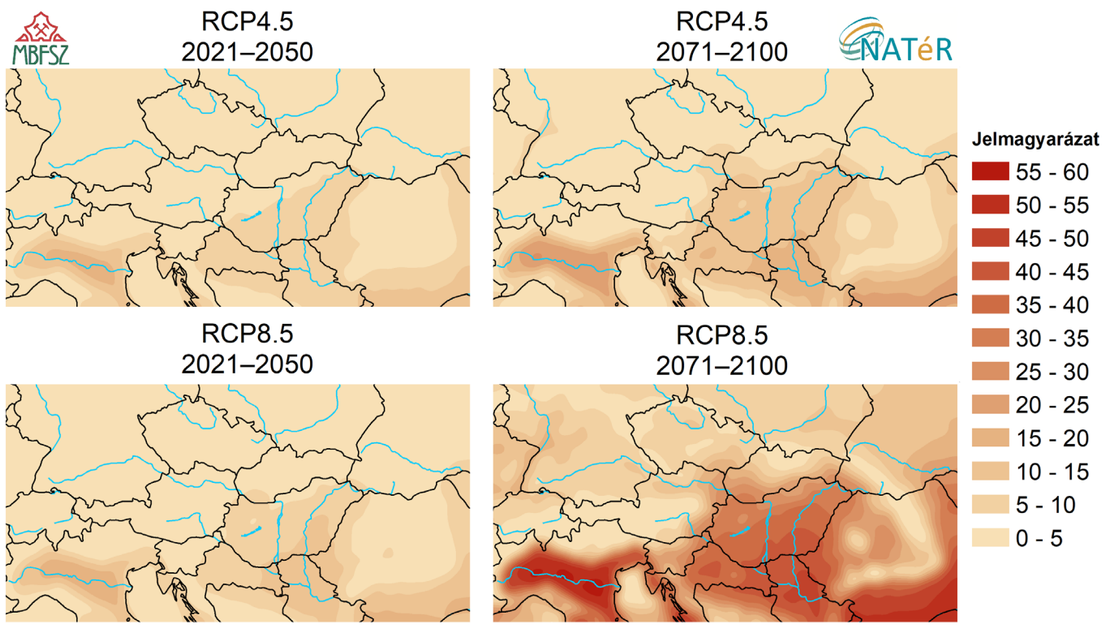
A klímamodell adatok felhasználásával számított éghajlati paraméterek és indikátorok segítségével képet kaphatunk az éghajlat jövőbeli alakulásáról egészen az évszázad



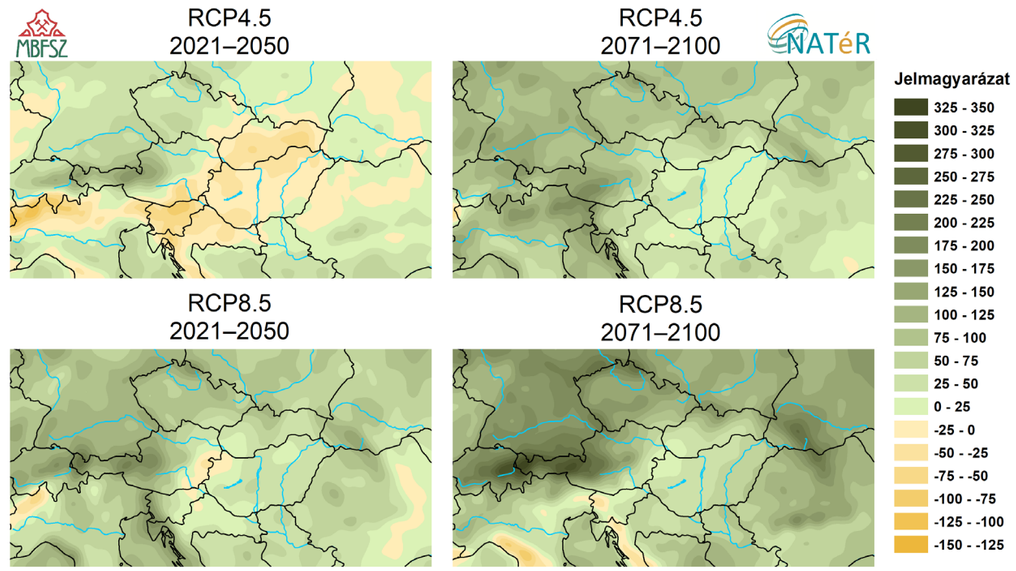
3. ábra: Az éves átlaghőmérséklet várható megváltozása [°C] a Duna vízgyűjtő területén a 21. században, az RCP4.5 (felül) és az RCP8.5 (alul) forgatókönyvekre alapozva az RCA4\EC-EARTH klímamodell szimulációi alapján.
Alapadatok forrása: EURO-CORDEX

végéig. A változások irányát és tendenciáját kell figyelembe venni és beépíteni a hatásvizsgálatokba. Az EC-EARTH\RCA4 klímamodell kombináción alapuló hőmérséklet-változásokon látható a folyamatosan emelkedő tendencia (3. ábra). A közepesen optimista forgatókönyvre alapozott szimuláció 2021-2050 közötti időszakra 1-1,5 °C-os, a 2071-2100 közötti időszakra pedig 2-2,5 °C-os emelkedést projektál. A pesszimista forgatókönyvre alapozott szimulációk azonban már az évszázad közepére is markáns, 2-2,5 °C emelkedést mutatnak, ennek értéke az évszázad végéig Magyarország területén elérheti akár a 4-4,5 °C -ot. A Dunántúl térségében ennél 1 °C-kal kisebb felmelegedésre lehet számítani, a Duna vízgyűjtő magasabb térszínein – Kárpátok és Alpok vonulatain – akár 5 °C-os hőmérséklet-emelkedés is várható az 1971-2000 közötti átlagokhoz képest. A hőmérséklet emelkedése a téli és nyári hónapokban lesz erőteljesebb, azonban a közepesen optimista forgatókönyv szerint évszázad közepére az átmeneti évszakokban is 0,5-1 °C-os emelkedés várható.

A klímaváltozás következtében megemelkedik a szélsőséges időjárási események gyakorisága és intenzitása. Az emberi szervezet számára leginkább megterhelő, tartósan meleg időszakok a 21. század során egyre hosszabb időtartamban fordulnak majd elő. A hőségriadós napok számának (amikor a napi középhőmérséklet meghaladja a 25 °C-ot) megemelkedése a Kárpát-medence térségére különösen erőteljesen fog hatni, kirajzolódik a térség nagyfokú éghajlati kitettsége (4. ábra). Magyarországot tekintve a hőségriadós napok számában legerőteljesebb emelkedés a dél-keleti országrészben lehet, itt a század közepére 5-10, a század végére pedig akár 40-45 nappal is megemelkedhet az ilyen napok száma, a pesszimista forgatókönyv alapján. A Duna vízgyűjtő területén átlagosan 5-10 nappal fog nőni ezen napok száma a referencia időszakéhoz képest. Egyre több forró napra (amikor a maximum hőmérséklet eléri, vagy meghaladja a 35 °C-ot) számíthatunk, amelynek területi eloszlása követi a hőségriadós napokat, azaz a délkeleti országrészben várható a leggyakoribb

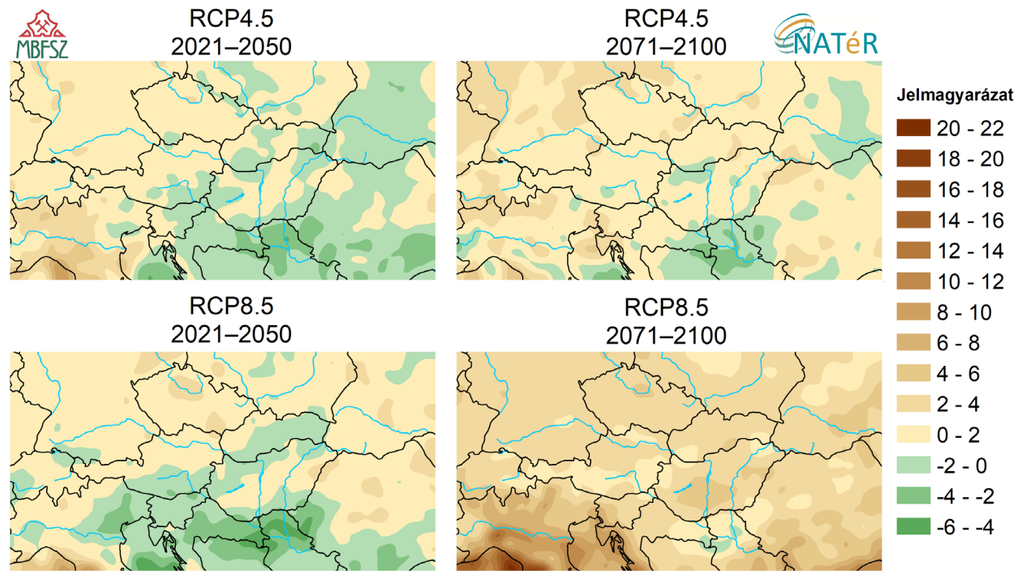


4. ábra: A hőségriadós napok számának várható megváltozása [nap] a Duna vízgyűjtő területén a 21. században, az RCP4.5 (felül) és az RCP8.5 (alul) forgatókönyvekre alapozva az RCA4\CNRM-CM5 klímamodell szimulációi alapján. Alapadatok forrása: EURO-CORDEX



5. ábra: Az éves csapadékmennyiség várható megváltozása [mm] a Duna vízgyűjtő területén a 21. században, az RCP4.5 (felül) és az RCP8.5 (alul) forgatókönyvekre alapozva az RCA4\CNRM-CM5 klímamodell szimulációi alapján. Alapadatok forrása: EURO-CORDEX

