

ÉGHAJLATVÁLTOZÁSI ALKALMAZKODÁS- KUTATÁS A HAZAI MEZŐGAZDASÁGBAN

Készítette az Agrárgazdasági Kutató Intézet
a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat megbízásából
a KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 azonosítójú
„NATÉR továbbfejlesztése” projekt keretében



NAKFO

NEMZETI ALKALMAZKODÁSI KÖZPONT FŐOSZTÁLY
Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat

2018. április

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Kohéziós Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Készítette:

Agrárgazdasági Kutató Intézet

Közreműködött:

Magyar Tudományos Akadémia Közgazdasági és Regionális Kutatások Központja

Témafelelős:

Rácz Katalin

Király Gábor

Szerkesztette:

Király Gábor

Szerzők:

Biró Szabolcs, Fogarasi József, Füzi Tamás, Hamar Anna, Keményné Horváth Zsuzsanna, Király Gábor,
Koós Bálint, Lámfalusi Ibolya, Miskó Krisztina, Vásáry Viktória, Vígh Enikő Zita, Zubor-Nemes Anna

Adatfelvétel: 2017. szeptember – 2018. január

2018. április

TARTALOMJEGYZÉK

Táblázatjegyzék.....	4
Ábrajegyzék	5
Általános bevezető.....	7
1. fejezet: Klímaváltozás és mezőgazdasági termelés.....	8
Bevezetés	8
1.1. A klímaváltozás tényének és magyarországi sajátosságainak bemutatása.....	10
1.2. A klímaváltozás hatása a magyar mezőgazdaságban.....	14
Összefoglalás	30
2. Fejezet: A magyar mezőgazdaság éghajlati szempontú hatásvizsgálata	31
Bevezetés	31
2.1. A hazai mezőgazdaság helyzete	33
2.2. A hazai mezőgazdaság termelékenységének alakulása	38
2.3. Az éghajlat változásának hatásai a termelékenységre	44
Összefoglalás	50
3. Fejezet: A hazai mezőgazdaság éghajlatváltozással összefüggő kockázatkezelési technikáinak bemutatása és értékelése.....	51
Bevezetés	51
3.1. Kockázatkezelés lehetőségei a mezőgazdaságban.....	52
3.2. A hazai mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer (MKR)	62
3.3. Üzemszintű agrotechnikai kockázatkezelési módszerek.....	78
Összefoglalás	82
4. Fejezet: A termelők alkalmazkodási döntéshozatalát meghatározó tényezők	84
Bevezetés	84
4.1. Az éghajlatváltozáshoz történő alkalmazkodás intézményi környezete.....	86
4.2. Árutermelő mezőgazdasági üzemek éghajlatváltozási alkalmazkodásának vizsgálata	97
Összefoglalás	118
Javaslatok	121
Fogalomtár	123
Mellékletek.....	125
Irodalomjegyzék.....	134

Táblázatjegyzék

1. táblázat: Az országos faállomány területe az aktuális erdőtársulás csoport szerint.....	22
2. táblázat: Erdőgazdasági károk, 2015	24
3. táblázat: A károk gazdasági kihatásai az Északerdő Zrt.-nél (ciklonok)	25
4. táblázat: Zala megye bükk állományainak előrevetített klímaváltozás hatására bekövetkező véghasználati (hozamcsökkentésből, minőségromlásból, pusztulásból eredő) árbevétel-kiesése	26
5. táblázat: Nagytávú erdőtelepítési lehetőségek régióként (ha)	28
6. táblázat: Az élelmiszer-gazdaság aránya a nemzetgazdaságban	35
7. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a mezőgazdaságban, 2010–2016.....	39
8. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a szántóföldi növénytermesztésben, 2010– 2016.....	39
9. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a legelőgazdálkodásban, 2010–2016.....	40
10. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a zöldségtermesztésben, 2010–2016	40
11. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a szántóföldi zöldségtermesztésben	41
12. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a növényházi zöldségtermesztésben.....	41
13. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a gyümölcstermesztésben, 2010–2016.	41
14. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a szőlőtermesztésben, 2010–2016.....	42
15. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a tejtermelésben, 2010–2016	42
16. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a sertéságazatban, 2010–2016.....	43
17. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a baromfiágazatban, 2010–2016.....	43
18. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a vegyes gazdaságokban, 2010–2016 ...	43
19. táblázat: A változók leíró statisztikája	47
20. táblázat: Panel Tobit-regresszió-eredmények.....	49
21. táblázat: A támogatásintenzitás csökkentésének sorrendje és százalékos változása a díjtámogatott biztosításoknál a 2012–2016 közötti időszakban.....	65
22. táblázat: Az I. és II. pillér jellemzőinek összehasonlítása	66
23. táblázat: Agrometeorológiai tényezők alakulása 2012–2016 között Magyarországon	68
24. táblázat: Az I. pillér főbb mutatói a 2012. és 2016. évek közötti időszakban	69
25. táblázat: A hazai növénybiztosítási piac alakulása a 2012–2016 közötti időszakban	74
26. táblázat: Alkalmazkodási célú beavatkozások megjelenése a 2014–2020 közötti időszak Vidékfejlesztési Programjában	91
27. táblázat: Mezőgazdasági termelők, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók éghajlatváltozással kapcsolatos tájékozódásának forrásai.....	96
28. táblázat: Mezőgazdasági termelők éghajlatváltozás-észlelése és -érintettsége gazdaságtípusok szerint (N=300)	106
29. táblázat: Menedzseri, technikai és pénzügyi adaptáció elemei.....	108
30. táblázat: Adaptációs technikák alkalmazásának említési gyakorisága a művelt szántóterület nagysága szerinti bontásban	110
31. táblázat: Adaptációs technikák alkalmazásának említési gyakorisága az üzem vezetőjének, tulajdonosának szakmai végzettsége szerinti bontásban	112
32. táblázat: A paraméterbecslő modellek szignifikanciája	113
33. táblázat: Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodást akadályozó tényezők (N=300).....	118

Ábrajegyzék

1. ábra: A hőmérséklet és a csapadék mennyiségének változása.....	12
2. ábra: Az éghajlatváltozásból adódó élelmiszer termelési kockázatok	15
3. ábra: Országos évi középhőmérsékletek Magyarországon 1901–2009 között.....	16
4. ábra: Országos éves csapadékösszegek Magyarországon 1901–2009 között	17
5. ábra: Vetési, vegetatív és generatív fenofázisokban mért hőmérsékleti (fent) és csapadékatlagok (lent) 2002–2013 között Forrás: Bakucs et al., 2017.....	19
6. ábra: A klímaosztályok területének változása a Szenárió (A1B) esetén az 1961–1990. bázisidőszakhoz viszonyítva	21
7. ábra: Erdőtelepítés, erdőfelújítás 1985–2016 (ha)	29
8. ábra: Földhasználat művelési ágak szerint, 2017	36
9. ábra: Mezőgazdasági export és import főbb árucsoportjai szerint, 2016.....	37
10. ábra: Magyarországi hőség napok számának időszora (homogenizált, interpolált országos átlagok alapján) a hazai rácsponthoz átlaga alapján 1901–2016 között, tízéves mozgó átlaggal és a becsült lineáris trenddel	44
11. ábra: Magyarországi fagyos napok számának időszora (homogenizált, interpolált országos átlagok alapján) a hazai rácsponthoz átlaga alapján 1901–2016 között, tízéves mozgó átlaggal és a becsült lineáris trenddel	45
12. ábra: A vállalkozói döntés és a kockázat viszonya.....	52
13. ábra: Az elemi károk kármentekénti megoszlása az I. pillér kifizetései alapján a 2012–2016 közötti időszakban.....	54
14. ábra: A kockázati valószínűség, a kár nagyság és a kockázatkezelés összefüggései.....	57
15. ábra: A kárenyhítési hozzájárulás összegének járásonkénti változása 2012-ről 2016-ra	70
16. ábra: A kárenyhítő juttatás összege járásonként 2012–2016 között összesen.....	71
17. ábra: A díjtámogatott és kiegészítő biztosítások díjbevételeinek változása 2012-ről 2016-ra járásonként.....	75
18. ábra: A díjtámogatott és kiegészítő biztosítások összes kárkifizetése járásonként 2012–2016 között.....	76
19. ábra: Az adaptációs képesség jellege	87
20. ábra: Mitigáció: szakpolitikák és intézkedések	89
21. ábra: Nemzeti Alkalmazkodási Stratégia Magyarországon	90
22. ábra: Szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók véleménye az éghajlatváltozással kapcsolatos felkészültségről.....	95
23. ábra: A kutatás elemzési keretének ábrázolása	101
24. ábra: A megkérdezett csoportok éghajlatváltozás meggyőződése százalékos megoszlásban	103
25. ábra: Az éghajlatváltozással összefüggésbe hozott időjárási jelenségek észlelése a mezőgazdasági árutertermelők véleménye alapján (N=300)	104
26. ábra: Az éghajlatváltozással összefüggésbe hozott időjárási jelenségek észlelése a megkérdezett szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében	105
27. ábra: Alkalmazott adaptációs technikák gyakoriság szerinti megoszlása (N=300)	107
28. ábra: Felkészültség megítélése a mezőgazdasági árutertermelők körében (N=300)	116

ÁLTALÁNOS BEVEZETŐ

Az alkalmazkodással kapcsolatos döntéseket befolyásoló tényezők ismerete és értékelése kulcsfontosságú kutatói feladat, ami szükségszerűen figyelembe kell, hogy vegye a helyi társadalmi, kulturális, politikai és gazdasági erőforrásokat, kontextusokat. Az Agrárgazdasági Kutató Intézet és a Magyar Tudományos Akadémia Közgazdasági és Regionális Kutatások Központja arra vállalkozott, hogy megvizsgálja a hazai agrárszektor helyzetét azzal a kihívással szemben, amit az éghajlatváltozás és annak hatásaihoz való alkalmazkodás jelent. A kutatás külön kitért az erdőgazdálkodással kapcsolatos vonatkozások feltárására is.

A kutatás általános célkitűzése az volt, hogy a két intézet mezőgazdasági éghajlatváltozás-szemponthú hatásvizsgálatokkal kapcsolatos tudására és tapasztalatára támaszkodva

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

1. FEJEZET: KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS MEZŐGAZDASÁGI TERMELES

A fejezet szerzői:

Hamar Anna (MTA Közgazdasági és Regionális Kutatások Központja)

Miskó Krisztina (Agrárgazdasági Kutató Intézet)

Bevezetés

A globális felmelegedés és az éghajlat gyorsuló ütemű változása mára egyértelművé vált. Az emberiség fejlődése, a népességszám növekedése és az ipari-mezőgazdasági termelése intenzitása az elmúlt évszázadban a természetes klímavezérlő tényezőkkel összemérhető nagyságú befolyást gyakorol a földi környezetre és a klímarendszerre. Az 1950-es évektől kezdődően az ezredfordulóig tartó időszak alatt sok olyan megfigyelt változás történt, amire évtizedek vagy akár évezredek óta nem volt példa. A légkör és az óceánok melegednek, a hó mennyisége és a jégtakaró vastagsága csökken, a tengerek szintje pedig emelkedik. Az antropogén hatás az éghajlati rendszerre egyértelmű, az üvegházhatású gázok kibocsátásai történelmileg a legmagasabbak. A klíma ilyen mértékű és gyors változása széles körű hatással van az ember által létrehozott és a természeti rendszerekre egyaránt. Magyarország a Kárpát-medencében a nedves óceáni, a száraz kontinentális és a nyáron száraz, télen nedves, mediterrán éghajlati régiók határán helyezkedik el. Az egyes klímamodellek szerint a globális felmelegedés és klímaváltozás hatására a Kárpát-medencében a hőmérséklet a földi átlagnál valamivel gyorsabban emelkedik a jövőben, különösen nyáron és ősszel. A klímaváltozás hatására az éghajlati övek kisebb eltolódásának eredményeképpen Magyarország átcsúszhat a fentebb említett három éghajlat valamelyikének erősebb hatása alá, ez pedig jelentős változásokat hozhat a hazai szántóföldi növénytermesztés két legfontosabb növénye, a búza és a kukorica esetében.

Az iparosodás előtti kort követően megnőtt az antropogén eredetű üvegházhatású gázok kibocsátásának mértéke, amit elsősorban a gazdasági és népességnövekedés okozott, és ez a kibocsátás jelenleg minden eddiginél nagyobb. Ezeknek a folyamatoknak a következtében a szén-dioxid, a metán és a dinitrogén-oxid légköri koncentrációja oly mértékben emelkedett, amelyre hosszú idő óta nem volt példa. Mindezeknek az éghajlati rendszerre gyakorolt hatásai, más antropogén tényezőkkel együtt jelentősek. Az antropogén hatások befolyással vannak a globális felszínközeli átlaghőmérséklet emelkedésére, a globális vízkörforgalomra, a gleccserek visszahúzódására, a jégtakarófelszín fokozottabb olvadására Grönlandon, a Jeges-tenger jégmennyiségének csökkenésére, az óceánok felső rétegében (0–700 m) tárolt hőmennyiség növekedésére, valamint az átlagos globális tengerszint emelkedésére. Az elmúlt évtizedekben az éghajlatban bekövetkezett változások jelentős hatással voltak a természeti és az ember által létrehozott rendszerekre mind a szárazföldeken, mind az óceánokban.

A téma aktualitásának és globális mivoltának köszönhetően számos, elsősorban nemzetközi publikáció született a klímaváltozásról, annak hatásairól és következményeiről. A kutatók már az 1970-es években elkezdtek foglalkozni a környezet folyamatosan romló állapotával, ennek megakadályozására számos kutatás, regionális és nemzetközi megállapodás született. A későbbiekben a szerzők elsősorban éghajlati, közgazdasági, környezetvédelmi, támogatáspolitikai és mezőgazdasági szempontok alapján vizsgálták.

A fejezetben bemutatjuk a klímaváltozást leginkább befolyásoló tényezőket, a változás irányait és tendenciáját. Majd ezt követően áttekintjük a klímaváltozás mezőgazdasági termelésre és erdőgazdálkodásra, valamint a kapcsolódó inputokra és outputokra gyakorolt hatását.

1.1. A klímaváltozás tényének és magyarországi sajátosságainak bemutatása

Globális éghajlati tendenciák

Az éghajlatváltozás globális alakulása azt jelzi, hogy a Föld hőmérséklete világátlagban 0,7 °C-ot melegeedett a múlt század kezdetétől, és a tíz legmelegebb év 1990 után következett be. Az utóbbi három évtizedben rendre melegebb volt a Föld felszíne, mint bármely megelőző évtizedben 1850 óta. Az óceán felmelegedése a legjelentősebb tényező az éghajlatrendszerben tárolt energia növekedésében, amely a felgyülemlett energia több mint 90%-át tette ki 1971–2010 között, míg az atmoszféra csupán 1%-át tárolja. Globális szinten, az óceánok felmelegedése a felszín közelében a legnagyobb, és a felső 75 méter évtizedenként 0,11 °C-t melegeedett 1971–2010 között. Az északi félgömb közepes földrajzi szélességű területein átlagosan növekedett a csapadék mennyisége az 1901-től napjainkig tartó időszakban. Az iparosodás korszakának kezdete óta az óceánok által felvett szén-dioxid az óceánok elsavasodását eredményezte. Az óceánok felszíni vizének pH-értéke 0,1-gyel csökkent, amely 26%-os savasságnövekedésnek felel meg, hidrogénion-koncentrációban mérve. Az 1992–2011 között eltelt időszakban a grönlandi és az antarktiszi jégtakaró veszített tömegéből, a csökkenés 2002–2011 között valószínűleg nagyobb ütemben történt (IPCC, 2014).

Az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testületének (IPCC) Ötödik Értékelő Jelentése szerint a Föld északi féltekének hóval fedett területe 10 százalékkal csökkent az 1960-as évek óta, a világ nagy részén a gleccserek pedig jelentősen visszahúzódtak. Az elmúlt évtizedekben az arktikus tengeri jég 40 százalékkal vékonyodott a késő nyári időszakban az elmúlt évtizedekben, és 1950 óta késő nyáron 15 százalékkal csökkent a kiterjedése. A legutóbbi becslések szerint csak az elmúlt évtizedben 8%-kal csökkent a tengeri jég területe. A tengeri jég olvadása nem emeli ugyan a tengerszintet, de a jégpáncél eltűnése megkönnyíti a kontinentális jég óceánba való áramlását, ami viszont hozzájárul a tengerszint emelkedéséhez, valamint módosítja a földfelszín sugárzás-visszaverő képességét is. Amíg a jégfelszín a rá eső sugárzás körülbelül 90%-át, addig az óceán vize a rá eső sugárzás alig több mint 10 százalékát veri vissza. A tengerszint évente 1-2 millimétert emelkedett a XX. században, főképp az óceánok hőtágulása és a gleccserek olvadása következtében. A hóhullámok gyakoribbá váltak Európa, Ázsia és Ausztrália nagy területein. A globális léptékű napi hőmérsékleti szélsőségek intenzitása és gyakorisága, valamint a hóhullámok előfordulási valószínűsége a XX. század közepe óta egyre növekszik (IPCC, 2014).

A gleccserek visszahúzódása világszerte folytatódik. Az északi féltekén a tavaszi hótakaró kiterjedése tovább csökken – az 1980-as évek eleje óta az állandóan fagyott területek hőmérséklete a legtöbb régióban emelkedik – a felszínközeli hőmérséklet növekedése és a hótakaró változása miatt. 1979–2012 között a Jeges-tenger jegének éves közepes kiterjedése 3,5–4,1 százalékkal csökkent évtizedenként. A jeges-tengeri jég kiterjedése minden évszakban, illetve 1979 óta minden egymást követő évtizedben csökkent, és ez a folyamat leginkább az évtizedes átlagos nyári jég zsugorodásában érhető tetten. 1901–2010 között a világtengerek közepes szintje 0,19 (0,17–0,21) méterrel nőtt. A tengerszint emelkedésének üteme a XIX. század közepe óta nagyobb, mint az átlagos ütem az azt megelőző két évezredben (IPCC, 2014).

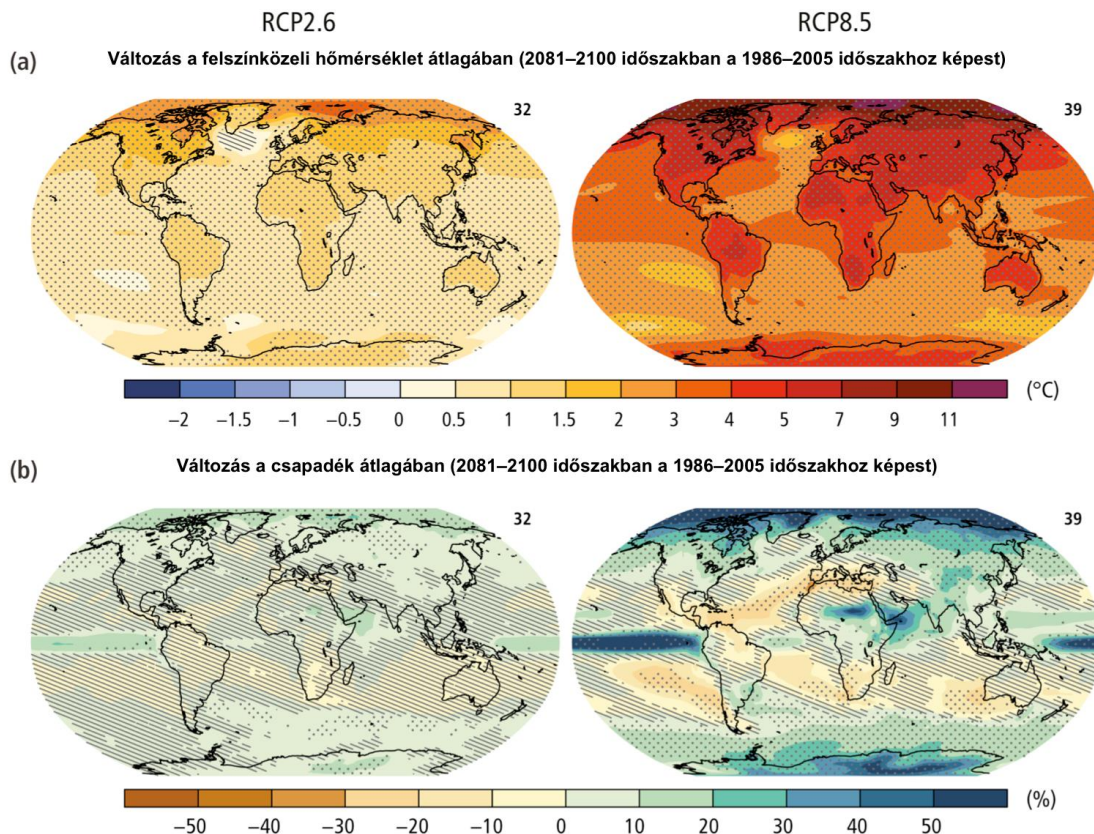
Jövőbeni tendenciák

Az üvegházhatású gázok folytatódó kibocsátása további felmelegedést és az éghajlati rendszer valamennyi összetevőjében hosszú távú változásokat fog okozni, amely megnöveli a társadalmat és az ökoszisztémákat érintő súlyos, mindenre kiterjedő és visszafordíthatatlan hatások valószínűségét. Az ég-

hajlatváltozás mérséklése megköveteli az üvegházhatású gázok nagyfokú és tartós kibocsátáscsökkentését, amely az alkalmazkodással együtt korlátozhatja az éghajlatváltozás miatti kockázatokat. Az antropogén eredetű üvegházhatású gázkibocsátásokat alapvetően a népességszám, a gazdasági tevékenység, az életvitel, az energiafelhasználás, a földhasználat módja, a technológia, valamint a klímapolitika határozza meg. A klíma-modellek előrejelzése szerint a hőhullámok egyre gyakrabban és tartósabban fognak előfordulni, és a nagy csapadékkal járó események egyre intenzívebbé és gyakoribbá válnak számos régióban. Az óceánok felmelegedése és savasodása, valamint a globális átlagos tengerszint emelkedése is folytatódni fog

A jövőbeni éghajlat alakulását a múltbeli antropogén kibocsátások által okozott felmelegedés, valamint a jövőbeli antropogén kibocsátások és az éghajlat természetes változékonysága határozza meg. A globális átlagos felszínközeli hőmérséklet növekedése a 2016–2035 időszakra az 1986–2005 időszakhoz képest valószínűleg 0,3–0,7 °C közé fog esni. A globális átlagos felszínközeli hőmérséklet emelkedése a XXI. század végére (2081–2100-ra) az 1986–2005 időszakhoz képest valószínűleg 0,3–1,7 °C lesz. Az északi-sarki régió a későbbiekben is gyorsabban fog melegedni, mint a globális átlag. A globális átlagos felszínközeli hőmérséklet emelkedésével a meleg szélsőségek gyakoribbá válnak, és a hideg szélsőségek ritkábban jelentkeznek majd a legtöbb szárazföldi területen a napi és az évszakos időskálán.

Az előrejelzések szerint a csapadékmennyiségben bekövetkező változások nem lesznek egységesek. A magas földrajzi szélességeken és a Csendes-óceán egyenlítői területén az éves átlagos csapadékmennyiség valószínűleg növekedni fog. Számos közepes földrajzi szélességi és szubtrópusi száraz területen az átlagos csapadékmennyiség valószínűleg csökkenni fog, míg a közepes földrajzi szélességek csapadékos területein a csapadékmennyiség növekedése várható a legtöbb forgatókönyv alapján. Nagy valószínűséggel a csapadékkal járó események intenzívebbé és gyakoribbá válnak majd a közepes földrajzi szélességek jelentős részén és a csapadékos trópusi területeken. Az óceánok felmelegedése globális átlagban tovább folytatódik a XXI. században, a legintenzívebben a trópusi és az északi félgömb szubtrópusi területeinek tengerfelszínén (**1. ábra**).



1. ábra: A hőmérséklet és a csapadék mennyiségének változása

Forrás: IPCC, 2014

A Föld Rendszer Modellek (Earth System Models, ESM) a XXI. század végére az óceánok savasodásának fokozódását vetítik előre. Az óceánok pH-értékében becsült csökkenés 0,06 és 0,07 közé esik (ez a savasság 15–17%-os növekedését jelenti). Az Északi-sarkvidék tengereinél a tengeri jégkiterjedés egész éves csökkenését vetítik előre. Az előrejelzések szerint a Jeges-tenger még az évszázad közepe előtt nyaranta csaknem jégmentessé válik.

A magas szélességi körökön lévő felszínközeli permafrost kiterjedése csökkenni fog a globális felmelegedés következtében, a felszínközeli permafrost (felső 3,5 m) kiterjedésének csökkenése 37%-tól 81%-ig terjedhet az átlagos multimodellek alapján. A gleccserek átlagos globális mennyisége, az Antarktisz peremén található gleccsereket (továbbá a grönlandi és az antarktiszi jégtakarókat) kivéve pozitívabb forgatókönyvek szerint 15–55 százalékkal, míg más forgatókönyvek szerint akár 35–85%-kal is csökkenni fog. A XXI. század során a globális átlagos tengerszint emelkedése folytatódni fog, valószínűleg, az 1971–2010 között megfigyeltnél gyorsabb ütemben. Világszerte a partvonalak mintegy 70%-át a globális átlagos változáshoz képest +/-20%-os eltéréssel fogja érinteni a tengerszint megváltozása (IPCC, 2014).

A globális tényezők hatása Európa éghajlatára

Európa-szerte is jó néhány drámai mértékű áradásról lehetett hallani az elmúlt évtizedben. Valószínűleg az évezred legmelegebb nyara volt 2003, amely több mint 35 ezer ember halálát okozta Európában. Az IPCC által meghatározott különböző kibocsátási forgatókönyvek mindegyike szerint a globális átlaghőmérséklet emelkedése várható a XXI. században. A legnagyobb változást előrejelző forgatókönyv

szerint a földi átlaghőmérséklet 2100-ban akár 6,4 °C-kal is magasabb lehet az 1980–1999 közötti időszak átlaghőmérsékleténél. Ugyanehhez az időszakhoz képest 2100-ra a világtengerek szintje is emelkedni fog 0,2–0,6 méterrel, pusztán a felmelegedés hatására bekövetkező óceáni víz hőtágulása miatt. Az emberi tevékenységek által előidézett felmelegedés, és ennek hatására a világtenger szintjének emelkedése a XXI. század során még akkor is folytatódik, ha az üvegházhatású gázok kibocsátását sikerül szinten tartani. Ilyen változás lehet például

- a grönlandi és a nyugat-antarktiszi jégtakarók elolvadása, amelyek a világtenger szintjének akár 12 méteres emelkedésével is járhat;
- csökkenhet az Észak-atlanti-áramlás erőssége, amely 2–3 °C-os hűtő hatást gyakorolhat az európai régióban;
- a jelenleg még fagyott északi mocsarak üvegházhatású gázkibocsátókká válhatnak azzal, hogy az olvadás hatására az eddig fagyott földből metán szabadul fel (permafroszt).

Az Európai Környezetvédelmi Hivatal jelentése szerint (EEA, 2017a) a klímaváltozás miatt mediterrán hatás alakulhat ki Magyarországon, amely rendszeres aszály veszélyével fenyeget az ország déli részén. Magyarországon az elmúlt 50 év átlagában a csapadékmennyiség 10-15 százalékkal csökkent. Ez azt jelenti, hogy az évi átlag csapadékmennyiség 720 milliméterről 640 milliméterre esett. Magyarország sajátos földrajzi viszonyaiból következően az árvizek és a belvizek előfordulásának nagy a valószínűsége, és a jövőben is számolnunk kell ezzel a veszéllyel. A klímaváltozás következtében nőttek az intenzív, hirtelen lezúduló esőzések, a szélsőséges csapadékok és egyes vízgyűjtőkben a vízhozamok növekvő trendje regionális léptékben nagyobb árvízi kockázatot jelent. Az éghajlati szélsőségek újabb keletű hatásai, mint a hóhullámok, az aszályok, az árvizek, a ciklonok és a futótüzek azt mutatják, hogy egyes ökoszisztémák és számos ember által létrehozott rendszer jelentős mértékben sérülékeny és ki van téve az éghajlat jelenlegi változékonyságának.

1.2. A klímaváltozás hatása a magyar mezőgazdaságban

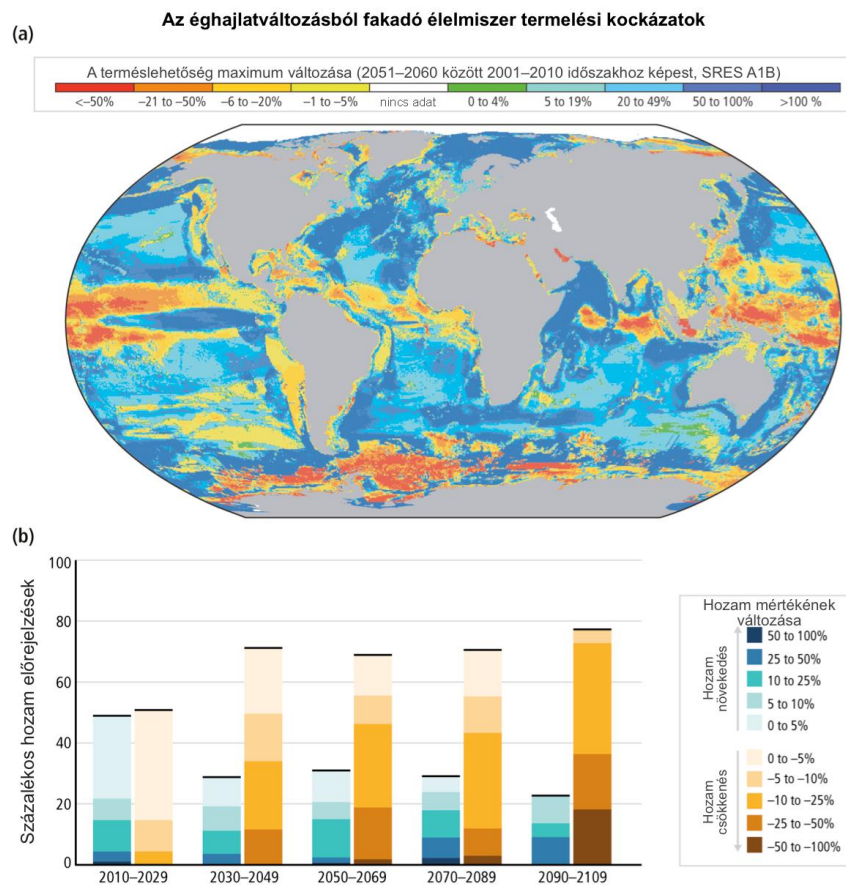
Globális élelmiszer-termelés és a klímaváltozás

Az éghajlatváltozás hatásait legerősebben és legátfogóbban a természeti rendszereknél tapasztaljuk. Számos régióban a csapadékváltozás, illetve a hó és a jég olvadása módosítja a hidrológiai rendszereket, ami befolyásolja a vízkészletek mennyiségét és minőségét. Folyamatosan változik számos szárazföldi, édes- és tengervízi faj elterjedési területe, szezonális tevékenysége, vándorlási szokásai, populációsűrűsége és más fajokkal való kapcsolatrendszere. Egy sor növény- és állatfaj húzódott északabbra, a pólusok felé az elmúlt évtizedekben. A növények virágzása, a vándormadarak megérkezése, néhány madár költési időszakának kezdete és a rovarok felbukkanása időben későbbre tevődött a megfigyelések szerint az északi félteke közepes és magas szélességi köreinek nagy részén. Sok helyen a rovarok és a kártevők már sokkal könnyebben áttelelnek. Az éghajlatváltozás felerősíti a meglévő, s létrehoz újabb kockázatokat a természeti és ember által létrehozott rendszerekben. A kockázatok egyenlőtlenül oszlanak el, és általában nagyobb mértékben érintik a hátrányos helyzetű embereket és közösségeket minden fejlettségi szintű országban.

A felmelegedés növekvő üteme, nagyságrendje és az éghajlati rendszerben tapasztalt más változások az óceánok savasodásával kísérve növelik a súlyos, átfogó és esetenként visszafordíthatatlan káros hatások kockázatát. Bizonyos kockázatok csak egyes régiókat érintenek, míg másokkal mindenhol számolni kell. Az éghajlat XXI. századi és azt követő változásai miatt a fajok jelentős részénél a kihalás kockázatának növekedésével kell számolni, különösen mivel az éghajlatváltozás más kihívásokkal együtt jelentkezik. A legtöbb növényfaj képtelen természetes módon olyan ütemben változtatni földrajzi előfordulási helyét, amilyen ütemben az éghajlat jelenleg és a becslések alapján a jövőben változik a területek nagy részén; a kistermetű emlősök és édesvízi puhatestűek többsége nem lesz képes követni a változásokat. A tengeri organizmusoknak folyamatosan csökkenő oxigénszinttel és az óceánok egyre nagyobb ütemű és mértékű savasodásával kell szembenézniük, amit az óceánok növekvő hőmérsékleti szélsőségeihez kapcsolódó kockázatok tovább súlyosbítanak. A korallzátonyok és a sarkvidéki ökoszisztémák különösen sérülékenyek. A part menti rendszerek és az alacsonyan fekvő területek a tengerszint emelkedésével járó kockázatoknak vannak kitéve, ráadásul a tengerek szintje még a globális átlaghőmérséklet stabilizálása esetén is évszázadokig tovább fog emelkedni.

Az éghajlatváltozás a becslések szerint az élelmezésbiztonságra is negatív hatást gyakorol. A XXI. század közepére és az azt követően előrevetített éghajlatváltozás következtében a tengerben élő fajok globális átrendeződése, biodiverzitásának csökkenése az érzékeny térségekben kihívás elé állítja a halászati termelékenység fenntarthatóságát és az egyéb ökoszisztéma-szolgáltatásokat. A trópusi és mérsékelt övi régiókban az éghajlatváltozás a helyi hőmérsékletnek a XX. századihoz képest 2°C -os vagy azt meghaladó növekedése alkalmazkodás nélkül negatívan befolyásolja a búza-, a rizs- és a kukoricatermesztést, míg a változás egyes vidékeknek előnyös lehet. A globális hőmérséklet 4°C -os vagy annál nagyobb emelkedése a XX. század végi szinthez képest – az egyre növekvő élelmiszerigénnyel együtt – nagy élelmezésbiztonsági kockázatot jelent az egész világon. Deepak és szerzőtársai (2015) növénytermelési statisztikai idősorokat használtak fel 13 ezer gazdasági egységet figyelembe véve, az 1979 és a 2008 közötti időszakban, a főbb szántóföldi növények esetében. Az eredmények alapján arra a következtetésre jutottak, hogy globális szinten a hozamingadozást 32–39 százalékban az éghajlat változékonysága mozgatja, ezen belül a hőmérséklet és a csapadék változása a legjelentősebb tényező. Megállapítják továbbá azt is, hogy míg Kelet-Európában a búzahozamokra a hőmérséklet-változás gyakorolta a legnagyobb hatást, addig Dél-Európában a melegstressz mellett a vízhiány is gyengítette a hozamokat. Számításaik szerint Angliában a várható hozamokat 45 százalékban befolyásolta a csapadék mennyisége, illetve a hőmérséklet. Franciaországban a terméseredményeket szintén a csapadék mennyisége

és a hőmérséklet ingadozása, valamint az öntözés mozgatta elsősorban. Az éghajlatváltozás a becslések szerint csökkenteni fogja a megújuló felszíni és felszín alatti vízkészleteket a száraz szubtrópusi régiók többségében, és növelni fogja a vízárt való versenyt az egyes ágazatok között.



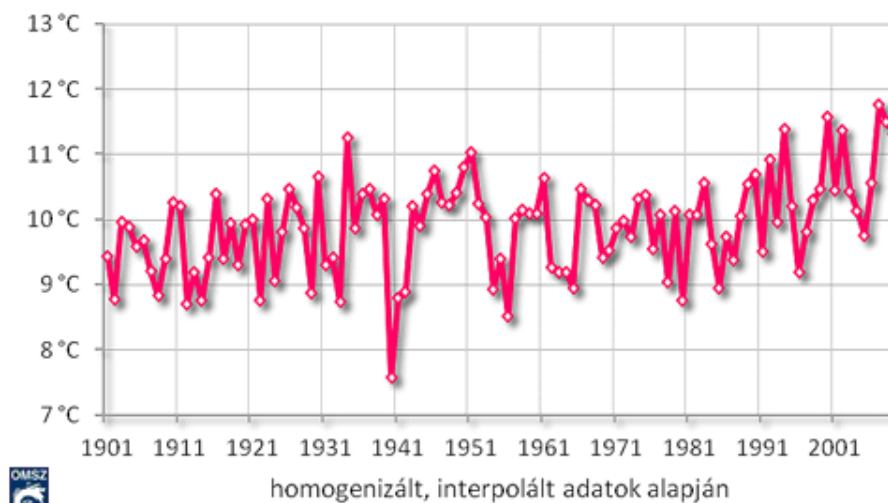
2. ábra: Az éghajlatváltozásból adódó élelmiszer termelési kockázatok

Forrás: IPCC, 2014

A vidéki területeken súlyos következményekkel kell számolni a hasznosítható vízkészlet és a vízzel való ellátottság, az élelmezésbiztonság, továbbá az infrastruktúra és a mezőgazdasági jövedelmek vonatkozásában, beleértve az élelmiszer és a nem élelmiszer célú növények termesztésére használt területek eltolódását szerte a világon. A legtöbb forgatókönyv szerint a felmelegedés várhatóan folytatódik 2100 után is. A felszínközeli hőmérséklet még évszázadokig megmarad nagyjából azon a magasabb szinten, amit a nettó antropogén eredetű CO₂-kibocsátás teljes megszűnéséig felvett. A CO₂-kibocsátás révén az ember által előidézett éghajlatváltozás egy jelentős része visszafordíthatatlan a több évszázados, évezredes időskálán (2. ábra). Az életközösségekben, a talajban megkötött szénmennyiségben, a jég-takaróban, az óceánok hőmérsékletében és az azzal összefüggő tengerszint emelkedésében bekövetkező eltolódások mindegyikét hosszú reakcióidők jellemzik, amelyek a globális felszínközeli hőmérséklet stabilizálódása után még évszázadokig, sőt évezredekig tartó változásokat eredményeznek.

A Klímapolitika (OMSZ-ELTE, 2006) kiadvány a PRUDENCE nemzetközi projekt előrejelzéseit mutatja be Magyarországra vonatkozólag. A vizsgálat azt kutatta, hogy az 1 °C-os globális átlaghőmérséklet-emelkedés mellett hazánk hőmérsékleti viszonyai hogyan alakulnának. Ennek eredménye szerint Magyarországon a globális átlagnál nagyobb mértékű melegedés várható, mértéke erősen változó (leg-erősebb a nyár folyamán és leggyengébb tavasszal). A kutatás másik vonalát a 2071–2100 közötti idő-

szakra szimulált várható évszakos változás jelentette bizonyos szélsőséges időjárási helyzetek gyakorisága mellett. Megállapították, hogy a Kárpát-medence térségére az évi átlagnál nagyobb mértékű hőmérséklet-emelkedés várható, a csapadék éven belüli eloszlása érdemben változhat, intenzitása pedig átlagosan emelkedhet. A hőmérsékleti szélsőségek tekintetében a fagyos napok számának érdemi csökkenése, míg a nyári hőség és forró napok számának érdemi növekedése várható. 2007-ben Magyarország a klímaváltozás egyre erősödő hatási miatt létrehozta saját Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáját a 2008–2025 közötti időszakra. Ennek legfontosabb célja egy hosszú távú program kidolgozása volt a hazai klíma védelmére az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésével, valamint az alkalmazkodás képességének erősítésével.

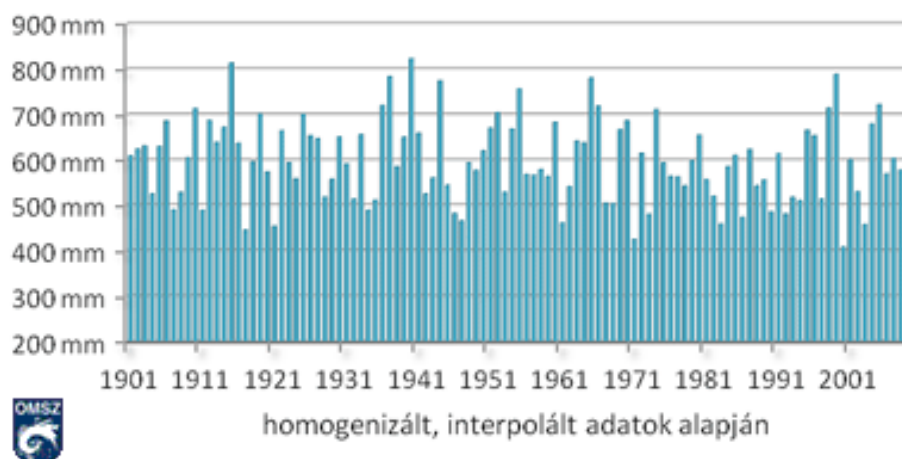


3. ábra: Országos évi középhőmérsékletek Magyarországon 1901–2009 között

Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat

Az Európai Környezetvédelmi Hivatal (EEA, 2017a) jelentése szerint az éghajlat változása folytatódik. A 2006–2015 között mért felszíni levegőhőmérséklet 0,83–0,89 °C-kal növekedett. Világszinten 2015 volt a legmelegebb év, 1 °C-kal magasabb értéket mutatva az iparosodás előtti átlaghőmérséklethez viszonyítva (Vígh, 2017). Az Európai felmelegedés 1,5 °C-kal volt magasabb ugyanebben az időszakban, hasonló értékek figyelhetők meg Magyarországon is (3.).

A növekvő átlaghőmérséklet mellett a közelmúltban tapasztalt hóhullámok, szárazságok és extrém események is negatívan befolyásolták az utóbbi évek mezőgazdasági hozamait (IPCC, 2014; EEA 2017b). Az Országos Meteorológiai Szolgálat szerint a hóhullámos napok számának növekedése (1971–2000 között átlagosan 21 nap évente) és a fagyos napok számának csökkenése (1900–2000 között 20 százalékkal csökkent) befolyásolja mind a hagyományos, mind az intenzív termelést.



4. ábra: Országos éves csapadékösszegek Magyarországon 1901–2009 között
Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat

Az utóbbi évszázad szélsőséges eseményei a Kárpát-medencét sem kímélték. 2012 nyara heves esőzésekkel jellemezhető, amelyet árvizek követtek Észak-Európában, míg Európa déli részén szárazság és erdőtüzek alakultak ki (Spinoni *et al.*, 2015). Ebben az időszakban Magyarországon a Tisza és a Duna vidékén árvizek alakultak ki, amelyek óriási víztöbbletet és belvízkárt vontak maguk után. A csapadékösszegek csökkenése Magyarországon is jellemző (4.).

A meteorológiai előrejelzések alapján a Kárpát-medencében a legnagyobb a bizonytalanság az éghajlatváltozás várható hatásainak tekintetében (Szépszó és Horányi, 2009; Olesen *et al.*, 2010; Mezősi, 2017). Magyarország kontinentális klimatikus viszonyai átmenetet képeznek az európai kontinens észak-keleti részére jellemző nedves kontinentális és a dél-nyugati részére jellemző szubtrópusi éghajlatok között (Sippel *et al.*, 2014). Ezen klimatikus jellemzők és az éghajlatváltozás miatt megjelenő negatív hatások előreláthatóan a csapadékképek átalakulását, szárazság és extrém hőmérsékleti események megjelenését vonják maguk után.

Az utóbbi években megjelent tanulmányok egyre szélesebb körben vizsgálják a klímaváltozás hatásait a mezőgazdaságban. Ezek magukban foglalják a biofizikai tényezők megváltozását (Olesen és Bindi, 2002), a termelékenység értékelését, a hozamok ingadozásának felvázolását (Trnka *et al.*, 2011), a gazdasági teljesítmény vizsgálatát (Solis és Letson, 2012) és a növények fenológiai szakaszainak válaszait (Fisher *et al.*, 2012; Trapp, 2015). Olesen és Bindi (2002) felülvizsgálta a klímaváltozás lehetséges hatásait, eszerint Európa északi részén pozitív hatásokkal számolhatunk, amely új fajok és fajták megjelenését, magasabb hozamokat és a mezőgazdasági termelésre alkalmas területek bővülését jelentheti. Mindemellett lehetséges hátrányokkal is számolhatunk, a megnövekedett növényvédelem, a tápanyag-kimosódás és a talaj szervesanyag-tartalmának csökkenése által. Ezek a negatív hatások Európa déli részén várhatók a leginkább.

Kína öt jellemző fő növényének (repce, kukorica, burgonya, rizs és őszi búza) termelékenységét Chavas (2009) vizsgálta. Megállapítása szerint a klimatikus tényezők nagyobb mértékben befolyásolják az előre jelzett hozamokat, mint a talajadottságok (kivételt képez a burgonya). A nyugat- és közép-európai térségben az agroklimatikus tényezők alakulása okozza a legnagyobb hozamingadozásokat, negatív ökonómiai eredményeket produkálva (Dong *et al.*, 2013). Szintén évenkénti hozamingadozásokat vizsgálva Solis és Letson (2012) azt a megállapítást teszi, hogy az időszakos esőzések és a várható hőmérsékleti előrejelzések pozitívan befolyásolják a mezőgazdasági termelés gazdasági teljesítményét. A növények eltérő fenológiai szakaszai különböző válaszokat adhatnak a klímaváltozásra (Hatfield és Prueger, 2015). A tanulmány szerint a legszignifikánsabb hatás a növényi fenofázis reprodukciós fázisában várható.

Hazai vonatkozások

A klímaváltozás hazai eredményeit szem előtt tartva több kutatás és program is foglalkozott a kérdéssel. Az Agrárgazdasági Kutató Intézet (Kemény 2015a; 2015b) a tesztüzemi információs rendszer tényadatain alapuló elemzést végzett a búza- és kukoricahozamok 2020–2050 közötti időszakra vonatkozó előrejelzésére a 4M biofizikai modell segítségével. A 4M determinisztikus matematikai programozási modell napi adatokat használt fel. Az adatkört légköri, talaj és növényélettani adatok adták. A meteorológiai adatok 10×10 km-es rácsokon helyezkedtek el, ami egyhatod fokként meghatározott rácsponthoz tartozó adatokat jelent (Országos Meteorológiai Szolgálat által rögzített). A modellbe a Magyarországon mért napi maximum- és minimum-hőmérsékleti értékeket, illetve a napi csapadékmennyiséget használták fel. A helyi megfigyelésekből származó meteorológiai adatok rácsának elkészítése a Meteorológiai Interpolációs Felszíni Homogenizált Adatbázison (MISH) alapuló Meteorológiai Interpolációs Technika segítségével történt (Szentimrey *et al.*, 2005). A talajhasználatra vonatkozó adatok a Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszerből (SIMS) származtak, amely lefedi az agyag, a homok és egyéb organikus talajváltozatokat. A földhasználatra vonatkozó információk a Nemzeti Földhasználati Adatbázisból kerültek ki, ezt a meteorológiai cellákon belüli mezőgazdasági területek szimulálására használtuk. A növényélettani adatokat fenológiai jellemzők és fázisok, maximális gyökérmélység, napenergia felhasználásának hatékonysága, valamint fajlagos nitrogéntartalom szerint határozták meg a megfelelő szakirodalom alapján (Fodor *et al.*, 2014). Az agrotechnikai adatok, a vetésidő, a tőszám és a kijuttatott trágya mennyisége minden növénynél az általános magyar agrotechnológiai adottságoknak megfelelően került meghatározásra.

A globális éghajlati modellek tudományos és technikai kidolgozottságuk alapján már alkalmasak arra, hogy az éghajlati rendszer elemeinek viselkedését megbízhatóan leírják, ugyanakkor kizárólagos alkalmazásukkal az éghajlatváltozás regionális változásairól nem adnak pontos információt, mivel térbeli felbontásuk még napjainkban sem haladja meg a 100 kilométert. Ezentúl a regionális változások akár ellentétesek is lehetnek a globális tendenciákkal. Az ENSEMBLES-projekt keretében előállított 30-40 meteorológiai modell az ALADIN-, RACMO- és RegCM-modellek adatait használta fel a kutatáshoz. A modellekkel a havi átlagos minimum- és maximum-hőmérsékletet, a havi átlagos csapadékösszeget és a havi átlagos globálsugárzást jelezték előre a 2020–2050 közötti időszakra vonatkozólag. Míg az ALADIN-modell egy rendkívül szélsőséges, szubtrópusi időjárást becsül komoly nyári aszályokkal és hőhullámokkal, addig a RACMO egy kiegyensúlyozottabb, kevésbé meleg nyarakat hozó mediterrán klímát, míg a RegCM (Szabó *et al.*, 2011) egy szolid csapadéknövekedéssel járó kiegyenlítettebb (szinte óceáni) klímát jelez előre.

Az eredmények alapján az ALADIN-modell időjárási scénáriója esetén a 2020–2050 közötti időszak átlagában a búzahozamok 5,5 tonnára emelkednek, míg a kukoricahozamok 3,2 tonnára esnek. A RACMO-modell esetén a búzahozamok 2,8 tonnára esnek, míg a kukoricahozamok 4 tonnára. A REMO-modell esetében a búzahozamok 3,2 tonnára esnek, míg a kukoricahozamok 6,6 tonnára emelkednek. Mindhárom időjárási modell esetében eltérő hozameredmények jelentkeznek, vagyis a különböző időjárási feltételek alapvetően meghatározzák a várható hozamokat, a búza és a kukorica esetében a jövőben jelentős hozameltérések adódhatnak attól függően, hogy melyik időjárási modellverzió következik be (Kemény *et al.*, 2015b).

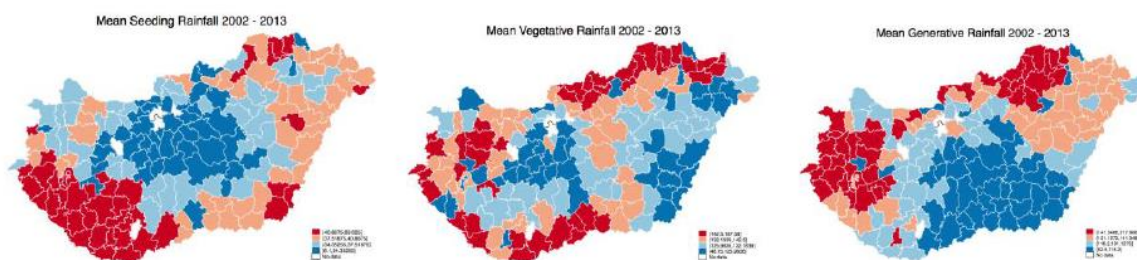
A három modell közötti durva hozameltérések magyarázata céljából összevetették a hőmérsékleti, a csapadék és a globális sugárzási értékeket. Az alábbi ábrákon látható, hogy a modellek minden vizsgált esetben jelentősen eltértek egymástól. Már a havi átlagos globálsugárzásnál is jelentős többlet figyelhető meg az ALADIN-modell esetében, szemben a másik két modellel, ahol a RegCM adta a legkisebb

értékeket. A havi átlagos maximum-hőmérséklet terén szintén az ALADIN-modell számolta a legnagyobb értékeket, amelyek egyes nyarakon elérték a 40 °C-ot, ami jól magyarázta az alacsony kukorica-hozamokat.

Ugyanez a tendencia mondható el a minimum-hőmérsékletekről. Itt is az ALADIN-modell esetében voltak a legnagyobbak az értékek. A 20 °C feletti nyári éjszakák már az elmúlt években is eredményeztek olyan légköri aszályt, amely komolyan akadályozta a kukorica termékenyülését – ez az érték az ALADIN-modell esetében szinte minden évben így van –, szemben a másik két modellel. A csapadékmennyiség esetében is látványos volt a különbség. Az ALADIN esetében a legkisebb a csapadék, míg a sorban következő RACMO-nál jelentősebb, a RegCM-nél pedig kifejezetten nagy csapadéértékeket figyeltünk meg.

A különböző növényi fejlődési szakaszok, avagy a fenofázisok eltérő szükségletei eltérő hőmérsékleti és csapadéértékeket kívánnak. Egy korábbi kutatásban (Trapp, 2015) a növényekre általában jellemző fenofázisok kerültek meghatározásra, amely a (i) vetési (a vetőmagok talajba juttatása), (ii) vegetatív (a szár, levelek és virágkezdemények kialakulása) és (iii) generatív (a termésérés) fázisokat április, május, június és július, augusztus hónapokra határolja le. Vígh és szerzőtársai (2017) kutatásában 2002–2013 között a tesztüzemi mintában szereplő üzemek hatékonysága és a környezeti változók alakulása került összehasonlításra. A növénytermesztő üzemek hatékonyságának kiszámítása az adatok burkológörbe elemzésének segítségével történt, amely meghatározza egy egység kibocsátás (output) termeléséhez felhasznált két vagy több input kombinációjának minimális mennyiségét. Az elemzés két lépésben történt: Első lépésben outputorientált DEA nem parametrikus módszer segítségével, az adatok burkológörbe elemzésével az elemzésben részt vevő gazdaságok hatékonyságának felrajzolása történt. Második lépésben került sor a regressziós elemzésre (panel Tobit- és Logit-modellek adaptálásával), amelyben a hőmérséklet, a csapadék, illetve a talajadottságok hatásainak feltárása (független változók) a hatékonyságra (függő változó) történt. Az eredményeket vizsgálva a vetéskori és a vegetatív időszak hőmérsékletének a pozitív, valamint a generatív időszak hőmérsékletének hatékonysággal való negatív kapcsolata (CRS és VRS) a várakozásoknak megfelel. A vetéskori és a növekedési szakaszban a meleg idő hozzájárul a növények fejlődéséhez, az érési időszakban tapasztalható amúgy is meleg nyári hőmérséklet emelkedése rontja a növények fejlődési lehetőségeit, a hatékonyságot – a klímaváltozás hatására az átlaghőmérséklet növekedése figyelhető meg, ami kedvezőtlen a növények fejlődésére a nyári érési időszakban (hőstressz).

Ugyanilyen kapcsolat figyelhető meg a csapadék három időszakra figyelembe vett értéke esetén – a klímaváltozás hatására növekvő aszályos időszakok gyakorisága (keves csapadék) a generatív időszakban rontja a hatékonyságot (negatív kapcsolat áll fenn). A késleltetés (lagged effects) esetén hasonló eredményre jutottak a szerzők, mint a nem késleltetett modellben – a késleltetett változó és a függő változó közötti kapcsolat útfüggőségről tanúskodik, az előző év hatékonysága meghatározó a következő év hatékonyságára.



5. ábra: Vetési, vegetatív és generatív fenofázisokban mért hőmérsékleti (fent) és csapadékatlagok (lent) 2002–2013 között Forrás: Bakucs *et al.*, 2017

Bakucs *et al.* (2017) technikai hatékonyságon alapuló elemzést végzett. A termelési függvényben történő értékeléshez a hatékonysági eredmények és azok regresszióját a klimatikus eredményekkel egy modellben értelmezi (5.).

Az eredmények alapján kijelenthető, hogy az előrejelzések során a hőmérsékleti és csapadékváltozások szignifikánsak voltak, ugyanakkor a klímaváltozás hatásainak iránya a különböző növények esetében nem egyértelmű. Az idősoros adatok alapján végzett elemzés arra is rávilágít, hogy a termelési évek közötti különbségek igen nagyok, és igaz ez a regionális eltérésekre is.

Az AGRATÉR program a Magyarország legfontosabb szántóföldi növényeinek sérülékenysége a klímaváltozás hatására című jelentésben több megállapítást is tesz. A sérülékenységet a kitettség, az érzékenység és az alkalmazkodóképesség mértékének függvényében határozza meg. Az eredmények alapján a tavaszi vetésű növények a klímaváltozás nagy vesztesei lesznek, míg az őszi vetésűek termésátlagai az egyre nagyobb területeken egyre nagyobb hozamnövekedést mutatnak. A nyári aszályok, illetve extrém magas hőmérsékletek a tavaszi vetésű növények között különösen károsak lehetnek a kukorica esetében. Ha az extrém időszak egybeesik a virágzással, akkor a pollenek károsodhatnak, és a megtermékenyülés kerül veszélybe. Szintén negatívan érintett a napraforgó, amely esetében a szántóterület 75, illetve 80%-án 30%-ot meghaladó terméseszkökenést várhatunk a század utolsó harmadában. A jelentés megállapításai alapján a termés kiesés 30%-ot meghaladó csökkenése főleg az ország déli részén várható (AGRATÉR 2015a).

A klímaváltozás hatása a hazai erdőgazdálkodásra

Az erdők alapvető szerepet játszanak a bioszféra globális folyamataiban, csakúgy, mint a regionális, illetve helyi környezeti viszonyok alakításában. Fontos szerepet töltenek be az élőhely vízgazdálkodásának alakulásában, elősegítik a jó minőségű talaj képződését, élőhelyet biztosítanak a területre jellemző fajoknak és más élőlényeknek, elősegítik a levegő tisztulását és a vízgyűjtő területre érkező csapadék megfelelő térbeli és időbeli levonulását, raktározását. Jelentős a szerepük az árvíz és a talajerózió csökkentésében, hozzájárulnak a kiegyenlített mikroklima megőrzéséhez. Az üvegházhatású gázok (mint például a szén-dioxid) szintjének változása a légkörben hatással van földünk éghajlatára. A világ erdeinek irtása körülbelül 20%-ban járul hozzá a légkör szén-dioxid szintjének növekedéséhez, és ez csak az egyik hatás, ami az erdőszült területek csökkenésének a következménye. A víz- és szél-erózió csökkentésében felbecsülhetetlen szerepet tölt be az erdő és aljnövényzete. További veszélyt jelent, hogy helyi szinten szembe kell nézni az erdőirtás nyomán gyorsabban lezúduló csapadék erodáló hatásával is. Az erdők nemcsak a levegő, hanem a talaj és a víz tisztaságának megőrzésében is jelentős szerepet töltenek be, a talaj és a lombkorona puffer-hatása miatt. A növényzet képes szabályozni a talaj vízraktározó képességét, de a folyók öntisztuló képességét is növeli, ami különösen fontos ivóvizet adó folyóink esetében. Az erdő dinamikus ökoszisztéma, önszabályozó rendszerrel és a klímára nézve alapvető befolyással. Egy fa 8-10-szer több nedvességet juttathat a levegőbe, mint a lombkoronájának borításával azonos területű óceánfelszín (Standavár, 2012).

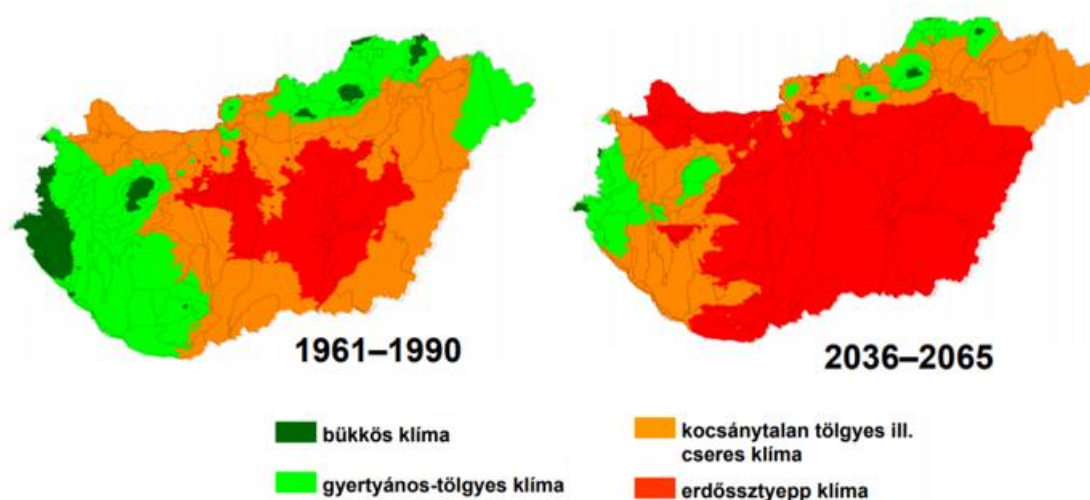
Hazánk klímájának változása (melegebb, szárazabb időjárás) hatással van az erdőkre is. A több csapadékot, párat igénylő fafajaink (bükk, gyertyán) elterjedése csökkenni fog. Ezek a fafajok visszaszorulnak a magasabb hegyekre, az északi lejtőkre, párásabb völgyekbe, míg a szárazságot jobban elviselő tölgyek, kőrisek, juharok nagyobb elterjedése várható. Az erdők állományának összetételében bekövetkező változás már most megfigyelhető, de tudatos erdőgazdálkodással a klímaváltozásnak jobban megfelelő fafaj-összetétel fokozatosan kialakítható. Jelenleg már a világ számos országában kezdenek erdőtelepítésbe klímavédelmi céllal. Ahogyan a trópusi erdők irtása jelentős részben járul hozzá a légkör szén-dioxid-tartalmának emelkedéséhez, úgy az erdőtelepítés segít a szén-újra megkötött állapotba

hozni – amennyiben a klímavédelmi célra telepített erdőkben valóban tervszerű erdőgazdálkodás folyik, és folyamatosan nagy mennyiségű élő fakészlet van jelen. A telepítés mellett a már meglévő gazdasági erdőkben az intenzív gazdálkodás természetkímélőbb módszerekre cserélésével vagy a faanyag-termelés teljes megszüntetésével ugyancsak növelhető a megkötött szén mennyisége. Az ökológiai értelemben funkcionálisan jól működő erdők helyreállítása nemcsak környezeti, de gazdasági és társadalmi szempontból is kívánatos (Molnár, 2003).

A feltételezett klímaváltozás erdőre gyakorolt hatásaival a 2006-ban folytatott VAHAVA projekt foglalkozott, az alább ismertetett eredmények részben ehhez a programhoz kapcsolódnak, részben pedig a legfrissebb kutatási eredményekre építenek. A klímaváltozás olyan, döntőrészt degeneráló hatásokat idézhet, melyeket az életközösségek természetes önszabályozó mechanizmusai nem tudnak kiegyenlíteni. A várható/feltételezett változás (azaz szárazabb és melegebb időjárás) miatt szükséges az erdőgazdálkodás ökológiai alapjainak, a fafajpolitika és a természetvédelmi eljárások átértékelése (Bartholy *et al.*, 2011; Führer és Mátyás, 2006).

