

## BESZÁMOLÓ

a NATÉR 2015. évi üzemeltetéséről, valamint feladatainak  
megvalósításáról

Összeállította:

*Bíró Marianna*

Bíró Marianna  
projektvezető

Látta:

*Dr. Pálvolgyi Tamás*

Dr. Pálvolgyi Tamás  
igazgatóhelyettes

Jóváhagyta:

*Dr. Fancsik Tamás*

Dr. Fancsik Tamás  
igazgató



Budapest, 2016. február 15.



## BEVEZETÉS

A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR) létrehozásának törvényi alapját az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye és annak Kiotói Jegyzőkönyve végrehajtási keretrendszeréről szóló 2007. évi LX. törvény 3. §-a teremtette meg. A törvényi felhatalmazás alapján került elfogadásra a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer működésének részletes szabályairól szóló 94/2014. (III. 21.) Korm. rendelet, valamint – 2014 májusában – a NATÉR Üzemeltetési Szabályzata is. A NATÉR a rendeletben meghatározott keretek között, az adatok felhasználásával készült származtatott mutatók, elemzések és hatástanulmányok alapján információt biztosít az ország éghajlati állapotáról, az éghajlatváltozás és egyéb hosszú távú természeti erőforrás-gazdálkodással kapcsolatos stratégiai kockázatok hatásairól, valamint az ezekhez való alkalmazkodási lehetőségekről. A NATÉR üzemeltetését a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (mint a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium háttérintézménye) látja el.

A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR) átfogó célkitűzése egy olyan többcélú felhasználásra alkalmas adatrendszer kialakítása, amely objektív információkkal segíti a változó körülményekhez igazodó, rugalmas döntés-előkészítést, döntéshozást és tervezést. Tehát olyan többfunkciós térinformatikai rendszert fejlesztünk, amely jelentősen elősegíti a klímaváltozás hatásaira való felkészülést szolgáló jogalkotást, stratégiaépítést, döntéshozást és a szükséges konkrét alkalmazkodási intézkedéseket Magyarországon.

A rendszerben 10×10 km-es raszterben, klímamodellekből származó három klímaablakra (1961-1990 évek mint referencia érték; 2021-2050, 2071-2100) vonatkozó adatok alapján a változás irányára és mértékére vonatkozó származtatott adatok teszik lehetővé a területi eltérések egymásra hatásának vizsgálatát. A NATÉR elérése többszintű. Részben a regisztrációhoz nem kötött, nagyközönség számára elérhető felületekből áll, amelyekkel így a polgárok klímatudatosságát támogató szemléletformáló eszközként működik. Másrészt a regisztrációhoz kötött információk széles köre lehetővé teszi egy adott téma (területi klímaprojekciók, felszínalatti víztükör módosulás stb.) vagy szakterület (pl. mező- vagy erdőgazdaság) kutatók, oktatási intézmények, önkormányzatok általi vizsgálatát és egymásra hatásának elemzését. Mindezek lehetőséget adnak a klímasérülékenység térségi összehasonlító elemzésére, lehatárolhatók a kitett területek (hol hat a vizsgált változás), az érintettség megjelenítése, az alkalmazkodási képesség vizsgálata (pl.: társadalmi- és gazdasági lehetőségek). Az eredmények adatbázisokban és térképen vizsgálhatók, így szemléltetve a várható változások hatását, ami a lokális és térségi eltéréseket láttatva segíti a döntés-előkészítést, kutatást. A NATÉR adatbázis, a térképek és más kutatási eredmények interaktív webes portálon keresztül lesznek elérhetőek.

A NATÉR rendszer létrehozása jelenleg folyamatban van – a kapcsolódó EGT Támogatási Alap által finanszírozott projekt zárásának dátuma 2016. április 30. – így jelenleg a rendszer későbbi működtetésének és fejlesztésének előkészítése zajlik. A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai

Rendszer (NATÉR) kialakítása az EGT Támogatási Alap által finanszírozott Alkalmazkodás az Éghajlatváltozáshoz Program három fő elemének egyike. A projektet a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI) hajtja végre. A Nemzeti Alkalmazkodási Központ (NAK), az MFGI önálló szervezeti egysége felel a NATÉR megvalósításáért.

A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer működésének részletes szabályairól szóló 94/2014. (III. 21.) Korm. rendelet (a továbbiakban: Rendelet) 3. § (4) bekezdése értelmében a NATÉR üzemeltetéséről, valamint feladatainak megvalósításáról az üzemeltető minden év február 15-ig szakmai beszámolót készít a miniszter számára. A beszámolót a NATÉR Portálon mindenki számára azonosítás nélkül, térítésmentesen elérhetővé kell tenni. A 2014. évi jelentés itt elérhető: <http://nater.mfgi.hu/hu/node/29>

A Rendelet 7. § (1) rendelkezése alapján az Üzemeltető minden év október 31-ig – az adatkezelő szervezettel egyeztetve – éves tervet készít a következő évben tervezett vizsgálatok, kutatások és elemzések meghatározásával. Az éves terv tartalmazza a vonatkozó időszakban esedékes vagy tervezett kormányzati stratégiai tervezéshez szükséges elemzések meghatározását. A NATÉR keretében, 2015. évre tervezett vizsgálati, kutatási és elemzési tevékenységek voltak:

- A klímaváltozás hatása a villámárvíz-veszélyre
- A klímaváltozás hatása az ivóvízbázisokra
- A klímaváltozás hatása a mező- és erdőgazdaságra
- A klímaváltozás hatása a nagyobb folyók vízjárására

Az alábbiakban részletesen ismertetjük a Rendelet által előírt feladatokat és azok teljesítését, továbbá a NATÉR Projekt keretében elvégzett egyéb, fontosabb tevékenységeket.

## BESZÁMOLÓ AZ ELVÉGZETT FELADATOKRÓL

### **1. Éves kutatási terv kidolgozása**

#### FELADAT:

A Rendelet 7. § (1) bekezdése alapján az üzemeltető minden év október 31-ig – az adatkezelő szervezettel egyeztetve – éves tervet készít a következő évben tervezett vizsgálatok, kutatások és elemzések meghatározásával.

#### ELÉRT EREDMÉNY:

Az Üzemeltető a Rendelet előírásainak megfelelően elkészítette a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer éves tervét, amelyet megküldött a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium számára. Az éves terv célja – a Rendelet előírásaival összhangban – a NATÉR keretében végzendő 2016. évi vizsgálati, kutatási és elemzési tevékenységek Üzemeltető általi lehatárolása, amelynek keretében részletesen meghatározásra kerül az elvégzendő feladatok tartalma, határideje, felelőse, valamint tervezett adatigénye.

Az éves terv az alábbi szakmai tartalommal készült el:

A NATÉR keretében végzendő 2016. évi vizsgálati, kutatási és elemzési tevékenységek

1. A klímaváltozás hatása a felszíni vizekre
2. A klímaváltozás hatása a természetes élőhelyekre
3. A NATÉR rendszer tesztelése
4. A NATÉR rendszer továbbfejlesztése

### **2. A klímaváltozás hatása a villámárvíz-veszélyre**

#### FELADAT:

A feladat célja volt a hegy- és dombvidéki vízgyűjtőket villámárvíz-veszély szempontjából jellemző indikátorok, valamint a hegy- és dombvidéki területeken lévő települések villámárvíz-veszélyhez való alkalmazkodási képességét jellemző indikátor kidolgozása, továbbá az ehhez kapcsolódó GIS adatrétegek előállítása.