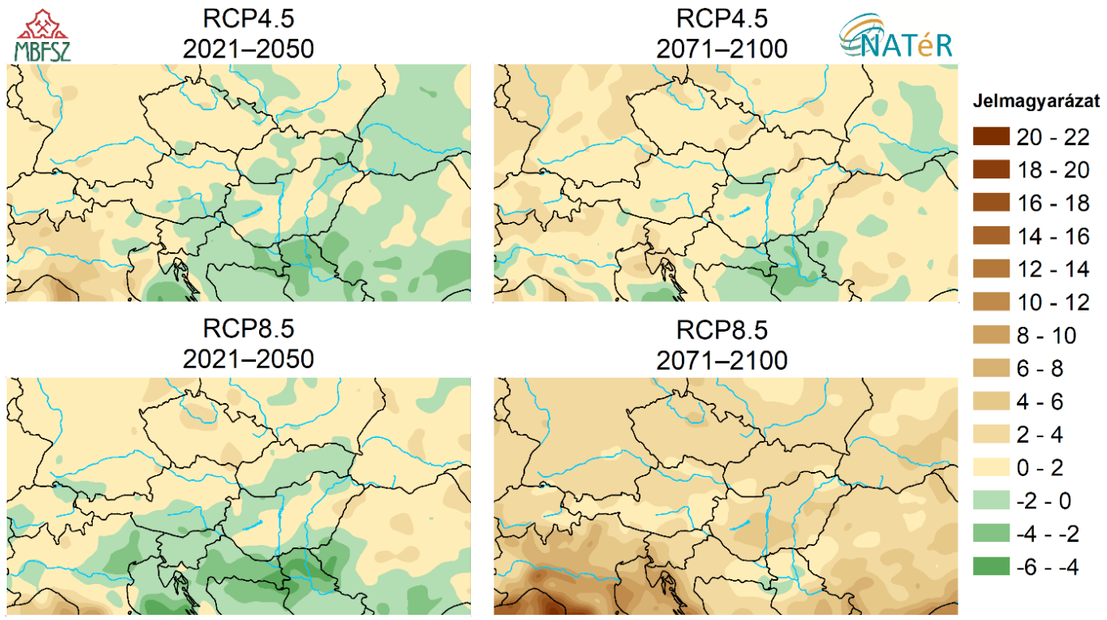
előfordulásuk, forgatókönyvek függvényében több 10 nappal. A nyári melegedés mellett a tavaszi fagyos napok számában 5-10 napos csökkenés várható a század közepére. A csapadékösszeg várható megváltozásának iránya sokkal változékonyabban jelenik meg a klímamodellekben, mint a hőmérsékleti paramétereké. Klímamodellenként eltérő irányú változásokat tapasztalhatunk, hiszen a csapadék idő- és térbeli változatossága is erőteljesebb. Az éves átlagos csapadékösszeg az évszázad közepére szimulációktól függően kismértékű (25-50 mm) emelkedést vagy csökkenést jeleznek, az évszázad végére



6. ábra: Az átlagos csapadékmennyiség várható megváltozása [mm] a téli és a nyári félévben a Duna vízgyűjtő területén a 21. században, az RCP8.5 forgatókönyvre alapozva az RCA4\EC-EARTH klímamodell szimulációi alapján. Alapadatok forrása: EURO-CORDEX

jellemzően már 25-100 mm-es emelkedés várható (5. ábra). Az Alpok és a Kárpátok térségében markánsabb, akár 200 mm-es emelkedés is valószínűsíthető. Magyarország területén a csapadék éven belüli eloszlásának változása várható, kiegyenlítettebbé válik az évszakok közötti különbség. A téli félévben a lehulló csapadékmennyiség emelkedésére számíthatunk, amely főleg eső formájában fog érkezni (6. ábra). A nyári félévben a század végére akár 50 mm-el csökken a csapadék mennyisége, a csapadékesemények intenzitása azonban növekedni fog, azaz rövidebb időtartamon belül nagyobb mennyiségben érkezik majd a csapadék. Főként zivataros események, felhőszakadások adják majd a csapadék nagyobb hányadát, amelyek elősegítik a villámárvizek kialakulását és negatív hatással lesznek a mezőgazdasági és épített területekre egyaránt. Emelkedő tendencia figyelhető meg az olyan extrém csapadékú napok számában, amikor 20 mm-t, vagy akár 30 mm-t is meghaladja a napi csapadékmennyiség.

A nagymennyiségű csapadékesemények között egyre hosszabb időtartamú csapadékmentes periódusok lesznek jellemzőek. A csapadékmentes napok száma a nyári félévben az RCP4.5-ös forgatókönyvre alapozott klímamodell eredmények szerint 2021-2050 közötti időszakra körülbelül 4 nappal, a 2071-2100-ra akár 10 nappal emelkedhet. Ahogy a csapadék alapú indikátorok többsége, a száraz időszakok maximális hosszának megváltozása is változatos képet mutat a Duna vízgyűjtőjének területére, Magyarország középső részében azonban mindegyik szimuláció becslése szerint néhány napos emelkedés várható (7. ábra). Az RCA4\EC-EARTH\RCP8.5 szimuláció szerint az évszázad végére szinte a teljes vízgyűjtő területén átlagosan 2-6 nappal hosszabbak lesznek a száraz periódusok, amely jól szemlélteti a térség aszálykárokkal szembeni kitettségét.



7. ábra: Száraz időszakok maximális hosszának várható változása a nyári félévben [nap] a Duna vízgyűjtő területén a 21. században, az RCP4.5 (felül) és RCP8.5 (alul) forgatókönyvekre alapozva az RCA4\EC-EARTH klímamodell szimulációi alapján. Alapadatok forrása:EURO-CORDEX

IV. A NATÉR TOVÁBBFEJLESZTÉSÉNEK TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

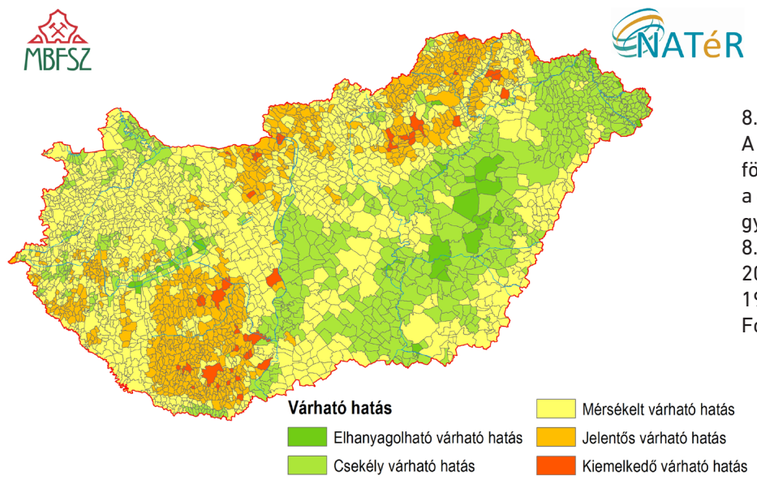
IV.1. A FÖLDTANI VESZÉLYFORRÁSOK ÉGHAJLATVÉDELMI SZEMPONTÚ ÉRTÉKELÉSE

A *NATéR továbbfejlesztése* keretébe illesztett projekt azt tűzte ki célul, hogy feltárja az összefüggéseket a felszínmozgások és a klíma adatok között (*TILDY P. et al. 2019*), áttekintve a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSz) felszínmozgásra vonatkozó, valamint a NATéR-ben elérhető CARPATCLIM-HU adatbázisát. A vizsgálatba a 2005-2010 közötti évek lettek bevonva, mert az archív adatok között ezen évekből állt rendelkezésre kellő pontosságú információ. Így 808 db, koordinátával rendelkező esemény vizsgálatára került sor.

A feldolgozás során az események [partfal], [patak], [pince], [rézsű], és [épített] kategóriákba lettek besorolva, a mozgásnak „otthont adó" környezet szerint. További lépésként az eseményekhez csapadék-idősorokat rendeltek a kutatók. A cél az események közelében olyan csapadék maximumok keresése volt, amelyek szerepet játszhattak a mozgás elindításában. Szakirodalmi áttekintés alapján a mozgásokat kiváltó csapadékjellemzőket egy hosszabb és egy rövidebb időtartamra volt érdemes vizsgálni, mert a hosszabb időtartam csapadéka adja a közeg kezdeti nedvesség-állapotát, míg a rövid időtartamé erre szuperponálódva aktivál(hat)ja a mozgást.

A kiugró csapadékú 2010-es év részletes felülvizsgálatát követően egyértelművé vált, hogy az adatrendszerben szereplő előfordulások és a csapadékjellemzők kapcsolatban vannak egymással. Az elemzések nyomán két küszöbérték került meghatározásra: 23 mm napi csapadékmennyiséget meghaladó a normál, míg 44mm az extrém csapadékú időszak esetében. Ezen értékek feletti csapadékesemény után várható az adott környezetben újabb felszínmozgás.

Ez után elvégezésre került a normál és az extrém küszöbértékre vonatkozó gyakoriságváltozások vizsgálata az alapadatokra, azok átlagára, és mediánjára; 2 klímamodell 2-2 forgatókönyvére (CNRM-CM5 és EC-EARTH modellek RCP 4.5 és RCP 8.5 forgatókönyvei). Eredményként négy fő térképtematika jött létre: i.) a káresemények eloszlása; ii.) a csapadék-küszöbértékek gyakoriságváltozása a két klímamodell szerint, az 2021-2050, 2071-2100 időablakokra; iii.) a felszínmozgással érintett képződmények–lejtőviszonyok–káresemény-számok kapcsolatára épülő érzékenység; végül iv.) a klímaváltozás várható hatása (8. ábra) a földtani veszélyforrások aktiválódására a két klímamodell szerint a 2021-2050, 2071-2100 időablakokra.

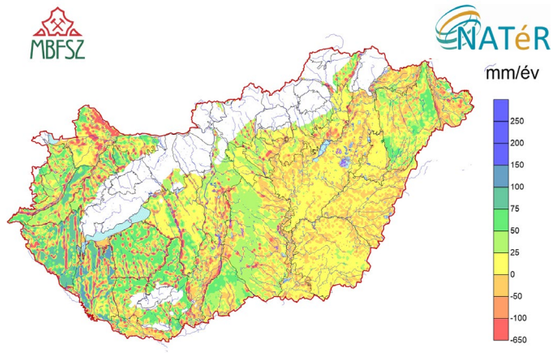


8. ábra:
A klímaváltozás várható hatása a földtani veszélyforrások aktiválódására a 44 mm-t meghaladó csapadékos napok gyakorisága és az RCA4\EC-EARTH, RCP 8.5 klímamodell szimuláció alapján, a 2071-2100 időszakra vonatkozóan 1971-2000-hez képest
Forrás: TILDY P. et al. (2019)

IV.2. A KLÍMAVÁLTOZÁS SEKÉLY FELSZÍN ALATTI VIZEKRE GYAKOROLT KÖZVETLEN ÉS KÖZVETETT HATÁSAINAK VIZSGÁLATA

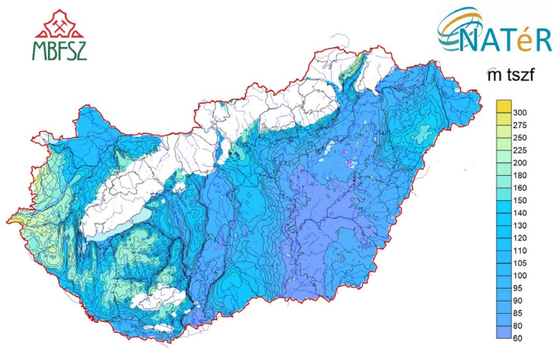
A klímaváltozás hatására megváltozó csapadék- és hőmérséklet-viszonyok jelentős mértékben érintik a felszín alatti vízkészleteinket, elsősorban az utánpótlásukat jelentő beszivárgások megváltozása következtében. Az elvégzett vizsgálatsorozat (*TÓTH, Gy. et. al, 2018*) és módszertani fejlesztés eredményei lehetővé teszik az ország bármely területére a talajvízszintek, a repedésvízszintek és a karsztvízszintek szimulációját. A vizsgálatsorozat alapját képező klíma-projekciók az EURO-CORDEX adatbázis CNRM-CM5 (RCA-C), EC-EARTH (RCA-E) globális klímamodellek és az RCA4 regionális klímamodell kombinációi. Mind az RCA-C, mind az RCA-E esetében feltételezték a 2100-ra elért teljes sugárzási kényszer változását. Ezek közül a projekt a «közepes» változást tükröző 4,5 W/m² változat, illetve a jelentősebb, drasztikusabb, hőmérséklet-növekedést reprezentáló 8,5 W/m² sugárzási kényszer melletti projekciók (RCA-C 4.5; RCA-C 8.5; RCA-E 4.5 és RCA-E 8.5) felszín alatti vizekre gyakorolt hatásait vizsgálta. A klíma-adatsorok (CARPATCLIM-HU, EURO-CORDEX), mint szcenáriók egy 1 dimenziós vízforgalmi algoritmus futtatásának alapját képezték (HELP) és így mind a klimatikus gridekre, mind a középtájak centroidjára beszivárgás, lefolyás és evapotranszspiráció adatsorok lettek előállítva. A hidrodinamikai modellvizsgálatban (PANNON-XL regionális modellcsalád) a termelések és a beszivárgások együttes hatására alakuló átlagos vízszintváltozások, valamint a megcsapolási területeken való kiáramló vízhozamok számítására is sor került. A kutatók külön vizsgálták az 1973-2004 közötti referencia időszakhoz képest bekövetkező változásokat; a 2022-2053 közötti «közel-jövő», és a 2071-2100 közötti «távolabbi jövő» eseteire. A modellvizsgálatot követően általánosságban elmondható, hogy az RCA-C 4.5 szerint a közeljövőben a talajvízszintek, és a megcsapolási körzetekben kiáramló vizek csökkenésére lehet számítani, ami az ottani felszín alatti víztől függő ökoszisztémákat és a felszín alatti vízből történő öntözési lehetőségeket érintheti kedvezőtlenül.