Vegetációs övek feltételezhető elmozdulása

A FAO által használt globális ökológiai zónák közül Magyarország a mérsékelt öv (nyáron zöld lombos erdők) és a pannon-pontikus-anatóliai öv (erdősztyepp, valamint valódi sztyeppék és félsivatagos területek) területén fekszik, az Alföld az erdősztyepp, a Dunántúl a mérsékelt övhöz tartozik. Az alsó (vagy szárazsági) erdőhatár az erdőzóna elterjedési területének déli, alsó határa, amelyet természetes körülmények között elsődlegesen a nyári csapadék mennyisége és eloszlása határoz meg. A klímamodellben jelzett száraz, aszályos időszakok hatása a vegetációs övek feltételezett elmozdulásában jelentkezik, mely a zárt erdőtakaró és erdősztyepp határvonalánál várható. A kutatások alapján jól felismerhető a csapadékcsökkenés > talajvízcsökkenés > talajváltozás > vegetációváltozás > tájváltozás hatása. A vegetáció a vízháztartási változásoknak van legjobban kitéve, a hőmérséklet emelkedése és a csapadék csökkenése elősegíti az erdősztyepp terjeszkedését a zonális erdők rovására.



6. ábra: A klímaosztályok területének változása a Szenárió (A1B) esetén az 1961–1990. bázisidőszakhoz viszonyítva

Forrás: Führer *et al.*, 2011

Az aszályosodás növekedésével szűkül a bükk, a kocsánytalan tölgy területe, sok, most még optimum közeli faállomány kerülhet határhelyzetbe a szárazodás miatt. Az erdőtakaró veszélyeztetettsége azon-

ban országosan nem azonos mértékű. Az erdősztyepp előretörése – közepes klímaváltozási forgatókönyv alapján – Szombathely-Körmend, Külső-Somogy és Kaposvár-Szigetvár vonaláig terjedhet, a sztyeppesedés kevésbé okoz mélyreható változást az északi-hegyvidéken (Sümegi *et al.*, 2012; Rakonczai *et al.*, 2012; Mátyás *et al.*, 2002; Früher és Mátyás, 2006; Mátyás és Czimmer, 2004).

A klímaváltozás hatása a fafajokra, a társulások átalakulása

A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer agrárszektorra történő kiterjesztésének céljából elindított AGRATÉR projekt is kimerítően foglalkozott a hazai erdők alkalmazkodási képességének modellezésével. Az eredmények arra mutattak rá, hogy a hazai fafajta közül a legérzékenyebb a bükk, a kocsánytalan tölgy és a cser. Mérsékelten érzékeny lett a fekete fenyő, míg az akác, a kocsányos tölgy és az erdei fenyő kevésbé érzékeny (AGRATÉR 2015b). Egyéb kutatások arra is felhívták a figyelmet, hogy a leginkább klímaérzékeny és legértékesebb bükk (és más összetételű állományok) alkalmazkodóképessége a megváltozott körülményekhez sokkal nagyobb, mint azt a szakemberek gondolják (Mátyás *et al.*, 2002), kétségkívül a leginkább sérülékenyek a szárazsági határzónában találhatók, azonban a társulások belső szerkezetének átalakulása fokozatosan, időben elhúzódva, de bekövetkezik (1.).

Aktuális erdőtüszulás csoport	Terület		Aktuális erdőtüszulás csoport	Terület	
	ha	%		ha	%
Üres terület	311 200	14,5	Gyertyánosok	50 800	2,4
Akácok	435 200	20,3	Hazai nyárasok	79 200	3,7
Bükkösök	135 200	6,3	Hársasok	22 000	1,0
Cseresek	227 600	10,6	Juharások	26 400	1,2
Egyéb fenyvesek	5 200	0,2	Kocsányos tölgyesek	115 200	5,4
Egyéb kemény lombosok	72 000	3,4	Kocsánytalan tölgyesek	99 600	4,6
Egyéb lágy lombosok	5 200	0,2	Kőrisesek	52 000	2,4
Erdei fenyvesek	141 600	6,6	Lucfenyvesek	16 400	0,8
Fekete fenyvesek	42 800	2,0	Molyhos tölgyesek	22 000	1,0
Füzesek	23 200	1,1	Nemes nyárasok és nemes füzesek	108 400	5,1
Gyertyános-kocsányos tölgyesek	21 600	1,0	Nyíresek	5 200	0,2
Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek	76 000	3,5	Égeresek	48 000	2,2
Összes				2 142 000	100,0

1. táblázat: Az országos faállomány területe az aktuális erdőtüszulás csoport szerint

Forrás: Nébih Erdészeti Igazgatóság, Erdőleltár 2010–2014¹

Ezt támasztják alá a mintaterepen (Zala megye) végzett kutatás adatainak modellezéssel kapott eredményei is. Rövid, közép- és hosszú távra szóló modellezés segítségével vizsgálták a bükkös, a gyertyános-kocsánytalan tölgyes és a cseres-kocsánytalan tölgyes társulások sérülékenységet. Mindhárom társulásban a klímaváltozás hatására az ökológiai feltételek már nem felelnek meg az eredeti társulások-

¹ URL: <http://portal.nebih.gov.hu/erdoletar/>.

nak, az átalakulás hosszú távon mindegyik társulásban végbemegy, igaz, eltérő dinamikával. A bükkösöknél rövid távon a gyertyános-kocsánytalan tölgy felé mozdul a szerkezet, azonban középtávon (2040–2070) az eredeti társulás teljes átalakulását jelzi a modell, míg hosszú távon (2070–2100) már a bükk teljes pusztulása következik be. A klímaérzékeny bükk helyét a gyertyános-kocsánytalan tölgyes állományok veszik át. A gyertyános-kocsánytalan tölgyesben a termőhelyek többségében már rövid távon végbemegy a belső átalakulás, és hasonló folyamat várható az üde termőhelyeken is középtávon. Hosszú távon nem lehetséges az eredeti társulás fenntartása, a klíma inkább a cseres-kocsánytalan tölgyesek ökológiai igényeinek lesz megfelelő. Az állomány belső átalakulását prognosztizálják a cseres-kocsánytalan tölgyesben száraz termőhelynél már rövid távon is (félszáraz és változó vízháztartású cseresek), középtávon a változó vízháztartású állományok őrizhetik meg leginkább eredeti jellemzőiket. Hosszú távon a melegkedvelő tölgyesek terjedése várható az egykori cseres-kocsánytalan tölgyesek helyén (Bartha, 2014).

Más prognózis szerint 2050-re országosan a jelenlegi bükkös állományok 58–99%-a kerülhet a mostanitól jelentősen eltérő, számára kedvezőtlenebb klimatikus viszonyok közé (Tanács és Barta, 2014). Megfigyelések támasztják alá, hogy a fa (bükk) növekedésének dinamikája felgyorsult, azonban nyitott kérdés marad, hogy a szükséges vízmennyiséghez a csapadékhiány miatt hozzájutnak-e a fák, vagy a növekedés megáll, és elindul a növény pusztulásához, vegetálásához vezető folyamat (Somogyi, 2007).

Klímaváltozás és az erdőgazdasági károk

Az elmúlt fél évszázad alatt az erdőkre fokozódó kárnyomás növekedett. Átlagosan az erdők 6,1%-át érinti valamilyen erdőkárral: a legkisebb érték 1982-ben volt, a terület 1,4%-án, a legnagyobbat 2005-ben regisztrálták, erdeink 20,7%-át érintette. A 2015. évi erdőgazdasági károk nagysága 60 617 hektár a kárjelentések szerint, melynek 41%-a biotikus (25 019 ha) és 59%-a abiotikus (35 598 ha) volt (2.). Az erdő 3,2%-áról jeleztek kárt az erdőgazdálkodók, az érintett terület nagysága a vártnál kisebb volt, melyet részben az új Országos Erdőkár Nyilvántartási Rendszer átállásával, részben a kisebb területet érintő károk bejelentésének elmaradásával magyaráznak (Hirka, 2016).

Abiotikus				Biotikus	
Káresemény	Terület (ha)	Káresemény	Terület (ha)	Káresemény	Terület (ha)
Avartűz	138,6	Koronatűz	312,3	Rovarok	5 454
Árvíz	55,2	Magas intenzitású felszíni tűz	84,7	Gerincesek	14 603
Aszálykár	12 683,8	Nyári jégkár	195,5	Kórokozók	2575
Belvíz	2 521,3	Széldöntés	2 696,8	Fapusztulások	1 835
Fagykár	2 185,1	Széltrörés	942,9	Ember okozta károk	416
Héjaszás	25,7	Talajtűz	251,0	Ismeretlen	134
Homokverés	16,4	Téli jégkár	12 529,0		
Hótörés	791,3	Zúzmarakár	168,9		
Összes			35 598,3		25 019

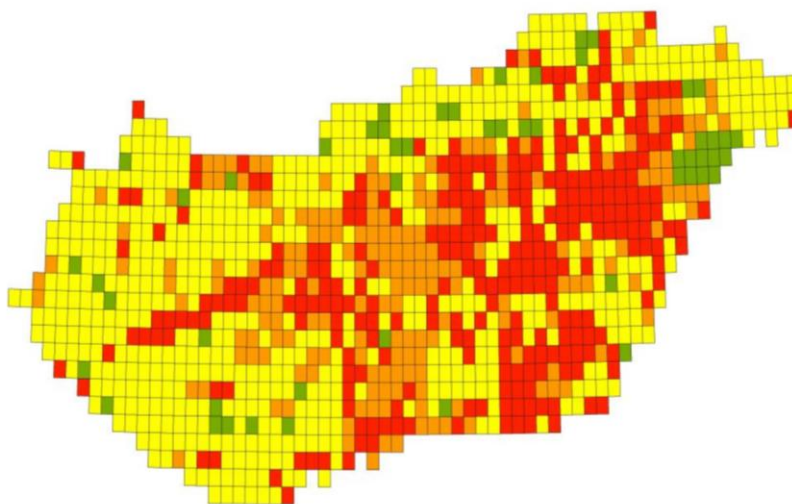
2. táblázat: Erdőgazdasági károk, 2015

Forrás: Hirka (2016) táblázatai alapján, saját szerkesztés

Az erdőgazdasági károk közül kiemelkednek az extrém időjárás generálta károk. Az összes kárterület 21%-át az aszály, 20 százalékát a téli jégkár okozta. A változással több új, invazív kártevő és kórokozó jelent meg és terjedt el rohamosan, ott is, ahol eddig nem, vagy csak kismértékben volt jelen. A melegedéssel további kártevők és invazív fajok megjelenése várható. A veszélyt jól jelzi pl. a gyapjaslepke tömegszaporodása és terjedése, mely 2005-ben 212 ezer hektár kárterületet okozott. (Csóka és Hirka, 2015; Mátyás és Gálos, 2010).

A klímaváltozás hatására csökken az alkalmazkodóképesség, a vitalitás, romlik az egészségi állapot, erősödik a kárláncolat, mely az állomány egészségi állapotának további gyengüléséhez, végül pusztulásához vezet. A kedvezőtlen tendenciát jelzi a Nébih monitoring jelentése is, 2016-ban a vizsgált fák-
nak csak 33,8 százaléka tartozott az egészséges kategóriába, mely jelentős állapotromlást jelent az előző évekhez képest. (Nébih, 2016).

Az AGRATÉR program (2015a, 2015b) keretében végzett Magyarország erdős területeinek sérülékenysége a klímaváltozás hatására című kutatási jelentés fő célja a kitettség indikátorok, a várható hatás-indikátorok, az érzékenységi attribútumok, az alkalmazkodóképességi potenciál és az erdőterületek sérülékenységének meghatározása. A programban a fatermési osztályprognózis alapján összesített sérülékenységi térképeket hoztak létre, amely alkalmas különböző korú, de azonos fafajú állományok összehasonlítására. A sérülékenység mértéke attól függ, mennyire haladja meg a várható hatás mértéke az alkalmazkodási potenciált. A sérülékenység mértékét a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** tartalmazza, ahol a piros az igen erősen sérülékeny, a narancssárga az erősen sérülékeny, a citromsárga a közepesen sérülékeny, a világoszöld az enyhén sérülékeny, a sötétzöld pedig a nem sérülékeny erdőterületeket jelzi:



7. ábra: Erdészeti szempontú 10 km-es térbeli felbontású sérülékenységi térkép

Forrás: (AGRATÉR, 2015b: 19)

A klímaváltozás gazdasági hatása az erdőgazdálkodásra

A károkozók és rovarok okozta károk (pl. lucfenyvesek pusztulása) mellett a zónahatároknál erősödik a természetes mortalitás, mely gazdaságtalanná teszi a bükk, a kocsánytalan tölgy és a lucfenyő termesztését, jelezve az elkerülhetetlen fajokcsere szükségességét. A bükknél a legnagyobb a gazdasági veszteség, a mortalitás mértéke 50 százalékos, a kocsánytalan tölgnél három aszályos év után javasolt a fajcseré (Frank és Bodó, 2014). Az erdőgazdálkodók számára azonban a legnagyobb gazdasági kárt az extrém időjárási események (pl. 2010-es ciklonok) okozták.

A kár típusa	Millió Ft
Erdőállományban bekövetkezett kár (felújítási költségekkel együtt)	256,7
Épületek károsodása	65,2
Utak, vasutak károsodása	644,8
Egyéb infrastrukturális kár	94,2
Összesen	1 062,9

3. táblázat: A károk gazdasági kihatásai az Északerdő Zrt.-nél (ciklonok)

Forrás: Mátyás és Gálos, 2010: 27

A tömeges fapusztulás kedvezőtlen gazdasági hatása a várakozással ellentétben, nem jelentkezett a faáru piacán, mely számos tényező együttes eredménye. A piaci ár nem lett alacsonyabb, részben azért, mert az (magán)erdőgazdálkodók nemcsak nem termelték ki az összes károsodott fát, hanem az egészséges állományban is visszafogták a vágásokat, másrészt azért, mert az árak alakulását a fapusztulástól független piaci folyamatok befolyásolták. A jövedelemkiesést csak nagyobb szervezetek (erdészeti) kísérelték meg a termelés növelésével ellensúlyozni, azonban ez ellen hatott a hosszú távú tartamosság és a megfelelő hozamszabályozás (Szép, 2010).

Erdőgazdálkodásban a zárt erdőtakaró területét klímajellemző fajok esetén három klímazónába sorolják. A csapadék- és a hőmérsékleti viszonyok függvényében, a termőképesség csökkenő sorrendjében a bükköst követi a gyertyános-kocsánytalan tölgyes, majd a cseres-kocsánytalan tölgyes (Mátyás

et al., 2002). A RegCM klímamodell alapján számított becslés szerint a jövőben változik a fajok fatermőképessége. A kocsánytalan tölgyön kívül erősen visszaeshet a bükkösök, de a cserések fatermése is. A változásra érzékenyen reagálnak a nemesnyárok, valamint az erdei és fekete fenyő. A legkisebb változás két fajnál jelentkezik, az akácnál és a kocsányos tölgynél. Ugyanakkor hangsúlyozzák a kutatók, hogy egyes fajok esetében jelentős eltérések jelentkezhetnek klímamodellenként a változások hatásainak mértékében, de térbeli felbontásuk egyben homogenizálhatja is a lokális hatások érvényesülését (Illés és Fonyó, 2016).

A várható gazdasági károkat, a jövedelmezőség csökkenését mutatják Zala megye bükk állományára elvégzett számítások is. Az állomány egyharmadánál válik szükségessé a fafajcsere, mert eléri azt a küszöbértéket, ahol a bükk termesztése már nem gazdaságos. A terület csökkenésével az állomány teljes véghasználati árbevétel-kiesését kb. 34 Mrd forintba becsülik a 2011–2100 időszakra. A teljes fahasználati árbevétel-kiesés eléri a 40 Mrd forintot, mely a klímaváltozás nélküli modellhez viszonyítva 27%-os kiesést jelent (Schiberna, 2014) (4.).

Kategória	2011–2040	2041–2070	2071–2100	2011–2100
Érintett terület, %	37	24	29	100
Árbevétel-kiesés, millió Ft	–8 058	–8 497	–17 054	–33 609
Fajlagos árbevétel-kiesés, millió Ft/ha	–2,0	–3,3	–4,0	–3,1

4. táblázat: Zala megye bükk állományainak előrevetített klímaváltozás hatására bekövetkező véghasználati (hozamcsökkentésből, minőségromlásból, pusztulásból eredő) árbevétel-kiesése

Forrás: Schiberna, 2014, 100.

A tanulmányok, kutatások célként fogalmazták meg, hogy a klímaváltozásra való felkészülés egyik kulcsa a meglévő erdőállomány megőrzése, valamint a változás kedvezőtlen hatásainak mérsékléséhez szükséges beavatkozások megvalósítása. Führer és Mátyás (2005, 840.) tanulmányukban a következőkben foglalták össze a feladatokat: „Ha a szárazabb és melegebb időjárás tartós, akkor az erdőgazdálkodás ökológiai alapjainak ártértékelését, a fafajpolitika újragondolását, valamint a termesztéstechnológiai eljárások felülvizsgálatát, a szerény jövedelmezőségű gazdálkodás szükségszerű feladását jelenti.” Az erdőgazdálkodás teljes területét lefedő, illetve azon túlnyúló, konkrét beavatkozások irányait legátfogóbban a VAHAVA projekt határozta meg. A kívánatosnak tartott beavatkozások felölelik az ökológiai, technológiai területet, valamint hangsúlyozzák a szakismeret és az információ jelentőségét.

A kutatók kiemelik, hogy belterjesen művelt stabil fák által alkotott faállományokat kell létrehozni, mert ezek jobban képesek az időjárás viszontagságait elviselni. Így nagyon fontos az erdőfelújítás és telepítés módjának helyes alkalmazása, az ültetési hálózat kialakítása, az erdősítések ápolása, a nevelővágások idejének és módjának megfelelő megválasztása, valamint a helyes faállomány-szerkezet fenntartása.

A klímaváltozás várható hosszú távú hatásai közül ki kell emelni a vegetációs övek elmozdulását, mely az erdészeti klímaosztályok változásához, az őshonos, hosszú vágás érettségű faállomány (különösen a bükk) kiszorulásához vezetnek. Azonban már rövid távon is megjelentek az extrém meleg és aszályos időszakokhoz kapcsolódó kártételek (invazív fajok, kórokozók, kártevők), melyek fapusztuláshoz, a faanyag minőségi romlásához, végső soron gazdasági veszteséghez vezetnek. Elkerülhetetlenné vált a termőhelyek újraértékelése, klímaérzékeny fajok kiválasztása mellett az erdők ökológiai rendszerének megőrzése.

A klímaváltozás várható társadalmi hatása

Az elkerülhetetlen beavatkozások között kiemelt jelentőséggel rendelkezik a meglévő erdőállomány megőrzése, az erdőterület növelése, az elpusztult fák pótlása, a klímaváltozás miatt gazdaságtalanná vált fafajok cseréje; egyszerűen az erdősítés. A beavatkozások közül az erdősítésnek lesz a legnagyobb társadalmi hatása, mely hosszabb távú foglalkoztatást nyújthat.

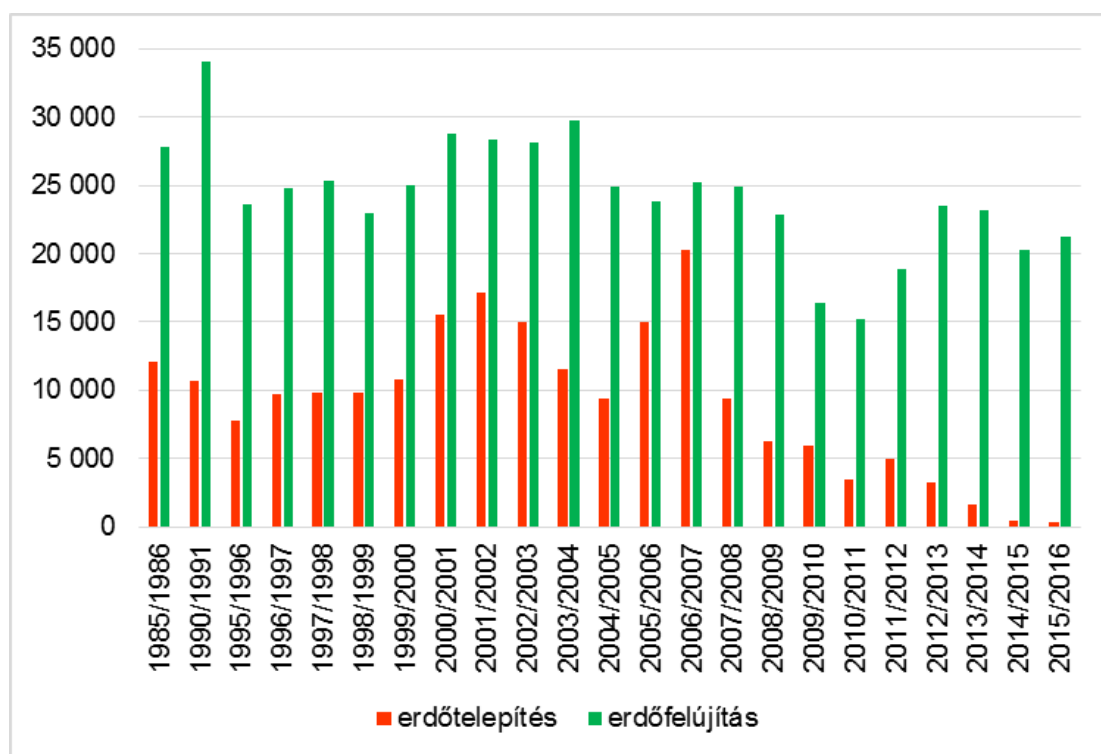
Az erdővel kapcsolatos fejlesztések fontos dokumentuma a Nemzeti Erdőprogram 2006–2015 között, mely célul tűzte ki az ország 20,3%-os erdőszültségének (1,89 millió hektár) az EU-átlagot (33%) megközelítő, 27%-os erdőszültségi szint elérését. A Nemzeti Erdőprogram 2006–2015 a Nemzeti Vidékstratégia alprogramjává vált, mivel azonosak a stratégiai célok. A Vidék- és területfejlesztés, erdőtelepítés, erdőszerkezet átalakítása célterület kiválasztásának okai között szerepel a klímaváltozással jelentkező melegedés – a légkör CO₂ mennyiségének csökkentésével – mérséklése. 1991 és 2010 között 156 175 hektár telepítése valósult meg. A megcélzott erdőszültség eléréséhez közel 700 ezer hektár erdő telepítése szükséges az elkövetkezendő 30–50 év alatt.

Régió	Erdőterület 2009-ben	Erdőtelepítésre javasolt területek	Védelmi célú, erdő-telepítésre figyelembe ve- hető területek	Összes	Várható erdőterület
Közép-Magyarország	167 091	51 223	19 703	70 926	218 314
Közép-Dunántúl	247 968	72 558	47 801	120 359	320 526
Nyugat-Dunántúl	290 374	77 351	75 946	153 297	367 725
Dél-Dunántúl	351 080	112 622	15 063	127 685	463 702
Észak-Magyarország	385 983	154 388	40 152	194 540	540 371
Észak-Alföld	215 540	88 861	194 044	282 905	304 401
Dél-Alföld	229 462	126 324	124 424	250 748	355 786
Összes	1 887 498	683 327	517 133	1 200 460	2 570 825

5. táblázat: Nagytávú erdőtelepítési lehetőségek régióként (ha)

Forrás: Saját szerkesztés, a Hosszú távú Erdőtelepítési Konceptió 97. és 101. táblázatainak felhasználásával (MGSZH 2009)

Megfogalmazásra került, hogy a rentábilis mezőgazdasági művelésre alkalmatlan szántók (III. osztályú, rossz termékenységű) kivonásával a mezőgazdasági művelés alól nemcsak a mezőgazdasági termelés szerkezete alakul át, hanem a terület erdősítésével hozzájárul a klímaváltozás mérsékléséhez is a 630 ezer hektár szántó beültetésével (Führer és Járó, 2001, Führer *et al.*, 2003). A REMO regionális modell-számítások azonban nem támasztják alá a reményeket. A növekedés kismértékű ahhoz, hogy befolyásoló tényező lehessen. A gyenge és rossz minőségű szántók helyére tervezett, átlagos 7%-os erdősítéssel nem befolyásolható a nyári hőmérséklet és a csapadék mennyisége sem, mert a kisebb területű, szétszórtan elhelyezkedő erdőrészek nem képesek befolyásolni az ország éghajlatát. Ha az erdőtelepítés nagy kiterjedésű, összefüggő erdőtömbökben valósulna meg, akkor a regionális viszonyokat az ország egész területén jelentősen lehetne befolyásolni, és az aszályosodási tendenciát is gyengíteni (Gálos és Drüsler, 2012; Gálos *et al.*, 2012).



7. ábra: Erdőtelepítés, erdőfelújítás 1985–2016 (ha)

Forrás: KSH, STADAT

A telepítéssel foglalkozó fejlesztési dokumentumok a 27 százalékos erdősültség elérését célozzák, melyhez 700 ezer hektár erdőtelepítés szükséges. Nem érintik azonban a várható klímaváltozással bekövetkező szárazodást, a vegetációs övek eltolódását – mely várhatóan Nyugat-Dunántúlig húzódik fel –, a klímaérzékeny fafajok század végére prognosztizált eltűnését (pl. bükk), valamint a biotikus károk okozta növekvő mértékű fapusztulást. Várható a fafajpolitika, az állomány szerkezetének változása klímaműködő fajok telepítésével. Míg az erdőtelepítési koncepció a hosszú távú tervezés időtartamát 35–50 évben határozza meg, mely a század közepéig tart, a klímaváltozás generálta telepítés időtartama ennél (várhatóan) sokkal hosszabb lesz, és jelentősen nagyobb területet érint.

Azonban az erdőtelepítés nagyságának évről évre csökkenő tendenciáját mutatják a számok, mely mögött kétségtelenül a telepítés anyagi kockázatának növekvő nagysága húzódik meg. A támogatások csökkenése csak részben magyarázza a folyamatot. Növekszik a sikertelen telepítések aránya, a csemeterpótlás áthúzódik az anyagilag már nem támogatott, de kötelező művelést előíró erdőművelési ágba. Az erdőgazdálkodók számára növekvő kockázatot jelent a klímaosztályok térbeli eltolódása, a beavatkozást elősegítő jogszabályi környezet hiánya, valamint a konkrét területre vonatkozó döntést elősegítő szakmai támogatás.

A 2014–2020 közötti fejlesztési ciklusban a „hagyományos” telepítések mellett megjelent az agrárerdészeti rendszerhez tartozó ipari faültetvények telepítésének támogatása is. 50 milliárd forint keretösszeg áll rendelkezésre, így várható a telepítési kedv növekedése, azonban a konkrét ismeretek hiányában ez nem visz előrébb a klímaváltozáshoz való alkalmazkodásban.

Kétségtelen, hogy a magánerdészetek komoly munkaerőgondokkal küzdenek, részben a telepítési, részben a felújítási munkákhoz nehezen találnak megfelelő ismerettel rendelkező munkaerőt. Csupán az idényjellegű munkák kínálatával nem képesek versenyezni a közfoglalkoztatással, a munkások megtartását biztosító hosszabb távú foglalkoztatás biztosítását pedig csak nem erdészeti feladatokkal tudnák megoldani, mely ellentmond gazdasági tevékenységüknek. Sokan a munkaerőhiány alapvető okát

a közfoglalkoztatásban látják, azonban a közfoglalkoztatás támogatásának folyamatos csökkenése, és a foglalkoztatási forma várható visszaszorulása sem oldja meg a munkaerőgondjait a gazdaság más, hosszabb távú munkát nyújtó szektoraiban jelentkező munkaerő-kereslet miatt. Megoldást a gépesítés és az élő munkát végző, tisztességesen megfizetett munkások stabil csapatának kialakítása hozhat.

Összefoglalás

A legtöbb elemzés arra a következtetésre jut, hogy a klimatikus és talajadottságok hatással vannak az üzemek hatékonyságának alakulására. Ugyanakkor a meteorológiai átlagok és a fizikai adottságok eltérő szignifikanciaszint mellett mutatkoznak. Általánosságban elmondható, hogy a különböző időjárási feltételek (hőmérsékleti és csapadékváltozások) alapvetően meghatározzák a várható eredményeket. A fentebb említett módszerek általános jellemzője, hogy a klímaváltozás, azon belül is a hőmérséklet és a csapadék mennyiségének növekedése és csökkenése a modellek eredményeire is jelentős befolyást gyakorol, ezáltal az előrejelzések sok esetben bizonytalanok, és egymástól eltérő eredményeket adnak. Az eredmények alapján indokolt további kutatási lépések tétele, annak érdekében, hogy pontosabb képet kapjunk a klímaváltozás lehetséges kimeneteleiről, egyéb magyarázó változók bevonásával, mint például az extrém meteorológiai események változásának megfigyelése.

A klímaváltozás kedvezőtlen hatásait jelző kutatások, modellszámítások és gyakorlati tapasztalatok ellenére az adaptálódást, a hatás mérséklését szolgáló rendszer nem alakult ki, az alkalmazkodáshoz nélkülözhetetlen, a különböző szereplők és tényezők koordinációja töredezett, hiányzik vagy gyenge. A gazdasági és ökológiai érdekek összehangolását nehezítik az erdőgazdálkodás strukturális sajátosságai (a rendezetlen tulajdonviszonyok, a magán-erdőgazdálkodók tőke- és szakismerethiánya, társulási kényszere), az alkalmazkodást nem elősegítő jogszabályi/szabályozási környezet, a gazdálkodók gazdasági érdekeket szem előtt tartó, rövid távra tervező szemlélete, a konkrét beavatkozásokhoz szükséges információk hiánya, és nem utolsósorban a változás bekövetkeztének időbeli bizonytalansága, konkrét lépésekkel járó gazdasági kockázat nagyságának növekedése. Mindeközben a klímaváltozás folytatódik, mely egyre nagyobb kártétellel, gazdasági és ökológiai veszteséggel jár.

2. FEJEZET: A MAGYAR MEZŐGAZDASÁG ÉGHAJLATI SZEMPONTÚ HATÁSVIZSGÁLATA

A fejezet szerzői:

Biró Szabolcs (Agrárgazdasági Kutató Intézet)

Fogarasi József (Agrárgazdasági Kutató Intézet)

Füzi Tamás (Agrárgazdasági Kutató Intézet)

Vígh Enikő Zita (Agrárgazdasági Kutató Intézet)

Bevezetés

Az éghajlatváltozás következtében tapasztalható jelenségek értelmezése a tudományos világ talán a legvitatottabb folyamatai közé tartoznak. Az utóbbi években mért eredményekből világosan kirajzolódik, hogy az antropogén eredetű tevékenységek (a népességnövekedés, az iparosodás, az intenzív ipari méretű termelési technológiák következtében fellépő magas károsanyag-kibocsátás) nagyban hatnak a légkör összetételére (pl. NF_3 – nitrogén-trifluorid, mint új szennyező, csak 1999-től, a Göteborgi Protokoll óta tekinthető veszélyes klímagáznak) ezáltal a légkörben lejátszódó folyamatokra.

Az évi átlagos felszíni levegő-hőmérséklet 2006 és 2015 között 0,83–0,89 °C-kal emelkedett. Világszinten 2015 volt a valaha mért legmelegebb év, amikor +1 °C-os emelkedést mértek az iparosodás előtti időszakhoz képest. Az említett bázisperiódushoz képest az európai országok ennél jóval magasabb, 1,5 °C-os emelkedést tapasztaltak. A környezeti változások között a növekvő átlaghőmérséklet és a szélsőséges csapadékképek a legfontosabb mezőgazdasági outputokat befolyásoló tényezők (IPCC, 2013), a gyakran észlelt hőhullámok, száraz időszakok és a szélsőséges meteorológiai események a fontosabb termesztett növényfajok esetében hozzájárulnak a csökkenő hozamokhoz (EEA, 2017b).

A tudományos kutatások figyelme egyre szélesebb körben kiterjed azokra a globális klímaváltozásból eredő hatásokra, amelyek a növénytermesztés és az állattenyésztés teljesítményét nagymértékben befolyásolják. Az éghajlat változékonysága az egyik legfontosabb terméshozamokat befolyásoló tényező, így a gazdálkodók várakozásai a következő évi hozamokról, és ezáltal azok döntései nagyban érintettek. Felismerve a kérdés fontosságát, szakmai szervezetek (UNFCCC, IPCC, UNECE) alakultak, nemzetközi környezetvédelmi politikák és egyezmények születtek, éves tanácskozásokat tartottak (COP3, COP21, Gothenburg Protokoll), amelyek eredményei világosan kimutatták, hogy melyek az éghajlatra leginkább veszélyes kibocsátott anyagok és tevékenységek, valamint megmutatták az azok csökkentésére irányuló stratégiákat. Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye nemzetközi szereplők bevonásával küzd a klímaváltozás ellen, az átlaghőmérséklet további emelkedése és a negatív hatások korlátozásával. Az Európai Parlament 7. Környezetvédelmi Cselekvési Programja klíma- és energiaügyi keretrendszer határoz meg, az éghajlat-politikai célkitűzéseknek megfelelően, megcélozva a természeti tőke védelmét, az erőforrás-hatékonyság növelését és a környezetterhelések csökkentését. Mivel a környezeti kihívások régióként igen eltérő hatásokkal jelentkeznek, a regionális szintű beavatkozás kulcsfontosságú kérdéseket támaszt a döntéshozók felé.

A klimatikus viszonyok megváltozása, a hőmérséklet és csapadék átalakulásán keresztül jelentősen hatnak a mezőgazdasági outputokra és az adaptációs stratégiákra, amelyek a gazdálkodás strukturális

változását kényszeríthetik ki. Az érintett tényezők között a fenológiai fázisok változása adja a legérzékenyebb válaszokat a klímaváltozásra (Menzel *et al.*, 2006; Hatfield és Prueger, 2015). A mérsékelt övi klimatikus öv alatt a tavaszi átlaghőmérséklet emelkedése a vetési és fejlődési fenológiai fázisokat korábbi időpontra állíthatja be, míg az őszi és téli emelkedés ronthatja a téli nyugalmi állapot feltételeit, annak késését előidézve. A felmelegedés folytatódása és az őszi-téli hőmérséklet változása a fenológiai szakaszok késleltetése miatt a jövőben nagyobb hangsúlyt kap (Guo *et al.*, 2014).

Az alkalmazkodási trendek körvonalai kialakulóban vannak, a gazdálkodók folyamatosan tesznek lépéseket a negatív hatások kivédése érdekében a vetésidő pontosabb ütemezése, a precíziós gazdálkodás és az eredményesebb fajták megválasztása révén, ugyanakkor a gazdaságok eltérő inputellátottságuk, klimatikus tényezőik és talajadottságaik miatt régióként eltérő adaptációs eljárásokat alkalmazhatnak (Olesen *et al.*, 2010). A jó mezőgazdasági gyakorlatok és a gazdálkodói döntéseket befolyásoló tényezők értékelése kulcsfontosságú feladat.

A fent említett klímaváltozás hatásaihoz igazodva a környezeti externáliákat és a jó gyakorlatokat több kutatás is tárgyalta. A tudományos eredmények alapján a mezőgazdaságban tapasztalható hatások igen heterogén irányokat vehetnek fel, az üzemi hatékonyság jellemzői alapján mind a növénytermesztés (lásd Olesen és Bindi, 2002; Chavas *et al.*, 2009; Trnka *et al.*, 2011; Solis és Letson, 2012; Trapp 2015; Hatfield és Prueger, 2015; Vanschoenwinkel *et al.*, 2016), mind az állattenyésztés esetében (lásd Key és Sneeringer, 2014; Mukherjee *et al.*, 2013; Qi *et al.*, 2015). A legtöbb elemzés arra a következtésre jutott, hogy ezek a hatások az outputokra és árakra nagyban eltérhetnek egymástól (lásd Valin *et al.*, 2013; Nelson *et al.*, 2014; Vanschoenwinkel *et al.*, 2016). Ugyanakkor a legtöbb kutatás az Egyesült Államok, Európa nyugati részén és a fejlődő országokban született, így a közép- és kelet-európai kutatások korlátozott számban állnak rendelkezésre. Ráadásul a növények fenológiai fejlődésének mezőgazdasági termelési hatékonyságon keresztül értékelt szakirodalma szintén korlátozott.

A fejezet célja bemutatni a mezőgazdasági ágazat helyzetét és a termelékenység változását, valamint meghatározni azokat a klímaváltozásból eredő tényezőket, amelyek a mezőgazdasági termelők esetében befolyásolják a termelékenység és a hatékonyság alakulását. A fejezet célja (i) elemezni a magyar növénytermesztésben tapasztalt klimatikus feltételeket, amelyek a technikai hatékonyság változására hatnak, valamint (ii) létrehozni a fenológiai fejlődési fázisok vizsgálatának eredményeit mezőgazdasági termelési hatékonyság alapján, 2002–2013 közötti paneladatok felhasználásával. Célunk értékelni, hogy a környezeti hatások megváltozása milyen mértékben befolyásolja a gabona, az olaj és a fehérjenövények termesztoinek hatékonyságát Magyarországon, az európai mezőgazdaság egyik nettó exportőr országában. A felhasznált adatok legnagyobb előnye a magas térbeli (SMU-talajegységek) és az időbeli (napi hőmérsékleti és csapadékadatok) bontás. A gazdálkodók döntéseit és adaptációs képességét a jövővel szemben támasztott várakozások befolyásolják, amelyet leginkább az előző évi hozamok határoznak meg, így az elemzésben felhasznált adatok képesek megmutatni a gazdálkodást befolyásoló adaptációs képességet.

A szakirodalomban a termelékenység és hatékonyság mérésére két említésre érdemes módszer ismert, jelen tanulmány az adatok burkológörbe elemzését (eredeti nyelven Data Envelopment Analysis – DEA) alkalmazza (Bakucs *et al.*, 2010). Az elemzés során első lépésben (DEA) az adatok burkológörbe elemzésével kiszámoljuk a hatékonyságot, második lépésben regressziós elemzéssel megvizsgáljuk, hogy a hatékonyságra (független változóra) milyen hatással van a hőmérséklet, a csapadék, illetve a talajadottságok változása (függő változók). Az eredmények betekintést engednek a klímaváltozás hatására megváltozó folyamatok értékelésére, az adaptációs stratégiák kialakítására és a piaci folyamatok megfigyelésére.

2.1. A hazai mezőgazdaság helyzete

Éghajlatváltozás és mezőgazdasági termelés

Az éghajlatváltozás hatással van a mindennapjainkra, az egész életünkre. Ez a jelenség leginkább az olyan gazdasági folyamatokban érhető tetten, amelyek a környezethez szorosan köthetők, így az ellátási folyamatokban és a hozzájuk kapcsolódó termelésben (Pató és Szűcs *et al.*, 2015). Az alfejezet az éghajlatváltozás agrárgazdasági hatásait veszi számba az agrártermelésben. Célunk megvizsgálni az időjárási szélsőségekhez kapcsolódó kitettséget és a várható gazdasági következményeket, különös tekintettel az alkalmazkodásra és a katasztrófaesemények megelőzésére.

A klímaváltozás a mindennapi életünket tekintve jó néhány érezhető impulzussal jár, amelyek olykor az életkörülmények fokozódó romlását idézik elő. Az éghajlatváltozással járó hatások területenként különböző mértékben fejtik ki hatásukat. A felmelegedés hatása egyenletlenül érinti az egyes régiókat (Révész és Zalai, 2012). Ezt a tényt erősíti meg Hampicke (2011) írásában, miszerint a felmelegedés 2–3 °C-os mértékéig a globális hatások pozitívak és negatívak is lehetnek, de e mérték felett már minden ország számára fogyasztáskieséssel jár. A klímaváltozás okozta károk jellemzően a fejletlen gazdaságokat érintik súlyosabban az egyoldalú gazdasági szerkezet, a mezőgazdaságtól való függés, az alacsony szintű technológiai fejlettség és a gyenge adaptációs képesség miatt (Zsibók, 2015; Farkas *et al.*, 2015).

A klímaváltozás által érzékenyen érintett gazdasági ágazatok között előkelő helyen szerepel a mezőgazdaság. Hazánk a növénytermesztési zónák határán fekszik, így viszonylag kis klimatikus változások is jelentősen megváltoztathatják az agroökológiai feltételeket. Ezen jelenségek kiemelkedő élelmezési és vízgazdálkodási problémákhoz vezethetnek, ahogy ezt Hankó és Földi (2009) az alábbiak szerint alátámasztja: az éghajlatváltozás, a vízhiány a mezőgazdaságra is hatást gyakorol. A földek kiszáradnak, mert az állandósuló vízhiányhoz a flóra és fauna nem bír hirtelen alkalmazkodni. A termények elszorvadnak, az árak hirtelen, kezelhetetlenül megemelkednek.

A klímaváltozás magyar mezőgazdaságra gyakorolt hatásainak vizsgálatával több projekt (VAHAVA, Agrárklíma, Klímahatás, NATÉR/AGRATÉR) foglalkozott, az első országos projektet 15 éve indították. Ezeknek a nemzeti programoknak fő céljuk a klímaváltozás hatásainak elemzése, a globális klímaváltozás és annak meteorológiai, társadalmi és mezőgazdasági vonatkozásokban bekövetkező várható hatásainak értékelése volt, amelyek alapján javaslatokat és feladatokat fogalmaztak meg a közös nemzeti alkalmazkodási stratégia kialakításában.

A VAHAVA (Változás–Hatás–Válaszadás) projekt Láng István agrokémikus koordinálásával a 2003–2006-os időszak között áttörést eredményezett a hazai klímaváltozással összefüggő kutatások terén (Láng *et al.*, 2007). A program öt ajánlást fogalmazott meg a hazai alkalmazkodás elősegítése céljából (Harnos, 2007). A program folytatása a VAHAVA-hálózat keretében történt, 2007–2011 között négy projektet támogattak (Harnos, 2007): felkészülés a klímaváltozásra (KLIMAKKT), a klímaváltozás hatása a biodiverzitásra, valamint a humán és állategészségügyre (MTA–BCE kutatócsoport), a klímaváltozások társadalmi vonatkozásai (MTA–KSZ–Klímavédelmi Kutatások Koordinációs Iroda) és az EU6-keretprogramban Adaptációs és Mitigációs Stratégiák (Adaptation and Mitigation Strategies, ADAM). A jelentés is hasonlóképpen a klimatikus rendszer megváltozásával járó szélsőséges csapadéeloszlás katasztrófális megjelenéseire hívja fel a figyelmet. A mezőgazdaság évek óta küzd vízhiánnyal.

Az Agrárklíma projekt egy komplex alapkutatás a klímaváltozási tendenciák agrártermelésre gyakorolt hatásának előrejelzésére a 2014–2018 közötti időszakban. A projekt fő célja egy döntéstámogatói szakértői rendszer (DTR) kiépítése (Czímber *et al.*, 2015). A DTR képes geostatistikai adatok kimutatására, növényfajonként vagy különféle csoportokban a környezeti paraméterek térbeli összefüggéseinek vizs-

gálatára, valamint a növény jellemző térbeli előfordulási helyének feltérképezésére a változó klímaparaméterek függvényében. Ennek keretében megvalósuló részprogramok: országos döntéstámogatási rendszer létrehozása, az erdő- és vadgazdálkodás feltételeinek változása és alkalmazkodó technológiák, a természeti erőforrások, ökoszisztémák ökológiai szolgáltatásai fenntartásának kilátásai, a mezőgazdasági technológiák szerepe a klímaváltozásból eredő kihívások megoldásában. Az Agrárklíma projekt javaslatai a megfogalmazott adaptációs folyamatok és intézkedések mentén, a fenntartható agroökológiai gazdálkodás végrehajtására hívják fel a figyelmet. A program a következő lépésekre épül (Neményi, 2015): szén-dioxid-semleges termesztési technológiák alkalmazása; a tápanyag-utánpótlás és a növénytermesztés lépéseinek tervezése a környezetszennyező hatások kiküszöbölése mellett; a felszín alatti, valamint a felszíni vizek nitrifikációjának és eutrofizációjának elkerülése (az erózió által); a talaj- és levegőszennyezés megelőzése, valamint a természetes és az agrárökológiai rendszer közötti gradiens fenntartása a termőhely potenciáljának a kihasználása érdekében. Ennek eredményeképpen a DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) -modellt alkalmazták a regionális klímamodellekkel összhangban a növénytermesztés modellezésére.

A KLÍMAHATÁS (CLIMATE IMPACTS – Complex assessment of climate change impacts – preparing international R&D projects in the University of West Hungary) Neményi Miklós és Nyéki Anikó által vezetett projekt célja az EU célkitűzéseivel összhangban vizsgálni azokat az éghajlatváltozásból eredő hatásokat, amelyek a természetes és a mezőgazdasági ökoszisztémákat érintik. A klímaváltozás hatásai a mezőgazdaságban című műhelyvita alkalmával bemutatott kutatási eredmények a mezőgazdaságban bekövetkező változásokat vizsgálják (Gálos *et al.*, 2015). Fő célkitűzése a talajok sérülékenységeinek feltérképezése (Mátyás, 2015), a növénytermesztés hatékonyságának kockázatkezelési lehetőségeinek elemzése (Neményi, 2015), érzékenységi vizsgálatok eredményeinek vizsgálata a kukoricatermelésben (Nyéki *et al.*, 2015), valamint a legelők állattellátó képességének lehetőségei a változó klímahatások értékelése mellett (Szabó *et al.*, 2015).

Az AGRATÉR projekt célja a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer kiterjesztése az agrárszektorba, amely keretében statikus és dinamikus modellekre épülő módszerek segítségével olyan országos lefedésű és nagy felbontású (10×10 km) agrárvonatkozású (növénytermesztési, erdő- és gyepezdálkodási) adatrétegek (derivátumok) előállítását tűzték ki célként a NATÉR adatbázisa számára, melyek segítségével minden eddiginél nagyobb hatékonyságú alkalmazkodási stratégiák dolgozhatók ki a klímaváltozás várható negatív hatásainak csökkentése érdekében. A projekt keretében vizsgálták a hazai legfontosabb szántóföldi növények és természetközeli gyepek, illetve erdős területek sérülékenységét a klímaváltozásra, valamint GAP-elemzéseket végeztek, és ajánlásokat fogalmaztak meg az AGRATÉR háttéradatbázisának és módszertanának továbbfejlesztésére. Az AGRATÉR projekt keretében elkészült kutatások eredményei felhívják a figyelmet, hogy az alacsonyabb nyári csapadékmennyiség igen súlyos aszályokat okoz majd elsősorban ez évszázad utolsó negyedében.

Ezekből a projektekből is kitűnik, hogy az egyes gazdasági szektorok közül a mező- és az erdőgazdasággal foglalkozók a legjobban kitettek a klímaváltozás következményeinek (Dockerty *et al.*, 2005; Palatnik és Roson, 2012). A mezőgazdasági kultúrák változhatnak, ami eltérő módon érintheti a helyi szereplőket, lakosokat. Ezekhez a folyamatokhoz való alkalmazkodás különösen nehéz feladat, tekintettel arra, hogy a fogyasztói társadalom és a politika kevésbé érzékeny az agrár- és erdőterületek, valamint az ezzel foglalkozó emberek segítésére (Kulcsár, 2014).

A mezőgazdaság gazdasági szerepét mutatja, hogy a GDP előállításához 3-4%-kal járul hozzá (6.). Ugyanakkor az időjárás jelentősen befolyásolja a termelés eredményességét, amely a teljes hazai gazdasági teljesítményre is kihat.

Év	A mezőgazdaság részaránya			Az élelmiszeripar részaránya			Mezőgazdasági és élelmiszeripari termékek, ital, dohányáru		
	foglalkoztatásban (%)	a bruttó hazai termék (GDP) termelésben	a beruházásban	foglalkoztatásban (%)	a bruttó hazai termék (GDP) termelésben	a beruházásban	részarány		külkereskedelmi forgalmának egyenlege, milliárd Ft
		folyó áron (%)					a fogyasztásban	az exportban	
2010	4,6	3,0	4,8	3,3	2,0	2,2	27,5	6,9	464,2
2011	4,9	3,9	5,6	3,2	1,9	2,5	28,0	7,5	594,9
2012	5,0	3,9	5,8	3,2	1,9	2,5	26,8	8,2	764,9
2013	4,7	3,9	5,9	3,3	2,0	2,6	27,7	8,1	814,4
2014	4,6	4,0	6,0	3,5	2,0	2,9	26,2	9,0	733,0
2015	4,8	3,5	4,8	3,3	1,9	2,2	30,1	8,6	730,7
2016	5,0	3,8	5,5	3,3		3,7		8,7	655,3

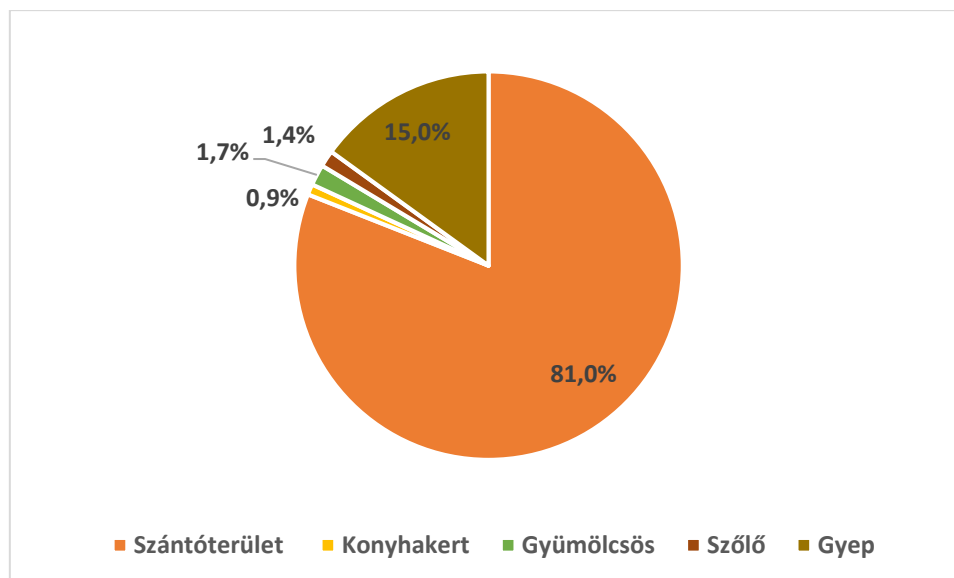
6. táblázat: Az élelmiszer-gazdaság aránya a nemzetgazdaságban

Forrás: KSH, AKI

A mezőgazdaság emelkedő kibocsátása 2013-ban és 2014-ben is növelte a GDP-t, 2015-ben viszont a csökkenő kibocsátási volumen 0,2 százalékponttal mérsékelte az ország növekedési ütemét. A kibocsátás 2016-ban újra bővült: a mezőgazdaság bruttó hozzáadott értéke 17%-kal nőtt. Az élelmiszeripar a GDP előállításából 1,9%-kal részesedett 2015-ben, az ágazat bruttó hozzáadott értéke 2,3%-a volt a teljes nemzetgazdaságénak. A 2016-os adatok szerint a beruházások 3,7, a foglalkoztatottak 3,3%-a származott innen. A magasabb hozzáadott értéket eredményező termelési szerkezet (az állattenyésztés és a kertészeti ágazatok előtérbe helyezése) feltétele a tőke mellett a képzett és megfelelően fizetett munkaerő. A nagyobb hozzáadott érték javítja a jövedelembiztonságot, és emeli a realizálható jövedelemszintet is. A bruttó hozzáadott értékből 4,5%-ot adott az agrárium, a beruházásokban 5,5, a foglalkoztatásban 5,0% volt az aránya.

A lakossági munkaügyi statisztika alapján számítva a mezőgazdaságban, az erdőgazdálkodásban és a halászati ágazatban foglalkoztatottak létszáma 2017-ben 220,0 ezer fő, 2010 óta több, mint 25 százalékkal (47,2 ezer fővel) növekedett. Éves munkaerőegységben számítva (434,3 ezer ÉME 2016-ban) a mezőgazdaság munkaerő lekötése enyhén (2,2%-kal) csökkent 2010 óta. A mezőgazdaságban, az erdőgazdálkodásban és a halászatban regisztrált vállalkozások száma 2016 végén meghaladta a 470 ezret, számuk több mint 4300-zal nőtt az előző évhez képest. Egyéni vállalkozásból (457 ezer) kevesebb, társas vállalkozásból (13 ezer) egyre több lesz.

Földhasználatát tekintve a mezőgazdaság kiterjedt, 2017-ben a teljes terület 57,5 százalékát művelte (5372,0 ezer hektár). A mezőgazdasági területből extenzívebb hasznosítású a 81,0 százalék szántó, 15,0 százalék gye, intenzívebb a gyümölcsös (1,7%), a szőlő (1,4%), valamint a konyhakert (0,9%) (8.). Az ezredforduló óta mind a szántó, mind a gye területe közel 200 ezer hektárral csökkent. A mezőgazdasági területek csökkenése a művelés alól kivett területek növekedése mellett valósult meg.



8. ábra: Földhasználat művelési ágak szerint, 2017

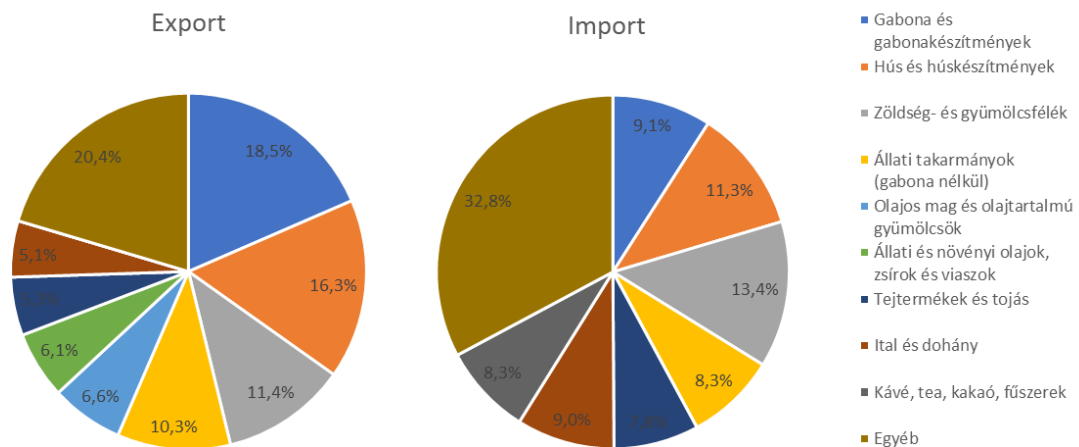
Forrás: KSH

Az éghajlatváltozás várhatóan növeli a vízhiányos területek nagyságát, főként a Dunántúl karszterületein, az Északi-középhegységben és az Alföldön, távol a nagyobb folyóktól. A vízhiány növeli a versengést, korlátozásokhoz és – ellenőrzés hiányában – illegális vízhasználatokhoz vezet, növeli az átvezetések és a tározás fontosságát. A számítások szerint a szabad vízkészletekből – újabb tározók és átvezetések nélkül – összesen 400 ezer (a mezőgazdasági terület 7,4 százaléka) hektár **öntözése** valósítható meg. Ebből a kétszeres vízigényű intenzív öntözés 80 ezer hektárt fed le, tehát a szántóföldi területekre mintegy 240 ezer hektár (a szántóterület 5,5 százaléka) marad. Ezek a területek a nyilvántartás szerint a jelenleg öntözött területekkel együtt (kb. 30 ezer hektár intenzív és 70 ezer hektár szántóföldi) a távlati igények (150, illetve 500 ezer hektár) közel kétharmadát teszik ki (Somlyódy, 2011).

Az öntözhető növények termőterületei a hazai domborzati viszonyoknak megfelelően elsősorban az Alföldön, a Kisalföldön, a Duna–Tisza közén és a Dél-Dunántúlon helyezkednek el. A vizsgált időszak a 2011–2014. évek átlagadatai alapján az öntözhető növények által lefedett mezőgazdasági terület nagysága 2,7 millió hektárt tett ki, amelynek mindössze 2,5 százalékát, közel 70 ezer hektárt öntöztek. Az öntözhető növények által lefedett, jelenleg öntözött mezőgazdasági területek túlnyomó többsége az Alföldön helyezkedik el, további nagyobb öntözési „foltok” a Duna–Tisza közti területeken, illetve a Nyugat- és Dél-Dunántúlon helyezkednek el. A legnagyobb területtel (2,5 millió hektár) rendelkező szántóföldi növények öntözött területe meghaladta a 62 ezer hektárt, amely az összes öntözött terület 90,9 százaléka. A szántóföldi zöldségek aránya az összes öntözött területből 3,3 százalékot, a gyümölcsösöké 5,8 százalékot tett ki. Az öntözhető növények által lefedett területből a kicsivel több mint 52 ezer hektárral bíró szőlő öntözött területe mindössze 16,3 hektár (Kemény és Lámfalusi, 2018).

A magyar agrárexport (9.), amely a teljes export 8,7 százalékát eszi ki, kiegyenlített, több országba irányul, miközben a behozatal kevesebb országból és koncentráltabban érkezik. A magyar exportot befogadó első tizenöt ország a teljes kivitel 81%-át fedi le, ebből tizenhárom EU-tagország. A tizenöt legnagyobb küldő ország között tizennégy EU-tagállam és egy EU-tagjelölt (Szerbia) található, a behozatal 91%-a származik ezen országokból. A teljes mezőgazdasági eredetű import 93%-a az Európai Unióból érkezik hazánkba. A mezőgazdasági eredetű külkereskedelmi termékgorgalmunk teljes (exportot és importot összesítő) értékét tekintve a legjelentősebb partnerünk Németország (az összforgalom 16%-ával), Románia (8,9%), Ausztria (8,6%), Olaszország (8,1%), Szlovákia (7,3%) és Lengyelország (7,1%) voltak 2016-ban. Ezek az országok stabil, tartós kereskedelmi partnereink, ugyanakkor az agrár-

külkereskedelem fejlesztése esetében figyelembe kell venni az alapanyagok feldolgozásának vízigényességét is.



9. ábra: Mezőgazdasági export és import főbb áruajták szerint, 2016

Forrás: KSH

Összefoglalásként elmondható, hogy az éghajlatváltozáshoz kapcsolódóan egyrészt a klimatikus rendszer megváltozását eredményező környezetkárosító (elsősorban ÜHG-gázok kibocsátása) antropogén hatások mérséklését, másrészt a folyamatban lévő változásokhoz – a szélsőséges, extrém időjárási jelenségekhez – való alkalmazkodás egyaránt szükséges. Az éghajlatváltozásból eredő szélsőséges időjárási jelenségek formájában megjelenő kedvezőtlen hatások problémáját csak a különböző szakterületek, ágazatok összefogásával és közös együttműködésével lehet eredményesen kezelni. Az éghajlatváltozással kapcsolatos hosszú távú célok alapja a kollektív intézkedésrendszer kiépítése és fenntartása – például az együttműködést szolgáló hatékony intézmények kiépítésén, a résztvevők számára kölcsönös bizalom megteremtésén keresztül. A cselekvésnek globális, regionális és lokális szinten a mitigációt, az innovációt és az adaptációt egyaránt tartalmaznia kell. A hazai szakpolitikákban is különösen fontos a klímaváltozás megelőzése mellett a következményekhez való alkalmazkodás.

2.2. A hazai mezőgazdaság termelékenységének alakulása

Adatok és módszer

A technikai hatékonyság és termelékenység (teljes tényezőtermelékenység – *Total Factor Productivity*, TFP) változásának mérésére a hatékony határ (burkolófelület) módszerrel az empirikus szakirodalomban két széles körben elterjedt eljárás áll rendelkezésünkre: a paraméteres, ökonometriai módszeren alapuló sztochasztikus határelemzés (*Stochastic Frontier Analysis*, SFA) és a nem paraméteres, lineáris programozással értékelhető burkológörbe-elemzés (*Data Envelopment Analysis*, DEA). Vizsgálatunkban az utóbbi módszert alkalmaztuk, kiegészítve a Simar és Wilson (1998; 1999; 2000) által javasolt bootstrapping-eljárással. Számításainkat az R-program (*R Development Core Team*, 2010) FEAR moduljával (Wilson 2008; 2009) végeztük.

Az outputorientált DEA-moddal korábbi kutatásainkhoz hasonlóan (Fogarasi, 2006; Fogarasi és Latruffe, 2009), először kiszámoltuk tesztüzemi üzemsoros adatok felhasználásával minden termelési irány esetében (Keszthelyi, 2017) a technikai hatékonyságot és a teljes tényezőtermelékenység-változást, illetve az utóbbi változását befolyásoló tényezőket a Malmquist-index segítségével (Coelli *et al.*, 2005). Az index számításakor a TFP-változást felbontjuk összetevőire, technológia- és technikaihatékonyság-változásra, utóbbit pedig tiszta technikaihatékonyság- és mérethatékonyság-változásra. Míg az előbbin adott inputfelhasználás mellett magasabb/alacsonyabb kibocsátás elérését értjük, az előző időszakhoz képest a technológia javításának (beruházásnak) eredményeképpen, az utóbbin a maximális kibocsátás növekedését/csökkenését a mérethatékonyságnak és a helyes vezetési-szervezési döntéseknek köszönhetően (Farrell, 1957; Färe *et al.*, 1994, Färe *et al.*, 1998). A technikaihatékonyság-változás tiszta technikaihatékonyság- és mérethatékonyság-változásra bontható (Coelli *et al.*, 2005). Tiszta technikaihatékonyság-változással, amit VRS-t (*variable returns to scale* – változó mérethozadék) feltételezve számolunk ki, a vállalkozásirányítás vezetési-szervezési teljesítményét mérjük a rendelkezésre álló erőforrások optimális felhasználásában. A mérethatékonyság pedig a mérethozadék hasznosítását jelenti (Latruffe, 2010).

Eredmények

A teljes tényezőtermelékenység (TFP) a vizsgált 2010 és 2016 közötti időszak két évében csökkent (2010 és 2012), a többiben növekedett (7.). Ebben az időszakban az évi átlagos teljes tényezőtermelékenység évi 0,58 százalékkal növekedett, 2016-ban az előző évhez képest a javulás pedig 3,25 százalékos volt. A TFP változását pozitív irányban befolyásolta a technológiaváltozás (évi átlagos 1,17 százalékos és 2016-ban 4,04 százalékos), míg a technikai hatékonyság romlott ebben az időszakban (évi átlagos –1,13 százalékos és 2016-ban –0,75 százalékos). Ez azt jelenti, hogy a termelékenység enyhe javulását a fejlesztések segítették elő, amivel a szakmai hozzáértés nem tudott lépést tartani (a tiszta technikai hatékonyság évi átlagos –0,51 százalékkal romlott a vizsgált időszakban, és –2,39 százalékkal 2016-ban, illetve a mérethatékonyság évi átlagos romlása –0,08 százalékos volt a vizsgált időszakban, és 1,9 százalékkal javult 2016-ban).

