

Az éghajlatváltozás várható hatása a magyarországi munkaerőpiaci folyamatokra

Készítette a Magyar Tudományos Akadémia
Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont
a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat megbízásából
a KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 azonosítószámú „NATÉR
továbbfejlesztése” projekt keretében



NAKFO

NEMZETI ALKALMAZKODÁSI KÖZPONT FŐOSZTÁLY
Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat

2018. június

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Kohéziós Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Készítette:

Magyar Tudományos Akadémia

Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

Témafelelős:

Czirfusz Márton

Szerzők:

Benyák Barnabás

Czeglédi Tibor

Czethoffer Éva

Czirfusz Márton

Köllő János

Szabó Endre

Tir Melinda

2018. május

1 TARTALOMJEGYZÉK

1	Tartalomjegyzék.....	5
2	Ábrajegyzék	7
3	Táblázatjegyzék.....	8
4	Vezetői összefoglaló.....	9
5	Bevezető.....	12
6	Szakirodalmi előzmények	13
6.1	A globális klímamodellek gazdasági és munkaerőpiaci előfeltételezései és ezek értelmezése a magyar gazdaság szempontjából	13
6.2	A CIVAS-modell értelmezése a munkaerőpiaci folyamatokra	16
6.2.1	Kitettség	16
6.2.2	Érzékenység.....	18
6.2.3	Várható hatás.....	18
6.2.4	Alkalmazkodóképesség	19
6.2.5	Sérülékenység.....	21
7	A felhasznált adatok leírása	22
7.1	Klímaparaméterek.....	22
7.2	Társadalmi és gazdasági adatok.....	23
8	A modellezés módszertana	25
8.1	Az adatok és a futtatás léptéke – a módosítható területi egység problémájának kezelése	25
8.1.1	Az adatok le- és feliskálázása.....	25
8.1.2	Népszámlálási számlálókörzetek kapcsolása a CarpatClim-rácshoz.....	26
8.2	A modellezés módszertana	29
9	Az eredmények bemutatása	33
9.1	A klímamodellek leíró statisztikái.....	33
9.2	Egyváltozós becslések: korreláció a foglalkoztatásváltozás és a klímaváltozás között.....	38
9.3	Klímaváltozás, mezőgazdaság és ingázás: becslés további kontrollak nélkül	40
9.4	Becslés kontrollakkal.....	43
9.5	Az eredmények összegzése	46
10	Szakpolitikai javaslatok	47
10.1	Javaslatok az eredmények NATÉR-rendszerben való közzétételére.....	47
10.1.1	Metaadatbázis	47
10.1.2	GeoDat	61
10.1.3	Térképi megjelenítés	62
10.1.4	Vezetői információs és döntéstámogató rendszer.....	64
10.2	Javaslatok az adatfrissítésre, az adatkör továbbfejlesztésére	64
10.3	Kapcsolatok az új Nemzeti éghajlatváltozási stratégia célrendszerének lehetséges munkaerőpiaci hatásaival	66
11	Irodalomjegyzék.....	69

12	Függelék	73
-----------	-----------------------	-----------

2 ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: A CIVAS-modell felépítése.....	16
2. ábra: 15–64 éves nem tanuló lakosokkal rendelkező 2011-es népszámlálási számlálókörzetek	26
3. ábra: A CarpatClim-rácspontokhoz tartozó Voronoi-poligonok.....	27
4. ábra: A Voronoi-poligonok és a számlálókörzetek együttes elhelyezkedése.....	27
5. ábra: A magyarországi települések településcentroidjai (2011)	28
6. ábra: A településcentroidok és a CarpatClim-rácsból képzett Voronoi-poligonok	28
7. ábra: A magyarországi CarpatClim-rácspontok által meghatározott rács és a népszámlálási számlálókörzetek összevetése	29
8. ábra: Az 1970-es és a 2000-es évek közötti hőmérsékletváltozás hisztogramja	34
9. ábra: Az 1970-es és a 2000-es évek közötti hőmérsékletváltozás területi különbségei	35
10. ábra: Az 1970-es és a 2000-es évek közötti hőmérsékletváltozás rácsmenti eloszlásai a május–októberi és a november–áprilisi időszakban.....	35
11. ábra: A május–októberi hőmérsékletváltozás területi különbségei az 1970-es és a 2000-es évek között.....	36
12. ábra: A 20 mm-t meghaladó napi csapadékú napok számának változása az 1970-es és a 2000-es évek között	37
13. ábra: A korrigálatlan Pálfai-féle aszályindex változása az 1970-es és a 2000-es évek között.....	38
14. ábra: A kontrollokkal és kontrollok nélkül becsült sérülékenységi indikátorok viszonya	45
15. ábra: A sérülékenységi indikátor értékei a CarpatClim-rácspontokban.....	46
16. ábra: A foglalkoztatás, a klímaváltozás, a mezőgazdasági részarány és az ingázási arány közötti kapcsolatok (a–d panelek).....	73

3 TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: A NATÉR jelenlegi klímaadatainak készítéséhez használt kibocsátási forgatókönyvek és regionális klíma modellek.....	14
2. táblázat: A kitettség mérésére figyelembe vett klímaparaméterek felsorolása	23
3. táblázat: A modellezés során felhasznált, a munkaerőpiaci helyzetet leíró változók a 2001-es és a 2011-es népszámlálásból	24
4. táblázat: A klímaparaméterek változásának főbb leíró statisztikái.....	33
5. táblázat: Az összetételhatásoktól megtisztított foglalkoztatási esély változásának összefüggése különféle klímaváltozási mutatókkal – Eredmények egyváltozós lineáris regressziókból	39
6. táblázat: A foglalkoztatási esély változásának becslése a CarpatClim-rácspontokban.....	41
7. táblázat: Becsült foglalkoztatottságváltozás a mezőgazdaság részaránya, az ingázás és a napi középhőmérséklet-emelkedés függvényében (százalékpont). A (3) egyenlet eredményein (6. táblázat) alapuló szimuláció eredményei.....	42
8. táblázat: További 0,5°C napi középhőmérséklet-emelkedés becslés hatása a [4] egyenlet szerint .	43
9. táblázat: A foglalkoztatási esély változásának becslése kontrollváltozókkal a CarpatClim-rácspontokban.....	44
10. táblázat: Az indikátorok térképi megjelenítésénél használt kategória elnevezések.....	63
11. táblázat: A második Nemzeti éghajlatváltozási stratégia mitigációs lépéseinek munkaerőpiaci hatásai	67
12. táblázat: A második Nemzeti éghajlatváltozási stratégia adaptációs lépéseinek munkaerőpiaci hatásai	68
13. táblázat: A megyék rangsora a kontrollált egyenletből számított sérülékenységi indikátor szerint	75

4 VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

Jelen kutatás célja a klímaváltozás hatásának vizsgálata a magyarországi munkaerőpiacra, egyúttal a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR) továbbfejlesztése ebben a tematikában.

A kutatást a Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpontja (MTA KRTK) végezte 2017–2018-ban, vállalkozási szerződés alapján, a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (korábban: Magyar Földtani és Geofizikai Intézet) megbízásából, a KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 azonosítószámú projekt keretében.

A kutatás témája a hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintése alapján viszonylag újdonságnak tekinthető, bár önmagában a két vizsgált jelenség, azaz a munkaerőpiaci folyamatok modellezése (mind a múltbeli adatok értelmezése, mind a jövőre vonatkozó, az országon belüli területi különbségeket is figyelembe vevő előrejelzése) elterjedtnek mondható, hasonlóan a klímaváltozás múltbeli és jövőbeli folyamatának leírásához. A két jelenség kapcsolatát az eddigi kutatások leginkább globális szinten és leginkább a klímaváltozás jövőbeli munkatermelékenységre és ezen keresztül a GDP-re gyakorolt hatásában ragadták meg, ugyanakkor ezek az elemzések nem vihetők át közvetlenül az országon belüli különbségek vizsgálatára.

A kutatás fogalmi keretében a klímaváltozási sérülékenységvizsgálatokban bevett megközelítést (CIVAS-modell) alkalmaztuk, és olyan mutatószámokat hoztunk létre, amelyek a klímaváltozás és a munkaerőpiac szempontjából megadják az egyes magyarországi térségek kitétséget, érzékenységet, a munkaerőpiac alkalmazkodóképességét és sérülékenységet. A korábbi kutatásoknak megfelelően a kitétségnél olyan éghajlati paramétereket kerestünk, amelyek magyarázzák a munkaerőpiaci változásokat. Az érzékenység a munkaerőpiac mint hatásviselő klímaváltozástól való „közvetlen” függését írja le, az alkalmazkodóképesség a klímaváltozástól „független” társadalmi-gazdasági jellemzőket, a sérülékenység pedig a kitétség, az érzékenység és az alkalmazkodóképesség együtteséből áll elő.

A kutatásban felhasznált klímaadatok az Országos Meteorológiai Szolgálat által előállított történeti, napi bontású adatbázisból származtak, amelyek homogenizálva és interpolálva 1104 magyarországi rácspontra („CarpatClim-rács”) adnak meg 1970 és 2010 között különböző mutatókat. Ezek közül mi a hőmérsékleti és csapadékadatokkal, valamint ezekből származtatott mutatókkal dolgoztunk, és az 1970-es évek és a 2000-es évek közötti változásokat hasonlítottuk össze. A munkaerőpiac jellemzésére a 2001-es és 2011-es magyarországi népszámlálás személyadatait használtuk fel, amelyek anonimizált formában egyéni szinten állnak rendelkezésre a Központi Statisztikai Hivatal és a megbízott MTA KRTK által közösen üzemeltetett KSH-KRTK Kutatószobában.

A kutatás során felhasznált adatok különböző vonatkozási léptékűek (az egyénektől a CarpatClim-rácsig), így a modellfuttatáshoz ezeket valamilyen módszerrel „közös nevezőre” kellett hozni. Mivel minden egyes, a népszámlálásban szereplő személyről tudjuk, hogy melyik népszámlálási számlálókörzetben lakott, ennek segítségével valamennyi személyt és adatait a hozzá legközelebbi CarpatClim-rácspont klímaadataihoz tudtuk rendelni, hogy a klímaváltozás munkaerőpiaci hatásait értelmezni tudjuk.

A modellezés során a 15–64 éves, nem tanuló lakosok mint potenciális munkavállalók helybeni foglalkoztatási esélyét különböző egyéni jellemzők (nem, életkor, iskolázottság, nemzetiség, fogyatékoság) alapján becsültük; megmértük, hogy a foglalkoztatási esélyt hogyan befolyásolta a lakóhely 2001-ben illetve 2011-ben, azonos nem, életkor, iskolázottság, etnikum és egészségi állapot

esetén. Így ki tudtuk szűrni azokat a különbségeket, amelyek az adott CarpatClim-rácspontra körül lakó népesség összetételéből adódtak (fixhatáselemzés).

A klímaváltozás és a foglalkoztatási esély változása közötti kapcsolatokat regressziós számításokkal becsültük. Az eredmények szerint a napi középhőmérséklet 1970-es és 2000-es évek közötti változása alapján a klímaváltozásnak erősebben kitett térségekben a foglalkoztatás 2001 és 2011 között szignifikánsan lassabban nőtt (0,1°C-kal erősebb felmelegedés 2,78%-ponttal kisebb foglalkoztatásnövekedést jelentett). A többi, általunk vizsgált klímaváltozási paraméter között viszont nem találtunk olyat, amely meggyőző magyarázó erővel bírt volna a foglalkoztatásváltozás becslésekor.

A klímaváltozás különböző csatornákon hathat a foglalkoztatásra. Ezek közül – annak érdekében, hogy a hatás lehetőleg kis számú, könnyen mérhető és megbízható társadalmi-gazdasági változóval legyen leírható – kiemelten kezeltük a mezőgazdasági foglalkoztatást mint érzékenységi változót – ahol azt feltételeztük, hogy a magasabb mezőgazdasági foglalkoztatással rendelkező térségek érzékenyebbek a klímaváltozásra –, illetve az ingázást mint alkalmazkodóképességi változót – ahol jók az ingázás feltételei, ott azonos mértékű kitettség mellett is kevésbé számolhatunk negatív foglalkoztatási hatással.

A mezőgazdasági körzetekben a felmelegedés átlagosan nem volt erősebb, mint a nem agrárjellegű területeken, de valamennyi agrárkörzet a felmelegedésben erősen érintett csoportba tartozott. Hasonló kapcsolat figyelhető meg az ingázás és a helyben dolgozók közül a mezőgazdaságban foglalkoztatottak aránya között. Az agrárkörzetek szinte mindegyikében alacsony az ingázók aránya; vagyis a lakóhelyére „bezárt” népességben 2001-ig magas maradt az agrárfoglalkoztatás; illetve az agrárkörzetekben az átlagosnál kedvezőtlenebbül alakult a helyi foglalkoztatás 2001 és 2011 között.

A sérülékenység számszerűsítésére előbbi számítások eredményeiből egy olyan mutatót állítottunk elő, amely megbecsli, hogy mennyivel lett volna lassabb a foglalkoztatás növekedése, ha a napi középhőmérséklet 0,5°C-kal nagyobb mértékben emelkedett volna (a többi változó és az azok közötti összefüggések változatlanosága esetén). A számításokból kiderült, hogy a klímaváltozás hatása a zárt (alacsony ingázási részarányú), mezőgazdasági körzetekben a legerősebb, és modellünkben a további hőmérséklet-emelkedés ott rontana a helyzeten, ahol az eleve rossz volt.

A kutatás következő lépésében megvizsgáltuk, hogy nem a felmelegedés és egyes, az eddigiekben nem vizsgált jellemzők (népsűrűség, iskolázottság, demográfiai helyzet, a helyi foglalkoztatás ágazati szerkezete, Budapest-dummy) korrelációja teremt-e látszólagos kapcsolatot a hőmérsékletváltozás és a foglalkoztatásváltozás között (azaz a vizsgálatba kontrollváltozókat vontunk be). Az eredmények alapján a foglalkoztatási helyzetet ezek a kontrollváltozók és a korábban használt társadalmi-gazdasági változók (mezőgazdasági részarány, ingázás aránya) együtt is jól leírják, viszont a napi középhőmérséklet-változás, illetve ennek a mezőgazdasági részarány és az ingázási arány változásával való interakciói javítják a modell magyarázó erejét. Mivel viszont a kontrollváltozók bevonásával és az anélkül készített sérülékenységi számítások eredményei között szinte függvényyszerű a kapcsolat, a térségek egymáshoz képesti sérülékenységi helyzetének bemutatására a kontrollváltozók nélküli számítás is jól használható.

A kutatás eredményeiből a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR) számára állítottunk elő egy új rétegcsoporthoz, 7 db indikátorral, amelyeket a CarpatClim-rácspontra adtunk meg. A tanulmányban ezeknek az indikátoroknak a NATÉR metaadatbázisába, a térképi felületre, a GeoDat adatbázisába, illetve a fejlesztés alatt álló vezetői információs és döntéstámogató rendszerbe való beillesztéséhez szükséges javaslatokat (technikai leírást) is részletesen bemutattuk.

A rétegcsoporthoz – a többi NATÉR-adatkörhöz hasonlóan – a jövőben is frissítendő, hiszen a szakpolitikai döntéshozatal csak a megfelelő és friss adatokon alapuló kutatási eredmények szolgálhatják. E vizsgálat tapasztalatai alapján javasoljuk, hogy a CarpatClim-adatbázis interpolált és homogenizált, a 2010 utáni időszakra is továbbvezetett mérési adatainak segítségével, valamint a 2016-os mikrocenzus személyadataival (esetlegesen a 2021-es népszámlálás eredményeit megvárva) az általunk kidolgozott módszertan alkalmazásával végezzék el az eredmények validálását, és amennyiben szükséges, fejlesszék tovább a sérülékenységvizsgálati módszertant.

5 BEVEZETŐ

Jelen kutatás célja a klímaváltozás hatásának vizsgálata a magyarországi munkaerőpiacra, a CIVAS-sal (Pálvölgyi és mtsai. 2011) rokon modellt alkalmazva, mikroadatok felhasználásával. Olyan indikátorokat hozunk létre a CarpatClim-rácsra (1104 pont, amelyek $0,1^\circ \times 0,1^\circ$, azaz kb. 10×10 km-es felbontásúak), melyek beilleszthetők a NATÉR meglévő rendszerébe és alkalmasak munkaerőpiaci döntési folyamatok támogatására. Egy adott terület kitettségét, érzékenységét és alkalmazkodóképességét megállapítva megbecsüljük a klímaváltozásnak különféle munkaerőpiaci kimenetekre gyakorolt hatását, azaz a munkaerőpiac sérülékenységét.

A tanulmány először a szakirodalmi előzményeket foglalja össze a munkaerőpiac és a klímaváltozás kapcsolatáról, áttekinti a globális klímamodellek munkaerőpiaci előfeltételezéseit és a CIVAS-modellt a kutatás témájára értelmezi. Ezután következik a modellezésben felhasznált adatok (klímaadatok, társadalmi és gazdasági mutatószámok) ismertetése. Mivel hasonló kutatás Magyarországra korábban nem készült, a modellválasztást részletesen ismertetjük, kitérünk az adatok és a futtatás léptékének kérdésére, valamint bemutatjuk az alternatív futtatások közötti választást. Az eredményeket szövegesen és térképesen elemezzük, az értelmezési lehetőségeket és korlátokat is vizsgálva. A szakpolitikai javaslatok között az eredmények NATÉR-adatbázisba való integrálását tekintjük át, az adatfrissítésre teszünk javaslatokat; valamint az eredményeket ütköztetjük a második Nemzeti éghajlatváltozási stratégiával.

A kutatást a Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpontja végezte 2017–2018-ban, vállalkozási szerződés alapján, a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (korábban: Magyar Földtani és Geofizikai Intézet) megbízásából, a KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 azonosítószámú projekt keretében.

6 SZAKIRODALMI ELŐZMÉNYEK

A kutatás legfontosabb alapfeltételezése, hogy a munkaerőpiac az éghajlatváltozás hatásviselője – ez a nemzetközi szakirodalomban elfogadott állításnak mondható.

A korábbi nemzetközi (OECD 2015; O'Neill és mtsai. 2017) és európai uniós kutatások (Ciscar 2014; Greiving 2011) a klímaváltozás és a gazdaság kapcsolatát különbözőképpen fogalmazták meg és a szakirodalom legnagyobb része a jövedelemtermelésre (GDP-re) gyakorolt hatást vizsgálta országos, makroregionális vagy nemzetállam alatti szinten. A munkaerőpiacra gyakorolt hatás elemzése ennél jóval mérsékeltebb számban fordul elő a szakirodalomban. Ebben a kutatásban a klímaváltozás foglalkoztatásra gyakorolt hatását elemezzük.

A munkaerőpiac egészének vizsgálata mellett fontosak a pusztán egy ágazatra kiterjedő, ám a foglalkoztatást közvetetten figyelembe vevő elemzések is. Ezek közül kiemelt jelentőségűnek tartjuk azokat, amelyek az agrárszektorral foglalkoznak. Bár jelenleg a mezőgazdaság a foglalkoztatás kevesebb mint 5%-át adja (KSH 2018), ennek területi differenciái viszonylag jelentősek és a klímaváltozásra érzékenyebb szektorról van szó. Így éppen a várható közvetlenebb és térben változékonyabb hatás miatt kutatásunkban külön figyelmet fordítottunk a mezőgazdaság modellben való megjelenítésére.

A szakirodalom feldolgozása során először áttekintjük a globális klímamodellek gazdasági és munkaerőpiaci előfeltételezéseit. Bár a későbbiekben a jövőre vonatkozó klímamodell-eredményeket nem használjuk fel a kutatásban, ezek a megfontolások a koncepcionalizálás során irányították a módszertani választásokat.

Másrészt pedig a munkaerőpiaci folyamatokra értelmezzük a CIVAS-modellt, áttekintve a korábbi kutatások illeszkedését ehhez a gondolati kerethez. A munkaerőpiac klímahatásával foglalkozó kutatások egy része csupán az érzékenységvizsgálat szintjén marad (azaz a várható hatások azonosításánál befejeződik), nem vizsgálja a munkaerőpiac adaptációs képességét a klímaváltozás esetén vagy azt állandónak veszi. Ebbe a csoportba tartozik például Kjellström és munkatársai (2009) kutatása. A klímaváltozás társadalmi hatásait és az adaptációs készséget vizsgáló szakirodalmakban fontos állítás az is, hogy a klímaváltozás hatásai a társadalomra térben változékonyak, különösen város-vidék viszonylatban és a földhasználat különbségeiben (Argent 2017). Ezek közül ebben a kutatásban a munkaerőpiacra kapcsolatos tényezők mellett figyelembe vesszünk több kontrollváltozót is, amelyek leképezik ezeket a területi különbségeket. Erre a területi szemléletre korábbi vizsgálataink is példaként mondhatók (Czirfusz, Hoyk és Suvák 2015).

6.1 A globális klímamodellek gazdasági és munkaerőpiaci előfeltételezései és ezek értelmezése a magyar gazdaság szempontjából

Globális léptéken a fejlődéstanulmányok és a környezeti kutatások egyetértenek abban, hogy a gazdasági fejlettség, a gazdasági egyenlőtlenségek és a klímaváltozással kapcsolatos sérülékenység pozitívan korrelálnak: alacsonyabb fejlettségű és egyenlőtlenebb társadalmak jobban ki vannak szolgáltatva a klímaváltozás hatásainak, nehezebben alkalmazkodnak (Argent 2017).

Ezeket a különbségeket a globális klímamodellek is figyelembe veszik. Ebben a fejezetben áttekintjük, hogy a globális klímamodellek építésénél használt társadalmi-gazdasági előfeltételezések és

modellváltozók között milyen különbségek tapasztalhatók és ezek hogyan értelmezhetők a magyar gazdaság folyamatainak szempontjából.

A NATÉR-adatbázisban jelenleg megtalálható adatok mögötti regionális éghajlati modelleket és a hozzájuk tartozó kibocsátási forgatókönyveket az 1. táblázat foglalja össze. Ezek két IPCC-jelentés kibocsátási forgatókönyveit használták, a „korábbi” SRES A1B forgatókönyvét és az „újabb” modellek RCP 4.5 és 8.5 forgatókönyvét.

Kibocsátási forgatókönyv	Regionális klímamodell
IPCC SRES A1B	ALADIN 4.5
IPCC SRES A1B	RegCM 3.1
IPCC RCP 8.5	ALADIN 5.2
IPCC RCP 4.5	RegCM 4.3

1. táblázat: A NATÉR jelenlegi klímaadatainak készítéséhez használt kibocsátási forgatókönyvek és regionális klímamodellek

Forrás: Szépszó és mtsai. (2016)

A táblázatban szereplők mellett a jelenleg futó KlimAdat-projektben (Zsebeházi 2018) az ALADIN 5.2 modellel és az RCP 4.5 forgatókönyvvel, illetve a REMO modellel és az RCP 4.5 és 8.5 forgatókönyvekkel készítenek további vizsgálatokat. Ezek együttesével már pontosabban leképezhetők azok az antropogén tevékenységekre vonatkozó bizonytalanságok, amelyek a várható éghajlati paramétereket is nagymértékben befolyásolhatják (Szépszó, Illy és Szabó 2016).

A korábbi IPCC-számítások a SRES (Special Report on Emissions Scenarios) forgatókönyveken alapultak, amelyekből a NATÉR-ben szereplő regionális klímamodellek az A1B forgatókönyvet használták. Az A1B kiegyensúlyozott forgatókönyv igazából forgatókönyvcsoport, amely harmonizált (2 db) és a bizonytalanságokat is vizsgáló (6 db) forgatókönyvekből áll. Az A1 forgatókönyvcsalád globális szinten gyors gazdasági és alacsony népességnövekedéssel számol (népességi csúcs 8,7 milliárd fővel a 21. század közepén), gyors technológiai fejlődéssel, valamint makroregionális gazdasági fejlettségi kiegyenlítődéssel. Gazdasági szempontból a számítások során a Föld országait négy makrorégióra bontották, ebből Magyarország a kelet-európai rendszerváltó országokkal és a volt Szovjetunió országaival képez egy csoportot. A népességnövekedés és az egy főre jutó jövedelem növekedése között fordított kapcsolatot feltételeztek. A földhasználatban a szántóföldi növénytermesztés és az energetikai célú növényi biomassza termesztése növekszik, az erdőterületek stagnálnak. Az A1 forgatókönyvcsaládon belül az A1B a kiegyensúlyozott (balanced) fejlődéssel számol: az energiamixben nem tolódik el az egyensúly sem a szén, sem az olaj és gáz, sem a nem fosszilis energiahordozók irányába, valamint a földhasználat is kiegyensúlyozottan változik (Nakicenovic és mtsai. 2000). Az A1B forgatókönyv összességében megfelelő választásnak bizonyult a hazai éghajlati modellezésben, ha egy forgatókönyvvel futtattak számításokat, hiszen közepes kibocsátásnövekedést jelenít meg a jövőképpen; a népességi és gazdasági előfeltételezések pedig nem mondanak ellent a magyarországi gazdasági és demográfiai becslések forgatókönyveinek.

A két, NATÉR-adatok előállításakor is alkalmazott RCP (Representative Concentration Pathway) forgatókönyv 2100-ra 8,5, illetve 4,5 W/m² sugárzási kényszert feltételez; ezek leíró adatai bemeneti adatként szerepelnek a klímamodellezési kísérletekben. A globális modellek ezek mellett használják az RCP6 és az RCP2.6 projekciókat is (ezek felhasználásával nem készültek a NATÉR-ben szereplő magyarországi számítások). Az RCP8.5 egy „pesszimista”, növekvő üvegházgáz-kibocsátási forgatókönyvet, az RCP4.5 pedig egy közepes, 2100 táján stabilizálódó kibocsátási forgatókönyvet testesít meg (Vuuren és mtsai. 2011).