A feladat két részből – a vízgyűjtők hidrológiai jellemzésére alkalmazott vízgyűjtő karakterisztika meghatározásából, valamint a klímamodellekből levezetett, villámárvíz kialakulásához vezető csapadékesemények elemzéséből – tevődött össze. A vízgyűjtő karakterisztika meghatározásával

modellezni lehet a vízgyűjtők várható hidrológiai válaszát egy adott csapadékeseményre. Ehhez a feladathoz egy nagy pontosságú, hidrológiai modellezésre alkalmas domborzatmodellre, egy ehhez illeszkedő vízhálózatra, felszínborítási, talaj és geológiai adatokra volt szükség.

#### ELÉRT EREDMÉNY:

A NATÉR projekt keretében épülő téradatbázis egyik eleme a villámárvíz-veszélyeztetettség vizsgálata a hegy- és dombvidéki vízgyűjtőkön fekvő települések esetében, amely Magyarországon közel 1800 helységet érint.

A villámárvíz kialakulásának okozója a rövid idő (néhány óra) alatt lehulló extrém mennyiségű csapadék. A villámárvíz intenzitását számos egyéb feltétel együttese határozza meg: a részvízgyűjtő mérete, alakja, lejtési viszonyai, valamint a növényzeti és a talajtani-geológiai viszonyok által befolyásolt felszíni lefolyás és beszivárgás. Vizsgálatunk ezért két irányból közelíti meg a témát. Az egyik morfológiai, felszínborítási és geológiai szempontokat vesz alapul, míg a másik a villámárvizeket kiváltó csapadékesemények gyakoriságának várható időbeli és térbeli változásán keresztül osztályozza az egyes vízgyűjtőket.

Az elemzési folyamat az ArcGIS térinformatikai szoftverrel került kivitelezésre. Kiemelt szempont volt a folyamat megismételhetőségének biztosítása annak érdekében, hogy új, pontosabb bemeneti adatok felhasználásával is reprodukálható legyen az eljárás. A vízgyűjtők lehatárolása és az alaktényezők meghatározása egy javított, 10 méteres horizontális felbontású digitális terepmodell felhasználásával készült.

A lehatárolás a településeken áthaladó vízfolyások legmélyebben fekvő kifolyási pontjából kiindulva egy klasszikus eljárással történt, amely a terepmodell egyes rácpontjaira számítja a környezetből az adott pont felé lejtő (csapadékot akkumuláló) rácpontokat.

A lehatárolást követően a vízgyűjtő területek villámárvíz szempontjából fontos tulajdonságainak statisztikája készült el az alkalmazott térinformatikai alkalmazás beépített eszközkészletének segítségével. Ezzel párhuzamosan az Országos Meteorológiai Szolgálat által biztosított klímamodell adatai alapján az extrém csapadékesemény-gyakoriság térbeli eloszlásának számítására került sor az 1961–90-es referencia periódusra, valamint a 2021–50 és 2071–2100-as jövőbeli időszakokra.

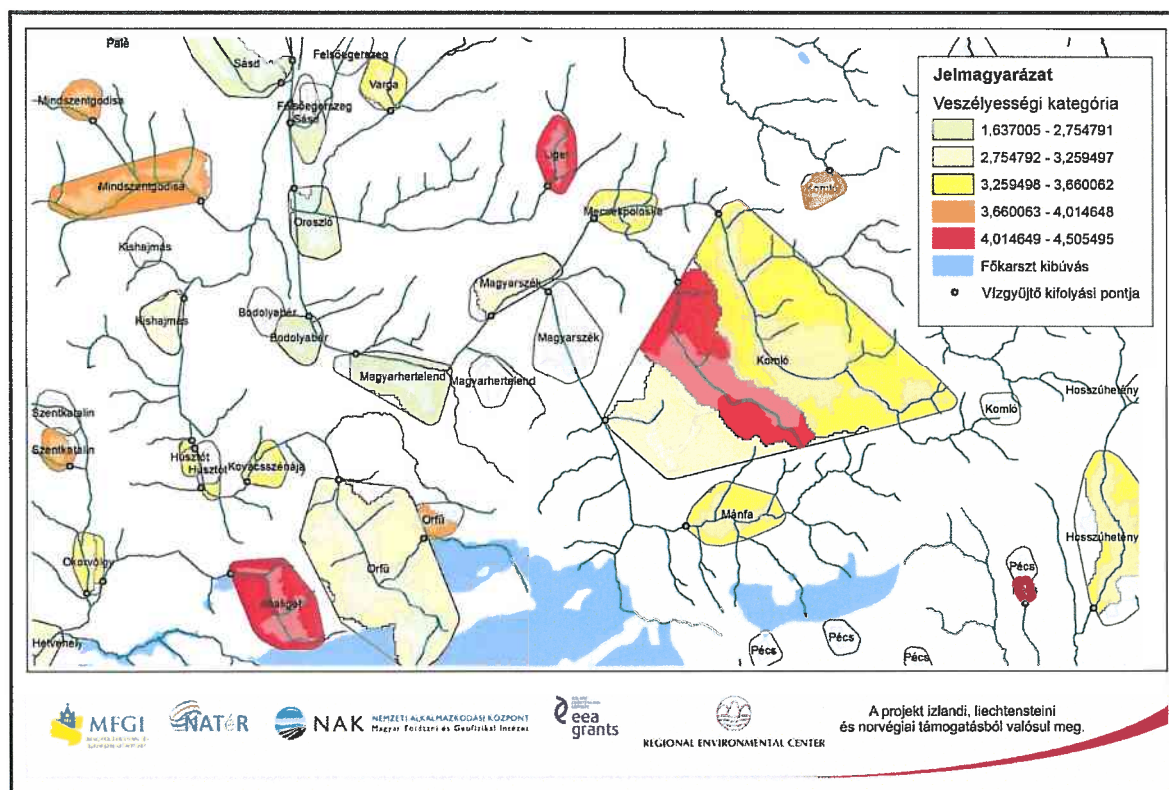
A karsztos területeken a vízgyűjtőt másként kell értelmezni. A felszíni domborzatból levezethető vízgyűjtőn a beszivárgást a karsztrendszer felé utat nyitó víznyelők, repedések jelentős mértékben befolyásolják. A karszt kifolyási pontjaihoz tartozó vízgyűjtő a felszíni domborzattól független; így jelentős távolságra lévő felszíni csapadékkal is számolni lehet. A kialakított módszertan ezt az összetett folyamatot még nem kezeli, ezért a karszt területekkel érintett felszíni vízgyűjtőket nem ebben az elemzési körben dolgoztuk fel. Ezt a kiterjesztést későbbi fejlesztések foglalhatják magukba.

A végső eredmény egy egyesített, mindkét szempontot magába foglaló kategóriarendszer lett, melynek alapján besorolásra kerültek a vízgyűjtők, illetve a rajtuk található települések villámárvíz

kockázat szempontjából. Az eredményként előállt adatrétegeket feltöltöttük a NATÉR adatbázisba, továbbá leíró jellemzőiket a NATÉR meta-adatbázisban megadtuk. Az eredményeket kutatási jelentésben foglaltuk össze.