Megnevezés	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010–2016
Termelékenységváltozás	0,9107	1,0111	0,9088	1,1475	1,0186	1,0312	1,0325	1,0058
Technológiaváltozás	0,9374	0,9979	0,9541	1,0921	0,9731	1,0991	1,0403	1,0117
Technikaihatékonyság-változás	0,9715	1,0043	0,9525	1,0347	1,0314	0,9381	0,9925	0,9887
Tiszta technikaihatékonyság-változás	0,9896	0,9942	0,9505	1,0357	1,0167	1,0035	0,9761	0,9949
Mérethatékonyság-változás	0,9793	1,0015	1,0020	1,0136	1,0144	0,9654	1,0190	0,9992

7. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a mezőgazdaságban, 2010–2016

Forrás: AKI Természeti Erőforrások Hasznosítása Kutatócsoport és Modellezési és Térinformatikai Kutatások Osztálya együtműködésében készült tesztüzemi adatok alapján

A teljes tényezőtermelékenység éves átlagos ütemének alacsony (0,58 százalék) növekedésének magyarázata, hogy a vizsgált időszakban bekövetkezett fejlesztéseket (technológiaváltozás évi átlagos 1,17 százalékos növekedése) nem sikerült optimálisan hasznosítani (a technikai hatékonyság évi átlagos 1,13 százalékkal csökkent). A fejlesztések csökkenését jelzi 2016-ban, hogy a technológiaváltozás növekedése a 2015. évi 9,91 százalékról 4,03 százalékra csökkent 2016-ban.

A mezőgazdaság fentiekben bemutatott 2016. évi TFP-növekedése az előző évhez képest a szántóföldi növénytermesztésben (5,19 százalék), a legelőgazdálkodásban (4,14 százalék), a gyümölcsstermesztésben (12,32 százalék), a tejtermelésben (4,08 százalék) és a vegyes gazdaságokban (8,56 százalék) bekövetkezett teljes tényezőtermelékenység növekedésének az eredménye. A gyümölcsstermesztés és a tejtermelés kivételével a felsorolt ágazatokban a TFP-növekedés a technológiaváltozás javulásának tudható be (miközben a technikai hatékonyság romlott). A gyümölcsstermesztés esetében figyelhető meg, hogy az igen magas éves TFP-növekedés mind a technológiaváltozás, mind a technikai hatékonyság javulásának eredményeképpen következett be.

A szántóföldi növénytermesztésben a vizsgált időszakban évi átlagos 2,33 százalékkal növekedett a teljes tényezőtermelékenység (TFP) a technológiaváltozás hatására (8.). 2016-ban pedig 5,19 százalékos növekedés volt tapasztalható a kedvező technológia- (5,06 százalék) és technikaihatékonyság-változás (0,13 százalék) hatására. Ezt a technikaihatékonyság-változást a kedvező mérethatékonyság (1,64 százalék) javulása eredményezte.

Megnevezés	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010–2016
Termelékenységváltozás	1,0148	1,1118	0,9032	0,9796	1,0959	1,0212	1,0519	1,0233
Technológiaváltozás	1,1241	1,0369	0,8835	0,9066	1,1044	1,1031	1,0506	1,0258
Technikaihatékonyság-változás	0,9028	1,0721	1,0223	1,0806	0,9923	0,9257	1,0013	0,9976
Tiszta technikaihatékonyság-változás	0,9466	1,0899	0,9822	1,0743	1,0133	0,9458	0,9851	1,0039
Mérethatékonyság-változás	0,9537	0,9837	1,0408	1,0318	0,9793	0,9788	1,0164	0,9973

8. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a szántóföldi növénytermesztésben, 2010–2016

Forrás: AKI Természeti Erőforrások Hasznosítása Kutatócsoport és Modellezési és Térinformatikai Kutatások Osztálya együtműködésében készült tesztüzemi adatok alapján

A legelőgazdálkodásban évi átlagos 0,44 százalékos teljes tényezőtermelékenység (TFP) javulása figyelhető meg 2010 és 2016 között (9.), a technológiaváltozás romlása (–1,57 százalék) és a technikai hatékonyság javulása eredményeképpen (2,05 százalék). 2016-ban a TFP 4,14 százalékkal növekedett az előző évhez képest a kedvező technológiai változás hatására (28,26 százalék).

Megnevezés	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010–2016
Termelékenységváltozás	0,8989	1,0682	0,8923	0,9900	1,1051	1,0567	1,0414	1,0044
Technológiaváltozás	0,8098	0,9826	0,9265	1,0062	1,0255	0,9173	1,2826	0,9843
Technikaihatékonyság-változás	1,1100	1,0872	0,9630	0,9840	1,0777	1,1519	0,8119	1,0205
Tiszta technikaihatékonyság-változás	1,0771	1,0554	0,9208	0,9504	1,1464	1,1240	0,8174	1,0067
Mérethatékonyság-változás	1,0305	1,0301	1,0458	1,0256	0,9400	1,0248	0,9933	1,0123

9. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a legelőgazdálkodásban, 2010–2016

Forrás: AKI Természeti Erőforrások Hasznosítása Kutatócsoport és Modellezési és Térinformatikai Kutatások Osztálya együtműködésében készült tesztüzemi adatok alapján

A zöldségtermesztésben a vizsgált időszakban évi átlagos 0,63 százalékkal javult a teljes tényezőtermelékenység (TFP) a technológiaváltozás 3,00 százalékos növekedése és a technikai hatékonyság 2,63 százalékos csökkenése eredményeképpen (10.). 2016-ban a TFP 1,32 százalékkal csökkent az előző évhez képest 7,34 százalékos technológiaváltozás-növekedés és 10,81 százalék technikai hatékonyság-romlás hatására.

Megnevezés	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010–2016
Termelékenységváltozás	1,0038	0,8185	0,9456	1,2456	1,0458	1,0467	0,9868	1,0063
Technológiaváltozás	1,1355	0,7814	0,9972	1,2852	0,9781	1,0301	1,0734	1,0300
Technikaihatékonyság-változás	0,8841	1,0474	0,9481	0,9653	1,0805	1,0161	0,8919	0,9737
Tiszta technikaihatékonyság-változás	0,8792	1,1062	0,9639	0,9661	1,0233	1,0352	0,8599	0,9729
Mérethatékonyság-változás	1,0055	0,9469	0,9837	0,9991	1,0559	0,9816	1,0372	1,0008

10. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a zöldségtermesztésben, 2010–2016

Forrás: AKI Természeti Erőforrások Hasznosítása Kutatócsoport és Modellezési és Térinformatikai Kutatások Osztálya együtműködésében készült tesztüzemi adatok alapján

A szántóföldi zöldségtermesztésben évi átlagos 1,64 százalékos TFP-csökkenés és a növényházi zöldségtermesztésben évi átlagos 2,95 százalékos TFP-csökkenés következett be a vizsgált időszakban (11. és 12.).

Megnevezés	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010–2016
Termelékenységváltozás	0,8398	0,9287	0,8303	1,2554	1,0128	1,0450	1,0354	0,9836
Technológiaváltozás	1,0528	0,9527	0,7901	1,4140	1,0014	0,9127	1,1240	1,0203
Technikaihatékonyság-változás	0,7977	0,9748	1,0508	0,8808	1,0114	1,1450	0,8672	0,9547
Tiszta technikaihatékonyság-változás	0,8105	1,0409	1,0817	0,9253	0,9668	1,1244	0,8307	0,9620
Mérethatékonyság-változás	0,9842	0,9365	0,9715	0,9518	1,0461	1,0183	1,0438	0,9923

11. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a szántóföldi zöldségtermesztésben
 Forrás: AKI Természeti Erőforrások Hasznosítása Kutatócsoport és Modellezési és Térinformatikai Kutatások Osztálya
 együttműködésében készült tesztüzemi adatok alapján

Megnevezés	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010–2016
Termelékenységváltozás	1,1999	0,7213	1,0768	1,2358	1,0798	1,0484	0,9404	1,0295
Technológiaváltozás	1,2246	0,6409	1,2586	1,1682	0,9553	1,1627	1,0251	1,0398
Technikaihatékonyság-változás	0,9798	1,1254	0,8555	1,0579	1,1544	0,9017	0,9174	0,9931
Tiszta technikaihatékonyság-változás	0,9538	1,1755	0,8589	1,0087	1,0832	0,9530	0,8902	0,9839
Mérethatékonyság-változás	1,0273	0,9574	0,9961	1,0488	1,0657	0,9462	1,0306	1,0094

12. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a növényházi zöldségtermesztésben
 Forrás: AKI Természeti Erőforrások Hasznosítása Kutatócsoport és Modellezési és Térinformatikai Kutatások Osztálya
 együttműködésében készült tesztüzemi adatok alapján

A gyümölcsstermesztésben évi átlag 1,64 százalékkal csökkent a teljes tényezőtermelékenység (TFP) 2010 és 2016 között a technológiaváltozás (–0,63 százalék) és technikai hatékonyság (–2,65 százalék) romlása eredményeképpen (13.). 2016-ban az előző évhez képest 12,32 százalékos TFP-növekedés tapasztalható 6,94 százalékos technológiai változás és 5,03 százalékos technikaihatékonyság-növekedés eredményeképpen.

Megnevezés	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010–2016
Termelékenységváltozás	1,0021	0,9055	0,8493	1,3810	0,7319	1,0184	1,1232	0,9836
Technológiaváltozás	0,7762	1,1683	0,8862	1,2104	0,7204	1,2766	1,0694	0,9937
Technikaihatékonyság-változás	1,2910	0,7751	0,9584	1,0149	1,0160	0,7978	1,0503	0,9735
Tiszta technikaihatékonyság-változás	1,2835	0,8285	0,9112	1,1929	0,9647	0,8589	1,0182	0,9964
Mérethatékonyság-változás	1,0059	0,9355	1,0518	0,9565	1,0532	0,9288	1,0531	0,9964

13. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a gyümölcsstermesztésben, 2010–2016
 Forrás: AKI Természeti Erőforrások Hasznosítása Kutatócsoport és Modellezési és Térinformatikai Kutatások Osztálya
 együttműködésében készült tesztüzemi adatok alapján

A szőlőtermesztésben a vizsgált időszakban évi átlagos 2,33 százalékos teljes tényezőtermelékenység- (TFP) növekedést figyelhetünk meg a technológiaváltozás (4,01 százalék) javulása és a technikai hatékonyság (–0,53) romlása következtében. 2016-ban a szőlőtermesztés termelékenysége 1,85 százalékkal romlott a technikai hatékonyság (–4,13 százalék) csökkenése miatt (**14.**).

Megnevezés	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010–2016
Termelékenységváltozás	0,7255	1,3554	0,7059	1,5760	0,8823	1,2400	0,9815	1,0233
Technológiaváltozás	0,8022	1,2088	1,0769	1,0426	1,0333	1,1434	1,0238	1,0401
Technikaihatékonyság-változás	0,9044	1,2113	0,6555	1,5115	0,8539	1,0845	0,9587	0,9947
Tiszta technikaihatékonyság-változás	0,9020	1,1177	0,6997	1,3380	0,8757	1,1734	0,9691	0,9912
Mérethatékonyság-változás	0,9809	1,0032	0,9368	1,1297	0,9751	0,9243	0,9894	0,9895

14. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a szőlőtermesztésben, 2010–2016
 Forrás: AKI Természeti Erőforrások Hasznosítása Kutatócsoport és Modellezési és Térinformatikai Kutatások Osztálya együtműködésében készült tesztüzemi adatok alapján

A tejtermelésben a teljes tényezőtermelékenység (TFP) évi átlagos 1,94 százalékkal növekedett a javuló technológiai változás (2,03 százalék) hatására (**15.**). 2016-ban 4,08 százalékos TFP-növekedés következett be 5,91 százalékos technológiaváltozás-csökkenés és 10,50 százalékos technikaihatékonyság-növekedés eredményeképpen.

Megnevezés	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010–2016
Termelékenységváltozás	0,9718	0,9933	0,9482	1,0898	1,1251	0,9797	1,0408	1,0194
Technológiaváltozás	1,0536	1,0216	0,7723	1,0848	1,1584	1,1695	0,9419	1,0203
Technikaihatékonyság-változás	0,9224	0,9723	1,2267	1,0046	0,9713	0,8377	1,1050	0,9991
Tiszta technikaihatékonyság-változás	0,9671	0,9531	1,1545	1,0000	0,9546	0,9132	1,0757	0,9997
Mérethatékonyság-változás	0,9537	1,0201	1,0626	1,0046	1,0174	0,9174	1,0273	0,9994

15. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a tejtermelésben, 2010–2016
 Forrás: AKI Természeti Erőforrások Hasznosítása Kutatócsoport és Modellezési és Térinformatikai Kutatások Osztálya együtműködésében készült tesztüzemi adatok alapján

A sertés- és baromfiágazatban teljes tényezőtermelékenység (TFP) csökkenése (–1,89 százalék és –1,20 százalék) volt megfigyelhető a vizsgált időszakban a technológiaváltozás (–2,13 százalék és –2,74 százalék) és a technikai hatékonyság (–1,61 százalék és –0,67 százalék) csökkenése eredményeképpen (**16.** **17.**).

Megnevezés	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010–2016
Termelékenységváltozás	0,8904	0,9046	1,0776	1,0203	1,0846	0,9208	0,9895	0,9811
Technológiaváltozás	0,9901	0,8907	1,1214	1,0155	0,8728	1,2268	0,7997	0,9787
Technikaihatékonyság-változás	0,8993	1,0155	0,9609	1,0074	1,0875	0,7505	1,2373	0,9839
Tiszta technikaihatékonyság-változás	0,9641	0,9589	0,9751	1,0483	0,9879	0,8403	1,1568	0,9862
Mérethatékonyság-változás	0,9328	1,0590	0,9854	0,9585	1,1008	0,8932	1,0696	0,9973

16. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a sertéságazatban, 2010–2016
 Forrás: AKI Természeti Erőforrások Hasznosítása Kutatócsoport és Modellezési és Térinformatikai Kutatások Osztálya együtműködésében készült tesztüzemi adatok alapján

Megnevezés	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010–2016
Termelékenységváltozás	0,8680	0,9431	0,9724	1,0943	1,0524	1,0118	0,9911	0,9880
Technológiaváltozás	0,8861	0,8343	0,9913	1,1221	0,9546	1,1170	0,9392	0,9726
Technikaihatékonyság-változás	0,9795	0,9665	0,9809	0,9752	1,1024	0,9058	1,0552	0,9933
Tiszta technikaihatékonyság-változás	0,9801	0,9684	0,9786	0,9695	1,0735	1,2344	1,0206	1,0286
Mérethatékonyság-változás	0,9994	0,9981	1,0024	1,0059	1,0269	0,9800	1,0339	1,0065

17. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a baromfiágazatban, 2010–2016
 Forrás: AKI Természeti Erőforrások Hasznosítása Kutatócsoport és Modellezési és Térinformatikai Kutatások Osztálya együtműködésében készült tesztüzemi adatok alapján

A vegyes gazdaságok évi átlagos 3,46 százalékkal növelték teljes tényezőtermelékenységüket (TFP) 2010 és 2016 között a javuló technológiaváltozás (7,10 százalék) és a csökkenő technikai hatékonyság (–3,41 százalék) eredményeképpen (18.).

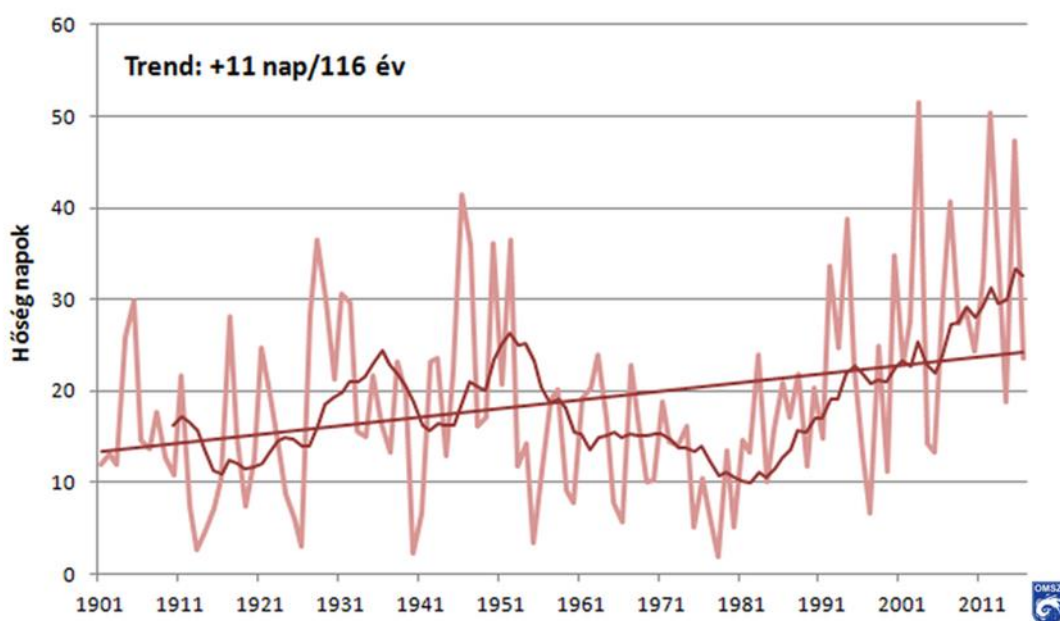
Megnevezés	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010–2016
Termelékenységváltozás	0,9393	1,0421	0,9796	1,0502	1,1345	1,0229	1,0856	1,0346
Technológiaváltozás	0,9925	1,0063	1,1072	1,1544	1,0320	0,9755	1,2579	1,0710
Technikaihatékonyság-változás	0,9463	1,0357	0,8847	0,9097	1,0993	1,0480	0,8630	0,9659
Tiszta technikaihatékonyság-változás	0,9608	0,9898	0,9599	0,8869	1,0866	0,9772	0,9153	0,9663
Mérethatékonyság-változás	0,9849	1,0464	0,9216	1,0258	1,0117	1,0724	0,9429	0,9995

18. táblázat: Teljes tényezőtermelékenység (TFP) változása a vegyes gazdaságokban, 2010–2016
 Forrás: AKI Természeti Erőforrások Hasznosítása Kutatócsoport és Modellezési és Térinformatikai Kutatások Osztálya együtműködésében készült tesztüzemi adatok alapján

2.3. Az éghajlat változásának hatásai a termelékenységre

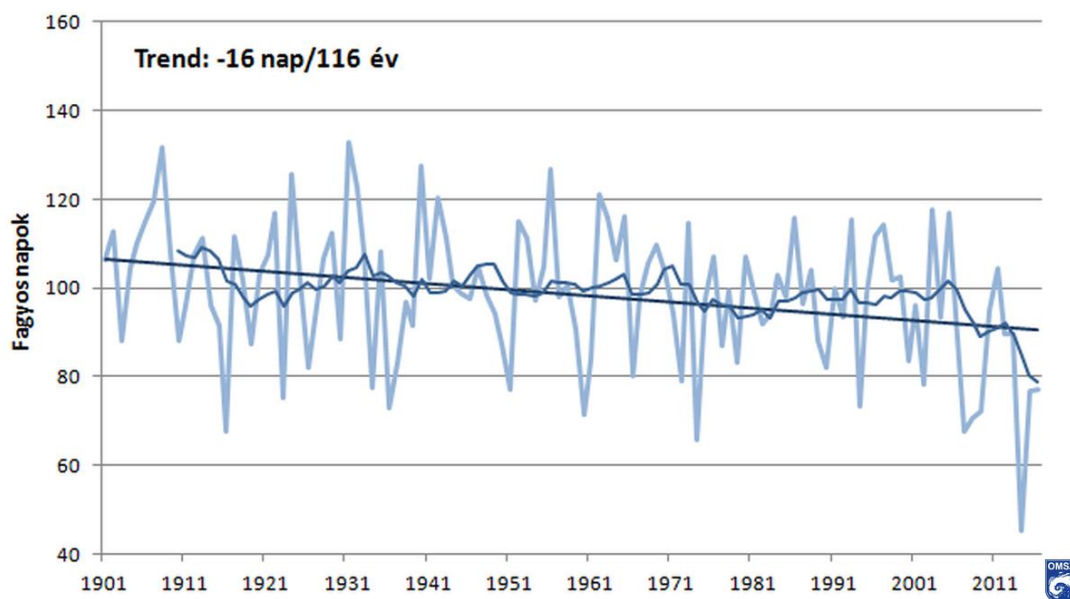
Az utóbbi években Európában tapasztalt éghajlatváltozási anomáliák Magyarországon is megjelentek, amelyek a hazai növénytermesztést és állattenyésztést nagymértékben befolyásolják. A klíma-előrejelzések alapján a közeljövőben a legnagyobb bizonytalanság a Kárpát-medencében valószínűsíthető (Szépszó és Horányi, 2009; Olesen *et al.*, 2010; Mezősi, 2017). Magyarország éghajlata mérsékelt, gyakori esőzésekkel, hideg, havas téllal és meleg nyárral. A régió átmeneti zónát képez az északra fekvő nedves-kontinentális és a keleti nedves-szubtrópusi zónák között (Sippel és Otto, 2014). Egyedi klimatikus viszonyai miatt, a klímaváltozás okozta tényezők elsősorban a csapadékképek átalakulását, szárazodást és extrém hőmérsékleti értékeket hozták magukkal. Ennek következtében a szélsőséges hőmérsékletű napok száma sokkal gyorsabb ütemben növekszik, mint az évi átlaghőmérséklet, a hőhullámok intenzitása, hossza és gyakorisága Európa dél-keleti részén növekedett a leginkább. A hőmérsékleti és csapadékképek változása és azok szélsőséges ingadozása további bizonytalanságokra ad okot (Sippel és Otto, 2014).

Magyarországon különös mértékben figyelhető meg a csapadékképek térbeli és időbeli változékonysága. Az utóbbi évszázadban az országos éves csapadékösszegek csökkenő trendje mutatkozott. Miközben a klímaváltozás okozta negatív hatások a Kárpát-medencét is nagymértékben érintik (Spinoni *et al.*, 2015), megállapítható, hogy 2012 nyara erős esőzéseket hozott, amely árvizekhez vezetett Európa északi részén, míg szárazsághoz és futótűzek megjelenéséhez Európa déli részén (Dong *et al.*, 2013). Magyarországon 2006-ban az extrém időjárási események miatt, a Tisza és a Duna árterében két árvíz következett be, amely komoly belvízi károkat okozott (Dong *et al.*, 2013). Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) arra figyelmeztet, hogy a klimatikus tényezők megváltozása miatt, a hőhullámos napok számának emelkedése (az 1901 és a 2011 közötti 116 év alatt 11 nappal növekedett) és a fagyos napok számának csökkenése (1901 és 2011 között 16 nappal csökkent), mint közvetlen tényezők, egyaránt hatással vannak az intenzív és a hagyományos növénytermesztésre (10. és 11.).



10. ábra: Magyarországi hőség napok számának időszora (homogenizált, interpolált országos átlagok alapján) a hazai rácspontok átlaga alapján 1901–2016 között, tízéves mozgó átlaggal és a becsült lineáris trenddel

Forrás: OMSZ, 2015



11. ábra: Magyarországi fagyos napok számának időszora (homogenizált, interpolált országos átlagok alapján) a hazai rácsponthoz átlaga alapján 1901–2016 között, tízéves mozgó átlaggal és a becsült lineáris trenddel

Forrás: OMSZ, 2015

A közvetett tényezők, mint a vízkészletek elérhetősége és a fejlődéshez szükséges hőmérséklet megváltozása miatt, a növények tápanyagfelvevő és tápanyagmegkötő képessége jelentősen megváltozik.

Technikai hatékonyság a mezőgazdaságban

A technikai hatékonyság és termelékenység meghatározása során az alábbi tényezők fontosságát hangsúlyozza a szakirodalom: alkalmazott technológia, tényezőellátottság, input és output tényezőket érintő piaci reformok teremtette környezet, üzemméret és méretgazdaságosság, vezetés, szervezés és szakosodás (Gorton és Davidova, 2004; Swinnen, 2009; Bojnec *et al.*, 2012).

A mezőgazdasági termelés hatékonyságának növekedése az utóbbi évtizedekben kiemelkedő figyelmet kapott, amely során az európai agrárközgazdász kutatók a befolyásoló tényezőket vizsgálták. Az utóbbi évek tudományos vitáinak tárgyát elsősorban a mezőgazdasági gazdaságok méretének (kis családi vagy szövetkezeti minták) és pénzügyi struktúrájának (eladósodottság mértéke), valamint fenntarthatósági paramétereinek a gazdaságok termelékenységének és hatékonyságának alakulására gyakorolt hatása képezi.

Az agrárszektor üzeleinek méretbeli eltéréseit (kis családi és társas gazdaságok) illető vitában, Mathijs és Vranken (2001) úgy látja, hogy az egyéni gazdaságok a növénytermesztés-szektorban sokkal hatékonyabban működnek, ugyanakkor ez az előny a tejtermelő szektorban nem számszerűsíthető. A mezőgazdasági üzemek pénzügyi mutatóinak összehasonlításakor Davidova *et al.* (2003) arra a következtetésre jutottak, hogy a cseh gazdaságok nyereségessége a költségek és összbevételek figyelembevételével 1998–1999 között nem növekedett, abban az esetben sem, ha az elemzés során figyelmen kívül hagyták a kifizetetlen költségeket. Emellett, az EU újonnan csatlakozott és régi tagállamainak összehasonlításakor Bojnec *et al.* (2012) megállapítják, hogy az alkalmazott technológia, a tényezőellátottság, az input és output tényezőket érintő piaci reformok teremtette környezet, az üzemméret és méretgazdaságosság, a vezetés és szervezés, valamint a szakosodás tényezői hatnak a hatékonyság alakulására,

amelyből az agrárkörnyezeti tényezőellátottság szignifikáns mértékben befolyásolja a gazdaságok technikai hatékonyságának alakulását.

Latruffe *et al.* (2011) tesztüzemi adatok alapján vizsgálták a tejtermelés, a gabona és az olajos növények termesztését (COP) Franciaországban és Magyarországon. Az elemzés arra a következtetésre jutott, hogy saját technológiai határaik mellett a COP-gazdaságok esetében, a francia üzemek sokkal hatékonyabbak a magyar üzemeknél, ugyanakkor a tejágazatban nem tapasztaltak eltérést. Az utóbbi évek eredményeként, valamint a környezetvédelmi irányelvek térnyerésével, a fenntartható fejlődés kérdéseinek tárgyalása kiemelt kérdéssé válik, a gazdaságok fejlődésének értelmezése gazdasági hatékonyságuk, valamint a technikai, környezeti és társadalmi tényezőin keresztül történhet (Burja és Burja, 2015). Eredményként azt állapították meg, hogy a román inputhatékonyság messze elmarad az EU színvonalától. Fogarasi és Zubor-Nemes (2016) a Malmquist termelékenységi indexel a teljes tényező termelékenység mérését végezték el. Magyarországi gazdaságok paneladataival végzett becsléseik eredményeképpen megállapították, hogy a termelékenység évi átlagosan 2,4%-kal növekedett 2007 és 2011 között.

Bár a mezőgazdaságban a klíma hatására megváltozó tényezők az egyre érzékenyebbé váló gazdaságok esetében nagyban ronthatják a technikai hatékonyságot, jellemzően regionális eltérésekkel kell számolnunk, ennek feltérképezése és vizsgálata kiemelt figyelmet kap az alkalmazkodási stratégiák kialakításában (Latruffe *et al.*, 2011). Egyes elemzések szerint (Olesen, 2010) az alkalmazkodási trendek körvonalai kialakulóban vannak, a gazdálkodók folyamatosan tesznek lépéseket a negatív hatások kivédése felé a vetésidő pontosabb ütemezése, a precíziós gazdálkodás és az eredményesebb fajták megválasztása révén, ugyanakkor a gazdaságok eltérő inputellátottságuk miatt, régióként eltérő adaptációs eljárásokat alkalmazhatnak.

A mezőgazdaság outputjait befolyásoló inputtényezők sora igen széles, jelen tanulmányban a magyarországi üzemek hatékonyságát éghajlati és talajinputok függvényében vizsgáltuk. Az éghajlati tényezők alatt ebben a tekintetben a csapadék és hőmérsékleti adatokat értjük, bár fontos megjegyezni, hogy a jövőben egyéb kibocsátási adatok tárgyalása is fontos. Ilyen tényezők az üvegházhatású gázok légköri részvétele, amelyek jelentős része a mezőgazdaságból származik. Azok megjelenéséhez leginkább az intenzív termelési struktúrák járulnak hozzá (Houghton *et al.*, 1997), ahol az érintett érzékeny régiók határain megjelenő alacsony inputfelhasználású (extenzív) gazdaságok, a kibocsátás következtében létrejövő negatív hatásokból leginkább részesülnek (Reilly és Schimmelpfennig, 1999). A területi elhelyezkedés, a pénzügyi mutatók és az alkalmazott technológia mellett számos egyéb inputtényező is hathat a gazdaságok fejlődésére (úgy, mint a tulajdonviszonyok, üzemméret, üzemvezetési jellemzők), a továbbiakban a hatékonyságot az agrárklímikus változások függvényeként kezeljük.

Adatok és módszer

A technikai hatékonyság számításához 2002–2013 közötti panel tesztüzemi adatokat használtunk. Magyarország növénytermesztő üzemeinek technikai hatékonyságát a megtermelt mennyiségek és az inputtényezők lineáris programozásával határoztuk meg. Ebben az értelemben, a hatékonyságelemzés inputjait a mezőgazdasági terület (ha), a munkaerő (éves munkaerőegység, ÉME), valamint az ezer forintban kifejezett tőke és anyagfelhasználás deflált értékei képezték. Az outputtényezőt az ezer forintban kifejezett bruttó termelési érték adta.

A regresszioelemzéshez felhasznált adatok: a hatékonyságelemzés során nyert üzemi hatékonyságértékeket függő változóként vontuk be, míg a modell független változóit a magyarországi meteorológiai és talaj-adottságokra vonatkozó adatok voltak.

A talajadatokat az EU ESDAC (European Soil Data Centre) által kezelt EUSOILS (European Soil Database) adatbázisból gyűjtöttük. Az EUSOILS-adatbázis térképezési egységét az SMU (Soil Mapping Units) -értékek adták, amelyben a fellelhető talajtípusok domináns STU (Soil Typological Units) értékeit vettük figyelembe. A talaj minőségi jellemzői között az elemzés tárgyát a talajok mezőgazdasági hasznosítása, a talajok vízgazdálkodási képessége és a szervesanyag-tartalom jelentek meg. A változók a következőképpen értékelhetők: a talaj mezőgazdasági hasznosítását az AGRICUL változó jelöli, ahol az 1 a talajok korlát nélküli mezőgazdasági felhasználását, míg a 0 az egyéb eseteket jelenti. Az altalaj vízgazdálkodási képessége a HWC_SUB változó, ahol az 1 a 140 mm/m feletti jó, míg a 0 a 140 mm/m alatti közepes és gyenge kapacitásokat jelöl. A feltalaj vízgazdálkodási képessége a HWC_TOP változó, ahol az 1 a 140 mm/m feletti jó, míg a 0 a 140 mm/m alatti közepes és gyenge kapacitásokat jelöli. A feltalaj szervesanyag-tartalma OC_TOP változóval, ahol az 1 kifejezi az alacsony 2% alatti, míg a 0 a magas, 2% feletti szervesanyag-tartalmat. A talaj szervesanyag-körforgalma azon többszintű, egy időben lejátszódó átalakulási folyamatok eredménye, amely során a növényi nitrogénfelvétel és a talaj vízkészletének összetétele kölcsönhatásba kerül. Az elemzésben részt vevő talaj szervesanyag-tartalmát állandónak tekintjük. Ennek oka kettős: (1) nem áll rendelkezésre megfelelő felbontású és minőségű adat, amely településszinten a talaj szervesanyag-tartalmát reprezentálná, valamint (2) nem létezik olyan naprakész módszertan és előállított adat (legalább éves mérés eredményeként), amely által a talaj szervesanyag-tartalmának összehasonlítása megvalósítható.

Változók	Egység	Átlag	Szórás	Min.	Max.
Összes output	1000 Ft	39 049,720	97 122,580	90,420	2 034 271,000
Mezőgazdasági terület	ha	236,650	433,951	1,230	5 506,690
Munkaerő	AWU	3,971	9,169	0,008	215,673
Tőke	1000 Ft	51 671,090	86 240,210	2,743	1 929 056,000
Anyagfelhaszn.	1000 Ft	30 111,060	76 552,920	267,507	1 781 878,000
T _{vetés}	°C	12,034	1,112	8,610	15,965
T _{generatív}	°C	18,518	1,242	14,888	22,306
T _{vegetatív}	°C	21,898	0,982	18,642	24,609
P _{vetés}	mm	37,733	25,927	0,000	135,600
P _{generatív}	mm	133,026	62,168	7,300	441,600
P _{vegetatív}	mm	126,826	65,490	18,500	348,200
AGRICUL	a gazdaságok %-a	0,973	0,161	0,000	1,000
HWC_SUB	a gazdaságok %-a	0,551	0,497	0,000	1,000
HWC_TOP	a gazdaságok %-a	0,953	0,213	0,000	1,000
LOC	a gazdaságok %-a	0,517	0,500	0,000	1,000

19. táblázat: A változók leíró statisztikája

Forrás: AKI

A szakirodalomban gyakran használják az EUSOILS-adatokat magyarázó változóként. Audsley *et al.* (2014) 47 talajtípust határozott meg az EUSOILS talajtípusainak rácspontjait felhasználva, amely a víztartó képességet, a hervedási pontot, a talaj szerkezetét és a talajban lévő durva szemcsék jelenlétét vette figyelembe. Moriondo *et al.* (2009) a JRC EUSOILS-adatbázis felhasználásával rácspontok mentén a talaj vízháztartását, valamint a talaj vastagságát és szerkezetét határozta meg, ahol minden SMU (soil mapping units) 50x50 km-es rácspont esetében a benne lévő legnagyobb mennyiségben jelen lévő talajtípust vette alapul. 2015-ben Fezzi *et al.* az ESD-adatbázisban fellelhető környezeti és egyéb magyarázó változókat alkalmazta, úgy mint talajszerkezet a finomszemcsék arányában, talajképző kőzet mélysége és a talajfelszín dőlésszöge. Janssen *et al.* (2008) szintén EUSOILS-adatokat alkalmazott az integrált környezeti elemzésében, amely célja meghatározni a FADN-mintában szereplő reprezentatív gazdaságtípus-változatokat a vizsgált évben.

A kutatásban felhasznált meteorológiai változók az AGRI4CAST MARS Crop Yield Forecasting System by EU Joint Research Centre által kibocsátott napi átlaghőmérsékleti és csapadékösszege épülnek. A felhasznált időjárási adatokat a növénytermesztésre általában jellemző fenofázisok alapján csoportosítottuk, eszerint az első fenológiai fázist (vetési) április 1. és 30. közé, a másodikat május 1. és június 30. (vegetatív) közé, a harmadikat pedig július 1. és augusztus 31. közé soroljuk, amelyek a növények vetésének, vegetatív és generatív időszakokban megfigyelt fejlődéséhez kötődnek (Trapp, 2015). A T a hőmérsékleti, a P a csapadéértékeket jelöli, így az áprilisi meteorológiai eredmények a vetésidőt (Tvetés, Pvetés), a májusi és júniusi összegek a vegetatív fázist (Tvegetatív, Pvegetatív), míg a júliusi és az augusztusi hónapok adatai a generatív fázist (Tgeneratív, Pgeneratív) határolták le. Az elemzés elvégzéséhez meghatározott három, mezőgazdasági és növénytermesztési szempontból elkülöníthető időintervallum a szabadföldi termelésben a leginkább meghatározza a növények fejlődését. A meghatározott fázisok általában jellemzők a Kárpát-medence és ezáltal Magyarország növénytermesztésére is.

A klimatikus tényezők hatását két lépésben modelleztük. Első lépésben outputorientált DEA nem parametrikus módszer segítségével, az adatok burkológörbe elemzésével kiszámoltuk az elemzésben részt vevő gazdaságok hatékonyságát (Farrell, 1957). A technikai hatékonyságot az alábbi tényezők befolyásolják a leginkább: alkalmazott technológia, tényezőellátottság, input- és outputtényezőket érintő piaci reformok teremtette környezet, üzemméret és méretgazdaságosság, vezetés, szervezés és szakosodás (Gorton és Davidova, 2004; Swinnen, 2009; Bojnec *et al.*, 2012), így a klímaváltozás hatására veszélyeztetett területek technikai hatékonyságának meghatározása kulcsfontosságú aspektus a mezőgazdaságban (Latruffe *et al.*, 2011).

Második lépésben regressziós elemzéssel megvizsgáltuk, hogy a hatékonyságra (függő változó) milyen hatással van a hőmérséklet, a csapadék, illetve a talajadottságok változása (független változók). A DEA-eredmények 0 és 1 közötti értéket vesznek fel, és a függő változó cenzorált, ennek köszönhetően a változók egy korlátozott skálán mozognak (Davidson és MacKinnon, 2003). Mivel az eredmények robusztusak, Tobit-féle regresszióbecslést alkalmaztunk.

A Tobit-modell cenzorált modell, amelyben y értékeit csak akkor figyeljük meg, ha cenzorálási érték alatt vagy felett vannak.

$$E(y|y > 0, x) = x\beta + \sigma\lambda(x\beta/\sigma)$$

ahol, $\lambda(c) = \phi(c)/\Phi(c)$ Inverz Mills hányados kifejezője.

Míg a hagyományos OLS-regresszió a szubjektív értékelés során leggyakrabban alkalmazott módszer, a függő változót folytonos változóként kezelik, azt feltételezve, hogy a skála értékei közötti távolság azonos. Mivel ebben az értelemben csak az átlagos értékeket látjuk, a függő és független változók közti különbséget csak korlátozottan ismerhetjük meg.

Eredmények

Az első lépésben becsült burkológörbe-elemzése során az üzemek hatékonysági mutatóinak felhasználásával, a második lépésben Tobit-regressziót végeztünk. A változó és a konstans mérethozadék eredményeit a **20.** mutatja be.

Magyarázó változók	VRS	CRS	VRS_1	CRS_1
L1.TE			0,265***	0,208***
T _{vetés}	0,201***	0,207***	0,240***	0,213***
T _{vetés2}	-0,008***	-0,008***	-0,009***	-0,008***
T _{vegetatív}	0,404***	0,404***	0,302***	0,306***
T _{vegetatív 2}	-0,011***	-0,011***	-0,008***	-0,008***
T _{generatív}	-0,398***	-0,246***	-0,366***	-0,166**
T _{generatív2}	0,009***	0,005***	0,008***	0,003**
P _{vetés}	0,001***	0,002***	0,001***	0,002***
P _{vetés2}	-0,000***	-0,000***	-0,000***	-0,000***
P _{vegetatív}	0,000**	0,000***	0,000*	0,000***
P _{vegetatív2}	-0,000***	-0,000***	-0,000***	-0,000***
P _{generatív}	-0,000	-0,000***	-0,000	-0,000***
P _{generatív2}	-0,000	0,000	-0,000	0,000*
AGRICUL	0,018	0,012	0,008	0,020
HWC_SUB	0,013	0,026***	0,014*	0,026***
HWC_TOP	0,008	0,014	0,016	0,024*
LOC	-0,017*	-0,014**	-0,016**	-0,015**
constant	-0,095	-1,807***	0,192	-1,803***
N	11785	11785	9305	9305
Log likelihood	2832,7518	4934,0068	2606,4052	4116,3578
Wald chi2 (16)				

20. táblázat: Panel Tobit-regresszió-eredmények

Forrás: AKI

A nem lineáris kapcsolat mérésére, meghatározására kerültek a vizsgált változók négyzetes tagjai. A késleltetés alapját az előző évi eredmények adták. Az elemzés során külön regresszióanalízist futtatunk a hagyományos Tobit és a késleltetett értékekre (**20.**). Az eredmények késleltetése alapján feltételezhető, hogy a gazdálkodók várakozásai megfelelnek az előző évi terméshozamoknak. Következésképpen: a késleltetett inputváltozók statisztikailag szignifikánsak, az előző év hatékonysága jelentős

hatással van a késleltetett hatásra. Így az előző év hatékonysága befolyásolja a következő év hatékonyságát.

A vetésori (Tvetés) és a vegetatív (Tvegetatív) időszak hőmérsékletének pozitív kapcsolata, valamint az érési (Tgeneratív) időszak hőmérsékletének negatív kapcsolata a hatékonysággal (CRS és VRS) várakozásainknak megfelel. A vetésori és növekedési szakaszban a meleg idő hozzájárul a növények fejlődéséhez, az érési időszakban tapasztalható amúgy is meleg nyári hőmérséklet emelkedése rontja a növények fejlődési lehetőségeit, a hatékonyságot – a klímaváltozás hatására az átlaghőmérséklet növekedése figyelhető meg, ami kedvezőtlen a növények fejlődésére a nyári érési időszakban (hőstressz).

Ugyanilyen kapcsolat figyelhető meg a csapadék három időszakra figyelembe vett értéke esetén – a klímaváltozás hatására növekvő aszályos időszakok gyakorisága (kevés csapadék) az érési időszakban (Pgeneratív) rontja a hatékonyságot (negatív kapcsolat).

Késleltetés esetén hasonló eredményre jutottunk, mint a nem késleltett modellben – késleltetett változó és a függő változó közötti kapcsolat útfüggőségről tanúskodik, az előző év hatékonysága meghatározó a következő év hatékonyságára.

Az érési időszakban már megfigyelhető előjelváltást tapasztaltunk az eredményekben – a csapadék és a hőmérséklet változékonysága negatívan hatott az elemzésben részt vevő gazdaságok tevékenységére. A klímaváltozás hatása az érési időszakban figyelhető meg, ebben az esetben az előjelváltások a vizsgált év és a késleltetés esetében is arról tanúskodnak, hogy a klímaváltozáshoz való alkalmazkodási stratégiák eredményesek lehetnek.

Összefoglalás

Az eredmények alapján kijelenthető, hogy vizsgált periódusban a megváltozott időjárási feltételek robusztusak és szignifikánsan hatottak a magyarországi üzemek technikai hatékonyságára, mindhárom vizsgált fenológiai fázisban. A vetési és vegetatív fázisokban megfigyelt pozitív kapcsolat növényélet-tani szempontból a fejlődés hő és vízigényével magyarázható, míg a generatív fázisban fennálló speciális feltételek rontották a termelési feltételeket. A késleltetés eredményei szintén szignifikánsak, és az irányok megfelelnek az előző évek eredményeinek, amely a gazdálkodók előző évi eredményekben mért várakozásait fejezik ki. Sajnos a talaj esetében nem tapasztaltunk szignifikáns hatásokat, kivételt képez az altalaj jó vízgazdálkodási képessége, amely pozitívan hatott a konstans mérethozadéokra. A klímaváltozáshoz való alkalmazkodási stratégiák eredményesek lehetnek, de különösen fontos számolni a regionális különbségekkel, az átalakult csapadékképekkel és gazdálkodók jövő évi várakozásaival.

3. FEJEZET: A HAZAI MEZŐGAZDASÁG ÉGHAJLATVÁLTOZÁSSAL ÖSSZEFÜGGŐ KOCKÁZATKEZELÉSI TECHNIKÁINAK BEMUTATÁSA ÉS ÉRTÉKELÉSE

A fejezet szerzői:

Keményné Horváth Zsuzsanna (Agrárgazdasági Kutató Intézet)

Lámfalusi Ibolya (Agrárgazdasági Kutató Intézet)

Zubor-Nemes Anna (Agrárgazdasági Kutató Intézet)

Bevezetés

A klímaváltozás², az időjárás-változékonyság közvetlenül vagy közvetve hat a környezetre, a termelésre, az infrastruktúrára és az emberre. Az időjárás változékonysága olyan jelenségekben nyilvánul meg, mint például a hosszú meleg, száraz időszakok, tartós, illetve heves esők, felhőszakadások, szélviharok, valamint hóhullámok, amelyek hatással vannak a mezőgazdasági termelésre. A klímaváltozás hatására egyre szélsőségesebbé váló időjárás következtében az egész világon korábban soha nem tapasztalt károk jelentkeznek mind gyakrabban, ami növeli a mezőgazdasági vállalkozások működésének kockázatait.

A növekvő kockázatokkal kapcsolatban fontos kérdésként merül fel, hogy mit lehet tenni ellenük, hogyan lehet azokat csökkenteni. A kockázatok mérséklése, kezelése, illetve a keletkezett károk enyhítése céljából több lehetőség is rendelkezésre áll a termelők számára. Egyfelől agrotechnikai megoldásokkal, a környezethez jobban alkalmazkodó gazdálkodással a termelők maguk is sokat tehetnek az esetleges időjárás okozta károk megelőzéséért, másfelől a károk bekövetkezése esetén jelentősen enyhíthetik a pénzügyi hatásokat a Mezőgazdasági Kockázatkezelési Rendszer keretében igénybe vehető kockázatcsökkentő eszközök révén.

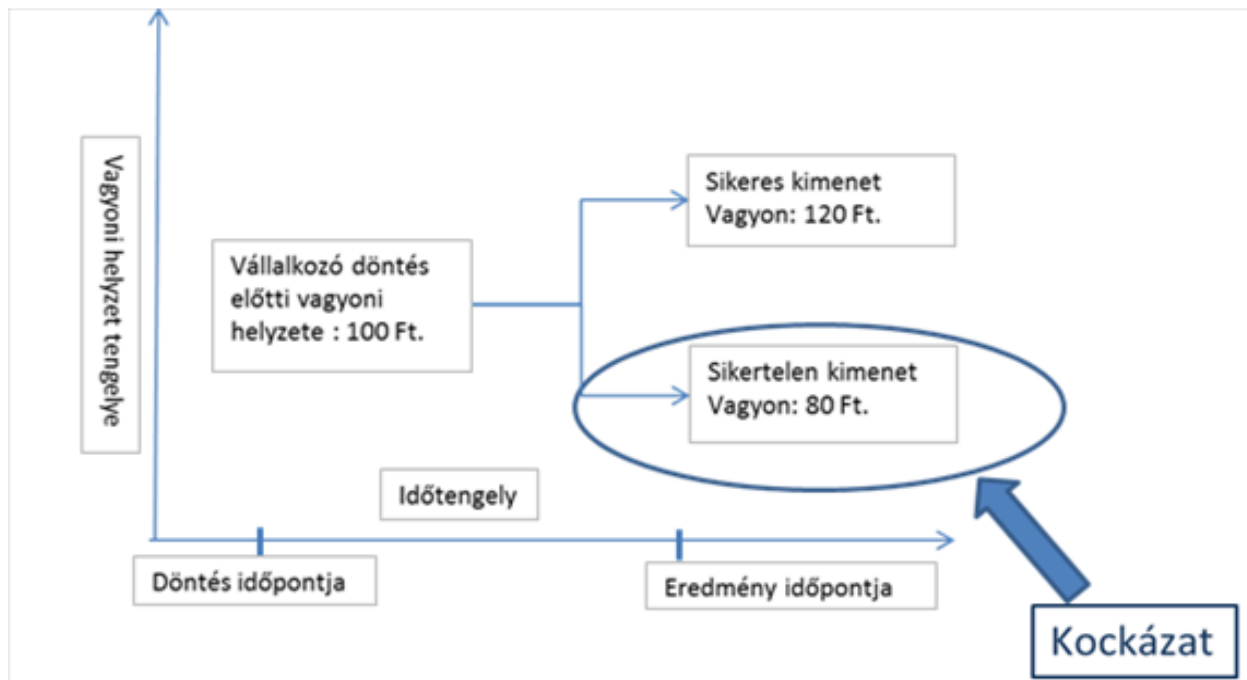
A fejezet célja a kockázatkezelés hazai lehetőségeinek áttekintése. Ehhez első lépésként ismertetjük a téma elméleti alapjait, a kapcsolódó fogalomrendszert, a kockázat definícióját és fajtáit, illetve az egyes kockázatok kezelésének elvi lehetőségeit. A fejezet további részében a termelési kockázatokra fókuszálunk, illetve azok kezelésének hazai gyakorlatára helyezzük a hangsúlyt. Bemutatjuk a valamennyi vállalkozás számára elérhető kockázatkezelési eszközt, a Magyarországon 2012-től bevezetett kétpilíres Mezőgazdasági Kockázatkezelési Rendszert, annak működését és eredményeit, majd a gazdálkodók által alkalmazható agrotechnikai kockázatcsökkentési eszközökre térünk ki, kiemelten a precíziós gazdálkodásra, a talajkímélő művelésre és az öntözéses gazdálkodásra.

² Klímaváltozáson a klíma, az éghajlat tartós és jelentős mértékű megváltozását értjük helyi vagy globális szinten.

3.1. Kockázatkezelés lehetőségei a mezőgazdaságban

Kockázat fogalma és fajtái

Kovács és szerzőtársai szerint „a kockázat a vállalkozó döntéseihez kapcsolódó kár bekövetkezésének lehetősége, vagyis annak a bizonytalanságnak a következménye, hogy a vállalkozó hiányos ismeretekkel rendelkezik a döntések kimenetelét befolyásoló véletlen jövőbeli eseményekről, illetve nem tudja azokat pontosan előre jelezni” (Kovács *et al.*, 2009). Ennek ellenére a vállalkozó, így a mezőgazdasági termelő is azért vállalja a kockázatot, tehát döntésének esetleges negatív kimenetét, mert bízik abban, hogy a pozitív kimenet következtében többtétjövédelme keletkezhet (12. ábra).



12. ábra: A vállalkozói döntés és a kockázat viszonya
Forrás: Balogh *et al.* (2013)

A kockázatokat csoportosíthatjuk aszerint, hogy melyek azok, amelyek egy általános vállalkozás esetében is felmerülnek, illetve a mezőgazdasági termelés specialitásaihoz kötődnek.

Az általános vállalkozás esetében jelentkező kockázatokat hat csoportra oszthatjuk:

1. Az árkockázat az általános vállalkozás esetében, de a mezőgazdaságban is alapvető kockázatot jelent, azaz nem mindegy, hogy mennyiért adják el a terményt vagy hogy mennyibe kerülnek azok az (input)anyagok, amelyek szükségesek az adott termény előállításához. A mezőgazdaság sajátossága, hogy a termelési folyamat eléggé elnyújtott, így a termelési döntés (pl. búza-termelés) meghozatala után akár 7-8 hónapot is kell várni a termény betakarításáig és értékesítéséig. Ebből következik, hogy nagyon nehéz megbecsülni, milyen minőségű lesz az adott termény, milyen áron lehet majd azt eladni.
2. Az üzleti és partnerkockázat miatt fontos, hogy az egyes ágazati szereplők között szoros legyen az együttműködés. Annak ellenére, hogy ezen ágazati partnerek (műtrágya-, növényvédőszer-, állatgyógyszer- és gépgyártók, növény-, állatorvosok, gépszerelők, nagy- és kiskereskedők

stb.) nélkül a modern mezőgazdasági termelés nem képzelhető el, mégis néha komoly kétségek merülnek fel a partnerek megbízhatóságát illetően. Sajnos könnyen előfordulhat, hogy bár papíron minden jól működik, de nem fizet a vevő vagy hamis a vetőmag, így kifagy a repce egy enyhe téli fagytól is.

3. Vagyoni kockázaton minden olyan eseményt értünk, amely a termelési eszközök károsodását eredményezi (pl.: betörés, lopás, elemi károk).
4. Az emberi és személyi kockázatra viszonylag ritkán gondolnak a mezőgazdaság kapcsán, pedig egy egyszemélyes vállalkozás esetében ez jelenti az egyik legnagyobb kockázatot. Erre jó példa, ha a termelőnek vetésidőben törik el a lába, vagy komolyabb, akár évekig tartó betegségben szenved. Halála esetén eltűnik örökre az a kapcsolati tőke, amely által a gazdasági egység egykor sikeres volt. Előfordulhat az is, hogy a termelő saját maga okoz olyan nem szándékolt károkat, amit neki kell kifizetnie (pl. felborul a targonca egy alkalmazottal).
5. Az intézményi kockázatnál a szabályozási környezet változik (adó jogszabályok, agrárpolitikai változások). Ilyen például a tojóketrecek méretének új paraméterezése, ami miatt a tojóistállók teljes berendezése cserére szorult. Intézményi kockázatnak minősülnek az EU által a terület alapján adott jövedelempótló támogatások, illetve a területalapú támogatások környezetvédelmi kritériumokhoz kötése is.
6. A pénzügyi/finanszírozási kockázat a mai globalizált gazdaságban (globalizált pénzrendszer) mindazok számára hordoz kockázatokat, akik e pénzrendszert használják, illetve részesei a rendszernek (kamatok, árfolyam változása, a mezőgazdasági termelés folyamatosságát biztosító hitelforrásokhoz való hozzáférés). Fontos megjegyezni, hogy ez a kör is folyamatosan változik, mert bármikor előfordulhat, hogy egy vevő nem az ígért 30, hanem 90 vagy 180 napra fizet.

A mezőgazdasági tevékenység során specifikus³ és topografikus⁴ kockázatokkal találkozhatunk elsősorban, ami akkor jelent különös veszélyt, ha egyéb más tényezők (a tőke, az eszköz vagy szaktudás hiánya, illetve az ember által nem befolyásolható klimatikus kockázatok) is társulnak hozzá. Másképpen fogalmazva a mezőgazdasági tevékenység esetében termelési kockázatról akkor beszélhetünk, amikor az a növénytermesztési, kertészeti és állattenyésztési ágazatok növekedési, fejlődési folyamatainak kockázataira és bizonytalanságaira vonatkozik. A mezőgazdasági tevékenység végzése közben a termelő az élő anyaggal dolgozik, amelyet nem laboratóriumi körülmények között, hanem a természettel – az időjárással, a talajjal, a növényeket és az állatokat körülvevő mikrobák milliósával – együtt vagy azok ellenére kell növelnie, nevelnie, hogy végül előállítsa a termelés produktumát (Balogh *et al.*, 2013).

A fentebb említetteket figyelembe véve a mezőgazdasági termelőnél jelentkező kockázatokat időjárási anomáliákra, növény- és állatbetegségekre, kártevőkre, gyomokra, valamint technológiai-tudásbeli kockázatokra bonthatjuk.

1. Az időjárási anomáliákon a mezőgazdasági termelő számára kedvezőtlen időjárási eseményeket (a belvíz, árvíz, vihar, jég és aszály a növénytermesztésben, hóhullám miatti alacsonyabb tejhozam, alacsony malacfiálás vagy nagyarányú elhullás az állattenyésztésben) értjük.

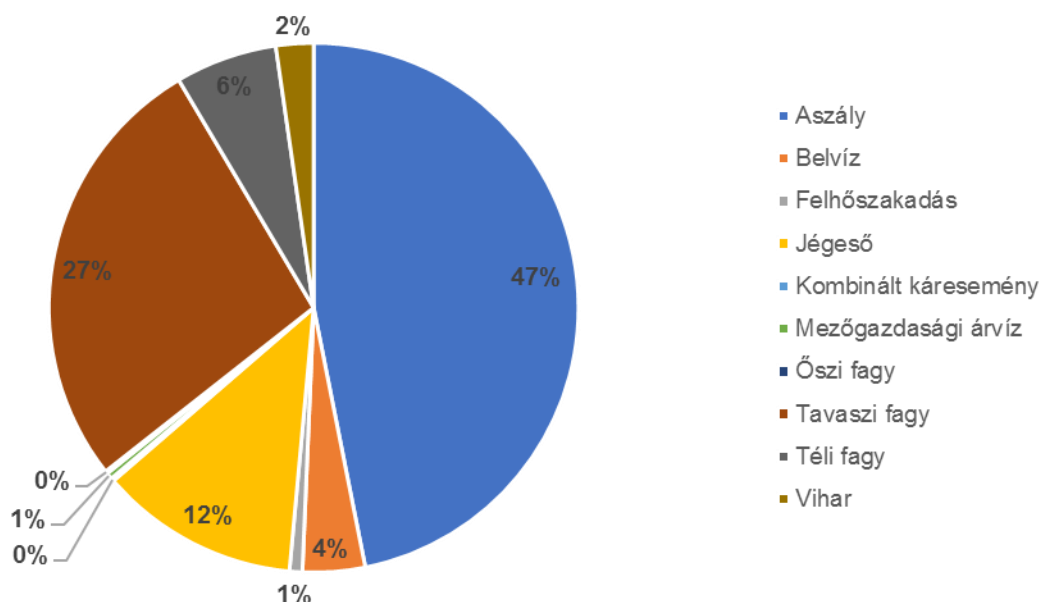
Az időjárási kockázatokon belül az alapján, hogy az ágazat összes vagy csak egy szereplőjét érinti a kockázat, további két csoportot különíthetünk el. Az egyik a szisztematikus kockázat, ahol is egy ágazat összes szereplőjét egyszerre és ugyanolyan mértékben érinti az adott kockázat. Alaptípusa az árckockázat, amikor az egyes termelők árckockázatai szorosan függenek egymástól, vagyis ha az egyik termelő

³ A növények biológiai tulajdonságaitól és az ebből adódó kár iránti érzékenységtől függő kockázati fok.

⁴ A kockázatba vont elemi károk megvalósulásának a helyi adottságoktól függő feltételezhető foka.

csak alacsony áron tud értékesíteni, akkor igen nagy a valószínűsége, hogy a másik, ugyanazt a terméket előállító termelő is csak alacsony áron tudja eladni az áruját (pl. aszálykár). Egyedi kockázatról akkor beszélhetünk, amikor egy ágazatnak csupán egy-egy szereplőjét vagy azok kisebb csoportjait érintik egyszerre a kockázatokból eredő károk, és az egyes termelők károsodása között nincs összefüggés, vagyis a kockázatok függetlenek egymástól (jégkár bárkit érhet, de az nem fordul elő, hogy az egész termelői kör termését egyszerre veri el a jég).

Magyarország a mérsékelt éghajlati öv kontinentális éghajlati övébe sorolható, amit az ország medence jellege felerősít, aminek következtében rendkívül szélsőséges időjárási viszonyok is kialakulhatnak. A klímaváltozás felerősödése előtt Magyarországon regionálisan lehatárolható volt, hogy hol vannak azok a területek, ahol az elemi károk előfordulásának nagyobb volt a valószínűsége az országos átlagnál, vagyis viszonylag jól előre lehetett jelezni, hogy az ország mely régióiban milyen elemi kárra (aszály, jég, fagykár, belvíz, homokverés, vihar és vízkár) lehet számítani az év adott időszakában. Magyarországon a legnagyobb arányban az aszálykár fordul elő, ezt követi a tavaszi fagy-, a jégeső-, majd a téli fagy- és a viharkár (13. ábra).



13. ábra: Az elemi károk kárnemenkénti megoszlása az I. pillér kifizetései alapján a 2012–2016 közötti időszakban

Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A szisztematikus és egyedi kockázatoknál jelentkező elemi károkat a mezőgazdasági termelést érintő időjárási és más természeti kockázatok kezeléséről szóló 2011. évi CLXVIII. törvény definiálja, illetve az egyes biztosítók is meghatározzák azokat.⁵

- Aszálykár⁶ alatt a kockázatviselés helyén termesztett növényekben az aszály miatt bekövetkezett olyan káreseményt értjük, amely a növénykultúrában hozamcsökkenést okoz. Az

⁵ Az alábbi felsorolásban mindkét értelmezést megjelenítettük.

⁶ 2017. június 15-től megváltozott az aszálykár definíciója, mely szerint a korábban érvényes meghatározás szerint aszályról akkor beszélhetünk, ha a kockázatviselés helyén a vegetációs időszakban harminc egymást követő napon az összes lehullott csapadék mennyisége nem éri el a tíz millimétert. Ugyanis a korábbi aszályfogalom kizárólag a csapadékatokat vette figyelembe és figyelmen kívül hagyta a hőségnapokat, a légköri aszályt, mely a magas hőmérséklet miatt kialakuló alacsony relatív légnedvesség következtében megnövekedett magas párolgás miatt is a növények károsodását okozza. A módosítás után a

aszály alapvetően minden olyan szántóföldi növénykultúrát és a takarmánytermő területeket, illetve gyepeket érintő kockázati tényező, amelyeket nem öntöznek. A szántóföldi növények közül leginkább a kukorica érintett nagy vízigénye és nagy zöldtömeg-fejlődéshez kötött terméshozama miatt. A kalászosok és a repce kevésbé érzékenyek, mert a korai betakarítás miatt csak a tavaszi-kora nyári aszály érinti őket, míg a kukoricát a klasszikus nyári aszály is károsíthatja.

- Belvízkárnál a kockázatviselés helyén termesztett növényekben a belvíz miatt bekövetkezett hozamcsökkenést definiáljuk. A belvíz bármelyik növény esetén okozhat jelentős károsodást, különösen ha hosszan tartó vízborításról vagy súlyos átnedvesedésről van szó (a gyökerek nem jutnak levegőhöz, egyszerűen befullad a növény). A belvizet legjobban a gyepek, kaszálók bírják, viszont az állattenyésztés visszaszorulásával ezek jelentősége csökkent.
- A törvény általi definíció szerint felhőszakadaskáron a kockázatviselés helyén termesztett növényekben a felhőszakadás miatt bekövetkezett hozamcsökkenését értjük. Biztosítási szempontból ez csak a mechanikai és erózió okozta károsodást jelenti. Jellemzően dombvidékeken fordul elő, például amikor a zivatar lesodorja a dombtetőről a talajt és a növényt, és ezzel betemeti a domb alján lévő növénykultúrát.
- A jégesőkár a kockázatviselés helyén termesztett növényekben a jégeső miatt elszenvedett hozam csökkenését jelenti. Magyarországon a jégkár előfordulásának valószínűsége az ország egész területén magas. Bekövetkezésének valószínűsége éppen a termesztett növények tenyészidőszakában csúcsosodik. A legalacsonyabb kockázati besorolás alá a kalászosok (búza, árpa, zab stb.), valamint a zöld-, szálas- és keveréktakarmányok esnek. Ezt követi a kukorica, a napraforgó és a repce. Fokozott veszélynek jégkár tekintetében főként a szántóföldi zöldségtermesztés (paprika, paradicsom stb.) és az ültetvényes gyümölcsstermesztés kitett.
- Mezőgazdasági árvízkáron⁷ a kockázatviselés helyén termesztett növényben a mezőgazdasági árvíz miatt bekövetkezett olyan káreseményt értjük, amely a növénykultúrában hozamcsökkenést okoz. Biztosítási szempontból mechanikai károsodást értünk rajta, egyéb károsító tényezői és jellegzetességei megegyeznek a belvízzel, azzal az eltéréssel, hogy itt nem csak a gyökér, hanem az egész növény fullad be.
- Őszi fagykárként az őszi fagy miatt bekövetkezett olyan káreseményt definiáljuk, amely a növénykultúrában csökkenti a hozamokat.
- A tavaszi fagykár⁸ esetében a téli nyugalmi periódus végét követően jelentkező tavaszi fagy okán visszaesnek a hozamok. A gyümölcsösök és kisebb mértékben a szőlő „réme” ez a

törvény szerint (2011. évi CLXVIII. törvény) a gazdálkodók aszály esetén akkor részesülnek kárenyhítési juttatásban, ha a kockázatviselés helyén az adott növény vegetációs időszakában harminc egymást követő napon belül a lehullott csapadék összes mennyisége a tíz millimétert nem éri el, vagy a lehullott csapadék összes mennyisége a huszonöt millimétert nem éri el. A napi maximumhőmérséklet legalább tizenöt napon keresztül meghaladja a 31 °C-ot, és a bekövetkezett káresemény a növénykultúrában hozamcsökkenést okoz. A változtatással a termelők nagyobb eséllyel lesznek jogosultak kárenyhítő juttatásra.