A scenáriók mögött társadalmi-gazdasági előfeltételezések is állnak, így a népességszámról, a GDP-ről, a földhasználatról és az energiafelhasználásról. Ugyanakkor az egyes kibocsátási forgatókönyvekhez tartozó számításokat különböző kutatócsoportok készítették, az előfeltételezések nem rendelkeznek közös belső logikával, hanem mindegyik forgatókönyvnek önálló belső logikája van. Így az egyes forgatókönyvek nem feleltethetők meg közvetlenül klímapolitikáknak vagy társadalmi-gazdasági fejlődési pályáknak. Továbbá a kibocsátási forgatókönyvekhez tartozó társadalmi-gazdasági feltételezések csak egyet jelenítenek meg a lehetségesekből (azaz adott forgatókönyvvel különböző társadalmi-gazdasági előfeltételezések is konzisztensek lehetnek) (Vuuren és mtsai. 2011).

Az RCP 4.5 forgatókönyv gazdasági része a GCAM (Global Change Assessment Model) gazdasági modelljén alapul, amely a népességszámra és a munkatermelékenységre vonatkozó feltételezésekből 14 makrorégióra és 15 éves időszakokra vezeti le a GDP nagyságát. A mezőgazdasági és földhasználati modellrész a munkaerőt mint termelési tényezőt is figyelembe veszi. A kibocsátáscsökkentés lehetőségei a jövedelemtől függenek. Az RCP 4.5 összességében olyan forgatókönyv, amely azt feltételezi, hogy a világ egészében mitigációs lépések történnek (Thomson és mtsai. 2011). A népességszám e forgatókönyv esetében 2065-ben 9 milliárd fővel tetőzik. Az energiafelhasználás csökken, a nukleáris és a megújuló energiaforrások részarányának növekedésével. Globálisan az erdőterületek nőnek, szántóföldi és legelőterületeken bioenergia előállítására használható növényeket termesztene (az élelmiszer-előállítás szénlábnyma csökken) (Thomson és mtsai. 2011). Ezek a feltételezések tehát a Magyarországra vonatkozó stratégiai dokumentumokkal és előrejelzésekkel részben egybevágnak (Nemzeti Fejlesztési Minisztérium 2017), és kiemelik a mezőgazdasági szektor figyelembevételének jelentőségét.

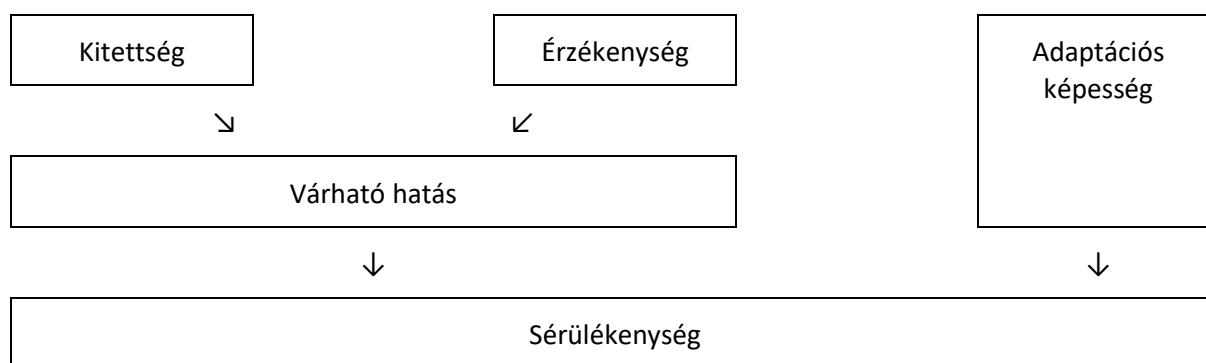
Az RCP 8.5 forgatókönyv olyan forgatókönyvet jelenít meg, amely nem számol mitigációval. A demográfiai, gazdasági és technológiai szintre vonatkozó feltételezések az IPCC A2R forgatókönyvön alapulnak. A 4.5-ös számításokkal szemben az RCP 8.5 nem tartalmaz önálló gazdasági makromodellt, hanem a gazdasági tényezőket az energetikai, a mezőgazdasági-földhasználati és az erdőgazdálkodási modellekben helyezte el. A demográfiai előfeltételezések növekvő (2100-ban 12 milliárd fő) népességgel számolnak, az egy főre jutó jövedelem lassú növekedésével és az országok között fennálló jövedelemegyenlőtlenségek állandóságával, magas energiafelhasználással (szénen alapulva, de a 2030-as évektől jelentős technológiaváltással). A földhasználatban globálisan ugyan nő a mezőgazdaságilag művelt terület, de a fejlett országokban kismértékben csökken; az erdőterületek csökkennek és egyre nagyobb mértékben energetikai (biomassza) hasznosításúak. Az OECD-országokban az üvegházgáz-kibocsátások csökkennek (Riahi és mtsai. 2011). Ennél a forgatókönyvnél érzékelhető, hogy bizonyos gazdasági trendek a magyarországi jövőbeli tervekkel nem esnek egybe (pl. szén szerepe az energiamixben, növekvő népességszám, csökkenő erdőterületek), míg az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkenése egybevág a stratégiai dokumentumokkal (Nemzeti Fejlesztési Minisztérium 2017).

Összességében a klímamodellek figyelembe veszik a globális gazdaság különböző várható folyamatait. Valamennyi modell leírásából érzékelhető, hogy a gazdasági folyamatok előrejelzésében viszonylag

nagy a bizonytalanság. A munkaerőpiac előrejelzése még ennél is összetettebb volna, így a modellekben a munkaerőpiac megjelenítése nem hangsúlyos, közvetett és csak néhány indikátort foglal magába.

6.2 A CIVAS-modell értelmezése a munkaerőpiaci folyamatokra

A NATÉR-adatbázis egésze a nemzetközi sztenderdeken alapuló, de a hazai szakirodalomban jelentősen továbbfejlesztett CIVAS-modellre épül (lásd pl. Pálvölgyi és mtsai. 2011). Mivel célunk a NATÉR-rendszer továbbfejlesztése volt, ezzel a fogalmi kerettel (1. ábra) dolgoztunk mi is a kutatásunkban.



1. ábra: A CIVAS-modell felépítése

Forrás: Pálvölgyi és mtsai. (2011)

A modell az éghajlati paraméterekkel jellemezhető, a vizsgált jelenségre vonatkoztatott kitettség és a hatásviselő rendszer időjárástól, éghajlattól függő viselkedését leíró érzékenység kombinációjából állítja elő a várható hatást. Emellett nem klimatikus tényezőkkel (zömmel társadalmi és gazdasági változókkal) ragadja meg a rendszer adaptációs (alkalmazkodási) képességét. Végül a sérülékenységet a várható hatás és az adaptációs képesség együttese adja ki (Pálvölgyi és mtsai. 2011).

Ebben a részben a fogalomrendszer munkaerőpiacra való átültetését-átültethetőségét vizsgáljuk, döntően a szakirodalom alapján. A későbbiekben, a módszertani részben ismertetjük, hogy a választott modellezési eljárásban milyen konkrét döntéseket hoztunk indikátoraink CIVAS-fogalomrendszerhez való illesztésekor. Előzetesen annyi megjegyzést teszünk, hogy az egyes elemek egymásra hatását közvetlenül a választott modellbe építettük be, így az elemeknél használt mutatók körét ugyan a modellfuttatás előtt meghatároztuk, de azok végleges listája és egymásra hatásai a modell eredményeiből adódtak.

6.2.1 Kitettség

A mért és modellezett éghajlati adatokban általában nagyfokú időbeli változatosságot tapasztalhatunk, amelyből valamilyen módszerrel a hosszú távú trendeket szükséges meghatározni – függetlenül attól, hogy az éghajlati hatásvizsgálatban milyen téma esetében alkalmazzuk ezeket az éghajlati paramétereket. Az éghajlattudomány általában többéves átlagokkal dolgozik, amelyeket tudományos konszenzus övez, de amelyek mögött élénk tudományos viták és részletes számítások állnak. Az általánosan használt 30 éves ablakok és tízéves felbontásaik a Meteorológiai Világszervezet (WMO)

ajánlásai; amelyek rögzített (pl. 1961–1990) vagy mozgó (pl. mindig a legutóbbi 30 év) idősorok is lehetnek.

A hosszú távú trendek megállapítására az átlagok és a mozgóátlagok használata általánosan elfogadott. Wilks (2012) bemutatja az optimális éghajlati normál kiszámítását, amely az 1–30 éves mozgóátlagok közül a tényadattól legkisebb négyzetes eltérést adó változatot keresi meg. Nemlineáris és nemstacionárius éghajlati paraméterek esetén azonban ez a módszer nem alkalmazható, ekkor regressziószámítások használhatók az előrejelzésre vagy a trendvizsgálatra.

A tíz- és harmincéves normák alkalmasságát a változó éghajlat megragadására a statisztikai számítások is megerősítették. Dixon és Shulman (1984) az Egyesült Államok északi területeinek hat mérőállomásának hatvanéves idősorán végzett Monte Carlo-szimulációkat a „megfelelő” időbeli felbontás kiválasztására, és a 10 és 30 év közötti átlagokat találta alkalmasnak a vizsgálatokhoz (de megemlítve, hogy az eredmények nem feltétlenül érvényesek más térbeli-időbeli kontextusokban).

A hazai vonatkozású kutatások között Spinoni és munkatársai (2015) a CarpatClim-adatok interpretálásakor ötéves mozgóátlagokat használtak az éghajlati trendek kimutatására. A NATÉR-hez készített eddigi kutatásokban az 1961–1990, az 1971–2000, a 2021–2050 és a 2071–2100 (2069–2098) időszakok átlagainak összehasonlítása volt az egyik leggyakrabban használt, jól értelmezhető és közérthető módszer, de a kutatók Whisker-box diagramokat és hisztogramokat is elemeztek, illetve az extrémértékeket szintén vizsgálták (Csorvási és mtsai. 2016). A hatásvizsgálatok között a hosszú idősorok változékonyságának simítására Zsibók és Sebestyén (2017) a közgazdaságtani modellezésben bevett Hodrick–Prescott-szűrőt alkalmazta.

A munkaerőpiac és a klímaváltozás egymásra hatását vizsgáló kutatások különböző, a kitettséget jellemző éghajlati paramétereket használnak. Az egyik, viszonylag elterjedt megközelítés a klímaváltozás munkatermelékenységre gyakorolt hatásának vizsgálata (Kjellstrom és mtsai. 2009; Urban és Steininger 2015), amely az elmúlt évtizedben új eredményekkel gazdagította a nemzeti és a globális léptékű kutatásokat. Ezek a munkatermelékenység hőterhelés miatti csökkenését számszerűsítették és a napközbeni nedvesgömb-hőmérséklettel számoltak kitettségi indikátorként, amely becslési eljárással a hőmérséklet- és relatívnedvesség-adatokból közvetlenül is számolható. Az indexet a hóhullámok okozta magyarországi többlethalálozás vizsgálatára használta Marton (2010), viszonylag vegyes eredményekkel.

A klímaváltozás és a munkaerőpiac kölcsönhatásainak vizsgálatában különálló témát jelent a mezőgazdaság, amely különösen érzékeny gazdasági szektor. A hazai irodalomban számos kutatás foglalkozott ezekkel a hatásokkal a főbb mezőgazdasági termesztett kultúrák esetében (Dobor és mtsai. 2016; Fodor és mtsai. 2017; Fodor, Pásztor és Németh 2014; Fogarasi és mtsai. é. n.; Micskei és mtsai. 2016). Ezek a termesztett növények fiziológiai adottságaiból levezetett kitettségi indikátorokat használnak, döntően a hőmérsékleti és csapadékparamétereket közvetlenül használva vagy azokból származtatott mutatókat előállítva – pl. Pálfai-féle aszályindex (Fiala és mtsai. 2014), besugárzás (Fodor, Pásztor és Németh 2014).

Ebben a kutatásban az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) és a megbízó Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat által rendelkezésre bocsátott, 1971. január 1. és 2010. december 31. között napi bontásban rendelkezésre álló CarpatClim-adatokkal dolgoztunk a kitettség számszerűsítésekor. Tízéves átlagokat vettünk figyelembe, hogy a tízévente sorra kerülő népszámlálások adataival azonos időbeli felbontással dolgozhassunk. A kitettség számszerűsítésekor a napi minimum-, maximum- és középhőmérséklet és a napi csapadékösszeg adataival dolgoztunk – részben ezekkel közvetlenül, részben ezekből származtatott mutatókat előállítva (ezeket lásd később).

6.2.2 Érzékenység

Az előbbieken áttekintett vizsgálatok közül némelyik foglalkozik a munkaerőpiaci érzékenységgel. Ezek közül a klímaváltozás munkatermelékenységre való hatásának elemzése tanulmányozta a hatásviselő éghajlati paraméterektől függő változását.

A munkatermelékenység érzékenysége vizsgálatok Kjellström és munkatársai (2009) a nedvesgömb-hőmérséklet alapján csökkenő munkavégzési hatékonyságcsökkenést vette figyelembe (amelyet a munkavédelmi szabványok alapján vizsgáltak), különböző munkavégzési típusok esetén (pl. irodai munka, építőipari vagy mezőgazdasági munka). A munkaerőpiac érzékenysége vizsgálatában a munkavégzési típusok közötti megkülönböztetés általános, amelyet a legtöbbször a kültéri-beltéri munka közötti megkülönböztetéssel vagy a gazdaság ágazati szerkezetével (mezőgazdaság–ipar–szolgáltatások) közelítenek (Urban és Steininger 2015). Utóbbinak egy, a hazai adottságokra módosított változatát használtuk, amennyiben kiemeltük a mezőgazdasági szektort (és kontrollváltozóként használtuk a többi szektor foglalkoztatási adatait).

A kifejezetten az agrárszektorra vonatkozó vizsgálatok (pl. AGRATÉR) érzékenységi indikátorai a munkaerőpiaci hatás értelmezésében kevés fogódzót nyújtanak. Az általánosabb sérülékenységvizsgálatok közül Farkas és munkatársai (2015) a gazdasági érzékenységet a mezőgazdasági foglalkoztatottak arányából, a mezőgazdasági kistermelésből származó jövedelem arányából és az iparban foglalkoztatottak arányából képezték, míg a társadalmi érzékenységet a légzőszervi és keringési betegek 1000 lakosra jutó számából, a háziorvosi rendelésen megjelentek 1000 lakosra jutó számából, valamint a 65 év felettieknek az állandó népességből való arányából hozták létre (települési szintű adatok) dél-alföldi esettanulmányukban.

Szintén a gazdasági érzékenység részeként vizsgálta a gazdaság ágazati összetételét az ESPON Climate projekt (Greiving 2011), amely elsősorban a turizmus, a mezőgazdaság és az erdőgazdálkodás által erősebben érintett térségek magasabb érzékenységet mutatta ki. A megyei bontású adatok alapján az érzékenység Budapest esetében európai összevetésben is nagyon magas, négy-négy megyében magas és közepes, a többiben alacsony – vagyis az országon belüli különbségek nagyok.

Előbbieket közül – mint később bemutatjuk – a mezőgazdaság foglalkoztatási részaránya bizonyult jó magyarázó erejű érzékenységi indikátornak a munkaerőpiac klímaérintettségének kifejezésekor.

6.2.3 Várható hatás

A várható hatás vizsgálata a komplex társadalmi-ökológiai rendszerekben némileg eltér a klímaváltozás hazai kutatásában meghatározó CIVAS-moddal értelmezésétől. Ahogyan Adger (2006) bemutatja, a várható hatás a természeti veszélyek kutatásából került a sérülékenységvizsgálatokba, ahol a természeti veszélyek a bekövetkezési valószínűségek és az adott veszély bekövetkezésekor keletkező hatások együttesét jelentik. Természetesen az éghajlatváltozás egésze ebből a szempontból nehezen értelmezhető, mert a bekövetkezés valószínűsége nem úgy értendő, hogy az éghajlatváltozás vagy bekövetkezik, vagy nem (ugyanakkor egyes klímaparaméterek bekövetkezési valószínűsége megbecsülhető). A klímaváltozáshoz kapcsolódó sérülékenységvizsgálatok Adger által áttekintett megközelítései egybevágóak a CIVAS-moddal, amennyiben a sérülékenységet a kitettség, az érzékenység és az alkalmazkodóképesség együttesen határozzák meg. Ugyanakkor ebben a terminológiában a várható hatás nem jelenik meg.

Létezik viszont az a néhány kutatás, amelyek a munkaerőpiaci hatásokkal foglalkoznak, és az előbbieken a modellek kitettségi és érzékenységi részeit már bemutattuk.

A klímaváltozás miatti munkatermelékenység-csökkenésből adódó várható hatásokat Kjellström és munkatársai (2009) a HadCM3 klímamodell A2 és B2 scenáriója esetében (Nakicenovic és mtsai. 2000) elemezte 2020-ra, 2050-re és 2080-ra, globális léptéken. A klímaváltozásból adódó munkaóra-csökkenést (a jelenlegi állapothoz képest, 2050-ben, az A2 kibocsátási forgatókönyv alapján) Európa három altérsege esetében 0,5% alattinak becsülték (míg ez a csökkenés pl. Latin-Amerika középső részén 18,6%, a szubszaharai Afrika keleti részén pedig 4,9%) – azaz ebből a szempontból Magyarországon is kisebb hatással lehet számolni. Ezekkel az eredményekkel egyezik Urban és Steininger (2015) ausztriai esettanulmánya, ahol a munkaóra-csökkenést 2016–2045 között modelltől függően 0,005% és 0,15% közé tették.

A munkatermelékenység-csökkenés pénzbeli hatásainak kiszámítására Urban és Steininger (2015) hoztak példát, a kieső béreken keresztül. Ausztria esetében a feldolgozóiparban és a kereskedelemben együttesen ezt a hatást 2016–2045 között évi 6 millió euróra becsülték (közepes mértékű klímaváltozás esetén), de az érték 58 millió € is lehet nagymértékű változáskor. Az országon belüli hatások mérésében azonban számos olyan előfeltételezéssel kellett élniük a vizsgálat során – például hogy a foglalkoztatásbővülési trendek ágazatonként és NUTS 3 régióként nem különböznek –, amelyek leszűkítőnek tekinthetők. Hasonló korlátokkal a gazdasági modellezésben Zsibók és Sebestyén (2017) is szembesült.

Az általánosabb gazdasági hatás mérésében az ESPON Climate kutatása jelentős (Greiving 2011). A vizsgálatok Magyarország esetében elsősorban a mezőgazdaság számára kedvezőtlen hőmérséklet-emelkedés és csapadékcsökkenés miatt negatív hatásokat vetítettek előre. A társadalmi hatások (pl. tengerszint-emelkedés) Magyarország esetében marginálisaknak adódtak.

6.2.4 Alkalmazkodóképesség

Az alkalmazkodóképesség körébe különböző társadalmi és gazdasági jellemzők tartoznak, amelyek tulajdonképp azt a mozgásteret mutatják be, amellyel a társadalom „ki tudja védeni” a klímaváltozás kedvezőtlen hatásait. A munkaerőpiac alkalmazkodóképessége szempontjából a legfontosabbnak azokat a közelmúltbeli kutatásokat tartjuk, amelyek a munkaerőpiac rezilienciáját elemezték. Ezek a vizsgálatok ugyan a klímahatást legtöbbször nem vizsgálták, de az elemzések logikailag rokoníthatók a CIVAS-modell alkalmazkodóképesség-fogalmával.

Bigos és munkatársai (2013) a kapitalizmusváltozatok (varieties of capitalism, VoC) irodalma alapján a munkaerőpiaci intézményrendszer figyelembevételét javasolta. A koncepcionalizálás során a munkaerőpiaci kihívásokat (pl. gazdasági válság), a munkaerőpiaci változásokat formáló társadalmi kontextusokat, a munkaerőpiaci válaszokat (hatásokat) és a kihívásokra adott kontextusfüggő válaszok eredményét, vagyis a kimeneteket mérték. A reziliencia ezt a négy fogalmat köti össze. Az európai országokra kiterjedő, az országos adatokkal dolgozó regressziós vizsgálat során (Bigos és mtsai. 2014) használt két függő változó a munkanélküliségi ráta és a szegénység vagy társadalmi kirekesztődés kockázatának kitettek aránya volt. A független változók a vásárlóerő-paritáson mért GDP, az intézményrendszert leképező négy változó (munkaerőpiaci beavatkozások ráfordításai, átlagos munkaórák száma, munkaszerződés típusa, a munka adóztatása), az egy főre jutó GDP regionális egyenlőtlenségei, valamint a képzettség (középfokú végzettségűek aránya) voltak. A kutatás megállapításai szerint a különböző változók különböző kombinációi voltak meghatározók függően attól, hogy melyik évre vonatkozó adatokat elemeztek és milyen sérülékeny csoportokat (pl. bevándorlók, fiatalok) vizsgáltak.

A munkaerőpiaci rezilienciakutatások nemzetállam alatti, regionális szintre is készültek, némileg eltérő változókészlettel. Nyström (2017) vállalati adatok segítségével vizsgálta a cégek megszűnését és az egy

éven belüli újrafoglalkoztatást (mint a reziliencia mérőszámát) Svédország 81 munkaerőpiaci (ingázási adatok alapján kijelölt) vonzáskörzetében. Az újrafoglalkoztatást magyarázó változók között a regresszióelemzésben a megszűnt cégek jellemzői, a térség aktív korú egyéneinek jellemzői, a helyi gazdaság szerkezeti jellemzői (ágazati összetétel, munkanélküliségi ráta, nagyvárosi jelleg, élhetőség) szerepeltek.

Chapple és Lester (2010) az 1980-as és 1990-es évtizedre, az Amerikai Egyesült Államok nagyvárosi régióinak munkaerőpiaci rezilienciájáról készült vizsgálatának fontos módszertani sajátossága, hogy a reziliencia két típusát különböztette meg: (1) amikor a rezilienciát mint kimenetet értelmezve egy térség valamely indikátort tekintve az átlag alatt szerepelt a vizsgált időszak elején, de javított pozícióin a vizsgált időszak végére (ezáltal új egyensúlyi helyzetet ért el), valamint (2) a rezilienciát folyamatként értelmezve egy térség romló tendenciákat mutatott az első vizsgált évtizedben, de a második vizsgált évtizedben változtatott ezen a trenden (ezáltal az útfüggőségből ki tudott mozdulni).

Martin (2012) a régiók rezilienciáját munkaerőpiaci és általános gazdasági szempontból négy dimenzióra bontotta:

- ellenállóképesség (resistance): mennyire érzékeny vagy sérülékeny az adott térség a gazdasági változásokra, például a recesszióra;
- kilábalás (recovery): milyen gyorsan és milyen mértékben tud egy térség egy recessziós sokkhatásból kilábalni;
- átalakulás (reorientation): milyen mértékben tud szerkezetváltás végbemenni és ennek milyen hatásai vannak pl. a munkahelyekre;
- megújulás (renewal): helyre tud-e állni az adott térség sokk előtti növekedési pályája.

Bár ez a megközelítés logikailag hasznos megkülönböztetéseket tesz, a klímaváltozás hatásaira való alkalmazást korlátozza, hogy a klímaváltozás nem értelmezhető egyszeri sokkhatásként a regionális gazdaságokra olyan módon, mint például egy gazdasági válság.

Szintén hasznosnak gondoljuk azt a rezilienciaelemzési keretet, amelyet Pike, Dawley és Tomaney (2010) javasoltak a gazdaságpszichológia és az evolúciós gazdaságföldrajz eredményeinek figyelembevételével. Ez a megközelítés a szereplőket (agents), a mechanizmusokat (mechanisms) és a helyeket (sites) állítja a középpontba. Az alkalmazkodóképességben meghatározók a gazdasági szereplők és a közöttük levő viszonyok, a társadalmi kapcsolatok, a gyenge kötések (vö. Grabher és Stark 1997). A mechanizmusok között kitüntetett szerepe van a bezáródás (lock-in) vizsgálatának és a gazdaság ágazatszerkezeti (pl. kapcsolódó változatosság) elemzésének (Eriksson és Hane-Weijman 2017; Elekes és Juhász 2017). A szerzők a helyek kevésbé merev felfogását javasolják: azaz az elemzések legyenek figyelemmel a gazdaság szerveződésének területi egységeire és különböző földrajzi léptékeire, illetve ezeket vessék egybe az intézményi-szabályozási-közigazgatási környezet működési léptékeivel (Pike, Dawley és Tomaney 2010).

A munkaerőpiac alkalmazkodóképessége szempontjából a rezilienciavizsgálatok mellett fontosak az egyszektoros vizsgálatok; így például az agrárszektor klímaváltozással való érintettségének kutatásai, amelyek az alkalmazkodási indikátorok között a munkaerőpiacra is utaló adatokkal dolgoztak. Az AGRATÉR-kutatásban például az Általános Mezőgazdasági Összeírás (ÁMÖ) 2010-es felméréséből származó adatokból az üzemvezető képzettségét használták alkalmazkodóképességi indikátorként (N. N. 2015). Az egyszektoros vizsgálatok mellett a migrációt mint adaptációs lépést felfogó vizsgálatok (McLeman és Smit 2006; Reuveny 2007) is relevánsak a munkaerőpiac szempontjából.