#### ELKÉSZÜLT DOKUMENTUMOK:

- Villámárvíz kockázatelemzés
- A klímaváltozás hatása a villámárvíz kockázatra



A települések vízgyűjtő karakterisztika alapján történt veszélyeztetettség osztályozása

### 3. A klímaváltozás hatása az ivóvízbázisokra

#### FELADAT:

A feladat célja a klímaváltozás ivóvízbázisokra gyakorolt hatásának vizsgálata, a vízbázisok klímásérülékenységének jellemzése volt. A feladat elvégzése során a földtani, vízföldtani adottságok figyelembe vételével meg kellett határozni a felszín alatti ivóvízadó képződmények érzékenységét meghatározó tényezőket, amely alapján érzékenységi kategóriákat terveztünk elkülöníteni. Az ivóvízbázisok adatbázisában valamennyi vízbázist jellemeztünk a vízbázis típusa, a klíma-érzékenység, az ellátási körzetek és ellátottakra vonatkozó adatokkal. Cél volt továbbá térképen megjeleníteni az

ivóvízbázisokat, valamint kijelölt védőterületüket (amennyiben a védőterület, vagy védőidom már lehatárolásra került).

Megfigyelőkutakban mért felszín alatti vízszint idősorok, forráshozamok, illetve nagyobb folyók vízjárás idősorainak elemzési eredményeit felhasználva, és a kitermelési adatok ismeretében meghatározni terveztük a vízbázishoz kapcsolható regionális hidrogeológiai egységek (víztestek, víztest csoportok) igénybevételének alakulását, és az utánpótlás mértékét. Az igénybevételi jellemzőket összevetve kellett jellemeznünk a klímaváltozás következtében jelentkező természeti és emberi tényezők várható együttes regionális hatását a hidrogeológiai egységekre vonatkozóan, illetve meghatározni, mely vízbázisokat érintenek.

#### ELÉRT EREDMÉNY:

A szélsőséges időjárási viszonyok a múltban számos esetben okoztak problémát az ivóvízellátásban. Nyári száraz időszakokban a csökkent vízkészletek és az egyidejűleg jelentkező magasabb vízigény hatására egyes területeken vízhiány alakult ki, amely gyakran vízkorlátozásokhoz vezetett. Más esetben a csapadékos időjárás hatására kialakult árvizek, illetve karsztárvizek miatt a fertőzésveszély elkerülése érdekében kellett egy-egy vízbázist időszakosan kikapcsolni a vízellátásból.

Az éghajlati viszonyok tartós megváltozása, valamint a szélsőséges időjárás felszín alatti vizekre gyakorolt hatása általában nem olyan közvetlen és nagymértékű, mint a felszíni vizek esetében, illetve gyakran csak a többéves hatások eredményei figyelhetők meg. Ezek a változások azonban — kevés kivételtől eltekintve — hosszú ideig érvényesülnek, és a kedvezőtlen hatás megszűntével pedig csak nagyon lassú folyamatok révén állítható vissza az eredeti állapot.

A szélsőséges időjárási viszonyok gyakoribb megjelenéséből, illetve a jövőben várható további változásokból adódóan szükségessé vált a klímaváltozás ivóvízbázisokra gyakorolt hatásának részletes vizsgálata.

A NATÉR projekt keretében az ivóvízbázisokat leginkább érintő éghajlati elemek, azok várható jövőbeli változása, valamint az ivóvízbázisok sérülékenységét nagymértékben meghatározó földtani közeg, azon belül a vízföldtani sajátosságok vizsgálatára került sor. A vizsgálatokat kiegészítettük továbbá a megváltozó körülményekhez történő lokális, társadalmi–gazdasági alkalmazkodási lehetőségek jellemzésével, valamint az ivóvízbázisok klíma-sérülékenységének jellemzési módszerével, illetve olyan térinformatikai elemeket tartalmazó adatrendszer felépítésével, amely segíti az alkalmazkodási képesség fokozását és a kedvezőtlen hatások csökkentését.

A vízbázisok klíma-sérülékenységének jellemzéséhez a CLAVIER nemzetközi klímakutatási projektben kidolgozott CIVAS modellt (Climate Impact and Vulnerability Assessment Scheme) alkalmaztuk. A módszertan kidolgozása során elvégzett elemzéseket két különböző léptékben végeztük: a kitettséget, klíma-érzékenységet, illetve a vízemlések általi igénybevételt az egész ország területére kiterjedően vizsgáltuk. Az alkalmazkodóképesség vizsgálatához, illetve az



alkalmazkodási indikátorok meghatározásához közvetlenül az ivóvízbázisok üzemeltetőjétől származó információkra is szükségünk volt. Az alkalmazkodási indikátorok jellemzésére KSH statisztikai adatok, valamint együttműködési szerződés keretében történt üzemeltetői adatszolgáltatás alapján került sor. Az alkalmazkodóképességet, valamint a vízbázisok és vízellátás sérülékenységet mindezek alapján, a Duna Menti Regionális Vízmű Zrt. működési területével megegyező mintaterületen határoztuk meg.