⁷ A 2017. áprilisi törvény módosítás (2011. évi CLXVIII. törvény) következtében aszálykár és mezőgazdasági árvíz kár után abban az esetben fizethető ki kárenyhítő juttatás, ha legkésőbb a tárgyév október 31-ig az aszályhelyzetről, illetve a mezőgazdasági árvíz helyzetről a miniszter közleményt ad ki.

⁸ A korábbi megfogalmazás szerint a tavaszi fagykár olyan káresemény, amely során a termőréteg, virág vagy terméskezdés elhal, és ennek következtében a növénykultúra hozamcsökkenést szenved. Ez a megfogalmazás értelmezési zavart okozott, mert egyes jogértelmezések szerint ez csak szőlő- és gyümölcskultúrák esetén értelmezhető, szántóföldi és zöldségkultúrák esetében nem. Az új definíció szerint tavaszi fagykár a téli nyugalmi periódus végét követően jelentkező tavaszi fagy miatt, a kockázatviselés helyén termesztett növényben bekövetkezett olyan káresemény, amely a növénykultúrában hozamcsökkenést okoz. Ez a megfogalmazás egyértelművé tette, hogy a káresemény minden kultúrára vonatkozik.

károsító tényező. Ha a fagyosszenteket megelőzően enyhe idő volt, akkor a $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -foknál nagyobb hideg gyakorlatilag 100%-os károsodást és termés kiesést okozhat a gyümölcsösökben.

- Téli fagykár a kockázatviselés helyén, nyugalmi periódusban, az őszi kalászos gabonák, a repce és az őszi takarmánykeverékek kultúráinak a téli fagy miatt bekövetkezett kipusztulásából, valamint az ültetvényben a termőrész vagy növényegyed téli fagy miatt bekövetkezett elhalásából adódó hozamcsökkenést eredményező káresemény.
 - Viharkáron a kockázatviselés helyén termesztett növényekben a vihar miatt bekövetkezett olyan káreseményt értjük, amely a növénykultúrában hozamcsökkenést okoz.
2. Növény- és állatbetegségek, kártevők, gyomok esetében a termelés tárgyát a mezőgazdaságban a növények, illetve állatok jelentik. Ezen élőlényeket óvni kell a betegségektől, kártevőktől, biztosítani kell a tápanyagokhoz való hozzájutásukat, ha a termelő megfelelő hozamokat akar elérni.
 3. Technológiai-tudásbeli kockázatok is kulcsszerepet játszanak, mivel a mezőgazdasági termelést csak idővel, gyakorlattal lehet elsajátítani más gazdálkodó mellett vagy saját káron tanulva. Ez utóbbi pénzben könnyedén kifejezhető értéket jelent: a késői permetezésből fakadó hozamvesztést, a rossz takarmánykeverési arányokból fakadó súlygyarapodás-elmaradást, a rosszabb értékesítési árat.

Kockázatmenedzsment

A fejezet első részében bemutatott kockázat fogalmának definiálása és az ismertetett kockázati csoportok alapján megállapítható, hogy ha egy vállalkozó növelni akarja annak esélyét, hogy nyereséges legyen, érdemben kell foglalkoznia a kockázat csökkentésével. Ezt a folyamatot hívjuk kockázatmenedzsmentnek (Baloghet *al.*, 2013).

A kockázatmenedzsment lépései:

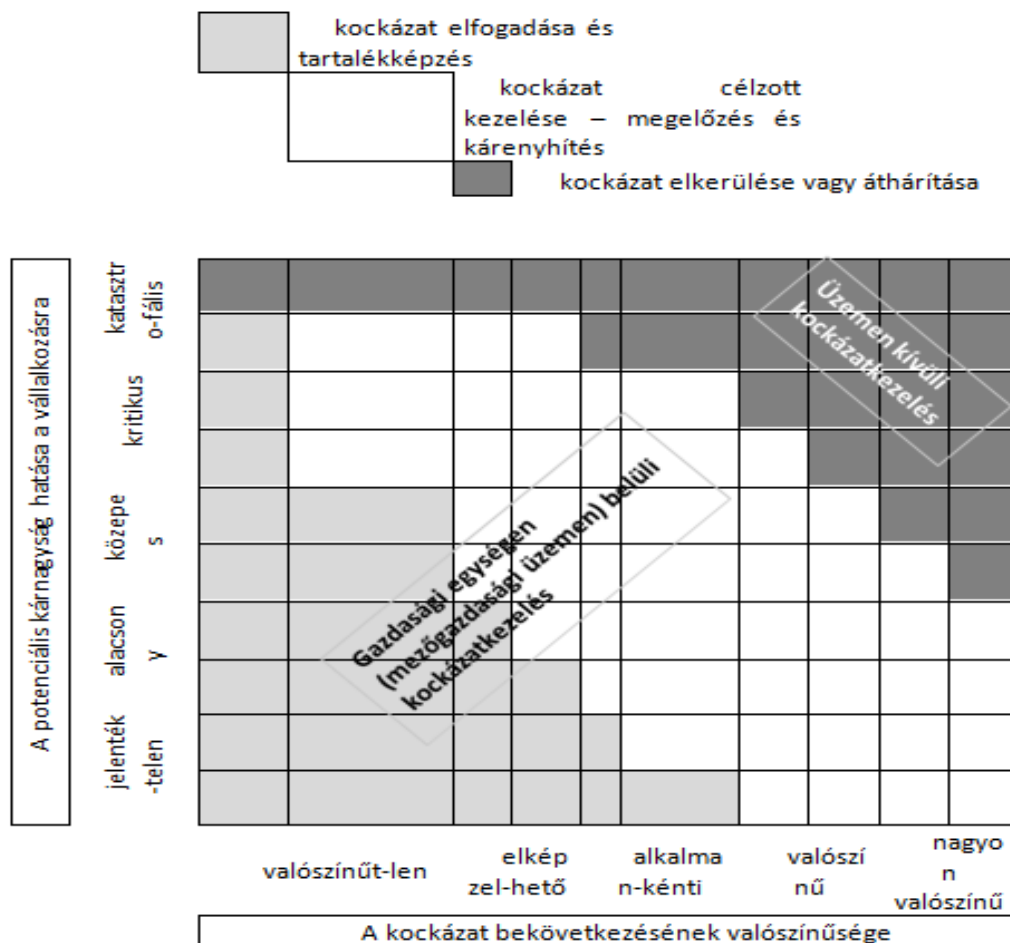
1. a kockázatok feltárása, megnevezése;
2. a megnevezett kockázatok értékelése, valószínűségének becslése;
3. a megnevezett kockázatok valamilyen módon történő kezelése;
4. a kockázatokkal kapcsolatos kontroll fenntartása, tehát annak ellenőrzése, hogy az egyes kockázatok esetén alkalmazott kezelési módok megfelelőek-e.

Az első két lépést együtt kockázatelemzésnek is nevezzük, amelynek fő célja a kockázatok beazonosítása mellett az általuk okozható kárnagyságok és bekövetkezési valószínűségek feltárása. A kettő kombinációja nagyjából behatárolja a kockázatkezelés mikéntjét is (Wolke, 2007).

Egy mezőgazdasági termelőnek legalább ideje felét a kockázatok kezelése teszi ki, mivel az agrokultúra egyik fő célja a terméshozamot, az állati szaporulatot és a súlynövekedést csökkentő tényezők kizárása a hozamok növelése érdekében. A kockázatkezelési eszközök közötti választásban tehát figyelembe kell venni, hogy a kockázat milyen valószínűséggel következik be, milyen kárnagyságot okoz, mekkora a cég tartaléka, milyen kockázatkezelési eszközök állnak rendelkezésre, velük milyen hatás érhető el, mennyibe kerülnek, valamint azt is, hogy a termelőnek milyen a kockázatvállaláshoz való hozzáállása.

Ha egy kockázat jelentéktelen károkat okoz, ráadásul igen ritkán fordul elő, akkor nem érdemes kezelni, egyszerűen el kell fogadni. A kár kiegyenlítése ugyanis kevesebbe kerül, mint az adott probléma kezelésére alkalmazott bármiféle kockázatkezelési eszköz költsége. Minél gyakrabban fordul elő az

adott káresemény, és minél nagyobb a kár mértéke, annál inkább rákényszerül a gazdálkodó, hogy valamilyen módon kezelje az adott kockázatot. A kockázatkezelésnek kétféle módja ismert. Az egyik esetben a gazdaságon belül, másik esetben a gazdaságon kívül kezelik a kockázatot. A gazdaságon belüli kockázathoz a termelő saját vagyoni helyzetéből adódóan képes a kockázatot kezelni (14.).



14. ábra: A kockázati valószínűség, a kárnagyság és a kockázatkezelés összefüggései

Forrás: Mann (2010) alapján saját AKI Horizontális Elemzési Osztály

A gazdaságon belüli kockázatkezelésnek két fő típusa ismert, amelyek az alábbiak (14.):

1. A kockázat elfogadása és tartalék képzése az egyik legrégebbi kockázatkezelési mód, a termelők közötti mondás szerint egy jó gazdának mindig három termése van (egy a földeken, egy a magtárban, egy pedig a bankban). Ebben az esetben a termelő a kockázatok ellen nem tesz semmit, csak az adott kockázat által nem érintett évek pluszjövedelmét tartalékként teszi félre a kockázat felmerülésekor csökkenő jövedelmek pótlására. Azonban ennek a kockázatkezelési módnak is megvan a maga költsége, hiszen egy ilyen tartalékot nem lehet felhasználni a gazdálkodásban, így elmarad az a haszon, amit a termelésbe való befektetések kaptunk volna.
2. A kockázat célzott kezelése történhet megelőzéssel és kárenyhítéssel. Ebben az esetben a termelő különböző módszerek alkalmazásával próbálja minimalizálni a kockázat valószínűségét vagy a kár nagyságát. A megelőzésnél a kár bekövetkezése előtt kerül elvégzésre, a kárenyhítésnél pedig a kár felmerülésekor. Mindkét esetre jellemző azonban, hogy még a kár bekövetkezése előtt megtörténik a felkészülés a kockázat okozta esetleges károsodás csökkentésére.

Az általános és a termelési kockázatokkal szembeni védekezés a fentebb említett csoportok alapján többféle módon lehetséges:

- Az általános kockázatoknál az árkockázat csökkentésére egyik példa lehet a szakaszos eladás, így elkerülhető a nagyon alacsony áron történő értékesítés, az összértékesítés pedig a piaci átlagárhoz kerül közelebb.
- Az üzleti és partnerkockázat minimalizálása úgy lehetséges, ha ellenőrizzük a partnert, továbbá a termény zömét a szokásos, jól kipróbált partnerek felé értékesítjük.
- A biztonsági záruk, kamerák használatával, valamint tűzvédelmi rendszabályok betartatásával mérsékelhetjük a vagyoni kockázatot.
- Az emberi és személyi kockázatoknál az óvatosság, szolid életvitel, gondosság által elkerülhető a veszély.
- A több lábon állással (pl.: turizmus, vendéglátás, élelmiszer-feldolgozás, mellékállás vállalása) az intézményi kockázat csökkenthető.
- A pénzügyi/finanszírozási kockázatokat redukálhatja, ha több bankkal állunk kapcsolatban.

A termelési kockázatok esetében az időjárási anomáliák ellen az alábbi védekezési módok lehetségesek:

- a termelés diverzifikálása öntözéssel technológia alkalmazásával;
- gyümölcsösöknél jéghele alkalmazásával, fagy- és aszályálló növényfajták választásával lehet védekezni;
- a növény- és állatbetegségek, kártevők, gyomok ellen a növényvédelem, az állatgyógyszerek pontos használata jelenthet segítséget;
- végül a technológiai-tudásbeli kockázatokat az ismeretek folyamatos bővítésével minimalizálhatjuk.

A gazdaságon kívüli kockázatkezelésnél a termelő a saját vagyoni helyzeténél fogva nem képes a kockázatot kezelni.

A gazdaságon kívüli kockázatkezelésnek két fő típusa van, amelyek az alábbiak **(14.)** :

1. Az egyik esetben a kockázat elkerülésénél a vállalkozó inkább nem vállal kockázatot, azaz szerepe járadékossá válik, vagyis a mások (bankok, állam) által kockáztatott tőkéje jövedelméből él. Minimális kockázat ebben az esetben is van, hiszen a visszafizetés soha nem biztos. Ha azonban a termelés mellett dönt, kizárhat bizonyos kockázatokat, így:
 - Lehetősége van, hogy csak saját tőkéből finanszírozza a termelést és fejlesztést, így a hitel- és kamatkockázatot kerüli el.
 - Más esetben csak forintban értékesít, így nincs árfolyamkockázat.
 - Hosszú évek óta ismert, megbízható üzleti partnernek ad el és vásárol tőle, kizárva a partnerkockázatot.
 - Az árkockázatot hosszú távú szerződéssel küszöböli ki, de itt is felmerülnek költségek, mert előfordulhat, hogy más partner több pénzt adna az áruért az azonnali piacon, illetve a külföldi partner is jobban fizetne.
2. A másik esetben a kockázatok áthárításánál vagy megosztásánál egy külső, jellemzően a kockázatvállalást főállásban végző partner vállalja át részben vagy egészben a termelő kockázatait,

általában díj ellenében. A kockázatvállaló a saját működési körében úgy képes kezelni a kockázatot okozta esetleges veszteségeket, hogy azokat a kockázatátvállalásért szedett díjból vagy az ügyletből fakadó esetleges nyereségből fedezni tudja.

Az alábbiakban néhány példán keresztül mutatjuk be általános és termelési kockázatra bontva a gazdaságon kívüli kockázatkezelés lehetséges módjait, valamint az azokhoz kapcsolódó kockázatvállaló szerepét. A kockázatvállalót zárójelben jelöltük.

- Árkockázat – határidős vagy opciós ügyletek kötése (tőzsdei befektető), fix árú előszerződés kötése (integrátor, kereskedő, malom).
- Vagyoni kockázat – vagyonbiztosítás (biztosító).
- Emberi és személyi kockázat – életbiztosítás, felelősségbiztosítás (biztosító).
- Pénzügyi/finanszírozási kockázat – határidős devizaügylet kötése (tőzsdei befektető), fix kamatú, illetve árfolyamvédett (garantált árfolyam mellett nyújtott) hitelek (bank).

A termelési kockázatokkal szembeni védekezés elemei:

- Időjárási anomáliák – jég, tűz, vihar, fagy, aszály, felhőszakadás elleni biztosítások (biztosító).
- Növény- és állatbetegségek, kártevők, gyomok – hozambiztosítás, állat- baleset-betegség-biztosítás (biztosító).
- Technológiai-tudásbeli kockázatok – szakértő, szaktanácsadó igénybevétele (szakemberek).

A meghozott kockázatkezelési döntések folyamatos kontrollt igényelnek. Mindez több szempontból is fontos, hiszen a bizonytalan esemény az évek múlásával, a tapasztalatok gyűlésével válik kockázattá, vagyis több évnek kell eltelnie ahhoz, hogy a termelő meg tudja becsülni, milyen valószínűséggel következik be az adott kár.

A körülmények, a technológia, a gazdasági háttér is folyamatosan változik, fejlődik, ezáltal módosulhat az egyes kockázatkezelési eszközök ára. Megjelenhetnek és megszűnhetnek állami támogatások, amelyek jelentősen eltérítik a kockázatkezelési eszközök árát a korábbiától. Egyes technológiák (precíziós gazdálkodás, öntözés) alkalmazásával is csökkenthető a kockázat.

Jelentősen változhat a termelőnek a kockázattal kapcsolatos hozzáállása is annak függvényében, hogy időközben családfenntartó lett vagy megöregedett. Előfordulhat az is, hogy több kockázatot is képes vállalni, mert például komoly tartaléka gyűlt össze.

A tanulmány szempontjából nagyon fontos, hogy a klímaváltozás ténye is további és egyre nagyobb kihívást jelent, amely fokozza a szélsőséges időjárási jelenségek gyakoriságát, ezáltal növelve a kárválószerűséget és a -nagyságot a termelésben.

A mezőgazdasági időjárási kockázatok kezelése

Fentebb bemutattuk, hogy milyen problémákkal kell szembenéznie egy mezőgazdasági termelőnek, ha kezelni akarja a vállalkozásában felmerülő kockázatokat. Jelen fejezetben az általános biztosítás elvi lehetőségeit mutatjuk be, majd a továbbiakban a magyarországi gyakorlatra fókuszálunk.

Az alapján, hogy milyen szinten nyújt fedezetet a biztosítás a mezőgazdasági termelő számára, a következő biztosítási típusok különíthetők el (Bielza *et al.*, 2007):

- Az egyszerű biztosítás a modern biztosítások történetének első, egyben legegyszerűbb és legolcsóbb formája. Csak egyetlen kockázati tényező ellen nyújt védelmet, klasszikus példája a jégbiztosítás.
- A csomagbiztosítás több egyszerű biztosítás összeolvasztásával jön létre, egyszerre több kockázati tényezőt tartalmaz (például jég, tűz, vihar, téli fagy). Drágább, mint az egyetlen kockázat elleni biztosítás, de mivel a csomagon belüli károk között nincs szoros korreláció, a csomag ára kisebb, mintha az egyes egyedi biztosításokat egyenként kötné meg a biztosított. Ebben az esetben nagyon fontos a hatékony kárfelmérés, az egyes kockázatokhoz tartozó károk pontos elkülönítése, ami komoly kihívást jelent, hiszen nem mindegy, hogy azért nincs kukoricatermés, mert elverte a jég (fizet a biztosító), vagy azért, mert aszály volt (nem fizet a biztosító) – amennyiben mindkét kárnem megjelent az adott táblán.

E két biztosítástípusnál jellemző a mennyiségi és a minőségi kár elleni fedezet megkülönböztetése. A mennyiségi kár jellemzően a károsító tényező, a veszélynem miatt fellépő hozamvesztést jelent. Minőségi káron a termény minőségében bekövetkező káros változást értjük. A minőségi kár klasszikus példája a jég által megütött alma, amely kis (esztétikai) sérülés esetén is már csak léalmának adható el, nem tárolható, és közvetlen fogyasztásra sem kerülhet.

- A hozambiztosítás (*all risk* biztosítás) egy adott növény összes kockázata elleni biztosítást jelent. Itt a biztosító a kárfelmérés során már nem foglalkozik a kár utaló jelek vizsgálatával, csak a végső hozamértékkel. Mindez csak abszolút megbízható termelői körben, kiforrott termelésteknológia mellett alkalmazható, hiszen benne vannak a technológiai károk is. Viszont nincs szükség bonyolult kárfelmérésre, a kockázatok okozta károk elkülönítésére, így ennyivel olcsóbb lehet, mint az előző biztosítás.
- Az üzemi (teljes körű) hozambiztosítás esetén nem csupán egy növény, hanem az üzem összes ágazatának kibocsátása kerül biztosításra. Szintén csak megbízható ügyfélnél kerülhet rá sor, ahol pontosak az ágazati nyilvántartások. Ennél a biztosításnál csak az összkibocsátás bizonyos küszöbérték alá történő csökkenése esetén fizet a biztosító, az egyes ágazatokban külön-külön megvalósuló hozamcsökkenésért nem. E biztosítás díja azért lehet megfizethető, mert üzemszintű, az ágazatok közötti kockázatporlasztás történik.
- A bevételbiztosítás lényege, hogy nemcsak az üzemi hozam, hanem az árkockázat ellen is védelmet nyújt. Előnye, hogy mivel a biztosítási küszöbérték a gazdaság árbevételére vonatkozik, így akár a hozam, akár az árak kedvezőtlen alakulása miatt sor kerülhet kifizetésre. E biztosítás díját a természeti hedge tartja kordában – ha a hozamkiesést magas árak kompenzálják, nem történik kifizetés. Csak megfelelő nyilvántartási-könyvelési rendszer mellett működhet jól.
- A jövedelembiztosítás a biztosítási konstrukciók fejlődési állomásainak következő lépése. Itt már nem csak a kibocsátáshoz kapcsolódó (a hozamok, az árak, így az árbevétel), hanem a beszerzéshez kapcsolódó kockázatok (költségkockázatok) is figyelembevételre kerülnek, így a gazdaság jövedelme kerül biztosításra. Csak megbízható nyilvántartási-könyvelési rendszer mellett képes a működésre.
- Az indexbiztosításnál a biztosító egy adott területen és/vagy adott gazdaságtípusra érvényes számított mutató alapján állapítja meg a termelői káreseményt. Ilyen mutató lehet a statisztikai hivatal által megállapított régiós hozamszint vagy árbevétel, illetve egy meteorológiai vagy műholdról

távérzékelte adat (pl.: havi csapadékösszeg, talajnedvesség, vegetációs index stb.). Előnye, hogy fel sem merül az erkölcsi kockázat, nagyon olcsó, viszont nem pontos, így csak hozzávetőlegesen fedile a termelő kockázatát, alul- és túlkompensáció is történhet (Felkai és Varga, 2010).

A fentebb említettek közül jól látható, hogy csak biztosításból elég sokféle típus létezhet, egy ország biztosítási piacának fejlettségét pedig éppen az mutatja, hogy milyen sokféle terméket kínálnak az adott piacon. Ugyanakkor a biztosítók célja, hogy minél nagyobb veszélyközösséget építsenek. Sok termék sok kis veszélyközösséget hozhat létre, mivel azonban e veszélyközösségek jelentős részben hasonló kockázatok fedezésére jöttek létre, lehetőség van közöttük a kockázatporlasztásra. Ennek alapvető módja a viszontbiztosítás intézménye, a biztosító ugyanis a veszélyközösség⁹ megszervezésekor továbbadhatja az áthárított kockázat egy részét, biztosítást köthet a veszélyközösségben felmerülő károk fedezésére egy másik biztosítóval, egy úgynevezett viszontbiztosítóval. Ez a viszontbiztosító lehet egy másik biztosító, amelyik ugyanúgy közvetlenül foglalkozik például termelőkkel. A magyar biztosítók az anyavállalatokon keresztül vagy a nemzetközi viszontbiztosítási piacon, közvetítő brókercégeken keresztül szervezik meg viszontbiztosításukat.

Általánosságban elmondható a biztosításokról, hogy a magyarországi piacon az egyszerűbb biztosítások jellemzők (egyszerű és csomagbiztosítás). Ennek egyik oka a biztosítási piac rövid és a történelem által megszagott fejlődési ideje (1890-től 1945-ig mindösszesen 60 év, ami kiegészül az 1990-es rendszerváltástól számított két évtizeddel). Másrészt a folyton változó intézményi környezet nem mindig kedvez a tiszta, átlátható viszonyok kialakulásának. Magyarországon a biztosítók éppen ezért csak azokat a biztosításokat preferálják, amelyeket saját alkalmazottaikkal egzakt módon ellenőrizni tudnak (Balogh *et al.*, 2013).

A fentebb említettek okán az állam még a 2000-es évek közepén – látva a biztosítói kínálat szűköségét és érzelve a termelői kártérítési igényeket a belvíz, aszály és tavaszi fagy esetén – kialakította a növénytermesztő gazdákat célzó Nemzeti Agrárkárenyhítési Rendszert. A rendszer célja a biztosítók által akkoriban nem fedezett kockázatokhoz kapcsolódó károk utólagos csökkentése (enyhítése, és nem térítése!) volt. A rendszer önkéntes alapon működött, és a termés értékéhez viszonyítva minimális (a biztosítási díjak felét-harmadát, értékes kultúrák esetén századát, ezredét kitevő) termelői befizetési díjból képzett alapot, amelyet az állam ugyanannyi pénzzel egészített ki. A kárenyhítés leginkább egy üzemszintű hozambiztosításhoz hasonlított akkoriban.

A rendszert több kritika érte (szolid termelői érdeklődés, kárbejelentés nem megfelelő ellenőrzése, minimális hatóerő – jellemzően a bejelentett kár 10-30%-a került térítésre), így 2012-ben az állami biztosítási díjtámogatás bevezetésével ez az új kockázatkezelési rendszer részévé vált. A mezőgazdasági termelők 2012-től az időjárási kockázatokra kötött mezőgazdasági biztosítási szerződések díjához állami támogatást vehettek igénybe.

Összességében elmondható, hogy a termelők kockázatkezelési helyzete javult az elmúlt években, mivel egyre több lehetőségük van a kockázatok kezelésére. A magyar piacon alapvetően egyszerű és csomagbiztosításokat kötnek. A főbb károkat okozó veszélynek a növénytermesztésben: a jég, a tűz, a vihar, a téli és tavaszi fagy, az aszály, a belvíz, az árvíz és a felhőszakadás. Az állatbiztosítások jellemzően az elemi károk esetén, az átlagos elhullástól eltérő esetekben térítenek, illetve a járványok járólékos költségeit fedezik. A klasszikus, minden elhullást fizető baleset-betegség biztosítások az állattartási technológia fejlődésével kiszorultak a piacról. A növénybiztosítások esetén lehetőség van az állami díjtámogatott, nem díjtámogatott biztosítások és az állami kárenyhítés kombinációjára, amelyek együttesen már jelentős védelmet jelentenek az időjárási kockázatokkal szemben.

⁹ Veszélyközösségen az azonos (vagy közel azonos) egyedi kockázatnak kitett gazdasági szereplők csoportját értjük.

3.2. A hazai mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer (MKR)

Az alfejezetben a mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer működését és eredményeit mutatjuk be a 2012–2016. évek közötti időszakban. A 2012-ben bevezetett kétpilléres mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer jelentősen átalakult 2016-ra. Mind az agrárkárenyhítési rendszer, mind pedig a díjtámogatott biztosítás jogszabályi háttere megváltozott a rendszer indulása óta és bevezetésre került az elektronikus komplex mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer (MKR), amely a termelők számára kedvezőbb feltételeket biztosított.

A tanulmányban a 2012–2016. évekre jellemző időjárás, valamint a vonatkozó jogszabályi háttér bemutatása után részletesen ismertetjük a termelők részvételének jellemzőit az I. és II. pillérben, illetve értékeljük a rendszer eredményeit. A díjtámogatott biztosításoknál biztosítási típusonként vizsgáljuk a biztosítási díjak változását.

Jogszabályi háttér és a Mezőgazdasági Kockázatkezelési Rendszer jellemzői

Magyarországon a mezőgazdasági termelést érintő időjárási és más természeti kockázatok kezeléséről szóló 2011. évi CLXVIII. törvény (a továbbiakban: MKK. törvény) foglalkozik a káresemények enyhítésének szabályozásával. A törvény főbb céljai az alábbiak:

- a mezőgazdasági termelők öngondoskodáson alapuló felelősségének megerősítése;
- a mezőgazdaságot sújtó időjárási és más természeti eredetű elháríthatatlan külső ok (*vis maior*) miatti káresemények egységes kezelése;
- az állami segítség hatékonyabbá tétele;
- a mezőgazdasági időjárási kockázatokat kezelő rendszer működése;
- az érintettek arányos felelősségvállalásának kialakítása és biztosítása;
- új kockázatközösségi rend kialakítása.

A kockázatok kezelésére az MKK. törvény egységes kárfelelősségi rendszert alakít ki, amelynek alapja a termelői kockázatközösség megteremtése. A témához kapcsolódó további jogszabály a 27/2014. (XI. 25.) FM rendelet, amely a kárenyhítési hozzájárulás megfizetésével, valamint a kárenyhítő juttatás igénybevételevel kapcsolatos egyes kérdéseket tárgyalja. A mezőgazdasági biztosítási díjtámogatás a Vidékfejlesztési Program (VP)¹⁰ keretében került meghirdetésre, melynek következtében kismértékben módosultak a támogatási feltételek, melyeket a korábbi jogszabály (19/2014. FM rendelet) helyett a Pályázati Felhívás, illetve a VP Irányító Hatóságának közleményei szabályoznak 2016-tól.

A 2012. január 1-jétől működő kockázatkezelési rendszer két pillérből áll, ahol az I. pillért a költségvetésből finanszírozott nemzeti agrárkárenyhítési rendszer, a II. pillért az ezzel összhangban működő biztosítási díjtámogatás adta.

Az Elektronikus Közigazgatási Operatív Program (EKOP) keretében került sor a kockázatkezelési rendszer elektronizálására. Ennek hatására a Komplex Mezőgazdasági Kockázatkezelési Rendszer (MKR) 2014. november 1-jétől kezdte meg működését.

¹⁰VP3-17.1.1-16 – Mezőgazdasági biztosítás díjához nyújtott támogatás.

Az MKR egy elektronikus rendszer, melynek keretében a kockázatközösség tagjai online elérhető elektronikus bizonylatok alkalmazásával nyújthatják be kárbejelentéseiket, kárenyhítő juttatás iránti kérelmeket, illetve elektronikus felületet használhatnak a biztosítások megkötéséhez szükséges területadatok összeállításához. Az MKR része az úgynevezett kármegállapítást támogató szervekkel kialakított adatszolgáltatási rendszer, amelynek keretében egy központi rendszerbe adatok érkeznek az Országos Meteorológiai Szolgálattól, az Országos Vízügyi Igazgatóságtól, a Földmérési és Távérzékelési Intézet-től, továbbá az Agrárgazdasági Kutató Intézettől. A rendszerhez kapcsolódik a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal által működtetett, az agrárkár-megállapító szervek eljárását támogató szakrendszer, amelyben lehetőség van mind a helyszíni szemlét támogató adatok figyelembevételére, mind arra, hogy egyértelmű adatok alapján a kárbejelentésről adminisztratív úton dönthessenek.

Az agrárkárenyhítési rendszer (I. pillér) jellemzői

- A kárenyhítési alap a termelők befizetéséből a tárgyévben összegyűlt és az államnak a központi költségvetésből megállapított befizetési kötelezettségeivel megegyező összeg, amely a kárenyhítések fedezetéül szolgál. A kárenyhítési alap megmaradt összege a következő év kárenyhítési forrását növeli, elvonása vagy más célra történő felhasználása nem lehetséges.
- A kárenyhítési rendszerben való részvétel mindazon KKV-szektorhoz¹¹ tartozó termelők számára kötelező, ahol az igényelt támogatás alapjául szolgáló termőföld nagysága meghaladja az ún. kötelező mérethatárt. A szántóföldi művelési ágban tíz hektár, a szántóföldi zöldségfélék termesztőire öt hektár, az ültetvények művelőire egy hektár felett érvényes a kárenyhítési alaphoz való kötelező részvétel. A rét, legelő, gyepterületek, valamint a termőre még nem fordult ültetvények nem tartoznak a kárenyhítési intézkedés hatálya alá. A jogszabály által rögzített mérethatárokat el nem érő termőterületen gazdálkodók számára az önkéntes csatlakozás lehetősége biztosított, ahol is a kérelmet benyújtó termelő vállalja, hogy legalább három évre csatlakozik a kárenyhítési rendszerhez.
- A kárenyhítési hozzájárulás fizetési kötelezettségének összegét a Magyar Államkincstár állapítja meg, és arról értesíti a termelőt.
- A kárenyhítési alaphoz történő befizetések összege jogszabályi előírás szerint szántóföldi növénytermesztés esetén 1000 Ft/ha, szántóföldi zöldségek, valamint szőlő- és gyümölcsös ültetvényeknél 3000 Ft/ha. Ha a kötelező hozzájárulást a termelő nem fizeti be a jogszabályban feltüntetett határidőre, akkor a be nem fizetett összeg adók formájában behajtandó köztartozásnak minősül, amely összeg bármilyen támogatási összegből visszatartható, vagy követelésbehajtásra átadható a Nemzeti Adó- és Vámhivatalnak (NAV).
- A kárenyhítési rendszerben részt vevő termelők kárenyhítő juttatásban részesülhetnek, ha az adott növénykultúrában elszenvedett mezőgazdasági kár következtében a hozamcsökkenés meghaladta a 30 százalékot, míg az üzemi szintű hozamérték-csökkenés felülmúlta a 15 százalékot az elmúlt

¹¹ Magyarországon a kis- és középvállalkozások (kkv-k) fogalmának meghatározását, fejlődésük támogatását a 2004. évi XXXIV. törvény szabályozza. A jogszabály szerint azon szervezet sorolható e kategóriába, amelynek létszáma legfeljebb 249 fő, éves nettó árbevétele nem éri el az 50 millió eurót, vagy mérlegfőösszege nem haladja meg a 43 millió eurót, és az állam vagy az önkormányzat közvetlen vagy közvetett tulajdoni részesedése külön-külön vagy együttesen nem haladja meg a 25 százalékot. A statisztikai lehatárolás a létszám-kategória szerint történik. Ez alapján a legfeljebb 49 főt foglalkoztató szervezetek kisvállalkozásnak – ezen belül a 10 fő alattiak mikrovállalkozásnak –, az 50–249 fővel működők középvállalkozásnak minősülnek.

három év átlagához¹² képest. A 2015-öt megelőző években ez utóbbi limit még 30 százalékos volt. A módosítás azt a célt szolgálta, hogy a kárenyhítő juttatás a termelők minél szélesebb köre számára elérhetővé váljon, illetve a kárenyhítési alap forrásösszegének felhasználása hatékonyabb legyen. A Földművelésügyi Minisztérium 2016 szeptemberében a 65/2016. (IX. 21.) FM rendelettel további jogszabály-módosítást hajtott végre. A hozamérték-csökkenés számítási módját is korrigálta a termelők számára kedvező módon: a 15 százalékos támogatási feltétel szempontjából az egyes növénykultúrák hozamértéktöbbletét nem kell negatív előjellel beszámítani, így a károsultak könnyebben átléphetik e küszöböt.

- Ugyancsak kedvező változás, hogy a károsodott szántóföldi növények esetében – különösen a csökkenő energiaköltségek miatt – lehetőség nyílt a be nem takarítás miatti költségmegtakarítás tonnákénti összegét 1047 forinttal csökkenteni, amely közel ezen összeggel megegyező többletkifizetést tesz lehetővé.
- Az agrárkárenyhítési rendszer keretében figyelembe vehető káresemények köre: aszálykár, belvízkár, jégesőkár, tavaszi, őszi¹³ és téli fagykár, viharok, felhőszakadások, illetve mezőgazdasági árvíz. Fontos, hogy belvízkár után öt egymást követő évben legfeljebb három alkalommal vehető igénybe kárenyhítő juttatás.
- Az egyébként járó kárenyhítő juttatás teljes összegére azok a termelők jogosultak, akik az üzemi szintű referencia-hozamértéknek legalább felére és az adott növénykultúrára jellemző mezőgazdasági káreseményre kiterjedő mezőgazdasági biztosítási szerződéssel rendelkeznek. Ezt a mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer II. pillére szerinti díjtámogatott mezőgazdasági biztosítással is teljesíthetik a termelők. Ennek hiányában az uniós szabályok alapján az egyébként járó kárenyhítő juttatásnak csak a felére jogosultak a termelők.
- A 2016. kárenyhítési évtől kezdődően újabb változás történt: a termelőnek nyilatkoznia kell az ültetvények termőképességéről. A nem termőképes ültetvényeket a termő ültetvényektől elkülönítve, külön parcellában kell megadni.

A mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer (II. pillér) jellemzői

A II. pillérben való részvétel azon termelők számára elérhető, akik biztonságuk érdekében a központi kárenyhítési alap védelménél nagyobb mértékben kívánják biztosítani az időjárási jelenségekből adódó termelési kockázataikat. Ezek a biztosítási termékek olyan kárnemeket is tartalmaznak, mint például az aszály, a tavaszi fagy, a felhőszakadás és az árvíz. A rendszer lehetőséget biztosít az összes kárnem lefedő ún. csomagbiztosításokra, vagy csak egy, illetve néhány kárnemre vonatkozó biztosítás megkötésére is.

A mezőgazdasági biztosítás díjához nyújtott támogatás (VP3-17.1.1-16 – Mezőgazdasági biztosítás díjához nyújtott támogatás) keretében háromféle mezőgazdasági biztosításcsomagot különíthetünk el:

1. Az „A” típusú biztosítás összesen 14-féle növényre és 9 biztosítási eseményre köthető. Kockázatok: jégesőkár, aszálykár, elemi kár okozta mezőgazdasági árvíz, őszi fagykár, téli fagykár, tavaszi fagykár, felhőszakadás, viharok és tűzkár.

¹² A 2011–2015 közötti időszakban az egyes évek termeléséből a legmagasabb és legalacsonyabb hozamot tartalmazó két év elhagyásával számított érték.

¹³ Az agrárkárenyhítési eljárást szabályozó miniszteri rendeletet (27/2014. (XI. 25.) FM rendelet) 2015 áprilisában módosították, mert az Európai Bizottság 2014 végén elfogadta az őszi fagy agrárkárenyhítési rendszerbe történő beemelését.

2. A „B” típusú biztosítás zöldség- és gyümölcskultúráknál (összesen 76-féle) és a következő biztosítási eseményekre köthető: jégesőkár, téli fagykár, viharkár és tűzkár.
3. A „C” típusú biztosítás az „A” és „B” típusban nem szereplő biztosítási konstrukciókat tartalmaz. Köthető biztosítási események: jégesőkár, aszálykár, mezőgazdasági árvízkar, téli és tavaszi fagykár, felhőszakadaskár, viharkár és tűzkár.

Mindhárom csomag esetén a mezőgazdasági biztosítások díjához a nettó biztosítási díj legfeljebb 65 százalékanak megfelelő mértékű támogatás vehető igénybe. A rendelkezésre álló keret kimerülése esetén a támogatási intenzitás arányosan csökken minden igénylőnél. A korábbi évekhez képest 2016-ban lényeges változás következett be, melynek értelmében létezik garantált szintje, amely „B” és „C” típus esetén 30 százalék, „A” típusnál 41,25 százalék (21.). Kismértékben módosult a visszaosztás számításának menete is, mellyel a „C” típusú biztosítások támogatásintenzitása kedvezőbbé vált, első körben nem 30, hanem csak 40 százalékig csökken, majd a „B” típusú következik ugyancsak 40 százalékig, végül az „A” típusú 55 százalékig. Amennyiben további mérséklés szükséges, a háromféle biztosítás támogatásintenzitása arányosan csökken legfeljebb a már említett garantált szintekig.

Támogatásintenzitás csökkenésének sorrendje és mértéke	2012–2015	2016
„C”	30 százalékig	40 százalékig
„B”	40 százalékig	40 százalékig
„A”	50 százalékig	55 százalékig
Mindhárom típus esetén arányosan	nincs alsó korlát	„A” típusnál 41,25 százalékig „B” és „C” típusnál 30 százalékig

21. táblázat: A támogatásintenzitás csökkentésének sorrendje és százalékos változása a díjtámogatott biztosításoknál a 2012–2016 közötti időszakban

Forrás: Az EMVA Irányító Hatóság közleménye a VP3-17.1.1-16 Mezőgazdasági biztosítás díjához nyújtott támogatás című pályázati felhívás kapcsán a támogatás intenzitásáról.

Mivel a támogatási igény ismét meghaladta a rendelkezésre álló forrásokat, ezért az elmúlt két évhez hasonlóan a 2016. évi biztosítási díjtámogatás esetén is visszaosztás vált szükségessé. A kifizető ügynökségtől származó információk alapján az „A” típusú biztosítást kötő termelők a biztosítási díj 65 százalékát, a „B” típusú biztosítással rendelkező termelők a díj 43 százalékát, míg a „C” típusú biztosítást kötő termelők a befizetett biztosítási díj 40 százalékát kapják vissza támogatásként.

A 2012 óta létező mezőgazdasági biztosítási díjtámogatás 2014. december 31-ig az Európai Mezőgazdasági Garancia Alap (EMGA) szabályai alapján társfinanszírozott programként működött. A Közös Agrárpolitika reformjának eredményeként a 2014–2020-ig terjedő időszakban a Vidékfejlesztési Program (VP) alapján az Európai Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Alapból (EMVA) finanszírozható. A mezőgazdasági biztosítási díjtámogatási program a magyar Vidékfejlesztési Program (VP) keretében 2015-ben még nem indult el, ezért az agrártárca – átmeneti jelleggel – a díjtámogatási programot a 702/2014/EU bizottsági rendelet szerinti mezőgazdasági csoportmentesítés alapján teljes mértékben központi költségvetési finanszírozással hirdette meg 3 milliárd forint összegben. A legfontosabb eljárási változás 2015-ben a korábbi EMGA-s szabályokhoz képest az volt, hogy a díjtámogatás iránti igényt nem az egységes kérelmen kellett jelezni, hanem a termelőnek a biztosítási ajánlat megtételét követő 5 napon belül támogatási kérelmet kellett benyújtania az MVH-hoz. Fontos változást jelentett továbbá, hogy csak mikro-, kis- és közepes vállalkozások vehettek igénybe támogatást a mezőgazdasági biztosítási

szerződés díjához. 2016-ban a VP3-17.1.1-16 kereten belül 4 milliárd forintot különítettek el díjtámogatásra.

Megnevezés	I. pillér	II. pillér
Kockázatok köre	jég; téli, tavaszi és őszi fagy; vihar; aszály; árvíz; felhőszakadás; belvíz	jég; téli, tavaszi és őszi fagy; vihar; aszály; árvíz; felhőszakadás; tűz
Lefedett növénykultúrák köre	szántóföldi növény, szántóföldi zöldség, ültetvény (üvegházi és fóliás termesztésben is)	biztosítási típusonként eltérő
Rendszer választhatósága	mérethatár felett kötelező mérethatár alatt önkéntes	szabadon választható kkv-k számára
Díj megállapításának módja	művelési áganként	biztosítási típusonként, kockázati besorolásonként
Viszontbiztosítás módja	–	üzleti
Kárfelmérés alapja	helyszíni szemle és statisztikai elemzés	kárszakértői szemle
Adminisztráció jellege	állami	magán
Üzleti konstrukció jellege	minden ügyfélre azonos	biztosítási típusonként eltérő

22. táblázat: Az I. és II. pillér jellemzőinek összehasonlítása

Forrás: AKI Horizontális Elemzési Osztály

Módszertan

A mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer 2012–2016. évi működésének értékelése során döntően a rendszer adatbázisára, valamint az Agrárgazdasági Kutató Intézet saját, biztosítókra vonatkozó adatbázisára támaszkodtunk, melyek a következők:

- kárenyhítési hozzájárulások;
- kárenyhítő juttatások (a tételes és a kérelemszintű adatszolgáltatás alapján készült);
- biztosítói díjbevételek és kárfizetések, valamint ezek kapcsolódó adatai.

Az első két nyilvántartást a Magyar Államkincstár (MÁK) készíti, a harmadikat az üzleti biztosítók által megküldött adatok alapján az Agrárgazdasági Kutató Intézet állítja össze. A MÁK-tól érkező, valamint a biztosítóktól kapott adatokból az elemzés egységes adatbázisát az Agrárgazdasági Kutató Intézet állítja össze és ennek alapján képezi a szükséges mutatókat, melyek az alábbiak:

I. pillér:

- terület (üzemi és növény szintű adat);
- károsodott terület (üzemi és növény szintű adat);
- referenciahozam (növény szintű adat, a károsodott növények esetén adott, nem károsodott növények esetén lehetőség szerint kistérségi, megyei vagy országos hozamokkal helyettesített);
- hozamcsökkenés (tartalma: referenciahozam – tényleges hozam);

- kárenyhítési hozzájárulás (üzemi szintű adat, növény szinten számított);
- kárenyhítő juttatás (üzemi szintű adat, növény szinten számított);
- kárhányad (tartalma: kárenyhítő juttatás/kárenyhítési hozzájárulás).

II. pillér:

- terület (üzemi és növény szintű adat, biztosítói adatszolgáltatás);
- károsodott terület (üzemi és növény szintű adat, biztosítói adatszolgáltatás);
- biztosított hozam (üzemi és növényi kultúra szintű adat, biztosítói adatszolgáltatás);
- alap- és kiegészítő biztosítás díja (üzemi és növény szintű adat, egyes biztosítók esetében a teljes biztosítási díj alapján becsült érték);
- díjtámogatás (üzemi és növény szintű adat, becsült érték – a biztosítás típusától függően az alap-biztosítás díjának 65, 52, illetve 30 százalékaival számított összeg);
- alap- és kiegészítő biztosítás esetén fizetett kártérítés (üzemi és növény szintű adat, biztosítói adatszolgáltatás);
- kárhányad (tartalma: kártérítés/biztosítási díj).

A mutatók fent jelzett eltérő aggregáltsági szintjei – a jövőben az adatszolgáltatás összehangolásával kiküszöbölhető – kényszerű becsléseket igényeltek az üzemszintű adatok dezaggregálásában. A felsorolt mutatók közül üzemi szinten állt rendelkezésre a kárenyhítési hozzájárulás és a kárenyhítő juttatás. Ezek dezaggregálása az alábbi módokon történt:

- A kárenyhítési hozzájárulás értékének növényekre bontásában a jogszabályban rögzített hektáronkénti értékeket vettük alapul, amelyek a termelőknek ültetvényművelésre, valamint szántóföldi zöldség termesztésére szolgáló termőföld esetében 3000 forintot, egyéb szántóföldi kultúráknál hektáronként 1000 forintot jelentenek.
- A kárenyhítő juttatás növényekre és veszélynemekre történő szétosztása során a tételes és a kérelemszintű adatokat vetettük össze. A kérelemszinten kifizetett támogatási összeget a tételszintű adatokban megadott jóváhagyott támogatási összegek arányában bontottuk.
- A biztosítási díj a legtöbb biztosító esetében veszélynemenként bontva szerepelt. A rendelkezésre álló adatok alapján képeztünk átlagos növénykultúránkénti és veszélynemenkénti biztosítási összeg-arányokat, amelyek segítségével az összegezve szereplő biztosítási díjakat veszélynemekre bontottuk.
- A díjtámogatás mértékét a biztosítók által szolgáltatott üzemszintű és növénykultúránkénti adatok alapján számítottuk. A díjtámogatás kalkulálásánál az alapbiztosítás díjának 65, 65-52, illetve 65-30 százalékos támogatottságával számoltunk attól függően, hogy a biztosítás típusa „A”, „B” vagy „C”, illetve, hogy mely évben milyen volt a támogatás intenzitása.
- A termelési érték növénykultúránkénti becsléséhez a már említett összefüggést (termelési érték = vetésterület × referenciahozam × referenciaár) alkalmaztuk. Ahol ezek a tényezők nem álltak rendelkezésre, ott a vetésterületekkel súlyozott megyei, annak hiányában országos átlagokkal dolgoztunk.

A méretkategória szerinti bontás nem a kkv-törvényben megadottak szerint (nincsenek létszám-, árbevétel- stb. adataink), hanem az EK-ben szereplő területadatok alapján történik. Mikrovállalkozáson

az 5 hektár terület alatti termelőket értjük, kisvállalkozáson az 5–20 hektár között gazdálkodókat, közép vállalkozáson pedig a 20–200 hektár területen termelőket definiáltuk, míg nagyvállalkozásnak a 200 hektár feletti gazdálkodókat jelöltük.

Az MKR eredményei és működésének értékelése

A Mezőgazdasági Kockázatkezelési Rendszer eredményeinek összegzéséhez, illetve alkalmasságának megítéléséhez fontos a 2012–2016 közötti időszak időjárási feltételeinek áttekintése, ezáltal a klimatikus kockázatok is körvonalazhatók. A Mezőgazdasági Kockázatkezelési Rendszer I. és II. pillérére vonatkozó járási bontású kartogrammos adatok, valamint az ágazati, a méretkategóriánkénti, a veszélynemenkénti és a biztosítási típusok szerinti eredmények bemutatásával lehetővé válik a működő rendszer pozitívumainak és negatívumainak megítélése.

Időjárás

A 23. ből jól látható, hogy a 2012–2016 közötti időszakban az aszály okozta kockázatok folyamatosan jelen voltak. Emellett a jégeső és a vihar, valamint a fagyok okoztak problémákat. Fontos tény volt, hogy az átlaghőmérséklet-emelkedés nemcsak Magyarországon, hanem globálisan is jelentkezett, és a 2016. év hőmérsékleti szempontból rekordmelegnek számított (a globális felszínhőmérséklet mintegy 0,07 °C-kal volt melegebb, mint 2015-ben).

Év	Átlaghőmérséklet	Csapadékösszeg	Napfénytartam	Megjegyzés
2012	11–12 °C	470,4 mm	2404 óra	aszályos év, februárban fagyok, nyáron hosszú kánikulák
2013	11–12 °C	649,6 mm	2123 óra	szélsőségek a szárazságban és csapadékban
2014	11,95 °C	739,8 mm	2061 óra	az egyik legmelegebb és legcsapadékosabb év
2015	11,72 °C	538,9 mm	2258 óra	hosszan tartó hőségriadók, nyári időszakban aszály, szeptemberben és októberben jóval több csapadék
2016	11,13 °C	699,0 mm	2267 óra	átlagosnál melegebb időjárás, februárban és júliusban átlag feletti csapadékmennyiség

23. táblázat: Agrometeorológiai tényezők alakulása 2012–2016 között Magyarországon

Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat: Időjárási beszámoló 2012, 2013, 2014, 2015, 2016¹⁴

A fentebb említettek alapján az MKR-ben gyűjtött adatok segítségével üzemszintű, növény szintű, méretkategóriánkénti, veszélynemenkénti elemzések készültek, valamint járásonként jól szemléltethető a kárenyhítéshez, valamint a díjtámogatott biztosításhoz kapcsolódó be- és kifizetések változása az egyes években.

Az I. pillér eredményei:

A kockázatkezelési rendszer I. pillérében a termelők létszáma 74 045 főről 5,7 százalékkal 78 263 főre emelkedett 2014-re, ami a 2012–2015. évek közötti időszakot tekintve a legmagasabb részvételnek felelt meg. A növekvő tendencia azonban 2015-ben megtorpant, így az I. pillérben részt vevő termelők

¹⁴ Lásd: https://www.met.hu/omsz/kozerdeku_dokumentumok/tevekenyseg/index.php?tid=3&doc=Idojarasi_beszamolok.

száma a 2014. évhez képest 7,5 százalékkal (5882 fő), azaz 78 263-ról 72 381 főre csökkent. A csökkenés a 2012-ben önkéntes alapon csatlakozók¹⁵ – 3 év kötelező tagság utáni – kilépésének is tulajdonítható. A termelői befizetésekből származó forrás a 2012. évi 4148 milliárd forintról 2013-ban és 2014-ben is több mint 150 millió forinttal emelkedett. Ezt követően azonban már minimálisan, (0,5-0,9 százalékkal nőtt. A Kárenyhítési Alapban a kedvező időjárási feltételek következtében 2012–2016 között jelentős forrás halmozódott fel: az alap forrása több mint 23 milliárd forint volt 2016-ban, ami 183,7 százalékkal (15 222 millió forint) haladta meg a 2012. évben rendelkezésre álló forrást (**24.**).

Az I. pillér főbb mutatói a 2012. és 2016. évek közötti időszakban

Megnevezés	2012	2013	2014	2015	2016
I. pillérben tag termelők száma (fő)	74 045	77 580	78 263	72 381	73 543
Befizetett kárenyhítési hozzájárulás (millió HUF)	4 148	4 297	4 313	4 168	4 185
A Kárenyhítési Alap tárgyévi forrása (millió HUF)	8 285	8 600	14 405	21 473	23 507
Bejelentett káresemények száma (darab)	31 591	6 443	2 608	10 014	10 919
Bejelentett károsodott terület (ha)	1 131 687	149 711	48 850	203 058	131 544
Jogosnak megítélt kárenyhítő juttatás iránti kérelmek száma (darab)	4 380	1 156	505	3 312	3 303
Jogosan igényelt összeg (millió HUF)	7 353	2 455	1 199	6 050	4 928
A kárenyhítő juttatás alapját képező károsodott terület (ha)	90 270	28 285	8 118	61 824	29 143

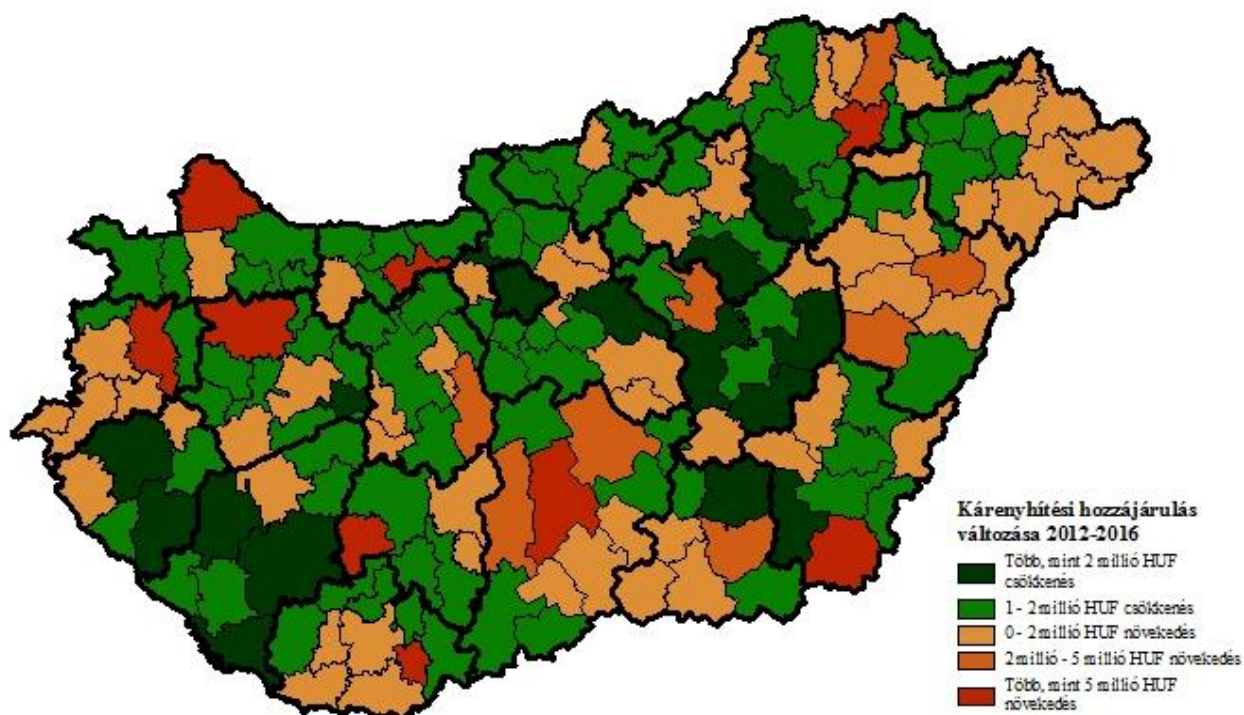
24. táblázat: Az I. pillér főbb mutatói a 2012. és 2016. évek közötti időszakban

Megjegyzés: a bejelentett káresemények száma a termelőnként azonos időpontban, azonos veszélynemre bejelentett káreseményeket jelenti.

Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Az egyes járásokat tekintve megállapítható, hogy a kárenyhítési hozzájárulás befizetéseinek többsége az Alföld, a Mezőföld, a Kisalföld és a Dunántúl délkeleti részének mezőgazdasági területeiről folyt be az elmúlt öt évet tekintve. A kárenyhítési hozzájárulás összege alapján a járások közel felében 1–2, illetve több mint 2 millió forinttal csökkent, ugyanakkor a további járásokban 0–5 millió forinttal, továbbá 5 millió forintot meghaladó mértékben nőtt a 2012–2016 közötti időszakban (**15.**). A fentebb bemutatott növekedések és csökkenések alapján megállapítható, hogy a rendszernek van létjogosultsága, hiszen a befizetések növekedésének mértéke a nagyságrendet tekintve nagyobb mértékű volt, mint a csökkenése.

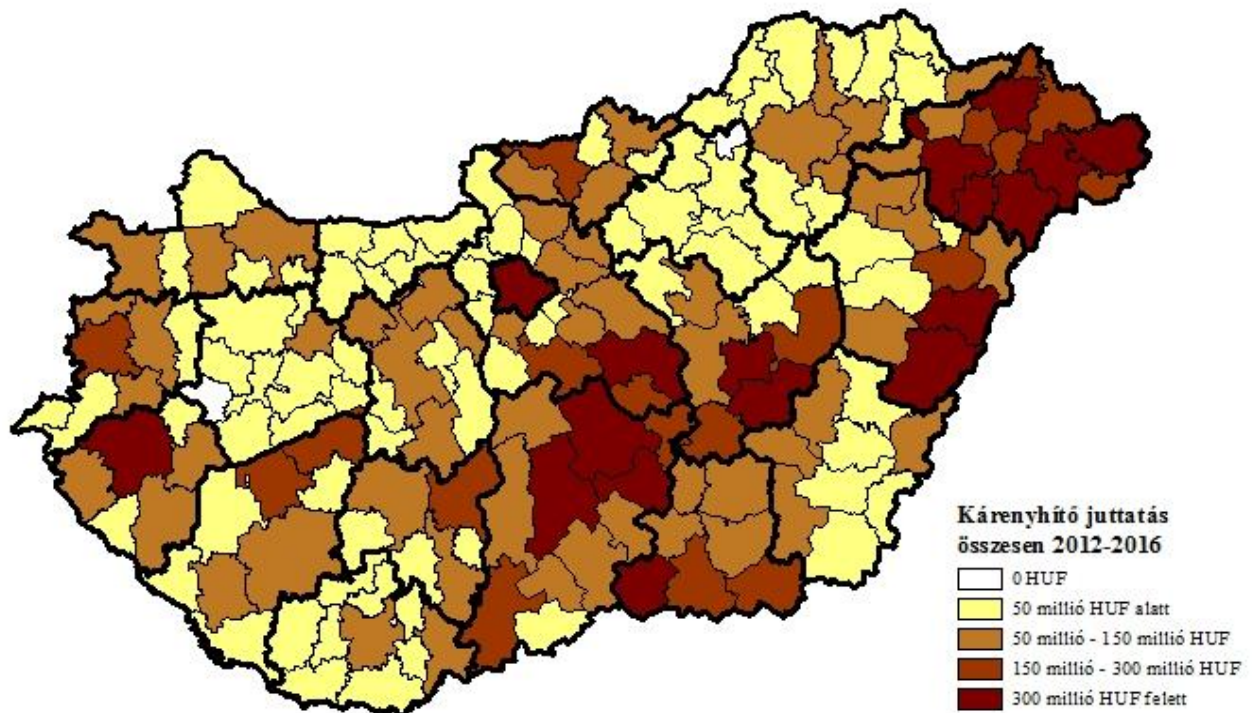
¹⁵ A kockázatkezelési közösséghez történő önkéntes csatlakozás feltételei: Minden olyan mezőgazdasági termelőnek, aki az egységes kérelmében bejelentett területek alapján ugyan nem minősül kötelezően csatlakozó tagnak, de van olyan bejelentett területe, mellyel a kockázatközösséghez csatlakozhat, az egységes kérelmében nyilatkozatot kell tennie a csatlakozási szándékáról. A csatlakozást választók hároméves időtartamra vállalnak tagságot, tehát a tárgyévet követő két évben nem mondhatják fel tagsági viszonyukat. A mezőgazdasági termelők kockázatközösségi tagsága a tárgyévet megelőző év november 1. napjától kezdve fennáll, az önkéntesen csatlakozók kockázatközösségi tagságának hároméves időtartama tehát ekkor kezdődik.



15. ábra: A károtyhítési hozzájárulás összegének járásonkénti változása 2012-ről 2016-ra

Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A kifizetett károtyhító juttatások összege az elmúlt öt évet tekintve Szabolcs-Szatmár-Bereg, Bács-Kiskun, Csongrád és Jász-Nagykun-Szolnok megyékben volt a legmagasabb, 150–300 millió forint között alakult (19 járás), 17 járásban pedig meghaladta a 300 millió forintot. Ezt követték az Alföld középső és északi, valamint a Dunántúl középső és keleti részei, továbbá Vas és Zala megyék, ahol a kifizetések 50–100 millió forint közé estek (56 járás, **16.**).



16. ábra: A kárenyhítő juttatás összege járásonként 2012–2016 között összesen

Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A 15. és 16. átv összehasonlítva megállapítható, hogy azokon a területeken, ahol a kifizetések (kárenyhítő juttatás) növekedtek, vagyis jelentősebb károk keletkeztek, ott a kárenyhítési hozzájárulás értéke is emelkedett a vizsgált időszakban. Ez egyfelől azt jelenti, hogy az I. pillér befizetései lehetőséget biztosítottak a keletkezett károk enyhítésére, másfelől hogy a rendszerre szükség van, és nemcsak azokon a területeken, ahol nagy valószínűséggel lehet számítani az időjárás okozta károk bekövetkeztére, hanem a klimatikus viszonyok egyre szélsőségesebbé válása okán más területeken is.