6.2.5 Sérülékenység

A klímaváltozás és a munkaerőpiac kapcsolatát leíró kutatáshoz a társadalom sérülékenységének általános vizsgálata szolgálhat adalékokkal. A társadalmi sérülékenység vizsgálatának a társadalomtudományokban kiterjedt irodalma van, ezek jelentősebb része a sérülékenységvizsgálatot nem hozza összefüggésbe környezeti tényezőkkel, így a klímaváltozással sem. Emellett a kutatások sokszor összekeverik a sérülékenység mint állapot (következmény) és a sérülékenység mint folyamat eltérő megközelítéseit (Adger 2006).

A társadalmi sérülékenység vizsgálata a társadalomtudományi irodalomban ugyanakkor fontos belátásokat jelenthet a munkaerőpiac klímásérülékenységének elemzésekor. Cutter, Boruff és Shirley (2003) szakirodalmi összefoglalása alapján a következő tényezők vehetők figyelembe:

- társadalmi státusz (jövedelem, politikai hatalom, presztízs);
- nem (a férfiak és a nők sérülékenysége különbözik);
- etnicitás;
- kor;
- kereskedelmi és ipari fejlettség (amely egy térség „gazdasági egészségét” jellemzi);
- foglalkoztatáscsökkenés (egy sokkhatás következtében hogyan csökken a foglalkoztatás);
- városi/vidéki jelleg;
- lakásjellemzők (érték, minőség stb.);
- infrastruktúra (pl. utak, közművek állapota);
- lakásbérlet (a lakástulajdonosok és a bérlők aránya – utóbbi veszélyeztetettebb csoportot jelent);
- foglalkoztatás (ezalatt elsősorban az ágazati szerkezet értendő, de a foglalkoztatottak különböző tulajdonságai is);
- háztartásszerkezet;
- képzettség;
- népességnövekedés;
- egészségügyi szolgáltatások;
- szociális ellátások (és az abban részesülők száma);
- sajátos szükségletű társadalmi csoportok jelenléte (pl. fogyatékkal élők, hajléktalanok stb.)

A fenti indikátorokból az Egyesült Államok megyéinek társadalmi sérülékenységét számították ki. Emellett megvizsgálták, hogy az 1990-es években minősítették-e bármikor katasztrófa által sújtott területnek az adott megyét – az eredmények szerint a két jelenség között nagyon gyenge negatív kapcsolat volt. Ugyanakkor ebben a kutatásban a sérülékenységet a CIVAS-moddal szemben a természeti tényezőktől (a kitettségétől) független fogalomként definiálták, ami miatt a megközelítés nem vihető át egy az egyben a klímaváltozás munkaerőpiaci hatásainak CIVAS-megközelítésen alapuló vizsgálatába. Ennek ellenére a foglalkoztatást magyarázó és a kontrollváltozók között Cutter és munkatársai (2003) vizsgálatával átfedő változókat ebben a kutatásban is alkalmaztunk.

7 A FELHASZNÁLT ADATOK LEÍRÁSA

Ebben a fejezetben bemutatjuk a kutatás során felhasznált adatok körét. A tárgyalást két alfejezetre bontottuk: előbb a felhasznált klímaparamétereket tekintjük át, majd a társadalmi-gazdasági változók körét és forrásait mutatjuk be.

7.1 Klímaparaméterek

A kutatásban az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) és a megbízó Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat által rendelkezésre bocsátott CarpatClim-adatokkal dolgoztunk az éghajlati paraméterek (a kitettség) számszerűsítésekor. A CarpatClim-rácsra (0,1°×0,1°) rendelkezésre álló adatok a mérési adatok homogenizálásával és interpolációjával (MISH és MASH eljárások) készültek.

Minden esetben tízéves átlagokkal számoltunk: a tízéves átlagolás egyrészt klimatológiailag indokolható, másrészt pedig egybevág a tízévente sorra kerülő népszámlálások időablakával.

A klimatológiailag értelmes, egyben társadalmilag releváns (az éghajlat társadalmi és gazdasági hatásainak számszerűsítéséhez megfelelő) klímaparaméterek előállításához kiindulópontként a CarpatClim-adatokon végzett elemzéseket használtuk fel (lásd pl. Lakatos Mónika és mtsai. 2016), illetve beépítettük az AGRATÉR-kutatásban is használt aszályindexet (N. N. 2015). A munkaerőpiaci szempontból sem elvetendő indikátorok közül a kutatói mérlegelés után az alábbi, 2. táblázatban szereplő változókat illesztettük be magyarázó változóként a későbbiekben ismertetendő modellekbe.

Indikátor	Definíció
napi középhőmérséklet	január–decemberi, május–októberi és november–áprilisi időszakokra bontottuk
csapadékmentes napok száma	azon napok száma az évben, amikor a napi csapadékösszeg = 0 mm
korrigálatlan Pálfai-féle aszályindex (PADI)	a levegő középhőmérséklete az április–augusztusi időszakban (°C) osztva az október–augusztusi időszak súlyozott csapadékösszegével (mm)
hőségnapok száma	azon napok száma az évben, amikor a napi maximumhőmérséklet > 30°C
trópusi éjszakák száma	azon napok száma az évben, amikor a napi minimumhőmérséklet > 20°C
fagyos napok száma (március–május)	azon napok száma az évben, amikor a napi minimumhőmérséklet < 0°C

hőhullámos napok száma	azon napok száma az évben, amikor a napi középhőmérséklet $> 25^{\circ}\text{C}$
extrém csapadékú napok száma	azon napok száma, amikor a napi csapadékösszeg ≥ 20 mm (az idősorban külön vizsgáltuk a január–decemberi és a május–októberi időszakot)
extrém hideg napok száma	azon napok száma az évben, amikor a napi minimumhőmérséklet $< -10^{\circ}\text{C}$
fagymentes napok száma	azon napok száma, amikor a minimumhőmérséklet $> 0^{\circ}\text{C}$

2. táblázat: A kitettség mérésére figyelembe vett klímaparaméterek felsorolása

7.2 Társadalmi és gazdasági adatok

A modellekben a munkaerőpiac jellemzésére a népszámlálási személyadatokat használtuk 2001-ből és 2011-ből. A teljes adatkörrel dolgoztunk, azaz adatbázisunkban egy sor egy megfigyelt magyarországi személy adatait tartalmazza anonimizált formában. Az adatbázis a Központi Statisztikai Hivatal és az MTA KRTK által közösen üzemeltetett KSH-KRTK Kutatószobában volt hozzáférhető.

A számítások során az alábbi, az egyének munkaerőpiaci helyzetét leíró változókat használtuk a két népszámlálásból (3. táblázat):

2001		2011		Magyarázat
SZEV	Születésének ideje (év)	SZEV	Születésének ideje (év)	Csak a a munkavállalási korú (15–64 éves) népességgel foglalkozunk.
NEME	Neme (férfi/nő)	NEME	Neme (férfi/nő)	A munkaerőpiaci helyzetet az egyén neme befolyásolja.
GAKT	Gazdasági aktivitás (foglalkoztatott vagy nem, tanul-e)	GAKT	Gazdasági aktivitás (foglalkoztatott vagy nem, tanul-e)	A munkaerőpiaci helyzet alapvető ismérve.
FAGA	Munkáltatójának, vállalkozásának fő tevékenysége (TEÁOR-kód szerint – mezőgazdaság, ipar,	MUNKKOD	Munkáltatójának, vállalkozásának fő tevékenysége (TEÁOR-kód szerint – mezőgazdaság, ipar,	A munkaerőpiacon különböző helyzeteknek feleltethetők meg a különböző

	építőipar, szolgáltatások, kötségvetési ágak szerint bontva)		építőipar, szolgáltatások, kötségvetési ágak szerint bontva)	gazdasági szektorok.
HOVA, MASHOVA, INGKOD	Hol, melyik településen dolgozik? (azonos, változó vagy más településen); Ingázási viszonylat (helyben dolgozik, máshol dolgozik, nem dolgozik)	INGAZAS	Ingázási kód (helyben dolgozik, máshol dolgozik)	Az ingázási és a foglalkoztatási viszony együttes leírására használt változók.
IRELO	Az iskolarendszerben elvégzett legmagasabb osztályszámok	IRELO	Az iskolarendszerben elvégzett legmagasabb osztályszámok	Az iskolázottsági szint a munkaerőpiaci helyzetet nagyértékben befolyásolja.
ENEMZ	Melyik nemzetiséghez tartozónak érzi magát? (elsőként megnevezett)	ENEMZV	Melyik nemzetiséghez tartozónak érzi magát? (elsőként megnevezett)	A munkaerőpiaci helyzetet befolyásoló ismérv.
		BAKAD1, BAKAD2, BAKAD3	Tartós betegség akadályozza-e valamiben?	Ez az ismérv hátrányt jelenthet a munkaerőpiacon.

3. táblázat: A modellezés során felhasznált, a munkaerőpiaci helyzetet leíró változók a 2001-es és a 2011-es népszámlálásból

A munkaerőpiac térbeli dinamikáinak modellezésére a népszámlálási adatok mellett a 2011-es népszámlálási számlálókörzetekre (45 555 db) vonatkozó, az MTA KRTK által fejlesztett GEO adatbázist is használtuk (MTA KRTK és CEU 2015). A számlálókörzetek lakónépességgel súlyozott középpontjai EOV-koordinátákban vannak megadva az adatbázisban. A GEO a számlálókörzetek leíró adatai mellett többek között elérhetőségi, intézményi (bölcsődék, óvodák, közoktatási, felsőoktatási, egészségügyi, szociális intézmények címei) és céges telephelyadatokat tartalmaz.

A modellezés során a KSH T-STAR-adatbázisból (amely települési szintű adatokat tartalmaz) a 2001-es és a 2011-es vendégéjszakák számát használtuk fel a turizmus hatásának vizsgálata érdekében.

8 A MODELLEZÉS MÓDSZERTANA

8.1 Az adatok és a futtatás léptéke – a módosítható területi egység problémájának kezelése

A kutatás során felhasznált adatok különböző vonatkozási léptékűek (az egyénektől és a népszámlálási számlálókörzetektől a CarpatClim-rácsig), így a modellfuttatáshoz ezeket valamilyen térstatistikai módszerrel „közös nevezőre” kellett hozni. Az adatok térbeli homogenizálásakor szükségszerűen fellép a módosítható területi egység problémája (modifiable area unit problem, MAUP). Ezt a problémát definíció szerint nem lehet megoldani, csak valamilyen módon kezelni (Dusek 2004). A továbbiakban a le- és felskálázás különböző módszertani lehetőségeit és a választott megoldásokat mutatjuk be.

A klímaváltozás munkaerőpiaci kutatásában is fontos szempont, hogy a klímaváltozás különböző léptékekre hat: hat az egyénre, a háztartásra, a helyi (önkormányzati) szintre stb. A klímaváltozás jövőbeli éghajlati paramétereiről a CarpatClim-rács léptékén rendelkezünk részletes modellszámításokkal, a múltbeli éghajlati adatok is ezen a léptéken érhetők el homogenizált módon. A CarpatClim-rács a közigazgatási léptékkel összevetve a település és a járás közötti méretű területi bontást jelent. Az érzékenységi, alkalmazkodóképességi és sérülékenységi értelmezhető az egyénre, de fontos az aggregált (kutatásunkban a CarpatClim-rácson mért) adatok közlése is, hiszen a területi közigazgatás beavatkozási léptéke (pl. a megyei és települési klímastratégiákkal) az ezen a léptéken rendelkezésre álló adatokat igényli.

8.1.1 Az adatok le- és felskálázása

A korábbi magyarországi, a klímaváltozás hatásáról szóló kutatásokban különböző le- és felskálázási, a térbeli felbontást „javító” megoldásokat alkalmaztak az egyes szerzők a klímaadatok és a társadalmi mutatószámok egységes térbeli léptékre való hozására. A korábbi, kistérségi léptékű vizsgálatoknál ugyanis a társadalmi adatok jobb felbontása párosult a rosszabb felbontású klímaadatokkal. Pálvölgyi és munkatársai (2011) például az 50 km-es felbontású, 306 rácpontot tartalmazó klíma-moddellel számoltak; a kistérségekhez a kistérséghez legközelebbi öt rácpontnak a távolság reciprokával súlyozott értékeit rendelték hozzá. A rendelkezésre álló éghajlati adatok felbontása az utóbbi években javult, és a jelenleg futó kutatások révén több, pontosabb és (legalábbis bizonyos területekre) jobb térbeli felbontású adatok is rendelkezésre állnak (Zsebeházi 2018).

A korábbi hatásvizsgálatokban a modelladatok le- és felskálázása különbözőképpen valósult meg a CIVAS-modell tényezőitől függően. A kistérségi indikátorok esetében Farkas és munkatársai (2015) települési vizsgálatukban az éghajlati adatok nem eléggé részletes felbontása miatt közvetve is megpróbálták számszerűsíteni a kistérséget: a belterület nagysága (amely a városi hőszigetetre utal) és a településen szolgáltatott víz mennyisége (mint a szűkösségre utaló tényező) egyaránt figyelembe lett véve. Az adatösszevonásra és adathomogenizálásra a minimum-maximum-normalizálást alkalmazták (Farkas, Rakonczai és Hoyk 2015). Az érzékenységvizsgálatokhoz használt adatok általában a klímaadatoknál jobb felbontásúak – pl. talajadatok (N. N. 2015; Pálvölgyi és mtsai. 2011), 1°C-os többlethőmérséklet-növekedésre számított relatív napi halálozásnövekmény, közúti baleseti adatok (Bihari 2015) –, így le- és felskálázásukra a legtöbb esetben nincs szükség; a várható hatás mérési léptéke pedig az éghajlati paraméterekével egyezik meg. Az alkalmazkodóképesség mérésében hivatalos statisztikai adatokkal dolgoztak, amelyek települési vagy kistérségi/járási léptékűek voltak (Pálvölgyi és mtsai. 2011; Sütő 2016); illetve lehetőség volt kérdőíves felmérésből származó adatok felhasználására, amelyek vagy a

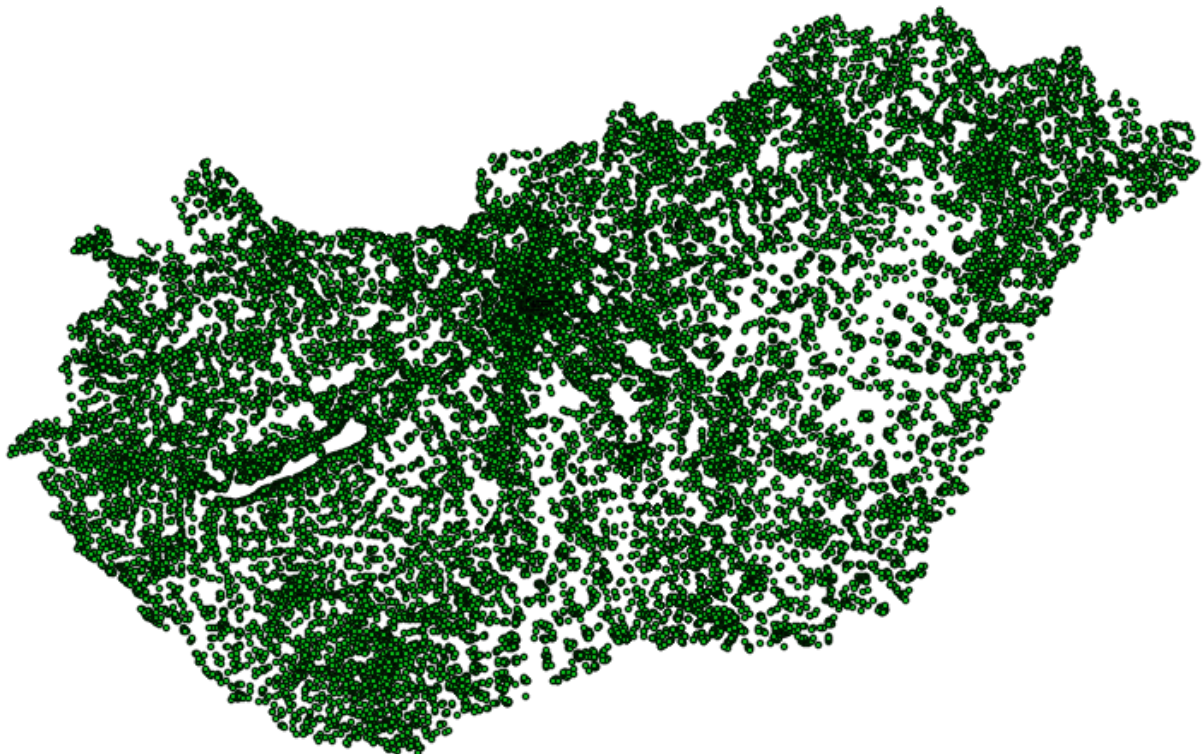
CarpatClim-rácsra voltak aggregálhatók (N. N. 2015) vagy megyei léptékűek voltak (Baranyai és Varjú 2017). Mivel a sérülékenység az előbbi CIVAS-tényezők alapján állítható elő, így a „legrosszabb” térbeli felbontású indikátor lesz a mérvadó.

Természetesen lehetőség van a vizsgálat adott léptéken való lefuttatása után az eredmények leskálázására: ez történt Zsibók és Sebestyén (2017) vizsgálatában, ahol az országos léptéken futó gazdasági modell eredményeit bontották megyei szintre. A módszer előnye volt, hogy az országosnál részletesebb felbontásban lehetett állításokat tenni a gazdaság területi folyamatairól, viszont a módszer hátránya, hogy nem vette figyelembe az endogén hatásokat és a térkapcsolatokat.

8.1.2 Népszámlálási számlálókörzetek kapcsolása a CarpatClim-rácshoz

Vizsgálatunkban a CarpatClim-rácson hozzáférhető klímaadatokkal dolgoztunk, az általunk használt társadalmi mutatószámok viszont a népszámlálási számlálókörzetek léptékén férhetők hozzá, így a továbbiakban bemutatjuk a kettő összekapcsolásának módszertanát.

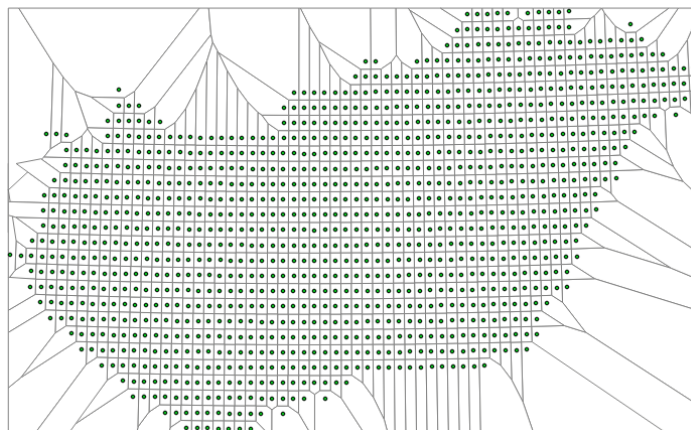
A számlálókörzeteket reprezentáló pontok és a klimatikus adatok rádspontjainak összekapcsolását a QGIS térképező szoftver segítségével végeztük el. A korábban bemutatott GEO-adatbázisból rendelkezésünkre álltak a 2011-ben 15–64 éves nem tanuló lakosokkal rendelkező népszámlálási számlálókörzeteknek a népesség eloszlásának figyelembevételével létrehozott centroidjai. Ezek elhelyezkedését a 2. ábra szemlélteti.



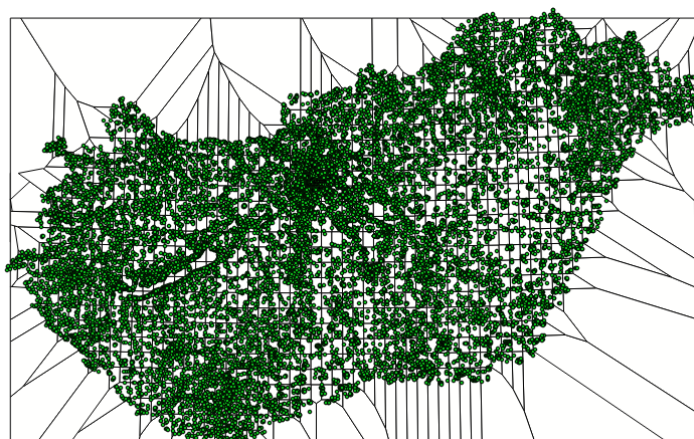
2. ábra: 15–64 éves nem tanuló lakosokkal rendelkező 2011-es népszámlálási számlálókörzetek

Elsőként az országban kelet-nyugati és észak-déli felosztásban egyaránt kb. 10 kilométerenként elhelyezkedő CarpatClim-rádspontok köré szerkesztettünk úgynevezett Voronoi-poligonokat, melyekkel a teret felosztottuk az adott mérőhelyhez legközelebb eső pontokat magukban foglaló területekre. E területek tehát alapesetben szintén kb. 10×10 kilométeres egységek. A CarpatClim-

rácspontokat és a belőlük képzett Voronoi-poligonokat a 3. ábra szemlélteti, s az egyes CarpatClim-rácspontokhoz tartozó területeken belül a számlálókörzetek eloszlását a 4. ábra mutatja.



3. ábra: A CarpatClim-rácspontokhoz tartozó Voronoi-poligonok

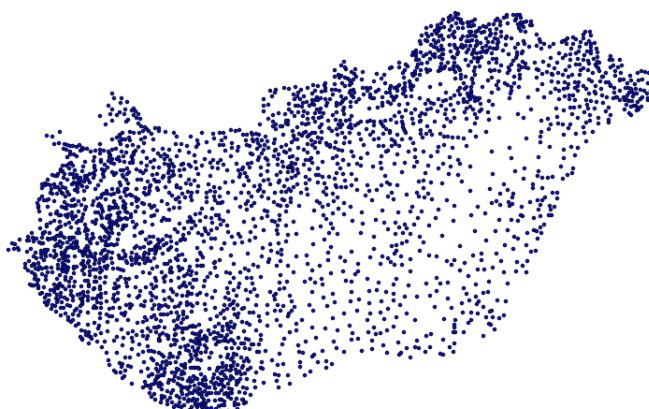


4. ábra: A Voronoi-poligonok és a számlálókörzetek együttes elhelyezkedése

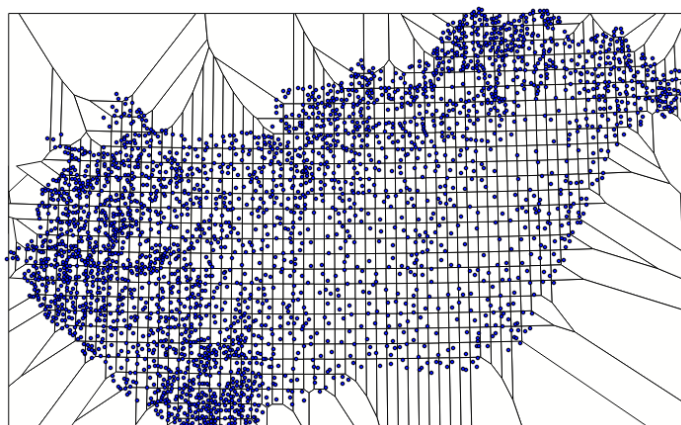
Az így létrejött területeken belüli számlálókörzet-centroidokat hozzárendeltük a legközelebbi CarpatClim-rácsponthoz. Ahogy a 4. ábra is mutatja, egyes számlálókörzet-centroidok a magyarországi CarpatClim-rácspontok kiterjedése által meghatározott téglalapon kívülre kerültek, így ezeket manuálisan rendeltük hozzá a legközelebbi rácsponthoz.

Az így kapott hozzárendelésekben ugyanakkor csak a 2011-ben számunkra releváns számlálókörzetek szerepelnek. A többi számlálókörzet Carpatclim-rácspontokhoz való rendeléséhez (ezekre is rendelkezünk adatokkal, ám az általunk használt GEO-adatbázisban nem szerepeltek, így pontos helyüket nem tudtuk, csak azt, hogy melyik településhez tartoznak) a településcentroidokat használtuk, melyek elhelyezkedését az 5. ábra szemlélteti. A népszámlálási adatoknak megfelelően a budapesti kerületek külön településekként szerepeltek.

Ezeket a népesség eloszlását is számításba vevő geometriai településközéppontokat a számlálókörzet-centroidoknál már említett módon rendeltük CarpatClim-rácspontokhoz (6. ábra). A kimaradó számlálókörzeteket tehát a településük középpontja alapján társítottuk CarpatClim-rácspontokhoz.