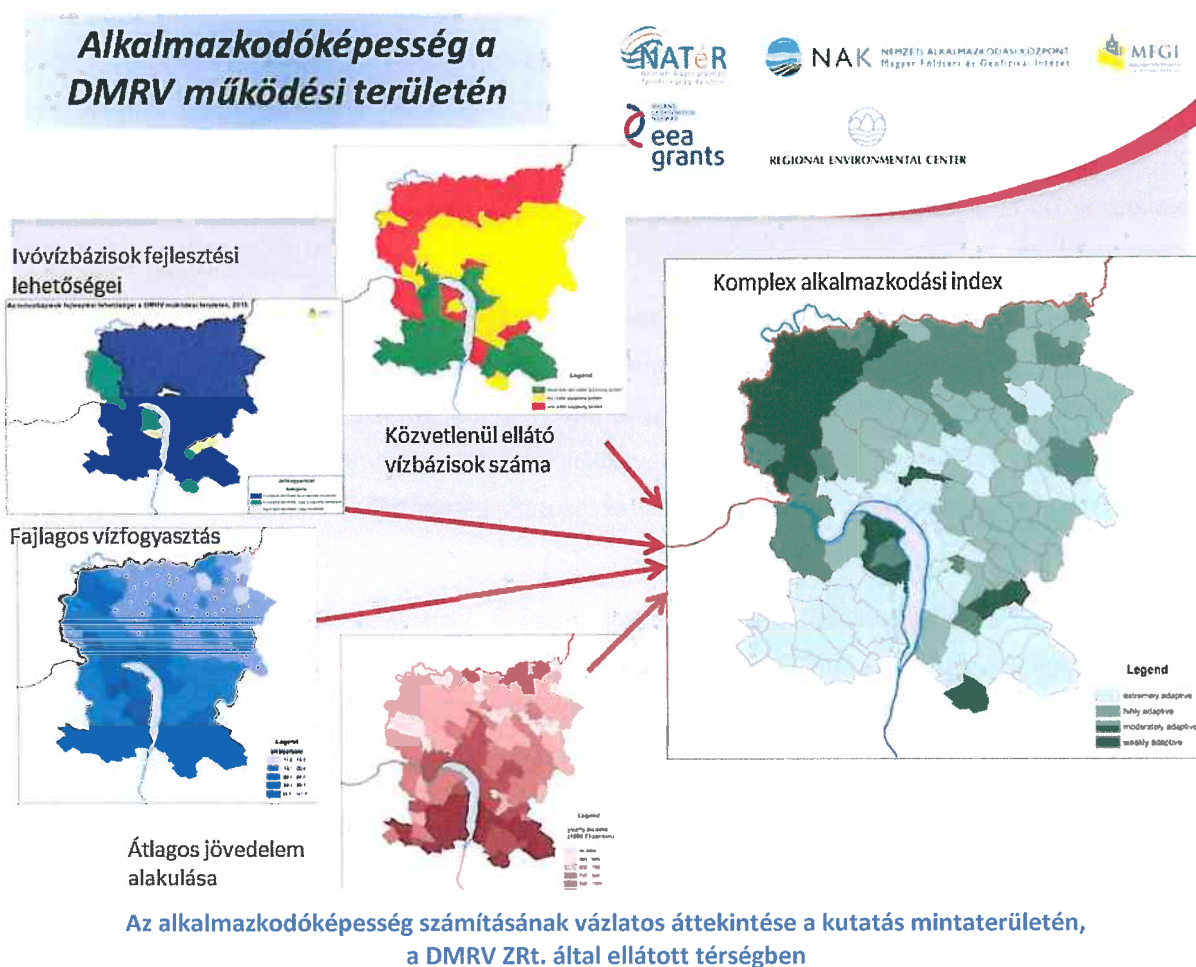
A sérülékenység mértékének meghatározására kategóriákat definiáltunk, ahol a kitettség, érzékenységi, igénybevételi és alkalmazkodási tényezőket egyenlő súllyal, az egyes indexekből levezetett komplex indikátorokkal vettük figyelembe. Az indikátorok értékét és a sérülékenységi kategóriákat oly módon határoztuk meg, hogy alkalmazhatók legyenek az egész ország jellemzése során, és a vizsgálat az ország teljes területére azonos kategóriák alkalmazásával kiterjeszthető legyen.

A vizsgálat eredményeként megállapítottuk, hogy a vízbázisok klíma kitettsége az ország területén nem egységes, de európai viszonyok között relatíve szűk sávban változik. A klímaváltozás hatására számolni kell a felszín alatti vizek utánpótlásának várható csökkenésével. Ezt a folyamatot valamennyire ellensúlyozza a csapadék éven belüli eloszlásának változása, azaz a téli hidrológiai félévben lehulló csapadék mennyiségének várható növekedése.

A vízbázisok klíma-sérülékenységét az ALADIN-Climate és a RegCM klímamodellek alapján, a projekciókban szereplő mindkét klímaablakra (2021-2050 és 2071-2100) meghatároztuk. Mindkét modell esetében már a 2021-2050 időszakban is jelentkeznek különböző mértékben sérülékeny területek. Az idő előrehaladtával, a 2071-2100 közötti időszakra fokozódik az ivóvízbázisok és a vízellátás sérülékenységének mértéke.

#### ELKÉSZÜLT DOKUMENTUMOK:

- A klímaváltozás hatása az ivóvízbázisokra
  
- Rotárné Szalkai Ágnes, Homolya Emese, Selmeczi Pál: Ivóvízbázisok klíma-sérülékenysége. Megjelenik a Hidrológiai Közlönyben, 2016-ban



#### 4. A klímaváltozás hatása a mező- és erdőgazdaságra

##### FELADAT:

A feladat célja annak megállapítása volt, hogy hogyan hat a mező- és erdőgazdaságra a talajvíztükör fölötti képződmény együttes vízgzálkodásának alakulása a klímaváltozás függvényében. A feladat eredményeként meghatározni terveztük a mezőgazdasági és erdőgazdálkodási területek sérülékenységét az éghajlatváltozás hatásaival szemben közigazgatási egységekre vetítve.

Külön kellett választani a vizsgálatban a mezőgazdaságot – amin itt a termesztett növényeket értjük elsősorban – és az erdőgazdaságot, mivel más problémák merülnek fel e két esetben, valamint a földtani háttér is különbözik (a növénytermesztés inkább a síkvidéki, míg az erdőgazdálkodás inkább hegyvidéki területeken jellemző). Szükség volt a klímaváltozás okozta vízgzálkodás-változás mezőgazdasággal kapcsolatos módszertanának kidolgozására, valamint a klímaváltozás hatásának előrejelzésére a fő termesztett növényfajok, illetve a jellemző erdőtársulások esetében. Mindezek

mellett a vizsgálat során meg kellett határozni az egyes térségek mezőgazdasági és erdőgazdálkodási alkalmazkodóképességét.

#### ELÉRT EREDMÉNY

##### *A klímaváltozás hatása a mezőgazdaságra*

A termés-szimulációs modelleket gyakran használják az éghajlatváltozás várható hatásainak becslésére helyi vagy globális szinten. A kutatás során a 4M termés-szimulációs modellt kalibráltuk, majd összekapcsoltuk két, a legújabbak közé tartozó klímaváltozási projekcióval, továbbá nagyfelbontású, országos térinformatikai adatbázissal. A munka célja az volt, hogy projekciókat készítsünk az öt legfontosabb szántóföldi növény biomassza-termelésére.

A 4M napi léptékű, determinisztikus modell, mely a talaj-növény rendszer következő, főbb folyamatait szimulálja: talajnedvesség-forgalom (mely számol a növény vízfelvételével is), talajhőmérséklet, talaj nitrogén tartalma (mely számol a nitrogén leszivárgással és a növény nitrogén felvételével is), a növény fejlődése, növekedése és elhalása. A modellt a Magyarország területét 1104 cellával lefedő, 10×10 km-es térbeli felbontású CarpatClim adatbázis, a 0,1×0,1 km felbontású DoSoReMi talaj adatbázis, és a FADN-ből (*Farm Accountancy Data Network*) származó 294 reprezentatív mezőgazdasági vállalkozás 2001-2010 közötti adatainak használatával kalibráltuk. A modell kalibrációja után a klímaváltozás biomassza produkcióra gyakorolt hatását a modell kimenetek különbségeiként definiáltuk, melyeket jövőbeli és jelenlegi (megfigyelt) klímaadatok felhasználásával kaptunk.

A kutatás néhány fontosabb megállapítása a következő. A tavaszi vetésű növények (pl. kukorica) vonatkozásában komoly termésnövekedéssel kell számolni a távolabbi jövőben (2071-2100), ez a kiesés a mai termések 50%-át is elérheti. A 2071-2100-as időszakban a kukorica vetésterületének 75, a napraforgóéénak 80%-án a termés kiesés 30%-nál nagyobb lehet. A tavaszi vetésű növények termésbiztonsága egész Magyarország területén csökkenni fog.