Az RCA-C 8.5; RCA-E 4.5 és RCA-E 8.5 esetében a talajvízszintek is és a megcsapolási körzeteknél kiáramló vízhozamok is növekednek, a közeli jövőben kevésbé, a távolabbi jövőben markánsabban. E változások egyaránt járhatnak pozitív és negatív hatásokkal is, ez utóbbira csak példaképp említhetjük a belvizek felszín alól származó részének növekedését.



9. ábra: Nettó vízforgalom a felszínen a hegységi területek elhagyásával [mm/év] a 2023-2052 időszakban az RCA4\ CNRM-CM5, RCP4.5 klímamodell szimuláció alapján.
Forrás: TÓTH, Gy. et. al, (2018)

Az összekapcsolt klimatikus és víztermelési szcenáriók vizsgálata középtáji mérettartományban történt, melyre vonatkoztatva megfelelő alkalmazkodási stratégiák, területi fejlesztések és intézkedések alakíthatók ki, melyet összefoglalóan adaptív vízgazdálkodásnak nevezhetünk.



10. ábra: Talajvízdomborzat [mBf] a 1973-2004 referencia időszakban az RCA4\CNRM-CM5, RCP4.5 klímamodell szimuláció alapján.
Forrás: TÓTH, Gy. et. al, (2018)

IV.3. VÍZIKÖZMŰ SZOLGÁLTATÁSOK ÉGHAJLATI SEBEZHETŐSÉGE, ÉRTÉKELÉSE

Az ivóvízellátás terén átfogó vizsgálat zajlott a *NATéR továbbfejlesztése* keretében, amelynek alapján felülvizsgálatra került a hazai ivóvízbázisok éghajlatváltozással szembeni ellenállóképessége, illetve az ivóvízellátás sérülékenysége (*ROTÁRNÉ SZALKAI Á. et al. 2019*).

Magyarország kedvező földtani-, vízföldtani adottságainak köszönhetően az ivóvízellátás több mint 95%-át adó felszín alatti vízkészletekben gazdag, azonban e készletek utánpótlódása az éghajlati viszonyok alakulásának függvényében változik.

A vizsgálat a 10 kiválasztott regionális víziközmű szolgáltató rövid bemutatását követően ismerteti a sérülékenységvizsgálat módszerét, a felhasznált adatok körét és forrásait. Részletesen tárgyalja a klímaváltozás lehetséges forgatókönyveit, illetve a vizsgálat során alkalmazott projekciók alapján a várható változásokat. Az előállított klímamodell-eredmények, valamint az ivóvízbázisok földtani és hidrogeológiai tulajdonságai alapján meghatározza a vízbázisok érzékenységét, ez alapján pedig az ivóvízbázisokat és ivóvízkészleteket érintő várható hatásokat.

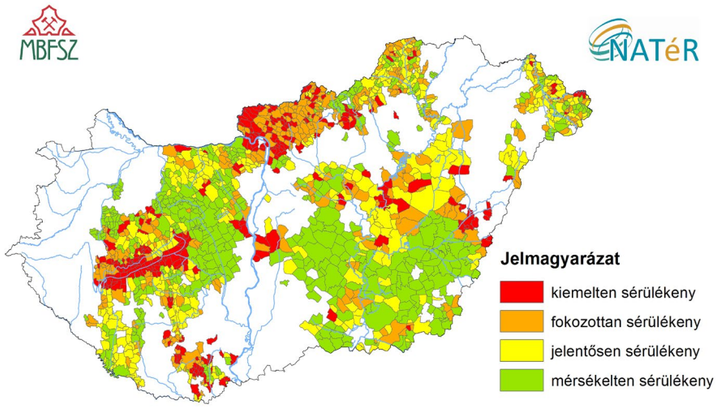
Széleskörű adatgyűjtéssel, valamint a víziközmű szolgáltatás jellemző paramétereinek meghatározásával vizsgálja a települések ivóvízellátásának várható hatásokkal szembeni alkalmazkodóképességét, a kockázatokat és a lehetséges megoldásokat. Ennek eredményeként jellemzi a települések ivóvízellátásának sérülékenységét, valamint az Európai Közösség vízügyi politikájával összhangban (COM/2009/147) javaslatok fogalmaz meg az ivóvíz-szolgáltatást érintő kedvezőtlen klímahatások csökkentésére.

A klímamodell-eredmények alapján a jövőben a téli és a nyári hidrológiai félév csapadékarányának a téli félév javára történő eltolódására lehet számítani. Az éves csapadékösszeg és az éves potenciális evapotranszspiráció különbségeként előállított klimatikus vízmérleg hosszú távon jelentősen romló tendenciát mutat. Ezen hatások eredőjeként a beszivárgás csökkenése valószínűsíthető.

Az éghajlatváltozás hatásai a legnagyobb mértékben a vízfolyások által befolyásolt sekély porózus és parti szűrésű (Északi-középhegység, Duna mente) víztesteket, a karsztos (Dunántúli-középhegység, Mecsek térsége) és a felszíni ivóvízbázisokat (Balaton térsége) érintik negatívan (11. ábra).

Az alkalmazkodás tekintetében a kutatás megállapította, hogy azt leginkább az ivóvízszolgáltatók infrastrukturális jellemzői, az ivóvízellátás diverzifikálását lehetővé tevő adottságok megléte, valamint az adott település, illetve térség társdalami–gazdasági adottságai befolyásolják.

Az éghajlati, hidrogeológiai és alkalmazkodási tényezők eredőjeként előálló eredmények alapján a Balaton térsége, az Északi-középhegység térsége és az Alföld középső területei a leginkább sérülékenyek a klímaváltozás hatásaival szemben.



11. ábra:
Települések ivóvízellátásának klímasérülékenysége az RCA4\CNRM-CM5, RCP4.5 klímamodell szimuláció alapján a
2071-2100 közötti időszakra.
Forrás: ROTÁRNÉ SZALKAI Á.et al. (2019)

IV.4. ÉPÍTETT KÖRNYEZET

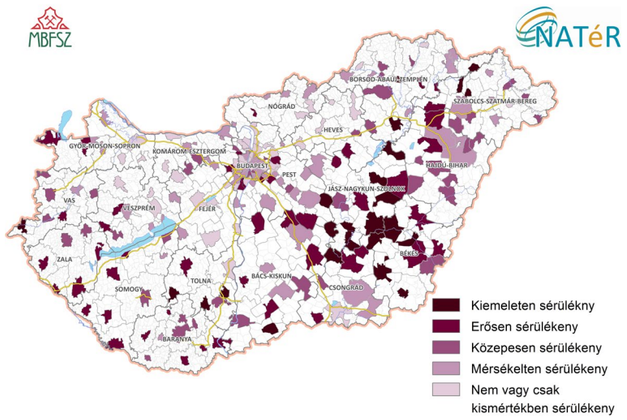
IV.4.1. Épületállomány klíma-sérülékenységének vizsgálata

Az épületállomány az éghajlatváltozással kibocsátási és alkalmazkodási oldalról is kapcsolatban áll: az épületállomány – elsősorban a fűtés révén – jelentős kibocsátó, másrészt pedig ki van téve a klímaváltozás hatására felerősödő egyes jelenségeknek, mint a folyami- és villámárvizek, a heves esőzések, vagy a viharos erejű szelek.

A *NATéR továbbfejlesztése* projekt keretében megvalósult az épületek éghajlatváltozással szembeni sérülékenységének vizsgálata is. A kutatás célja volt az épületállomány sérülékenységét bemutató országos lefedettségű adatbázis létrehozása, az épületállomány éghajlatváltozással szembeni sérülékenységének területi értékelése érdekében.

A kutatás keretében a Lechner Nonprofit Kft. (*SCHNELLER K. et al. 2018*) kidolgozta az épületállomány sérülékenységi elemzésének módszertanát települési szinten, ami a CIVAS-modellen alapult. Kitettségi indikátorként a 30 mm-t meghaladó mennyiségű csapadékkal érintett napok éves átlagos számának változását, a szélvész, heves szélvész, orkán (85 km/h-t meghaladó széllökések) jelenséggel érintett napok éves átlagos számának változását és a hirtelen hőmérsékleteséssel (10°C 3 óra alatt) érintett napok éves átlagos számának változását használták. Az épületek fenti hatásokra való érzékenységét alapvetően a térelhatároló, épületburkoló épület-szerkezetek alaptulajdonságai határozzák meg. Mivel a különböző épülettípusok eltérő mértékben érzékenyek az egyes hatásokra, a kutatás során létrehoztak egy, a magyar lakóépület-állományt reprezentáló tipológiát, melyben 17 épülettípust különítettek el többek között az építés ideje, az épület magassága és az építőanyag alapján. Az alkalmazkodóképességet összesen 9 indikátorból álló komplex mutatóval írták le, amelyek között a lakosságra és az önkormányzatra vonatkozók is megtalálhatók. A kitettség, érzékenység, alkalmazkodóképesség együttesen meghatározza a sérülékenységet, amelyet a kutatók a tízezer főnél nagyobb lélekszámú településekre ki is számoltak (12. ábra).

A kutatók a kitettség értékét minden településre kiszámították, de az érzékenység és az alkalmazkodóképesség becslésére olyan statisztikai adatokkal dolgoztak, amelyek közül több csak a tízezer főnél magasabb lakosságszámú településekre érhető el. A módszertan azonban lehetővé teszi azt, hogy az ennél kisebb települések az érzékenységi és két alkalmazkodóképességi indikátor értékének megadásával kiszámítsák saját sérülékenységüket. A módszertan validálása érdekében az önkormányzattal együttműködve megvizsgálták a 11. kerület épületállományának sérülékenységét.