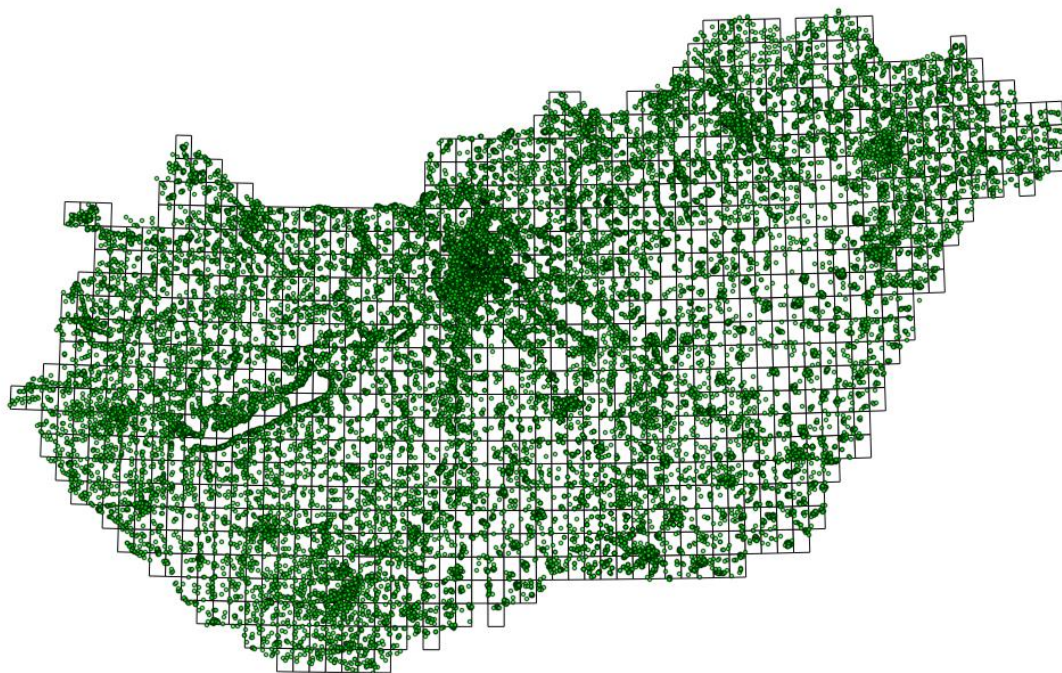


5. ábra: A magyarországi települések településcentroidjai (2011)



6. ábra: A településcentroidok és a CarpatClim-rácsból képzett Voronoi-poligonok

A hozzárendelésünk bár Voronoi-poligonok alapján ment végbe, valójában a 7. ábra rácsozása és annak országhatáron túli kiterjesztése volna pontosabb, hiszen az országhatáron kívül is vannak CarpatClim-rácspontok, melyekhez a hozzárendelési szabály szerint (a népszámlálási körzethez tartozó legközelebbi CarpatClim-rácspont) az országhatáron túli CarpatClim-rácspontok tartoznának (ezek viszont nem szerepelnek az éghajlati adatokat tartalmazó adatbázisunkban). Ugyanakkor, ahogy az ábrán is látszik, ez kevés számlálókörzetet érint, illetve a határon túli CarpatClim-rácspontokkal számolva feltehetően nagyon hasonló eredményeket kapnánk. Így tehát a határhatást kicsinek ítéltük, s mivel nem álltak rendelkezésünkre a határon túli CarpatClim-rácspontok klímaadatai, azokkal nem korrigáltunk.



7. ábra: A magyarországi CarpatClim-rácspontok által meghatározott rács és a népszámlálási számlálókörzetek összevetése

8.2 A modellezés módszertana

A klímaváltozás esetleges munkaerőpiaci hatásának feltárását célzó empirikus modell megválasztása során az alábbi szempontokat vettük figyelembe:

- A modell kis számú, könnyen mérhető és megbízható társadalmi-gazdasági változóval dolgozzon.
- Tegye lehetővé egy vagy néhány sérülékenységi indikátor kialakítását.
- Ugyanakkor az indikátor(ok) érvényessége ellenőrizhető legyen további, nehezebben illetve ritkábban elérhető változókkal.
- Aggregációs szintje feleljen meg a meteorológiai mérések aggregációs szintjének. Az itt használt CarpatClim-adatok a rácspontok körüli kb. 10×10 km-es területekre vonatkoznak: ezek esetenként több települést fednek le, más esetekben pedig egy településen belül több is található belőlük. A települési szintű KSH T-STAR-adatok, illetve a mikroadatok esetében a településkódok ezért nem használhatók, a népszámlálásokban elérhető számlálókörzet szintű adatok CarpatClim-rácshoz való kapcsolása azonban megoldható (lásd a 8.1.2 fejezetet).

A klímaváltozás lassú folyamat, amely évtizedeken keresztül fejti ki a hatását. A CarpatClim-adatok az 1971–2010-es időszakot fedik le, ezért felmerülhet, hogy miért nem az 1970-es és 2011-es népszámlálásokat használjuk az esetleges munkaerőpiaci következmények feltárására. Erre részben technikai okokból, részben elvi megfontolásokból nem került sor. Egyrészt az 1970-es census egyéni adatait a rendelkezésre álló információk alapján nem tudtuk volna CarpatClim-rácsponthoz kapcsolni. Másrészt, és ez a fontosabb szempont, 1970 és 2011 között olyan óriási változások zajlottak le a

munkaerőpiacon és az egész gazdaságban, amelyek minden ilyenfajta összehasonlítást illuzórikussá tettek volna. Ehelyett egy rövidebb, de azért a mikroadatokon alapuló gazdasági elemzésben hosszúnak számító időszak (2001–2011) változásait fogjuk elemezni, ami technikailag is megoldható.

A modellezésben a kétezres évek (2001–2010) és a hetvenes évek (1971–1980) átlagos értékeiből számított rácsponti szintű *változásokat* használjuk klímaindikátorként. Ennek alternatívája a 2001–2010-es klímaadatok használata lehetett volna, de úgy gondoljuk, hogy ha léteznek a klímaváltozás által indukált munkaerőpiaci változások, azokat nem az egyidejű, évről évre történő, kis mértékű elmozdulások magyarázzák, hanem az a lassan érlelődő belátás a társadalom tagjai részéről, hogy nem átmeneti ingadozásokról, hanem trendszerű és egyelőre visszafordíthatatlannak tűnő változásokról van szó.

Modellünk kiindulópontja az alábbi egyenletrendszer:

$$[1a] \quad E_{ik0} = \gamma Z_{ik0} + \theta_{0k} M_{k0} + v_{ik0}$$

$$[1b] \quad E_{ik1} = \gamma Z_{ik1} + \theta_{1k} M_{k1} + v_{ik1}$$

$$[2] \quad \Delta\theta_k = \beta X_{k0} + \gamma Y_{k0} + \delta_1 \Delta K_k + \delta_2 \Delta K_k \times Y_{k0} + u_k$$

Az (1a) és (1b) egyenletek mintáját a 2001. és 2011. évi népszámlálásokban (a 0 és 1 alsó indexekkel jelzett időszakokban) megfigyelt, 15–64 éves, nem tanuló lakosok – potenciális munkavállalók – alkotják. Az egyenletek a legátfogóbb lokális munkaerőpiaci „sikermutatót”, a helybeni foglalkoztatás esélyét becslik.

Az egyenlet bal oldalán a k -ik mérőhelyen lakó i -ik személy foglalkoztatását mérő kétértékű (dummy) változó áll, melynek értéke 1, ha a k -ik mérőhelyen élő, i -ik megfigyelt személy a népszámlálás időpontjában a k -ik rácsponton dolgozott, és 0 ha nem.¹ A probabilisztikus regresszió jobb oldalán szereplő Z_{ik} változók a foglalkoztatási esélyt meghatározó legalapvetőbb egyéni jellemzőket mérik: nem, életkor, életkor négyzete, iskolázottság, roma etnikum, fogyatékoság. Az M_k kétértékű változók a CarpatClim-rácspontok körüli körzeteket azonosítják.² Az ezekhez tartozó Θ_k fix hatások azt mérik, hogy a foglalkoztatási esélyt hogyan befolyásolta a lakóhely 2001-ben, illetve 2011-ben, azonos nem, életkor, iskolázottság, etnikum és egészségi állapot esetén. Az (1a) és (1b) egyenleteket lásd a Függelékben.

A (2) egyenletben ezeknek az összetételhatásoktól megtisztított lakóhelyi fix hatásoknak a 2001 és 2011 közötti *változását* vizsgáljuk. A megfigyelési egység ebben az esetben a CarpatClim-rácsponthoz tartozó körzet. A foglalkoztatási esély körzetspecifikus változását különféle bázisidőszaki jellemzőkkel (X_{k0} és Y_{k0}), a helyi klímautatók hosszú távú változásával (ΔK_k), valamint az Y_{k0} változók és ΔK_k interakcióival ($\Delta K_k \times Y_{k0}$) magyarázzuk.

A kiemelten kezelt Y_{k0} indikátorok megválasztása és az interakciók használata magyarázatot követel. Mint a korábbiakban tárgyaltuk, a klímaváltozás különböző csatornákon keresztül gyakorolhat hatást

¹ A népszámlálások az ILO–OECD-ajánlásokat követve definiálják a foglalkoztatást, azaz foglalkoztatottnak az a személy számít, aki a kérdezést megelőző héten legalább egy órányi jövedelemtermelő munkát végzett, vagy egyet sem, de csak átmenetileg volt távol a meglévő munkahelyétől.

² Technikailag a becslést fix egyedhatásos panelregresszióval (Stata *xtreg, fe*) végeztük. Összesen 1094 körzetre rendelkezünk meteorológiai és népszámlálási adatokkal is.

a foglalkoztatásra. A legnyilvánvalóbb és várhatóan legerősebb a mezőgazdasági termelés jövedelmezőségét érintő negatív hatás: a felmelegedés, valamint az azt kísérő aszályos időszakok és időjárási szélsőségek csökkentik a terméshozamokat, az ennek kivédését célzó válaszlépések (a termelési szerkezet módosítása, új technológiák bevezetése, öntözés) pedig költségesek. Ezért feltételezhető, hogy azonos mértékű klímaváltozás erősebb hatást gyakorol a foglalkoztatásra az agrárjellegű körzetekben. A körzetek sérülékenysége azonban nagymértékben eltérhet attól függően, hogy a népességük mennyire szorul rá a helyi munkaerőpiacra: ahol jók az ingázás feltételei, ott azonos mértékű kitettség (mezőgazdasági részarány) mellett is kevésbé számíthatunk negatív foglalkoztatási hatásra. Ezt a hatást elsőként további kontrollok nélkül, csak a klímaváltozást (ΔK), a mezőgazdaság súlyát (A) és az ingázást (I) mérő változókkal vizsgáljuk, a (3) egyenlet segítségével:

$$[3] \quad \Delta \theta_k = \beta_1 A_{k0} + \beta_2 I_{k0} + \beta_3 \Delta K_k + \beta_4 (A_{k0} \times \Delta K_k) + \beta_5 (I_{k0} \times \Delta K_k) + \beta_6 (A_{k0} \times I_{k0} \times \Delta K_k) + \varepsilon_k$$

A klímaváltozásnak az összetételhatástól megtisztított helyi foglalkoztatási szintre gyakorolt marginális hatását ebben a modellben a $\partial \Theta / \partial K = \beta_3 + \beta_4 A + \beta_5 I + \beta_6 A \cdot I$ súlyozott összeg méri, azaz, a hatás függ a mezőgazdaság részarányától, a helyi munkaerőpiac zártságától (az ingázási részaránytól) és attól, hogy ez a két tényező hogyan kombinálódik.

A β_3 paraméter olyan klímahatásokat ragad meg, amelyek az agrárjellegtől és az ingázási lehetőségektől független csatornákon keresztül befolyásolják a foglalkoztatásváltozást. Ilyenek lehetnek például a hőségperiódusok okozta tartós megbetegedések, valamint az özönvízszerű esőzések okozta közlekedési nehézségek és a károk miatti távollétek.³ Természetesen a β_3 paraméter felveheti számos, a klímaváltozással korrelált, de azzal oksági kapcsolatban nem álló egyéb tényezőnek (ágazati összetétel, iskolázottság stb.) a hatását is. Az ezekre kontrollált becsléseket a későbbiekben tárgyaljuk (9.4 fejezet).

Várakozásunk szerint a mezőgazdasági foglalkoztatás bázisidőszaki magas értéke önmagában is csökkentette a helyi foglalkoztatás esélyét, mert a földalapú uniós támogatások ösztönözték, a birtokoncentráció pedig megengedte a tőkeintenzív nagyüzemi gazdálkodásra és a legkevésbé munkaigényes kultúrákra (gabona, ipari növények) való tömeges áttérést. Ennek hatására a mezőgazdaság munkaerőkereslete nagymértékben csökkent. A mezőgazdaság időszak eleji súlyának marginális hatása a (3) egyenletben $\partial \Theta / \partial A = \beta_1 + \beta_4 \Delta K + \beta_6 \Delta K \cdot I$, ahol a β_1 paraméter a klímaváltozástól és a helyi munkaerőpiac zártságától független hatásokat ragad meg. A teljes hatás azonban függ(het) a klímaváltozástól, és attól, hogy ez zárt vagy nyitott (alacsony vagy magas ingázási részarányal jellemezhető) helyi munkaerőpiacokat érint-e.

A becslési eredmények birtokában – kellő távolságtartással és némi szkepszissel – definiálhatók sérülékenységi mutatók, melyek azt mérik, hogy milyen hatással járt volna, ha a klímaváltozás valamivel erősebb lett volna. Példaképpen, a (4) formula azt próbálja megragadni, mennyivel lett volna lassabb a foglalkoztatás növekedése, ha a napi középhőmérséklet fél Celsius-fokkal nagyobb mértékben emelkedett volna a modellben szereplő két fontos térségi jellemző (mezőgazdaság súlya, az ingázási aránnyal kifejezett zártság) adott értéke mellett, és feltételezve, hogy a 2001–2011-ben megfigyelt összefüggések érvényben maradnak egy további felmelegedés időszakában is.

$$[4] \quad e_k = E(\Delta \theta_k | (\Delta K_k + 0.5), A_{k0}, I_{k0}) - E(\Delta \theta_k | \Delta K_k, A_{k0}, I_{k0}),$$

³ Ne feledjük azonban, hogy a népszámlálások téli (2001. február) illetve őszi (2011. október) időpontokra vonatkoznak, ezért a foglalkoztatási adatok nem tükrözhetnek múltó rosszullétekből vagy közlekedési zavarokból eredő átmeneti kieséseket.

ahol a második tag a tényleges ΔK értékekkel becsült várható érték adott A és I értékek mellett, az első pedig a fél fokkal erősebb felmelegedés feltételezésével prediktált foglalkoztatásváltozás. Várakozásunk szerint $e_k < 0$ minden k -ra, de az értéke annál nagyobb (abszolút értékben), minél magasabb az agrárium súlya és minél rosszabbak az ingázási lehetőségek.

9 AZ EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA

9.1 A klímaparaméterek leíró statisztikái

Először a korábban bemutatott klímaparaméterek (kitettségi indikátorok) változásait mutatjuk be az 1970-es évek és a 2000-es évek között (4. táblázat).

Változó	Átlag	Szórás	Minimum	1. kvartilis	Medián	3. kvartilis	Maximum
Átlaghőmérséklet*	0,9505	0,0639	0,7393	0,91	0,95	1	1,1066
Május-októberi átlaghőmérséklet*	1,4705	0,0642	1,2213	1,43	1,48	1,52	1,5837
November-áprilisi átlaghőmérséklet*	0,4245	0,0788	0,2373	0,37	0,41	0,49	0,6375
Trópusi éjszakák száma*	0,0133	0,0093	0	0,01	0,01	0,02	0,0738
Hőségnapok száma**	3,0499	1,9396	2,1161	2,52	2,68	2,95	26,5909
Csapadékmentes napok száma**	1,0979	0,0569	0,8070	1,06	1,1	1,13	1,2995
20 mm-t meghaladó csapadékú napok száma**	1,3147	0,3103	0,6936	1,09	1,25	1,5	2,5711
20 mm-t meghaladó csapadékú május- októberi napok száma**	1,3391	0,3103	0,6429	1,12	1,29	1,51	2,8181
Korrigálatlan PADI- index**	1,1094	0,0883	0,9275	1,04	1,1	1,18	1,4089
Március-májusi fagyos napok száma**	0,9825	0,0709	0,7366	0,93	0,98	1,03	1,2152
November-áprilisi extrém hideg napok száma**	1,4056	0,2358	0,8575	1,23	1,38	1,53	2,3280
November-áprilisi fagymentes napok száma**	1,0189	0,0423	0,9447	1	1,01	1,03	1,4628
November-áprilisi nem hideg napok száma**	0,9194	0,0206	0,8177	0,91	0,92	0,93	0,9599

* A 2000-es és az 1970-es évek CarpatClim-rácspontri átlagának különbsége.

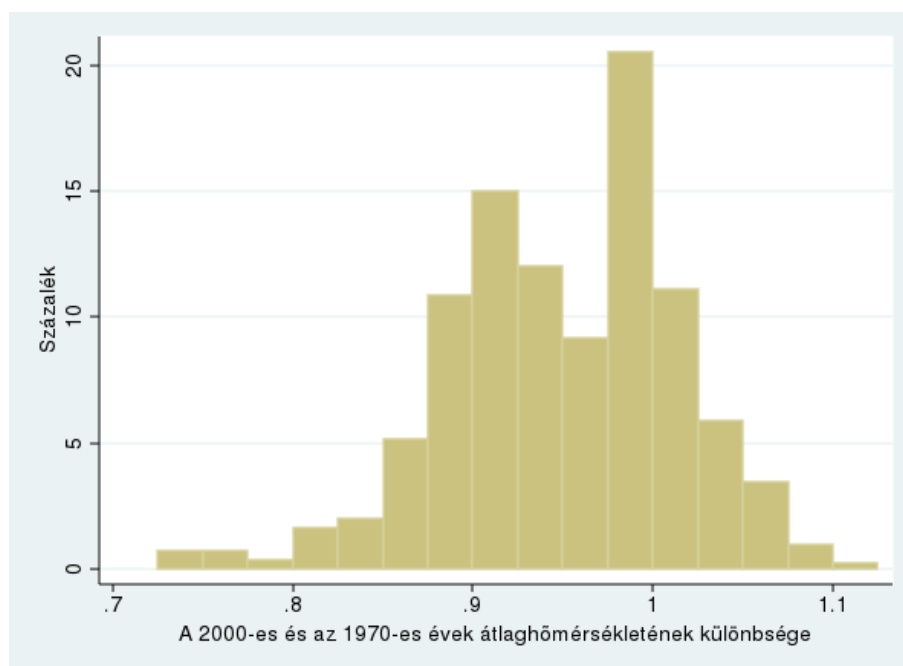
** A 2000-es és az 1970-es évek CarpatClim-rácspontri átlagának hányadosa.

4. táblázat: A klímaparaméterek változásának főbb leíró statisztikái

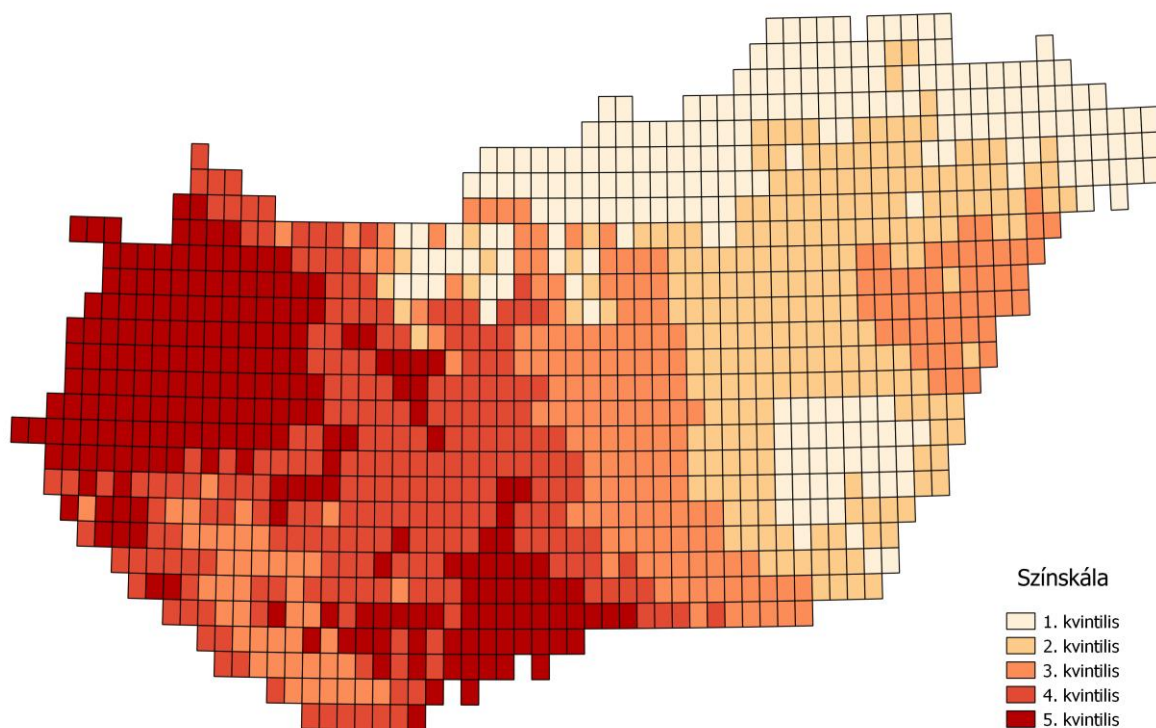
Az 1970-es és a 2000-es évek között az átlaghőmérséklet $0,95^{\circ}\text{C}$ -kal emelkedett, viszonylag jelentős belső differenciákkal (a rácsponti értékek $0,74^{\circ}\text{C}$ és $1,1^{\circ}\text{C}$ között szóródnak). A hisztogram kétmóduszú (8. ábra), Északnyugat-Magyarország és az ország déli-középső részének nagyobb kitettségi értékeivel (9. ábra).

Az átlaghőmérséklet-értékek változásának eloszlásait két időszakra (május–október és november–április) bontva is elemeztük. A november–áprilisi időszakra a medián az átlag alatt, a május–októberi időszakban az átlag felett helyezkedik el, az adatsor terjedelme és szórása a május–októberi időszakra némileg kisebb; viszont a hőmérséklet-emelkedés a nyári hónapokat magába foglaló időszakra jelentősebb ($1,47^{\circ}\text{C}$, a téli hónapokat tartalmazó $0,42^{\circ}\text{C}$ -kal szemben) (10. ábra). A két időszakra bontott adatok és a teljes évet felölelő adatsor területi képének eloszlása nem tér el egymástól lényegesen (11. ábra).

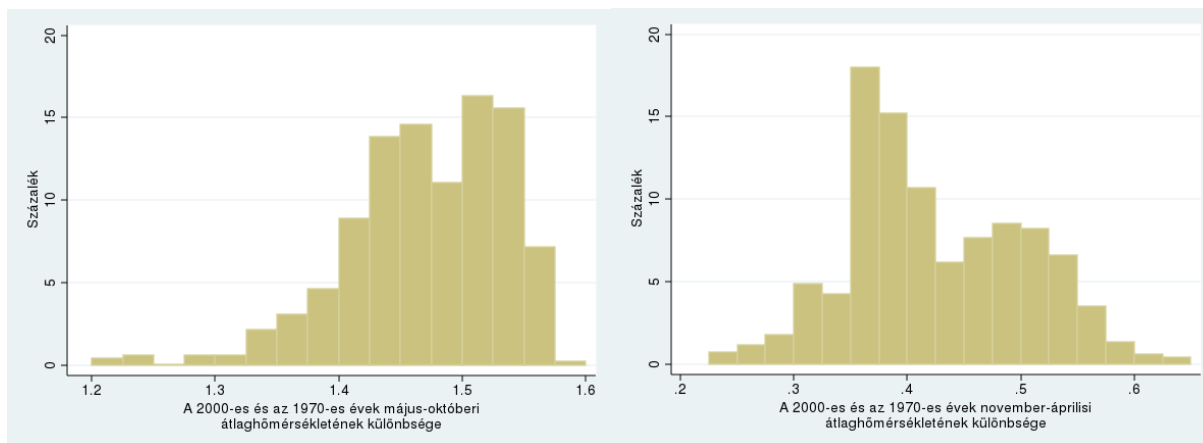
A három hőmérsékleti indikátor közül – mint később bemutatjuk – a modellezés eredményei során jó magyarázó erejűnek és szignifikánsnak bizonyult a munkaerőpiaci folyamatok klímahatásának mérésekor a teljes évre, illetve a május–októberi időszakra vonatkozó hőmérséklet-emelkedési adatsor.