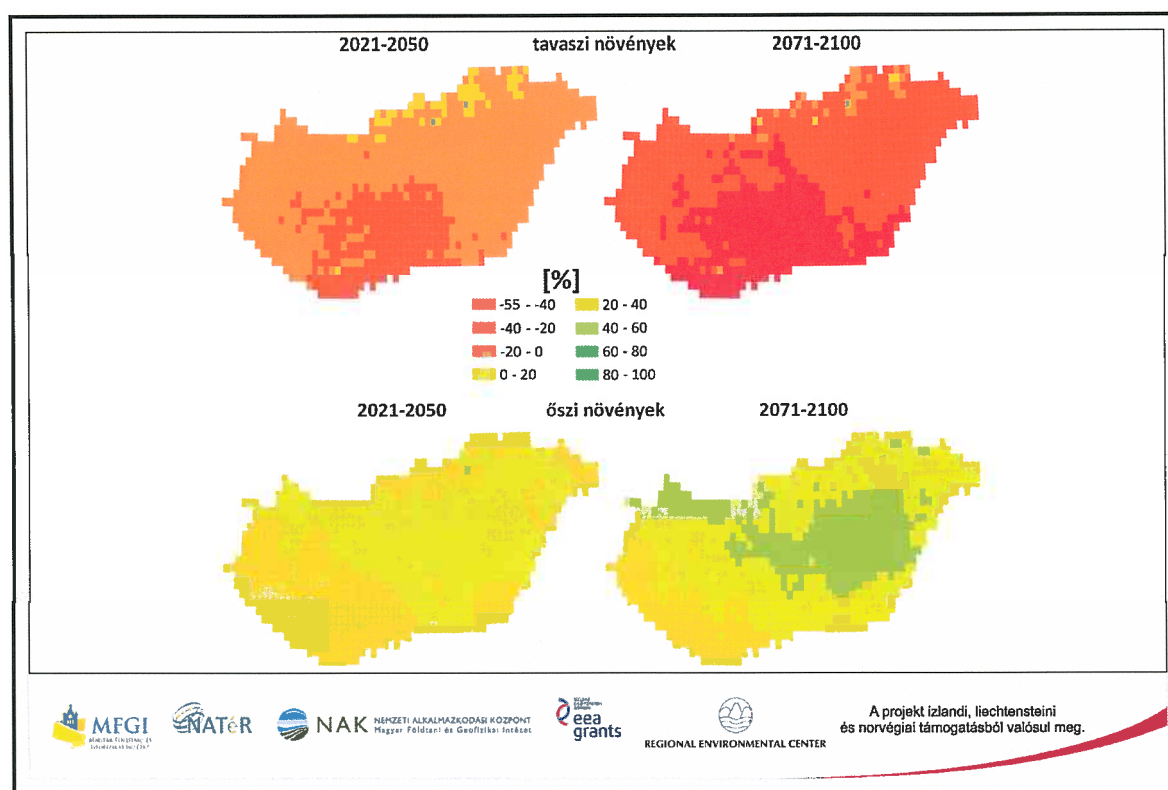
Az őszi vetésű növények (pl. búza) egyre magasabb terméseket mutathatnak a 21. század végéhez közeledve, a maiaknál akár 50%-kal magasabb termések is elérhetők lesznek bizonyos területeken. A búza vetésterületének 62, az árpa 58, a repce területének 63 százalékán szignifikánsan magasabb (30%-nál nagyobb) terméseket hozhat a 2071-2100 periódusban. Az őszi növények termésbiztonsága is nőhet bizonyos helyeken (pl. a Nagyalföld középső területén).

A légkör szén-dioxid koncentrációja megduplázódhat a vizsgált periódusban, aminek nagyon komoly termésmenővelő hatása van az elsődleges biomassza produkcióban, és bizonyos mértékben ellensúlyozza a vízhiány negatív hatásait.

A gazdálkodók a klímaváltozás negatív hatásait csökkenthetik, ha az agrotechnikát a változó környezeti körülményekhez igazítják: 1) növelik az őszi vetésű növények arányát a vetésforgóban; 2) korábban vetnek; 3) gyorsan érő fajtákat választanak; 4) magasabb aszálytűrő képességgel rendelkező fajtákat használnak; 5) más, alternatív növényeket is bevonnak a termesztésbe.

ELKÉSZÜLT DOKUMENTUM:

- Assessment of climate change impact on biomass production of arable crops in Hungary for the 2021-2050 and 2071-2100 periods as a supplement for the NAGis project



**Tavaszi és őszi növények várható termés-változásai a különböző klímaablakokban**

A klímaváltozás hatása a területhasználatra és az erdőgazdálkodásra

A területhasználatban és erdőgazdálkodásban az éghajlatváltozás okozta hatásokat egy többlépcsős kutatási folyamat dolgozza fel, melynek első fázisát hajtottuk végre 2015-ben. A vizsgálatok eredményét tanulmányban foglaltuk össze.

A 2015-ben végzett munka célja az volt, hogy áttekintést nyerjünk arról, milyen becsléseket lehet tenni a klímaváltozás következtében valószínűsíthetően bekövetkező földhasználatbeli és erdőgazdálkodási változásokról, valamint azok lehetséges hatásairól. Az elkészített összegzés három fő témát tárgyal: foglalkozik egyfelől a klímaváltozás tényével és főbb várható direkt

következményeivel, melyek a földhasználat esetében tekinthetők a kitettséget jellemző tényezőknél. Foglalkozik másfelől a földhasználati jellegzetességekkel, annak változásában eddig tapasztalt trendekkel és a földhasználati módok általános klímaérzékenységgel. Harmadrészt pedig azokkal a becslésekkel, amelyek a földhasználat változásában véleményünk szerint valószínűsíthetőek a jelenlegi ismereteink alapján.

Vizsgálataink összegzéseként megállapítható, hogy *a múltban* a földhasználati módoknak az éghajlati feltételek alapvetően nem szabtak változó határt. Így a földhasználati ágak *az eddigiek során* leginkább a társadalmi és gazdasági igényeknek megfelelően alakultak.

Az éghajlatváltozás jelensége a kutatások jelenlegi állása alapján legelőször nem a nagy átlagok tartós megváltozásával fejt ki kedvezőtlen hatását a jelenlegi földhasználati szerkezetre, hanem az időjárási extrémítások gyakoriságának emelkedésével és a melegedés nyomán gyorsan terjedő károsítók és betegségek megjelenésével.

Abiotikus értelemben a klímaváltozás legvalószínűbben az alábbi stresszhelyzeteket gyengíti: hidegstressz és tartós hóborítottság, ami a növényeket fogyasztó szervezetek számára kedvező. Azonban a következő stresszhelyzeteket erősíti: hő-, és szárazságstressz, drasztikus erejű légmozgások, extrém csapadékesemények. Ez utóbbiak a haszonnövényeink számára kedvezőtlenek.

A fentiek miatt összességében az várható, hogy *a klímaváltozás a földhasználat alakításában jelentős tényezővé fog válni középtávon is.*

A mezőgazdasági területek esetében a megfelelő agrotechnikai háttér rendelkezésre állásának függvényében a klímaváltozás termőterület csökkentő hatását 2021-2050 időszakig nagymértékben kompenzálni lehet. Ettől függetlenül a kései betakarítású termények termesztési kockázata nő, így ezek termőterülete várhatóan csökkeni fog. A szárazodó feltételek miatt a rétgazdálkodás a száraz kaszálórétek felé mozdul el.