12. ábra:
Az épületállomány becsült sérülékenysége a 2021-2050-es időszakban a RCA4\CNRM-CM5 RCP4.5 klímamodell szimuláció alapján.
Forrás: SCHNELLER K. et al. (2018)

IV.4.2. Települési belterületi vízrendezés klímareziliens tervezése

A klímaváltozás következtében kialakuló szokatlan csapadékviszonyok kihívások elé állítják a településeket: a hirtelen, intenzív csapadékesemények a dombvidéki területeken villámárvíz kialakulásához vezethetnek, melyek felülírhatják a mérnöki tapasztalat alapján hosszú ideje kialakult és sikerrel alkalmazott konzervatív belterületi vízrendezési módszereket és jelentős károkat okozhatnak a természetes és épített környezetben egyaránt.

A *NATéR továbbfejlesztése* projekt keretében a DHI Hungary Kft. kézikönyvet készített dombvidéki fekvésű kistelepülések számára, melynek célja, hogy átfogó képet adjon azokról a költséghatékony, komplex lehetőségekről, amelyek a kistelepüléseken a jövőben egyre nagyobb mértékben várható szélsőséges csapadékviszonyok okozta károk kivédéséhez, az ilyen eseményekre való felkészülés érdekében elvégzendő feladatok tudatos mérnöki megfogalmazásához szükségesek (*NAGY Zs. et al. 2018*).

A kézikönyv kétféle megoldást mutat be:

- korábbi események feldolgozásán alapuló tényfeltárások (13. ábra);
- valamint a prevenciót, felkészülést támogató egyszerűbb és komplex elemzéseket.

Előbbi esetében a tervezés alapvetően az elmúlt eseményeknek, illetve azok okainak feltárásán alapszik, míg utóbbi esetében a jövőre vonatkozó veszély- és kockázatelemzés elvégzését teszi szükségessé. A kézikönyv tartalmaz egy esettanulmányt is, mely Bezeréd településen bekövetkezett konkrét káreseményt dolgoz fel, bemutatva a fenti módszerek gyakorlati használatát és a belterületi elöntésekkel szembeni sérülékenység értékelésének módszertanát.

A tervezési módszertanon túl a kézikönyv bemutat konkrét beavatkozási lehetőségeket is különböző típusú művelés alatt álló területekre vonatkozóan. Ilyen lehet például mezőgazdasági területeken a hullámsánc, vagy a gyepes vízelvezető árok, agroerdészeti területeken a mezővédő erdő- vagy cserjesáv kialakítása, erdészeti területeken pedig vízmosásfenék megkötés, vagy vízmosásmegkötő gát kialakítása. Ezek kiegészíthetők belterületi megoldásokkal, mint például a gyepes árkok, szikkasztók, vagy tározók kialakítása.

A kézikönyv célcsoportját egyaránt jelentik a települések döntéshozói és a tervezők. Előbbiek feladata elsősorban a kihívás nagyságának felismerése és a kommunikáció, míg utóbbiaké a kihívás részleteinek felmérése és a konkrét feladatok, beavatkozások megtervezése.

13. ábra:
A káresemény feldolgozásának logikai háttere
Forrás: NAGY Zs. et al. (2018) alapján

IV.5. AZ ÁRAM-, GÁZ-, ÉS TÁVHŐ-ELLÁTÁS (KRITIKUS INFRASTRUKTÚRÁK) ÉGHAJLATI SZEMPONTÚ ÉRTÉKELÉSE

Az energiatermelés az üvegházhatású gázok kibocsátásáért felelős és a klímaváltozás hatásait elszenvedő ágazatként is kapcsolatban áll az éghajlatváltozás problémakörével.

A *NATéR továbbfejlesztése* projekt keretében vizsgálat tárgyát képezte, hogy a villamosenergia- és gázellátást, illetve a távhőszolgálatást hogyan érintik az éghajlat változásából fakadó hatások.

Áramellátás

A projekt keretében két részfeladat valósult meg: a villamosenergia-ellátórendszer jövőbeni kihasználtságának és teljesítőképességének prognózisa (igényoldalt befolyásoló tényezők), valamint a hazai villamosenergia-ellátórendszer műszaki infrastruktúrájának kitettség- és érzékenységvizsgálata (a kínálati oldal jellemzése). (*FICÉP Kft. 2019*)

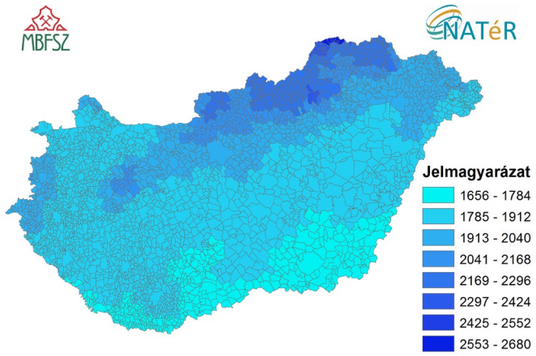
A kutatás eredményei azt mutatják, hogy igény oldalon a legjelentősebb áramfelhasználás-növekedést a hőségnapok számának gyarapodása, a GDP növekedése és az elektromos eszközök elterjedése (főleg a közlekedés elektrifikációja) fogja okozni.

Az infrastruktúra felmérése megmutatta, hogy a leginkább kitett infrastrukturális elem a tartóoszlopok szerkezete. A legnagyobb hatást a szél, a tapadó csapadék és a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű eső gyakorolják az infrastruktúrára.

Gázellátás

A gázellátás esetében a lakosság fűtési időszaki gázfogyasztását befolyásoló jövőbeli klimatikus viszonyokat a napfokszám (19/2009. (I. 30.) Korm. rendelet) értékek négy klímamodell szerint várható alakulásán (14. ábra), illetve azok valószínűsíthető következményein keresztül vizsgálta a kutatás (*Geogold Kárpátia Kft. 2019*).

Az eredmények alapján elmondható, hogy a napfokszám értékek területi eloszlása jól követi a domborzati viszonyokat. A domborzati



14. ábra: A lakossági gázellátást meghatározó klimatikus faktor, a napfokszám éves összértékének településenkénti alakulása 2050-re a RCA4\CNRM-CM5 RCP8.5 klímamodell szimuláció alapján.
Forrás: Geogold Kárpátia Kft. (2019)

viszonyokból adódó különbségekre jól láthatóan „rárakódik" egy északkelet-délnyugat irányú trend is, amelynek következtében az ország északkeleti részén a napfokszám értékek jóval magasabbak, mint a déli és délnyugati területeken. A klímamodell-eredmények alapján a jövőben a napfokszám értékek csökkenése várható, így a fűtési igények mérséklődése prognosztizálható.

Távhőellátás

A klímaváltozás miatt megváltozó időjárás közvetlenül hat a távhőszolgáltatás fizikai infrastruktúrájára, valamint a csökkenő fűtési energiaigények ronthatják a távhőrendszerek költséghatékonyságát.

A kutatás során elkészült a távhőszolgáltatás sérülékenységének vizsgálatára alkalmas módszertan, illetve két mintaterületen a módszertan tesztelése. (*Geogold Kárpátia Kft. 2019*)

Az eredmények azt mutatják, hogy a távhő létesítmények a klímaváltozás hatásaival szemben kevésbé sérülékenyek, nagy kihívást jelenthet azonban a szolgáltatóknak a magasabb téli hőmérséklet és az épületenergetikai beruházások miatt a kihasználtság csökkenése. Ennek ellensúlyozására célszerű új fogyasztók bevonása a távhőellátásba.

IV.6. AGRÁRTUDOMÁNYI EREDMÉNYEK

IV.6.1. Éghajlatváltozási alkalmazkodás-kutatás a hazai mezőgazdaságban

A *NATéR továbbfejlesztése* keretében az Agrárgazdasági Kutató Intézet és a MTA Közgazdasági és Regionális Kutatások Központja megvizsgálta a hazai agrárszektor helyzetét azzal a kihívással szemben, amit az éghajlatváltozás és annak hatásaihoz való alkalmazkodás jelent. A kutatás külön kitért az erdőgazdálkodással kapcsolatos vonatkozások feltárására is (*KIRÁLY G. (szerk). 2018*).

A kutatás általános célkitűzése az volt, hogy:

- feltárja, mely agrár-klimatikus tényezők befolyásolják leginkább a hazai növénytermesztők technikai hatékonyságát;
- áttekintse a hazai kockázatkezelés lehetőségeit a növekvő termelési kockázatok vonatkozásában;
- megvizsgálja az alkalmazkodás kérdéskörét, egyrészt a mezőgazdasági ágazat működését befolyásoló intézmények, másrészt a hazai mezőgazdasági árutermelők percepciós és adaptációs viselkedését helyezve a fókuszba.

A kutatás feldolgozta a klímaváltozás agrár- és erdőgazdasági vonatkozásával foglalkozó szakirodalmat, majd a kutatók megvizsgálták a növénytermesztők technikai hatékonyságát. Emellett a mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer 2012–2016. évi működésének értékelése és az AKI saját, biztosítókra vonatkozó adatbázisára támaszkodva feltárták a mezőgazdaságot az elmúlt években ért káreseményeket.

Az alkalmazkodás kérdéskörét a releváns hazai intézmények (mezoszint), valamint az alkalmazkodási gyakorlatainak (mikroszint) vizsgálatával járták körbe szakértői interjúkat és kérdőíves felméréseket lefolytatva.

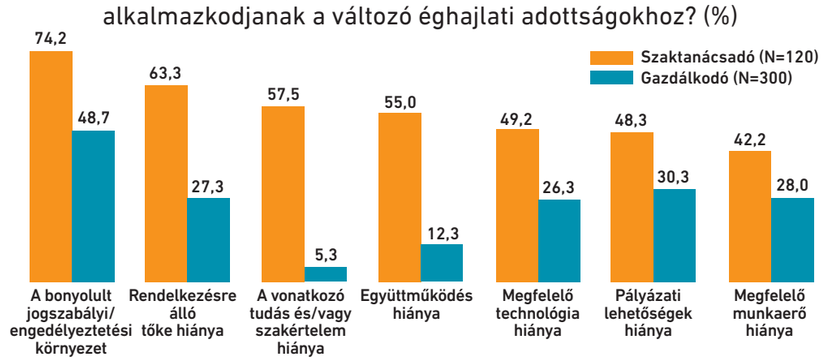
A kutatás eredményei szerint az éghajlati változók szignifikánsan hatnak a vizsgált a növénytermesztés hatékonysági eredményekre, amely alátámasztja, hogy a változó éghajlati tényezők jelentős hatással vannak a növénytermesztés kibocsátására.

Az agrár-kárenyhítési rendszerben az egyes veszélynemek közül a kárenyhítő juttatás 46,9%-át aszály-, 27,1%-át tavaszi fagy-, 12,2%-át jégesőkárra fizették ki 2012 és 2016 között, tehát az aszályos időszakok gyakoriságának és hosszának várható növekedése jelentős terheket ró az agrár-kárenyhítés rendszerére és a hazai gazdálkodókra egyaránt.