A főbb szántóföldi kultúrák esetében a vetésterülethez viszonyított lefedettség 2013-ban érte el a csúcst (93,8 százalék), majd mérsékelten csökkent, de még így is nagyobb százalékos értéket jelentett a 2012. évihez képest a 2014–2016 közötti időszakban (91–93 százalék, **1. melléklet**). A kifizetett kártérítés összege az elmúlt öt évet tekintve a kedvező időjárás következtében 2014-ben volt a legkisebb (533 millió forint) a szántóföldi növényeknél, ugyanakkor a 2012. és 2015. évben az aszály és a jégeső jelentősen megemelte a kifizetéseket (3,9-4,0 milliárd forint). Így elsősorban a nagy szántóterülettel rendelkező kukoricát, napraforgót és búzát érték jelentősebb károk, de a kifizetésekből 8–30 százalékkal rendelkező egyéb szántóföldi növénykultúrák is jelentős károkat szenvedtek. A kárenyhítő juttatás összege 1,0 milliárd forint volt 2016-ban, ami az elmúlt öt évet tekintve a második legkisebb kifizetésnek felelt meg. A rendkívül csapadékos és viharos időjárás következtében a legnagyobb károkat a napraforgó és az egyéb szántóföldi növények szenvedték el, a búzát és a kukoricát a viharkárokon túl a jégeső károsította.

Az ültetvénykultúrák esetében megállapítható, hogy rendkívül jó az I. pillér penetrációja (94–99 százalék). Ez már 2007–2008 óta jellemző, mivel egyrészt a rendszerben 1 hektár és a feletti terület művelésénél kötelező a tagság, másrészt a rendszer megfizethető áron viszonylag nagyfokú védelmet nyújt különösen a tavaszi fagyra érzékeny ültetvények számára, illetve ezek biztosítására a biztosítók csak a biztosítási díjtámogatás 2012-es bevezetése óta vállalkoznak. A 2012–2016 közötti időszakot vizsgálva megállapítható, hogy a penetráció fokozatosan javulva 2,4 százalékponttal haladta meg a 2012. évi 95,8 százalékos értéket 2016-ban (**2. melléklet**). Az ültetvénykultúrák esetében elsősorban a fagyok és

a jég, továbbá a viharkárok okozták a legnagyobb problémát a vizsgált időszakban. A penetrációt tovább növelő tényező lehet és a rendszer újdonsága volt, hogy 2015-től már a fólia alatt termesztett növényekre is lehetett kárt bejelenteni. A kifizetett kártérítés összege az elmúlt öt évet tekintve 2016-ban volt a legmagasabb, 3,4 milliárd forint. A legnagyobb károkat az alma, a meggy és a borszőlő szenvedte el, ezek kifizetései többszöröse voltak a kisebb területen termesztett ültetvénykultúráknak. A legkisebb károk a 2013–2014 közötti időszakban jelentkeztek, amikor 0,4, illetve 0,8 milliárd forint került kifizetésre.

A főbb zöldségkultúrák esetében a penetráció rendkívül változatosan alakult a 2012–2016 közötti időszakban. Alapvetően a 2012. év után a káposztafélék kivételével minden növény vetésterülethez viszonyított lefedettsége nőtt (86,9 százalékról 90–92 százalék közé), majd 2015-ös enyhe csökkenés után 2016-ban újra emelkedésnek indult (90,9 százalék, **3. melléklet**). A zöldségkultúrákat és az időjárásra rendkívül érzékeny növényeket elsősorban (ha nem öntözöttek) az aszály és a jégeső veszélyezteti. Mivel ezek a tényezők az elmúlt öt évet tekintve fokozottan előfordultak, a burgonyánál (8–129 millió forint), a paprikánál (58–133 millió forint), az egyéb zöldségeknél (22–150 millió forint), valamint a tök és a káposztaféléknél (1–124 millió forint) szinte minden évben volt kifizetés.

A káresemények számának változását vizsgálva megállapítható, hogy az jelentősen redukálódott az elmúlt 5 évben, a termelők a legnagyobb károkat 2012-ben szenvedték el (1,1 millió hektár). A legjobb évnek a káresemények szempontjából a 2014. év tekinthető, amikor is 2608 esetben történt károsodás kicsivel több mint 48 ezer hektáron. Ehhez képest 2015-ben és 2016-ban lényegesen több káresemény következett be, ezért a kárbejelentések száma is négy és félszeresére, 2608-ról 10 ezer fölé ugrott. A károsodott területek nagysága a 2014. évi közel 50 ezer hektárról 131 ezer hektár fölé emelkedett 2016-ban, ami a második legkisebb károsodott területnagyságnak felel meg az elmúlt öt évet tekintve.

Veszélynemenként bontva megállapítható, hogy a kárenyhítő juttatás 46,9 százalékát aszálykár, 27,1 százalékát tavaszi fagykár, 12,2 százalékát jégesőkár, 6,2 százalékát téli fagykár, 3,8 százalékát belvízkár, 2,3 százalékát viharkár, 0,2-0,8 százalékát jégeső-, őszi fagy-, illetve mezőgazdasági árvízkár és 0,2 százalékát kombinált káreseményre fizették ki a 2012 és 2016 közötti időszakban (**13. ábra, 4. melléklet**).

A kifizetett kárenyhítő juttatás és a befizetett kárenyhítési hozzájárulás hányadosaként járásonként számolt kárhányadot vizsgálva megállapítható, hogy a szántóföldi növények közül legmagasabb kárhányadok a dohánynál (540 százalék) és a kukoricánál (132 százalék) keletkeztek. Az egyéb szántóföldi növények kárhányada meghaladta a 70 százalékot, a napraforgó, a káposztarepce és a szója kárhányada 43–72 százalék között alakult. A főbb ültetvénykultúrák közül a legnagyobb károkat a szamóca (2630 százalék), a kajszi (804 százalék), a cseresznye és a körte (702-777 százalék), az őszibarack (622 százalék), a meggy (646 százalék) és az alma (854 százalék) szenvedte el a 2012–2016 közötti időszakban. A főbb zöldségkultúráknál a tök és a paprika kárhányada 900 százalék felett alakult, ezt követte a paradicsom 556 százalékos károsodással. A káposztafélék és a burgonya kárhányada 200–460 százalék között alakult. A dinnye, a fűszerpaprika, a vöröshagyma, a spárga és a bab kárhányada 144–346 százalék között változott. A legalacsonyabb kárhányaddal a borsó (30 százalék), a csemegekukorica (55 százalék) és a sárgarépa (76 százalék) rendelkezett.

Az egyes méretkategóriákat vizsgálva megállapítható, hogy a kárenyhítési hozzájárulás egyedül a közép- és nagyvállalkozásoknál emelkedett fokozatosan, a többi méretkategória esetében a kárenyhítési hozzájárulás értéke a 2013. és 2014. évi felülvizsgálattal csökkent. A befizetések megoszlása alapján a nagyvállalkozásokhoz került a kárenyhítő juttatások jelentős része, 46–50 százaléka, míg a középvállalkozások 37–41 százalékban részesedtek a 2012–2016 közötti időszakban. Összevetve a be- és kifizetése-

ket¹⁶ elmondható, hogy a kárenyhítő juttatásból a mikrovállalkozások öt év átlagát tekintve 6,3, a kisvállalkozások 20,4, a középvállalkozások 48,0, a nagyvállalkozások 25,2 százalékban részesedtek, miközben a befizetések tekintetében éppen ellenkező a sorrend.

Összességében megállapítható, hogy az alap forrása elérte a 23 507 millió forintot 2016-ban, ami 9,5 százalékkal (2034 millió forint) haladta meg az előző évben rendelkezésre álló forrást, és 183,7 százalékkal múlta felül a 2012. évi 8285 millió forintnyi értéket. A fentebb bemutatott növekedést figyelembe véve kijelenthető, hogy a rendszernek van létjogosultsága. A rendszer konszolidációját mutatja, hogy a bejelentések és a jogosnak megítélt kárenyhítő juttatás iránti kérelmek száma jelentősen közeledett egymáshoz.

A II. pillér eredményei

A díjtámogatott és kiegészítő biztosítási szerződések száma fokozatosan emelkedett az elmúlt öt évben, és a 2012. évi 3793 darabról 11 193 darabra nőtt 2016-ban, miközben a díjbevétel tovább emelkedve 8,2 milliárd forint felett alakult (25.). Mivel az elmúlt három évben (2014–2016) a termelők díjtámogatási igénye meghaladta a biztosítási díjtámogatás forrását, így a 2014. és 2015. évhez hasonlóan ismét szükségessé vált a visszaosztás. Az „A” típusú biztosítás esetében megmaradt a 65 százalékos támogatásintenzitás, a „B” és „C” típusnál azonban 43, illetve 40 százalékra csökkent. Összességében a díjtámogatott biztosítások iránti kereslet növekedési üteme nőtt 2016-ban. Ennek oka, hogy a 2015-ös átmeneti év után ismét támogatási jogosultságot szerezhettek a mezőgazdasági nagyvállalkozások, valamint újra az Egységes Kérelem felületen kell igényelni a biztosítási díjtámogatást (a 2012–2014 közötti időszak gyakorlatával megegyezően).¹⁷

A díjtámogatott és kiegészítő biztosítások díjbevételeit vizsgálva megállapítható, hogy a díjak egyedül az „A” típusú biztosításnál növekedtek töretlenül: a bevételek a 2012. évtől fokozatosan emelkedtek 605 millió forintról 3038 millió forintra. Ezzel szemben az ingadozások ellenére a „B” típusú biztosításnál következett be a legnagyobb (húszszoros) emelkedés 2012-ről 2016-ra vonatkozólag. A „C” típusnál a „B”-hez hasonló díjbevétel-változás történt, ugyanakkor a növekedés nagysága a legkisebb (kétszeres) volt a többi biztosítási típus között.

Az egyes díjtámogatott biztosítások díjállományát elemezve megállapítható, hogy legjobban a „B” típusú biztosítás szerződésszáma és díjbevétele nőtt a 2012–2016 közötti időszakban: a szerződések száma huszonhétszeresére, a díjbevétel húszszorosára nőtt. Az „A” típusú biztosítás díjállománya közel ötszörösére, a „C” típusé mintegy kétszeresére emelkedett az elmúlt öt évet tekintve. A kiegészítő biztosítások díjállománya több mint ötször nagyobb volt a 2012. évi állományhoz képest 2016-ban.

Az elmúlt öt évet vizsgálva megállapítható, hogy a díjtámogatott és kiegészítő biztosítások díjbevétele kedvezően változott, azok csupán három járásban csökkentek. Több mint 50 millió forint feletti növekedés (52 járás) a Dunántúl nyugati és déli részén, továbbá az Alföld déli és keleti területein figyelhető meg (17.).

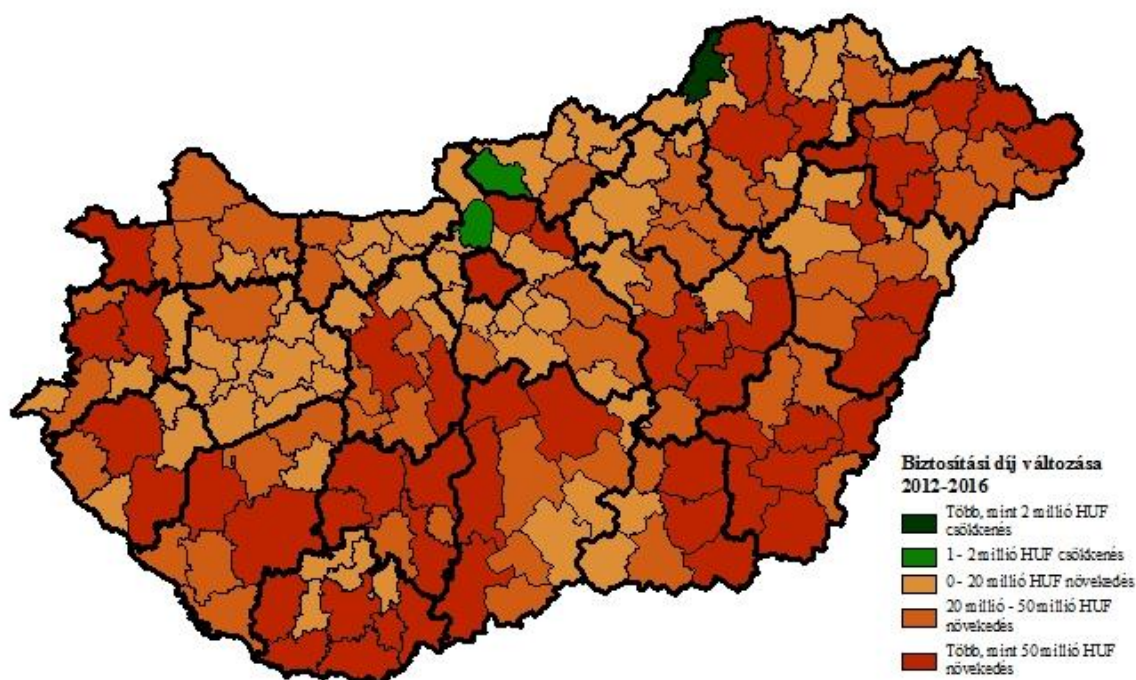
¹⁶ A mikro- és kisvállalkozások a befizetések 2–12 százalékán osztoztak. Ugyanakkor a kifizetéseknél a legnagyobb befizetők, a nagyvállalkozások csak 15–35 százalékban részesedtek, míg a középvállalkozások 16–24 százalékban számíthattak kárenyhítő juttatásra a 2012–2016 közötti időszakban

¹⁷ 2016-tól a mezőgazdasági biztosítási díjtámogatás a Vidékfejlesztési Program (VP) keretében került meghirdetésre, melynek következtében kismértékben módosultak a támogatási feltételek, melyeket a korábbi jogszabály (19/2014. FM rendelet) helyett Pályázati Felhívás, illetve a VP Irányító Hatóságának közleményei szabályoznak. Az új rendszer kialakításakor az a cél vezérelte a döntéshozókat, hogy a lehető legkevesebb változtatással kerüljön át a biztosítási díjtámogatás a VP intézkedései közé és megmaradjanak a már megszokott eljárások, támogatási feltételek.

Megnevezés	2012				2013				2014				2015				2016			
	Szerző- dés- szám, darab	Díj, millió HUF	Kárfiz., millió HUF	Kárhá- nyad, száza- lék	Szerző- dés- szám, darab	Díj, millió HUF	Kárfiz., millió HUF	Kárhá- nyad, száza- lék	Szerző- dés- szám, darab	Díj, millió HUF	Kárfiz., millió HUF	Kárhá- nyad, száza- lék	Szerző- dés- szám, darab	Díj, millió HUF	Kárfiz., millió HUF	Kárhá- nyad, száza- lék	Szerző- dés- szám, darab	Díj, millió HUF	Kárfiz., millió HUF	Kárhá- nyad, száza- lék
Díjtámogatott „A”	547	605	393	65	1 386	1 249	484	39	1 722	1 739	120	7	2 406	2 162	585	27	3 253	3 038	948	31
Díjtámogatott „B”	307	174	45	26	3 209	1 739	247	14	5 671	2 764	333	12	6 804	2 654	608	23	8 398	3 488	874	25
Díjtámogatott „C”	1 042	688	74	11	1 524	736	177	24	2 898	1 155	181	16	3 254	930	320	34	4 623	1 352	554	41
Díjtámogatott ösz- szesen	1 896	1 467	512	35	4 585	3 724	908	24	7 302	5 658	634	11	8 664	5 746	1 513	26	11 193	7 877	2 375	30
„Kiegészítő” díjtá- mogatotthoz	1 897	64	161	252	4 475	200	823	411	6 975	305	752	246	8 604	219	984	450	11 089	336	2 153	640
Díjtámogatott és kiegészítő összesen	3 793	1 531	673	44	4 585	3 924	1 731	44	7 302	5 964	1 386	23	8 664	5 964	2 497	42	11 193	8 214	4 528	55

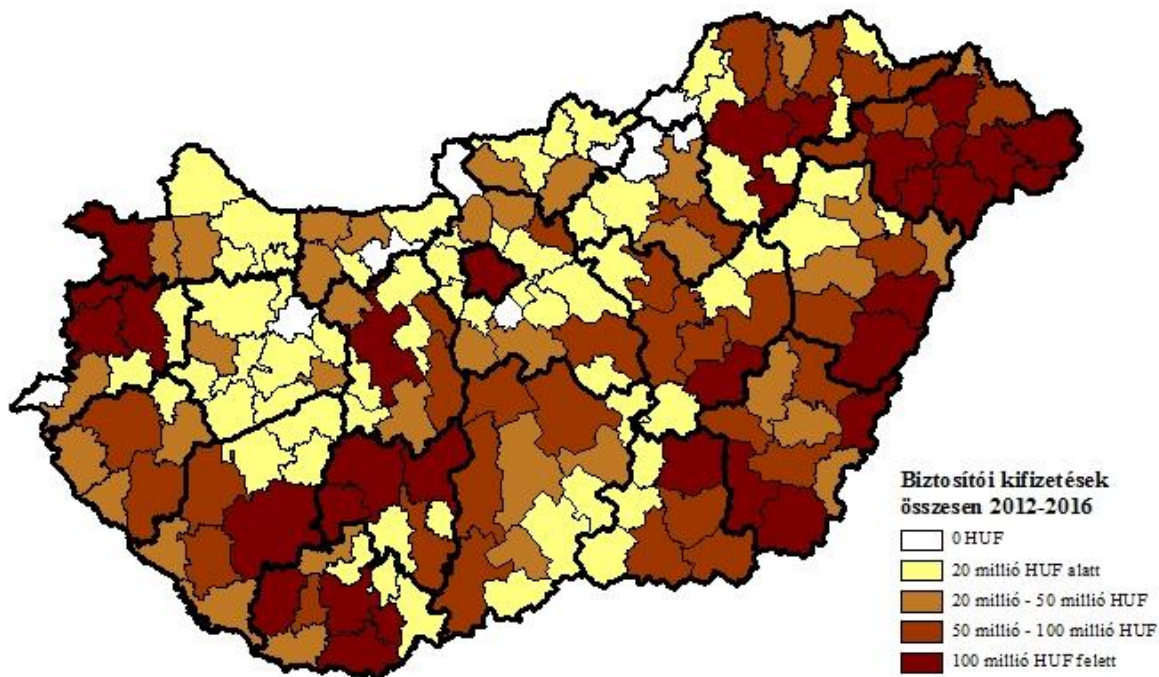
25. táblázat: A hazai növénybiztosítási piac alakulása a 2012–2016 közötti időszakban

Forrás: A díjtámogatott biztosítást nyújtó biztosítók adatszolgáltatása alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A díjtámogatott és kiegészítő biztosítások díjbevételének változása 2012-ről 2016-ra járásonként

17. ábra: A díjtámogatott és kiegészítő biztosítások díjbevételének változása 2012-ről 2016-ra járásonként
Forrás: A díjtámogatott biztosítást nyújtó biztosítók adatszolgáltatása alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Az előző évinél kedvezőtlenebb időjárás (aszály, jégeső és fagy) következtében 2016-ban jelentősen emelkedett a káresemények száma. A kárkifizetések összege a 2015. évi 2,5 milliárd forintról 81,4 százalékkal 4,5 milliárd forintra nőtt. A legnagyobb kifizetések (100 millió forint felettiek) 32 járásban voltak. Kilenc járásban nem volt kifizetés a 2012-2016 közötti időszakban (**18.**).



18. ábra: A díjtámogatott és kiegészítő biztosítások összes kárfizetése járásonként 2012–2016 között
 Forrás: A díjtámogatott biztosítást nyújtó biztosítók adatszolgáltatása alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Minimálisan ugyan, de csökkent a szántóföldi növények vetésterülete az elmúlt öt évben (–3,9 százalék), ugyanakkor a díjtámogatott biztosítás által lefedett összes terület 161 ezer hektárról 1078 ezer hektárra nőtt, ami több mint hatszoros bővülést jelent a 2012. évi értékhez viszonyítva.

A nagyobb területen termesztett ültetvénykultúrák biztosítása elterjedtebb volt 2016-ban, ez a kisebb jelentőségű ültetvényfajok esetében kevésbé mondható el, míg az igazán jégérzékeny kultúrákra nincs is biztosítási kínálat. Ez annak köszönhető, hogy az ültetvényeknél az elmúlt 25 évben nem volt hagyománya a biztosításnak, így egyrészt meg kell győzni a termelőt, aki soha nem kötött biztosítást, hogy kössön, másrészt a biztosítónak is olyan új növényeket kell biztosítani, amelyeket talán soha vagy csak nagyon ritkán biztosított a rendszerváltás után.

A legnagyobb területen termesztett borszőlő és alma penetrációja (1,3 és 17,6 százalék 2016-ban) az elmúlt öt évet tekintve fokozatosan emelkedett. A legnagyobb vetésterülettel rendelkező zöldségkultúrák (borsó, csemegekukorica, burgonya, dinnye) penetrációja az elmúlt öt évet tekintve fokozatosan nőtt és 2016-ban volt a legmagasabb. A penetráció a zöldborsónál meghaladta az 50 százalékot, a csemegekukoricánál pedig 49,2 százalék volt. A borsó, a paradicsom, a bab penetrációja 25–42 százalék között alakult 2016-ban.

A főbb szántóföldi kultúrák közül a kukoricára, az őszi búzára, a napraforgóra, az árpára, a káposzta-repcére, a dohányra, a szójára és az egyéb szántóföldi növényekre történő kárfizetések voltak a legmagasabbak az elmúlt öt évben: összességében ezen növényekre jutott a kárfizetések több mint 90 százaléka. Az ültetvénykultúrákban bekövetkezett jelentősebb károk hatására a kárfizetések 39-szeresére emelkedtek az elmúlt öt évben. Az ültetvénykultúrák közül az almánál volt a legmagasabb a kártérítés összege, így a kifizetés a 2012. évi 13 millió forintról 623 millió forintra nőtt. Az egyes zöldségkultúráknál a kifizetések jóval több növényt érintettek az elmúlt öt évben, a legnagyobb károkat a borsó, a csemegekukorica, a dinnye, a fűszerpaprika, a paprika, a paradicsom, a vöröshagyma és az egyéb szántóföldi zöldségek szenvedték el.

A díjtámogatott biztosításoknál egyértelműen kirajzolódik, hogy a legnagyobb gazdaságok fordítják a legmagasabb összegeket biztosításkötésre, ennek ellenére a nagyvállalkozások számára kifizetett károk összege 23,5 százalékponttal csökkent 2016-ban a 2012. évihez képest.

Az elmúlt öt évben a legnagyobb károkat a jégeső és az aszály, valamint a viharok okozták. A kárkifizetések között a jégesőkár dominált 2012–2016 között, összességében a kifizetések több mint 80 százaléka az emiatt a kárnem miatt keletkezett kártérítéseket fedezte. Az aszálykár a kifizetések 5-6 százalékat, a viharkár 3-13 százalékat jelentette ugyanezen időszakban (**13. melléklet**).

A díjtámogatott biztosítások után kifizetett kártérítés összege egyedül a „B” típusú biztosításnál emelkedett fokozatosan, és itt könyvelhető el a legnagyobb növekedés is: a kárkifizetés a 2012. évihez képest 2016-ban több mint hatvanszorosára emelkedett. Az „A”- és a „C”-típusnál ez 5- és 8-szoros emelkedést jelent, mindamellett, hogy a kárkifizetések az elmúlt öt évben hullámszerűen alakultak.

A legnagyobb kárhányaddal, 43 százalékkal az „A” típusú díjtámogatott biztosítás rendelkezett, ami elsősorban az aszálykára érzékeny kukorica károsodásával, a jégeső és viharkárokkal, továbbá az ültetvény- és zöldségkultúrákat ért jégesőkárral magyarázható. A „B” típusú biztosításoknál a kárhányad 40, a „C” típusnál 41 százalék volt a vizsgált időszakban.

A legnagyobb területen termesztett szántóföldi növénykultúrák közül a kukorica, a búza, a napraforgó és az őszi káposztarepce kárhányadai 27–49 százalék között mozogtak, az árpa kárhányada 50 százalék felett alakult. A kisebb területen termesztett szántóföldi kultúrák kárhányadai 20–153 százalék között mozogtak. Elmondható, hogy a nagyobb kultúrák minden évben károsodnak, a kisebbek gyakran az extenzív művelés vagy a nagyobb kárérzékenység miatt szenvednek el nagyobb károkat, ezért magasabb a kárhányadértékük. Az ültetvénykultúrák esetében a szamóca (64 százalék) és a csemege-szőlő (98 százalék) kárhányada többszöröse volt a többi ültetvénykultúra kárhányadának. A legnagyobb területen termesztett alma, meggy és borszőlő kárhányadai 27–55 százalék között mozogtak a 2012–2016 közötti időszakban. A főbb zöldségkultúrák közül a legnagyobb kárhányaddal a vöröshagyma rendelkezett (113 százalék), ezt követték az egyéb szántóföldi zöldségek (106 százalék), míg a legnagyobb területen termesztett csemegekukorica és borsó kárhányada 11 és 34 százalék volt.

A Mezőgazdasági Kockázatkezelési Rendszer „jó vizsgázott” az elmúlt öt évben. Az I. pillérben részt vevő gazdálkodók száma magas, emellett a kedvező időjárásnak is köszönhetően a kárenyhítési pillérben rendelkezésre álló források minden évben fedezetet nyújtottak a keletkezett kárenyhítési juttatások iránti igényre. A fel nem használt pénzekből emellett jelentős összeg keletkezett az alapban, amely akár egy káreseménnyel jelentősebben sújtott évben is érdemi segítséget nyújthat a termelőknek.

3.3. Üzemszintű agrotechnikai kockázatkezelési módszerek

A klímaváltozás hatására erősödő időjárási kockázatok kezelése a gazdaságon belül történhet megelőzéssel és kárenyhítéssel. Megelőzésnél a termelő a kár bekövetkezte előtt, kárenyhítéskor a kár felmerülésekor igyekszik minimalizálni a károk nagyságát.

A teljesség igénye nélkül a főbb kárnemek esetén a következő agrotechnikai eszközök állnak a gazdálkodók rendelkezésére.

Aszály, szárazság elleni védekezés agrotechnikai elemei (Gyuricza, 2014):

- aszálytűrő, kis vízigényű fajták választása;
- megfelelő tápanyagellátás (nitrogén, kálium, foszfor);
- talaj megfelelő fizikai állapota, tömör záróréteg megszüntetése (vetésforgó alkalmazása, talajlazító növények termesztése, a művelés mélységének változtatása, időnkénti talajlazítás);
- tarlóhántás utáni felületzárás hengerrel lehetőleg egy menetben a tarlóhántással;
- talajtakarás;
- alapművelés elmunkálása;
- direktvetés;
- öntözés.

Jégkár elleni védekezés (Apáti, 2016a):

- jéggháló;
- jégágyú, repülő, rakéta.

Fagy elleni védekezés (Apáti, 2016b):

- szélgép;
- korona feletti fagyvédelmi öntözés;
- paraffingyertyás ültetvényfűtés;
- fagyvédelmi gépek alkalmazása (*Frostbuster*, *Frostguard*);
- fagy előtti levéltrágyázás.

A felsorolt agrotechnikai elemeken túl a klímaváltozás negatív hatásai elleni védekezés kapcsán mindenképpen érdemes kitérni három olyan művelési módra – a precíziós gazdálkodásra, a talajkímélő művelésre és az öntözéses gazdálkodásra –, amelyekkel érdemben mérsékelhetők a klímaváltozás hatásai.

Precíziós mezőgazdaság

A precíziós növénytermesztés olyan műszaki, informatikai és termesztéstechnológiai alkalmazások összessége, amelyek lehetővé teszik a táblán belül változó körülményeknek megfelelő művelést, ezáltal hatékonyabbá teszik a termelést, csökkentik az inputanyagok felhasználását, valamint a feleslegesen kijuttatott szerek csökkentésével segítik a környezetkímélő gazdálkodást (Győrffy, 2000; Stombaugh *et al.*, 2001; EIP-AGRI, 2015).

A precíziós gazdálkodás egyik fő jellemzője, hogy a gazdálkodás minden szakaszában – adatgyűjtés, adatfeldolgozás, döntéshozatal, beavatkozás – kiemelt szerepet kapnak az infokommunikációs tech-

nológiák a pontos mérések, a szabályozás és a számítógépes vezérlés során. Másik meghatározó jellemzője, hogy figyelembe veszi az adott termelési egységen belüli eltérő körülményeket, és azok alapján változtatja a kezelések jellemzőit (Kemény *et al.*, 2015b).

A precíziós növénytermesztés főbb lépései (Grissoet *al.*, 2009; Lencsés, 2013):

1. Aktuális információk áttekintése: talajvizsgálati térképek, károsító- és kártevőtérképek, csapadékadatok áttekintése, korábbi növénytermelési információk.
2. Hozam adatok gyűjtése: hozamváltozékonyságok meghatározása.
3. Eredmények vizsgálata.
4. Adatok kiértékelése: döntés alapjául szolgáló térképek elkészítése.
5. Stratégia kidolgozása, kezelési tervek kidolgozása.

A természeti adottságoknak való jobb megfelelés, a nagyobb termésmennyiség és kisebb környezet-terhelés okán a precíziós gazdálkodás olyan kihívásokra jelenthet választ, mint a klímaváltozás, a természeti erőforrások szűkössége, a növekvő népesség nagyobb élelmiszerigénye, valamint a fenntarthatóság. A pontos mérések és a helyi adottságokhoz való megfelelő alkalmazkodás révén csökken a termelés kockázata, mérséklődik a termés-, ezáltal a jövedelemkockázat és kiszámíthatóbbá válik a gazdálkodás.

Az AKI-ban készült, a precíziós gazdálkodás hatására vonatkozó legfrissebb vizsgálatok (Molnár *et al.*, 2018) alapján a búza hozamánál +6–23 százalékos, a kukoricáénál –3 – +30 százalékos, a napraforgónál +5–29 százalékos többletet eredményez a technológiaváltás, miközben a repcénél és az őszi árpánál nem sikerült a rendelkezésre álló adatok birtokában ilyen megállapítást tenni.

A termelési érték tekintetében magasabbak az említett arányszámok, a búzánál +8–38 százalékos, a kukoricánál +2–44 százalékos, a napraforgónál +7–49 százalékos többletérték mutatkozik. A többlet-értéket jellemző, esetenként széles intervallumokat az magyarázza, hogy a precíziós technológia előnyei nagyban függenek az adott év időjárásától, a talajadottságoktól, valamint a gazdálkodás színvonalától. A pontosabb gazdálkodás előnyei elsősorban a kedvezőtlenebb adottságú időszakokban és területeken mutathatók ki, ahol a hagyományos műveléssel csak korlátozott eredmények érhetők el.

A precízebb technológia, a ráfedés- és kihagyásmentes művelés eredményeként általában véve azt várnánk, hogy az áttéréssel csökken az inputfelhasználás. Vizsgálataink ennek éppen az ellenkezőjét támasztották alá, ugyanis a hozamokhoz hasonlóan az inputfelhasználás szintjében is jellemzően többlet mutatkozott. A búzánál –4 – +47 százalékkal, a kukoricánál 0–38 százalékkal, a napraforgónál –2 – +31 százalékkal haladta meg az egy hektárra vetített termelési költség a hagyományos technológiáét.

A nagyobb inputfelhasználás és a környezeti fenntarthatóság nem áll ellentétben egymással, ugyanis precíziós kijuttatással (a megfelelő inputot a megfelelő kultúrának, a megfelelő időpontban és fizikai helyen) a tápanyagot a növény teljes egészében képes felvenni és hasznosítani, ezáltal környezeti károsodás nélkül folyhat a termelés. Ezt figyelembe véve a precíziós gazdaságok számára a környezeti határértékek is megemelhetők.

Az önköltség tekintetében már valamivel alacsonyabbak a precíziós technológia többletráfordításai, sőt a ráfordítások csökkenése is nagyobb eséllyel következhet be. Ez magától értetődő, hiszen hozamnövekedés történik, amelynek eredménye, hogy a termékegységre eső költség mérséklődik. A búzánál –17 – +29 százalékos, a kukoricánál –8 – +22 százalékos, a napraforgónál –14 – +20 százalékos különbség mutatható ki a szántásos műveléshez képest.

Amennyiben a ráfordítások növekedését a termelési érték növekedése meghaladja, úgy javul az ágazat jövedelme. A búzánál és a napraforgónál vizsgálataink szerint ez egyértelműen így alakul, előbbinél

+23–123 százalékos többletjövedelem, utóbbinál +10–95 százalékkal nagyobb eredmény realizálható. A kukoricánál nem minden esetben következett be jövedelemnövekedés, itt előfordulhat 17 százalékos kiesés, de akár 105 százalékkal magasabb jövedelem is.

A precíziós technológia Magyarországon jelenleg még kevésbé elterjedt. A technológia alkalmazásáról készült felmérés (Kemény *et al.*, 2017) alapján a precíziós technológiát az első üzem (a válaszadók körében) 2004-ben kezdte el alkalmazni. Elterjedését kezdetben lassú felfutás jellemezte 2012-ig, azt követően lényegesen dinamikusabbá vált a folyamat.

A helyspecifikus gazdálkodás a mezőgazdaságon belül a szántóföldi növénytermesztésben fordul elő a leginkább, mivel az ágazat jövedelempozíciójából adódóan itt álltak rendelkezésre azok a források, amelyek az egyébként költséges technológia bevezetéséhez szükségesek. A növénykultúrák között az őszi búza mind a művelt terület mérete (4161 hektár), mind a termesztők száma tekintetében élen jár a precíziós technológia alkalmazásában, majd azt követi a kukorica, a napraforgó és a repce.

Általában véve az alkalmazott technológiai elemek közül a táblakontúr felvétele a leggyakoribb, majd a precíziós talajminta-vételezés, valamint a tápanyag-kijuttatási terv készítése szerepel sorrendben a következő két helyen. Míg a búzánál és a repcénél a tápanyag-utánpótlásban volt leginkább jellemző a precíziós technológia alkalmazása, addig a kukoricánál és a napraforgónál a vetésben. A növények többségénél ez a két művelési elem szerepelt az első két helyen, miközben a növényvédelemben és a talajművelésben már kisebb mértékben alkalmaztak precíziós elemeket, a betakarításban pedig elenyésző mértékben. Ez utóbbi alól csak a repce képez kivételt, a precíziós módon végzett betakarítás aránya 35,0 százalékot tett ki.

Talajkímélő (talajvédő) művelés

A környezeti tudatosság jegyében a precíziós gazdálkodással párhuzamosan egy másik művelési mód elterjedése is folyamatban van, ez pedig a talajkímélő művelés, amelynek célja a talaj megfelelő fizikai-kémiai állapotban tartása. A precíziós gazdálkodás és a talajkímélő művelés egymást kiegészítő technológiák, és mindkettő igényli az innovatív gazdálkodói szemléletet, így a gyakorlatban az a jellemző, hogy az újdonságok iránt fogékony gazdálkodók mindkettőt alkalmazzák.

A talajkímélő művelés a talajállapot és a talajélet javítását, a talajnedvesség megőrzését, a humusztartalom növelését tűzi ki célul. Alapelvei közt szerepel a csökkentett menetszámú talajművelés, a talaj takarása szerves anyaggal, valamint a vetésgorgó. Az alkalmazott technikák közé sorolható a talajművelés mellőzése (*no tillage*), a zóna-, sáv- vagy sorművelés, a takaró- és zöldtrágyanövények ültetése, a talaj takarása növényi maradványokkal, a direktvetés, valamint a gyomnövények elleni védekezés kontakt gyomirtókkal (Underwood *et al.*, 2013). Ez a művelésmód azonban nem alkalmazható minden talaj esetén, speciális felszerelést és új gazdálkodási ismereteket igényel (Kemény *et al.*, 2015b).

A talajkímélő művelés előnye, hogy

- a műveletek összevonása, illetve elhagyása akár 50 százalékkal is csökkentheti a hektáronkénti idő- és energiafelhasználást (Birkás, 2008; Husty, 2015) és kedvezőbb fizikai, biológiai talajállapot alakul ki;
- a mulcs segíti a talajnedvesség megőrzését, védi a talajt a nyári klímakárok és a heves záporok ellen, és segíti az eróziós károk elkerülését (Birkás, 2008);
- a talaj magasabb szervesanyag-tartalma okán a kémiai anyagok használata csökken;
- a bakhátak későbbi magasítása mechanikai gyomirtást jelent, a bakhátak közt elhelyezett tarlómaradványok pedig vízmegtartó és taposási kárt csökkentő szerepet töltenek be (Birkás, 1997);
- mérsékeltebb vízvesztesség, aszálykárok csökkentése.

A talajkímélő művelés az aszály elleni védekezésnél bír kiemelt jelentőséggel, az ott felsorolt agrotechnikai elemek nagy része lényegében az okszerű talajművelést jelenti, és felfedezhetők a talajkímélő művelés főbb elemei között. Emellett hasznos lehet az erózió és belvíz elleni védelemnél. A talajerózió sok esetben talajkímélő művelési módszerekkel (mulcshagyó művelés, sávművelés) és talajtakaró növények alkalmazásával elkerülhető, más esetekben szükség van a rétegvonalas művelésre. Ilyenkor a műveletek iránya mindig merőleges a lejtés irányára – csökkentve ezzel a lefolyó víz sebességét –, ezáltal csökkenti az erózió kialakulását. Önmagában a rétegvonalas művelés 2-10 százalékos lejtésű területeken hatékony. Ennél meredekebb területeken, illetve barázdás és árkos erózió megjelenésekor célszerűbb az átjárható füvesített rétegvonalsávok vagy vízelvezetők kialakítása (KITE, 2016).

Az AKI felmérése (Kemény *et al.*, 2017) alapján a talajkímélő művelés hatásai korlátozottabbak a precíziós gazdálkodásénál. A hozam tekintetében a talajkímélő művelést végzők több mint egyharmada nem tapasztalt változást, 29,5 százaléka pedig kisebb mértékű növekedést figyelt meg, továbbá viszonylag sokan számoltak be a hozam kisebb mértékű csökkenéséről is.

A talajkímélő gazdálkodást végzők körében a legkedveltebb művelési elemnek a csökkentett menet-számú talajművelés bizonyult, ez utóbbit a válaszadók 81,3 százaléka alkalmazta. Altalajlazítást és forgatás nélküli talajművelést végzett a kitöltők további számottevő hányada, 68,8, illetve 66,1 százalék. Direktvetést a talajkímélő gazdálkodók 32,1 százaléka, mulcshagyó művelést közel egynegyede alkalmazott. A sávos művelés, a vetőkultivátoros vetés és a bakhátas művelés kevésbé volt elterjedt művelési elem.

Öntözéses gazdálkodás

A hazai szakemberek egyetértenek abban, hogy a magyarországi mezőgazdasági termelés számára az öntözés jelentős fejlődési lehetőségeket tartogat. A klímaváltozás hatására a szélsőséges időjárási jelenségek térségünkben is fokozatosan erősödnek, mely szélsőségek közül az egyik leghangsúlyosabb az aszályos időszakok gyakoribb előfordulása. Az öntözéses gazdálkodás kiterjesztésével mérsékelhetők a vízhiányos időszakok negatív hatásai.

Magyarországon alacsony az öntözött területek aránya: a potenciálisan öntözhető növények által lefedett 2696 ezer hektáros területből nagyságrendileg mindössze 68 ezer hektárt (2,5 százalék) öntöznek. Az EU-ban 8 százalék, az USA-ban 13 százalék feletti ez az arány. Az öntözés alacsony elterjedtsége elsősorban a mezőgazdasági termelő és a vízgazdálkodó közötti térbeli és időbeli aszimmetriára vezethető vissza; az öntözésfejlesztés nagy területen gazdaságos, miközben a birtokstruktúra szétaprózott, és a termelői együttműködési hajlandóság alacsony, illetve a vízgazdálkodási beruházás hosszú időtávú beruházás, amellyel a rövid távú bérleti szerződések állnak szemben. Emellett a vízjogi engedélyezési rendszer bonyolultsága, a nehezen hozzáférhető, nem megfelelő mennyiségű öntözővíz, illetve a fejlesztéshez szükséges források hiánya is nehezíti az öntözés elterjedését.

Az öntözés iránti igény és az öntözésre rendelkezésre álló víz mennyisége egyaránt természeti tényezők függvénye. Az öntözés szükségességét és körülményeit az éghajlat, időjárás (elsősorban a csapadék-, hőmérséklet- és párolgási viszonyok), a domborzat (lejtésviszonyok, kitettség, mikrorelief), a talajvízviszonyok (talajvízszint terep alatti mélysége, ingadozása, a talajvíz utánpótlásának körülményei, kémiai összetétele, fizikai félesége) és a talajhasználat módja (művelési ágak, vetésszerkezet, agrotechnikai rendszer) határozzák meg. Az öntözés lehetőségei mindenekelőtt a rendelkezésre álló, megfelelő minőségű vízkészletektől és a terület domborzatától függenek, ugyanakkor számos esetben technikai vagy gazdaságossági korlátot jelentenek a talajadottságok (pl.: túl nagy szivárgási veszteségek; termékenységét korlátozó tényezők; „szárazgazdálkodásban” rejlő lehetőségek kihasználatlansága stb.). Ilyen körülmény lehet például, ha az öntözés hatására kedvezőtlen talajtani változások (elvizenyősödés, láposodás, szikesedés stb.) prognosztizálhatók.

Somlyódy (2011) külön felhívja a figyelmet az éghajlatváltozás által generált, a vízgazdálkodást érintő súlyos folyamatokra:

- A területi és az időbeli szélsőségek fokozódnak, ez csökkenti a hasznosítható készleteket és növeli a külföldről érkező vizekre való ráutaltságot.
- A tározás és a vízáteremtés jelentősége nő. A kisvízfolyásokon tározás nélkül gyakorlatilag nem lesz felhasználható készlet a nyári időszakban, ugyanakkor a tározás hidrológiai feltételei romlanak.
- Drasztikusan növekedhet az öntözés és a halastavak vízigénye.
- Az Alföldön a hasznosítható felszín alatti vízkészletek akár 50 százalékkal csökkenhetnek, ez az ivóvízellátást is veszélyeztetheti, illetve ha a felszín alatti vizekből történő ivóvízellátás prioritása megmarad, úgy nem lesz forrás például az öntözés céljára.

Az öntözéses gazdálkodást akkor célszerű bevezetni, amikor a termelési, gazdálkodási színvonal a száraz körülmények között elérhető jövedelmezősségnél kedvezőbb, vagyis a természetesen rendelkezésre álló csapadék – mennyiségében és eloszlásában – kisebb jövedelmet biztosít az öntözéses termeléssel összevetve (Kereszturszky *et al.*, 1998).

A jelenleg nem öntözött területből az AKI beruházás-gazdaságossági számításai szerint (Kemény *et al.*, 2018) felszíni vízkinyeréssel további 337,2 ezer hektárt, felszín alatti vizekből 44,8 ezer hektárt lenne lehetőség gazdaságosan öntözni. Előbbiből 325,0 ezer hektárt a szántóföldi növények, 5,8 ezer hektárt a szántóföldi zöldségek, 5,9 ezer hektárt gyümölcsösök, 0,6 ezer hektárt pedig a szőlő tenne ki. A felszín alatti vízkészletekből a már most is öntözött 3 ezer hektár terület nagyságrendileg 45 ezer hektárral emelkedhetne: a gyümölcsösök területe 38,1 ezer hektárral, a szántóföldi zöldségnövényeké 6,3 ezer hektárral, a szőlőé pedig 0,3 hektárral növelhető gazdaságosan.

Az öntözésfejlesztés megvalósításához a gazdálkodók részéről a felszíni öntözőrendszereknél 126,8-147,2 milliárd forint beruházásra, a felszín alatti vizeknél 24,9-28,0 milliárd forint fejlesztésre volna szükség, vagyis együttesen 151,7-175,2 milliárd forintra becsülhető a forrásigény. Ezek az összegek nem tartalmazzák a vízügyi beruházások nagyságát, amely ahhoz szükséges, hogy az öntözővíz a táblán egyáltalán rendelkezésre álljon.

Az öntözési beruházásoknak köszönhetően összesen 1,1 millió tonnával nagyobb termést realizálhatna az ágazat, melynek becsült értéke 135,6 milliárd forint. A többlethozamból 0,9 millió tonna a felszíni vízből megvalósuló, míg 0,3 millió tonna a felszín alatti forrásból származó öntözéshez köthető. A termelésiérték-többletből 58,3 milliárd forint a felszíni öntözőrendszerek fejlesztésének tulajdonítható, míg 77,3 milliárd forint a felszín alattinak.

Összefoglalás

A klímaváltozás és az azzal összefüggésben felmerülő kockázatok a természeti tényezőknek való fokozott kitettség miatt a mezőgazdaságot jobban érintik, mint más ágazatokat. Az egyre szélsőségebb időjárás olyan kihívást jelent a mezőgazdaságból élőknek, amelyre a termelőknek tudatosan kell készülniük. Egyfelől saját maguk is sokat tehetnek az esetleges kockázatok mérséklése érdekében gazdaságukon belül, másfelől az időjárási kockázatok kezelése céljából Magyarországon 2012-ben bevezetésre került a Mezőgazdasági Kockázatkezelési Rendszer, amelynek első pillére az agrárkárenyhítés, másik pillére a díjtámogatott biztosítási rendszer.

A kockázatkezelési rendszer I. pillérében a termelők létszáma 2016-ban meghaladta a 73,5 ezer főt. Az általuk befizetett, éves szinten nagyságrendileg 4,2 milliárd forintot kitevő kárenyhítési hozzájárulás hasonló összegű állami támogatással egészül ki, és szolgál fedezetként a felmerülő károk enyhítésére.

Az I. pillér „jól vizsgázott” az elmúlt időszakban. A kárenyhítési pillérben rendelkezésre álló források minden évben fedezetet nyújtottak a keletkezett kárenyhítési juttatások iránti igényre, amelyben a kedvező időjárási feltételek is szerepet játszottak. Kijelenthető, hogy van létjogosultsága a rendszernek, vizsgálataink továbbá alátámasztották, hogy a rendszer konszolidálódott a kezdeti időszakhoz képest, a bejelentések és a jogosnak megítélt kárenyhítő juttatás iránti kérelmek száma jelentősen közelített egymáshoz.

A kockázatkezelési rendszer II. pillérében a díjtámogatott és kiegészítő biztosítások száma ugyancsak emelkedett az elmúlt öt évben, a 2012. évi 3793-ról 11 193-ra nőtt 2016-ra. Ezzel együtt a díjbevétel is dinamikus (több mint ötszörösére) bővült, 1,5 milliárd forintról 8,2 milliárd forintra.

A rendszer lefedettsége az egyes ágazatokban változó, a szántóföldi növénytermesztés vetésterületének 29 százalékára, az ültetvények területének 7 százalékára, a zöldségkultúrák területének 36 százalékára kötöttek díjtámogatott biztosítást a termelők 2016-ban.

Az elmúlt öt évben a legnagyobb károkat a II. pillérben a jégeső és az aszály, valamint a viharok okozták. A kárkifizetések között a jégesőkár dominált 2012–2016 között, összességében a kifizetések több mint 80 százaléka emiatt a kárnem miatt keletkezett kártérítéseket fedezte. Az aszálykár a kifizetések 5-6 százalékát, a viharkár 3-13 százalékát jelentette ugyanezen időszakban. A jégkár mint domináns veszélynem elleni védekezést fogja szolgálni 2018-tól az MKR harmadik pillére, az országos jégeső-elhárító rendszer.

Az egyes kárnemek elleni védekezés céljából különböző agrotechnikai eszközök állnak a gazdálkodók rendelkezésére, úgymint talajtakarás aszály esetén, megfelelő tápanyagkijuttatás, jég esetén jéggháló, vagy fagy ellen ültetvényfűtés. Továbbá a szántóföldi növénytermesztésnél a precíziós gazdálkodás, a talajkímélő művelés vagy az öntözéses gazdálkodás együttes vagy önálló bevezetésével is sokat tehetnek a gazdálkodók annak érdekében, hogy csökkentsék kockázataikat.

A precíziós növénytermesztés a táblán belül változó körülményeknek való jobb megfelelés, az inputanyagok optimálisabb kijuttatása révén teszi hatékonyabbá a gazdálkodást.

A talajkímélő művelés az aszály elleni védekezésnél bír kiemelt jelentőséggel, az ott felsorolt agrotechnikai elemek nagy része lényegében az okszerű talajművelést jelenti, és felfedezhetők a talajkímélő művelés főbb elemei között, emellett hasznos lehet az erózió- és belvíz elleni védelemnél.

Az AKI felmérése (Kemény *et al.*, 2017) alapján a talajkímélő művelés hatásai korlátozottabbak a precíziós gazdálkodásénál.

A klímaváltozás hatására a szélsőséges időjárási jelenségek térségünkben is fokozatosan erősödnek, mely szélsőségek közül az egyik leghangúlyosabb az aszályos időszakok gyakoribb előfordulása. A magyarországi mezőgazdasági termelés számára az öntözés jelentős fejlődési lehetőségeket tartogat, mivel annak elterjesztésével mérsékelhetők a vízhiányos időszakok negatív hatásai.

Az öntözési beruházásoknak köszönhetően összesen 1,1 millió tonnával nagyobb termést realizálhatna az ágazat, melynek becsült értéke 135,6 milliárd forint. A többlethozamból 0,9 millió tonna a felszíni vízből megvalósuló, míg 0,3 millió tonna a felszín alatti forrásból származó öntözéshez köthető.

4. FEJEZET: A TERMELŐK ALKALMAZKODÁSI DÖNTÉSHOZATALÁT MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐK

A fejezet szerzői:

Hamar Anna (MTA Közgazdasági és Regionális Kutatások Központja)

Király Gábor (Agrárgazdasági Kutató Intézet)

Koós Bálint (MTA Közgazdasági és Regionális Kutatások Központja)

Vásáry Viktória (Agrárgazdasági Kutató Intézet)

Bevezetés

A tanulmány előző fejezetei részletesen beszámoltak az éghajlatváltozás és a hazai mezőgazdasági termelés összefüggéseiről a várható hatások szempontjából. Bemutatásra kerültek a Kárpát-medence térségében megfigyelt trendszerű változások és ezeknek a trendeknek közép- és hosszú távú projekciói, a változó éghajlat hatásait vizsgáló növényélettani modellek, valamint a hazai agráriumban jellemző kockázatkezelési gyakorlatok. A tanulmány jelen fejezetének célja, hogy az éghajlatváltozáshoz történő alkalmazkodás problémakörén keresztül is megvizsgálja az ágazat helyzetét.

Az Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC) sorrendben ötödik jelentésének hatásokkal, alkalmazkodással és sérülékenységgel kapcsolatos munkája egyértelműen rámutat arra, hogy megfelelő alkalmazkodás nélkül az éghajlatváltozás hatásai negatívan fogják érinteni a legfontosabb mezőgazdasági kultúrák termesztését. Az alkalmazkodás szükségszerűsége elsősorban az éghajlat változásának mértékétől, a földrajzi elhelyezkedéstől, valamint a rendelkezésre álló gazdasági, környezeti és társadalmi erőforrásoktól függ. Éppen ezeknek a meghatározó tényezőknek a sokszínűsége és összetettsége lehet a magyarázat arra, hogy az alkalmazkodáskutatás az egyik legdinamikusabban fejlődő kutatási irányvonal az éghajlatváltozás tudományágon belül (Porter *et al.*, 2014).

Az alkalmazkodás vizsgálata viszonylag új keletű kutatási irány, hiszen a klímaváltozás mezőgazdaságra gyakorolt hatásaival foglalkozó korai írások még figyelmen kívül hagyták a gazdálkodók megváltozó éghajlati körülményekre adott reakcióját, s egyszerűsítéssel élve azt feltételezték, hogy a megváltozó éghajlati körülmények ellenére is a korábbi gyakorlatot folytatják majd (Rosenzweig, 1985; Smit *et al.*, 1989). A későbbi hatásvizsgálatok már feltételezték, hogy a mezőgazdaság egésze alkalmazkodik a változó átlagos hőmérsékleti és csapadékviszonyokhoz (Easterling *et al.*, 1992), de gazdálkodói szintű vizsgálatokra csupán a 90-es évek utolsó harmadában került sor (Chiotti *et al.*, 1997; Smit *et al.*, 1997). Az üzemszintű alkalmazkodás vizsgálatával lehetővé vált annak feltérképezése is, hogy ne csupán az átlagos hőmérsékleti és- csapadékviszonyok alakulását, hanem ezek érzékelt változékonyságát, a tapasztalt szélsőségeket helyezték a vizsgálódás középpontjába (Smit és Skinner, 2002).

Az emberi viselkedés hatékony megváltoztatása érdekében az alkalmazkodás során figyelembe kell venni a helyi társadalmi, kulturális, politikai és gazdasági kontextusokat (Davidson, 2016). Ennek megfelelően jelen fejezet két nagyobb részre tagolódik:

- az első alfejezet az adaptációt meghatározó intézményi-jogszabályi környezetet tekinti át;
- a második alfejezet az üzemszintű alkalmazkodás jellemzőit és tényezőit vizsgálja meg.

A fejezet központi kérdései a következők:

- Mennyiben segíti a hazai jogszabályi, intézményi környezet a gazdálkodók adaptációját?
- Vannak-e jelei annak, hogy a hazai termelők már megkezdték a változó éghajlati körülményekhez történő alkalmazkodást?
- Mi jellemzi a klímaváltozás hatásaihoz alkalmazkodó termelőket, s az adaptáció során milyen információforrásokra, intézményekre, szereplőkre hagyatkoznak?
- Milyen tényezők hátráltatják, illetve segítik az alkalmazkodási folyamatot?
- A kapott válaszok segítségével milyen javaslatok tehetők a szakpolitikai döntések megalapozása érdekében?

4.1. Az éghajlatváltozáshoz történő alkalmazkodás intézményi környezete

A klímaváltozással kapcsolatos szakpolitikai intézkedések kiértékelése, felmérése során számos tényező – pl. intézményi kapacitásszükséglet, környezeti hatékonyság, költséghatékonyság, a gazdasági és tudományos bizonytalanságok tolerálásának képessége, illetve egyéb nemzeti szakpolitikai szempontok – figyelembevételére van szükség (OECD, 2003). Ebben az alfejezetben a mezőgazdasági szektorhoz kapcsolódó intézményi hálózat és annak alkalmazkodást segítő szerepe áll a középpontban. Célunk a hazai gazdálkodók alkalmazkodási döntéseinek meghozatalát befolyásoló és segítő intézményi környezet bemutatása, különös tekintettel a gazdálkodókat segítő szaktanácsadóka, valamint a rendelkezésre álló intézményi kapacitások és esetleges hiányok feltárása. A szerzők a vonatkozó hazai és nemzetközi szakirodalmi alkotásokra, szakértői interjúk tartalomelemzésére és két, jelen kutatás keretében elvégzett kérdőíves adatfelvételre támaszkodtak.

Intézmények szerepe az éghajlatváltozás kutatásában

Az intézmény definíciója az institucionalista elmélettel párhuzamosan fejlődött. A régi intézményi közgazdaságtanban a szokás mint fogalom játszott központi szerepet. Furubotn és Richter szavaival élve: „az intézmények az embereket jellemző gondolkodási szokásokat jelentik, amelyek a megszokással és az általános elfogadással válnak nélkülözhetetlenné és egyben axiómává.” (Furubotn és Richter, 1991: 35) Az új intézményi közgazdaságtanban ugyanakkor az intézmények formális szabályok (alkotmány, jogrend, törvények, szabályozások), informális korlátok (hagyományok, viselkedési normák, önkikényszerítő szerződési szabályok) és azok kikényszerítő mechanizmusai töltik be ezt a szerepet (North, 1992). North szerint a szervezet nem egyenlő az intézménnyel, a szervezet „játékos”, vagyis közös szándékkal bíró egyének csoportja, például politikai szervezet (párt, városi vezetés, szabályozó hatóság); gazdasági egység (vállalat, szakszervezet, családi vállalkozás, szövetkezet); társadalmi szervezet (egyház, klub, sportszövetség). Keohane (1988) ezzel szemben a következőképpen fogalmaz: az intézmények nem csupán különálló szervezetek (pl. kormányzati szervek), hanem sokkal inkább azok a szabályozások, folyamatok vagy gyakorlatok, amelyek meghatározzák az egyes szereplők magatartását, korlátozzák azok cselekedeteit és formálják elvárásaikat. Az intézmények hosszú távon működnek a formális vagy informális hatalom azon forrásaiként, amelyek strukturálják az egyének, cégek, civil szervezetek, kormányzati szervek és egyéb entitások közötti ismételt interakciókat. Így az intézményi kapacitás tágabb értelemben képviseli azt a megfelelő környezetet, amely megteremti az egyének és a szervezetek együttműködésének alapját.

Az éghajlatváltozás intézményi kontextusával foglalkozó kutatások az intézmények fogalmát tágan értelmezik (beleértik a nemzetközi szerződéseket, a nemzetállami hatáskörű intézeteket vagy a helyi civil szervezeteket), és azok szerepét kiemelkedően fontosnak tartják a változás hatásaihoz való alkalmazkodás elősegítésében (Jones *et al.*, 2014).

Az éghajlatváltozás hatásainak kezelésében részben „klímaspecifikus”, részben „klímareleváns” kapacitásoknak van szerepe. A mezőgazdasági és erdészeti szektorban „klímareleváns” kapacitásokra van szükség (OECD, 2003). A szakirodalomban általában három szinten különböztetik meg az intézményi kapacitást: mikroszinten, azaz az egyének szintjén, mezoszinten, vagyis a szervezetek szintjén és makroszinten, azaz szélesebb intézményi kontextusban. Ez utóbbi további három szintre bontható, a szervezetek hálózatának, a kormányzásnak (közirányításnak) és a társadalmi normáknak, értékeknek, gyakorlatoknak a szintjére. Az egyének szintjén a készségeken, képességeken és a teljesítményen van a hangsúly, a szervezeteknél a menedzsmentkapacitás az elsődleges, a hálózatosodás szempontjából a szervezeteken átívelő, szervezetek közötti „horizontális” menedzsment kap szerepet. Mindezek – az egyének, a szervezetek és a szervezetek hálózatai tágabb intézményi kontextusba – a kormányzásba

ágyazódnak be. Így a kormányzás (közirányítás) általános jellemzői nagymértékben befolyásolják azokat.

A mezőgazdaság és az erdészet „klímareleváns” kapacitásszükséglete a következő:

- az egyének szintjén: a szakpolitikai irányokat megfelelően kialakítani képes kormányzati és nem-kormányzati szakértők jelenléte a szükséges létszámban, általános tréninglehetőségek, pénzügyi és nem pénzügyi ösztönzők;
- szervezetek szintjén: a szervezet egyéb küldetéseinek megfeleltetése az éghajlatváltozással kapcsolatos célkitűzésekkel;
- szervezetek hálózatainak szintjén: a szakpolitikák integrációjához szükséges mögöttes kormányzati gyakorlatok és eljárások;
- kormányzás szintjén: politikai stabilitás, megbízhatóság, a klímareleváns szakpolitikai intézkedések végrehajtásának képessége, megfelelő üzleti környezet kialakítása, civil szolgáltatások függetlensége, elegendő erőforrás összegyűjtésének képessége, jogrend, a korrupció kontrollja;
- társadalmi normák, értékek, gyakorlatok szintjén: a jogszabályok elfogadása és betartása, pozitív hozzáállás a környezetvédelemhez, állampolgári hajlandóság az együttműködésre (OECD, 2003: 18).

A klímaváltozás különböző hatásaira az egyes térségekben automatikusan úgynevezett autonóm (független) adaptációval reagálhatnak az érintett szereplők. Egyes egyének és üzleti vállalkozások képesek a piac klímaváltozás által előidézett változásaihoz alkalmazkodni. Ez az autonóm adaptáció azonban valószínűleg nem optimális a bizonytalanság, a tökéletlen információ és a pénzügyi korlátok következtében, vagyis az adaptáció nem hárítható kizárólagosan az egyénekre vagy vállalkozásokra, mivel bizonyos adaptációs tevékenységek még akár növelhetik is az ökoszisztémák sérülékenységét. Ezért szükséges az autonóm adaptációs válaszreakciók kontrollja, illetve irányított – tervezett – adaptációs beavatkozások is indokoltak lehetnek (Smit *et al.*, 2001; EC, 2009) (19.).



19. ábra: Az adaptációs képesség jellege

Megjegyzés: A szándékosság jellegén túl (autonóm vagy tervezett adaptáció) az adaptáció megkülönböztethető az időzítés, az időbeli vagy területi hatókör, a funkció/hatás, a forma vagy a teljesítmény alapján (lásd Smit *et al.*, 1999).

Forrás: Smit *et al.* (1999) alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

A tervezett adaptáció jelentősége és mértéke függ az egyes régiók autonóm adaptációs képességétől és kitettségének mértékétől. Ez azt jelenti, hogy csupán abban az esetben nincs rá szükség, ha a régió autonóm adaptációs képessége magas és a kitettség alacsony, azaz képes a fenntartható fejlődésre. Minden egyéb esetben – legyen a régió önálló fennmaradásra képtelen, alacsony kockázatú, stagnáló vagy leépülő, esetleg gyors fejlődési lehetőséggel bíztató, de egyidejűleg nagy kockázatot magában hordozó – a tervezett adaptációs beavatkozás elkerülhetetlen (Farkasné, 2012). A dinamikus keretek között értelmezendő (azaz állandóan változó) adaptációs képességet különböző, lokációtól független, általános és az éghajlatváltozáshoz kapcsolódó specifikus dimenziók – többek között az intézményi dimenzió – mentén lehet befolyásolni (ESPON, 2013). Az ESPON-tanulmány szerint megfelelő intézményi működés indikátorként használható a kormányzati hatékonyság vagy a nemzeti alkalmazkodási stratégia.

Az intézmények elsősorban tudásátadás, információmegosztás vagy eszközök (pl. pénzügyi támogatások) biztosítása révén teremtenek lehetőségeket az alkalmazkodás ösztönzésére és hatékony megvalósulására. Ugyanakkor nem csupán lehetőségeket biztosíthatnak, hanem hátráltatói is lehetnek a folyamatnak. Kutatások sora bizonyítja, hogy az elégtelen intézményi kapacitás, a diszfunkcionális működés akadályozza, késlelteti az adaptáció folyamatát. Kapacitáshiánynak tekinthető, ha nem áll rendelkezésre elegendő pénzügyi erőforrás az intézményen belül, vagy például ha hiányzik a megfelelő szakértelem, illetve ha a célok, eszközök, módszerek nem megfelelőek. Az is látható, hogy az intézmények leggyakrabban épp az általuk megszabott jogi és szabályozási feltételekkel késleltetik az alkalmazkodási folyamat elindulását (Kleinet *al.*, 2014).