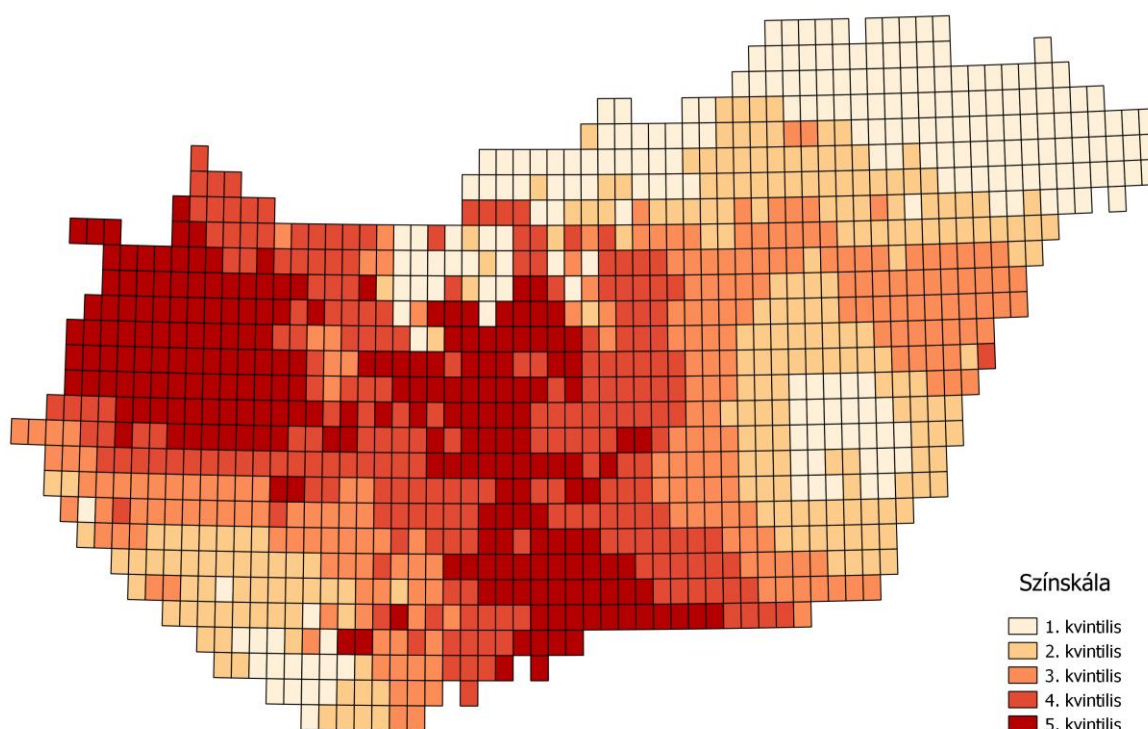
8. ábra: Az 1970-es és a 2000-es évek közötti hőmérsékletváltozás hisztogramja



9. ábra: Az 1970-es és a 2000-es évek közötti hőmérsékletváltozás területi különbségei



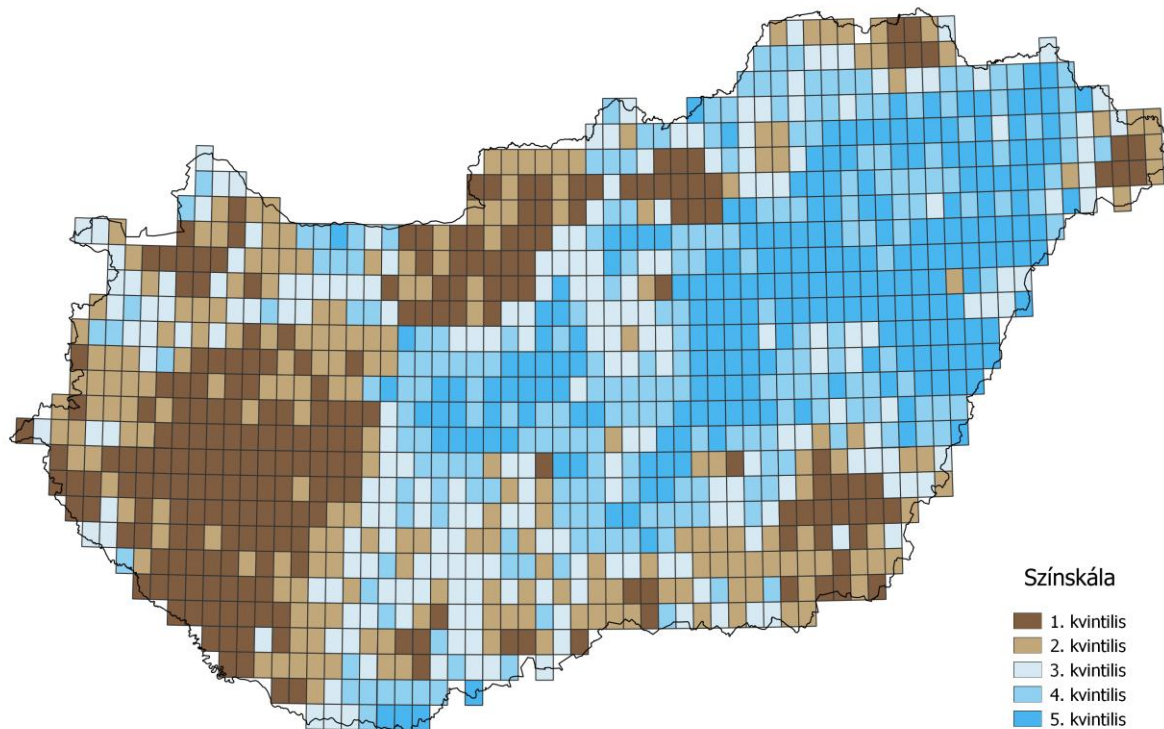
10. ábra: Az 1970-es és a 2000-es évek közötti hőmérsékletváltozás rácsponti eloszlásai a május-októberi és a november-áprilisi időszakban



11. ábra: A május–októberi hőmérsékletváltozás területi különbségei az 1970-es és a 2000-es évek között

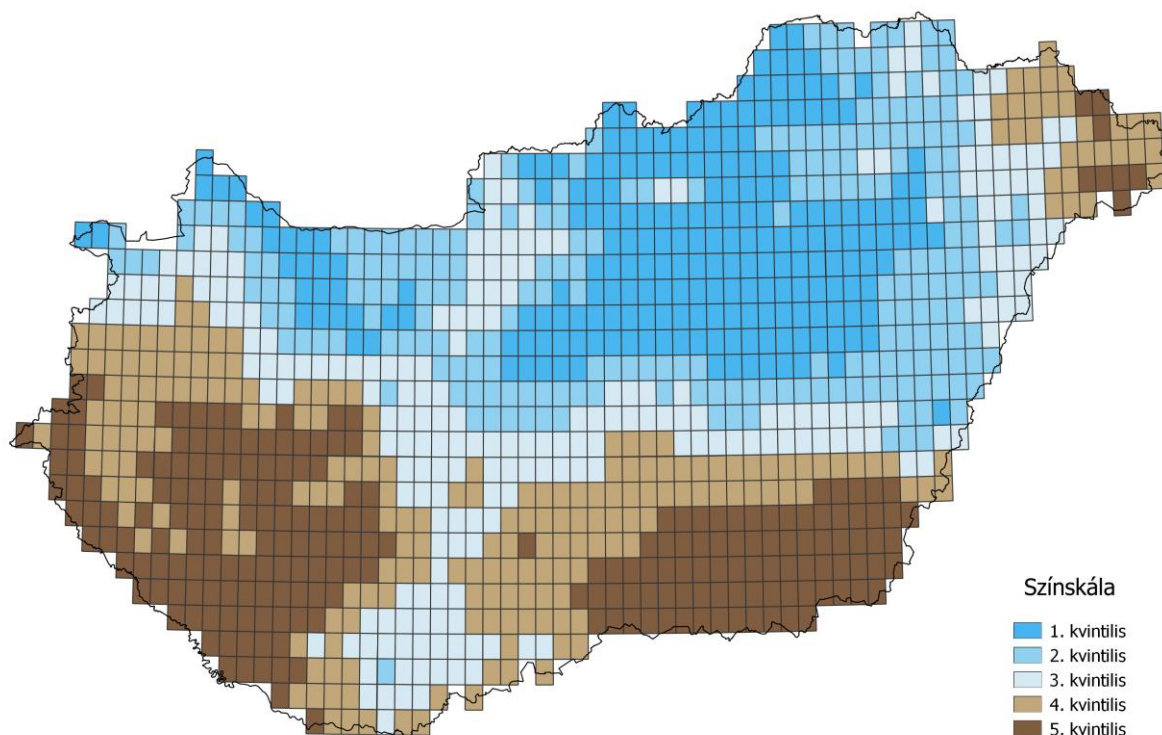
A további, hőmérsékletre vonatkozó adatok közül a hőségnapok számában figyelhetünk meg jelentősebb változást – átlagosan háromszoros növekedés –, viszont az adatsor eloszlása roppant egyenlőtlen: csak néhány rácspont értékei emelkednek ki az átlag körüliekből. A trópusi éjszakák száma nem változott érdemben, a többi hőmérsékleti indikátor esetében – az extrém hideg napok számát kivéve – viszonylag kicsi szórású értékekkel találkozunk és a két időszak közötti változás nem volt számottevő. Mint később látni fogjuk, ezek a hőmérséklet-változási mutatók nem bírtak magyarázó erővel a munkaerőpiaci helyzet alakulásában.

A csapadékra vonatkozó adatok közül a csapadékmentes napok száma 1,1-szeresére növekedett a két vizsgált időszak között (az adatsor közel negyedében viszont csökkent a csapadékmentes napok száma). A 20 mm-t meghaladó csapadékú napok – amelyek szinte kizárólag a május–októberi időszakban fordultak elő – nagyobb változékonyságot mutattak: az erősen csapadékos napok száma a 69%-ra csökkenés és 2,6-szoros növekedés között volt az egyes rácspontokban az 1970-es és a 2000-es évek között (de a rácspontok felében 1,09 és 1,5-szeres növekedés közötti érték volt mérhető). A változás területi képe is jellegzetesnek mondható (12. ábra). A csapadékmentes napok hisztogramja a haranggörbét közelíti.



12. ábra: A 20 mm-t meghaladó napi csapadékú napok számának változása az 1970-es és a 2000-es évek között

A csapadék- és hőmérsékletadatok együttes vizsgálatára a korrigálatlan Pálfai-féle aszályindexet használtuk: ennek értéke 90%-ra csökkenés és 1,4-szeres növekedés között oszlott el, a változások markáns területi képet is hordoztak (13. ábra).



13. ábra: A korrigálatlan Pálfi-féle aszályindex változása az 1970-es és a 2000-es évek között

9.2 Egyváltozós becslések: korreláció a foglalkoztatásváltozás és a klímaváltozás között

A (3)-(4) modell becslése előtt a lehető legegyszerűbb módszerrel – egyváltozós regressziókkal – megvizsgáljuk, látunk-e egyáltalán kapcsolatot a mérőhelyi klímaváltozás és foglalkoztatási esély változása között. A klíma-indikátoronként külön-külön becsült egyenletek bal oldalán az (1a)-(1b) foglalkoztatási egyenletekben kapott mérőhelyi fix hatások különbsége áll, a jobb oldalán az adott klímaváltozás-indikátor, szintén differenciákban mérve. Az egyenleteket – mivel becsült értékeket tartalmaznak – 200 lépéses bootstrap eljárással becsültük. Az eredményeket az 5. táblázat mutatja be.

Klímaváltozás-mutatók: 2000-es évek – 1970-es évek	Együttható (t-érték)	Béta	Átlag (szórás)
NAPI KÖZÉPHŐMÉRSÉKLET (változás, °C)			
január–december	-0,278*** (9,8)	-0,287	0,95 (0,06)
május–október	-0,295*** (10,5)	-0,305	1,47 (0,06)
november–április	-0,171*** (8,8)	-0,217	0,43 (0,08)
CSAPADÉK (arányváltozás, indexváltozás)			
Csapadékmentes napok	-0,142 (1,9)	-0,053	0,04 (0,02)
Korrigálatlan Pálfai-féle aszályindex	-0,004 (0,6)	-0,023	0,49 (0,39)
IDŐJÁRÁSI SZÉLSŐSÉGEK (arányváltozás)			
Hőségnapok	0,009 (0,1)	0,009	0,10 (0,02)
Trópusi éjszakák	0,022 (0,1)	-0,252	0,01 (0,01)
Március–májusi fagyos napok	-0,108 (0,8)	-0,023	-0,00 (0,01)
Extrém csapadékú napok, január–december	3,282*** (4,2)	0,100	0,00 (0,00)
Extrém csapadékú napok, május–október	1,690*** (3,0)	0,079	-0,00 (0,00)
Extrém hideg napok, november–április	-0,108 (0,3)	-0,011	0,013 (0,006)
Fagymentes napok, november–április	-0,091 (1,4)	-0,022	0,01 (0,01)

5. táblázat: Az összetételhatásoktól megtisztított foglalkoztatási esély változásának összefüggése különféle klímaváltozási mutatókkal – Eredmények egyváltozós lineáris regressziókból

- A klímaváltozást a 2001–2010-es és 1971–1980-as rácsponti átlagértékek különbsége méri.
- Az együtthatók a magyarázó változóban meglévő egységnyi különbség hatását mérik a foglalkoztatási esély változására. A bétaértékek a magyarázó változók egy szórásegységnyi változásának hatását mérik a szórásegységben kifejezett foglalkoztatási esélyváltozásra.
- A foglalkoztatást és a klímaváltozókat a vizsgálatba bevont 1094 CarpatClim-rácspont körüli kb. 10×10 km-es körzetekben mértük. A klímaváltozást a 2001–2010-es és 1971–1980-as átlagértékek különbsége méri a CarpatClim-adatok alapján.
- A rácspontokra jellemző foglalkoztatási esélyt a nem, az életkor, az iskolázottság, a roma etnikum és a fogyatékoság kiszűrésével becsültük a 2001. és 2011. évi népszámlálás teljes körű adatait használva, mérőhelyi fix hatásokkal. Az egyének és a Carpatclim-rácspontok kapcsolásáról lásd a 8.1.2 fejezetet!
- A táblázatban szereplő egyenletek függő változója a 2011. és 2001. évi mérőhelyi fix hatások különbsége. A t-értékeket (zárójelben) 200 lépéses bootstrap standard hibákból számítottuk. A csillagok a 0,01 szinten szignifikáns együtthatókat jelölik. A nem jelzett együtthatók 0,1 szinten sem szignifikánsak.
- A klímamutatók magyarázatát lásd a 7.1 fejezetben!

Látható, hogy a napi középhőmérséklet-változásnak erősebben kitett körzetekben a foglalkoztatás szignifikánsan lassabban nőtt 2001 és 2011 között: egy Celsius-fokkal nagyobb mértékű felmelegedés 27,8 százalékponttal lassabb foglalkoztatásnövekedést valószínűsített. (A nagyságrendeket figyelembe véve szerencsésebb úgy fogalmazni, hogy egytized fokkal erősebb felmelegedés 2,78 százalékponttal lassabb növekedéssel járt együtt.) A korreláció erősebb a nyári, mint a téli középhőmérséklet-emelkedés esetében. Negatív, de statisztikailag nem szignifikáns a kapcsolat a foglalkoztatásváltozás és a csapadékmentes napok, az aszályok, a tavaszi fagyok, valamint a téli extrém hideg, illetve fagymentes napok arányváltozása között is. Az extrém csapadék előfordulási valószínűségének változása pozitív és szignifikáns kapcsolatban állt a foglalkoztatásváltozással, amire nem tudunk meggyőző magyarázattal szolgálni.

Természetesen az 5. táblázatban bemutatott szignifikáns együtthatók sem feltétlenül oksági kapcsolatokat ragadnak meg, elképzelhető, hogy a klímaváltozásban való érintettség egyszerűen korrelált különböző, foglalkoztatásváltozást generáló tényezőkkel (ágazati összetétel, iskolázottság stb.). A következő pontban egy első lépést teszünk az oksági kapcsolatokat jobban közelítő modell felé.

9.3 Klímaváltozás, mezőgazdaság és ingázás: becslés további kontrollok nélkül

Az 5. táblázatban bemutatott korrelációk alapján a 8.2 fejezetben bemutatott (3) egyenlethez a napi középhőmérséklet változását választjuk klímamutatónak. (A becslést a többi mutatóval is elvégeztük, erről az alfejezet végén számolunk be röviden). A becslés előtt, a Függelékben szereplő 16. ábra alapján megvizsgáljuk a kulcsváltozóink közötti páronkénti kapcsolatokat.

A mérőhelyi fix foglalkoztatási hatásokban az esetek zömében kis elmozdulásokat látunk, kivéve négy körzetet, ahol szélsőséges mértékben javult a kezdetben alacsony vagy romlott a kezdetben magas foglalkozási esély (*a* panel). Ezt a négy körzetet a becslésekben figyelmen kívül hagytuk, bár a befoglalásuk sem változtatna érdemben a kvalitatív eredményeken.⁴

A mezőgazdasági körzetekben a felmelegedés átlagosan nem volt erősebb, mint a nem agrárjellegű területeken, de *valamennyi* agrárkörzet a felmelegedésben erősen érintett csoportba tartozott (*b* panel). Hasonló jellegű, aszimmetrikus kapcsolat figyelhető meg az ingázás és a helyben dolgozók közül a mezőgazdaságban foglalkoztatottak aránya között. Az agrárkörzetek szinte mindegyikében alacsony az ingázók aránya, vagy mondható fordítva is: a lakóhelyére bezárt népességben 2001-ig magas maradt az agrárfoglalkoztatás (*c* panel). Végezetül, az agrárkörzetekben az átlagosnál kedvezőtlenebbül alakult a helyi foglalkoztatás 2001 és 2011 között (*d* panel)

Ezen előkészületek után lássuk a (3) egyenlet becslését, amelyet a legkisebb négyzetek módszerével végeztünk, 200 bootstrap lépéssel (6. táblázat). Egy kivétellel valamennyi bevont változó együtthatója szignifikáns legalább 5%-os szinten, és az egy kivétel is a 10%-on. A modell illeszkedése sem mondató rossznak ($r^2=0,156$), figyelembe véve, hogy csupán három változóval dolgozunk.

⁴ A szélsőséges változások összefüggnek e körzetek gyér népességével is: 2001-ben átlagosan mindössze 32 lakosuk volt.

Függő változó: az (1b) és (1a) egyenletekkel becsült mérőhelyi fix hatások különbözete.			
	Együttható	t-érték	Szignifikancia
A mezőgazdaság részaránya (A) ^a	2,207	1,74	0,082
Az ingázók aránya (I) ^c	-0,501	-3,54	0,000
A napi középhőmérséklet változása (ΔK) ^b	-0,429	-4,40	0,000
A $\times\Delta K$	-2,773	-2,09	0,037
I $\times\Delta K$	0,477	3,16	0,002
A $\times I \times \Delta K$	0,929	2,11	0,035
Konstans	0,438	4,68	0,000
Megfigyelések száma	1094		
Bootstrap ismétlések száma	200		
Wald khi-négyzet (szignifikancia)	153,0	(0,000)	
Kiigazított r ²	0,156		

a) A mezőgazdaságban foglalkoztatottak aránya a helyben dolgozók között, 2001.

b) A 2001–2010-es átlag és az 1971–1980-as átlag különbözete.

c) A más településen dolgozók aránya a rácsponthoz közeli lakosai között, 2001.

6. táblázat: A foglalkoztatási esély változásának becslése a CarpatClim-rácspontokban

A marginális hatások a kettős és hármas interakciók miatt nem olvashatók ki könnyűszerrel a táblázatból, ezért azokat a mezőgazdasági részarány, az ingázás és a hőmérsékletemelkedés kitüntetett pontjain, a 7. táblázatban mutatjuk be. Mindhárom változó esetében vettük az eloszlás 1., 25., 50., 75. és 99. percentiliséit, és ezen pontok kombinációira számítottuk ki a becsült foglalkoztatásváltozást a 6. táblázatban látható paraméterek segítségével. A fentiekben tárgyalt ábrák alapján már sejthető, hogy bizonyos változóérték-kombinációk a valóságban nem fordulnak elő: így például nincsenek olyan körzetek, ahol a nagyon magas helyi mezőgazdasági részarány nagyon magas ingázó aránnyal járna együtt, és olyanok sincsenek, ahol az erőteljes agrárjelleg kis mértékű felmelegedéssel járt volna együtt, alacsony ingázó arány mellett. Az ilyen kombinációkra becsült foglalkoztatási predikciókat világos szürkével szedtük.

Ugyancsak megjelöltük – a cella megszínezésével – azokat az érvényes változóérték-kombinációkat, amelyeknél a modell súlyos relatív foglalkoztatási veszteséget jelez: *ide azok a mezőgazdasági körzetek tartoznak, ahol erőteljes volt a felmelegedés és alacsony az ingázók aránya.* Az erősebb felmelegedéssel sújtott, zárt agrárkörzetek a foglalkoztatásnövekedés tekintetében 10 százalékpontot meghaladó mértékben maradtak el azoktól a hasonló munkapiaci adottságokkal rendelkező körzetektől, ahol a hőmérsékletemelkedés mértéke 1°C alatt maradt.

A táblázat első oszlopát az egyes – a mezőgazdaság részaránya (mg) szerint rendezett – blokkokon belül, a hőmérsékletemelkedés mértéke szerint olvasva azt látjuk, hogy a felmelegedés 75. percentiliséhez (1,04°C) és mediánjához (0,95°C) tartozó becsült foglalkoztatásváltozások között rendre 5 százalékpontos (mg=3%), 7 százalékpontos (mg=12%), illetve 9 százalékpontos (mg=20%) különbség mutatkozik.

Mezőgazdaság részaránya (%) és felmelegedés (°C)	Ingázók aránya (%)				
	4%	14%	42%	66%	76%
Mezőgazdaság: 0,2%					
0,77 °C	10	9	5	2	1
0,87 °C	6	5	3	1	0
0,95 °C	3	2	1	-0	-1
1,04 °C	-1	-1	-1	-1	-1
1,08 °C	-3	-2	-2	-2	-1
Mezőgazdaság: 1%					
0,77 °C	10	9	6	2	1
0,87 °C	6	5	3	1	0
0,95 °C	2	2	1	0	-0
1,04 °C	-1	-1	-1	-1	-1
1,08 °C	-3	-3	-2	-2	-1
Mezőgazdaság: 3%					
0,77 °C	11	9	6	4	2
0,87 °C	6	5	3	2	1
0,95 °C	2	1	1	0	0
1,04 °C	-3	-3	-2	-1	-1
1,08 °C	-5	-4	-3	-2	-2
Mezőgazdaság: 12%					
0,77 °C	11	11	10	9	8
0,87 °C	4	4	5	5	5
0,95 °C	-2	-1	0	2	2
1,04 °C	-9	-7	-4	-2	-0
1,08 °C	-12	-10	-6	-3	-2
Mezőgazdaság: 20%					
0,77 °C	12	12	13	13	13
0,87 °C	3	3	6	7	8
0,95 °C	-5	-4	-0	3	4
1,04 °C	-14	-12	-6	-2	0
1,08 °C	-18	-15	-9	-4	-2

7. táblázat: Becsült foglalkoztatottságváltozás a mezőgazdaság részaránya, az ingázás és a napi középhőmérséklet-emelkedés függvényében (százalékpont). A (3) egyenlet eredményein (6. táblázat) alapuló szimuláció eredményei.

- A 3 százalékpontot meghaladó becsült foglalkoztatáscsökkenést jelző cellákat szürkével kiemeltük. Azokat a becsült értékeket, amelyek a gyakorlatban nem létező mezőgazdaság-ingázás-klimaváltozás-kombinációkhoz tartoznak, halvány szürkével szedtük. A helyi lakosok közül a mezőgazdaságban dolgozó foglalkoztatottakra és az ingázókra vonatkozó adat 2001-re, a foglalkoztatásváltozás 2001–2011-re, a napi középhőmérséklet emelkedése az 1971–1980-as és a 2001–2010-es évtizedek közötti változásra vonatkozik. A foglalkoztatásváltozást a nem, az életkor, az iskolázottság, a roma identitás és a fogyatékossg hatásának kiszűrésével mértük.

- A mezőgazdaság, a hőmérsékletemelkedés és az ingázás esetében a feltüntetett értékek az eloszlás 1., 25., 50., 75. és 90. percentiliseihez tartoznak.

Előzetes feltételezésünk szerint az egyes körzetek sérülékenységet befolyásolhatja a turizmus mértéke is, hiszen egyes esetekben a felmelegedés jótékonyan hathat erre a szektorra. Ennek ellenőrzéséhez felhasználtuk a települési szintű T-STAR adatbázis 2001-es és 2011-es vendégéjszakákra vonatkozó adatát a következőkben ismertetett módszer szerint:

A KSH-KRTK Kutatószobában előállított népszámlálási számlálókörzetekkel összekapcsolt CarpatClim-beosztást összekapcsoltuk a 2001-es és a 2011-es népszámlálás személyi fájljaival. Minden településre megállapítottuk a hozzá tartozó számlálókörzeti népességgel, hogy mekkora a lakosságszáma, majd kiszámoltuk, hogy az adott településből mekkora rész esik adott rácsnégyzetbe. Az így kapott arányszám lett az a súlyváltozó, amellyel beszoroztuk a T-STAR-ban lévő vendégéjszakák számát, majd ezzel a számmal osztottuk el a rácpont lakosságszámát. Így megkaptuk az adott mérőhelyen belüli egy lakosra jutó vendégéjszakák számát. A korábban ismertetett regressziós becslést ismét lefuttattuk, azonban értelmezhető hatást nem találtunk.

A (4) formula szerint számított sérülékenységi mutatókról a 8. táblázat ad képet. Ebben az esetben is a vizsgált magyarázó változók eloszlásának kitüntetett értékei szerint haladunk, és halványszürkével szedjük azokat a mezőgazdaság-ingázó kombinációkat, amelyek a való világban nem fordultak elő. Egyértelmű, hogy a felmelegedésnek való kitettség erősödik az agrárjelleggel és gyengül az ingázás mértékével, a klímaváltozás hatása a zárt mezőgazdasági körzetekben a legerősebb, és modellünkben a további hőmérsékletemelkedés ott rontana a helyzeten, ahol az eleve rossz volt.

A mezőgazdaság súlya a helyi foglalkoztatásban (2001, %)	Ingázók aránya (2001, %)				
	4	14	42	66	76
0,2	-0,207	-0,183	-0,117	-0,059	-0,036
1	-0,218	-0,194	-0,126	-0,068	-0,044
3	-0,246	-0,221	-0,150	-0,090	-0,065
12	-0,370	-0,340	-0,258	-0,188	-0,158
20	-0,480	-0,447	-0,354	-0,274	-0,241

8. táblázat: További 0,5°C napi középhőmérséklet-emelkedés becsült hatása a [4] egyenlet szerint

Az itt követett eljárást megismételtük a csapadékmentes napok arányváltozását, illetve a Pálfai-féle (korrigálatlan) aszályindexet használva a klímaváltozás mutatójaként, de a (3) egyenletben sem a kétszeres, sem a háromszoros interaktív tagokra nem kaptunk szignifikáns paramétereket, sőt, még a ΔK mutató β_3 együtthatója sem bizonyult megbízhatónak. A nyári hőmérsékletemelkedéssel végzett becslés a bemutatotthoz hasonló eredményekre vezetett.