Az árutermelő gazdaságokra kiterjedő kérdőíves adatfelmérés alapján a hazai gazdaságok irányítói döntően (98%) elfogadják a klímaváltozás elméletét, leggyakrabban az extrém meleget, a tartós szárazságot, a tavaszi fagyokat és a jégeső kártételét említették.

A megkérdezett gazdaságok számos technikát alkalmaznak a negatív hatások ellensúlyozására, 84,7%-uk további kisebb-nagyobb változtatást tart szükségesnek, azaz tudatában van a változó éghajlat generálta adaptációs kényszernek.

Mi hátráltatja a gazdálkodókat abban, hogy megfelelően alkalmazkodjanak a változó éghajlati adottságokhoz? (%)



Adatok forrása: Agrárgazdasági Kutató Intézet

IV.6.2. Földhasználati modellezés módszertani megújítása, területi mintaértékelés elvégzése

A földhasználat változása olyan szempont, mely jelentősen befolyásolja a klímaváltozás során kialakuló gazdasági, társadalmi folyamatokat és nem utolsó sorban az életfeltételeket. A NAIK Agrárgazdasági Kutató Intézet munkatársai NATéR rendszer kialakítása során 2015-ben elvégzett földhasználati modellezés fejlesztését, módszertanának megújítását végezték el Budapest Funkcionális Városrégió mintaterületre (*MOLNÁR A. et al. 2018*).

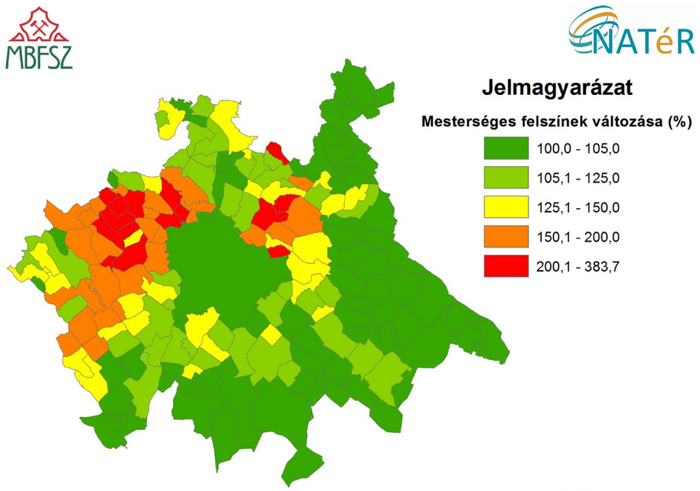
A kutatás során a Land Change Modeler szoftver alkalmazásával 6 modell lefuttatását végezték el, amik lehetővé tették a – főváros és tágabb agglomerációját magába foglaló – Budapest Funkcionális Városrégiót, mint mintaterületet jellemző területhasználati transzformációk előrejelzését és értékelését.

A modellezés bemenő paramétereként elvégezték a Corine Land Cover (CLC90) és az Urban Atlas adatbázis harmonizációját, valamint meghatározták az alkalmazandó korlátozó és ösztönző tényezőket.

Mindezek alapján elkészült két bázis, azaz korlátozó és ösztönző tényezők nélküli modell-futtatás 2030-ra – a 2015-ös eredményekkel való összevetés érdekében – és 2040-re. Emellett a *NATéR továbbfejlesztése* keretében előállított 4 klímamodellprojekcióra (III. fejezet) is végeztek modell futtatást 2040-re.

Az eredmények alapján a lakóterületek 18.000 hektárral növekednek, az ipari és kereskedelmi övezetek pedig 4.800 hektárral, mellettük a rét és legelő területek, valamint az erdők és gyümölcsösök 9-10.000 és 2-5.000 hektárral. A fentiek gyarapodását más földhasználati típusok visszaszorulása kíséri, főleg a szántóterületeké, komplex művelésű területeké és a szőlő ültetvényeké.

A predikciók szerint tehát összességében további szuburbanizálódás várható a budapesti városrégióban, amit helyenként korlátozhat a természetvédelmi területek kijelölése, az erdőterületek növekedése. Ez azt jelenti, hogy Budapest környékén az agglomerációs települések „összenövése" tovább folytatódik, a lakónépesség növekedése és áramlása feltölti a környező településeket, jelentősen bővülni fog a mesterséges felszínborítás. Ez a bővülés leginkább a nyugati irányba, Komárom-Esztergom és Fejér megye irányába koncentrálódik (15. ábra). E folyamatok révén fokozódnak az életminőséget negatívan befolyásoló, klímaváltozás következtében fellépő hatások, különös tekintettel a hősziget-hatás erősödésére, de egyre növekvő kihívást jelenthet a nagy intenzitású csapadékesemények esetén a belterületi elöntés is.



15. ábra :
A bázis és RCA4\EC-EARTH, RCP8.5 klímamodell szimuláció eredményeinek összehasonlítása a mesterséges felszínek százalékos változása tekintetében.
Adatok forrása:
MOLNÁR A. et al. (2018)

IV.7. ÉGHAJLATVÁLTOZÁS HATÁSAI A TURISZTIKAI ÁGAZATRA

A NATéR új C3 modulja kifejezetten a turizmus éghajlati sérülékenységének témakörét kutatta (*SÜTŐ A. et al. 2018*) Egyrészt egy módszertani ajánlást készített a turizmus komplex klímasérülékenysége és annak időbeli változása egzakt mérésére, másrészt e módszertant helyben tesztelte is, esettanulmányok keretében, a helyi alkalmazkodási attitűdöket és gyakorlatokat terepi kutatással is számba véve. Fontos cél volt túllépni a NATéR első fázisának vonatkozó eredményein, melyek a KRITéR társprojekt turisztikai kimeneteit integrálták. A KRITéR elemzései azonban „megálltak" a kitettségi vizsgálatoknál, az éghajlati elemek változásának turizmust befolyásoló mértékét vizsgálva az ország különböző részein. Az aktuális feladat e kezdeti lépések folytatása, és az érzékenységi, alkalmazkodóképességi, sérülékenységi dimenziók elmélyítése volt. A munkacsomag keretében az egyes desztinációkat érintő kockázatokat, a fogadóterületeket jellemző kitettségi, érzékenységi, alkalmazkodóképességi, és sérülékenységi mutatókat komplexen vizsgálta a modul, lehetővé téve a különböző térségek összehasonlítását.

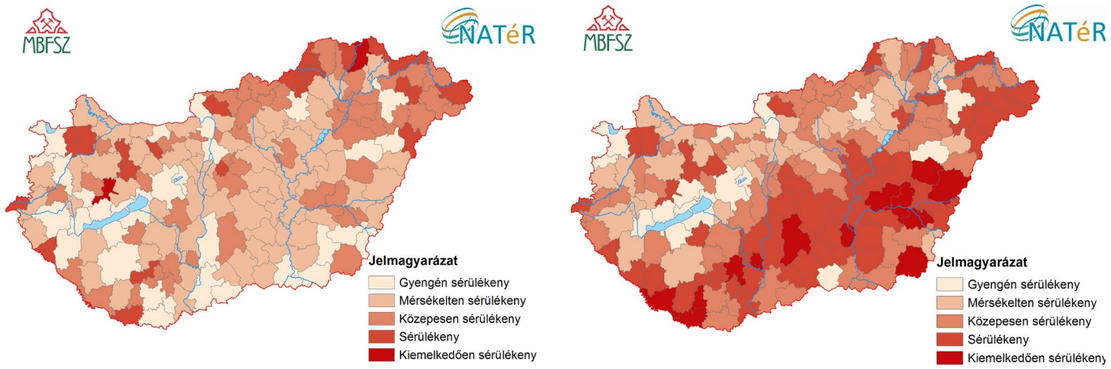
A vizsgálat a jelenlegi helyzet bemutatásán túlmenően jövőbeli időablakokra vonatkoztatott modellezésre is kísérletet tett. Az EURO-CORDEX adatbázisban elérhető éghajlati projekciók közül két klímamodell-kombináció két forgatókönyvre alapozott szimulációi kerültek kiválasztásra. Olyan éghajlati projekciós tagokra koncentráltunk, amelyek egy közepesen konzervatív becslést adnak az éghajlat várható megváltozására vonatkozóan. Így került kiválasztásra a két globális (CNRM-CM5, EC-EARTH), és ezek leskálázására egy regionális klímamodell (RCA4). Az IPCC 5. értékelő jelentésében az újabb generációs RCP forgatókönyvek közül az adatok elérhetőségét előtérbe helyezve a közepesen optimista RCP 4.5, illetve a legpesszimistább RCP 8.5-ös forgatókönyvek kerültek felhasználásra, összesen négyféle szimulációt alkalmazva. A több modell és több szcenárió kombinációinak alkalmazása biztosítja, hogy a gyakran egymásnak ellentmondó modelleredmények természetéből fakadó bizonytalanságokat némiképp kiküszöbölve a vizsgálat a valóságot jobban közelítő eredményt adjon.

A vizsgálat a kitettséget a NATÉR első fázisának 3 turisztikai komplex mutatójának újrakalibrálásával közelítette, a KRITéR vizsgálataiért felelős dr. Németh Ákos segítségével ezúttal is TCI, mTCI és CIT mutatókat számolva 3 kiemelt hazai turisztikai termékre (vízparti fürdő; városnéző kulturális örökségi; és természetközeli aktív turizmus) a hazai járásokban és 3 kiválasztott desztinációban településeken is (járásokra és településekre a vizsgálati rácsponti adatok átlagolása adott adatot). Az érzékenységet és alkalmazkodóképességet egy-egy frissen kifejlesztett komplex mutató reprezentálja, a fent említett turizmus termékenként eltérő 4-6 mutató normalizált összegzéséből képezve komplex termékindexeket. A hatásmutató a kitettségi és érzékenységi; a sérülékenységi mutató a hatás és alkalmazkodóképességi mutatók normalizált összegzéséből született meg.

A vizsgálat, a NATÉR alaplogikáját követve, az egész országot lefedő elemzésekben és térképi megjelenítésben gondolkodott, így a turisztikailag kevéssé vagy egyáltalán nem frekventált térségekre is kiterjesztette a területi értékeléseket. Az előzőekben jelzett vizsgálati periódusokra a sérülékenység aspektusainak területi különbségeit vázoló térképek és elemző táblázatok készültek.

Mindhárom turizmustípus esetében jellemzőek a területi különbségek karakterisztikái és időbeli trendjei. A leginkább sérülékeny térségek jellemzően egyes alföldi régiókban és a hazai külső és belső perifériatérségekben helyezkednek el. A legalacsonyabb sérülékenység az adott termék bevezetett desztinációiban jelentkezik a kedvezőbb kitettség és/vagy az idegenforgalmi frekventáltság miatti alacsonyabb érzékenység okán. Trendtől való eltérést turizmus-termékenként specifikus

térségekben tapasztalható, pl. a vízparti turizmus esetében a Tisza-tó (16. ábra), a városi turizmusnál pedig Miskolc térsége mutat a környezeténél magasabb sérülékenységet a társadalmi-gazdasági adataik okozta gyengébb alkalmazkodóképesség eredményeként.