Területi vonatkozásban az várható, hogy az alföldi és annak peremterületi régióiban csökken a mezőgazdaság jövedelmezősége, ami növelheti a műveletlen területek arányát. Ennek bekövetkeztére a dél-magyarországi régióban is számítani kell.

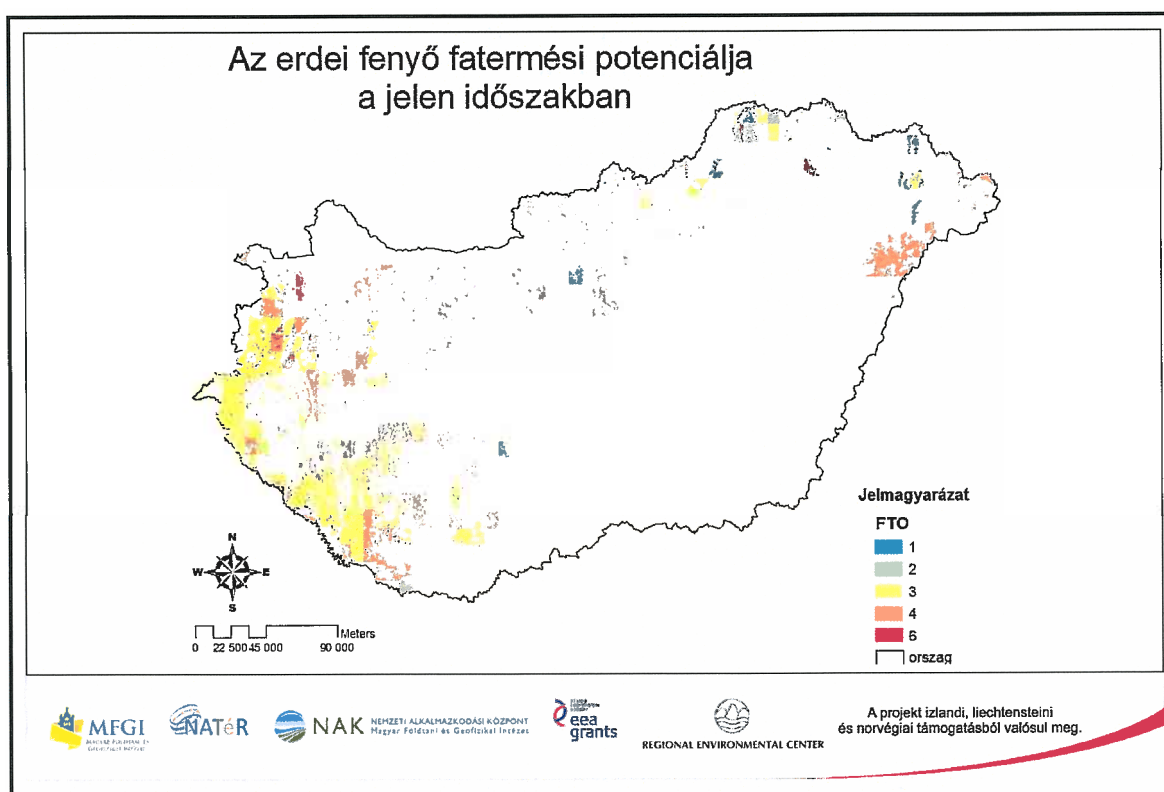
Az erdőgazdálkodás tekintetében a síkvidéki, gyenge termőhelyi adottságú, valamint a hegydombvidéki, sekély termőrétegű és mezofil, üde körülményeket igénylő fafajok dominálta erdőterületeken kell és lehet jelentős vitalitás és produkció csökkenésre számítani. Az erdőfelújítások sikeressége várhatóan csökkenni fog és klímaosztályt váltó területeken keletről nyugatra és délről északra haladva csökkenő mértékben, de a század végére általánosan. Ezzel együtt sík és dombvidéken, a többletvíz-hatás mentes területeken megnövekszik a gazdasági küszöb alatti erdők

aránya. Összességében az erdőterület növekedés stagnálására és – főként az alföldi és dél-nyugati megyékben csökkenésére lehet számítani.

Vizsgálataink során tehát úgy találtuk, hogy a földhasználati módok, de különösen az erdőgazdálkodás igen komoly hatásokat fog elszenvedni a jelenlegi klímaforgatókönyvek alapján. Azok a termelési célú földhasználati ágak, ahol van agrotechnikai lehetőség a kitértegből fakadó hatások érdemi csökkentésére, várhatóan jelentős költségtöbblettel mérsékelhetik a következményeket, de általánosságban nézve ehhez ma még nem adottak a technológiai és infrastrukturális kapacitások. 2016. áprilisáig a fent leírt folyamatokat részletekbe menően is elemezzük és bemutatjuk.

#### ELKÉSZÜLT DOKUMENTUM:

- Felszínborítás változás Magyarországon a CORINE Land Cover program eredményei alapján
- A klímaváltozás várható magyarországi hatása a területhasználatra és az erdőgazdálkodásra a 2021-2050, illetve 2071-2100 időszakokra



## 5. A klímaváltozás hatása felszíni vizekre

### FELADAT:

A NATÉR 2015. évi tervében „A klímaváltozás hatása a nagyobb folyók vízjárására” feladat szerepelt. Ennek egyik célja hazánk nagyobb vízfolyásainak fontosabb vízmérce idősorai alapján a klímaváltozás hatásait jelző indikátorok kidolgozása volt. A vízmércék vízállás idősorai mellett szükség volt az egyes vízmércék szelvényeihez tartozó QH görbékre, illetve az ezek alapján számolt vízhozam adatokra is. A feladat végrehajtása során olyan indikátorok kidolgozását terveztük, amelyek alkalmasak a parti szűrésű vízbázisok klímakitettségeinek leírására is. Elsősorban a kisvizes időszakokat jellemző legalacsonyabb vízállásokat, azok átlagos időtartamát, illetve az extrém árvízi helyzetek gyakoriságát és időtartamát terveztük vizsgálni az egyes parti szűrésű vízbázisokra jellemző veszélyes vízszintek alapján.

A feladat végrehajtását szolgáló kutatás során egy olyan – a projekt keretein túlmutató – problémával szembesültünk, amely miatt a tervhez képest változtatást kezdeményeztünk. (A változtatást részleteiben egyeztetettük az Alkalmazkodás az Éghajlatváltozáshoz Programot képviselő REC szakértőivel, a feladat módosítását a REC jóváhagyta.) A kutatás számára elérhető, Magyarország területét, a NATÉR-ben használt 10×10 km-es felbontással lefedő klímamodellek (ALADIN-Climate és RegCM) egyike sem alkalmas eszköz a nagyobb folyók vízjárásának a tervezett mód szerinti elemzéséhez. Hazánk folyóinak 96%-a ugyanis határainkon kívül ered, így a kutatáshoz olyan klímamodellre lenne szükség, mely a teljes Duna vízgyűjtőt lefedi. Az e területet lefedő modellek 25×25 km-es felbontással működnek, így a NATÉR-rel adataik nem kompatibilisek. Nincs Magyarországra vonatkozóan olyan hidro-klimatológiai modell, mely az éghajlatváltozás nagyobb folyókra gyakorolt hatásainak kutatásához alkalmas alapadatokat lenne képes szolgáltatni. Egy ilyen modell létrehozása azonban meghaladta volna a NATÉR létrehozását szolgáló projekt idő- és költségkereteit. Emiatt alternatív megoldást kerestünk, mely a felszíni vizek éghajlatváltozással szembeni érzékenységének elemzésére legalább részben képes; ezt a megoldást a Balaton vízforgalmának a klímaváltozás hatására becsült változása témakörben azonosítottuk.