9.4 Becslés kontrollokkal

A továbbiakban azt a kérdést vizsgáljuk, vajon nem a felmelegedés és egyes, az eddigiekben nem vizsgált körzetszintű jellemzők korrelációja teremt-e *látszólagos* kapcsolatot a hőmérsékletváltozás és a foglalkoztatásváltozás között. Megismételjük a (3) egyenlet becslését kontrollváltozók bevonásával, amelyek a 2001. évi népsűrűséget (ezen keresztül a városias-falusias jelleget), az átlagos iskolázottságot, a romák részarányát, a vizsgált időszakban munkavállalási korba lépő vagy onnét kiöregedő népesség arányát, valamint a helyi foglalkoztatás ágazati szerkezetét mérik. Szerepeltetünk egy kétértékű Budapest-változót is.

Függő változó: az (1b) és (1a) egyenletekkel becsült mérőhelyi fix hatások különbsége		
	Csak kontrollok	+ Felmelegedés
Mezőgazdaság részaránya (A)	-0,879*** (12,58)	-0,159 (0,13)
Ingázók aránya (I)	-0,032*** (3,35)	-0,302** (2,55)
A napi középhőmérséklet változása (ΔK)	..	-0,18** (2,46)
$A \times \Delta K$	..	-1,316 (1,04)
$I \times \Delta K$	..	0,248* (1,93)
$A \times I \times \Delta K$	..	1,030** (2,49)
Népsűrűség (fő/km ² , log)	-0,007*** (3,19)	-0,008*** (3,38)
Budapest	0,0299*** (2,83)	0,040*** (3,85)
Átlagos iskolázottság (osztály)	-0,005 (1,5)	-0,0004 (0,12)
Romák aránya	-0,147*** (3,84)	-0,135*** (3,73)
5–14 évesek aránya	-0,114 (0,75)	-0,103 (0,66)
54–64 évesek aránya	-0,341** (2,25)	-0,3785*** (2,69)
Iparban dolgozók aránya ^a	-0,586*** (14,54)	-0,559*** (13,91)
Építőiparban dolgozók aránya	-1,000*** (6,61)	-0,883*** (6,38)
Költségvetési ágazatokban dolgozók aránya	-0,841*** (8,56)	-0,837*** (8,64)
Konstans	0,294	0,455
Megfigyelési egységek száma	1094	1094
Bootstrap lépések száma	200	200
Kiigazított r^2	0,417	0,439

a) A számításokban nem vettük figyelembe az energia, kereskedelem, pénzügyek, kultúra, szolgáltatás ágazatokban dolgozók arányát.

Minden szintbeli változó a 2001. évi állapotot méri.

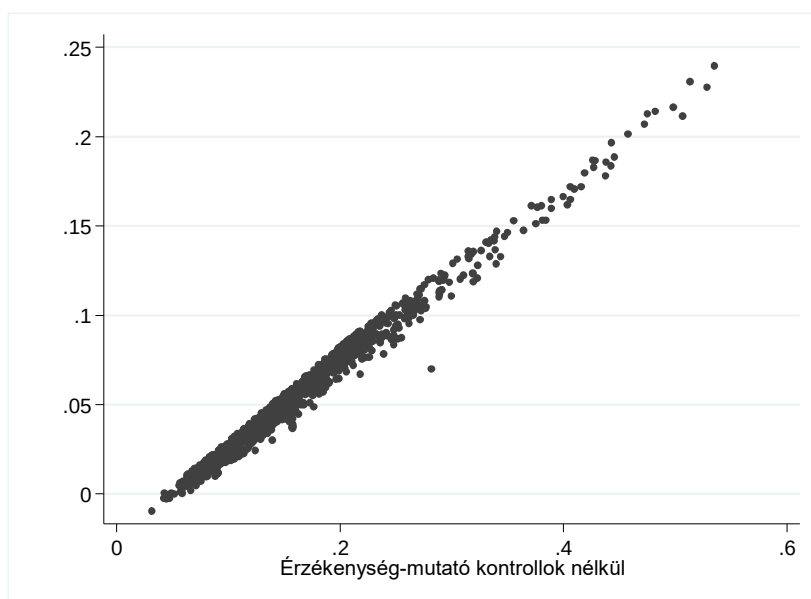
9. táblázat: A foglalkoztatási esély változásának becslése kontrollváltozókkal a CarpatClim-rácspontokban

Mint az 9. táblázatban látható, a fenti bázisidőszaki indikátorok önmagukban is elég pontosan jelzik előre a foglalkoztatás változását: a klímaváltozók nélkül futtatott modell illeszkedése 0,42, ami ilyen hosszú távra szóló *változások* becslésekor igen magas értéknek tekinthető. A klímaváltozók és a korábban is használt interakciók bevonása kismértékben tovább javítja az illeszkedést (0,44), és kevésbé befolyásolja a kontrollváltozók paramétereit. A mezőgazdaságra, az ingázásra és a

klímaváltozásra, valamint ezek interakcióira becsült hat együtthatóiból négy továbbra is szignifikáns marad.

A kapott eredmények alapján újból kiszámíthatjuk a (4) formulában definiált sérülékenységi indikátort. Ennek viszonyát a kontrollok nélkül kapott eredményhez a 14. ábra mutatja, úgy, hogy mindkét esetben a modellel becsült foglalkoztatási többletveszteség mínusz egyszeresét vesszük, azaz a magasabb értékek nagyobb fokú sérülékenységre utalnak.

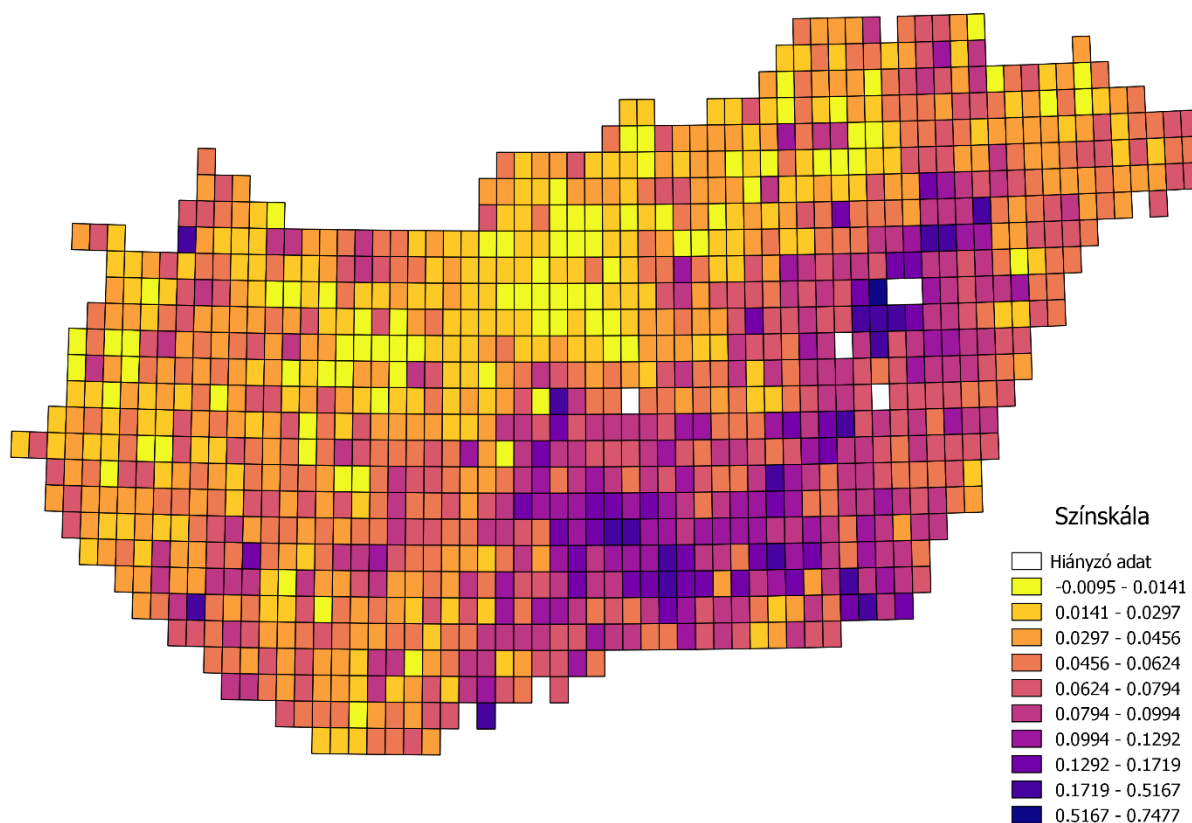
Látható, hogy a két index nagyon erősen ($r=0,99$ szinten) korrelált, de az is, hogy a kontrollált becslésből számított mutatók kisebbek és szűkebb sávban szóródnak. Ez világosan jelzi, hogy az első számításunkban a felmelegedésnek tulajdonított negatív foglalkoztatási hatást részben a klímaváltozó és a nem kontrollált modellből kihagyott további indikátorok korrelációja magyarázta. A további fél Celsius-fokos melegedésnek tulajdonított foglalkoztatási veszteség itt csak nagyjából negyedakkora, mint amit a kontrollok nélkül becsültünk. Ebben az esetben azonban biztosabbak lehetünk abban, hogy a becsült hatás valóban a klímaváltozással függ össze, és nem különféle kihagyott változók befolyását tükrözi. A kontrollált becslés szerint egy további fél Celsius-fokos melegedés átlagosan 5 százalékpontos foglalkoztatási többletveszteséget okozna, amennyiben a 2001 és 2011 között megfigyelt szabályosságok érvényben maradnának.



14. ábra: A kontrollokkal és kontrollok nélkül becsült sérülékenységi indikátorok viszonya

A Függelékben szereplő 13. táblázat bemutatja a sérülékenységi indikátor megyék szerinti rangsorát. Nem meglepő módon a listát az alföldi megyék vezetik (sorrendben Bács-Kiskun, Csongrád, Hajdú-Bihar, Békés és Jász-Nagykun-Szolnok).

Végezetül a CarpatClim-rácspontokra kiszámított sérülékenységi mutató területi eloszlását a 15. ábra alapján mutatjuk be.



15. ábra: A sérülékenységi indikátor értékei a CarpatClim-rácspontokban

9.5 Az eredmények összegzése

Magyarország messze van a klímaváltozástól legerősebben érintett világrészekről, ahol a felmelegedés – egyéb súlyos következményeket tetézve – munkaerőpiaci kataklizmákhoz, tömeges kivándorláshoz és elszegényedéshez vezetett, és fog vezetni a belátható jövőben. Az országon belül sincsenek olyan éles különbségek a klímaváltozást befolyásoló feltételekben, mint a magashegységekkel és tengerekkel megáldott országokban. Ennek ellenére az ország tájegységei között jelentős különbségek mutatkoznak a klímaváltozás ütemében, és az eredményeink alapján nem zárható ki, hogy ezek már ma is befolyásolják a foglalkoztatást.

Nem találtunk bizonyítékot arra, hogy a csapadékhiány és az időjárási szélsőségek érdemben hatnának a helyi foglalkoztatásra, de a felmelegedés mértéke és a helyi foglalkoztatás hosszabb távú változása között szignifikáns kapcsolatot mutattunk ki, a legfontosabb egyéni és CarpatClim-rácspontokhoz tartozó körzeti jellemzőkre való kontrollálás után is.

Az egyes körzetek agrárjellege önmagában nem elegendő a klímaváltozás munkapiaci következményeinek előrejelzésére. Ezzel egyenrangúan fontos, hogy képes-e a helyi lakosság munkát találni az agrárövezetek városaiban (azaz az ingázással alkalmazkodni a klímaváltozáshoz).

A kontrollváltozók bevonásával és az anélkül becsült sérülékenységi indikátorok közötti nagyon magas korrelációnak – szinte függvényyszerű kapcsolatnak – köszönhetően akár az utóbbiakat is alkalmasnak tartjuk az egyes körzetek *relatív* sérülékenységének jellemzésére.

10 SZAKPOLITIKAI JAVASLATOK

10.1 Javaslatoz az eredmények NATÉR-rendszerben való közzétételére

A NATÉR létrehozásakor számos megbeszélés tárgyát képezte annak a dilemmának a körbejárása, hogy hogyan biztosítható az adatok „helyes” interpretálása a NATÉR-rendszer felhasználói részéről. Természetesen az éghajlatváltozást a társadalom különbözően érzékeli és ebben az országban belül jelentős területi különbségeket is tapasztalhatunk (Baranyai és Varjú 2017), ezek a különbségek pedig nem feloldhatók és nem is szükséges feloldani őket (vö. Popke 2016). Továbbá ugyanazon éghajlati jelenségeket és klímaparamétereket a társadalom különböző tagjai is teljesen különbözően értelmezhetik, hiszen mindennapi életükre eltérő hatással vannak (pl. egy szárazság egy városi szolgáltató munkahelyen dolgozónak fel sem tűnik feltétlenül, míg egy mezőgazdasági foglalkoztatott számára nyilvánvaló és a megélhetést közvetlenül befolyásoló jelenségről van szó). Mindazonáltal törekedni szükséges arra, hogy a NATÉR-adatbázisba kerülő adatok és metaadatok megkönnyítsék azok értelmezését és nyomon követhető legyen az, hogy az adatokat létrehozó kutatók mit gondolnak az adatkörök jelentőségéről.

Ebben a részben így részletesen bemutatjuk azokat az indikátorokat, amelyeket a kutatás során képeztünk és a NATÉR jelenlegi metaadatstruktúrájában megadjuk ezen indikátorok jellemzőit is. A döntések meghozatalához felhasználtuk a NATÉR-hez kapcsolódó korábbi kutatásunk tapasztalatait (Czirfusz, Hoyk és Suvák 2015), valamint a rendszerről szóló összefoglalót (Sütő 2016) és a felhasználói kézikönyvet (Orosz 2016).

10.1.1 Metaadatbázis

Az alábbiakban az előállított indikátorok metaadatbázisba kerülő adatait közöljük a NATÉR-adatbázis jelenlegi felépítésének megfelelően. Az előbbieken leírtak alapján végül két kitettség, egy érzékenységi (két időpontra), egy alkalmazkodóképességi (két időpontra) és egy sérülékenységi indikátort készítettünk a NATÉR-adatbázis számára, amelyek mindegyikét a CarpatClim-rácspontra adtunk meg.

- **Kitettség:** a napi középhőmérséklet változása az 1970-es évek és a 2000-es évek között (január–december, illetve május–október hónapokra).
- **Érzékenység:** A mezőgazdasági foglalkoztatás a helyben dolgozók körében, 2001-ben és 2011-ben.
- **Alkalmazkodóképesség:** Az ingázás részaránya 2001-ben és 2011-ben.
- **Sérülékenység:** Komplex munkaerőpiaci sérülékenységi mutató, amely az előbbi indikátorokból és azok kombinációiból készült.

	<i>A mutató elnevezése az adatbázisban</i>	homvalt
<i>térképi tematika (=réteg) neve</i>	<i>cím</i>	Napi középhőmérséklet-változás (január–december hónapok, az 1970-es évek és 2000-es évek között)
	<i>cim angolul</i>	Change of daily mean temperatures (January–December, between the 1970s and 2000s)
<i>rétegcsoporthoz neve</i>		Munkaerőpiac
<i>térbeli elterjedése (pont, vonal, poligon, raszter)</i>	<i>térbeli megjelenés</i>	poligon, raszter
<i>tervezett megjelenítés módja (szimbólum, színskála, stb.)</i>		színskála
<i>nagyközönség számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>regisztrált felhasználók számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>együttműködő partnerek számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>réteghez tartozó rövid leírás, max. 500 karakter</i>	<i>rövid leírás</i>	Az adatsor az 1971–1980 és a 2001–2010 közötti évtizedekben hasonlítja össze a napi középhőmérsékleteket a január–december hónapokban, °C-ban. A pozitív értékek a napi középhőmérsékletek emelkedését jelentik.
	<i>rövid leírás angolul</i>	The data compares daily mean temperatures between the decades of 1971–1980 and 2001–2010, for the months January–December, measured in °C. Positive values indicate a growth in daily mean temperatures.

<i>szövegekért felelős</i>		Czirfusz Márton
<i>szakmai felelős</i>	<i>adatfelelős</i>	Czirfusz Márton
	<i>adatfelelős email címe</i>	czirfusz.marton@krtk.mta.hu
	<i>kulcsszavak</i>	középhőmérséklet, munkaerőpiaci kitettség
	<i>kulcsszavak angolul</i>	mean temperature, labour market exposure
	<i>időtartam kezdete</i>	1971–1980
	<i>időtartam vége</i>	2001–2010
	<i>INSPIRE témakör</i>	Atmospheric Conditions
	<i>karbantartás</i>	notPlanned
	<i>megjelenés dátuma</i>	2018.06.30.

	<i>A mutató elnevezése az adatbázisban</i>	homsvált
<i>térképi tematika (=réteg) neve</i>	<i>cím</i>	Napi középhőmérséklet-változás (május–október hónapok, az 1970-es évek és 2000-es évek között)
	<i>cim angolul</i>	Change of daily mean temperatures (May–October, between the 1970s and 2000s)
<i>rétegcsoporthoz neve</i>		Munkaerőpiac
<i>térbeli elterjedése (pont, vonal, poligon, raszter)</i>	<i>térbeli megjelenés</i>	poligon, raszter
<i>tervezett megjelenítés módja (szimbólum, színskála, stb.)</i>		színskála
<i>nagyközönség számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>regisztrált felhasználók számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>együttműködő partnerek számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>réteghez tartozó rövid leírás, max. 500 karakter</i>	<i>rövid leírás</i>	Az adatsor az 1971–1980 és a 2001–2010 közötti évtizedekben hasonlítja össze a napi középhőmérsékleteket a május–október hónapokban, °C-ban. A pozitív értékek a napi középhőmérsékletek emelkedését jelentik.
	<i>rövid leírás angolul</i>	The data compares daily mean temperatures between the decades of 1971–1980 and 2001–2010, for the months May–October, measured in °C. Positive values indicate a growth in daily mean temperatures.

<i>szövegekért felelős</i>		Czirfusz Márton
<i>szakmai felelős</i>	<i>adatfelelős</i>	Czirfusz Márton
	<i>adatfelelős email címe</i>	czirfusz.marton@krtk.mta.hu
	<i>kulcsszavak</i>	középhőmérséklet, munkaerőpiaci kitettség
	<i>kulcsszavak angolul</i>	mean temperature, labour market exposure
	<i>időtartam kezdete</i>	1971–1980
	<i>időtartam vége</i>	2001–2010
	<i>INSPIRE témakör</i>	Atmospheric conditions
	<i>karbantartás</i>	notPlanned
	<i>megjelenés dátuma</i>	2018.06.30.

	<i>A mutató elnevezése az adatbázisban</i>	agaz101
<i>térképi tematika (=réteg) neve</i>	<i>cím</i>	A mezőgazdasági foglalkoztatás aránya (%) 2001
	<i>cim angolul</i>	Agricultural employment (%) 2001
<i>rétegcsoporthoz tartozó név</i>		Munkaerőpiac
<i>térbeli elterjedése (pont, vonal, poligon, raszter)</i>	<i>térbeli megjelenés</i>	poligon, raszter
<i>tervezett megjelenítés módja (szimbólum, színskála, stb.)</i>		színskála
<i>nagyközönség számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>regisztrált felhasználók számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>együttműködő partnerek számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>réteghez tartozó rövid leírás, max. 500 karakter</i>	<i>rövid leírás</i>	Magyarországon a munkaerőpiac éghajlatváltozásra való érzékenysége jól prediktálható a mezőgazdasági foglalkoztatás részarányának (a 15–64 éves helyben dolgozók körében) figyelembe vételével. A mezőgazdaság súlyára vonatkozó adatok a népszámlálás számlálókörzeti adataiból lettek CarpatClim-rácsra számítva, a mezőgazdaság a TEÁOR A ágazatot jelenti. A magas számértékek nagyobb érzékenységet jelentenek.
	<i>rövid leírás angolul</i>	In Hungary the share of agricultural employment (among 15–64 years employed locally) has proved to be a

		significant measure of climate change sensitivity in 2001. The census enumeration district data was aggregated to the CarpatClim grid; agriculture corresponds to NACE section A. Higher values mean higher sensitivity.
<i>szövegekért felelős</i>		Czirfusz Márton
<i>szakmai felelős</i>	<i>adatfelelős</i>	Czirfusz Márton
	<i>adatfelelős email címe</i>	czirfusz.marton@krtk.mta.hu
	<i>kulcsszavak</i>	munkaerőpiac, érzékenység, mezőgazdaság, foglalkoztatás
	<i>kulcsszavak angolul</i>	labour market, sensitivity, agriculture, employment
	<i>időtartam kezdete</i>	2001
	<i>időtartam vége</i>	2001
	<i>INSPIRE témakör</i>	Population Distribution
	<i>karbantartás</i>	notPlanned
	<i>megjelenés dátuma</i>	2018.06.30.

	<i>A mutató elnevezése az adatbázisban</i>	agaz111
<i>térképi tematika (=réteg) neve</i>	<i>cím</i>	A mezőgazdasági foglalkoztatás aránya (%) 2011
	<i>cim angolul</i>	Agricultural employment (%) 2011
<i>rétegcsoporthoz tartozó név</i>		Munkaerőpiac
<i>térbeli elterjedése (pont, vonal, poligon, raszter)</i>	<i>térbeli megjelenés</i>	poligon, raszter
<i>tervezett megjelenítés módja (szimbólum, színskála, stb.)</i>		színskála
<i>nagyközönség számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>regisztrált felhasználók számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>együttműködő partnerek számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>réteghez tartozó rövid leírás, max. 500 karakter</i>	<i>rövid leírás</i>	Magyarországon a munkaerőpiac éghajlatváltozásra való érzékenysége jól prediktálható a mezőgazdasági foglalkoztatás részarányának (a 15–64 éves helyben dolgozók körében) figyelembe vételével. A mezőgazdaság súlyára vonatkozó adatok a népszámlálás számlálókörzeti adataiból lettek CarpatClim-rácsra számítva, a mezőgazdaság a TEÁOR A ágazatot jelenti. A magas számértékek nagyobb érzékenységet jelentenek.
	<i>rövid leírás angolul</i>	In Hungary the share of agricultural employment (among 15–64 years employed locally) has proved to be a

		significant measure of climate change sensitivity in 2011. The census enumeration district data was aggregated to the CarpatClim grid; agriculture corresponds to NACE section A. Higher values mean higher sensitivity.
<i>szövegekért felelős</i>		Czirfusz Márton
<i>szakmai felelős</i>	<i>adatfelelős</i>	Czirfusz Márton
	<i>adatfelelős email címe</i>	czirfusz.marton@krtk.mta.hu
	<i>kulcsszavak</i>	munkaerőpiac, érzékenység, mezőgazdaság, foglalkoztatás
	<i>kulcsszavak angolul</i>	labour market, sensitivity, agriculture, employment
	<i>időtartam kezdete</i>	2011
	<i>időtartam vége</i>	2011
	<i>INSPIRE témakör</i>	Population Distribution
	<i>karbantartás</i>	notPlanned
	<i>megjelenés dátuma</i>	2018.06.30.

	<i>A mutató elnevezése az adatbázisban</i>	ing01
<i>térképi tematika (=réteg) neve</i>	<i>cím</i>	Az ingázók részaránya (%) 2001
	<i>cim angolul</i>	Share of commuters (%) 2001
<i>rétegcsoporth neve</i>		Munkaerőpiac
<i>térbeli elterjedése (pont, vonal, poligon, raszter)</i>	<i>térbeli megjelenés</i>	poligon, raszter
<i>tervezett megjelenítés módja (szimbólum, színskála, stb.)</i>		színskála
<i>nagyközönség számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>regisztrált felhasználók számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>együttműködő partnerek számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>réteghez tartozó rövid leírás, max. 500 karakter</i>	<i>rövid leírás</i>	Magyarországon a munkaerőpiac éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodóképessége jól prediktálható az ingázás mértékének figyelembe vételével. Az ingázásra vonatkozó adatok a 2001-es népszámlálás számlálókörzeti adataiból lettek CarpatClim-rácsra számítva. Az ingázók arányát a más településre eljáró 15–64 éves dolgozóknak a részaránya méri. A magas értékek jobb alkalmazkodóképességet jelentenek.
	<i>rövid leírás angolul</i>	In Hungary the share of commuting (among the 15–64 years-old) has proved to be a significant measure of climate change adaptive capacity in 2001. The census enumeration

		district data was aggregated to the CarpatClim grid; commuters correspond to all employees who commute outside of the settlement of their place of residence. Higher values mean better adaptive capacity.
<i>szövegekért felelős</i>		Czirfusz Márton
<i>szakmai felelős</i>	<i>adatfelelős</i>	Czirfusz Márton
	<i>adatfelelős email címe</i>	czirfusz.marton@krtk.mta.hu
	<i>kulcsszavak</i>	munkaerőpiac, alkalmazkodóképesség, ingázás
	<i>kulcsszavak angolul</i>	labour market, adaptive capacity, commuting
	<i>időtartam kezdete</i>	2001
	<i>időtartam vége</i>	2001
	<i>INSPIRE témakör</i>	Population Distribution
	<i>karbantartás</i>	notPlanned
	<i>megjelenés dátuma</i>	2018.06.30.