16. ábra: A vízparti turizmus sérülékenysége TCI értékek alapján az RCA4\EC-EARTH, RCP8.5 klímamodell szimuláció alapján az 1971-2000 (balra) és 2071-2100 (jobbra) időablakokra.
Forrás: SÜTŐ A. et al. (2018)

Az időbeli változások mindhárom terméktípus és mindhárom vizsgált idegenforgalmi index alapján sajátos mintát mutatnak. A mérsékelten optimista szcenáriók mind a CNRM-CM5, mind az EC-EARTH modellel variálva mérsékelt sérülékenység-növekedést jeleznek országosan, míg a két, pesszimista szcenárióra alapozott modell-szcenárió kombináció jóval markánsabb sérülékenység-növekményt mutat. Vagyis összességében várhatóan romlik a különböző turisztikai termékek helyzete az évszázad során; a trendnek csak a leginkább bevezetett desztinációk tudnak majd valamennyire ellenállni. Kivételt jelent a városnéző turizmus, ahol enyhén növekvő vagy stagnáló országos trendeket jeleznek a modell-szcenárió kombinációk, azaz a sérülékenység országos léptékben és az egyes térségekben általában sem nő számottevően a vizsgált időhorizont során. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy a modellvizsgálatok torzításai és a városi turizmus esetében az éves átlagokkal való számolás is csorbíthatja a valósághűséget. A mérsékelten optimista szcenáriókkal párosított klímamodellek esetében a térségi mozaik időben viszonylag stabil, a járások őrzik relatív pozíciójukat. A pesszimista szcenáriók viszont mindkét klímamodellel párosítva jelentősebb számú járási rangsorpozíció változást mutatnak, pozíciókat rontó (fokozódó sérülékenységű) alföldi és pozíciókat javító (csökkenő sérülékenységű) dombvidéki terekkel. A sérülékenység fokozódása/mérséklődése kapcsán a növekvő és csökkenő hatásértékek a fő okok, ezeket pedig az időben kedvezőtlenül/kedvezőbben alakuló kitettségi adatok determinálják a vizsgálat korábbi lépéseiből.

Az esettanulmány desztinációkban a vizsgálati módszertan tesztelése mellett részletesebb vizsgálatokra is sor került, a helyi turisztikai szektor szereplőinek (önkormányzatok, szolgáltatók, attrakció-üzemeltetők, turisztikai menedzsment szervezetek) a klímaváltozással kapcsolatos attitűdjeit és alkalmazkodási választlépéseit is felmérve. Utóbbinak 4 fő területe a tervezés, együttműködés, szemléletformálás és gyakorlati beavatkozások (pl. energia- és víztakarékosság, árnyékolás) voltak. Ezek alapján a kutatás jó gyakorlatokat mutat be és általános ajánlásokat fogalmaz meg a gyakorlati alkalmazkodási teendők kapcsán. Fontos kiemelni: jelen vizsgálat csak a kezdet; jövőbeli kiterjesztésével várhatóan tovább mélyíthető a vizsgálat magyarázóereje és növelhető a hasznosíthatósága.

IV.8. TÁRSADALOMTUDOMÁNYI EREDMÉNYEK

IV.8.1. Az éghajlatváltozás népegészségügyi következményei – A lakosság sérülékenysége a klímaváltozás várható egészséghatásaival szemben

A klímaváltozás több módon is veszélyt jelenthet az emberi egészségre, amelyek közül az egyik legsúlyosabb, potenciálisan a társadalom legszélesebb körét érintő probléma a hőhullámos időszakok hosszának és intenzitásának növekedéséhez köthető. A hőhullámok a keringési rendszeri megbetegedések gyakoribbá válásával, ennek következtében pedig a többlethalálozás növekedésével járnak együtt.

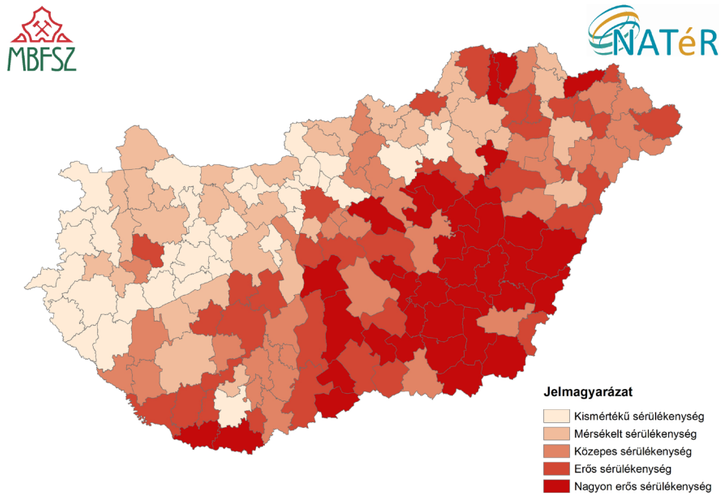
A *NATéR továbbfejlesztése* projekt keretében a Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont a hőhullámok okozta egészségügyi sérülékenység járási vizsgálatát állította kutatásának központjába (*HOYK E. et al. 2018*). A hőhullámos időszakok és a forró éjszakák gyakoriságának változása már mérhető és várhatóan hazánkban is növekedni fog a jövőben, de a fenti klímahatásokhoz köthető egészségkárosodások területileg eltérők.

Az MTA KRTK kutatásában a hőhullámoknak való kitettség indikátoraként az elmúlt időszak (1970-2010) napi középhőmérséklet adatait használták fel a CARPATCLIM-HU adatbázisból. Az érzékenység becslésére komplex mutatószámot alkalmaztak, mely magába foglalt hét „lakossági" mutatót, hat egészségügyi intézményrendszert leíró mutatót és hét „önkormányzati" mutatót.

Az összesen 20 érzékenységi mutatót normalizálták és átlagolták, így előállt a komplex érzékenységi mutatószám. Az alkalmazkodási indikátor esetében két, már önmagában komplex mérőszámot használtak fel, a humán fejlettségi mutatót (HDI) és a kedvezményezett járások besorolást. A fenti mutatók alapján elkészült a járási sérülékenység (17. ábra).

A kutatás eredményei alapján a sérülékenység az észak-nyugati területektől a dél-keletiek felé folyamatosan növekszik. Ennek oka egyrészt, hogy az alföldi területeken gyakoribbak és intenzívebbek a hőhullámok, továbbá, hogy jellemzően rosszabb társadalmi–gazdasági helyzetének következében a keleti országrész és a déli járások alkalmazkodóképessége gyengébb.

A kutatást kiegészítették arra vonatkozó projekciókkal, hogy az egészségügyi ellátás igénybevétele a klímaváltozás hatására hogyan fog változni a 2021-2050-es időszakban. Ehhez egy mintaterületen, Békés megyében megvizsgálták a napi középhőmérséklet és a mentőhívások száma közötti összefüggéseket. Az esettanulmány eredményei alapján a vizsgált időszakban ötször több napon kell számítani Békés megyében arra, hogy a mentőhívások száma 10%-kal megnő a hőségriadós napokon.



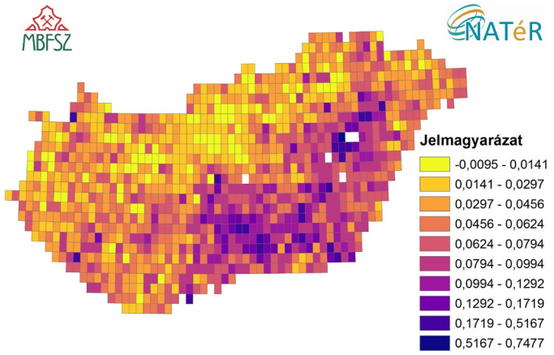
17. ábra:
Sérülékenység a hőhullámok hatásaival szemben Magyarország járásaiban
Forrás: HOYK E. et al. (2018)

IV.8.2. Az éghajlatváltozás várható hatása a magyarországi munkaerő-piaci folyamatokra

A MTA KRTK által – a *NATéR továbbfejlesztése* keretében – készített kutatás az éghajlatváltozás munkaerőpiaci hatásairól (*CZIRFUSZ M. et al. 2018*) egyedinek mondható, korábban ilyen témájú kutatás nem készült hazánkban.

A vizsgálat során a CIVAS-modell alkalmazására került sor, a bemenő paramétereket az OMSZ és MBFSz által rendelkezésre bocsátott, 1971-2010 között napi bontású CARPATCLIM-HU adatok, illetve a KSH 2001-es és 2011-es népszámlálási adatai jelentették.

A kutatás a klímaváltozás és a foglalkoztatási esély változása közötti kapcsolatot regressziós számításokkal becsülte. A számításokból kiderült, hogy az erősebb felmelegedésnek kitett térségekben a foglalkoztatás 2001 és 2011 között szignifikánsan lassabban nőtt: 0,1°C-kal erősebb felmelegedés 2,78 százalékponttal kisebb foglalkoztatásnövekedést jelentett. A klímaváltozás hatása zárt (alacsony ingázási részarányú), magas mezőgazdasági foglalkoztatási arányú körzetekben a legerősebb, és a modellben a további hőmérsékletemelkedés ott rontana a helyzeten, ahol az eleve kedvezőtlen volt. A kutatás eredménye alapján a legsérülékenyebbek az alföldi megyék: Bács-Kiskun, Csongrád, Hajdú-Bihar, Jász-Nagykun-Szolnok és Békés megye (18. ábra).



18. ábra: A sérülékenységi indikátor értékei a CARPATCLIM-HU rácspontokban
Forrás: CZIRFUSZ M. et al. (2018)

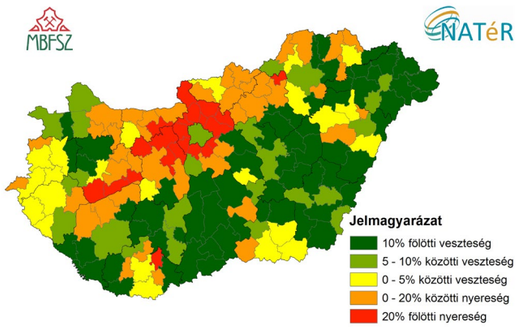
IV.8.3. Az éghajlatváltozás várható hatása a magyarországi belső migrációs folyamatokra

Az MTA KRTK belső migrációs folyamatokkal kapcsolatos kutatása a magyarországi vándormozgalom és a klímaváltozás összefüggéseit vizsgálta (*HOYK E. et al. 2018*). A kutatásban a KSH-s adatokon számított természetes népmozgalmat és vándormozgalmat egymással összekapcsoltan kezelték, kiegészítve klimatikus adatokkal, így adva előrejelzést a jövőbeli lakónépességre.

A prognózishoz három népmozgalmi (alacsony, alap, magas), négy klimatikus és két társadalmi–gazdasági (egy „business-as-usual", BUS, és egy kedvezőbb társadalmi-gazdasági helyzetet feltételező „utópia") forgatókönyvet használtak fel. Ezekből 24db modellt állítottak elő, amelyek segítségével járási szinten vizsgálták a belső migrációt 2011-2051 között.