### ELÉRT EREDMÉNY

#### *Hidrológiai és hidrogeológiai adatok feldolgozása és feltöltése a NATÉR adatbázisba*

A hidrológiai és hidrogeológiai adatok a NATÉR adatbázis fontos részét képezik. Az eredetileg tervezett feladat, a nagyobb folyók vízjárásához szükséges adatok beszerzését megkezdtük. Az adatok gazdája, az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) felszíni vízszint és vízhozam, valamint felszín alatti vízszint adatokat tett elérhetővé számunkra. A kapott hidrológiai adatokat ahhoz, hogy a NATÉR adatbázisba beépíthessük, fel kellett dolgozni. Első lépésként egy SQL táblába kerültek az

adatok. Az adatbázishoz egy további mezőt rendeltünk hozzá, amely az egyes rekordok eredetére vonatkozó információt tartalmazza. Második lépésben a meglévő adatstruktúrát a NATÉR adattároló struktúrájának megfelelő formátumra konvertáltuk. Az utolsó lépés az így előállított adatok beillesztése a NATÉR adatbázisba volt, melynek tesztelése sikeresen zárult. A feldolgozott hidrológiai és hidrogeológiai adatok feltöltése a NATÉR adatbázisba ezzel befejeződött.

ELKÉSZÜLT DOKUMENTUM:

- A NATÉR adatbázisba beépített adatok

*A Balaton vízforgalmának a klímaváltozás hatására becsült változása*

A Zala folyó az egyetlen hazánkban, melynek teljes vízgyűjtője az ország területére esik. Ez azt jelenti, hogy a rendelkezésre álló 10×10 km felbontású klímamodellekből kinyerhetők a szükséges alapadatok a múltbeli és a jövőbeli időablakokra nézve. A Zala táplálja a Balatont, így a vízrendszer éghajlatváltozásra adott válasza kalkulálható. Legnagyobb tavunk a 2000-es évek elején az extrém szárazságok idején már a figyelem középpontjába került rendkívüli módon lecsökkent vízszintje miatt. Különösen indokolt tehát, hogy a szárazodást és melegebb éghajlatot prognosztizáló klímaforgatókönyvek lehetséges hatásait megvizsgáljuk. Az elemzés során a folyók vízjárásának elemzéséhez szükséges módszertani eszköztár is bővíthető, amivel az eredeti feladat céljai részben elérhetők.

Hazai nagytavaink (Balaton, Velencei-tó, Fertő-tó, Tisza-tó) kivétel nélkül jellegzetes sekély tavak, átlagmélységük nem haladja meg az 5 m-t. A mérsékelt éghajlati öv sekély tavainak fontos jellemzője a környezeti (ezen belül az éghajlati) tényezők tér- és időbeli változásaira való nagyfokú mennyiségi és minőségi érzékenység. A mennyiségi érzékenység a tó vízháztartásának (jellemző vízforgalmának) alakulásában, ennek következményeként vízszintjének, vízkészletének és vízfelületének jellemzően egyirányú változásában nyilvánul meg.

Az elvégzett kutatás eredményei a Balaton vízháztartási viszonyainak – a vízforgalmat meghatározó természeti tényezők (a csapadék, a hozzáfolyás és a párolgás algebrai összegeként értelmezett természetes vízkészlet-változás) – becsült változásait írják le. A számításokat az Országos Meteorológiai Szolgálat az 1961-1990 referencia időszakra és a 2021-2050, valamint a 2071-2100 közötti 30 éves klímaablakokra vonatkozó ALADIN-Climate modellfuttatási eredményeire alapoztuk, továbbá hidrológiai kalkulációkat végeztünk.

A modellezési és számítási eredmények alapján a Balaton vízháztartásában a bevételi oldal (csapadék) csökkenése és a kiadási oldal (a felmelegedés okozta intenzívebb párolgás) növekedése

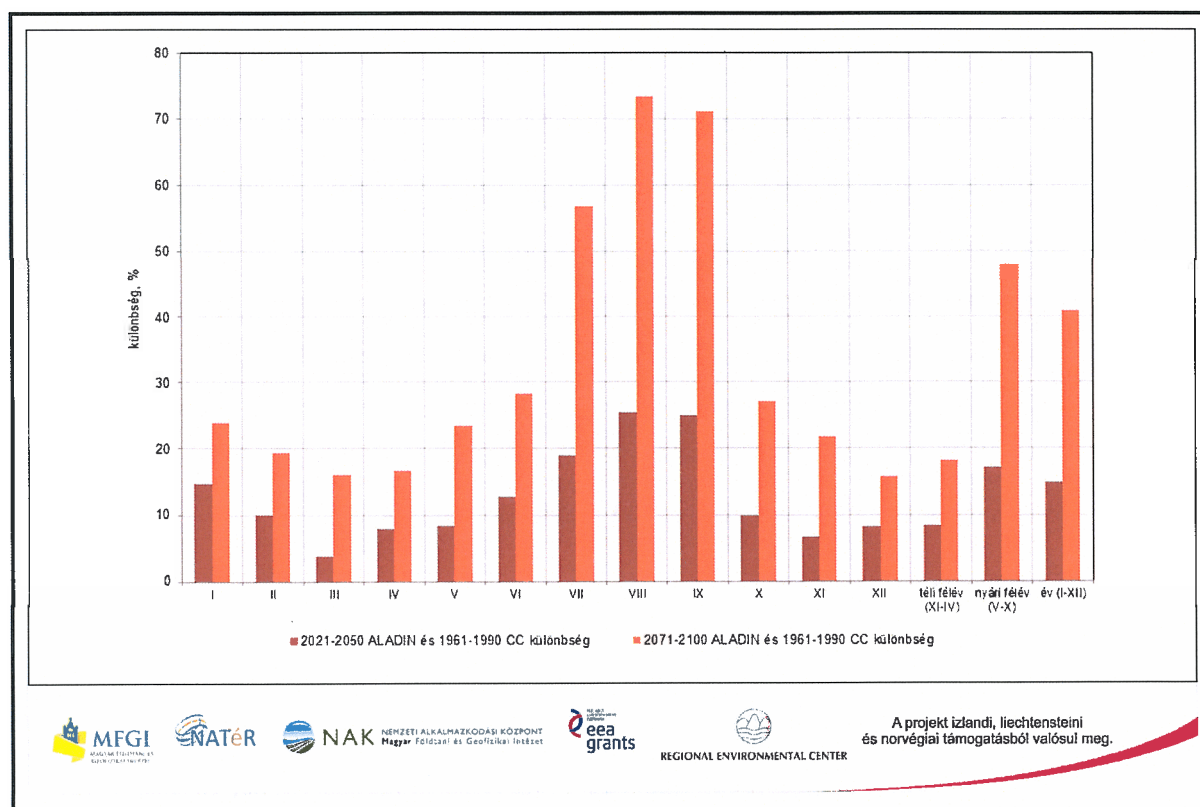


valószínűsíthető. Ez a kettős hatás a referencia időszak átlagos viszonyaihoz képest – különösen a második jövőbeli klímaablak időszakában (2071-2100) – alapvetően megváltoztatja a tó hidrológiai képét. A tó vízcseré-aktivitása jelentősen romlik, gyakrabban és tartósabban fordulnak elő lefolyástalan időszakok, sőt a 21. század utolsó évtizedeiben a Balaton gyakorlatilag lefolyástalan tóvá változhat.