Az intézményi kontextus bemutatása a globálistól a nemzeti szintig

A klímaváltozással kapcsolatos szabályozási környezet nemzetközi, uniós és hazai szinten értelmezendő. A főbb vonatkozó jogszabályok és stratégiák az alábbiak (Botos, 2017):

Nemzetközi jogszabályok:

- ENSZ éghajlatváltozási keretegyezmény (1992)
- Kiotói jegyzőkönyv (1997), Dohai módosító jegyzőkönyv
- Párizsi megállapodás (2015)
- Montreáli jegyzőkönyv módosítására vonatkozó Kigaliban létrejött megállapodás (fejlett-fejlődő csoport)

Szabályozási környezet uniós szinten (előzmények, részletek megtalálhatók az európai uniós joghoz hozzáférést biztosító eur-lex portál éghajlatváltozás elleni küzdelemmel foglalkozó oldalán¹⁸):

- Mérséklés:
 - Európa 2020 stratégia;
 - 2021–2030 közötti időszakra szóló integrált éghajlat- és energiapolitikai keret;
 - 2050-es célkitűzések.
- Alkalmazkodás:
 - Fehér Könyv (2009);
 - Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodásra vonatkozó uniós stratégia (EC, 2013).

¹⁸ Lásd: <http://eur-lex.europa.eu/summary/chapter/environment/2001.html?root=2001>.

Szabályozási környezet Magyarországon (előzmények, részletek megtalálhatók a 2012-ben megnyílt Európai Klímaadaptációs Platform elnevezésű honlapon¹⁹, valamint a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer [NATÉR] honlapján²⁰):

- NÉS1 – NÉS2 = mitigáció (20.) + alkalmazkodás (21.)
 1. Hazai dekarbonizációs útiterv.
 2. **Nemzeti alkalmazkodási stratégia.**
 3. „Partnerség az éghajlatért” szemléletformálási terv.
 4. Éghajlatváltozási Cselekvési Terv.

A mitigációval kapcsolatos 54 különböző típusú hazai intézkedés mintegy harmada kapcsolódik valamilyen formában az agrárgazathoz (20.).

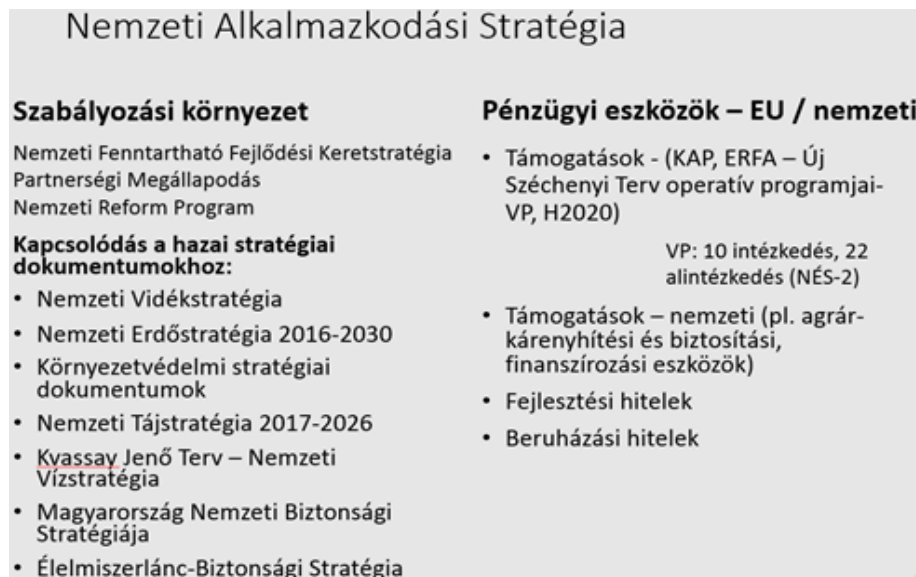
Mitigáció Szakpolitikák és Intézkedések (SZ&I)		
Típusok	Jellemzők Magyarországon	
- Gazdasági eszközök - Szabályozások - Tájékoztató programok - Közjavak kormányzat által történő előállítása - Önkéntes megállapodások	54 SZ&I (2 csoportos, 52 egyedi), ebből: - 24 gazdasági eszköz - 1 oktatási/nevelési - 3 pénzügyi - 3 tájékoztatással kapcsolatos - 14 tervezési - 11 szabályozási - 1 önkéntes	Szektoronként: - - 2 mezőgazdaság - 3 horizontális - 14 energiafogyasztás - 8 energiaellátás - 12 földhasználat, földhasználat-váltás és erdészet - 17 szállítás - 9 hulladékkezelés (3)
EEA adatbázis	Felelős intézmények: FM, Miniszterelnökség	←

20. ábra: Mitigáció: szakpolitikák és intézkedések

Forrás: EEA (2017c) alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

¹⁹ Lásd: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/hungary>.

²⁰ <http://nater.mbfisz.gov.hu/hu/node/2>.



21. ábra: Nemzeti Alkalmazkodási Stratégia Magyarországon

Forrás: European Climate Adaptation Platform²¹ alapján Forrás: EEA (2017c) alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

Az Európai Unió tagjaként Magyarországnak a közösségi stratégia megvalósításához kell igazítania a mitigációs és alkalmazkodási tevékenységét. A tagállamok közül Magyarország az elsők között készítette és fogadta el a nemzeti éghajlatváltozási stratégiáját, amit 2013-ban felülvizsgáltak. Ennek eredményeként tervezet született a második nemzeti éghajlatváltozás stratégiára, majd a 2015-ös Párizsi szerződés hazánkra is vonatkozó kötelező vállalásai, valamint az egyezményben szereplő prioritások miatt újabb felülvizsgálat vált szükségessé. A legújabb változat a Nemzeti Alkalmazkodási Központ²² gondozásában vár parlamenti jóváhagyásra²³.

A Nemzeti Alkalmazkodási Stratégia számos egyéb hazai stratégiai dokumentumhoz kapcsolódik és végrehajtásához több különböző uniós és nemzeti pénzügyi eszköz vehető igénybe (21.). A kapcsolódó hazai stratégiai dokumentumok közül a Nemzeti Vidékstratégiának, míg a rendelkezésre álló pénzügyi források közül a Széchenyi Terv Vidékfejlesztési Program elnevezésű operatív programnak van kiemelkedő jelentősége. Ezért az alábbiakban a vidékpolitikai keretfeltételek éghajlatváltozáshoz történő alkalmazkodásban betöltött szerepét vizsgáljuk.

Vidékfejlesztési Program 2014–2020

Magyarország 2014–2020 közötti időszakra vonatkozó Vidékfejlesztési Programjában (VP) számos olyan szükséglet megnevezésére került sor, amelyek lefedik az éghajlatváltozás hatásainak mérséklésére és az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásra vonatkozó átfogó célkitűzéseket. Ezek a szükségletek elsősorban a K+F-aktivitás növelése, a hatékony energiafelhasználás, a természeti erőforrások védelme, az együttműködések, a korszerű szaktudás, az okos vízgazdálkodás, a szaktanácsadás, a fogyasztói tudatosság és a kockázatkezelés fontosságára hívják a fel a figyelmet. A szükségletekhez igazodóan több VP-intézkedés és alintézkedés tartalmaz alkalmazkodási célú beavatkozásokat (26.) (Vidékfejlesztési Program, 2014).

²¹ Lásd: https://climate-adapt.eea.europa.eu/data-and-downloads#b_start=0&SearchableText=hungary.

²² A Nemzeti Alkalmazkodási Központ a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Főosztályaként működik.

²³ Lásd még: <http://nakfo.mbfisz.gov.hu/hu/node/517>.

VP-intézkedés	VP-művelet, alintézkedés
Beruházások tárgyi eszközökbe	A vízkárelhárítás hatékonyságának javítása – vízvisszatartás létesítményeinek támogatása
	Meliorációs beavatkozások mezőgazdasági területeken
	Vízfelhasználás hatékonyságát javító öntözési gazdálkodás fejlesztése
	Fiatal Gazdák öntözési gazdálkodásának üzemben belüli fejlesztése
	Az agrár-környezetvédelmi, illetve az éghajlatváltozással kapcsolatos célok teljesítéséhez kapcsolódó nem termelő beruházásokhoz nyújtott támogatás
	Vízvédelmi beruházások
A természeti katasztrófák és katasztrófa-események által károsított mezőgazdasági termelési potenciál helyreállítása és megfelelő megelőző intézkedések	Éghajlatváltozáshoz kapcsolódó és időjárási kockázatok megelőzését szolgáló beruházások támogatása
Az erdőterületek fejlesztésére és az erdők életképességének javítására irányuló beruházások	Agrárerdészeti rendszerek létrehozása
	Az erdőgazdálkodási potenciálban okozott erdőkárok megelőzése
	Az erdőgazdálkodási potenciálban okozott erdőkárok helyreállítása
	Az erdei ökoszisztémák ellenálló képességének és környezeti értékének növelését célzó beruházások
Agrár-környezetvédelmi és éghajlattal kapcsolatos műveletek	Agrár-környezetgazdálkodási kifizetések
	Növényi genetikai erőforrások megőrzése támogatás
Ökológiai gazdálkodás	Ökológiai gazdálkodás
NATURA 2000 kifizetések és a Víz Keret-irányelvhez kapcsolódó kifizetések	Kompenzációs kifizetések erdőgazdálkodási Natura 2000 területeken
	A Natura 2000 mezőgazdasági területek tekintetében biztosított kompenzációs kifizetések
Erdő-környezetvédelmi és klímavédelmi kifizetések	Erdészeti genetikai erőforrások megőrzése és fejlesztése
	Erdő-környezetvédelmi és éghajlattal kapcsolatos szolgáltatások
Együttműködés	Az éghajlatváltozás mérséklése vagy az ahhoz való alkalmazkodás céljából végrehajtott közös fellépésekhez, illetve a környezetvédelmi projektekre és alkalmazásban lévő környezetvédelmi gyakorlatokra irányuló közös megközelítésekhez nyújtott támogatás
Kockázatkezelés	Termény-, állat- és növénybiztosítás támogatása
LEADER helyi fejlesztések támogatása	Helyi gazdaság megerősítése
	A természeti erőforrásokkal való fenntartható gazdálkodás kialakítása és a klímareziliencia fejlesztése

26. táblázat: Alkalmazkodási célú beavatkozások megjelenése a 2014–2020 közötti időszak Vidékfejlesztési Programjában

Forrás: Második Nemzeti Éghajlatváltozási Alkalmazkodási Stratégia (NFM, 2017: 197)

A hazai intézményi hálózat és a szaktanácsadók szerepének empirikus felmérése

A hazai mezőgazdasági alkalmazkodás intézményi környezetének empirikus vizsgálata során két nyomvonalon haladt a kutatás.

Egyrészt felkerestük a mezőgazdasági szektorhoz kapcsolódó, releváns tudással és tapasztalattal rendelkező szakmai, szakmaközi szervezeteket, kutatóintézeteket és államigazgatási szerveket. A célunk az volt, hogy felmérjük, mennyire van jelen az éghajlatváltozással és alkalmazkodással kapcsolatos problémakör egy-egy szakterületet, ágazatot képviselő vagy irányító intézmény működésében, illetve hogy ezek az intézmények rendelkeznek-e azokkal a kapacitásokkal, amelyek ahhoz szükségesek, hogy ellássák az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás folyamatának ösztönzését.

Másrészt a szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók kerültek a kutatás fókuszába. A mezőgazdasághoz és erdőgazdálkodáshoz köthető szakszemélyzet két csoportjának kiemelt kezelését három okkal magyarázzuk. Egyrészt hivatkozunk a fentebb már említett *Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodásra vonatkozó uniós stratégia* (EC, 2013) című dokumentum célrendszerének második pontjára. Eszerint a stratégiának feladata az alkalmazkodási döntésekhez szükséges tudás megfelelő döntéshozókhoz való eljuttatásának segítése. A tudás, az információ és a szakértelem megosztása nyilvánvalóan összhangban van a fentebb már tárgyalt intézményi szerepekkel. A szaktanácsadók és szakirányítók szerepe kulcsfontosságú, hiszen olyan közvetítő szerepet töltenek be, amely révén a gazdák közvetlenül – s számukra értelmezhető megfogalmazásban – juthatnak releváns szakmai, tudományos információkhoz. Ezt a híd szerepet az éghajlatváltozáshoz kapcsolódó alkalmazkodáskutatás már régen felismerte, s számos felmérés bizonyította, hogy azok a termelők, akik aktív részesei szakmai hálózatoknak és közösségeknek, illetve rendszeresen igénybe vesznek szaktanácsadói szolgáltatásokat, hajlamosabbak alkalmazkodási lépéseket tenni és nem mellel lépéseiket gyakrabban övezi siker (Brugger és Crimmis, 2014; Li et al., 2017; Belowaet al., 2012). A második ok a hazai Vidékfejlesztési Program szaktanácsadást célzó intézkedéseihez kötődik. A Program 2014 és 2020 között 13 milliárd forintot meghaladó összeggel kívánja támogatni a szaktanácsadás területét négy jogcímen keresztül (Mezőgazdasági, erdőgazdálkodási és élelmiszer-feldolgozáshoz kapcsolódó szaktanácsadás; Csoportos szaktanácsadás; Fiatal Gazdák kötelező tanácsadása; Szaktanácsadók továbbképzése).^{24,25} Korábban már bemutatottuk a Vidékfejlesztési Program és az alkalmazkodás kapcsolódási pontjait. A támogatási összeg nagyságából az is látszik, hogy a szaktanácsadás kiemelten fejlesztendő terület a jelenleg is futó programban. A harmadik ok, amiért a szaktanácsadói személyzetet is bevontuk a kutatásba, annak felismerése, hogy ez által lehetőség nyílt a termelők és a szaktanácsadók véleményének összehasonlítására. Az így feltárt tudásbeli különbségek és hiányok lehetőséget adnak a termelők és szaktanácsadók közötti együttműködés javítását célzó javaslatok megfogalmazására.

Módszerek

Szakértői interjúk

Harminc olyan intézményt jelöltünk ki, ahol szakértői interjút kívántunk készíteni, de megkeresésünk nem minden esetben járt eredménnyel. Előfordult, hogy a szakmai kompetencia hiányára hivatkozva kaptunk elutasítást vagy egyszerűen válasz sem érkezett a felkérésre. Végül tizenkét interjú készült el. Az interjúalanyok között volt költségvetési szerv (Miniszterelnökség Agrár-Vidékfejlesztési Stratégiai Ügyekért Felelős Helyettes Államtitkárság EMVA Főosztály; Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih) Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság; Nemzeti Fejlesztési Minisztérium

²⁴ Forrás: <https://www.palyazat.gov.hu/vp1-211-212-17-mezgazdasgi-erdgazdalkodasi-s-lelmiszer-feldolgozshoz-kapcsold-egyini-s-csoportos-szaktancsads> (utolsó elérés: 2018. 04. 17.).

²⁵ <https://www.palyazat.gov.hu/megjelent-a-szaktancsadm-tovbbkbpse-cm-felhvs> (utolsó elérés: 2018. 04. 17.).

(NFM) Fejlesztés- és klímapolitikáért, valamint Kiemelt Közzolgáltatásokért Felelős Államtitkárság; Hasonállat-génmegőrzési Központ; Országos Vízügyi Főigazgatóság) szakértője és gazdasági szervezet (Mega Trade Kft. szaktanácsadó) képviselője, valamint több szakmai érdekképviselő munkatársa (Gabonatermesztők Országos Szövetsége – GOSZ, Magyar Biztosítók Szövetsége – MABISZ, Vetőmag Szövetség, Magán Erdőtulajdonosok és Gazdálkodók Országos Szövetsége – MEGOSZ, Baromfi Terméktanács – BTT).

Kérdőíves adatfelvételek

Jelen kutatás lehetőséget adott arra, hogy mind a szaktanácsadók²⁶, mind az erdészeti szakirányítók²⁷ véleményét megismerjük ebben a témában. A Nemzeti Agrárgazdasági Kamara segítségével lehetőségünk nyílt arra, hogy a nyilvántartásban szereplő aktív tanácsadók e-mail formájában felkérést kapjanak a kérdőív kitöltésére. Az erdészeti szakirányítók esetében a szakszemélyek elérhetőségét a Nébih által vezetett, az erdészeti szakszemélyek nyilvános listájából vettük át. Az online kérdőíves adatfelvételek eredményeképpen a szaktanácsadók esetében 122 fős, az erdészeti szakirányítók esetében 49 fős mintával dolgozhattunk.

Eredmények

Az eredmények ismertetését a szakértői interjúk tapasztalatainak bemutatásával kezdjük, majd a kérdőíves adatfelvételek szaktanácsadói intézményrendszer alkalmazkodására vonatkozó kérdéseinek kiértékelésével fejezzük be.

A szakértői interjúk alapján a következő tapasztalatok fogalmazhatók meg:

- A költségvetési intézmények alapító okirataiban konkrétan éghajlatváltozáshoz kapcsolódó feladatokat jellemzően nem nevesítettek. Kivételek között említhetjük a Nébih-et, ahol az erdőgazdálkodást érintő klímaváltozás kezeléséről esik szó vagy a Nemzeti Agrárgazdasági Kamarát, amelynek 2018-as stratégiája kiemelten foglalkozik az éghajlatváltozás problémájával az öntözésfejlesztés szükségességén keresztül (NAK 2018). A szervezeti és működési szabályzatok már más képet festenek, hiszen az NFM, a Miniszterelnökség és a Nébih SZMSZ-ében is helyet kapott az éghajlatváltozásra való reagálás szükségessége. A szakmai érdekképviselők alapszabályai szintén nem nevesítik közvetlenül az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodással kapcsolatos teendőket.
- Általában szűk finanszírozási lehetőségek állnak rendelkezésre. Előfordul például, hogy klímaváltozással kapcsolatos kutatásokat is végző intézményben annak ellenére, hogy az intézmény stratégiájában nevesítik a klímaváltozáshoz való adaptáció szükségességét, az ilyen típusú munkák csak külső forrásból (hazai és nemzetközi kutatási pályázatok révén) valósulhatnak meg.
- Az érdekképviselői szervek, a háttérintézmények egyhangúan állítják, hogy felkérést kapnak a jogszabályok előkészítésében, véleményezésében való közreműködésre, ugyanakkor a rendelkezésükre álló idő hosszát szinte kivétel nélkül rendkívül rövidnek tartják.
- Az intézményekben a klímatudatosság beágyazottságának eltérő a szintje, több esetben a piaci igények (versenyképesség) és nem a klímaváltozáshoz történő alkalmazkodás igénye a mérvadó. Ebből adódóan – legyen szó növénytermesztésről vagy állattenyésztésről – elsőként a technológiai alkalmazkodásra, illetve tudatos/tudatosabb fajtahasználatra kerül sor.

²⁶ A Nemzeti Agrárgazdasági Kamara nyilvántartásában szereplő szaktanácsadó az a személy, aki a vonatkozó rendeletben (73/2015) meghatározott mezőgazdasági szakterületeken tanácsadó tevékenységet végez.

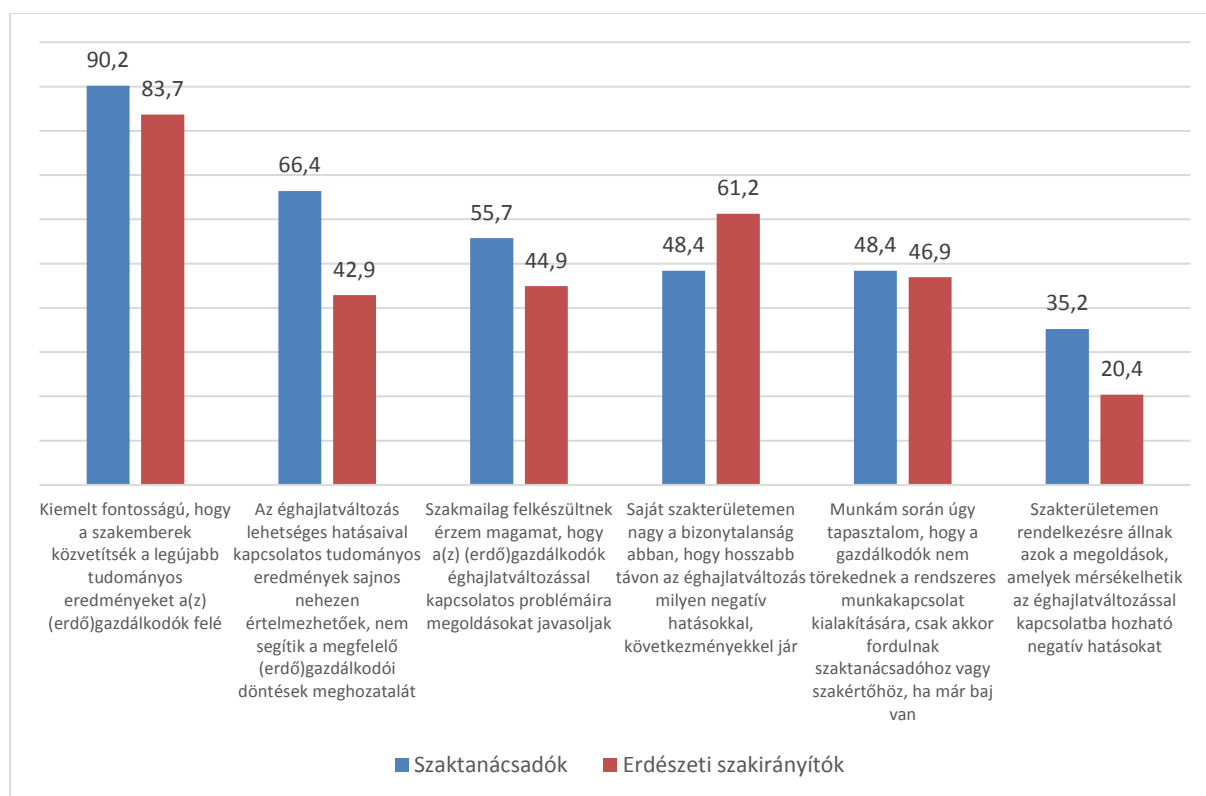
²⁷ 71/2010. (V. 13.) FVM rendelet alapján: „Erdészeti szakszemélyzetként az a természetes személy vehető nyilvántartásba, aki erdőszaktanácsadói szakképesítéssel, erdőmérnök vagy okleveles erdőmérnök szakképzettséggel rendelkezik”.

- Az ágazatok sérülékenysége rendkívül differenciáltnak mondható. Az állattenyésztés és növénytermesztés időjárási hatásoknak való kitettsége közötti eltérésnek köszönhetően az előbbit kevésbé, az utóbbit nagyon sérülékenynek minősítették az interjúalanyok.
- Általában együttműködés, helyenként azonban bizalmatlanságból vagy eltérő küldetésből adódó feszültség, esetenként elhatárolódás jellemzi az intézmények, illetve az egyes szereplők közötti kapcsolattartást. Együttműködés tekintetében jó példának tekinthető, hogy a mezőgazdasági biztosításokkal (díjtámogatási rendszerrel) kapcsolatban a biztosítók együttműködnek többek között a Földművelésügyi Minisztériummal, az Agrárgazdasági Kutató Intézettel, a Miniszterelnökséggel és egymással is.
- Általánosságban jellemző a statisztikai adatok, információk kölcsönös használata. Valamennyi intézmény használja például az Országos Meteorológiai Szolgálat adatait. Vannak olyan nem hierarchikus felépítésű szervezetek, amelyekben személyes – informális – kapcsolattartáson alapuló gyors információáramlás is biztosítható. Máshol viszont a szolgálati út betartásának követelménye nehézkessé teszi a kommunikációt, az információ továbbítását.
- Az interjúalanyok alapvetően kielégítőnek tartják a rendelkezésre álló humán erőforrás létszámát és szakértelmét.

A kérdőíves adatfelvételek vonatkozó eredményeit leíró statisztikákon keresztül ismertetjük, párhuzamba állítva a szaktanácsadóktól és erdészeti szakirányítóktól kapott válaszokat. Az itt vizsgált állítások az alábbiak:

- Kiemelt fontosságú, hogy a szakemberek közvetítsék a legújabb tudományos eredményeket a(z) (erdő)gazdálkodók felé.
- Az éghajlatváltozás lehetséges hatásaival kapcsolatos tudományos eredmények sajnos nehezen értelmezhetők, nem segítik a megfelelő (erdő)gazdálkodói döntések meghozatalát.
- Szakmailag felkészültnek érzem magamat, hogy az (erdő)gazdálkodók éghajlatváltozással kapcsolatos problémáira megoldásokat javasoljak.
- Saját szakterületemen nagy a bizonytalanság abban, hogy hosszabb távon az éghajlatváltozás milyen negatív hatásokkal, következményekkel jár.
- Munkám során úgy tapasztalom, hogy a gazdálkodók nem törekednek a rendszeres munkakapcsolat kialakítására, csak akkor fordulnak szaktanácsadóhoz vagy szakértőhöz, ha már baj van.
- Szakterületemen rendelkezésre állnak azok a megoldások, amelyek mérsékelhetik az éghajlatváltozással kapcsolatba hozható negatív hatásokat.

A válaszadók olyan 1-től 5-ig terjedő skálán értékelték a fenti állításokat, ahol az 1-es érték azt jelezte, ha egyáltalán nem, az 5-ös pedig azt, ha teljesen egyetértenek. A 4-es és 5-ös értékeléseket összesítettük és elosztottuk az összes válaszadó számával. Az így kapott érték, amely az *Inkább egyet ért* elnevezést kapta, százalékos formában mutatja meg a négyes és ötös értékkel válaszolók arányát a teljes sokasághoz képest. Az eredményeket a **22.** tartalmazza.



22. ábra: Szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók véleménye az éghajlatváltozással kapcsolatos felkészültségről

Forrás: Gazdálkodók, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében felvett kérdőíves adatfelvétel adatai alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

Megállapítható, hogy mind a szaktanácsadók, mind az erdészeti szakirányítók leginkább a már említett „híd” szereppel értenek egyet, vagyis kiemelt fontosságú feladatuknak tartják, hogy közvetítsék a gazdálkodók felé a legújabb tudományos eredményeket. Ezt a szerepfelfogást erősíti az az állítás, miszerint az éghajlatváltozás lehetséges hatásaival kapcsolatos tudományos eredmények nehezen érthetőek és nem segítik a gazdálkodói döntéshozatalt. Ezzel a szakirányítók 66,4 százaléka, míg az erdészeti szakirányítók 42,9 százaléka értett inkább egyet.

Nem elegendő felismerni, felvállalni a közvetítő szerepet, annak betöltéséhez megfelelő szaktudás és felkészültség is szükséges. E tekintetben a helyzet korántsem megnyugtató, hiszen a válaszadóknak csak mintegy fele – a szaktanácsadóknak valamivel több, mint fele, az erdészeti szakszemélyzetnek pedig 45 százaléka – nyilatkozott úgy, hogy szakmailag felkészültnek tartja magát. Ezzel egyidejűleg a szaktanácsadóknak csak harmada, az erdészeti szakirányítók pedig csupán ötöde gondolja úgy, hogy rendelkezésre állnak azok a megoldások, amelyek mérsékelhetnék az éghajlatváltozás negatív hatásait.

Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodással kapcsolatos tájékozódás forrásai

A lineáris információáramlást sokszor nem az intézmények indítják a termelők felé, hanem éppen fordítva, a termelők kezdenek el információk után kutatni. A termelők tájékozódását leginkább támogató források jobb ismerete elősegítheti, hogy a szakpolitikai döntéshozók és érdekképviselői szervezetek jobban megválaszthassák a megfelelő kommunikációs csatornát és még inkább célzott tartalmakat közvetíthessenek.

Kérdőíves felmérésünkben egy tizenegy elemből álló listán kellett megjelölni azokat a tájékoztatói forrásokat, amelyeket jellemzően igénybe vesznek az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodással kapcsolatos témák vonatkozásában. Ezek a források az alábbiak:

- Nyomtatott szaklap;
- Internetes szakmai oldal;
- Rádió, tévé, egyéb sajtótermékek;
- Szakmaközi szervezet;
- Nemzeti Agrárgazdasági Kamara;
- Szaktanácsadó kolléga;
- Kiállítás/vásár;
- Oktatási intézmény;
- Más gazdálkodó;
- Inputforgalmazó/integrátor;
- Szakmai bemutató;

	Mezőgazdasági termelők	Szaktanácsadók	Erdészeti szakirányítók
Internetes szakmai oldal	66,7	84,4	89,8
Más gazdálkodó	65,7	15,6	18,4
Nyomtatott szaklap	63,7	62,3	59,2
Rádió, tévé, egyéb sajtó	58,7	35,2	20,4
Szakmai bemutató	42,0	56,6	38,8
Nemzeti Agrárgazdasági Kamara	41,0	38,5	12,2
Kiállítás/vásár	37,3	25,4	10,2
Szaktanácsadó/szaktanácsadó kolléga	27,3	30,3	36,7
Inputforgalmazó/integrátor	26,7	9,8	2,0
Szakmaközi szervezet	17,3	36,1	26,5
Oktatási intézmény	5,3	36,1	18,4

27. táblázat: Mezőgazdasági termelők, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók éghajlatváltozással kapcsolatos tájékozódásának forrásai

Forrás: Gazdálkodók, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében felvett kérdőíves adatfelvétel adatai alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

Az említések száma és a mintaelemszámok alapján kiszámított százalékos eredményeket tartalmazza a 27. . Egyértelműen látszik, hogy a legjellemzőbb tájékoztatói forrást mind a három csoport esetében az internetes szakmai oldalak jelentik. A termelők számára a második legjellemzőbb forrást a gazdátársak jelentik, közel kétharmaduk nyilatkozott úgy, hogy más termelőtől is szokott tájékoztatást kérni alkalmazkodással kapcsolatos kérdésekben. A kollegiális információszerezés a szakszemélyzet esetében is jelen van, harmaduk nyilatkozott úgy, hogy szokott szaktanácsadó kollégától információt kérni. Ezzel egyidejűleg az is jól látható, hogy a hagyományos papíralapú információátadásnak is megvan még a törzsközsége. Mind a három csoport előrébb sorolta a nyomtatott szaklapokat a tévénél és rádiónál, habár a termelők esetében itt viszonylag csekély a különbség. Ezen kívül a tájékozódás fontos helyszínének számítanak a szakmai bemutatók: a termelők 42, a szaktanácsadók 57, a szakirányítók 39 százaléka jelölte meg ezeket a fórumokat.

Markáns különbség látszik a kiállítások és vásárok, az oktatási intézmények és az inputforgalmazók információforrásként való használata között. A kiállításokat és vásárokat az eredmények alapján elsősorban a termelők, kevésbé a szaktanácsadók és szakirányítók látogatják. Oktatási intézményekkel látványosan nincs kapcsolatuk a termelőknek, inkább a szaktanácsadók és szakirányítók szereznek be innen információkat. Az inputanyag-forgalmazók üzleti érdekeiket követve gyakran kötik egybe a termelőknek szóló termékajánlataikat valamilyen tájékoztatással.

4.2. Árutermelő mezőgazdasági üzemek éghajlatváltozási alkalmazkodásának vizsgálata

Előzmények

A mezőgazdasági alkalmazkodáskutatás a hazai tudományos diskurzusban nem előzmény nélküli. A 2003-ban indult Változás–Hatás–Válaszadás (VAHAVA) projekt volt az első és mind ez idáig utolsó kísérlet arra, hogy az éghajlatváltozás hatásainak hazai vonatkozásait és az alkalmazkodás kérdéskörét átfogóan járja körbe. A hazai mezőgazdaság éghajlatváltozás általi érintettségéhez nem fér kétség, ezért érthető, ha a kutatás kiemelten foglalkozott ezzel a szektorral. Az akkori eredmények arra hívták fel a figyelmet, hogy kulcsfontosságú lesz a művelési módszerek terén az alkalmazkodás a Kárpát-medence egyre szárazabbá váló éghajlata miatt. A módosított vagy új technológiáknak és gyakorlatoknak elsősorban a szélsőségesen intenzív csapadékhullással kell majd megbirkóznia, úgy, hogy a száraz, aszályos időszakokban megfelelő szinten tartsák a talajok vízkészletét. A szerzők szerint olyan alkalmazkodási stratégiára lesz szükség a jövőben, ami figyelembe veszi az ágazati és területi különbségeket (Láng *et al.*, 2007).

A VAHAVA projekt óta eltelt időben is számos eredménnyel gazdagodott a mezőgazdasági alkalmazkodáskutatás hazai diskurzusa. Ezen kutatások elsősorban hozamstatisztikákat, időjárási, valamint szocioökonómiai változókat integráló magyarázó modellekre támaszkodtak. Gaál *et al.* (2014) szimulációja a kukorica, a napraforgó, a zöldbab, a burgonya és a borszőlő jövőbeli termelhetőségét vizsgálta. Eredményeik szerint legnagyobb valószínűséggel a kukorica esetében lesz majd szükség termelési technológia váltására. Ebben az ágazatban a szárazságtűrő fajták alkalmazásán túl, a század második felétől, az öntözhetőség is alapfeltétellé válik majd a zavartalan termelés fenntartása érdekében. A növekvő szárazság a zöldbabtermelést is megnehezíti majd, olyannyira, hogy még öntözés mellett is csökkenő terméshozamokkal számoltak a szerzők. A minőségi borszőlőtermelés feltételei várhatóan nem fognak számottevően megváltozni a hazai borvidékeken, azonban a művelés és a fajtaválasztás területén szükség lehet bizonyos fokú alkalmazkodásra. A vizsgált kultúrák közül a napraforgó bizonyult a legkevésbé sérülékenynek, ez a kultúra produkálta a legstabilabb hozamokat a különböző éghajlati és talajkörülmények között.

Hasonló eredményre jutottak Fogarasi és szerzőtársai (2016), akik téli búzára és kukoricára készített élettani szimulációkkal mutatták ki, hogy a termelők kockázatsökkentő intézkedései érdemben képesek mérsékelni a hozamok variabilitását.

Ladányi és szerzőtársai (2014) a Kiskunsági Nemzeti Parkban végeztek éghajlat-érzékenységi vizsgálatot, és ez alapján javasoltak lehetséges alkalmazkodási stratégiákat. Többek között felhívták a figyelmet az integrált kutatások szükségszerűségére, hogy a különböző területek közötti összefüggések és dinamikák feltárásra kerüljenek. Továbbá hangsúlyozták, hogy kormányzati, kutatói és civil szereplők együttműködésében kulcsfontosságú az adatok és a szakpolitikai támogatás oda-vissza irányú áramlása.

Hazai mezőgazdasági sérülékenységvizsgálatok területén az AGRATÉR (AGRATÉR, 2015a) kutatási program szolgáltatja a legfrissebb eredményeket, amelyek közül kiemelendő, hogy rámutatott a tavaszi vetésű növények fokozott sérülékenységre (nyári aszály erőteljesebben hatott a terméshozamokra), amely az őszi vetésű növények előtérbe kerüléséhez vezet.

A vegetációs időszak rövidülése mind az őszi, mind a tavaszi vetésű növények esetében jelentkezik, ami hatással lesz a termelési gyakorlatok ütemezésére. Figyelemreméltó az a megállapítás is, miszerint a klímaváltozás következtében a század utolsó harmadára a kukorica és a napraforgó termőterületének 75-80 százalékán akár harminc százalékos termés-csökkenéssel is számolhatunk.

A mezőgazdasági célú éghajlat-modellezés a nemzetközi porondon is dominálja a kutatásokat, mégis egyre nagyobb figyelem követi azokat a kezdeményezéseket, amelyek a statisztikai alapú szimulációktól eltérő módszertan alkalmazásával közelítik meg az alkalmazkodás kérdését. Az a közös ezekben a munkákban, hogy a vizsgálódás középpontjába a mezőgazdasági termelésben érintett szereplők: termelők, szaktanácsadók, szakhivatalnokok éghajlatváltozással kapcsolatos észlelését és alkalmazkodási viselkedését helyezik előtérbe. Davidson (2016) szerint 2007 és 2015 között jelentősen megnőtt azoknak a tudományos publikációknak a száma, amelyek valamilyen módon a társadalmi dimenziót is beemelték a kutatásukba. A vizsgált munkák között azonban már kevés olyan akadt, amely a mezőgazdasági termelők alkalmazkodási viselkedésének mélyebb szinten történő megértésére is vállalkozott volna. Pedig az alkalmazkodáskutatás kimondottan olyan terület, ahol a társadalomtudományos dimenzió könnyen integrálódhatna a még mindig természettudományok által dominált éghajlatváltozási kutatásba.

Az alkalmazkodáshoz köthető viselkedést magyarázó kutatásokban a cél az éghajlatváltozás személyes észlelésével és egyéb, nem éghajlati tényezőkkel (pl.: üzemkarakterisztika, pénzügyi, társadalmi vagy tudástőke) megmagyarázni a termelők alkalmazkodási döntéseit, vagy megbecsülni egy-egy alkalmazkodási gyakorlat valószínűségét. A közös pont ezekben a munkákban annak felismerése, hogy az emberi cselekvést nem lehet csak a racionalitás talaján állva, pusztán objektív feltételeket figyelembe véve (pl. rendelkezésre álló erőforrások mennyisége) megmagyarázni, a szociokognitív tényezők, vagyis a változás, a veszély, a saját képességek vagy korlátok észlelésének figyelembevétele épp ennyire fontos (Kahneman és Tversky, 1979; 1974). Ez a meglátás egyre többször jelenik meg az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodással foglalkozó kutatások kérdésfeltevései között, azt vizsgálva, hogy adott tényezők milyen irányba terelik a döntéshozatalt. Az eredmény egy olyan multidiszciplináris kutatási terület, amelynek határait a pszichológia, a viselkedés-gazdaságtan és a környezettudományok jelölik ki (Grotthman és Patt, 2005).

Ennek az új megközelítésnek nem meglepő módon az egyik első számú alkalmazási területe a mezőgazdasági termeléssel kapcsolatos döntéshozatal vizsgálata. Habár a mezőgazdasági alkalmazkodáskutatás elsősorban a fejlődő világra – azaz a globális Dél országainak agráriumára – fókuszál, ezen a kutatási területen számos példát találunk a fejlett világ országaiból is (Woods *et al.*, 2017; Arbuckle *et al.*, 2013; Wheeler *et al.*, 2013; Roesch-McNally *et al.*, 2016). E kutatások arra keresik a választ, hogy van-e okszerű kapcsolat a termelők szempontjából az éghajlatváltozás és az ebből következő kockázat észlelése, illetve a között, hogy milyen formában és milyen mértékben változtatnak termelési gyakorlatikon. Ezekben a kutatásokban közös, hogy a tervezett cselekvés elméletét (Ajzen, 1991) veszik alapul, amely abból indul ki, hogy a cselekvési szándék megelőzi a megfigyelhető viselkedést (esetünkben adaptáció a klímaváltozáshoz). E megközelítés tudatos folyamatként tekint a megváltozott körülményekhez való alkalmazkodásra. A vizsgálódások elemző eszköze minden esetben termelői adatfelvételekre támaszkodó regresszióanalízis. A következőkben kiemelünk a kutatásunk szempontjából fontos, de a teljesség igényét nélkülöző néhány jelentős tanulmányt.

Az egyik első ilyen jellegű kutatás Wheeler és munkatársainak (2013) munkája, amiben ausztrál termelők tervezett és tényleges alkalmazkodási gyakorlatait vizsgálták öt dimenzió (egyéni, üzemi, közösségi, pénzügyi és regionális jellemzők) figyelembevételével. Egyik legfontosabb megállapításuk az, hogy amint egy üzem abbahagyja a változások tervezését és végrehajtását, jelentősen csökken a jövőbeni sikeresség esélye. A szerzők meglátása szerint az éghajlatváltozás tényének elfogadása és az időjárási tényezők változékonyságának növekedése az alkalmazkodó stratégiák esetében növeli, az üzemméret növelésére irányuló stratégiák esetében pedig csökkenti a végrehajtás valószínűségét. Wheeler és munkatársai megvizsgálták az üzemátadás hatását is, és azt találták, hogy annak erős pozitív hatása van az alkalmazkodás tervezésére. Vagyis ott, ahol már meg lett nevezve az üzem örököse, nagyobb a valószínűséggel kerül sor az üzem tevékenységének bővítésére és a hatékonyabb öntözés kialakítására.

Roesch-McNally és munkatársai (2016) egy nagyszabású, 5000 kukoricatermesztőt elérő vizsgálatban tanulmányozták a mezőgazdasági alkalmazkodást. Ebben az esetben három alkalmazkodási gyakorlat (szántás nélküli talajművelés, takarónövényzet alkalmazása, drénezés) alkalmazásának becslésére készültek modellek. A magyarázó dimenziók kiválasztásánál a szerzők a termelés minden területét próbálták lefedni, így kerültek a modellbe az alkalmazkodáshoz való attitűdöt (pl. „Szükséges alkalmazkodnom”), a kockázatesztelést (pl. aszályok miatti aggodalom), a normatív hatást (pl. produktivista vagy gondoskodó identitás), a korlátozó tényezők észlelését (pl. magabiztosság a saját tudásban) és a szocioökonómiai tulajdonságokat (pl.: életkor, iskolai végzettség) mérő változók. A kutatás eredményei érdekes összefüggésekre világítottak rá: a csapadéktöbblet és a talajerózió kockázata a gazdálkodókat adaptációra ösztönözte. Ezzel szemben a termelők önbizalma gátolta az adaptációt: azok körében, akik úgy gondolták, hogy magabiztosan tudják kezelni a klímaváltozással járó kockázatokat, a jövőbeni alkalmazkodás valószínűsége csökken. A szerzők eredményei rámutattak arra is, hogy a megfelelő adaptációt segíti a gazdálkodó nyitottsága és tanulási hajlandósága is.

A mezőgazdasági alkalmazkodáskutatás szakirodalmának egyik jellemzője, hogy elsősorban azokat az országokat érinti, ahol bizonyítottan magas az agrárszektor éghajlatváltozásból fakadó sérülékenysége. Ezen a trenden változtat Woods és munkatársainak (2017) munkája, ami a dán mezőgazdaságot vizsgálja és figyelmet fordít azokra a kedvező változásokra is, amelyekre az északi ország éghajlatának változása miatt lehet számítani a jövőben. Ennek megfelelően ez a modell a pozitív vagy negatív hatásokhoz való alkalmazkodás valószínűségét magyarázza a termelők éghajlatváltozással kapcsolatos aggodalmával, érzékelt alkalmazkodási kontrolljával és éghajlatváltozás-meggyőződésével. A szerzők az éghajlatváltozással kapcsolatos aggodalom és az alkalmazkodás valószínűsége közötti összefüggést a veszteségelkerülés kontextusában értelmezik. Eszerint azok a dán termelők, akik nem aggódnak az éghajlatváltozás miatt, inkább annak előnyeit keresik, míg azok, akik aggódnak, inkább a veszteségelkerülést tartják szem előtt, ezért valószínűbb, hogy alkalmazkodásba kezdenek. A szerzők szerint az alkalmazkodást akadályozó legerősebb tényező az a bizonytalanság, ami az esetleges egyéni alkalmazkodási döntések nem ismert gazdasági következményeiből fakad.

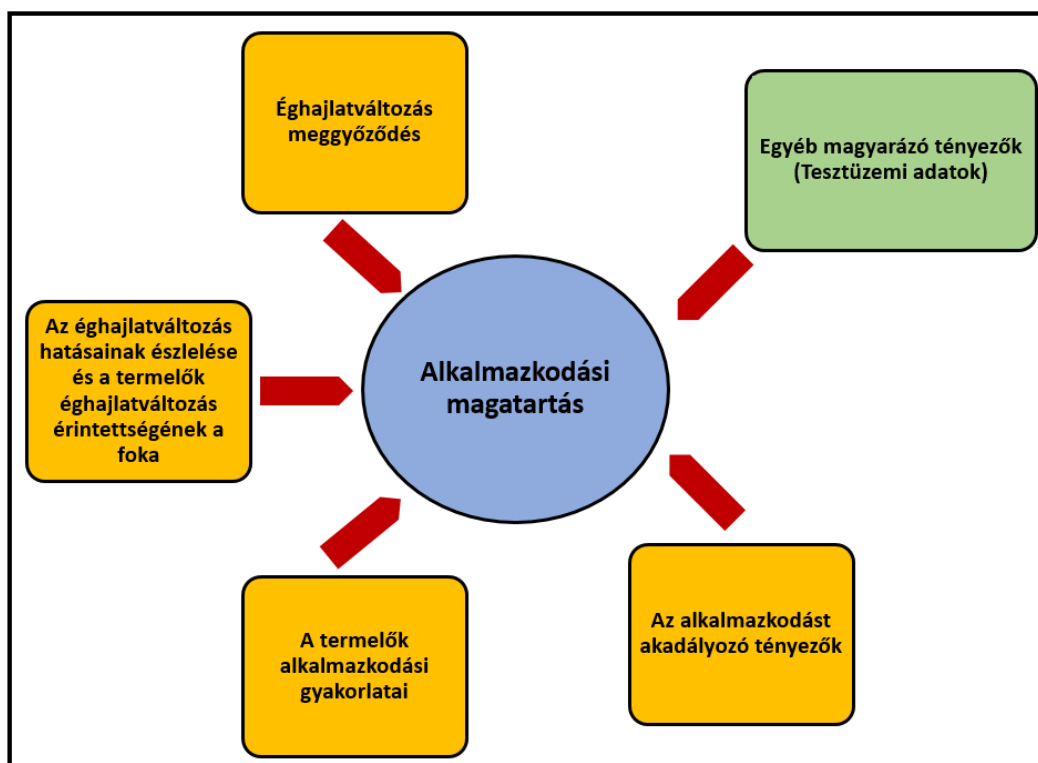
A nemzetközi kutatások mellett két releváns hazai kutatást érdemes megemlíteni: Jankó és munkatársai (2016) mezőgazdasági termelőkkel készített interjúkból vonták le azt a következtetést, hogy a hazai agrárszereplők java nem képes vagy nem akarja az alkalmazkodásban élenjáró termelőket követni. A szerzők ezt három tényező: a tudás, a technológia és a pénzügyi erőforrások hiányára vezetik vissza és megjegyzik, hogy további kutatások szükségesek az alkalmazkodást befolyásoló tényezők pontosabb feltárására. Li és munkatársai (2017) Fejér és Tolna megyei kukoricatermesztők alkalmazkodási döntéseit és azok mozgatórugóit vizsgálták. A szerzők azt találták, hogy az alkalmazkodási döntésekre a szélsőséges időjárási események hatnak szignifikánsan, vagyis egy termelő nagyobb valószínűséggel dönt az alkalmazkodás mellett, ha már megtapasztalta a szélsőséges időjárási esemény által okozott kárt. A nem éghajlati tényezők vizsgálatánál arra jutottak, hogy többek között az innovációra való nyitottság, a szaktanácsadáshoz való hozzáférés, a magasabb bevétel és a saját földtulajdon megléte jellemzi az alkalmazkodásra inkább nyitott termelőket.

Elemzési keret

Kutatásunk célja, hogy bemutassuk, a hazai mezőgazdasági árutermelők hogyan viszonyulnak az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodáshoz. Vizsgálatunkban a fentiekben bemutatott Woods és munkatársainak (2016) módszerét követtük és adaptáltuk a kutatásunk lehetőségeihez, valamint a hazai környezethez. A mezőgazdasági alkalmazkodás kérdéskörét négyelemű elemzési keret segítségével járjuk körbe (23.), majd ennek a keretnek az elemeit használjuk a termelők alkalmazkodási viselkedésének magyarázatára felállított modellben. Az elemzési keret az alábbi elemzési pontokat tartalmazza.

- **Az éghajlatváltozásról való meggyőződés.** Releváns kutatási tapasztalatok alapján minél jobban elfogadja valaki az éghajlatváltozás elméletét, annál inkább fogja a saját tevékenységét a várt hatásoknak megfelelően módosítani.
- **Az éghajlatváltozás hatásainak észlelése és a termelők éghajlatváltozás-érintettségének foka.** A klímaváltozással kapcsolatos döntéshozatali irodalom alapján a meggyőződésen túl a legfontosabb alkalmazkodás befolyásoló tényező, hogy mit észlel a változásból a termelő. Az észleléssel kapcsolatos kérdéseinket a termelők tevékenységeire vonatkoztatva is feltettük. Arra voltunk kíváncsiak, hogy a változó éghajlati adottságok hogyan befolyásolják a termelők tevékenységének jövedelmezőségét, terményeik minőségét, termés hozamukat és beruházási döntéseiket.
- **A termelők alkalmazkodási gyakorlatai.** A mezőgazdasági termelők tevékenységük természetétől fogva állandóan alkalmazkodási kényszerben vannak. A kutatás egyik fontos célkitűzése volt, hogy megtudjuk, milyen válaszlépéseket tettek, illetve milyen válaszlépéseket terveznek megtenni a termelők tevékenységük éghajlatváltozással szembeni ellenálló képességének fokozására. A kérdőívben felsorolt válaszlépések listáját előzetes szakmai egyeztetések és szakértői interjúk tapasztalatai alapján állítottuk össze, figyelembe véve azt, hogy a válaszadók különböző ágazati háttérrel rendelkezhetnek.
- **Az alkalmazkodást akadályozó tényezők.** A szakirodalom-feldolgozás alapján tudjuk, hogy a gazdasági okokon túl számos egyéb oka lehet annak, ha egy termelő nem képes a szükségesnek gondolt alkalmazkodási stratégiát alkalmazni. Kérdőívünk a gazdasági tőkével, a tudással és szakértelemmel, a pályázati lehetőségekkel, a jogszabályi környezettel, a technológiával, a munkaerővel és az együttműködések hiányával kapcsolatos akadályozó tényezőkre kérdezett rá.

A kutatás keretében lehetőség nyílt az Agrárgazdasági Kutató Intézet által működtetett Tesztüzemi Információs Hálózat adatbázisát is beemelni az elemzésbe. A Tesztüzemi Információs Hálózat a közösségi előírások mentén fenntartott Mezőgazdasági Számviteli Információs Hálózat (FADN) Magyarországi alrendszere. A hálózat 1900 hazai üzem eredményeszemléletű könyvvitelét tartalmazza, ami 106 ezer 4000 standard termelési értéknél (STE) nagyobb mezőgazdasági üzem (egyéni és gazdasági társaságok egyaránt) reprezentatív mintájának felel meg. A termelésiérték-küszöb alapján elmondhatjuk, hogy a minta a magyarországi mezőgazdasági árutermelők legmagasabb színvonalon termelő csoportját képviseli.



23. ábra: A kutatás elemzési keretének ábrázolása

Forrás: AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

Az adatfelvételek és a módszertan bemutatása

A kutatás során három különböző célcsoport kérdőíves lekérdezésére került sor. A kutatás gerincét az Európai Unió mezőgazdasági üzeinek helyzetét reprezentatív mintán vizsgáló Mezőgazdasági Számviteli Információs Hálózat (FADN) hazai alrendszerét jelentő Tesztüzemi Információs Rendszerben résztvevő hazai (minta)gazdaságokon felvett kérdőíves adatfelvétel jelentette. 2017 végén (szeptember–december) összességében 300 hazai üzem vezetője vállalta a kutatást szolgáló kérdőív kitöltését.

A másik két adatfelvétel a hazai névjegyzéki szaktanácsadók körében valósult meg, a sajátosságoknak megfelelően némiképp eltérő tartalommal. 2017. december és 2018. február közt került sor az önkéntes, önkéntes alapon alapuló online kérdőíves adatfelvételre. A Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAK) nyilvántartásában szereplő szaktanácsadó az a személy, aki a vonatkozó rendeletben (73/2015) meghatározott mezőgazdasági szakterületeken tanácsadó tevékenységet végez.

Az alkalmazkodáskutatás hazai diskurzusa eddig nem vizsgálta az agrár-szaktanácsadói kör hozzáállását az éghajlatváltozáshoz és az adaptációhoz, noha a gazdálkodói döntésekre erőteljes befolyásoló hatásuk van, illetve lehet. Jelen kutatás lehetőséget biztosított arra, hogy mind a szaktanácsadók, mind az erdészeti szakirányítók véleményét megismerjük ezen témákkal kapcsolatban. Ezzel a két adatfelvétellel kiegészítve a mezőgazdasági árutermelők adatait, teljesebb képet kaphatunk a hazai mezőgazdaság szereplőinek éghajlatváltozással és alkalmazkodással kapcsolatos véleményéről. A 2017 őszén lebonyolított adatfelvétel során az NAK nyilvántartásában szereplő aktív tanácsadók közül 122 aktív névjegyzéki szaktanácsadó töltötte ki a kérdőívet. Az erdőművelés sajátosságainak megfelelően, némileg módosított kérdőív lekérdezésére került sor az erdőművelés területén tevékenykedő aktív szaktanácsadók körében. A 2018 februárjában megvalósult önkéntes, online kérdőíves adatfelvétel 49 értékelhető kérdőívet eredményezett.

A kérdőíves adatfelvételeken túl sor került gazdálkodói interjúk (8 darab) készítésére is, ezek részben a kérdőív összeállítását segítették, részben pedig a kérdőíves adatfelvétel eredményeinek megalapozott értelmezését szolgálták. A gazdálkodói interjúk felvételére ennek megfelelően két fázisban került sor: 2017 nyarán (június–szeptember), illetve 2018 elején (január–február).

Az adatok elemzéséhez kvalitatív és kvantitatív módszerek kerültek alkalmazásra. Kvalitatív tartalom-elemzés eszközt alkalmaztuk a kérdőívek nyitott kérdéseire kapott válaszok, valamint a termelőkkel folytatott interjúk feldolgozására, a kvantitatív módszerek pedig a kérdőíves adatfelvételekből származó adatok feldolgozása során voltak a segítségünkre. A kvantitatív elemzések leíró és magyarázó statisztikákra támaszkodnak. Leíró statisztikákkal mutatjuk be a három megkérdezett csoport éghajlat-változás-észleléssel, valamint a változással összefüggésbe hozott hatásokhoz való alkalmazkodással kapcsolatos tapasztalatát és véleményét, a logisztikus regressziós elemzésekből kapott magyarázó statisztikákkal pedig a mezőgazdasági termelők alkalmazkodási viselkedését mutatjuk be.

Eredmények

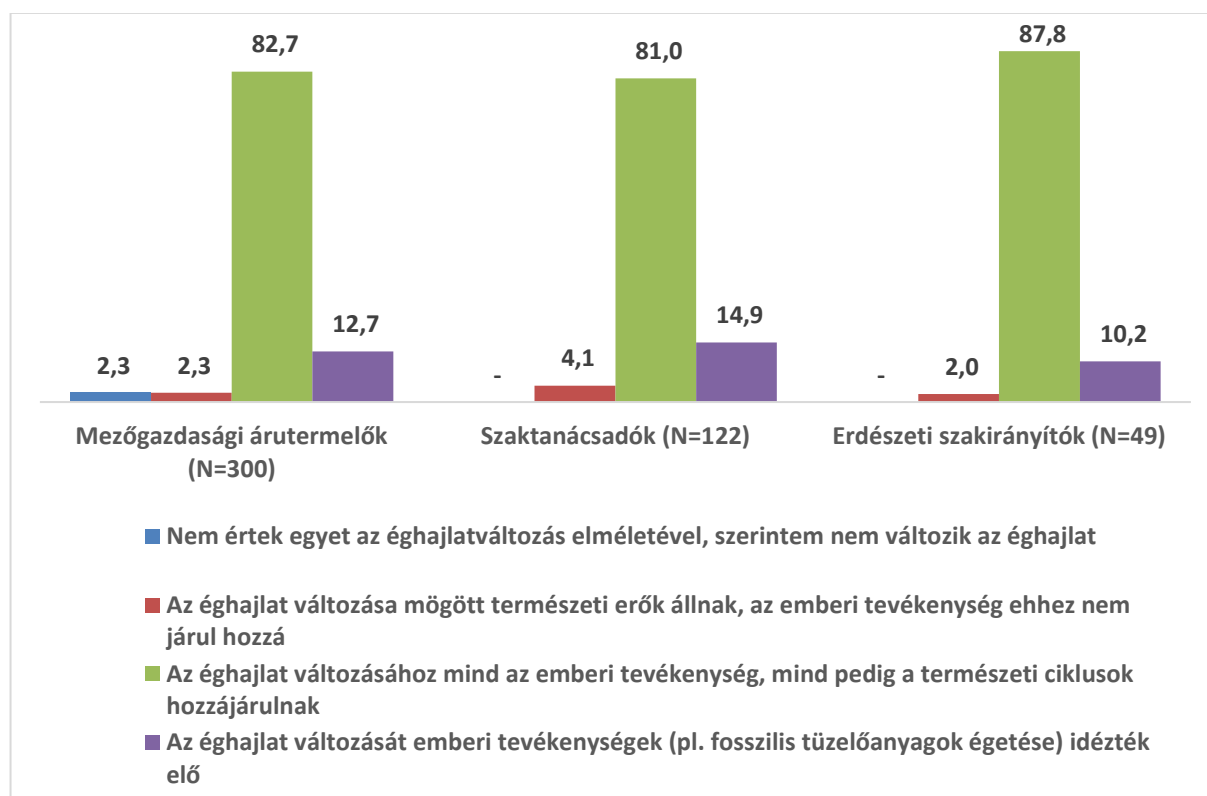
Az eredmények bemutatása a már ismertetett elemzési keret pontjait követi és elsősorban a termelői kérdőív adataira helyezi a hangsúlyt. Ahol azonban a kérdőívek lehetőséget adtak rá, ott a három kutatásba vont csoporttól származó válaszok együtt kerülnek bemutatásra és ezáltal összehasonlításra.

Az éghajlatváltozásról való meggyőződés

Az éghajlatváltozással kapcsolatos meggyőződés tekintetében a három megkérdezett csoport meglehetősen homogén álláspontot képvisel (**24.**). A mezőgazdasági termelők alig 2 százaléka jelezte, hogy elutasítja a klíma változásának elméletét, míg a válaszadók túlnyomó többsége elfogadta azt, és több mint 80 százalék szerint az éghajlatváltozás előidézésében egyaránt szerepe van a természeti ciklusok váltakozásának és az emberi tevékenységeknek (pl. fosszilis tüzelőanyagok égetése), a válaszadók további 13 százaléka szerint pedig kizárólag az emberi tevékenységnek tulajdonítható a klíma változása.

A megoszlás hasonló képet mutat a szaktanácsadói csoportok esetében is. A szaktanácsadók túlnyomó többsége (80%) egyetért azzal az állítással, hogy az éghajlat változását a természeti ciklusok váltakozása mellett az emberi tevékenységek is okozzák. A válaszadók 15 százaléka gondolta úgy, hogy csak emberi tevékenység húzódik meg az éghajlat változásának hátterében. Mindemellett elenyésző azoknak az aránya (4%), akik csupán a természeti ciklusok váltakozásával magyarázzák az éghajlat változást. Az erdészeti szakirányítók és névjegyzéki szaktanácsadók közel 90 százaléka szerint a várható klímaváltozáshoz az emberi tevékenység és a természeti ciklusok is hozzájárulnak. Náluk a legalacsonyabb azok aránya, akik kizárólag az emberi tevékenységekre vezetik vissza az éghajlat megváltozását.

Az éghajlatváltozással kapcsolatos meggyőződéssel foglalkozó szakirodalom egy sajátos anomáliára mutat rá: miközben a társadalom döntő része hisz az éghajlatváltozás tényében és abban, hogy az emberi tevékenységre is visszavezethető, addig a gazdaságilag fejlett országok – USA, Ausztrália – gazdálkodói körében jóval alacsonyabb ennek elfogadottsága (Wheeler *et al.*, 2013). E tekintetben a magyar lakosság körében megvalósított klímapercepciós kutatások (Kulcsár, 2014; Baranyai és Varjú, 2017) a klímaváltozás elméletének nagyfokú elfogadottságát mutatták ki, sőt az egyik legfontosabb jövőbeli kihívásnak tekintik a klímaváltozáshoz történő alkalmazkodást, illetve a változás mértékének mérséklését (mitigáció).



24. ábra: A megkérdezett csoportok éghajlatváltozás meggyőződése százalékos megoszlásban

Megjegyzés: A szaktanácsadók és az erdészeti szakirányítók által kitöltött kérdőívekben a „Nem értek egyet az éghajlatváltozással, szerintem nem változik az éghajlat” állítás nem szerepelt.

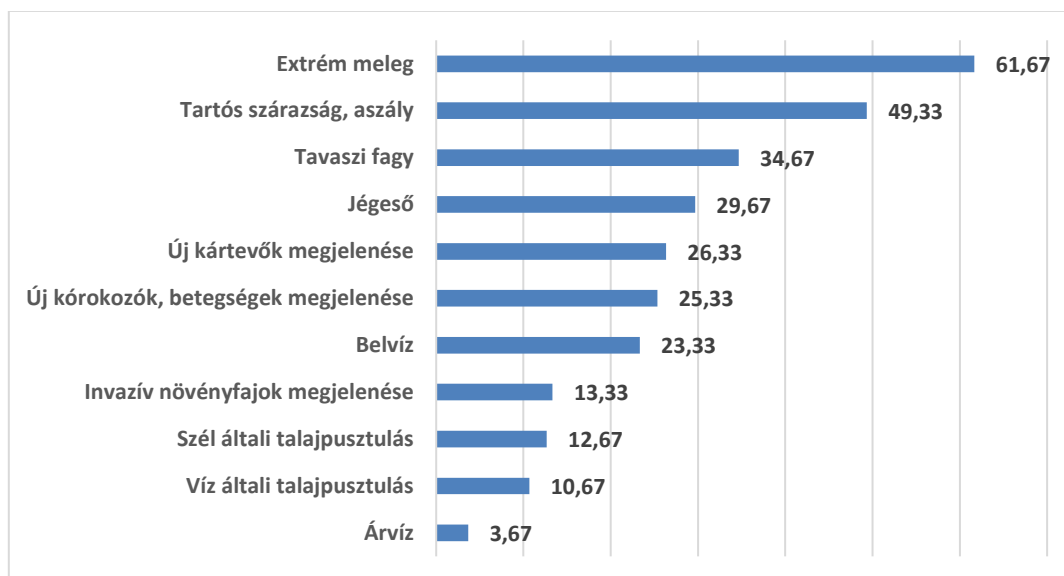
Forrás: Mezőgazdasági ártermelők, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében felvett kérdőíves adatfelvétel adatai alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

Annak ellenére, hogy a klímaváltozás elméletét elutasítók száma/aránya rendkívül alacsony a mintában, fontos megvizsgálni, hogy felfedezhető-e bizonyos csoportok esetében az elutasítás magasabb gyakorisága. A mintánkba került háromszáz termelőből heten nyilatkoztak úgy, hogy nem értenek egyet az éghajlatváltozással, ami a minta két százalékát teszi ki (24.). Az éghajlatváltozás-tagadók csoportját megvizsgáltuk életkor, iskolai végzettség, mezőgazdasági tapasztalat és tevékenységtípus szerint. A csoport minden tagja középfokú iskolai végzettséggel, valamint középfokú mezőgazdasági szakképzettséggel rendelkezik. A tevékenységtípus szerint a helyzet már nem ennyire egyértelmű: öt válaszadó a szántóföldi növénytermesztők, kettő pedig az állattenyésztők csoportjához tartozik. Életkor szerint vizsgálva az éghajlatváltozást elutasítók megoszlása már egyáltalán nem mozog együtt: a legnépesebb korcsoport az 56–64 éveseké három válaszadóval, ketten 45 évnél fiatalabbak, valamint egy termelő került ki a 45–55 év közötti és a 65 évnél idősebb korosztályból. Ez a nagyfokú heterogenitás azt jelzi, hogy egyéni sajátosságok (tapasztalat, hit, meggyőződés) állhatnak a klímaváltozás elutasítása mögött.