	<i>A mutató elnevezése az adatbázisban</i>	ing11
<i>térképi tematika (=réteg) neve</i>	<i>cím</i>	Az ingázók részaránya (%) 2011
	<i>cim angolul</i>	Share of commuters (%) 2011
<i>rétegcsoporth neve</i>		Munkaerőpiac
<i>térbeli elterjedése (pont, vonal, poligon, raszter)</i>	<i>térbeli megjelenés</i>	poligon, raszter
<i>tervezett megjelenítés módja (szimbólum, színskála, stb.)</i>		színskála
<i>nagyközönség számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>regisztrált felhasználók számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>együttműködő partnerek számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>réteghez tartozó rövid leírás, max. 500 karakter</i>	<i>rövid leírás</i>	Magyarországon a munkaerőpiac éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodóképessége jól prediktálható az ingázás mértékének figyelembe vételével. Az ingázásra vonatkozó adatok a 2011-es népszámlálás számlálókörzeti adataiból lettek CarpatClim-rácsra számítva. Az ingázók arányát a más településre eljáró 15–64 éves dolgozóknak a részaránya méri. A magas értékek jobb alkalmazkodóképességet jelentenek.
	<i>rövid leírás angolul</i>	In Hungary the share of commuting (among the 15–64 years-old) has proved to be a significant measure of climate change adaptive capacity in 2011. The census enumeration

		district data was aggregated to the CarpatClim grid; commuters correspond to all employees who commute outside of the settlement of their place of residence. Higher values mean better adaptive capacity.
<i>szövegekért felelős</i>		Czirfusz Márton
<i>szakmai felelős</i>	<i>adatfelelős</i>	Czirfusz Márton
	<i>adatfelelős email címe</i>	czirfusz.marton@krtk.mta.hu
	<i>kulcsszavak</i>	munkaerőpiac, alkalmazkodóképesség, ingázás
	<i>kulcsszavak angolul</i>	labour market, adaptive capacity, commuting
	<i>időtartam kezdete</i>	2011
	<i>időtartam vége</i>	2011
	<i>INSPIRE témakör</i>	Population Distribution
	<i>karbantartás</i>	notPlanned
	<i>megjelenés dátuma</i>	2018.06.30.

	<i>A mutató elnevezése az adatbázisban</i>	<i>E_serul</i>
<i>térképi tematika (=réteg) neve</i>	<i>cím</i>	Munkaerőpiaci sérülékenység
	<i>cim angolul</i>	Labour market vulnerability
<i>rétegcsoporthoz tartozó név</i>		Munkaerőpiac
<i>térbeli elterjedése (pont, vonal, poligon, raszter)</i>	<i>térbeli megjelenés</i>	poligon, raszter
<i>tervezett megjelenítés módja (szimbólum, színskála, stb.)</i>		színskála
<i>nagyközönség számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>regisztrált felhasználók számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>együttműködő partnerek számára megtekinthető</i>	<i>korlátozás</i>	Igen (1)
<i>réteghez tartozó rövid leírás, max. 500 karakter</i>	<i>rövid leírás</i>	A munkaerőpiaci sérülékenységet leíró változó figyelembe veszi a napi középhőmérséklet 1970-es és 2000-es évek közötti változását, a mezőgazdaságnak a helyben dolgozók körében mért részarányát, az ingázók arányát a foglalkoztatottak között, valamint e mutatók kombinációit egymással és a hőmérséklet-változással. A mutató azt méri, hogy a 2001-2011-es tényadatok között regressziós becsléssel kimutatott összefüggéseket érvényesnek tekintve milyen foglalkoztatási többletvesztést okozott volna egy 0.5°C-kal erősebb felmelegedés.
	<i>rövid leírás angolul</i>	The vulnerability of the labour market between 2001 and 2011

		is captured by a complex variable which takes into account the change of daily mean temperatures between the 1970s and the 2000s, the change of the agricultural employment among locally employed, the change of commuting and the combinations of these variables. The indicator shows the decrease in employment if temperatures rose by a further 0.5°C, and if we take into account the results of the regression estimation on data of 2001 and 2011.
<i>szövegekért felelős</i>		Czirfusz Márton
<i>szakmai felelős</i>	<i>adatfelelős</i>	Czirfusz Márton
	<i>adatfelelős email címe</i>	czirfusz.marton@krtk.mta.hu
	<i>kulcsszavak</i>	munkaerőpiac, sérülékenység
	<i>kulcsszavak angolul</i>	labour market, vulnerability
	<i>időtartam kezdete</i>	2001
	<i>időtartam vége</i>	2011
	<i>INSPIRE témakör</i>	Population Distribution
	<i>karbantartás</i>	notPlanned
	<i>megjelenés dátuma</i>	2018.06.30.

10.1.2 GeoDat

A GeoDat a NATÉR-ben levő adatok táblázatos és grafikus (idősorok) megjelenítését szolgáló, böngészőben futó alkalmazás. A térképi adatbázis által nem megjelenített adatokat is tartalmazhat. A használat regisztrációhoz kötött, így a 94/2014. (III. 21.) Korm. rendelet által meghatározott „szakmai közönség” számára hozzáférhető. A GeoDatban érdemes azokat az adatköröket is elhelyezni, amelyeket később más kutatások használni tudnak saját sérülékenységvizsgálataikhoz, illetve a közigazgatás különböző léptékein a döntéshozók a klímapolitikai stratégiai tervezés során.

Előbbieknek megfelelően a GeoDatba valamennyi előállított mutatót elhelyezésre javasoljuk, CarpatClim-rácsra való bontásban. Mivel számíthatunk arra, hogy a döntően a kutatói szféra által használt GeoDat igényli a minél részletesebb bontású adatokat, ezért az intervallumskálán (hőmérséklet-változás, mint kitettség) és az arányskálán (érzékenység, alkalmazkodóképesség és sérülékenység) mérhető indikátorokat közöljük, amelyekből így tetszőlegesen készíthetők kategorikus változók. Az adott rácspontra vonatkozó pontos értékek rendelkezésre bocsátása emellett a szakpolitikai döntéshozást és döntéselőkészítést is segítheti.

10.1.3 Térképi megjelenítés

Valamennyi, az előbbiekben bemutatott indikátort javasoljuk a NATÉR térképi adatbázisában is megjeleníteni. A CIVAS-kategóriákhoz, az INSPIRE-tematikákhoz és a rétegcsoporthoz való hozzárendeléseket az előbbiekben, a 10.1.1 részben már bemutattuk.

Az összes indikátornál az öt kategóriára való bontást javasoljuk. Az öt kategória a kb. 1100 CarpatClim-rácspont esetében megfelelően érzékelteti az adatsor belső és egyben területi differenciáit, ugyanakkor elkerüljük azt, hogy a túl sok kategória megnehezítse az értelmezést (lásd az alábbi táblázatot).

- A *kitettségi indikátoroknál* a kvintilisekre való bontást javasoljuk, egyszínű színskálával. A színskála kiválasztásakor javasoljuk, hogy az igazodjon más hőmérsékletváltozási adatok ábrázolási módszeréhez a NATÉR meglevő rétegcsoportjaiban (pl. sárga színek használata). A kvintilisekre bontás azért előnyös, mert könnyen meg lehet állapítani, hogy adott rácspont a két mutató esetében ugyanabban a kvintilisben szerepel-e vagy sem (azaz a két mutató szempontjából ugyanannyira kitett-e).
- Az *érzékenységi indikátorok* (mezőgazdasági részarány, 2001, 2011) esetében a két évre ugyanazon kategóriabeosztást javasoljuk használni, hogy a változások könnyen azonosíthatók legyenek a döntéshozók számára. Az adatsorok hisztogramjainak elemzése alapján egy egyenlő osztásközű beosztást javasolunk. A színválasztásnál az egyszínű színskála használatát tartjuk megfelelőnek.
- Az *ingázási arány*, mint *alkalmazkodóképességi indikátor* esetében szintén az egységes kategóriabeosztás mellett foglalkozunk állást, itt is egy egyenlő osztásközű beosztást javasolunk, egyszínű színskálával. Mivel minél magasabb a mutató értéke, annál jobb az alkalmazkodóképesség (szemben a mezőgazdasági részarányal, ahol a magas értékek nagyobb érzékenységet jelentenek), ezt a színskála sötét-világos végének illesztésével szükséges érzékeltetni.
- A *sérülékenységi indikátor* esetében az azonos elemszám alapján öt kategóriába való besorolást javasoljuk, egyszínű vagy két szín közötti átmenetes színskálával; esetlegesen figyelembe véve más rétegcsoporth sérülékenységi indikátorainak színválasztását.

A hét mutató esetében az alábbi táblázatban szereplő kategória határokat és kategóriamegnevezéseket javasoljuk a megjelenítésre.

Indikátor	Magas számérték → Alacsony számérték				
Napi középhőmérséklet-változás (január–december)	5. kvintilis	4. kvintilis	3. kvintilis	2. kvintilis	1. kvintilis
Napi középhőmérséklet-változás (május–október)	5. kvintilis	4. kvintilis	3. kvintilis	2. kvintilis	1. kvintilis
Mezőgazdasági részarány 2001	20% felett	15,1–20%	10,1–15%	5,1–10%	5% és alatta
Mezőgazdasági részarány 2011	20% felett	15,1–20%	10,1–15%	5,1–10%	5% és alatta
Ingázási arány 2001	65% felett	50,1–65%	35,1–50%	20,1–35%	20% és alatta
Ingázási arány 2011	65% felett	50,1–65%	35,1–50%	20,1–35%	20% és alatta
Munkaerőpiaci sérülékenység	Nagyon sérülékeny	Sérülékeny	Közepesen sérülékeny	Kevéssé sérülékeny	Nagyon kevésbé sérülékeny

10. táblázat: Az indikátorok térképi megjelenítésénél használt kategóriaelnevezések

A rétegcsoport térképi felületen megjelenő leírására a következő szöveget javasoljuk:

Ez a rétegcsoport a magyarországi munkaerőpiac és a klímaváltozás kapcsolatát írja le.

A kutatás fogalmi keretében a klímaváltozási sérülékenységvizsgálatokban bevett megközelítést (CIVAS-modell) alkalmaztuk, és olyan mutatószámokat hoztunk létre, amelyek a klímaváltozás és a munkaerőpiac szempontjából megadják az egyes magyarországi térségek kitettségét, érzékenységét, a munkaerőpiac alkalmazkodóképességét és sérülékenységét.

A modellezés során a 15–64 éves, nem tanuló lakosok, mint potenciális munkavállalók helybeni foglalkoztatási esélyét különböző egyéni jellemzők alapján becsültük. Regressziószámításokat végeztünk annak feltárására, hogy hogyan függ össze az 1970-es és a 2010-es évek közötti klímaváltozás, valamint a foglalkoztatási esély 2001 és 2011 közötti változása. Azt találtuk, hogy az erősebb felmelegedésnek kitett térségekben a foglalkoztatás szignifikánsabban lassabban nőtt.

A mezőgazdasági foglalkoztatás részarányát érzékenységi, az ingázási arányt alkalmazkodóképességi indikátorként használtuk (a magas mezőgazdasági részarány érzékenyebbé tesz, a nagyobb arányú ingázással mérsékelhetők a klímaváltozás hatásai). A sérülékenység számszerűsítésére egy olyan mutatót állítottunk elő, amely megbecsli, hogy mennyivel lett volna lassabb a foglalkoztatás

növekedése, ha a napi középhőmérséklet $0,5^{\circ}\text{C}$ -kal nagyobb mértékben emelkedett volna (a többi változó és az azok közötti összefüggések változatlansága esetén). A számításokból kiderült, hogy a klímaváltozás hatása a zárt (alacsony ingázási részarányú), magas mezőgazdasági foglalkoztatási arányú körzetekben a legerősebb, és modellünkben a további hőmérsékletemelkedés ott rontana a helyzetet, ahol az eleve rossz volt.

A kontrollváltozókkal végzett számítások megerősítették, hogy a térségek egymáshoz képesti sérülékenységi helyzetének bemutatására a kontrollváltozók nélküli számítás is megbízhatóan használható.

10.1.4 Vezetői információs és döntéstámogató rendszer

A NATÉR továbbfejlesztéséhez az önkormányzatok körében végzett felmérést a Magyar Természetvédők Szövetsége (Bíró és mtsai. 2017). A kérdőíves vizsgálatot – amelynek mintája magában foglalta a fővárosi önkormányzatot, az összes fővárosi kerületet, megyei jogú várost és megyei önkormányzatot, valamint a kisebb települések körében egy reprezentatív mintát – a NATÉR és egyéb adatbázisok használatának témájában is megkérdezték, így a következtetések átfordíthatók a munkaerőpiaci rétegcsoporthoz használatára a vezetői információs és döntéstámogató rendszer kialakításakor.

A felmérés megállapítása szerint a települések harmadában van csak olyan munkatárs, aki a klímaváltozás ügyeivel foglalkozik, ugyanakkor a NATÉR-t használó önkormányzatok háromnegyedénél van ilyen dolgozó. Az önkormányzatok kisebb része (32%-a) használ klímapolitikai tervezéshez térinformatikai rendszert; az egyéb források (tanulmányok, honlapok stb.) használata még kisebb arányú (21%). A megkérdezett 253 önkormányzatból 17-en használják a NATÉR-t. A kutatásból kiderült az is, hogy a térképi felület a leginkább használt, ettől jelentősen mérsékeltebb a metaadatbázis és a GeoDat használata.

Döntéstámogató célra (a TeIR települési adatgyűjtőhöz hasonló funkcionalitással) elsősorban azokat az indikátorokat javasoljuk felvenni a munkaerőpiaci rétegcsoporthoz, amelyek más rétegcsoporthoz által nincsenek lefedve. Így:

- prioritás a munkaerőpiaci sérülékenységi indikátor használata,
- ez kiegészítendő lehetőség szerint az ingázás (alkalmazkodóképesség) és a mezőgazdasági foglalkoztatási részarány (érzékenység) indikátoraival – a kettő közül az alkalmazkodóképesség a fontosabb,
- a kitettség indikátorokra nincsen feltétlenül szükség egy döntéstámogató rendszerben, mert a klímaadatok alakulására a foglalkoztatáspolitikai döntéshozók nincsenek közvetlen hatással, és a klímaváltozás adott térséget érintő jellemzőit az Éghajlat rétegcsoporthoz teljeskörűben megragadja.

10.2 Javaslatok az adatfrissítésre, az adatkör továbbfejlesztésére

Az adatfrissítésre és a munkaerőpiaci rétegcsoporthoz továbbfejlesztésére alapvetően három irányt fogalmazhatunk meg:

- a modellválasztás korlátainak részleges feloldását, amelyek a számítások eredményeitől „függetlenek”,

- az itt bemutatott számítások eredményei nyomán felmerült tartalmi továbbfejlesztéseket,
- valamint a rendelkezésre álló „bemeneti” adatok frissülése, továbbfejlesztése miatt indokolható lépéseket.

Az első csoportba tartozik az a számítási korlát – ahogyan azt korábban bemutatottuk –, hogy a magyarországi CarpatClim-rácspontokhoz tartozó $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ rácsnégyzetek nem fedik le Magyarország területét. Így voltak olyan népszámlálási számlálókörzeteink, amelyekhez a legközelebbi CarpatClim-rácspont a szomszédos országok területére esik, így némileg pontosabb lett volna azok éghajlati adataival dolgozni. Mivel azonban a szomszédos CarpatClim-rácspontok történeti éghajlati adatai a legtöbb esetben viszonylag hasonlóak, ezért ennek a határhatásnak a kiküszöbölése vélhetően nem az elsődleges prioritás a számítások továbbfejlesztése érdekében.

Szintén az első csoportban említhető, hogy a számítások tovább pontosíthatók abban az esetben, ha az ingázásnál nemcsak azt vesszük figyelembe, hogy az adott személy a lakóhely településéről elingázik-e vagy sem, hanem megkülönböztetjük a CarpatClim-rácson belüli és azon kívüli ingázást. (A CarpatClim-rácson belüli ingázásnál azzal a feltételezéssel élünk, hogy az adott személy egy ugyanolyan éghajlati paraméterekkel rendelkező helyre ingázik munkavállalási céllal.)

A második csoportba az eredmények nyomán felmerülő további kérdéseket sorolhatjuk. Ezek között mindenképpen további vizsgálatokat igényel, hogy a 20 mm feletti csapadékos napok számának változása és a foglalkozási lehetőségek között miért tapasztaltunk pozitív irányú (a sokszor fellépő intenzív csapadék javítja a foglalkoztatási kilátásokat), szignifikáns kapcsolatot. Elméleti magyarázatot egyelőre nem tudunk.

A harmadik csoportba azokat a lehetőségeket soroltuk, amelyek az adatfrissítés nyomán állnak elő. Ide tartozik, hogy a 2020-ig tartó KlimAdat-kutatás (KlimAdat – Az éghajlatváltozás magyarországi hatásainak feltérképezése regionális klímamodell-szimulációk elvégzésével és reprezentatív adatbázis fejlesztésével) (Zsebeházi 2018) a munkaerőpiaci folyamatok klímahatásának vizsgálatára is további lehetőségeket teremtet.

- A CarpatClim továbbvezetett napi idősorainak alapján a 2016-os mikrocenzus egyéni szintű adatainak felhasználásával validálható volna a 2001 és 2011 közötti munkaerőpiaci változásokra ebben a kutatásban kidolgozott modell. Mivel a mikrocenzus 10%-os, járási szinten reprezentatív mintán készült (Lakatos Miklós 2016), ezért a CarpatClim-rácspontokon (kisebb és vizsgálandó módszertani korlátok mellett) futtatható a továbbszámítás. Ezzel a bővítéssel (a hosszabb idősorral) már megkockáztatható egy rövid távú munkaerőpiaci prognózis is.
- A SURFEX 1 km-es felbontású, városi területekre végzett szimulációihoz (Zsebeházi 2018) kapcsolódóan modellszámítások végezhetők. Például ha az éghajlati adatok reanalíziséből a múltbeli adatokra is előállítható a CarpatClimnél finomabb bontású adatsor, akkor a jelenleginél részletesebb térbeli felbontású, így reményeink szerint pontosabb becslés készíthető a 2001 és 2011 közötti munkaerőpiaci folyamatokról.
- A CarpatClim továbbfejlesztése során a hőmérséklet és a csapadék napi járását bemutató (6 órás) idősorok lesznek elérhetők (Bihari 2018). Ez jelenlegi feltételezéseink szerint a munkaerőpiac és a klímaváltozás kapcsolatának leírásában nem hoz gyökeres újdonságot. Ha a MISH- és a MASH-eljárások továbbfejlesztése során a napi bontású adatok is módosulnak, akkor indokolt a munkaerőpiaci számításokat újrafuttatni.

A KlimAdat-projekt zárása 2020 végén már majdnem egybeesik a 2021-ben tervezett újabb magyarországi népszámlálással. Így a 2016-os mikrocenzusadatokat használó validáló futtatás mellett indokolt lehet a munkaerőpiaci frissítéssel megvárni a 2021-es népszámlálás részletes mikroadatait; és a 10 éves időtávval bővíteni a NATÉR-rendszerben közölt adatokat.

Az adatkörök továbbfejlesztésénél megfontolandónak tartjuk a döntéshozók és adathasználók igényeinek figyelembevételét; azaz az adatkörök bővítését (amennyiben lehetséges) érdemes a használói igényekhez igazítani, egyben megvizsgálni a munkaerőpiaci rétegcsopotról való felhasználói tapasztalatokat. Ha az egyéb, munkaerőpiaci adatokat is tartalmazó területi adatbázisok (pl. TeIR) tartalmában és hozzáféréseiben a jövőben változás következik be, a NATÉR munkaerőpiaci adatkörének módosítása (bővítése vagy szűkítése) szintén indokolt lehet.

10.3 Kapcsolatok az új Nemzeti éghajlatváltozási stratégia célrendszerének lehetséges munkaerőpiaci hatásaival

Az új (második) Nemzeti éghajlatváltozási stratégia (Nemzeti Fejlesztési Minisztérium 2017) tervezetét a kormány 2017. május 23-án nyújtotta be az Országgyűlésnek. A dokumentum mitigációs és adaptációs jövőképre egyaránt támaszkodik, így az alacsony szén-dioxid-kibocsátás célkitűzése (dekarbonizáció) mellett az éghajlatváltozás következményeire való felkészülést is magában foglalja, amelyek specifikus célokban és beavatkozási területekben öltönek testet. A továbbiakban csak a munkaerőpiachoz jobban kapcsolható 1. és 3. specifikus célokkal foglalkozunk. Az alfejezet célja, hogy ennek a szakpolitikai kulcsdokumentumnak a megállapításait összekapcsolja jelen kutatás eredményeivel.

A Hazai dekarbonizációs útiterv tartalmazza a mitigációs lépéseket (1. specifikus cél), ezek lehetséges munkaerőpiaci hatásait az alábbi táblázat mutatja be.

Beavatkozási területek	Munkaerőpiaci hatás
A fosszilis energiahordozók kiváltása	Az energetika elsősorban nem a közvetlen munkaerőpiaci hatásai miatt jelentős (a D „Villamosenergia-, gáz-, gőzellátás, légkondicionálás” nemzetgazdasági ágban 2017-ben 34 ezren dolgoztak a KSH adatai alapján), hanem a kiváltáshoz kapcsolódó infrastrukturális beruházások térben koncentrált és időleges foglalkoztatási hatásai révén (pl. Paks 2 beruházás).
Az energiahatékonyság növelése	Ezek az átalakulások valószínűleg nem járnak jelentős munkaerőpiaci változásokkal; a kapcsolódó beruházások (pl. épületenergetikai beruházások miatti építőipari tevékenység) bírhatnak munkaerőpiaci hatással, amely az építőiparéhoz hasonló térbeli mintázatot követhet.

A természeti erőforrások igényeinek mérséklése	A természeti erőforrások igénybevételének mérséklése valószínűleg nem jár nagyon jelentős közvetlen foglalkoztatáscsökkenési vagy foglalkoztatásnövekedési hatással.
Zöldgazdaság-fejlesztés	A gazdaságfejlesztés súlypontjaként különböző ágazatokat különbözőképpen érinthet, olyan munkaerőpiaci hatással, amelyet a konkrét intézkedések ismeretében lehet pontosabban becsülni, a térbeli mintázatával együtt.
Erdőtelepítés, szén-dioxid-leválasztás és -tárolás	Vélhetően marginális foglalkoztatási hatással bíró beavatkozási terület.
Kutatás, fejlesztés, innováció	A pontos beavatkozások ismeretében lehet pontosabb munkaerőpiaci hatást becsülni; de mivel a kutatás-fejlesztés Magyarországon rendkívül koncentrált (Budapest a kutató-fejlesztő munkahelyek 56%-át adta 2016-ban a KSH adatai alapján, emellett a nagyobb városok megyéi emelkedtek ki), ezért térben a nagyvárosokra összpontosuló foglalkoztatási hatást várhatunk, ami a munkaerőpiac területi egyenlőtlenségeit növeli.

11. táblázat: A második Nemzeti éghajlatváltozási stratégia mitigációs lépéseinek munkaerőpiaci hatásai

A dokumentum dekarbonizációs ágazati cselekvési irányainak részletes bemutatásából a legtöbb esetben hiányzik a foglalkoztatási szempont. Az iparon belül a dokumentum kiemeli, hogy a dekarbonizáció nem alapulhat az ipari termelés visszafogásán, így a fenntarthatóbb termelési módokat szükséges terjeszteni. Ez magában foglalhatja az ipar ágazati szerkezetének átalakítására vonatkozó iparpolitikát (ami nyilvánvalóan a foglalkoztatásra is hatással van, és módosíthatja azt a modellünkben tapasztalt trendet, hogy a mezőgazdasági foglalkoztatás magas részaránya érzékenységi indikátorként értelmezhető). A mezőgazdasági termelés fenntarthatóvá tételénél kiemelik a mezőgazdaság munkahelyteremtő hatását mint elérendő célt a dekarbonizáció nyomán, viszont ez nincsen logikailag összekapcsolva a konkrét cselekvési irányokkal.

Az adaptációs beavatkozási területeket a 3. specifikus cél (Alkalmazkodás és felkészülés) tartalmazza, amelynek lehetséges munkaerőpiaci hatásait az alábbi táblázat mutatja be.

Beavatkozási területek	Munkaerőpiaci hatás
A természeti erőforrások megóvása	Munkaerőpiaci hatása marginális.
Sérülékeny térségek alkalmazkodása	Az alkalmazkodási lehetőségek feltárásánál fontos, hogy a munkaerőpiaci hatások térben differenciált hatására (a munkaerőpiac sérülékenysége) is figyelemmel legyenek a

	beavatkozások. Az általunk kidolgozott munkaerőpiaci sérülékenységi indikátor segítheti az erre vonatkozó beavatkozások tervezését.
Sérülékeny ágazatok alkalmazkodása	A munkaerőpiac és a klímaváltozás kapcsolatában a mezőgazdasági részarány bizonyult sérülékeny ágazatnak, erre az alkalmazkodásnál is figyelemmel kell lenni.
Nemzetstratégiai jelentőségű területek alkalmazkodása	A katasztrófavédelem, a vízgazdálkodási infrastruktúra alkalmazkodása marginális munkaerőpiaci hatású (pusztán a beruházások megvalósításakori építőipari foglalkoztatásbővülés várható), a vidékfejlesztés esetében a konkrét beavatkozásoktól függően vizsgálendő a munkaerőpiaci hatás.
A társadalom alkalmazkodása	A társadalom alkalmazkodásánál figyelembe szükséges venni a munkaerőpiaci alkalmazkodást is (erre a kutatásunkban az ingázás mutatóját használtuk).
Kutatás, fejlesztés, innováció	Az alkalmazkodás kutatásának támogatása munkaerőpiaci szempontból marginális jelentőségű.