A magas népmozgalmi szcenárió 9,1 millió, az alap 8,7 millió, az alacsony pedig 8,3 millió fő teljes lakossággal számol 2051-re. A társadalmi–gazdasági szcenáriókat megvizsgálva a BUS esetén a Balaton, az Észak-Dunántúl és a fővárosi agglomeráció térségei jelentős vándorlási többletet mutatnak (19. ábra), míg „utópia" szcenárióknál a BUS-hoz képest lassul a budapesti térségbe történő beáramlás.

A kutatók megállapították, hogy a klímaváltozás hatásai várhatóan kevésbé befolyásolják majd a belföldi vándorlást a 21. század első felében. A kifejezetten a klímaváltozás miatt lakóhelyet változtatók a teljes belső vándormozgalomban részt vevőknek kis hányadát fogják kitenni.



19. ábra: A BUS alap népmozgalmi forgatókönyv és az RCA4\EC-EARTH, RCP8.5 klímamodell szimuláció alapján készült 2011-2051 közötti vándorlási egyenleg a 2011-es lakónépesség százalékában
Adatok forrása: HOYK E. et al. (2018)

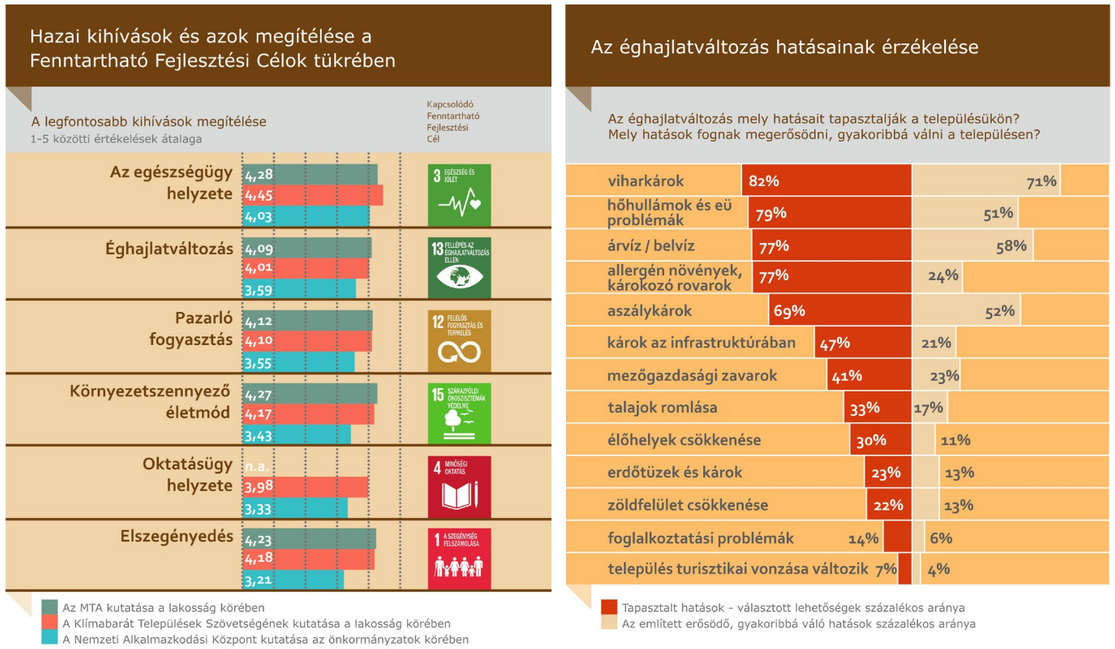
IV.9. ÖNKORMÁNYZATOK KLÍMATUDATOSSÁGA

A Magyar Természetvédők Szövetsége a hazai önkormányzatok klímaváltozással kapcsolatos attitűdjeit, valamint a NATéR használatával kapcsolatos tapasztalatait, elvárásait mérte fel kutatásában (*FARKAS I. T.. et al. 2017*). A kutatás célja a NATéR – önkormányzati célcsoport számára hasznos – felhasználóbarát fejlesztésének megalapozása volt. A felmérés emellett az önkormányzatok klímaváltozással kapcsolatos általános véleményére, attitűdjeire is kiterjedt.

A kérdőíves kutatás 253 települési és megyei önkormányzatot érintett, megyénként reprezentatív volt a települések méretére vonatkozóan. A lekérdezés személyesen történt, a válaszadók 53%-ban polgármesterek voltak. Hét önkormányzati szövetséggel mélyinterjú is készült. Az eredmények elemzése a településméret, az egy főre jutó jövedelem, az önkormányzatok klímaaktivitása és a területi szempontok szerint történt.

Az önkormányzatok képviselői a hazai problémák rangsorolásánál a második legfontosabb problémának értékelték az éghajlatváltozást a Fenntartható Fejlesztési Célok tükrében. A klímaváltozás hatásai közül a válaszadók több mint kétharmada tapasztalta a viharkárokat, a hőhullámokat és a kapcsolódó egészségügyi problémákat, az árvizet vagy belvizet, az allergén növények vagy károkozó rovarok elszaporodását és az aszálykárokat, amely hatások jövőbeni erősödését várják. A legfontosabb helyi alkalmazkodási lépésnek a válaszadók a szemléletformálást tartják, de gyakran felmerült a megújuló energiaforrások használata, a zöldterületek fejlesztése, a vízvisszatartás és a környezettudatos közlekedésfejlesztés is.

A megkérdezettek harmada használ a tervezéshez valamilyen térinformatikai rendszert. Bár a NATéR-t a megkérdezettek közül viszonylag kevesen ismerték, a rendszert nem használó megkérdezettek harmada hiánypótlónak tartja települése számára a NATéR-hoz hasonló alkalmazásokat.



Forrás: FARKAS I. T. et al. (2017)

V. FUNKCIONÁLIS DÖNTÉS-TÁMOGATÓ MODULOK KIALAKÍTÁSA

V.1. VEZETŐ INFORMÁCIÓS RENDSZER (VIR)

A Vezetői Információs Rendszer (VIR) azt a célt szolgálja, hogy a vezetők, döntéshozók egy online rendszerben juthassanak a klímaváltozás hatásaival kapcsolatos, klímamodellen alapuló információkhoz. A VIR-ben elérhető adatok a NATéR adatbázisán alapulnak. A rendszer célja a NATéR adatok felhasználásának megkönnyítése, egyrészt az elérhető rétegek szűkítése, a döntéshozás számára releváns rétegek leválogatása, másrészt pedig az összehasonlítás lehetősége által.

A VIR-ben a NATéR első és második fejlesztési ciklusában elkészített adatok egyaránt megtalálhatók, amelyek széles körű, sok szakterületet érintő információkat biztosítanak. Ezek között elérhetők például éghajlati adatok (pl. várható átlaghőmérsékletváltozás, várható csapadékváltozás); emberi egészséget érintő adatok (pl. többlethalálozás változása hőhullámok következtében); erdészeti projekciók (pl. erdészeti klímaosztály változása); ökológiai adatok (pl. klímaérzékeny természetes élőhelyek sérülékenysége).

A VIR-be kormányzati igazgatási szervek, szakmai felsővezető szintű tisztségviselői, illetve térségi és települési önkormányzatok vezetői (megyei önkormányzat elnöke, települések polgármestere) regisztrálhatnak.

A VIR-ben található információk többek között ágazati, szakpolitikai stratégiák, programok és tervek kidolgozásához, különböző projektek és fejlesztések megalapozásához, törvények és jogszabályok, helyi rendeletek előkészítéséhez használhatók mind a helyi, mind pedig a regionális és országos döntéshozatalban.

Az alkalmazás a **https://vir.mbfsz.gov.hu** honlapcímen érhető el.

V.2. ÖNKORMÁNYZATI DÖNTÉS-ELŐKÉSZÍTŐ ALKALMAZÁS (ÖDE)

Az Önkormányzati Döntés-előkészítő Alkalmazás azt a cél szolgálja, hogy a NATéR keretében elkészült, a klímaváltozás már érzékelhető és várható hatásaival kapcsolatos információkat a helyi önkormányzatok számára könnyebben elérhetővé, jobban testre szabhatóvá tegye, így nyújtva segítséget a klímahatásokra való felkészülésben.

Az ÖDÉ-be olyan tartalmi elemek kerültek leválogatásra a NATéR széleskörű információt kínáló rétegei közül, amelyek a helyi klímavédelmi tervezésben a leghasznosabbak lehetnek. Az elérhető információk között megtalálhatók az átlaghőmérséklet és a csapadék változását bemutatók, csapadék indexek, demográfiai mutatók, erdészeti és mezőgazdasági mutatók, illetve természetes élőhelyekre vonatkozó mutatók is.

Az ÖDE lehetőséget ad egy-egy NATéR adatrétegen belül különböző területegységek összehasonlítására. A helyi klímavédelmi feladatokat támogató funkciója az exportálás, mely lehetővé teszi az eredmények térképes, táblázatos és grafikonos megjelenítését és szerkesztését is.

Az ÖDE külön regisztrációval érhető el a NATéR rendszeren belül, településenként egy regisztráció lehetséges.

Az ÖDE segítséget nyújthat a település klímastratégiájának, illetve a kapcsolódó szakterületek stratégiáinak tervezéséhez. Az eszköz emellett jól hasznosítható a SECAP-okban, megalapozhatja a településrendezési eszközök felülvizsgálatát, a vízgazdálkodás és egyéb szakterületek fejlesztéseit.

Az alkalmazás a **https://ode.mbfsz.gov.hu** honlapcímen érhető el.

V.3. TELEPÜLÉSI ALKALMAZKODÁSI BAROMÉTER (TAB)

A NATéR továbbfejlesztésének fontos célja volt a települési szintű klímavédelmi tervezés támogatása és az ehhez szükséges információk biztosítása. Ennek szellemében született meg a Települési Alkalmazkodási Barométer (TAB) is.

A TAB a települési önkormányzatok számára létrehozott online kérdőív, amely a települések alkalmazkodással kapcsolatos helyzetét hivatott felmérni. Kitöltéséhez külön regisztráció szükséges. Településenként egy e-mail címmel lehet regisztrálni a polgármester, vagy jegyző felhatalmazásával. E korlátozás célja, hogy a kitöltés konszenzusos alapon, az érintett helyi szereplők minél szélesebb körének bevonásával történjen. Ez egyrészt segíti a klímaváltozás helyi hatásainak alaposabb feltárását, másrészt biztosítja, hogy a szubjektív benyomások, vélemények kevésbé befolyásolják a kitöltést.

A kérdőív két részből áll: az „Általános kérdések" arra szolgálnak, hogy társadalmi–gazdasági adatok és a földrajzi helyzet alapján általános képet kapjunk egy településről. A „Specifikus kérdéssorok" a klímaváltozás hatásai által érintett fő ágazatokat, szektorokat veszik sorra, részletesebb információgyűjtést biztosítva. Mivel a hatások jelentős területi különbségeket mutatnak, a specifikus kérdéssorok közül csak a helyileg relevánsakat kell kitölteni. A TAB így segít kijelölni azokat a szakterületeket, amelyekre a helyi tervezés során célszerű fókuszálni, valamint alkalmazkodási intézkedéseket meghatározni. Az eredmények a kérdőív befejezése után Excel formátumban is letölthetők.