Az éghajlatváltozás hatásainak észlelése és a termelők éghajlatváltozás-érintettségének mértéke

Az éghajlatváltozással összefüggésbe hozott időjárási jelenségek észlelésének felmérése kulcsfontosságú része volt a kérdőíveknek. A termelőket és a szaktanácsadókat is arra kértük, hogy a felsorolt időjárási jelenségek gyakoriságát saját gazdaságuk kapcsán jellemezzék. Közel azonos²⁸ listát kaptak a szaktanácsadók is, de őket arra kértük, hogy a munkájukban, vagyis az általuk ismert, segített gazdaságokban szerzett tapasztalatok alapján töltsék ki a kérdőívet.

²⁸ A szaktanácsadókkal és erdészeti szakirányítókkal felvett kérdőívben kettővel több időjárási jelenség került a listába: őszi fagy és vihar (szél általi kártétel).

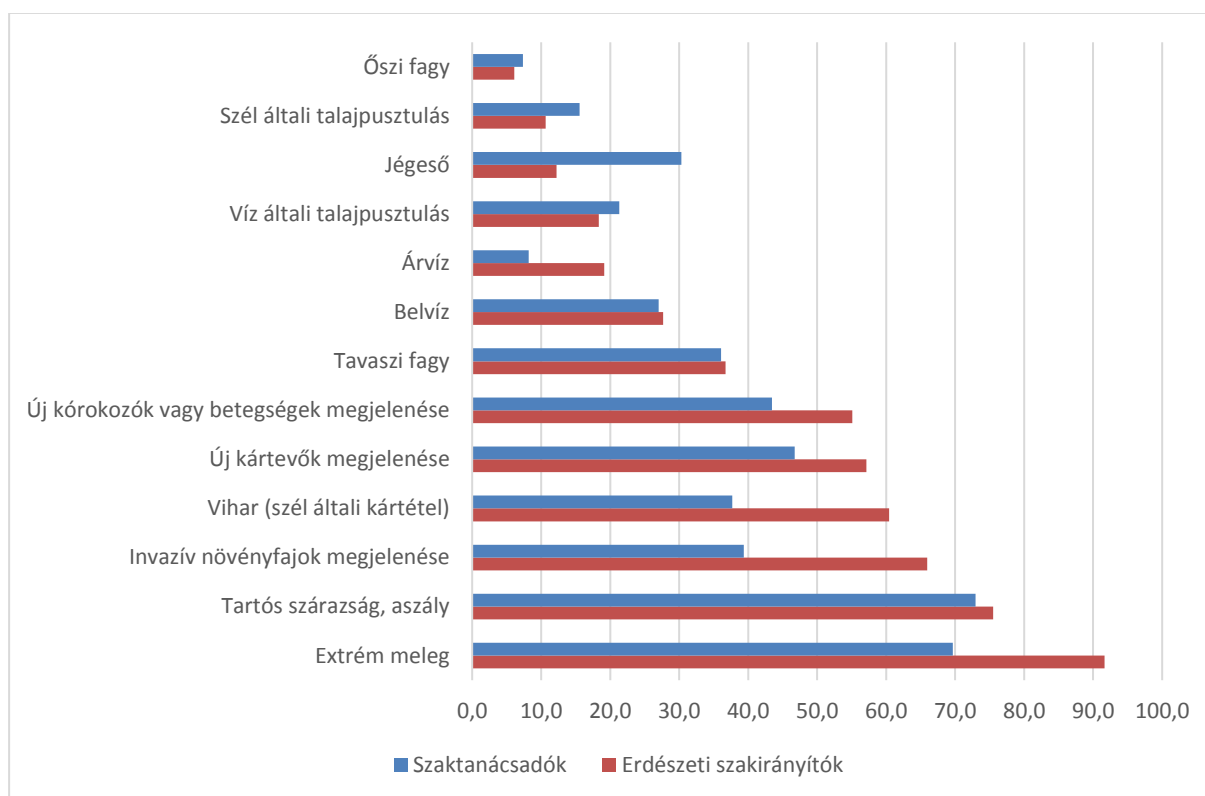


25. ábra: Az éghajlatváltozással összefüggésbe hozott időjárási jelenségek észlelése a mezőgazdasági árutermelők véleménye alapján (N=300)

Forrás: Mezőgazdasági árutermelők, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében felvett kérdőíves adatfelvétel adatai alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

A válaszadó mezőgazdasági árutermelők szerint a legjellemzőbb időjárási jelenségek az extrém meleg, a tartós szárazság és a tavaszi fagy. A másik oldalon, a legritkábban jelentkező jelenségek közé az árvíz, valamint a szél és víz általi talajpusztítás (25. ábra) került. Ez egybeesik a termelőkkel folytatott interjúink során szerzett tapasztalatokkal. Ezek alapján az aszályhajlam magas valószínűsége olyan tényező, amivel a termelők rendszeresen számolnak, bizonytalanságot csak a csapadékmentes időszak hossza okozhat számukra. A tavaszi fagykár elsősorban az ültetvényes termelőknél jelentkezik kiemelten veszély- és kockázatforrásként, habár szántóföldi növények fiatal hajtásaiban is jelentős kárt tud tenni egy nem várt késői talaj menti fagy. A legkisebb gyakorisággal említett hatások jellemzően speciális földrajzi adottsággal rendelkező termőhelyeken fordulhatnak elő. Ilyen lehet például a hegyvidéki bortermelés, ahol a nagy mennyiségben és rövid idő alatt lezúduló csapadék által okozott termőtalaj-lemosódás okozhat jelentős károkat.

A szaktanácsadók és az erdészeti szakirányítók véleménye néhány ponton eltér a termelőkéitől. Az extrém meleg, valamint a tartós szárazság említésének gyakorisága kiemelkedő mind a két csoportban, vagyis itt még összhangban vannak a termelők véleményével (26.). Ez megegyezik a szakirodalommal és a nyilvántartott erdőkár-bejelentések gyakoriságával is. Tovább vizsgálva az adatokat azonban jól kirajzolódik, hogy az eltérő szakterületek képviselői mely jelenségekkel találkoznak gyakrabban. Az erdészeti szakemberek a sorrendben következőnek az invazív fajok előretörését, az intenzíven terjedő özönnövények térhódítását tartják. Ezt követi szélsőséges időjárásként a vihar, ami jelentős töréskárokat okozhat az erdőkben és az egyik legjellemzőbb termelési kockázat. A szaktanácsadók az aszály után három biotikus jelenséget emeltek ki: új kártevők, kórokozók, valamint invazív fajok megjelenése. A felmelegedés hatására várhatóan megnő az áttelelő és átnyaraló kártevők és kórokozók száma, ami egyértelműen fokozni fogja a biotikus stresszt a mezőgazdasági termelésben. Az, hogy a szaktanácsadó munkája során egyre gyakrabban találkozik jövevényfajokkal és eddig nem ismert kórokozókkal, azt mutatja, hogy ezek a negatív jelenségek mind szélesebb körben juthatnak érvényre, növelve a termelési kockázatot.



26. ábra: Az éghajlatváltozással összefüggésbe hozott időjárási jelenségek észlelése a megkérdezett szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében

Forrás: Mezőgazdasági ártermelők, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében felvett kérdőíves adatfelvétel adatai alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

Ha a lista másik végét vesszük szemügyre, akkor is látunk némi összhangot és eltérést is a csoportok véleménye között. A két szaktanácsadó csoport egyaránt az őszi fagyot értékelte a legkevésbé jellemzőnek. Az árvízveszélyt a szaktanácsadók 8,2 százaléka értékelte inkább jellemzőnek és ezzel ebben a csoportban ez lett a második legkevésbé jellemző veszélyforrás. Az erdészeti szakemberek azonban az árvizet a jégesőnél, valamint a víz és szél általi talajpusztulásnál is jellemzőbb éghajlatváltozási hatásnak látják.

A termelőket ezen kívül még hét állítás értékelésére kértük, hogy megtudjuk, mit észlelnek az éghajlatváltozásából és hogy az mennyire érinti a tevékenységüket. A hét állításból három az elmúlt 10 évben a termelési ciklusok szempontjából fontos időszakokban érzékelt időjárás-változékonyság, átlaghőmérséklet-emelkedés és csapadékmennyiség-változással volt kapcsolatos. További négy állítás a jövedelmezőséggel, a terményminőséggel, a terméshozammal és a beruházási döntésekkel volt kapcsolatos. A termelők az állításokat 1-től 5-ig terjedő skálán értékelték (1-sel, ha egyáltalán nem érezték egyet, 5-össel, ha teljes mértékben egyetértettek).

Ez a skálázás a válaszok összeadásával és átlagolásával lehetőséget adott összevont mutatók készítésére. Az első három állításra érkezett válaszokból készítettünk egy *Éghajlatváltozás észlelés* mutatót, a másik négy állításra érkezett válaszokból pedig egy *Éghajlatváltozás érintettség* mutatót. A két mutató minimumértéke 1, maximumértéke pedig 5 lehetett. Ezek után megvizsgáltuk, hogyan viselkednek az így kapott mutatók, ha gazdaságtípusok szerint átlagoljuk őket. Az így kapott eredményeket a **28.** táblázat tartalmazza.

A teljes mintára számolt átlagos éghajlatváltozás-észlelés 3,42, míg az érintettség ennél valamivel alacsonyabb, 2,82. Erősebben jelentkezik tehát az észlelés, mint az érintettség. Gazdaságtípusok szerint megvizsgálva azt látjuk, hogy a vegyes gazdaságok, a szántóföldi növénytermesztők és az ültetvényes gazdaságok átlag felett, az állattartók pedig átlag alatt érezték az éghajlati viszonyok változását.

Még szembetűnőbb a különbség, ha megvizsgáljuk az érintettségmutató viselkedését. Itt azt látjuk, hogy az ültetvényes gazdaságok a leginkább, a szántóföldi növénytermesztők és a vegyes gazdaságok pedig a mintaátlagtól egy kicsit elmaradva érzik úgy, hogy az ő tevékenységüket érinti az éghajlatváltozás.

Gazdaságtípusok	Éghajlatváltozás-percepció	Éghajlatváltozás-érintettség
Szántóföldi növénytermesztők	3,48	2,78
Szőlő- és gyümölcstermesztők	3,45	3,23
Tejelő tehenészetek, tömegtakarmány-fogyasztó állattartók, sertés- és baromfitartók	3,17	2,70
Egyéb vegyes gazdaságok, szántóföldi és növényházi kertészetek	3,57	2,81
Teljes átlag	3,42	2,82

28. táblázat: Mezőgazdasági termelők éghajlatváltozás-észlelése és -érintettsége gazdaságtípusok szerint (N=300)

Forrás: Mezőgazdasági árutertermelők, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében felvett kérdőíves adatfelvétel adatai alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

Ezek az eredmények egybeesnek a termelőkkel folytatott interjúk tapasztalataival. Az éghajlati viszonyok változásáról rendszeresen beszámoltak a termelők, elsősorban azok, akik növénytermesztéssel foglalkoznak. Az állattenyésztők tevékenységükön keresztül vizsgálva kevésbé érzékelik a változást, elsősorban azért, mert az állattartás ma már sokszor teljesen zárt rendszerben történik, az ilyen zárt rendszerekben pedig az időjárási körülményektől függetlenül lehet folyamatosan dolgozni. Ezt támasztja alá az érintettségmutató is, hiszen ebben az esetben az állattartók lettek a legkevésbé érintettek. Az ültetvényesek átlag feletti érintettsége jelzi, hogy az ilyen kultúrák sérülékenysége nagyobb, mint például a szántóföldieké.

A termelők alkalmazkodási gyakorlatai

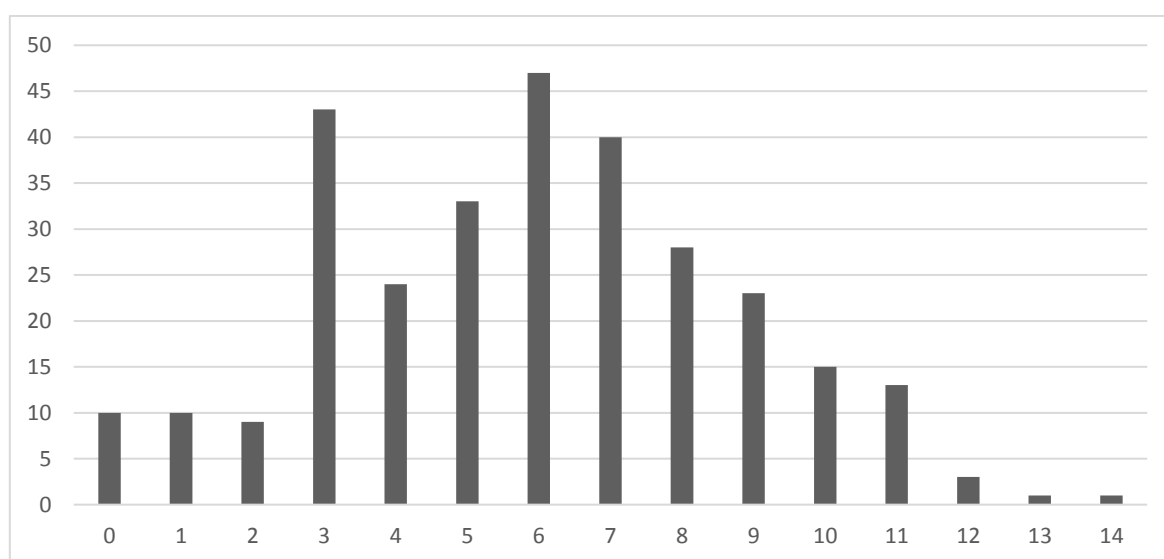
A klíma változása üzemi szinten a gazdálkodást érintő kockázatok változásában ölt testet, amelynek kezelésére a gazdálkodók jellemzően többbelemű adaptációs stratégiával reagálnak. Alapvető kérdés, hogy a gazdák mihez is kívánnak alkalmazkodni, mit tekintenek olyan tényezőnek, amely befolyással van a gazdálkodásukra. A kutatás során felvett szaktanácsadói és gazdálkodói interjúk tapasztalatai rámutattak arra, hogy összességében kiszámíthatatlanabbá vált/válik a gazdálkodás, azaz a gazdálkodók kockázatait növeli a klímaváltozás. E tekintetben rendkívül fontos a gazdálkodók percepciója, hiszen ez befolyásolja a gazdák döntéseit, s hosszabb távon az adaptáció sikerességére is kihat. Az előző fejezetben bemutattuk, hogy a gazdálkodók leginkább az abiotikus hatásokat (aszály, extrém meleg, tavaszi fagy) érzékelik, gazdálkodásukra leginkább ezek gyakorolnak negatív hatást. Ez egyben azt is jelenti, hogy a gazdálkodók – lehetőségeikhez mérten – döntéseik révén ezen érzékelt negatív hatások mérséklésére törekedhetnek. A percepció e tekintetben komoly korlátozó tényező is, hiszen racionális gazdálkodót feltételezve beszűkíti az alkalmazható adaptációs technikák körét. A lehetőségek száma pedig meglehetősen nagy, s bár vannak meglehetősen univerzális megoldások (pl. a talaj vízháztartásának, illetve a talaj szerkezetének javítása), ezt még növényi kultúránként az egyedi sajátosságokra, specialitásokra reflektáló megoldások egészítik ki. (Az almatermesztőket sújthatja például a napégés, ami más kultúrákban nem jelent minőségi, mennyiségi veszteséget. Az almatermesztők a napégés

okozta károk megelőzésére számos technikával próbálkoznak a napvédő hálótól a mikroelemes műtrágyakeverékig, e technikák azonban teljesen hiányoznak a szántóföldi növénytermesztők eszköztárából.)

A kérdőíves adatfelvétel során csak olyan adaptációs technikák alkalmazására kérdeztünk rá, amelyek kellően univerzálisak ahhoz, hogy a gazdálkodók széles köre számára jelenthessenek releváns adaptációs lehetőséget a klímaváltozás jelentette negatív hatások/gazdasági kockázatok mérséklésére. Összesen 19 ilyen technika alkalmazására kérdeztünk rá, s a megkérdezett gazdálkodók átlagosan 5,89 alkalmazkodási technikát használnak (a gyakorisági megoszlást a **27. ábra** mutatja). Tíz válaszadó egyetlen technika alkalmazását sem jelezte, míg az ellenkező végletet az a gazdálkodó jelenti, aki 14 technika alkalmazásáról számolt be.

A megkérdezett gazdálkodók leggyakrabban az alábbi technikákat alkalmazzák: talajlazítás (70,3%), időjáráshoz igazított növényvédelem (57,7%), mélyszántás (53%), új fajták használata (53%). A spektrum másik szélén, a legkevesebb említést kapva az ágazatspecifikus, jelentős beruházásigénnyel jellemezhető fejlesztések tűnnek fel: jég- és fagyvédelmi fejlesztések (3,7%), talajvízvédelmi műveletek (7,3%), szellőzés vagy hűtés fejlesztése (10%), öntözésfejlesztés (12%).

Az alkalmazott adaptációs technikák reflektálnak a gazdálkodói percepcióra, hiszen a leggyakrabban említett technikák – talajlazítás, mélyszántás – a talaj vízháztartásának javítását szolgálják, segítve a csapadék talajba jutását, ami mérsékli az aszályos időszakok negatív hatásait. Fontos rámutatni, hogy ezen beavatkozás nem csupán a víz talajba jutását segíti, de a tápanyagok felvételét is megkönnyíti, javítja a talaj szerkezetét s így a talaj termőképességének tartós növelését mozdítja elő (Szabó, 1977).



27. ábra Alkalmazott adaptációs technikák gyakoriság szerinti megoszlása (N=300)

Megjegyzés: a függőleges tengely a gazdálkodók számát, a vízszintes tengely az alkalmazott adaptációs technikák számát mutatja, azaz 47 gazdálkodó számolt be arról, hogy 6 db adaptációs technikát alkalmaz.

Forrás: Mezőgazdasági árutermelők, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében felvett kérdőíves adatfelvétel adatai alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

A szakirodalom nagyszámú adaptációs technikát nevesít, ezek jobb áttekintését segíti azok valamely releváns szempont (időtáv, aktor, viszony a gazdasági stratégiával stb.) szerinti csoportosítása. A vonatkozó szakirodalom (Dolan *et al.*, 2001; Esham és Garforth, 2013; Deressa *et al.*, 2009; Berkhout, 2012) nagyszámú tipológiát dolgozott ki, ezek közül Dolan és munkatársai (2001) tipizálása tekinthető kellően univerzálisnak ahhoz, hogy jelen kutatás során is alkalmazható legyen. Üzemi szinten Dolan és munkatársai (2001) az adaptáció három dimenzióját határozták meg:

- **menedzseri adaptáció**s technikának tekintik azokat a változtatásokat, amelyek alapvetően a meglévő eszközök, technikák alkalmazásán alapulnak (pl.: vetésszerkezet módosítása, a vetés időpontjának módosítása stb.);
- **technikai adaptáció**nak tekintik, amikor az alkalmazkodás valamiféle beruházást is igényel (pl. öntözésfejlesztés);
- **pénzügyi adaptáció**nak pedig a gazdálkodás kockázatainak pénzügyi eszközökkel történő kezelését (biztosítás, tartalékképzés) tekintették.

Az adaptációs technikák e hármas felosztása segíti az elemzést, bár hozzá kell tenni, hogy az egyes elemek besorolása nem feltétlenül magától értetődő, hiszen a menedzseri adaptációhoz lehetnek technikai adaptációval összefüggő elemei is, illetve sok esetben a beruházást szolgáltatás is helyettesítheti. (A vetési idő megváltoztatása például jelentős szezonális munkacsúcsot eredményezhet, ami szükségessé teheti a nagyobb teljesítményű munkagépek beszerzését, ami pedig már technikai jellegű adaptációs elemnek tekinthető.)

A tesztüzemi rendszerben részt vevő gazdaságok körében felvett kérdőívben nevesített adaptációs technikákat a dolani tipológia alapján a **29. ban** látható módon soroltuk be.

Menedzseri adaptáció	Technikai adaptáció	Pénzügyi adaptáció
A vetésszerkezet megváltoztatása	Öntözésfejlesztés	Kiemelt biztosítások időjárási károkra
Talajművelési feladatok ütemezésének megváltoztatása	Jég- és fagyvédelmi fejlesztések	Pénzügyi tartalékolás
Mélyszántás alkalmazása	Szellőzés vagy hűtés fejlesztése	
Termelés helyének megváltoztatása	Talajeróziót megelőző műveletek	
Új fajták használata	Talajvízvédelmi műveletek	
Új trágyázási gyakorlatok		
Időjáráshoz igazított növényvédelem		
Időjáráshoz igazított takarmányozás		
Agrometeorológiai adatok, előrejelzések használata		
Forgatás nélküli talajhasználat		
Talajlazítás alkalmazása		
Mulcsolás alkalmazása		

29. táblázat: Menedzseri, technikai és pénzügyi adaptáció elemei

Megjegyzés: menedzseri adaptációhoz került több olyan adaptációs technika (mélyszántás, talajlazítás, forgatás nélküli talajhasználat, mulcsolás) amely ugyan gép eszköz beruházással is elérhető, de főleg a kisebb agrárszereplők esetében szolgáltatás vásárlása révén valósul meg.

Forrás: Dolan *et al.* (2001) alapján készült az AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztályán

Joggal feltételezhető, hogy az adaptációs technikák alkalmazása nem véletlenszerű, hanem bizonyos ökonomiai és egyéni jellemzők befolyásolják. Természetesen adja magát a feltételezés, hogy a gazdálkodók által művelt szántóterület nagysága erőteljesen befolyásolja az alkalmazkodás érdekében megvalósított beavatkozások körét. Miként az a **30. ban** látható, valóban megfigyelhető egyfajta tendencia²⁹, hogy bizonyos technikát magasabb arányban alkalmaznak a nagyobb szántóterületen gazdálkodók: a mélyszántás, talajlazítás, forgatás nélküli talajhasználat alkalmazása rendre gyakoribb ebben a körben. Fontos rámutatni, hogy ez nem kizárólagosságot jelent, a kisebb szántóterületen gazdálkodók körében is alkalmazott technikáról van szó, csak körükben a kérdőíves adatfelvétel alapján alacsonyabb arányban említették meg. Az ehhez szükséges magasabb vonóerő, a speciális talajművelő gépek beszerzése esetükben feltételezhetően túl költséges, így ezt inkább szolgáltatás vásárlásával biztosítják.

Ezen túlmenően azonban vannak olyan megoldások, amelyek bár nem tőkeintenzívek, mégis inkább a nagyobb területen gazdálkodókra jellemzőek: ilyennek tekinthető a talajművelési feladatok ütemezésének megváltoztatása, új fajták használata, illetve az időjárási kockázatok kezelését szolgáló biztosítások alkalmazása³⁰, ami felveti annak lehetőségét, hogy más, például a gazdák informáltságával, szakmai végzettségével összefüggő tényezők is szerepet játszhatnak az adaptációs technikák kiválasztásában.

A kisebb szántóterületen gazdálkodók által preferált technikának tekinthető ezzel szemben a mulcsozás, az öntözésfejlesztés, a jég- és fagyvédelmi fejlesztések, ami aligha a szántóföldi kultúrákkal van összefüggésben, sokkal inkább az ültetvényekkel, illetve a szántóföldi zöldségkultúrákkal kapcsolatban alkalmazzák a kis szántóterülettel rendelkező gazdák.

A pénzügyi adaptáció egyik legtriviálisabb eszközét, a pénzügyi tartalék képzését a megkérdezettek durván fele alkalmazta, ám a klasszikus magyarázó tényezők (kor, gazdasági méret, képzettség) nem bizonyultak kellő erejűnek, feltételezhetően más egyéni jellemzők befolyásolták a pénzügyi magatartást.

²⁹ 5% szignifikanciaszint mellett elvethető a válaszok véletlenszerű eloszlására vonatkozó hipotézis.

³⁰ A biztosítások tekintetében is megfigyelhető egyfajta méretszelektivitás: bizonyos méret alatt nem lehetséges, illetve aránytalanul drága a biztosítás kötése.

	Adaptációs technika	17 ha alatt	17–77 ha	77 ha felett	Khi-négyzet-teszt, szignifikanciaszint
Menedzseri	A vetésszerkezet megváltoztatása	32,6	46,4	44,0	0,1060
	Talajművelési feladatok ütemezésének megváltoztatása	30,6	51,5	46,0	0,0080
	Mélyszántás alkalmazása	42,5	57,5	59,0	0,0350
	Talajlazítás alkalmazása	54,4	71,7	85,0	0,0000
	Mulcsolás alkalmazása	28,7	15,1	15,0	0,0190
	Forgatás nélküli talajhasználat	22,7	24,2	37,0	0,0480
	Termelés helyének megváltoztatása	10,8	15,1	10,0	0,4900
	Új trágyázási gyakorlatok	21,7	24,2	30,0	0,3890
	Időjáráshoz igazított növényvédelem	49,5	61,6	62,0	0,1250
	Új fajták használata	41,5	52,5	65,0	0,0040
	Időjáráshoz igazított takarmányozás	12,8	14,1	12,0	0,9030
	Agrometeorológiai adatok használata	44,5	55,5	58,0	0,1260
Technikai	Öntözésfejlesztés	22,7	10,1	5,0	0,0000
	Talajvízvédelmi műveletek	5,9	8,0	8,0	0,8040
	Talajeróziót megelőző műveletek	12,8	14,1	15,0	0,9090
	Jég- és fagyvédelmi fejlesztések	9,9	0,0	1,0	0,0000
	Szellőzés vagy hűtés fejlesztése	10,8	9,0	10,0	0,9140
Pénzügyi	Kiemelt biztosítások időjárási károkra	18,8	20,2	35,0	0,0130
	Pénzügyi tartalékolás	46,5	47,4	51,0	0,8010

30. táblázat: Adaptációs technikák alkalmazásának említési gyakorisága a művelt szántóterület nagysága szerinti bontásban

Megjegyzés: Félkövérrel kiemelve, ahol a szignifikanciaszint 5% alatti

Forrás: Mezőgazdasági ártermelők, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében felvett kérdőíves adatfelvétel adatai alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

Amennyiben figyelembe vesszük az üzemvezető/tulajdonos szakmai végzettségét is (31.), megállapítható, hogy a mulcsolás alkalmazása szignifikánsan alacsonyabb a szakképzettséggel nem rendelkezők, illetve a csak gyakorlati tapasztalattal rendelkezők körében. A másik oldalon a felsőfokú mezőgazdasági végzettséggel rendelkezők jóval nagyobb hangsúlyt fektetnek az időjáráshoz igazított növényvédelem

alkalmazására, illetve a talajerózió megelőzésére. A felsőfokú mezőgazdasági végzettséggel rendelkezők nagyobb arányban alkalmazzák a biztosítást is a pénzügyi kockázatok mérséklése érdekében.

Dimenzió	Adaptációs technika	Nem ismert (18)	Nincs szakmai képzettsége (15)	Csak gyakorlati tapasztalata van (78)	Középfokú mg.-i képzettség (114)	Felsőfokú mg.-i végzettség (75)	Khi-négyzetteszt, szignifikanciaszint
Menedzseri	A vetésszerkezet megváltoztatása	55,6	40,0	41,0	43,0	34,7	0,5560
	Talajművelési feladatok ütemezésének megváltoztatása	38,9	33,3	41,0	43,9	45,3	0,9080
	Mélyszántás alkalmazása	77,8	60,0	43,6	57,0	49,3	0,0710
	Talajlazítás alkalmazása	77,8	80,0	65,4	70,2	72,0	0,7050
	Mulcsolás alkalmazása	22,2	0,0	11,5	28,1	18,7	0,0160
	Forgatás nélküli talajhasználat	22,2	13,3	20,5	33,3	32,0	0,1800
	Termelés helyének megváltoztatása	11,1	6,7	7,7	14,0	14,7	0,6020
	Új trágyázási gyakorlatok	16,7	13,3	26,9	23,7	30,7	0,5160
	Időjáráshoz igazított növényvédelem	66,7	26,7	57,7	53,5	68,0	0,0320
	Új fajták használata (növény és vagy állat)	50,0	40,0	55,1	46,5	64,0	0,1460
	Időjáráshoz igazított takarmányozás	11,1	13,3	12,8	12,3	14,7	0,9900
	Agrometeorológiai adatok, előrejelzések használata	61,1	33,3	47,4	50,0	64,0	0,0990
	Öntözésfejlesztés	16,7	0,0	14,1	11,4	14,7	0,5550
Technikai	Talajvízvédelmi műveletek	11,1	0,0	6,4	6,1	10,7	0,5370
	Talajeróziót megelőző műveletek	27,8	0,0	9,0	11,4	22,7	0,0160
	Jég- és fagyvédelmi fejlesztések (jéggháló)	5,6	0,0	3,8	1,8	6,7	0,4270

Dimenzió	Adaptációs technika	Nem ismert (18)	Nincs szakmai képzettség (15)	Csak gyakorlati tapasztalata van (78)	Középfokú mg.-i képzettség (114)	Felsőfokú mg.-i végzettség (75)	Khi-négyzet-teszt, szignifikanciaszint
Pénzügyi	Szellőzés vagy hűtés fejlesztése	11,1	6,7	9,0	7,0	16,0	0,3510
	Kiemelt biztosítások időjárási károkra	72,2	6,7	20,5	20,2	28,0	0,0000
	Pénzügyi tartalékolás	61,1	26,7	55,1	41,2	53,3	0,0750

31. táblázat: Adaptációs technikák alkalmazásának említési gyakorisága az üzem vezetőjének, tulajdonosának szakmai végzettsége szerinti bontásban

Megjegyzés: Félkövérrrel kiemelve, ahol a szignifikanciaszint 5% alatti.

Forrás: Mezőgazdasági árutermelők, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében felvett kérdőíves adatfelvétel adatai alapján AKI Társasági Fenntarthatóság Kutatási Osztály

A korábbiakban bemutatott adaptált woodsi modell alapján feltételezhető, hogy azok módosítanak viselkedésükön, vagyis azok alkalmazkodnak, illetve kívánnak alkalmazkodni a megváltozó környezeti körülményekhez, akik

- hisznek a környezet megváltozásában, a klímaváltozásban;
- ez a hit összekapcsolódik, megerősítést nyer a saját gazdaságukban tapasztalt környezeti hatásokkal, amit a klímaváltozás negatív hatásaiként azonosíthatunk;
- egyéni sajátosságok – nyitottság, szakmai érdeklődés, iskolázottság, szakképzettség – növelheti az adaptációs hajlandóságot,
- amit üzemszintű tényezők is serkenthetnek: nagyobb üzemméret, intenzív gazdálkodás, saját tulajdonban lévő földterület;
- másik oldalról viszont érzékelt vagy vélt korlátozó tényezők nehezíthetik az adaptációt.

A fenti tényezők és az adaptációs technikák alkalmazása között vélelmezett kapcsolatot logisztikus regressziós becslőfüggvénnyel ellenőriztük. Az alkalmazott adaptációs technika (függő változó) és a különböző időjárási jelenségek (tartós szárazság, csapadékmennyiség csökkenése, termelési ciklus szempontjából fontos időszakban az átlaghőmérséklet emelkedése), illetve a gazdálkodás szempontjából fontos érzékelt hatások (terméshozam csökkenése, termények minőségének romlása) percepciójának, illetve egyéni és üzemszintű sajátosságoknak (életkor, iskolai végzettség, szántó minősége) mint magyarázó változóknak a lehetséges összefüggéseinek feltárására.

A woodsi modell egyik alapvető tétele – miszerint a klímaváltozásba vetett hit önmagában is befolyásolni képes a viselkedés megváltozását, az adaptációt – a klímaváltozás elméletét elutasítók rendkívül alacsony elemszáma és aránya (2%) miatt a vizsgált kérdőíves adatokon nem vizsgálható. A mintába került válaszadók körében általánosan elfogadottnak mondható a hit abban, hogy a klíma változik, még hozzá részben vagy egészben az emberi tevékenységre visszavezethető okokból. További vizsgálatokat igényel annak feltárása, hogy ez mintavételi hibának tekinthető-e, vagy valóban ennyire elfogadott a klímaváltozás elmélete a hazai árutermelő mezőgazdasági termelők körében. Mind az interjútapasztalatok, mind pedig a szakértői adatfelvételek arra utalnak, hogy az árutermelő gazdálkodók körében általánosan elfogadott a klímaváltozás elmélete és nem mintavételi hiba, torzítás húzódik meg az eredmény hátterében.

Tekintve, hogy a klímaváltozásba vetett hit és az adaptációs technikák alkalmazása közti kapcsolat érdemben nem vizsgálható, csupán a percepció és az adaptáció közti kapcsolat vizsgálatára volt mód. A lehetséges adaptációs technikára külön-külön elvégezve a logisztikus regressziós becslést először megvizsgáltuk, hogy mely modellek bizonyultak szignifikánsnak ($<0,05$). E körben nem bizonyult hatásosnak több olyan adaptációs technika alkalmazására készített becslőfüggvény, amelyek pedig mind a szakirodalom, mind a gazdálkodói adatfelvétel, mind pedig az interjúk alapján gyakran alkalmazott technikának számítanak: talajművelési feladatok ütemezésének megváltoztatása, vetésszerkezet megváltoztatása, illetve talajlazítás alkalmazása. Fontos kiemelni, hogy ez nem az adaptációs technikák használatát jelenti, hanem azt, hogy a bevont pótlólagos információk (pl. életkor, iskolai végzettség, meg tapasztalt termelési kockázatot jelentő időjárási jelenségek stb.) figyelembevételével sem tudtuk pontosabban becsülni, hogy az adott gazda alkalmazza-e az adott adaptációs technikát.

Adaptációs technika	Modell szignifikanciaszintje (pszeudó R^2)	Adaptációs technika	Modell szignifikanciaszintje (pszeudó R^2)
A vetésszerkezet megváltoztatása	0,3403 (0,0673)	Forgatás nélküli talajhasználat	0,0041 (0,1340)
Talajművelési feladatok ütemezésének megváltoztatása	0,2516 (0,0716)	Termelés helyének megváltoztatása	0,0331 (0,1758)
Mélyszántás alkalmazása	0,0000 (0,1655)	Öntözésfejlesztés	0,0000 (0,4444)
Talajlazítás alkalmazása	0,3308 (0,0754)	Új trágyázási gyakorlat	0,0400 (0,1138)
Mulcsolás alkalmazása	0,0000 (0,2705)	Időjáráshoz igazított növényvédelem	0,0073 (0,1114)
Talajvízvédelem	0,4323 (0,1624)	Új fajták alkalmazása	0,0051 (0,1130)
Erózió	0,0000 (0,2700)	Hűtés, szellőztetés	0,0001 (0,3173)
Időjáráshoz igazított takarmányozás	0,0180 (0,1784)	Biztosítás	0,0011 (0,1557)
Agrometeorológiai adatok, előrejelzések használata	0,0000 (0,1512)	Pénzügyi tartalékolás	0,0452 (0,0917)

32. táblázat: A paraméterbecslő modellek szignifikanciája

Megjegyzés: félkövérrel kiemelve azon adaptációs technikák, amelyek esetében a becslő modell 5% szignifikanciaszint mellett hatásosnak bizonyult. Fagyvédelem esetében a magyarázóváltozók körében tapasztalt kollinearitás miatt a becslés nem volt megvalósítható, pl. gazda életkora.

Forrás: Mezőgazdasági árutermelők, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében felvett kérdőíves adatfelvétel adatai alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

Ha áttekintjük, hogy az egyes technikák alkalmazásánál mely magyarázó tényezők bizonyultak szignifikánsnak, az alábbiakat állapíthatjuk meg:

- **mélyszántás** alkalmazása tekintetében (5% szignifikanciaszinten) befolyásoló erővel bírtak az alábbi percepcióval kapcsolatos tényezők: átlaghőmérséklet emelkedése, csapadékmennyiség csökkenése, amelyet a saját gazdaságban tapasztalt tartós szárazság, szél általi talajpusztulás és extrém meleg egészít ki. Alacsonyabb megbízhatósággal (10% szignifikanciaszint) további elemek

is bekerültek: egyetért, hogy az utóbbi években változékonyabbá vált az időjárás, saját gazdaságában tapasztalta a termés hozam csökkenését, s a gazdálkodó 64 év feletti. Legnagyobb jelentőségűnek a tartós szárazság megtapasztalása bizonyult, önmagában ez az egy tényező közel négyszeresére (3,98) növelte a mélyszántás alkalmazásának feltételes esélyét. Az iskolai végzettség és a mezőgazdasági szakképzettség nem bizonyult meghatározónak.

- **Mulcsolás** alkalmazásával kapcsolatban az alábbi tényezők bizonyultak szignifikánsnak: saját gazdaságában tapasztalta a termés hozam csökkenését; jégeső kártételét, új kártevők és kórokozók megjelenését, a gazdálkodó alacsony életkorú (45 év alatti), s legalább középfokú szakmai végzettséggel bír.
- **Forgatás nélküli talajművelés** esetében az alábbi tényezők hatását emelhetjük ki: kedvezőtlen termőhelyi adottság (szántó átlagos aranykorona-értéke nem éri el a 17-et); saját gazdaságában tapasztalta a termés hozam csökkenését, jégeső és tavaszi fagy kártételeit s legalább középfokú szakmai végzettséggel bír.
- **Termelés helyének megváltoztatása** esetében egyetlen tényező bizonyult 5% szignifikanciaszinten befolyásoló erejűnek: a termés hozam saját gazdaságában tapasztalt csökkenése. 10% szignifikanciaszinten ehhez még hozzájárul az átlagosnál jobb szántóminőség (24 AK feletti átlag), saját gazdaságban tapasztalt romló jövedelmezőség, szél általi talajpusztulás, illetve invazív növényfajok megjelenésének érzékelése. Az életkor és szakképzettség nem gyakorolt hatást a technika alkalmazásának feltételes esélyére.
- **Öntözésfejlesztés** megvalósításával kapcsolatban a csapadékmennyiség érzékelt csökkenése, a saját gazdaságban tapasztalt víz és szél általi talajpusztulás, új kártevők megjelenése és tavaszi fagykárak elszívódása bizonyult feltételes esélynövelőnek. Az életkor és szakképzettség nem gyakorolt hatást a technika alkalmazásának feltételes esélyére.
- **Új trágyázási** gyakorlatoknál a saját gazdaságban tapasztalt belvíz és új kártevők megjelenése bizonyult magyarázó erejűnek. 10% szignifikanciaszinten ehhez még hozzájárult a saját gazdaságban tapasztalt víz általi talajpusztulás, valamint a saját termékek minőségének romlása. Az egyéni jellemzők közül az életkor és szakképzettség nem gyakorolt szignifikáns hatást.
- **Időjáráshoz igazított növényvédelemnél** az átlaghőmérséklet emelkedése, a szél által okozott talajpusztulás, illetve a saját gazdaságban tapasztalt extrém meleg bizonyult hatótényezőnek. Az életkor és szakképzettség nem gyakorolt hatást a technika alkalmazásának feltételes esélyére.
- **Új fajták alkalmazása** esetén a szél által okozott talajpusztulás és az átlaghőmérséklet emelkedése bizonyult hatótényezőnek. 10% szignifikanciaszinten ehhez még hozzájárul az átlagosnál kedvezőtlenebb (17 AK alatti) szántóminőség, valamint az extrém hőség megtapasztalása a saját gazdaságban.
- **Talajeróziót megelőző műveletek** alkalmazása esetében az adaptációs technika feltételes esélyét növelte, ha a gazdaságban korábban történt biztosítási kárkifizetés, romlott a saját termékek minősége, a válaszadó víz és szél általi talajpusztulást tapasztalt a saját gazdaságában, illetve klíma tekintetében a gazdálkodó úgy ítélte meg, hogy az időjárás változékonyabbá vált, a csapadékmennyiség pedig csökkent.

- **Hűtés, szellőztetés fejlesztése** tekintetében az alkalmazás feltételes esélyét növelték az alábbi tényezők: amennyiben a válaszadó úgy ítélte meg, hogy az átlaghőmérséklet emelkedett, és változó-konyabbá vált az időjárás az utóbbi években. Saját gazdaság tekintetében pedig tartós szárazsággal, szél általi talajpusztulással, invazív növényfajok megjelenésével szembesült. Fontos, hogy az egyéni jellemzők közül 5%-os megbízhatósági szinten szignifikánsnak bizonyult a válaszadó felsőfokú iskolai végzettsége, illetve 10% megbízhatósági szinten a gazda alacsony életkora (45 év alatti).
- **Időjáráshoz igazodó takarmányozásnál** a saját gazdaságban megtapasztalt belvíz, illetve 10% megbízhatósági szinten az átlagnál kedvezőbb átlagos szántóminőség (24 AK felett) bizonyult befolyásoló erejűnek, ami a mintába került állattartó gazdálkodók körülményeit jellemzi.
- **Meteorológiai adatok, előrejelzések** használatatekintetében megállapítható, hogy az alkalmazás esélyét növelték, ha a válaszadók saját gazdaságukban tapasztalták a termés minőségének romlását, jégeső kártételét, illetve hirtelen lezúduló víz/árvíz pusztítását. Alacsonyabb megbízhatósági szinten a tartós szárazság, az új kórokozók, betegségek feltűnése és a felsőfokú iskolai végzettség is növelte az alkalmazás esélyét.
- **Biztosítás tekintetében** az alkalmazás esélyét növelte, ha a korábbi években már volt biztosítási kárfizetése (azaz korábban is biztosított volt, s bekövetkezett a káresemény), ha a gazda invazív növényfajták megjelenését, illetve új kórokozók, betegségek kártételét tapasztalta a gazdaságában. (Itt rá kell mutatni, hogy a biztosítások extrém időjárási eseményekhez kötődő károk enyhítésére szolgálnak, növényvédelmi problémákból eredő károkat nem térítenek, tehát e jelenség hátterében inkább a szántóföldi növénytermesztők magasabb biztosítottsági szintje húzódik meg.) Egyéni jellemzők közül a gazda életkora is hatással volt az alkalmazás esélyére, 45 év alattiak esetében markánsan (2,8-szorosára) emelkedett a biztosítás alkalmazásának esélye. Alacsonyabb megbízhatósági szinten a gazdák felsőfokú iskolai végzettsége is növelte az alkalmazás esélyét.
- **Pénzügyi tartalékolás** esetén egyedül a válaszadó gazda alacsony életkora (45 év alatti) bizonyult szignifikáns befolyásoló tényezőnek, alacsonyabb megbízhatósági szinten még a szél általi talajpusztulás, illetve árvíz/hirtelen lezúduló víz kártételének megtapasztalása járul hozzá a bizonytalanság mérsékléséhez.

Összességében megállapítható, hogy a saját gazdálkodásban megtapasztalható negatív jelenségek az alábbiak szerint mutattak összefüggést az alkalmazott adaptációs technikákkal:

- szél általi talajpusztulás (15-ből 9 esetben bizonyult szignifikánsnak!);
- új kártevők megjelenése (5 eset);
- terméshozam csökkenése, magasabb átlaghőmérséklet (4-4 esetben);
- csapadékmennyiség csökkenése, jégeső, tartós szárazság, extrém meleg, invazív növények megjelenése, romló termésminőség (3-3 eset).

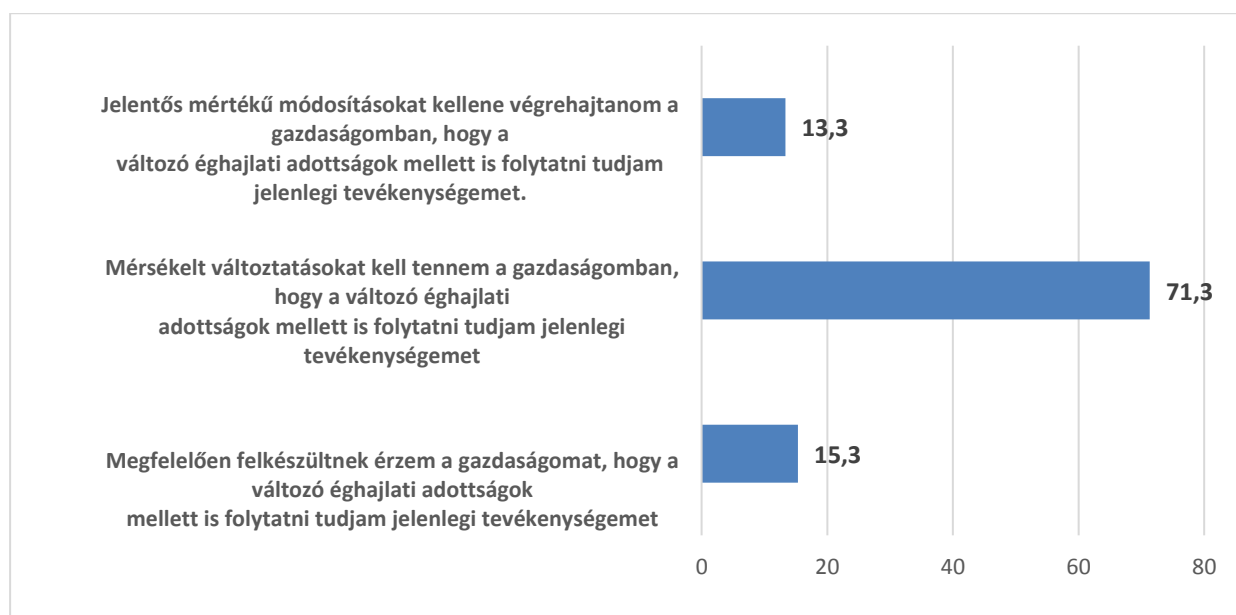
Ez az eredmény annyiban tekinthető meglepőnek, hogy a klímaváltozás negatív következményei közül elsősorban az időjárási extremitások intenzívebbé, gyakoribbá válását szokták megemlíteni, így például a tartós szárazságot, tavaszi fagyokat, jégverést és viharkárokat, ugyanakkor kisebb figyelem kíséri a szél általi talajpusztulás kérdését, ami vizsgálatunk alapján a gazdálkodók számára kifejezetten fontos érzékelt jelenségnek tekinthető. A szakirodalom elsősorban a közvetlenül megragadható időjárási jelenségekre fókuszál, mint a tartós szárazság, magasabb átlaghőmérséklet, ugyanakkor a gazdálkodók

számára sok tekintetben nem is közvetlenül ezek a jelenségek jelentenek problémát, hanem az ezekből adódó közvetett hatások, mint például a szél általi talajpusztulás fokozódása.

Felkészültség a klímaváltozásra a gazdálkodói önértékelés tükrében

Az alkalmazott adaptációs technikák áttekintése és az alkalmazást befolyásoló érzékelt éghajlati hatások vizsgálata után adódik a kérdés, hogy a megkérdezett gazdálkodók hogyan ítélik meg saját felkészültségüket a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás tekintetében. A kérdés nem a gazdálkodók tényleges felkészültségét kívánja megragadni, hanem arra irányul, hogy feltárja, mennyire vannak tudatában a gazdálkodók annak, hogy a klímaváltozás miatt további adaptációs lépéseket kell tenniük. A válaszok gyakorisági megoszlását a **28.** mutatja. A válaszadók 15,3 százaléka jelezte, hogy alapvetően felkészültnek tekinti a gazdaságát, ahol nem szükséges változtatni. 71,3% vélte úgy, hogy mérsékelt változtatásra lesz majd szükség, hogy jelenlegi tevékenységét a változó éghajlati adottságok mellett is folytatni tudja, míg a fennmaradó 13,3 százalék jelezte, hogy jelentős mértékű változtatásokra lesz szüksége.

A válaszok alapján azt állapíthatjuk meg, hogy a megkérdezett árutermelő gazdaságok képviselőinek túlnyomó többsége (84,7%) kisebb-nagyobb változtatást tart szükségesnek, azaz tudatában van a változó éghajlat generálta adaptációs kényszernek. Ez pedig rendkívül fontos információ, mert a legnagyobb problémát az jelentené, ha a gazdálkodók hamis biztonságérzetükben elmulasztanák az alkalmazkodáshoz szükséges lépések megtételét, úgy gondolván, hogy már felkészültek.



28. ábra: Felkészültség megítélése a mezőgazdasági árutermelők körében (N=300)

Forrás: Mezőgazdasági árutermelők, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében felvett kérdőíves adatfelvétel adatai alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

Érdeemes megvizsgálni, hogy milyen tényezők húzódnak meg a két szélsőséges válasz (megfelelően felkészült a gazdaságom, illetve jelentős mértékű változtatásokat kellene végrehajtani) mögött. Elsőként a további alkalmazkodást szükségtelennek ítéelőket vizsgáltuk meg: probit regressziós becslőfüggvény alkalmazásával azt az eredményt kaptuk, hogy a szántó minősége (AK átlag alatti vagy feletti értéke), illetve a gazdálkodó szakképzettsége nem bizonyult szignifikánsnak. Azok, akik elutasították a klímaváltozás elméletét, nagyobb valószínűséggel (10,41) gondolták úgy, hogy gazdaságukban tovább folytathatják jelenlegi tevékenységüket, nem kell további alkalmazkodási lépéseket tenni. Hozzá tartozik ehhez, hogy volt egy olyan válaszlehetőség is, miszerint „Nincs szükség változtatásokra, mert az éghajlati adottságok sem változnak” – ezt azonban egyetlen válaszadó sem jelölte be, még azok sem, akik korábbi kérdésre azt jelezték, hogy nem értenek egyet a klímaváltozás elméletével.

Hasonlóan növelte a feltételes esélyt

- ha a gazdálkodó már változtatott a termelési helyszínen;
- ha megváltoztatta a talajművelési feladatok ütemezését;
- időjáráshoz igazított takarmányozást vezetett be;
- illetve pénzügyi tartalékot képzett.

Alacsonyabb megbízhatósági szinten (10%) növelte a „felkészültnek érzem gazdaságomat” válasz esélyét, ha a válaszadó

- forgatás nélküli talajművelés alkalmazásáról adott számot;
- mélyszántást alkalmazott;
- felsőfokú iskolai végzettséggel bírt;
- 500 hektárnál nagyobb mezőgazdasági területet művelt ($P > |z| = 0,109$).

A másik oldalon, akik úgy ítélték meg, hogy további jelentős változtatásokat kell még tenni a gazdaságukban találjuk azokat,

- akik már végeztek öntözésfejlesztést;
- módosították a vetésszerkezetüket;
- agrármeteorológiai adatokat, előrejelzéseket alkalmaznak;
- pénzügyi tartalékot képeznek;
- az idősebb generációhoz tartoznak (65 év felett).

Alacsonyabb megbízhatósági szinten, de növelte a vizsgált válasz feltételes esélyét:

- ha 45 évnél fiatalabb volt a válaszadó (azaz a középgeneráció, a 45–64 évesek körében alacsonyabb a jelentős változtatást szükségesnek tartók aránya);
- ha talajlazítás végzéséről számolt be.

Fontos rámutatni, hogy a jelentős változtatásokat szükségesnek tartók között nem azok jelennek meg, akik eddig nem tettek adaptációs lépéseket, hanem éppen azok, akik úgy érzik, hogy saját gazdaságuk erősen (és negatívan) érintett a klímaváltozás tekintetében. Jellemző, hogy ebben a körben szerepelnek azok, akik öntözésfejlesztést hajtottak végre, és nem azok közt, akik úgy látják, hogy már felkészültek a klímaváltozásra.

Az alkalmazkodást akadályozó tényezők

Az éghajlatváltozás várt vagy már tapasztalt hatásaihoz való alkalmazkodást számos tényező akadályozhatja. Habár nincs egyetemesen használt definíciója ezeknek a tényezőknek, abban egyetértenek a kutatások, hogy tevékenységtől függően többszörös és sokszor együttesen jelentkező akadályok csökkentik az alkalmazkodási lehetőségeket (Klein *et al.*, 2014). Szakértőkkel és termelőkkel folytatott interjúk alapján hét akadályozó tényezőt azonosítottunk. A hét tényezőből hat valaminek a hiányát jelzi: tudás, tőke, pályázati lehetőségek, technológia, munkaerő és együttműködés; egy pedig a bonyolult vagy nem megfelelő jogszabályi környezetet feltételezte lehetséges hátráltató tényezőnek. A válaszadókat arra kértük, hogy értékeljék 1-től – 5-ig terjedő skálán, hogy az adott tényező mennyire hátráltatja őket az alkalmazkodásban. A szaktanácsadói csoportok válaszadóit arra kértük, hogy saját szakterületük ügyfélkörében szerzett tapasztalataik alapján válaszoljanak. Az eredményeket a **33.** tartalmazza, összesítve a négyvel és ötten értékelt válaszokat százalékosított formában.

	Mezőgazdasági áruter- melők	Szaktanácsadók	Erdészeti szakirányítók
Tudás/szakértelem hiánya	5,3	56,5	46,9
Tőkehiány	27,3	63,1	53,0
Pályázati lehetőségek hiánya	30,0	47,5	63,2
Bonyolult/nem megfelelő jogsabályok	48,6	72,9	73,4
Megfelelő technológia hiá- nya	26,3	48,3	36,7
Megfelelő munkaerő hiánya	28,0	41,8	73,4
Együttműködés hiánya	12,3	54,1	46,9

33. táblázat: Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodást akadályozó tényezők (N=300)

Forrás: Mezőgazdasági árutertermelők, szaktanácsadók és erdészeti szakirányítók körében felvett kérdőíves adatfelvétel adatai alapján AKI Társadalmi Fenntarthatóság Kutatási Osztály

Szembevetve, hogy a jogszabályi környezettel összefüggésbe hozható tényezőket ítélte mind a három csoport a legjellemzőbb akadállyal. A termelők közel fele, a szaktanácsadók és szakirányítók több mint kétharmada szerint a nem megfelelő jogszabályok gördítenek a leggyakrabban akadályt az alkalmazkodás elé. A termelők esetében közel azonos súlyt kaptak (26 és 30 százalék között) a megfelelő tudás, technológia, tőke és pályázati lehetőségek hiányára visszavezethető akadályozó tényezők. Az adatok alapján az együttműködések és a tudás hiánya okozza a legkevesebb gondot a termelőknek. Másrészt látják ez a szaktanácsadói csoportok: a szaktanácsadók a tőkehiányt, az erdészeti szakirányítók pedig a megfelelő munkaerő hiányát tartják a második legjellemzőbb akadályozó tényezőnek. Figyelemre-méltó, hogy még a legalacsonyabb gyakorisággal értékelt tényezők is ötven százalékkal szerepelnek mindkét szaktanácsadói csoportban.

Összefoglalás

Jelen fejezet célja az volt, hogy az éghajlatváltozáshoz történő alkalmazkodás problémakörén keresztül vizsgálja meg az agrárágazat helyzetét. Az első alfejezet a klímaadaptáció intézményi környezetét, a második alfejezet pedig az üzemszintű adaptáció jellemzőit és tényezőit vizsgálta meg. Tekintve, hogy az intézmények lehetőségeket teremtenek és biztosítanak a változó klímához történő alkalmazkodás ösztönzésére és hatékony megvalósulására, kiemelkedően fontosnak ítéltük szerepük, különösen az információk megosztása, a tudásátadás, illetve az eszközök (források) biztosítása révén. Ugyanakkor az intézmények nem csupán ösztönzői, de hátráltatói is lehetnek az alkalmazkodásnak, az elégtelen intézményi kapacitások, diszfunkcionális működés visszahúzhatja az adaptáció folyamatát.

Makroszinten Magyarországnak a közösségi szintű stratégia megvalósításához kell igazítania a mitigációs és alkalmazkodási tevékenységét. Az Európai Unió tagállamai közül Magyarország az első között készítette és fogadta el a nemzeti éghajlatváltozási stratégiáját. A 2013-ra elkészült felülvizsgálat alapján tervezet született a második nemzeti éghajlatváltozási stratégiára. Ezt követően a 2015-ös Párizsi szerződés hazánkra is vonatkozó kötelező vállalásai, valamint az egyezményben szereplő prioritások miatt újabb felülvizsgálat vált szükségessé. A legújabb tervezet a Nemzeti Alkalmazkodási Központ gondozásában vár parlamenti jóváhagyásra.

A nemzeti alkalmazkodási stratégia számos egyéb hazai stratégiai dokumentumhoz kapcsolódik és végrehajtásához több különböző uniós és nemzeti pénzügyi eszköz vehető igénybe. A kapcsolódó hazai

stratégiai dokumentumok közül a Nemzeti Vidékstratégiának van kiemelkedő jelentősége, és a rendelkezésre álló pénzügyi források közül a Széchenyi2020 Vidékfejlesztési Program elnevezésű operatív programnak jut alapvető szerep.

Az intézmények mezoszintjét vizsgálva célunk az volt, hogy felmérjük, mennyire van jelen az éghajlatváltozással és alkalmazkodással kapcsolatos problémakör egy-egy szakterületet vagy ágazatot képviselő vagy irányító intézmény működésében. Harminc intézményt kerestünk meg, ezek közül 12-nél sikerült felsővezetői szakértői interjút készíteni. Az interjúk és dokumentumelemzés alapján megállapítható, hogy az alapító okiratokban csupán egyetlen esetben (Nébih) jelenik meg a klímaváltozással kapcsolatos adaptációs, mitigációs feladat, igaz, a szervezetek SZMSZ-ében már több esetben is megtalálható.

Intézményi kapacitások oldaláról megállapítható, hogy alapvető finanszírozási és szakemberhiányról nem lehet beszélni, horizontális témaként ugyanakkor nehéz pontosan körülhatárolni a témával foglalkozó szakembereket. A finanszírozás kapcsán arra is rá kell mutatni, hogy a klímaváltozással kapcsolatos kutatásokat alapvetően csak külső – pályázati – forrásból lehetséges megvalósítani, ami érezhetően az alapkutatások, a tudományos eredmények felé tolja el a vizsgálatokat, ami gyakorta a gazdasági életben közvetlenül hasznosítható alkalmazott kutatások rovására valósul meg.

A szakértői interjúkon túl sor került két online kérdőíves adatfelvételre is a szaktanácsadók, illetve az erdészeti szakirányítók körében, hogy feltárhassuk az adaptáció tekintetében fontos szerepet játszó szakértők véleményét. A kérdőíves adatfelvételek alapján megállapítható, hogy a szaktanácsadók, szakirányítók kiemelt szerepet játszanak abban, hogy a tudományos eredményeket lefordítsák a gazdák nyelvére és közvetítsék a legújabb eredményeket. Fontos rámutatni ugyanakkor, hogy a szaktanácsadóknak csupán valamivel több mint fele, az erdészeti szakszemélyzetnek pedig 45 százaléka nyilatkozott úgy, hogy e tekintetben szakmailag felkészültnek tartja magát. Ennek hátterében az áll, hogy a szaktanácsadók alig harmada, az erdészeti szakirányítóknak pedig csupán ötöde gondolja úgy, hogy rendelkezésre állnak azok a megoldások, amelyek mérsékelhetik az éghajlatváltozás negatív hatásait.

A fejezet második része az üzemi szinten megvalósuló alkalmazkodás kérdését vizsgálta, alapvetően kérdőíves (gazdálkodói, szaktanácsadói és erdészeti szakirányítói kérdőívek) adatfelvételre alapozva, amelyet gazdálkodói interjúk egészítettek ki. A kiinduló hipotézis az volt, hogy a gazdálkodók klímadaptációját meghatározza, hisznek-e a klímaváltozásban és saját gazdaságuk esetében tapasztalják-e annak negatív következményeit. A megkérdezett három csoport válaszainak áttekintéséből számos megállapítás tehető. Az egyértelmű, hogy az éghajlatváltozás tényét mind a termelők, mind a szakirányítók elfogadják, valamint az okok tekintetében is a széles körben elfogadott és alátámasztott véleményen vannak. Ezzel szoros összefüggésben kijelenthetjük, hogy az éghajlatváltozás elutasításának nincsen értékelhető bázisa a megkérdezettek között.

Kutatásunk rávilágított arra is, hogy a különböző mezőgazdasági tevékenységek végzői eltérő módon érzékelik az éghajlat változását, valamint különbözőképpen érzik magukat érintettnek a változások kapcsán. A legszembetűnőbb, hogy a szőlő- és gyümölcsstermesztők esetében mozog a legjobban együtt a változások észlelése és az érintettség megítélése. Az ebben az ágazatban dolgozók tehát nem csak észlelik, hogy változnak az éghajlattól függő termelési körülmények, de úgy érzik, ez saját tevékenységükre is hatással van. Hasonlóképpen ítélik meg a változást a szántóföldi növénytermesztők, azonban lényegesen kevésbé tartják érintettnek saját tevékenységüket. Ez rámutat arra, hogy milyen eltérő képességek és tartalékok lehetnek az ágazatok között a változó éghajlathoz való alkalmazkodásban.

Az éghajlatváltozással összefüggésbe hozható jelenségek gyakoriságának változását eltérően ítélte meg a három megkérdezett csoport. A legfeltűnőbb különbség a termelők és a szaktanácsadók között, hogy eltérően látják egyes biotikus és abiotikus tényezők változását. A válaszok alapján a termelők három abiotikus hatás (aszály, extrém meleg, tavaszi fagy) egyre jellemzőbbé válásáról nyilatkoztak,

míg a szaktanácsadók a biotikus hatások (invazív fajok, új kórokozók, kártevők megjelenése) jelentőségének növekedését emelték ki.