12. táblázat: A második Nemzeti éghajlatváltozási stratégia adaptációs lépéseinek munkaerőpiaci hatásai

Az adaptációs rész a stratégiában bár foglalkozik az éghajlatváltozás „humán és társadalmi-gazdasági” következményeivel néhány szakterületen (IV.4. fejezet), ám itt sem jelennek meg mindenütt a foglalkoztatással való összefüggések. Például a népegészségügyi vizsgálatok jelentős egészségkárosodást vetítenek előre, ami nyilvánvalóan növeli a foglalkoztatásból való kiesés és a munkaóra-csökkenés eshetőségét – és a korábbi vizsgálatok alapján az egészséghatásnak jelentős területi egyenlőtlenségei is lesznek (Páldy és Bobvos 2014). A dokumentum kiemeli a munkavédelmi szempontokat, amely biztosítja, hogy például a növekvő hőmérséklet ne veszélyeztesse az emberi egészséget.

A mezőgazdaságra vonatkozó megállapításokban a szektor radikális átalakulása a rendszerváltás után (tulajdonviszonyok, foglalkoztatás) tulajdonképpen nem jelenik meg összefüggésben az egyébként fontos alkalmazkodási lehetőségek tárgyalásával; illetve a tényleges folyamatoknak (birtokonkoncentráció) ellentmond a stratégia (kis- és közepes méretű gazdaságok ösztönzése, amelyekre alapozva magas hozzáadott értékű termékek előállítása történik). A dokumentum a turizmus vizsgálatokkor a gazdasági diverzifikációt tartja szükségesnek a turizmus által erősen érintett térségek esetében – ez természetesen a foglalkoztatás ágazati szerkezetének az átalakulását és esetlegesen a munkaerőpiaci sérülékenység változását is magával hozza (bár ezt a dokumentum nem említi).

11 IRODALOMJEGYZÉK

- Adger, W. Neil. 2006. „Vulnerability”. *Global Environmental Change, Resilience, Vulnerability, and Adaptation: A Cross-Cutting Theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change*, 16 (3): 268–81. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>.
- Argent, Neil. 2017. „Rural geography II: Scalar and social constructionist perspectives on climate change adaptation and rural resilience”. *Progress in Human Geography*, 0309132517743115. <https://doi.org/10.1177/0309132517743115>.
- Baranyai, Nóra, Viktor Varjú. 2017. „A klímaváltozással kapcsolatos attitűdök területi sajátosságai”. *Területi Statisztika* 57 (2): 160–82. <http://dx.doi.org/10.15196/TS570203>.
- Bigos, Magdalena, Weys Qaran, Menno Fenger, Ferry Koster, Peter Mascini, Romke van der Veen. 2013. „D1.1. Review Essay on Labour Market Resilience”. *INSPIRES Working Paper Series*, sz. 1.
- Bigos, Magdalena, Weys Qaran, Menno Fenger, Ferry Koster, Romke van der Veen. 2014. „Labour market resilience in Europe. INSPIRES Benchmark Report”. http://www.inspires-research.eu/userfiles/D1_3%20Benchmark%20Report%20on%20Labour%20market%20resilience.pdf.
- Bihari, Zita, szerk. 2015. *A klímaváltozás okozta sérülékenység vizsgálata, különös tekintettel a turizmusra és a kritikus infrastruktúrákra (KRITÉR)*. Összefoglaló a projekt eredményeiről. Budapest: Országos Meteorológiai Szolgálat. http://www.met.hu/downloads.php?fn=/KRITeR/doc/zaro/KRITER_zaro_final.pdf.
- . 2018. „Mérési adatok a KlimAdat projektben”. előadás KlimAdat projekt nyitórendezvénye, Budapest, 10. http://klimadat.met.hu/downloads.php?fn=/doc/nyito/4-Zsebehazi_Gabriella_KlimAdat_20180110.pdf.
- Bíró, Lajos, Tamás Cselószki, István Tamás Farkas, Szilvia Kapitányiné Sándor, Klára Kis, Csaba Lajtmann. 2017. *Felmérés a hazai önkormányzatok éghajlatváltozással kapcsolatos ismereteiről és tevékenységeiről*. Budapest: Magyar Természetvédők Szövetsége. http://nakfo.mbfisz.gov.hu/sites/default/files/files/NATER_onkormanyzati_tanulmany.pdf.
- Chapple, Karen, T. William Lester. 2010. „The resilient regional labour market? The US case”. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 3 (1): 85–104. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsp031>.
- Ciscar, J C, szerk. 2014. *Climate impacts in Europe. The JRC PESETA II project*. JRC Scientific and Policy Reports, EUR 26586EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Cutter, Susan L., Bryan J. Boruff, W. Lynn Shirley. 2003. „Social Vulnerability to Environmental Hazards”. *Social Science Quarterly* 84 (2): 242–61. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>.
- Czifrusz, Márton, Edit Hoyk, Andrea Suvák, szerk. 2015. *Klímaváltozás – társadalom – gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon*. Pécs: Publikon Kiadó.
- Csorvási, Anett, Tamás Illy, Judit Sábitz, Péter Szabó, Gabriella Szépszó, Gabriella Zsebeházi. 2016. *A jövőre vonatkozó projekciók eredményeinek együttes kiértékelése, bizonytalanságok számszerűsítése*. Budapest: Országos Meteorológiai Szolgálat. http://www.met.hu/downloads.php?fn=/RCMTeR/doc/reports/D4.2_C13-10_kozos-kiertekeles_projekcio.pdf.
- Dixon, Keith W., Mark D. Shulman. 1984. „A Statistical Evaluation of the Predictive Abilities of Climatic Averages”. *Journal of Climate and Applied Meteorology* 23 (11): 1542–52. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1984\)023<1542:ASEOTP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1984)023<1542:ASEOTP>2.0.CO;2).

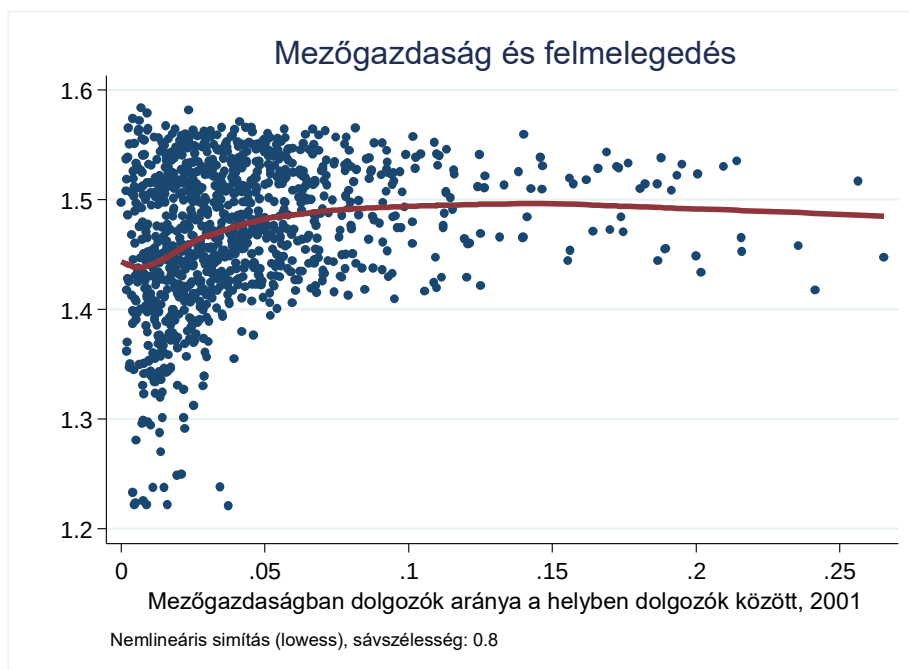
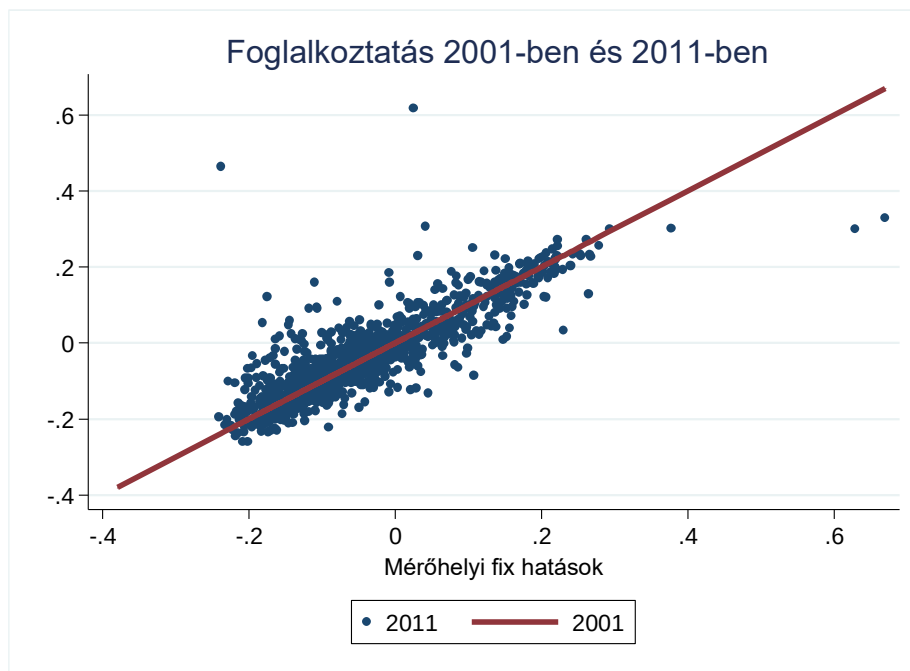
- Dobor, Laura, Zoltán Barcza, Tomáš Hlásny, Tamás Árendás, Tamás Spitkó, Nándor Fodor. 2016. „Crop planting date matters: Estimation methods and effect on future yields”. *Agricultural and Forest Meteorology* 223 (Supplement C): 103–15. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.03.023>.
- Dusek, Tamás. 2004. *A területi elemzések alapjai*. Regionális Tudományi Tanulmányok 10. Budapest: ELTE Regionális Földrajzi Tanszék, MTA–ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport.
- Elekes, Zoltán, Sándor Juhász. 2017. „A technológiai közelség által közvetített agglomerációs előnyök hatása a hazai vállalatok túlélésére”. *Tér és Társadalom* 31 (3): 3–24. <https://doi.org/10.17649/TET.31.3.2873>.
- Eriksson, Rikard H, Emelie Hane-Weijman. 2017. „How Do Regional Economies Respond to Crises? The Geography of Job Creation and Destruction in Sweden (1990–2010)”. *European Urban and Regional Studies* 24 (1): 87–103. <https://doi.org/10.1177/0969776415604016>.
- Farkas, Jenő Zsolt, János Rakonczai, Edit Hoyk. 2015. „Környezeti, gazdasági és társadalmi éghajlati sérülékenység: esettanulmány a Dél-Alföldről”. *Tér és Társadalom* 29 (1): 149–174. <https://doi.org/10.17649/TET.29.1.2675>.
- Fiala, Károly, Viktória Blanka, Zsuzsanna Ladányi, Péter Szilassi, Balázs Benyhe, Dragan Dolinaj, Imre Pálfi. 2014. „Drought Severity and its Effect on Agricultural Production in the Hungarian-Serbian Cross-Border Area”. *Journal of Environmental Geography* 7 (3–4): 43–51. <https://doi.org/10.2478/jengeo-2014-0011>.
- Fodor, Nándor, Andrew Challinor, Ioannis Droutsas, Julian Ramirez-Villegas, Florian Zabel, Ann-Kristin Koehler, Christine H. Foyer. 2017. „Integrating Plant Science and Crop Modeling: Assessment of the Impact of Climate Change on Soybean and Maize Production”. *Plant and Cell Physiology* 58 (11): 1833–47. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcx141>.
- Fodor, Nándor, László Pásztor, Tamás Németh. 2014. „Coupling the 4M crop model with national geodatabases for assessing the effects of climate change on agro-ecological characteristics of Hungary”. *International Journal of Digital Earth* 7 (5): 391–410. <https://doi.org/10.1080/17538947.2012.689998>.
- Fogarasi, József, Gábor Kemény, András Molnár, Zsuzsanna Keményné Horváth, Anna Zubor-Nemes, Andrea Kiss. é. n. „Modelling climate effects on Hungarian winter wheat and maize yields”. *Studies in Agricultural Economics* 118 (2). Elérés 2017. november 27. <https://ageconsearch.umn.edu/record/246259/export/hm>.
- Grabher, Gernot, David Stark. 1997. „Organizing diversity: Evolutionary theory, network analysis, and post-socialism”. In *Restructuring networks in post-socialism. Legacies, linkages, and localities*, szerkesztette Gernot Grabher és David Stark, 1–32. Oxford: Oxford University Press.
- Greiving, Stefan, szerk. 2011. *ESPON Climate. Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies*. ESPON, IRPUD, TU Dortmund. <https://www.espon.eu/programme/projects/espon-2013/applied-research/espon-climate-climate-change-and-territorial-effects>.
- Kjellstrom, Tord, Sari Kovats R., Simon J. Lloyd, Tom Holt, Richard S. J. Tol. 2009. „The Direct Impact of Climate Change on Regional Labor Productivity”. *Archives of Environmental & Occupational Health* 64 (4): 217–27. <https://doi.org/10.1080/19338240903352776>.
- KSH. 2018. „STADAT – 2.1.7.2. A foglalkoztatottak száma nemzetgazdasági ágak, ágazatok szerint, nemeként – TEÁOR'08 (2008–)”. 2018. http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qlf005c.html.
- Lakatos, Miklós. 2016. „A magyarországi mikrocenzusok története és a 2016. évi mikrocenzus”. In *A 2016. évi mikrocenzus témakörei. Háttér tanulmányok a mikrocenzus programjáról és témaköreiről*, szerkesztette Zsolt Németh, 6–43. Mikrocenzus 2016 1. Budapest: Központi Statisztikai Hivatal. https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mikrocenzus2016/mikrocenzus_2016_1.pdf.

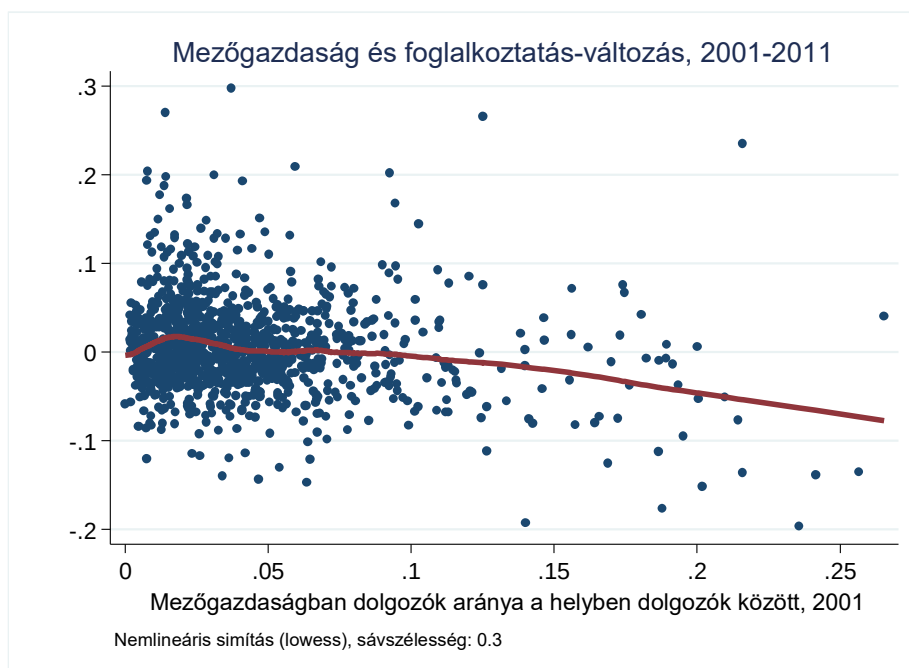
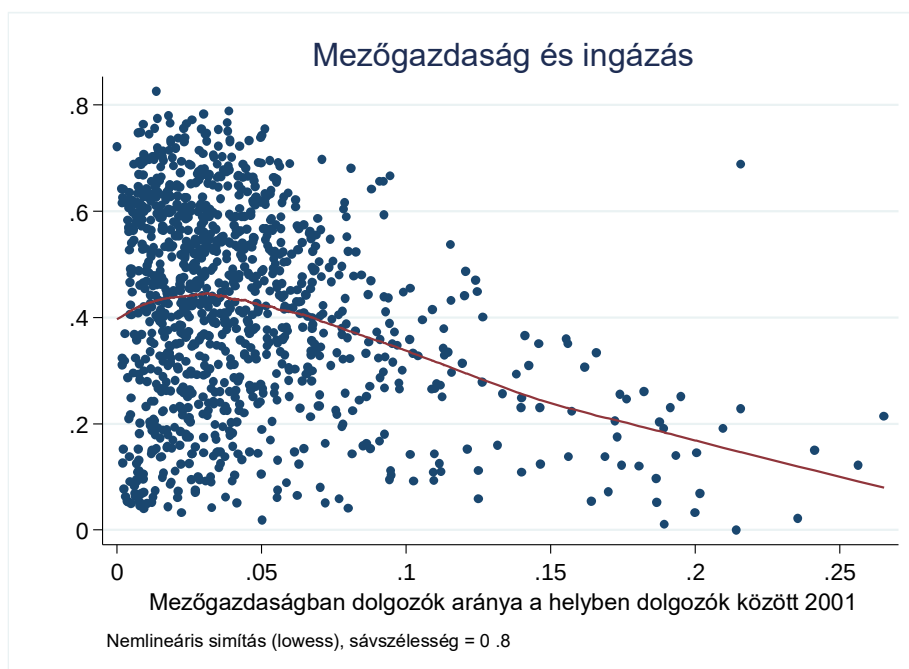
- Lakatos, Mónika, Zita Bihari, Tamás Szentimrey, Jonathan Spinoni, Sándor Szalai. 2016. „Analyses of Temperature Extremes in the Carpathian Region in the Period 1961–2010”. *Időjárás* 120 (1): 41–51.
- Martin, Ron. 2012. „Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks”. *Journal of Economic Geography* 12 (1): 1–32. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbr019>.
- Marton, Annamária. 2010. „Hőhullámok vizsgálata Budapesten bioklímaindexek felhasználásával”. BSc szakdolgozat, Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- McLeman, R., B. Smit. 2006. „Migration as an Adaptation to Climate Change”. *Climatic Change* 76 (1–2): 31–53. <https://doi.org/10.1007/s10584-005-9000-7>.
- Micskei, Gy, N Fodor, Cs Marton, P Bónis, T Árendás. 2016. „Using long-term field experiment data to prepare a crop simulation model for climate impact studies”. *Applied Ecology and Environmental Research* 14 (3): 263–80. https://doi.org/10.15666/aeer/1403_263280.
- MTA KRTK, CEU. 2015. „GEO – Számlálókörzeti adatbázis”. Kézirat.
- N. N. 2015. „Magyarország legfontosabb szántóföldi növényeinek sérülékenysége a klímaváltozás hatására”. AGRATÉR. <http://agrater.hu/wp-content/uploads/AGRATER-serulekenyseg-elemzes-szantofoldi-novenyek.pdf>.
- Nakicenovic, N., J. Alcamo, A. Grubler, K. Riahi, R. A. Roehrl, H.-H. Rogner, N. Victor. 2000. *Special Report on Emissions Scenarios (SRES), A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/6101/>.
- Nemzeti Fejlesztési Minisztérium. 2017. *A 2017-2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia*. Budapest: Nemzeti Fejlesztési Minisztérium.
- Nyström, Kristina. 2017. „Regional resilience to displacements”. *Regional Studies*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1262944>.
- OECD. 2015. *The Economic Consequences of Climate Change*. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264235410-en>.
- O'Neill, Brian C., Elmar Kriegler, Kristie L. Ebi, Eric Kemp-Benedict, Keywan Riahi, Dale S. Rothman, Bas J. van Ruijven, mtsai. 2017. „The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century”. *Global Environmental Change* 42: 169–80. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004>.
- Orosz, László. 2016. *Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR). Felhasználói kézikönyv*. Budapest: Magyar Földtani és Geofizikai Intézet. http://nakfo.mbfisz.gov.hu/sites/default/files/files/NATER_Felhasznaloi_kezikonyv.pdf.
- Páldy, Anna, János Bobvos. 2014. „Health Impacts of Climate Change in Hungary - A Review of Results and Possibilities to Help Adaptation”. *Central European Journal of Occupational and Environmental Medicine* 20 (1–2): 51–66.
- Pálvolgyi, Tamás, Tamás Czira, Judit Bartholy, Rita Pongrácz, Judit Bartholy, László Bozó, László Haszpra. 2011. „Éghajlati sérülékenység a hazai kistérségek szintjén”. In *Klímaváltozás – 2011. Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére*, 236–56. Budapest: A Magyar Tudományos Akadémia; Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszék.
- Pike, Andy, Stuart Dawley, John Tomaney. 2010. „Resilience, adaptation and adaptability”. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 3 (1): 59–70. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsq001>.
- Popke, Jeff. 2016. „Researching the Hybrid Geographies of Climate Change: Reflections from the Field”. *Area* 48 (1): 2–6. <https://doi.org/10.1111/area.12220>.
- Reuveny, Rafael. 2007. „Climate change-induced migration and violent conflict”. *Political Geography, Climate Change and Conflict*, 26 (6): 656–73. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2007.05.001>.

- Riahi, Keywan, Shilpa Rao, Volker Krey, Cheolhung Cho, Vadim Chirkov, Guenther Fischer, Georg Kindermann, Nebojsa Nakicenovic, Peter Rafaj. 2011. „RCP 8.5—A Scenario of Comparatively High Greenhouse Gas Emissions”. *Climatic Change* 109 (1–2): 33. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0149-y>.
- Spinoni, Jonathan, Sandor Szalai, Tamás Szentimrey, Monika Lakatos, Zita Bihari, Andrea Nagy, Ákos Németh, mtsai. 2015. „Climate of the Carpathian Region in the Period 1961–2010: Climatologies and Trends of 10 Variables”. *International Journal of Climatology* 35 (7): 1322–41. <https://doi.org/10.1002/joc.4059>.
- Sütő, Attila, szerk. 2016. *Éghajlatváltozás és alkalmazkodás A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR) kialakítása. Egy hatékony eszköz a megfelelő válaszokhoz*. Budapest: Magyar Földtani és Geofizikai Intézet. http://nakfo.mbfisz.gov.hu/sites/default/files/files/PR_HU_honlapra.pdf.
- Szépszó, Gabriella, Tamás Illy, Péter Szabó. 2016. *A regionális klímamodellek eredményeinek utófeldolgozása és a NATÉR számára szükséges paraméterek előállítása*. Budapest: Országos Meteorológiai Szolgálat. http://www.met.hu/downloads.php?fn=/RCMTer/doc/reports/D4.3_C13-10_NATeRba.pdf.
- Thomson, Allison M., Katherine V. Calvin, Steven J. Smith, G. Page Kyle, April Volke, Pralit Patel, Sabrina Delgado-Arias, mtsai. 2011. „RCP4.5: A Pathway for Stabilization of Radiative Forcing by 2100”. *Climatic Change* 109 (1–2): 77. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0151-4>.
- Urban, Herwig, Karl W. Steininger. 2015. „Manufacturing and Trade: Labour Productivity Losses”. In *Economic Evaluation of Climate Change Impacts*, szerkesztette Karl W. Steininger, Martin König, Birgit Bednar-Friedl, Lukas Kranzl, Wolfgang Loibl, Franz Prettenhaler, 301–22. Springer Climate. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12457-5_16.
- Vuuren, Detlef P. van, Jae Edmonds, Mikiko Kainuma, Keywan Riahi, Allison Thomson, Kathy Hibbard, George C. Hurtt, mtsai. 2011. „The Representative Concentration Pathways: An Overview”. *Climatic Change* 109 (1–2): 5. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>.
- Wilks, D. S. 2012. „Projecting “Normals” in a Nonstationary Climate”. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 52 (2): 289–302. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-11-0267.1>.
- Zsebeházi, Gabriella. 2018. „KlimAdat – Az éghajlatváltozás magyarországi hatásainak feltérképezése regionális klímamodell-szimulációk elvégzésével és reprezentatív adatbázis fejlesztésével”. előadás KlimAdat projekt nyitórendezvénye, Budapest, 10. http://klimadat.met.hu/downloads.php?fn=/doc/nyito/4-Zsebehazi_Gabriella_KlimAdat_20180110.pdf.
- Zsibók, Zsuzsanna, Tamás Sebestyén. 2017. „Regionális gazdasági előrejelző modell, a klímaváltozás figyelembevételével”. *Területi Statisztika* 57 (2): 132–59. <https://doi.org/10.15196/TS570202>.

12 FÜGGELÉK

16. ábra: A foglalkoztatás, a klímaváltozás, a mezőgazdasági résarány és az ingázási arány közötti kapcsolatok (a–d panelek)





13. táblázat: A megyék rangsora a kontrollált egyenletből számított sérülékenységi indikátor szerint

	<i>Átlag</i>	<i>A megyéhez tartozó ráncpontértékek közötti szórás</i>
Bács-Kiskun	0,0967	0,0375
Csongrád	0,0946	0,0414
Hajdú-Bihar	0,0927	0,0877
Békés	0,0867	0,0378
Jász-Nagykun-Szolnok	0,0878	0,0714
Tolna	0,0622	0,0235
Somogy	0,0562	0,0279
Szabolcs-Szatmár-Bereg	0,0512	0,0284
Baranya	0,0516	0,0295
Borsod-Abaúj-Zemplén	0,0448	0,0268
Heves	0,0427	0,0253
Komárom-Esztergom	0,0427	0,0230
Zala	0,0425	0,0219
Győr-Moson-Sopron	0,0431	0,0339
Veszprém	0,0390	0,0228
Pest	0,0368	0,0287
Vas	0,0369	0,0217
Fejér	0,0363	0,0252
Nógrád	0,0269	0,0192
Budapest	0,0142	0,0029