Az eszköz segítheti a helyi szintű párbeszéd elindulását és hozzájárulhat ahhoz, hogy a települések a helyi tudáson és erőforrásokon alapulva ellenállóbbá váljanak a klímaváltozás hatásaival szemben.

A **Települési Alkalmazkodási Barométer** és a kitöltését segítő **Felhasználói Kézikönyv** http://tab.mbfsz.gov.hu honlapcímen érhető el.

V.4. ÉPÜLETÁLLOMÁNY-SÉRÜLÉKENYSÉGET BECSLŐ MODUL

Az épületállomány éghajlati sérülékenység becslésének módszertanát a IV.4.1. fejezet mutatja be. A Lechner Nonprofit Kft. által elvégzett kutatás célja volt, hogy módszertanilag megalapozza a NATéR új modulját, az épületállomány-sérülékenységet becslő modult, aminek – a többi döntéstámogató eszközhöz hasonlóan – az a célja, hogy a NATéR információk gyakorlati felhasználását segítse a helyi önkormányzati döntéshozatalban.

A települési épületállomány klímahatásokkal szembeni sérülékenységét a kitettségi, érzékenységi és alkalmazkodóképességi indikátorok együttes vizsgálata teszi lehetővé. A sérülékenységvizsgálatban használt adatok egy része csak a tízezer főnél nagyobb népességű településekre érhető el nyilvánosan (pl. a település lakásállományának jellemzői), de a modul lehetővé teszi, hogy az ennél kisebb települések rögzítsék a saját épületállományukra vonatkozó adatokat (azaz épületállományukat besorolják a módszertan által alkalmazott 17 épülettípusba), amelyek alapján a rendszer – a kitettségi és egyes alkalmazkodóképességi adatokat betöltve – kiszámítja a rögzített módszertan alapján a települési szintű sérülékenységet.

A modul az Önkormányzati Döntés-előkészítő Alkalmazáson keresztül érhető el. Az eredményei táblázatos és térképi formában is megtekinthetők, kiexportálhatók. Ez lehetővé teszi az eredmények felhasználását a települési klímastratégia kidolgozása során, de más településfejlesztési és településrendezési tervezés során is.

VI. LÉPJEN BE ÖN IS A NATÉR-BE!

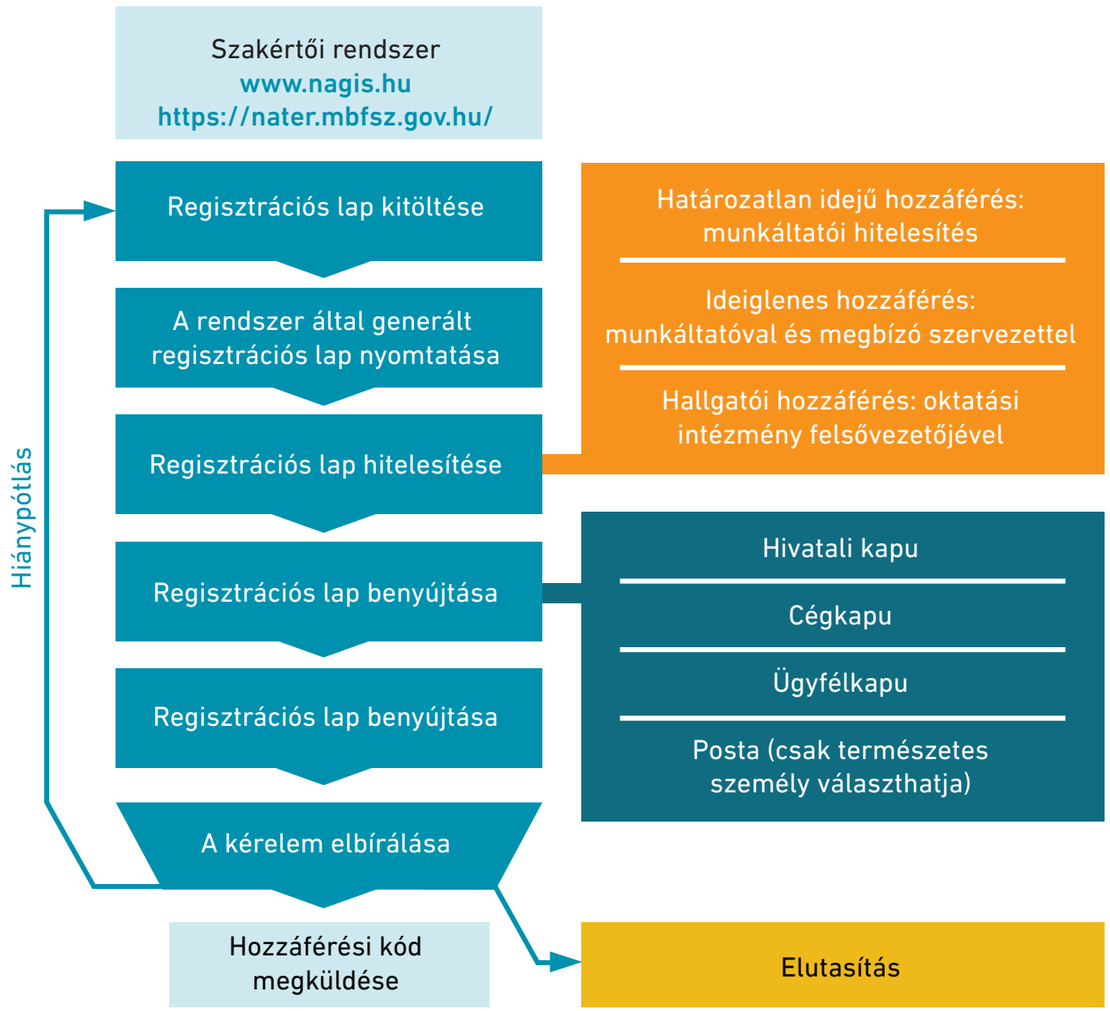
Szeretne többet megtudni az éghajlatváltozás hazai hatásairól, az egyes térségek, ágazatok klímasérülékenységéről? Szeretné feltérképezni a települését érintő helyi kockázatokat és alkalmazkodási lehetőségeket?

A NATéR innovatív segédeszközként segíti a stratégiai tervezést – klímastratégiák, ágazati stratégiák – kidolgozását, környezeti hatástanulmányok készítését, valamint támogatja a tudományos kutatási és projektfeladatok ellátását.

A NATéR-ben elérhető térképi megjelenítő rendszer és metaadatbázis a nagyközönség számára nyilvánosan elérhető, míg a GeoDat adatbázis és a döntéstámogató eszközök regisztrációhoz kötött szolgáltatások.

Az önkormányzatok, állami intézmények, kutatóintézmények és egyetemek – rendszeres megújítási kötelezettség mellett – közvetlen hozzáférésre jogosultak a NATéR-hez. Az állami intézményekkel szerződésben lévő szakértő cégek eseti hozzáférést kaphatnak a regisztrációval elérhető tartalmakhoz.

Regisztráljon Ön is a rendszerbe a **https://nater.mbfsz.gov.hu/hu/regisztracio** oldalon és kísérje figyelemmel a folyamatosan bővülő szakági eredményeket!



VII. HIVATKOZOZÁSJEGYZÉK

CZIRFUSZ M., BENYÁK B., CZEGLÉDI T., CZETHOFFER É., KÖLLŐ J., SZABÓ E., TIR M., 2018: *Az éghajlatváltozás várható hatása a magyarországi munkaerőpiaci folyamatokra* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

FARKAS I. T., BÍRÓ L., CSELÓSZKI T., KAPITÁNYNÉ SÁNDOR SZ., KIS K., LAJTMANN CS., 2017: *Felmérés a hazai önkormányzatok éghajlatváltozással kapcsolatos ismereteiről és tevékenységeiről* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

FICÉP ÉPÍTŐIPARI KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT., 2019: *A magyarországi villamosenergia-ellátás éghajlati szempontú értékelése* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

GEOGOLD KÁRPÁTIA KFT., 2019: *A gázellátás éghajlati szempontú értékelése* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

GEOGOLD KÁRPÁTIA KFT., FE-BIO FELSŐ-BÁCSKA BIOENERGETIKAI KFT., 2019: *A távhőellátás éghajlati szempontú értékelése* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

HOYK E., LENNERT J., FARKAS J. ZS., 2018: *Az éghajlatváltozás várható hatása a magyarországi belső migrációs folyamatokra* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

HOYK E., UZZOLI A., SZILÁGYI D., BÁN A., 2018: *Az éghajlatváltozás népegészségügyi következményei – a lakosság sérülékenysége az éghajlatváltozás emberi egészségre gyakorolt hatásaival szemben* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

KIRÁLY G., RÁCZ K., BIRÓ SZ., FOGARASI J., FÜZI T., HAMAR A., KEMÉNYNÉ HORVÁTH ZS., KOÓS B., LÁMFALUSI I., MISKÓ K., VÁSÁRY V., VIGH É. Z., ZUBOR-NÉMES Á., 2018: *Éghajlatváltozási alkalmazkodás-kutatás a hazai mezőgazdaságban* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

MOLNÁR A., FEKETE J., GAÁL M., LENNER J., 2018: *Földhasználati modellezés módszertani megújítása, területi mintaértékelés elvégzése* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

NAGY ZS., BARDÓCZYNÉ SZÉKELY E., LENDÉR H., 2018: *Kézikönyv települések számára a települési belterületi vízrendezés klímareziliens tervezéséhez* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

ROTÁRNÉ SZALKAI Á., FEJES L., SELMECZI P., DEMÉNY K., HOMOLYA E., 2019: *Víziközmű szolgáltatások éghajlati sebezhetősége, értékelése* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest

SCHNELLER K., CEBEI M., CSŐSZI M., DEVECSERI A., HORKAI A., JASCHITZNÉ CSERNI T., RIMÓCZI T., SUGÁR V., TALAMON A., 2018: *Magyarországi épületállomány éghajlatváltozási sérülékenység-vizsgálatát települési szinten lehetővé tevő módszertan* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

SÜTŐ A., VÁSÁRHELYI CS., NAGY K., LENDÉR H., MAGYAR E., TAKSZ L. 2018: *Turizmus és klímaváltozás, kutatási jelentés a turizmus szektor sérülékenységének vizsgálatához* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

TILDY P., CSÖRGHE-ANDÓ A., DEÁK V., HALUPKA G., MAIGUT V., PRAKFALVI P., RÁDI K., VATAI J., 2019: *A földtani veszélyforrások éghajlatvédelmi szempontú értékelése* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

TÓTH GY., KUN É., SELMECZI P.,HOMOLYA E., FEJES L., MAIGUT V., FARKAS R., KOVÁCS A., 2019: *A klímaváltozás sekély felszín alatti vizekre gyakorolt közvetlen és közvetett hatásainak vizsgálata, módszertani fejlesztés és országos kiterjesztés* – NATéR Kutatási jelentés. MBFSz, Budapest.

A hivatkozott kutatások elérhetőek a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer oldalán a „Dokumentumtár" menüpont alatt:
http://nater.mbfsz.gov.hu