A Balaton alulról szabályozott tó, ami azt jelenti, hogy lefolyása a Sión keresztül szabályozottan történik. A vízszint-szabályozás elvei és gyakorlata a tó vízjárásához igazodik, ennek jövőbeli módosulásai nem ismertek. Napjainkban a medertározás növelésével (a vízszint-szabályozási sáv felső határának 5-10 cm-es emelésével) igyekeznek a negatív vízháztartási szélsőségek következtében kialakuló kisvizek szintjét emelni. Ez jó megoldás, ugyanakkor kérdés az, hogy ez a megoldás több évtizedes időtávlatban elegendőnek bizonyul-e a fenntartható tóhasználat igényeinek kielégítésre. Kutatásunk eredményei szerint erre a kérdésre a válasz egyértelműen nemleges.

#### ELKÉSZÜLT DOKUMENTUM:

- A Balaton vízforgalmának a klímaváltozás hatására becsült változása



A Balaton párolgásának a jövőbeli klímaablakokra számított értékeinek relatív eltérése a referencia időszak értékeitől (%)

## 6. További eredmények

### PROJEKTEREDMÉNYEK

A NATÉR projekt segítségével elért további fontosabb eredmények:

- *NATÉR metaadatbázis létrehozása.* Az adatbázisokat leíró, kereshető metaadatbázis szerkezete elkészült, jelenleg zajlik feltöltése az MFGI és partnerei közreműködésével.

#### ELKÉSZÜLT DOKUMENTUM:

➤ *The NAGiS Meta-database*

- *A NATÉR-hez szükséges hardver- és szoftverkörnyezet tervezett kialakítása megtörtént.* Beüzemelésre kerültek a szükséges eszközök és szoftverek.
- *NATÉR adatbázis és webes portál fejlesztése.* A NATÉR adatbázis térképi és nem térképi; továbbá külső és belső adatrendszerekre osztható. Ezek kezelését teszi lehetővé a kialakítás keretében fejlesztett GeoDat elnevezésű adatbázis-kezelő szoftver, amely alkalmas bármilyen pontszerű objektum bármilyen tematikájú adatainak és adatsorainak befogadására. Elkészült a térképi megjelenítéshez szükséges modul is.

#### ELKÉSZÜLT DOKUMENTUM:

➤ *Application development in the NAGiS project*

- *A klímaváltozás felszín alatti vizekre gyakorolt hatásának vizsgálata vízföldtani modellekkel.* A modellvizsgálat során kidolgoztuk a talajvíz klímaérzékenységének jellemzésére alkalmazható módszertant. Az alkalmazott modellek országos léptékben képesek visszaadni a talajvíz klímaváltozás hatására történő változásait a fent említett klímaablakok vonatkozásában. A talajvíz szintek és a vízszint változások pontos meghatározása a kidolgozott módszertan alapján nagy felbontású (pl.: 100 m × 100 m) lokális modellek alkalmazásával válhat majd lehetségessé.

#### ELKÉSZÜLT DOKUMENTUMOK:

➤ *Natural state water table modelling in the NAGiS project*

➤ *Correction of Shallow Drilling Database*

➤ *A talajvíz klímaérzékenységének modellezése a NATÉR projekt keretei között*

➤ *Predictive water table modelling in the NAGiS project*

- *A klímaváltozás hatása a természetes élőhelyekre.* A munkafolyamat során hazánk élőhelyeinek klímaérzékenységére prediktív modellek kerültek kidolgozásra. A leginkább

## BESZÁMOLÓ

klímaérzékeny élőhelyek azonosítása megtörtént. A természeti tőke indexek és konnektivitási indexek elkészültek.

ELKÉSZÜLT DOKUMENTUM:

- *Climate sensitivity of natural habitats*

NATÉR INTÉZMÉNY-KÖZI HÁLÓZAT KIALAKÍTÁSA – SZAKMAKÖZI EGYÜTTMŰKÖDÉS

A NATÉR ösztönzi az állami intézmények között együttműködést. A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, mint projektgazda a fent leírt munkafolyamatokon túlmenően, példaértékű együttműködés keretében több hazai állami tudományos műhelyt, illetve fontos igazgatási, vagy közszolgáltatási intézményt alvállalkozóként, illetve partnerként vont be a projekt megvalósításába.

Az MTA Ökológiai Kutatóközpont a természetes élőhelyek klímaváltozás hatására történő változását bemutató kutatásokat végzi, míg az Országos Meteorológiai Szolgálat klímamodellek, adatbázisok fejlesztésével járul hozzá az információs rendszer kialakításához. Ezen túlmenően az MTA Agrártudományi Kutatóközpontjával együttműködünk a földhasználat változása, a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központtal pedig a klímaváltozás erdőkre gyakorolt hatásának elemzése területén. Szakmai együttműködés keretében az Országos Vízügyi Főigazgatóság és a Duna Menti Regionális Vízmű Zrt. is hozzájárult például az ivóvízbázisokat érintő hatások vizsgálatához.

A NATÉR modulárisan bővíthető rendszer, amelybe a jövőben további kutatási adatrétegek integrálhatóak be. Jelenleg is folyamatban vannak olyan, szintén EGT Alapokból támogatott, a NATÉR tematikus bővítését szolgáló projektek, amelyek eredményei beépülnek a NATÉR-ba. Ezek a – 2015. decemberében záródott – projektek az alábbiak:

- *Hosszú távú társadalmi és gazdasági előrejelzések Magyarországra (EEA-C12-11)*

Projektgazda: Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpontja.

- *NATÉR kiterjesztése az agrárszektorra – AGRATÉR (EEA-C12-12)*

Projektgazda: Magyar Tudományos Akadémia – Mezőgazdasági Kutatóintézet

Projekt partnerek: Agrárgazdasági Kutató Intézet, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Magyar Tudományos Akadémia – Ökológiai Kutatóközpont

- *A klímaváltozás okozta sérülékenységek vizsgálata, különös tekintettel a turizmusra és a kritikus infrastruktúrákra – KRITÉR (EEA C12-13)*

Projektgazda: Országos Meteorológiai Szolgálat

Projekt partnerek: Országos Környezetegészségügyi Központ, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, Szegedi Tudományegyetem

- *A sugárzási kényszer változásán alapuló új éghajlati scenáriók a Kárpát-medence térségére (EEA-C13-10)*

Projektgazda: Országos Meteorológiai Szolgálat

Projekt partner: Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék

A rendszert üzemeltető MFGI, illetve az itt említett partner projektek által előállított, a NATÉR-be kerülő adatrétegek, illetve térképi rétegek száma meghaladja a 450-et. Az adatbázis, a metaadatbázis és a térképek teljes körűen 2016. április végétől lesznek elérhetőek a <http://nater.mfgi.hu> portálon.