A gazdálkodók tájékozódására költséghatékonyság jellemző, leggyakrabban az ingyenes, illetve relatíve olcsón elérhető médiából (online felületek, elektronikus média, nyomtatott sajtó), illetve gazdátársaktól tájékozódnak, a szaktanácsadókat jellemzően csupán akkor keresik, ha már nagy a baj, amelyet kezelni már nem, csupán megelőzni lehetett volna. E megelőzés tekintetében fontos kérdés, hogy a gazdálkodók milyen alkalmazkodási technikákat használnak. Összesen 19 lehetséges adaptációs technika alkalmazására kérdeztünk rá, s a megkérdezett gazdálkodók átlagosan 5,89 technika alkalmazásáról adtak számot. A megkérdezett gazdálkodók leggyakrabban az alábbi technikákat alkalmazzák: talajlazítás (70,3%), időjáráshoz igazított növényvédelem (57,7%), mélyszántás (53%), új fajták használata (53%). A spektrum másik szélén, a legkevesebb említést kapva az ágazatspecifikus, jelentős beruházásigénnyel jellemezhető fejlesztések tűnnek fel: jég- és fagyvédelmi fejlesztések (3,7%), talajvízvédelmi műveletek (7,3%), szellőzés vagy hűtés fejlesztése (10%), öntözésfejlesztés (12%). Az alkalmazott technikák mutatnak egyfajta tendenciát: bizonyos megoldásokat inkább a nagyobb területen gazdálkodók, szakképzettebbek vagy éppen fiatalabb korosztályba tartozók alkalmazzák.

A gazdálkodók túlnyomó többsége (84,7%) a már megtett adaptációs lépések ellenére is úgy tartja, hogy további kisebb-nagyobb változtatásokra lesz szükség a jövőben annak érdekében, hogy a változó éghajlati körülmények ellenére is folytathassa jelenlegi tevékenységét, azaz tudatában van a változó éghajlat generálta adaptációs kényszernek. Ez pedig rendkívül fontos információ, mert a legnagyobb problémát az jelentené, ha a gazdálkodók hamis biztonságérzetükben, felkészültnek érezvén magukat elmulasztanák az alkalmazkodáshoz szükséges lépések megtételét.

Érdekes eredményre vezetett, amikor az adaptációt korlátozó tényezőkre (tudás, szakember, jogszabályok) kérdeztünk rá, ugyanis mind a három csoport a jogszabályi környezettel összefüggésbe hozható tényezőket ítélte a legjellemzőbb akadállyal. A termelők közel fele, a szaktanácsadók és szakirányítók több mint kétharmada szerint a nem megfelelő jogszabályok gördítenek a leggyakrabban akadályt az alkalmazkodás elé. A termelők esetében közel azonos súlyt kaptak (26 és 30 százalék között) a megfelelő tudás, technológia, tőke és pályázati lehetőségek hiányára visszavezethető akadályozó tényezők.

JAVASLATOK

A Mezőgazdasági Kockázatkezelési Rendszer immár öt éve működik Magyarországon. Az eddigi tapasztalatok felhasználásával a rendszer tovább fejleszthető a következők mentén:

- Az I. pillérben célszerű lenne a kárenyhítési hozzájárulások megállapításánál bonus-malus rendszert bevezetni a termelők „múltjának” figyelembevételével. Hasonló bonus-malus megoldás javasolt a II. pillérben is, ahol az egyes biztosítók önálló nyilvántartása helyett közös nyilvántartást volna célszerű kialakítani.
- Érdemes lenne az I. pillérben a drága termékekre (károkra érzékeny, illetve magas fajlagos termelési értékű növények) koncentrálni a támogatást – ültetvény, zöldség –, hogy a penetráció tovább növekedhessen, vagy legalábbis ne csökkenjen.
- Az „A” biztosítás minden növényre megköthető legyen.
- A „B” biztosítás csak zöldség-gyümölcsre legyen elérhető, ugyanakkor az összes veszélynemre megköthessék a termelők.
- A „C” biztosítás díjtámogatottsági szintjét mérsékelni lehetne (20 százalékra), mert a nagy szántóföldi növények jégbiztosítását alacsonyabb támogatás mellett is megkötik. A klímaváltozás hatásainak mérséklése céljából a termelők által alkalmazható agrotechnikai eszközök, technológiák elterjedésének elősegítése javasolt, több területen is:
- A közoktatásban általában nagyobb hangsúlyt kellene fektetni a környezettudatosságra, hogy növekedjen a társadalom fenntarthatóság iránti elkötelezettsége, amely azután a termelőkre is nyomást gyakorolna. A mezőgazdasági közép- és felsőoktatásban a bemutatott agrotechnikai eszközök és termelési technológiák mind szélesebb körben való megismertetése kiemelten fontos nemcsak elméleti, hanem gyakorlati szinten is. Érdemes továbbá a gazdálkodók számára olyan kurzusokat indítani, ahol elsajátíthatják az alapvető szakismereteket, amelyet azután a gyakorlati alkalmazás során a szaktanácsadás egészíthetne ki.
- Támogatási forrásokkal célszerű segíteni az említett oktatási-szaktanácsadási tevékenységet, illetve minden beruházást, amely az agrotechnikai eszközök és technológiák alkalmazásához szükséges. Egyes intézkedések már most is folyamatban vannak. A Vidékfejlesztési Program keretében lehet pályázni kockázatmegelőző beruházásokra (például tavaszi fagykár megelőzésére), valamint az aszálykárok csökkentése érdekében öntözésfejlesztési pályázatokra. Emellett szükséges volna a precíziós és talajkímélő eszközök beszerzését támogatni ugyancsak a Vidékfejlesztési Programban, illetve az agrár-környezetgazdálkodási kifizetéseknél is prioritást kaphatnának a környezetkímélő technológiát alkalmazók.
- A kutatás feladata a környezettudatos és fenntartható agrotechnikai eszközök és technológiák gazdaságossági vizsgálatainak elvégzése, valamint kalkulátorok készítése a megtérülésre vonatkozóan, amely megkönnyíti a gazdálkodó döntéshozatalát.

Az alkalmazkodás kérdéskörével kapcsolatban az alábbi javaslatokat fogalmaztuk meg:

- Jelen kutatás rávilágított arra, hogy a hazai mezőgazdasági termelők alkalmazkodási gyakorlatainak változását nem követi nyomon rendszeres statisztikai adatfelvétel. Rendkívül hasznos lenne

rendes időközönként, például 5 évente megismételt panelvizsgálatot végezni a tesztüzemi rendszerre támaszkodva. Ezáltal figyelemmel lehetne kísérni a termelők alkalmazkodási viselkedésének változását, és pontosabb képet kapnánk az alkalmazkodást segítő vagy hátráltató tényezőkről.

- A gazdák körében megvalósított kérdőíves adatfelvétel eredményei alapján a magyar gazdák nagy többsége fontosnak tekinti a klímaváltozás jelentette jövőbeli kihívást, ugyanakkor érthető okokból egyfajta elbizonytalanodás figyelhető meg. A változás mértéke jelenleg (még) nem igényel drasztikus változtatást, a hagyományos megoldások is megfelelő kockázatmérséklő erővel bírnak, s jól illeszkednek a talaj termőképességének javítását célzó beavatkozásokhoz. Nagy kérdés ugyanakkor, hogy a klíma további változása esetén milyen lépések megtételére lesz szükség, milyen adaptációs technikák, megoldások bizonyulnak majd hatékonyak és megvalósíthatóak. E tekintetben mind a hazai szaktanácsadók, mind pedig a gazdák támogatásra szorulnak, hogy megismerhessék a lehetséges adaptációs stratégiákat, megoldásokat, ezek alkalmazhatóságát, feltételrendszerét, működési mechanizmusát.
- Nagy igény van hazai körülmények között bizonyított, bevált, követhető megoldásokra, ám jelenleg az információk nem vagy kevésbé érhetőek el az érdeklődők számára. A tudományos eredmények a gazdálkodók számára közvetlenül nem hasznosíthatók, szükséges az eredmények „lefordítása”, hétköznapi, megvalósítható, követhető ajánlások kidolgozása, kommunikációja. E téren a szaktanácsadók, a kamara, az önkéntes szakmai szerveződések fontos csatornái lehetnek az információk megosztásának, de ezen ajánlások kidolgozását nem tudják biztosítani, bizonyos mértékű állami szerepvállalásra van szükség e tekintetben.
- Ehhez kapcsolódóan látható, hogy nem csupán tájékoztató kiadványokra van szükség, hanem valós hazai körülmények közt működő bemutató helyekre, mintagazdaságokra, „laborokra”, ahol az érdeklődő gazdák testközelből ismerhetik meg az adaptációs technikákat, azok feltételrendszerét, eredményeit. Az inputforgalmazók, gépkereskedők piaci érdekeik mentén vállalnak s el is látnak ilyen feladatokat, de gazdasági érdekeiket nem szolgáló technikák, megoldások már kívül rekednek e bemutatókon, fajtakisérleteken. E téren nagyon fontos lenne a „technológiafejlesztés”, azaz az alkalmazott kutatások keretein belül kidolgozni az adott adaptációs technika keretrendszerét.
- Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodáskutatás nemzetközi tudományos diskurzusában kiemelten fontosak a kitettség, sérülékenységre és alkalmazkodási kapacitásra épülő sérülékenységvizsgálatok. Érdemes lehet megvizsgálni a jövőben egy komplex mezőgazdasági területalapú alkalmazkodási indikátor kidolgozásának lehetőségét, a hazai mezőgazdasági sérülékenységvizsgálatok elvégzése érdekében.

FOGALOMTÁR

1. Alul- és túlkompensáció: a bekövetkezett kárnál kisebb, illetve azt meghaladó kárkifizetés.
2. Árdiszkrimináció: azonos termék különböző ügyfeleknek különböző árakon történő eladása.
3. Bizonytalanság: a döntéshez kapcsolódó kár bekövetkezésének várható volta, ahol nem ismert a kár bekövetkezési valószínűsége.
4. Biztosítás: a kockázat áthárításának azon módja, amikor az egyedi kockázat egy veszélyközösség tagjai között felosztásra, szétporlasztásra kerül.
5. Kárfelosztó biztosítás: a biztosítás azon módja, amikor a veszélyközösség tagjai a kár bekövetkezése után vállalják át az egyedi kár rájuk eső részét.
6. Kockázatfelosztó biztosítás: a biztosítás azon módja, amikor a veszélyközösség tagjai a kockázat bekövetkezése előtt díjat gyűjtenek össze, majd az így képződő díjalap kerül kifizetésre a károsodott tagnak.
7. Ekvivalenciaelv: a biztosítási díj és a kárkifizetés hosszú távon megvalósuló azonosságának elve.
8. Erkölcsi kockázat: a biztosított ügyfél kártérítés érdekében történő tevékenységének (szűken vett erkölcsi kockázat, *moral hazard*), valamint a kárenyhítéssel kapcsolatos elvárható tevékenysége elmaradásának (érdektelenségi kockázat, *morale hazard*) kockázata.
9. Információs aszimmetria: a biztosító ügyfelének áthárítani kívánt kockázatával és az ehhez kapcsolódó tevékenységével kapcsolatos biztosítói információ hiánya és az ügyfél információtöbbletének viszonya.
10. Kockázat: a döntésekhez kapcsolódó kár bekövetkezésének valószínűsége.
11. Szisztematikus kockázat: egy ágazat minden döntéshozóját érintő azon kockázatok, amelyek esetében a döntéshozók kárainak bekövetkezési valószínűségei nem függetlenek, hanem egymással szorosan korrelálnak.
12. Egyedi kockázat: egy ágazat minden döntéshozóját érintő azon kockázatok, amelyek esetében a döntéshozók kárainak bekövetkezési valószínűségei egymástól függetlenek, korrelálatlanok.
13. Kontraszelekció: a potenciális biztosítói ügyfélkörhöz képest a súlyosan károsodó ügyfelek túlsúlyának kialakulása a veszélyközösségben.
14. Önrész: a biztosítási szerződéssel lefedett kockázatból fakadó kár ügyfél által viselt (jellemzően kis) része.
15. Elérési önrész: amíg a kár el nem ér egy bizonyos szintet (pl. 5%), addig nem téríti a biztosító a kárt, utána viszont a teljes kárt téríti (5%-os kárra 0%-os térítés, 5,1%-os kárra 5,1%-os térítés). Célja a bagatell ügyletek biztosítói kezelésének kivédése.
16. Levonásos önrész: a kifizetett kártérítés bizonyos arányának (jellemzően 10%-ának) visszatartása, levonása. Célja az erkölcsi kockázat csökkentése.

17. Abszolút önrész: bizonyos szint alatti károkat egyáltalán nem térít a biztosító (pl. 5%-os kárra 0%-os térítés, 5,1%-os kárra 0,1%-os térítés). Célja a biztosító kockázatvállalási mértékének szűkítése.
18. Veszélyközösség: azonos (vagy közel azonos) egyedi kockázatnak kitett gazdasági szereplők csoportja.
19. Veszélynem: kockázatot jelentő természeti jelenség.
20. Viszontbiztosítás: az ügyfelek által a biztosítóra áthárított kockázat díj fejében történő továbbadása egy másik biztosítónak, a biztosító biztosítása.

MELLÉKLETEK

Szántóföldi kultúra	Vetésterület, ha	A lefedettség aránya a vetésterülethez viszonyítva, százalék				
	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Búza, kétszeres és egyéb búza	963 963	92	97	95	94	93
Kukorica	875 530	89	91	91	89	90
Napraforgó	612 963	94	95	95	94	93
Árpa	305 753	88	93	93	92	91
Káposztarepce	250 250	94	99	98	97	97
Tritikálé	112 377	79	81	84	81	81
Szója	60 075	90	100	99	98	98
Zab	38 499	80	85	86	84	84
Durumbúza	29 418	95	100	98	98	98
Rosz	30 088	83	88	90	87	87
Cukorrépa	15 221	96	99	98	98	98
Dohány	3 870	89	88	91	86	91
Egyéb szántóföldi növény	460 635	86	94	94	92	93
Szántóföldi növény összesen	3 758 642	90	94	93	92	92

1. melléklet A főbb szántóföldi kultúrák részvétele az I. pillérben
 Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Ültetvénykultúra	Ültetvényterület, ha	A lefedettség aránya az ültetvényterülethez viszonyítva, százalék				
	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Borszőlő	52 241	94,4	94,1	96,1	98,5	98,6
Alma	25 798	97,7	95,9	99,4	98,7	98,8
Meggy	13 974	98,2	97,5	99,3	98,6	99,3
Szilva	6 651	97,6	98,0	99,6	99,2	99,2
Dió	6 556	98,1	97,0	98,8	98,6	98,5
Kajszibarack	5 104	96,3	96,0	98,2	98,5	99,0
Őszibarack	3 703	95,4	94,4	96,3	96,5	96,6
Cseresznye	2 789	98,6	99,2	100,0	100,0	100,0
Körte	2 390	98,8	98,7	100,0	100,0	98,1
Egyéb szőlőültetvény	1 734	89,2	89,6	91,4	97,0	96,7
Ribiszke	1 371	97,6	97,0	100,0	99,0	99,5
Szamóca	749	91,9	89,3	91,4	91,3	89,7
Egyéb gyümölcsféle	11 516	90,6	88,3	92,0	92,9	93,0
Ültetvény összesen	134 575	95,8	94,9	97,3	98,1	98,2

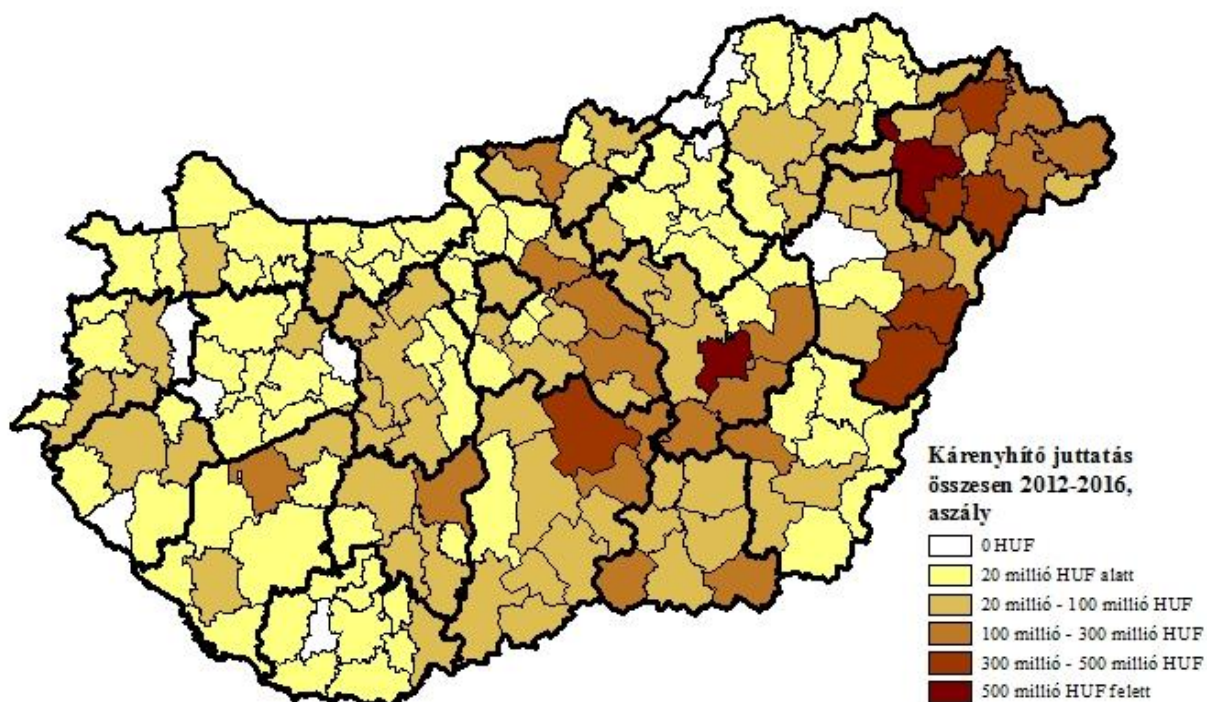
2. melléklet A főbb ültetvénykultúrák részvétele az I. pillérben

Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

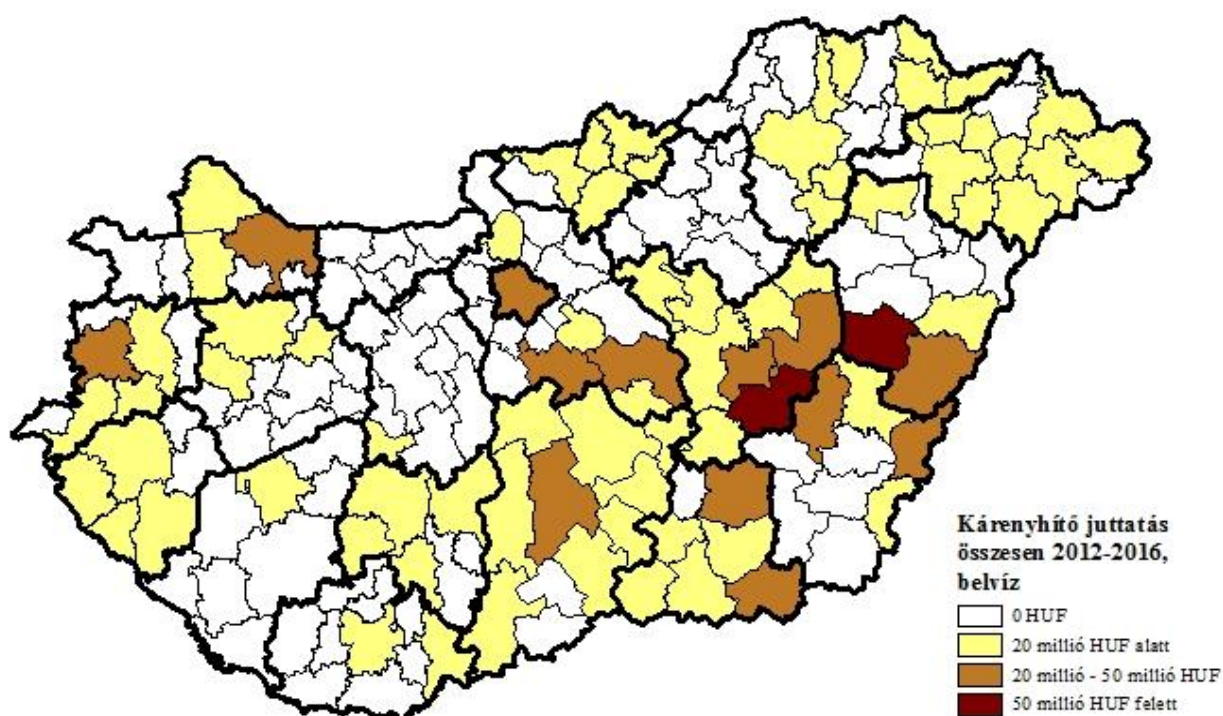
Zöldségkultúra	Vetésterület, ha	A lefedettség aránya a vetésterülethez viszonyítva, százalék				
	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Csemegekukorica	30 772	90,0	94,5	95,8	95,8	95,5
Borsó	26 811	94,5	100,0	97,6	97,4	98,2
Burgonya	8 614	76,8	76,6	79,4	77,6	77,5
Dinnye	5 765	80,5	79,0	84,0	81,9	82,4
Tök	2 558	76,1	71,0	75,1	79,2	87,4
Bab	1 852	90,8	93,1	95,8	93,5	94,5
Káposztafélék	2 351	73,7	72,3	74,4	74,7	74,4
Vöröshagyma	1 837	88,1	89,0	87,8	86,4	87,6
Fűszerpaprika	1 993	74,4	78,6	80,3	77,4	78,7
Paprika	1 936	74,6	78,2	80,9	76,2	76,0
Spárga	1 618	90,9	90,5	91,4	89,4	87,4
Paradicsom	1 365	81,2	93,7	96,3	95,6	93,4
Sárgarépa	1 391	77,5	77,7	79,1	79,1	80,8
Egyéb szántóföldi zöldség	28 107	77,6	78,6	83,9	85,2	89,1
Szántóföldi zöldség összesen	116 970	86,9	89,7	91,1	90,1	90,9

3. melléklet A főbb zöldségkultúrák részvétele az I. pillérben

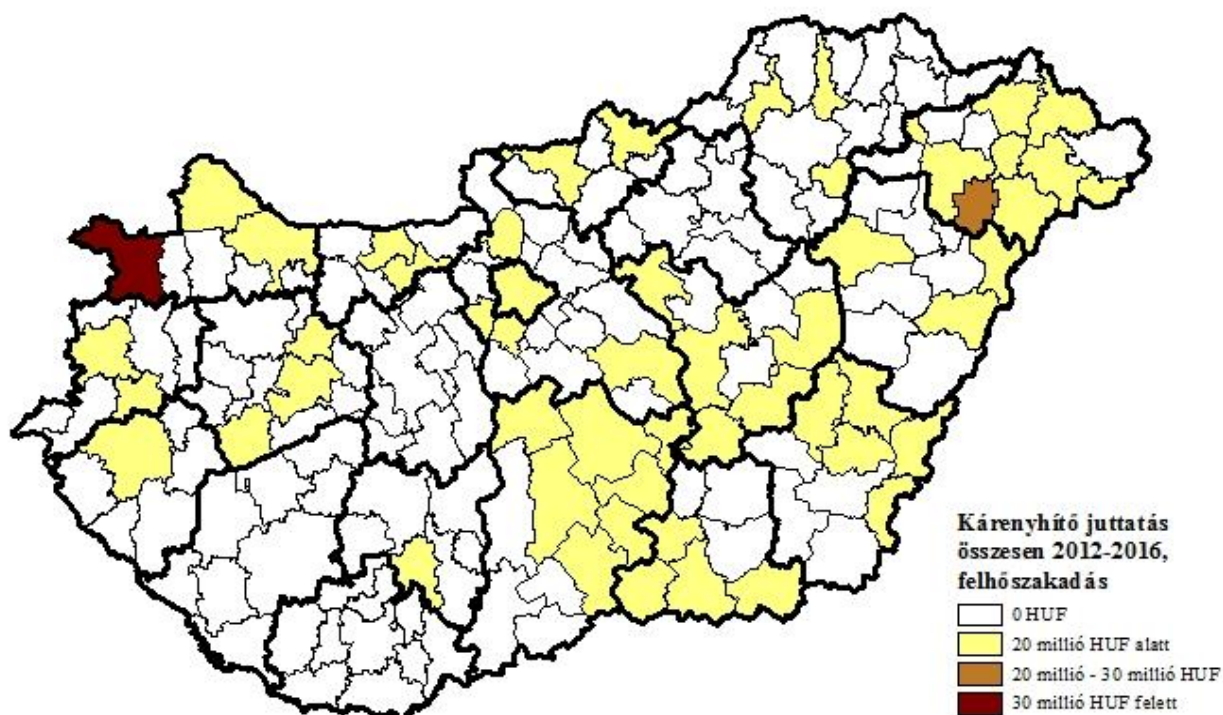
Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán



4. melléklet Aszálykára kifizetett kárenyhítő juttatás járásonkénti alakulása 2012–2016 között
 Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

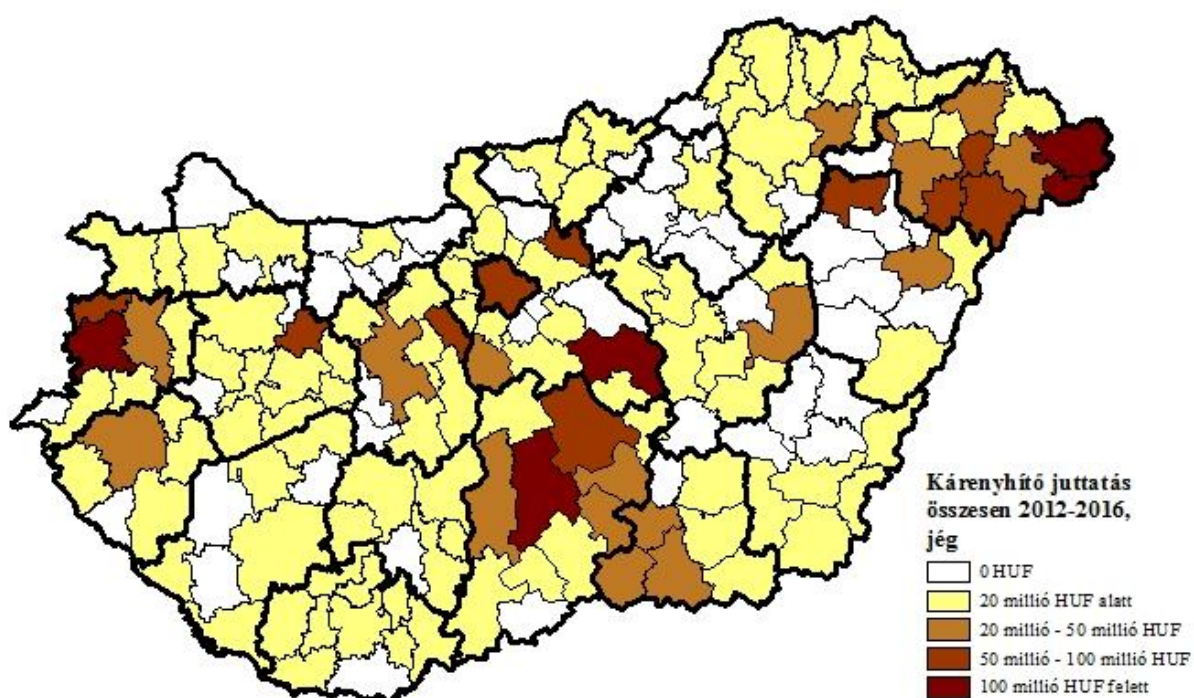


5. melléklet Belvízkára kifizetett kárenyhítő juttatás járásonkénti alakulása 2012–2016 között
 Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán



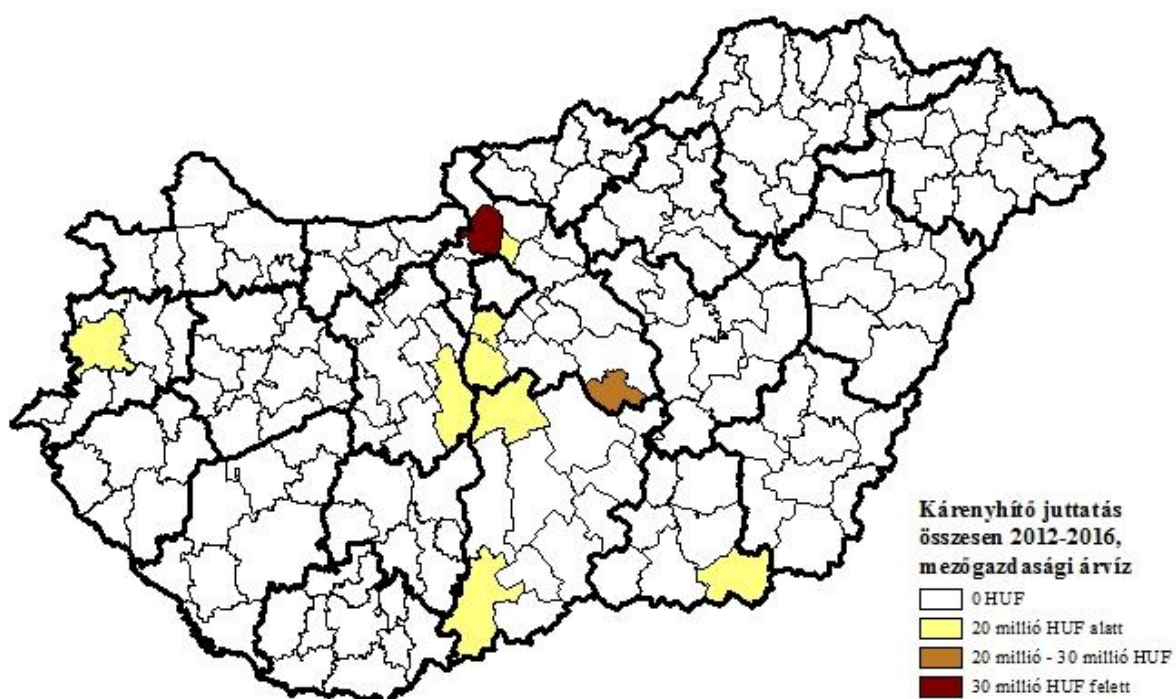
6. melléklet Felhőszakadásra kifizetett kárenyhítő juttatás járásonkénti alakulása 2012–2016 között

Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán



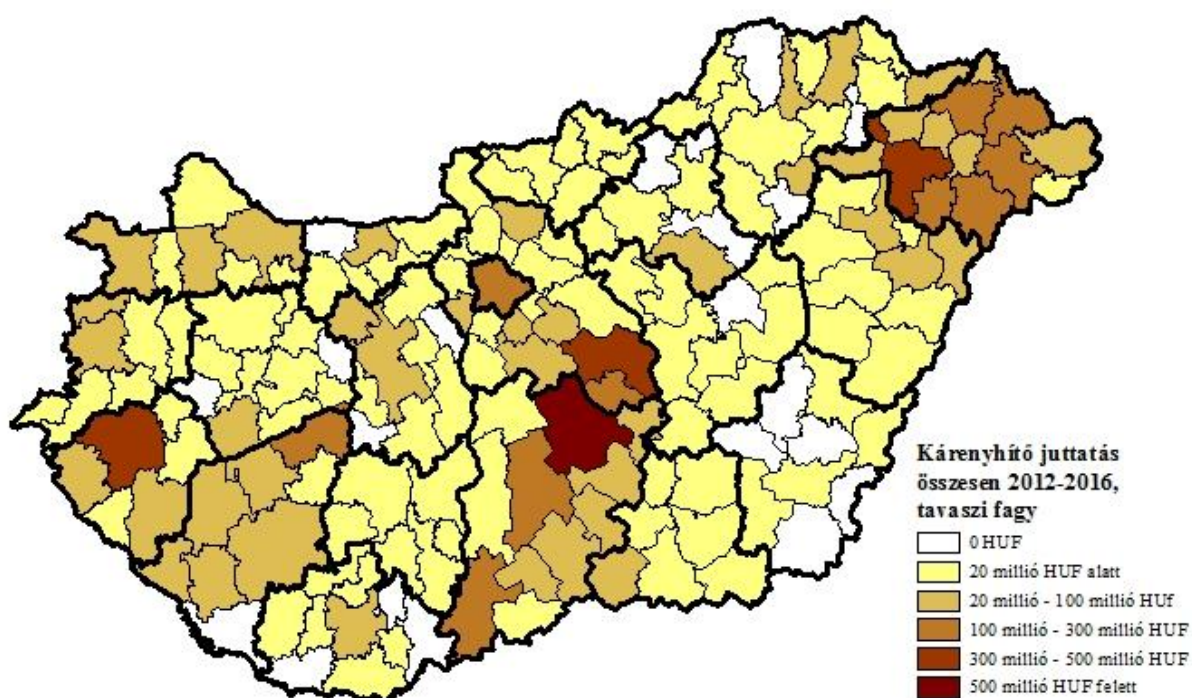
7. melléklet Jégkárra kifizetett kárenyhítő juttatás járásonkénti alakulása 2012–2016 között

Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán



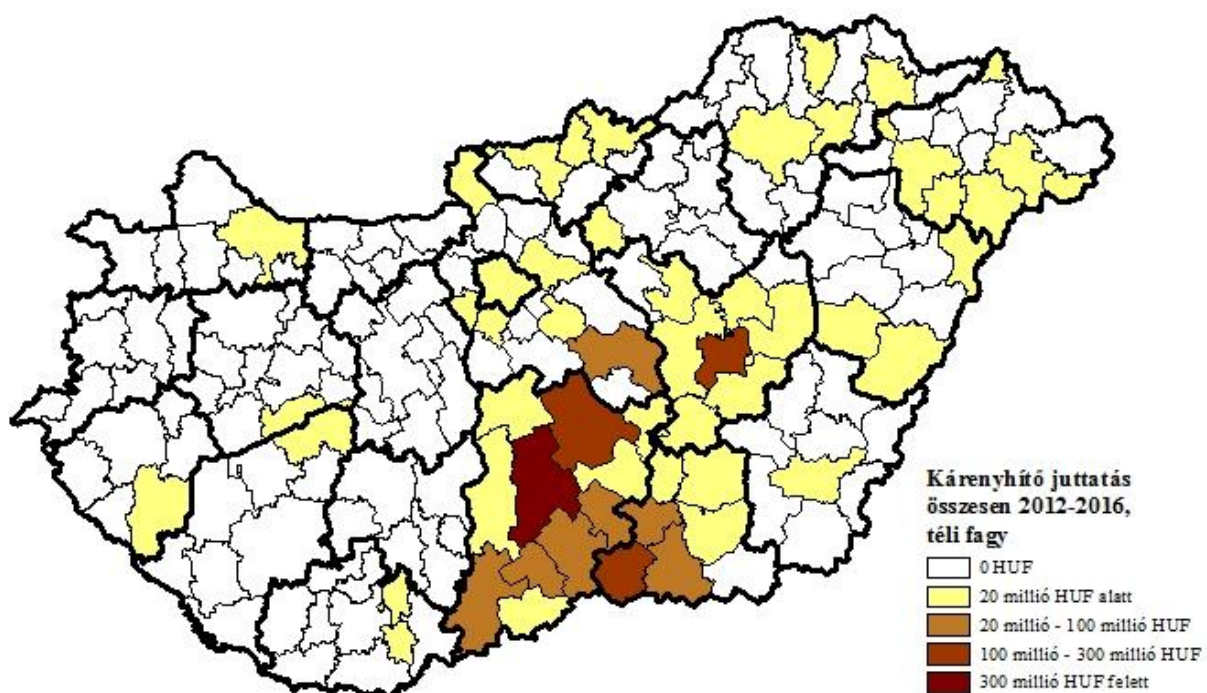
8. melléklet Mezőgazdasági árvízkárra kifizetett kárenyhítő juttatás járásonkénti alakulása 2012–2016 között

Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

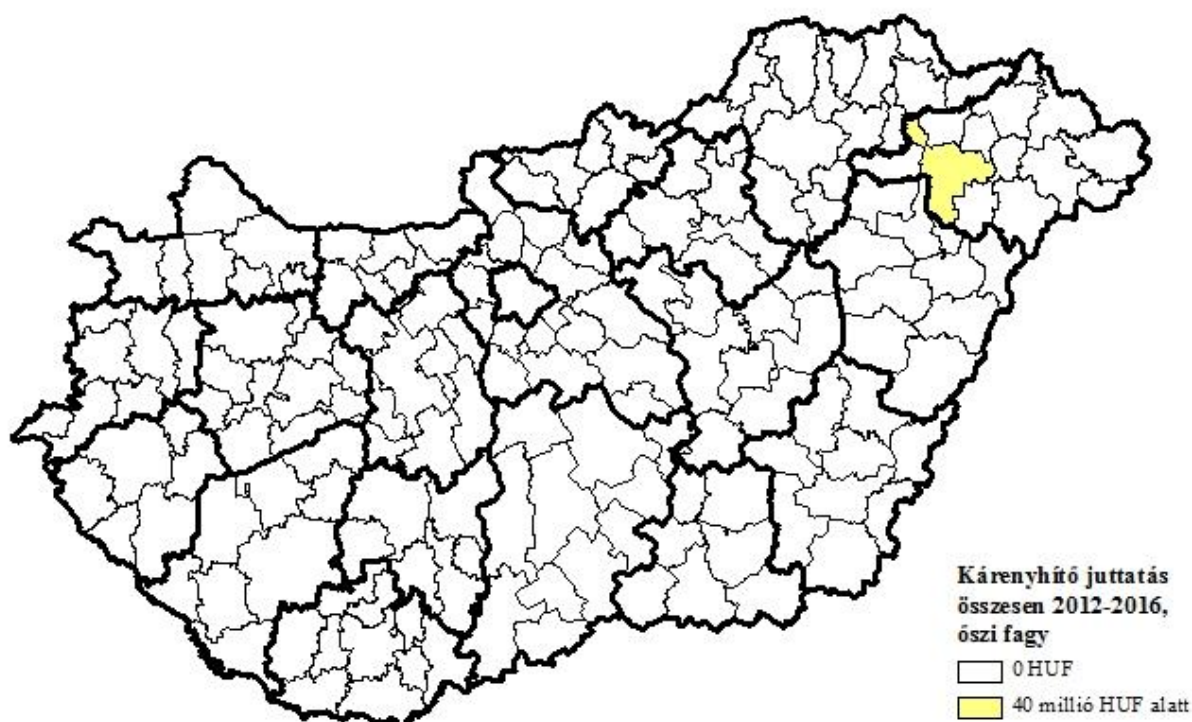


9. melléklet Tavaszi fagykárra kifizetett kárenyhítő juttatás járásonkénti alakulása 2012–2016 között

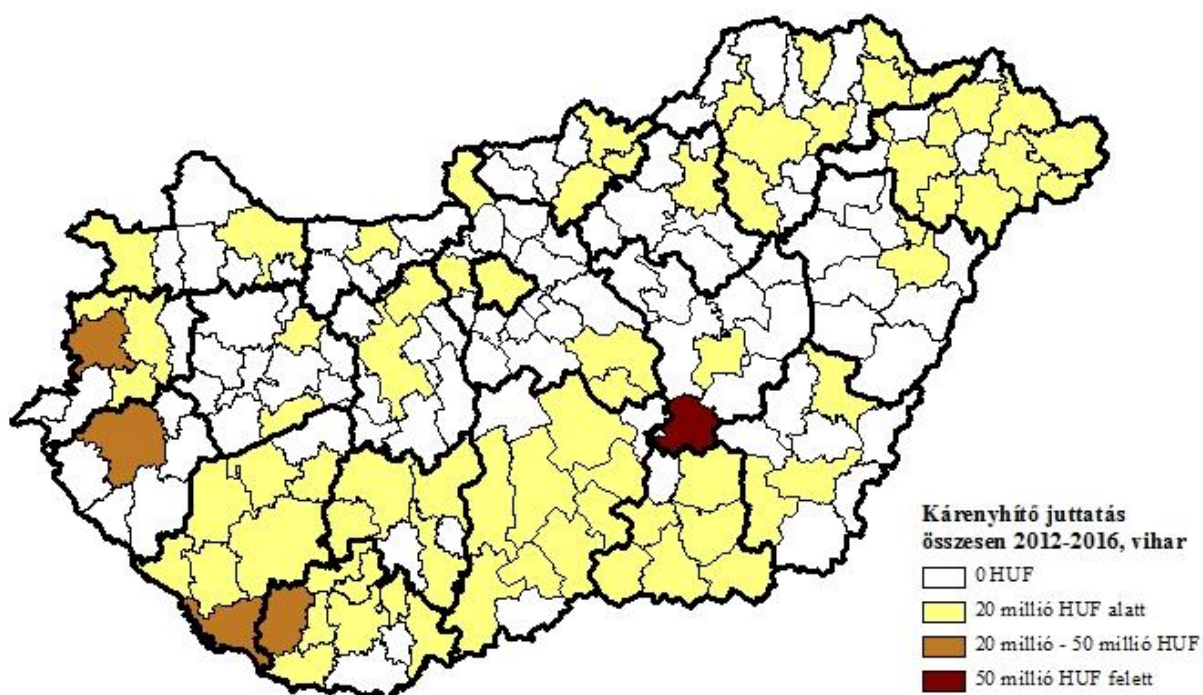
Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán



10. melléklet Téli fagykárra kifizetett kárenyhítő juttatás járásonkénti alakulása 2012–2016 között
 Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

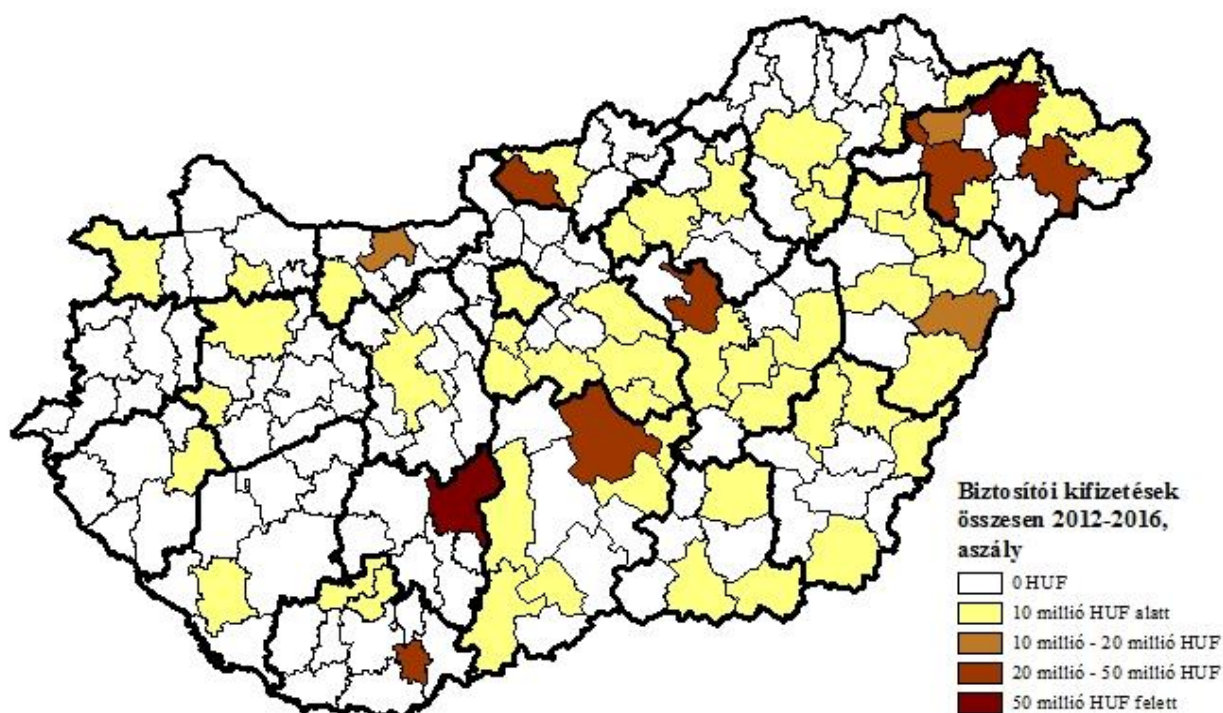


11. melléklet Őszi fagykárra kifizetett kárenyhítő juttatás járásonkénti alakulása 2012–2016 között
 Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán



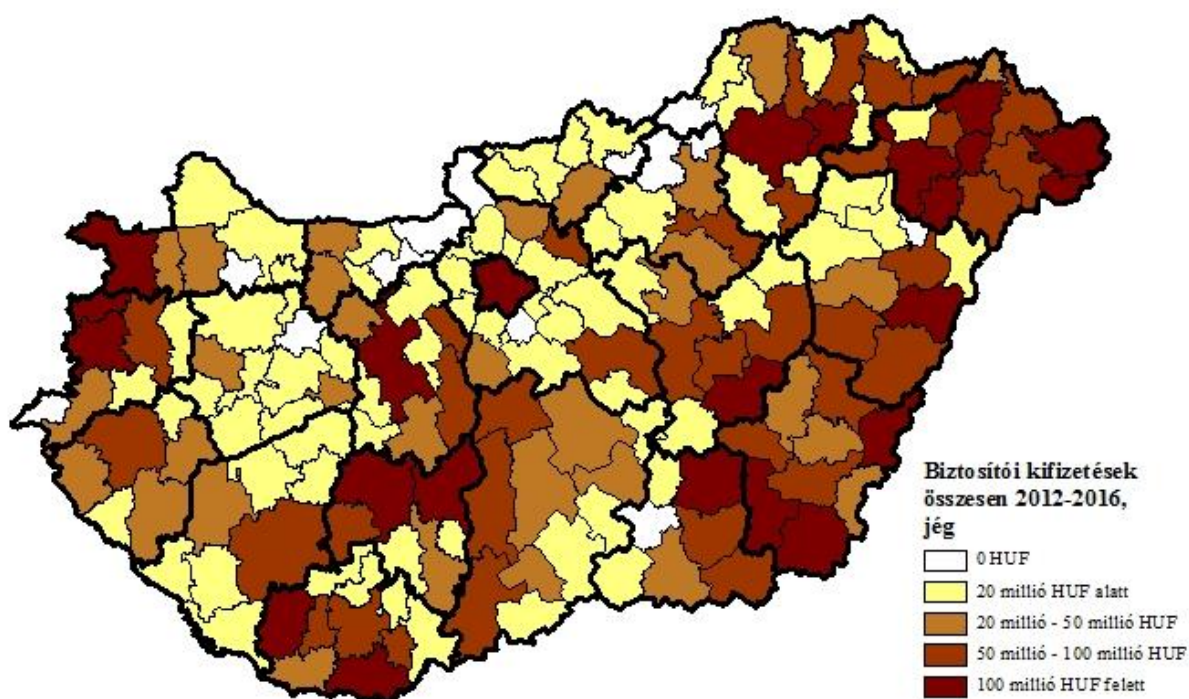
12. melléklet Viharkárra kifizetett károlyhító juttatás járásonkénti alakulása 2012–2016 között

Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán



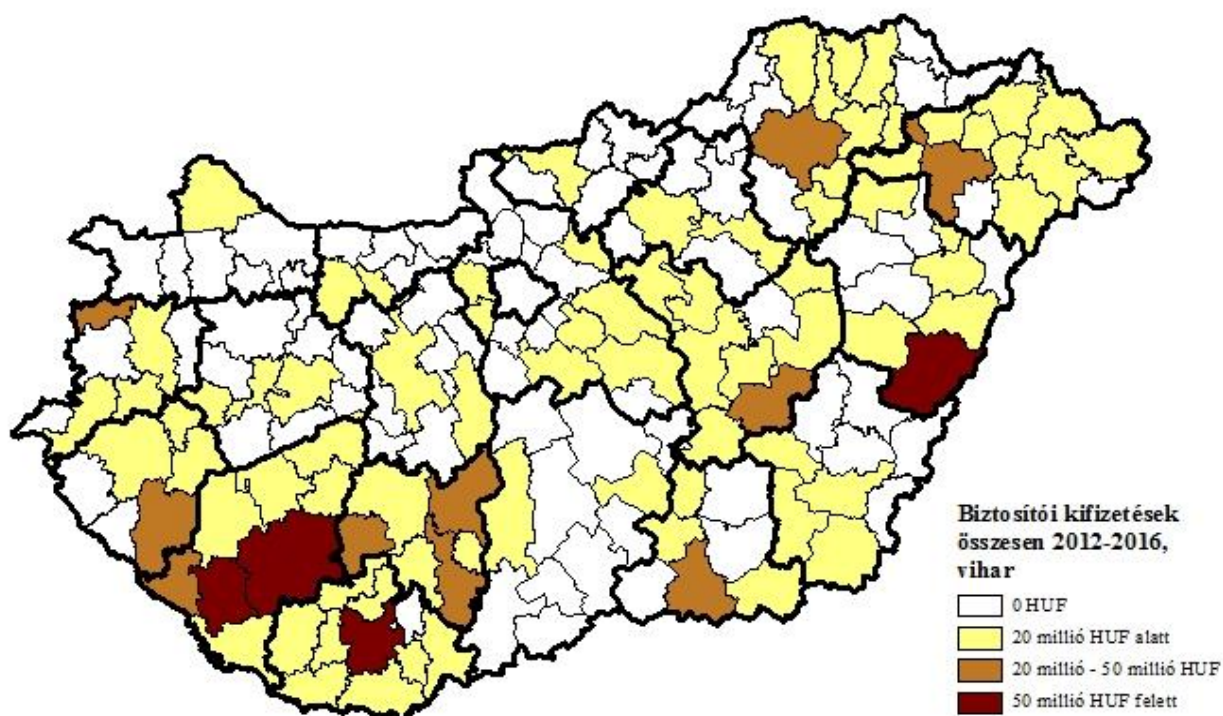
13. melléklet Aszálykára kifizetett kártérítés 2012–2016 között összesen (díjtámogatott és kiegészítő)

Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán



14. melléklet Jégkárra kifizetett kártérítés 2012–2016 között összesen (díjtámogatott és kiegészítő)

Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán



15. melléklet Viharkárra kifizetett kártérítés 2012–2016 között összesen (díjtámogatott és kiegészítő)

Forrás: MÁK-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

IRODALOMJEGYZÉK

1. AGRATÉR (2015a): Magyarország legfontosabb szántóföldi növényeinek sérülékenysége a klímaváltozás hatására (EEA-C12-12). <http://agrater.hu/wp-content/uploads/AGRAteR-serulekenyseg-elemzes-szantofoldi-novenyek.pdf>
2. AGRATÉR (2015b): Magyarország erdős területeinek sérülékenysége a klímaváltozás hatására (EEA-C12-12). <http://agrater.hu/wp-content/uploads/AGRAteR-serulekenyseg-elemzes-erdok.pdf>
3. Ajzen, I. (1991): The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50 (2) 179–211.
4. Apáti F. (2016a): Védekezzünk a jégeső ellen! *Agrárium* 7. (2016. 03. 10.) <https://agrarium7.hu/cikkek/559-vedekezzunk-a-jegeso-ellen>
5. Apáti F. (2016b): Fagyvédelem a gyümölcsösökben. *Agrárium* 7. (2016. 02. 09.) <https://agrarium7.hu/cikkek/537-fagyvedelem-a-gyumolcsosokban>
6. Arbuckle, J. G., Morton, L. W. és Hobbs, J. (2013): Farmer beliefs and concerns about climate change and attitudes toward adaptation and mitigation: Evidence from Iowa. *Climatic Change*, 118(3–4) 551–563.
7. Audsley, E., Trnka, M., Sabaté, S., Maspons, J., Sanchez, A., Sandars, D., Balek, J. és Pearn, K. (2014): Interactively modelling land profitability to estimate European agricultural and forest land use under future scenarios of climate, socio-economics and adaptation. *Climatic Change*, 128 (3–4) 215–227.
8. Bakucs L. Z., Fertő I. és Vigh E. (2017): Climatic conditions and crop productivity. Evidence from Hungary, Interconference Symposium IAAE – Talca, Chile
9. Bakucs L. Z., Latruffe L., Fertő I. és Fogarasi J. (2010): The impact of EU accession on farms' technical efficiency in Hungary. *Post-Communist Economies*, 22 (2) 165–175.
10. Balogh P., Felföldi J., Herdon M., Kemény G., Nagy L., Nábrádi A., Szöllősi L. és Szűcs I. (2013): Döntéstámogató módszerek és rendszerek (elméleti jegyzet). TÁMOP-4.1.2 A1 és a TÁMOP-4.1.2 A2 könyvei
11. Baranyai N. és Varjú V. (2017): A klímaváltozással kapcsolatos attitűdök területi sajátosságai. *Területi Statisztika*, 57 (2)
12. Bartha D. (2014): Jelenlegi társulások sérülékenysége, lehetséges alternatívák. 83–90. In Bidló A., Király A. és Mátyás Cs. (szerk.): *Agrárklíma. Az előrevetített klímaváltozás hatáselemzése és az alkalmazkodás lehetőségei az erdészeti- és agrárszektorban*. Sopron: Nyugat-Magyarországi Egyetem.
13. Bartholy J., Bozó L. és Haszpra L. (szerk.) (2011): Klímaváltozás a Kárpát-medencében: A múltbeli megfigyelések és a jövőre vonatkozó modelleredmények összefoglalása. 3–10. In Bartholy J., Bozó L. és Haszpra L. (szerk.): *Klímaváltozás – 2011. Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére*. Budapest: MTA és ELTE Meteorológiai Tanszéke.
14. Belowa, T. B., Mutabazib, K. D., Kirschkea, D., Frankea, C., Sieberc, S., Siebertc, R. és Tscherning, K. (2012): Can farmers' adaptation to climate change be explained by socioeconomic household-level variables? *Environmental Change*, 22 (1) 223–235.
15. Berkhout, F. (2012): Adaptation to climate change by organizations. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 3 (1) 91–106.
16. Bielza, M., Stroblmair, J. és Gallego, J. (2007): Agricultural risk management in Europe. Conference proceeding: 101st EAAE Seminar: Management of Climate Risks in Agriculture, Berlin, 2007. 07. 5–6.
17. Birkás M. (1997): A talajhasználat és talajművelés EU-konform fejlesztésének területei, rövid és hosszútávú teendői. In Kerekes S. és Kiss K. (szerk.): *Zöld belépő: EU-csatlakozásunk környezeti szempontú vizsgálata*. Budapest: BKÁE
18. Birkás M. (2008): A mulcsművelés hazai gyakorlata. *Agrofórum*, 19 (8) 27–30.

19. Bojnec, S., Fertő, I., Jámber, A. és Tóth, J. (2012): Determinants of Technical Efficiency in Agriculture in New EU Member States from Central and Eastern Europe. *Acta Oeconomica*, 64 (2) 197–217.
20. Botos B. (2017): A Párizsi Megállapodás hatása az éghajlatváltozás elleni küzdelemre az Európai Unióban és Magyarországon Párizs után. http://mta.hu/tudomany_hirei/klimapolitika-videok-arrol-hogy-mi-a-teendo-a-tortenelmi-klimamegallapodas-utan-107911
21. Brugger, J. és Crimmins, M. (2014): Designing Institutions to Support Local-Level Climate Change Adaptation: Insights from a Case Study of the U.S. Cooperative Extension System. *Weather, Climate, and Society*, 7 18–38.
22. Burja, C. és Burja, V. (2015): The Valuation of Romania Agriculture in the European Context of Sustainable Development through Data Envelopment Analysis. *Bulletin UASVM Agriculture*, 67 (1)
23. Chavas, R. D., Izaurrealdea, R. C., Thomson, A. M. és Gao X. (2009): Long-term climate change impacts on agricultural productivity in eastern China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149 (6–7) 1118–1128.
24. Chiotti, Q., Johnston, T. R. R., Smit, B. és Ebel, B. (1997): Agricultural response to climate change: A preliminary investigation of farm-level adaptation in southern Alberta. 167–183. In Ilbery B., Chiotti, Q. és Rickard, T. (eds.): *Agricultural Restructuring and Sustainability: A geographical perspective*. Wallingford, CAB International
25. Coelli, T., O'Donnell, C. J., Rao, D. S. P. és Battese, G. (2005): *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Second ed. Springer.
26. Czimmer K. és Illés G. (2015): A DTR működése. NYME: Agrárklíma projekt.
27. Csóka Gy. és Hirka A. (2015): A gyapjas lepke életmódja és kártétele Magyarországon. ERTI, Erdővédelmi Osztály, Mátrafüred, <http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/448777/Gyapjaslepke+eletmodja+es+kartetele+Magyarorszag.pdf/6ec59615-7c9d-4ed7-be4c-50c5ca289487>
28. Davidova, S., Gorton, M., Iraizoz, B. és Ratering, T. (2003): Variations in Farm Performance in Transitional Economies: Evidence from the Czech Republic. *Journal of Agricultural Economics*, 54 (2) 227–245.
29. Davidson, D. (2016): Gaps in agricultural climate adaptation research. *Nature Climate Change*, 6 (5) 433–435.
30. Davidson, R. és MacKinnon, J. (2003): *Econometric theory and methods*. Oxford: Oxford University Press.
31. Deepak, K. R., Gerber, J. S., MacDonald, G. K. és West, P. C. (2015): Climate variation explains a third of global crop yield variability. *Nature Communications* 6.
32. Deressa, T. T., Hassan, R. M., Ringler, C., Alemu, T. és Yesuf, M. (2009): Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile basin of Ethiopia. *Global Environmental Change*, 19. 248–255.
33. Dockerty, T., Lovett, A., Sünnerberg, G., Appleton, K. and Parry, M. (2005): Visualising the Potential Impacts of Climate Change on Rural Landscapes. *Computers. Environment and Urban Systems*, 29. 297–320.
34. Dolan, A., Smit, H., Bradshaw, B. és Bryant, C. R. (2001): *Adaptation to climate change in agriculture: evaluation of options*. Occasional Paper No. 26. Guelph: University of Guelph.
35. Dong, B., Sutton, R. és Woollings, T. (2013): The extreme European summer 2012. In Peterson, C. T., Hoerling, P. M., Stott A. P. és Herring, C. S. (szerk.): *Explaining extreme events of 2012 from a climate perspective*. Bulletin of the American Meteorological Society, 94 (9).
36. Easterling, W. E., Rosenberg, N. J., Lemon K. M. és McKenney, M. S. (1992): Simulations of crop responses to climate change: Effects with present technology and currently available adjustments: The "Smart Farmer" scenario'. *Agricultural and Forest Meteorology*, 59. 75–102.

37. Esham, M. és Garforth, C. (2013): Agricultural adaptation to climate change: insights from a farming community in Sri Lanka. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 18 (5) 535–549.
38. ESPON (2013): Climate, Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies. Applied Research. Final Report. <https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/Final%20Report%20Main%20Report.pdf>
39. European Commission (2009): White paper — Adapting to climate change: towards a European framework for action (Commission Publication No. COM/2009/0147 final). Brüsszel: European Commission.
40. European Commission (2013): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. An EU strategy on adaptation to climate change.
41. European Environmental Agency (2017a): Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. København: European Environment Agency.
42. European Environmental Agency (2017b): Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
43. European Environmental Agency (2017c): EEA database on climate change mitigation policies and measures in Europe, <http://pam.apps.eea.europa.eu>
44. Färe, R. S., Grosskopf, M. és Roos, P. (1998): Malmquist Productivity Indexes: A Survey of Theory and Practice. In Färe, R. S., Grosskopf, M. és Russell, R. R. (szerk.): *Index Numbers: Essays in Honour of Sten Malmquist*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
45. Färe, R. S., Grosskopf, M. és Zang, Z. (1994): Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Changes in Industrialised Countries. *American Economic Review*, 84. 66–83.
46. Farkas J., Rakonczai J. és Hoyk, E. (2015): Környezeti, gazdasági és társadalmi éghajlati sérülékenység: esettanulmány a Dél-Alföldről. *Tér és Társadalom*, 29 (1) 149–174.
47. Farkasné Fekete M. (2009): A mezőgazdasági területek érzékenységének és adaptációs képességének mérési lehetőségei. *Gazdálkodás*, 53 (3) 222–232.
48. Farrell, M. J. (1957): The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 253–290.
49. Felkai B. és Varga T. (2010): Az egyedi és összkockázatú agrárbiztosítások hazai és nemzetközi gyakorlata. Budapest: Agrárgazdasági Kutató Intézet.
50. Fezzi, C. és Bateman, I. (2015): The Impact of Climate Change on Agriculture: Nonlinear Effects and Aggregation Bias in Ricardian Models of Farmland Values. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 2 (1) 57–92.
51. Fisher, A. C., Hanemann, M. W., Roberts, M. J. és Schlenker, W. (2012): The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather: Comment. *American Economic Review*, 102 (7) 3749–3760.
52. Fodor N., Pásztor L. és Németh T. (2014): Coupling the 4M crop model with national geo-databases for assessing the effects of climate change on agroecological characteristics of Hungary. *International Journal of Digital Earth*, 7 (5) 391–410.
53. Fogarasi J. (2006): Efficiency and Total Factor Productivity in Hungarian Sugar Beet Production After EU Accession. *Studies in Agricultural Economics*, 105. 87–99.
54. Fogarasi J. és Latruffe L. (2009): Technical Efficiency in Dairy Farming: A Comparison of France and Hungary. *Studies in Agricultural Economics*, 110. 75–84.
55. Fogarasi J. és Zubor-Nemes A. (2016): A tőkeszerkezet hatása az agrárgazdasági teljesítményre. Statisztikai Szemle, kézirat.
56. Fogarasi J., Kemény G., Molnár A., Keményné Horváth Zs., Zubor-Nemes A. és Kiss A. (2016): Modelling climate effects on Hungarian winter wheat and maize yields. *Studies in Agricultural Economics*, 118. 85–90.

57. Frank N. és Bondor A. (2014): Erdőművelési stratégiák optimalizálása. 79–82. In Bidló A., Király A. és Mátyás Cs. (szerk.): Agrárklíma. Az előrejelített klímaváltozás hatáselemzése és az alkalmazkodás lehetőségei az erdészeti- és agrárszektorban. Sopron: Nyugat-Magyarországi Egyetem.
58. Furubotn, E. G. és Richter, R. (szerk.) (1991): The New Institutional Economics: A Collection of Articles from the Journal of Institutional and Theoretical Economics. Texas: Texas A&M University Press, College Station
59. Fűhrer E. és Járó Z. (2001): Az erdőtelepítésre számba jövő területek, azok ökológiai értékelése és fatermési potenciálja. 31–37. A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának és Erdészeti Bizottságának rendezvénye. In „Erdészeti Fórum 2001”. Az erdőtelepítés új perspektívái. Budapest: Erdészeti Tudományos Intézet Kiadványai.
60. Fűhrer E. és Mátyás Cs. (2005): A klímaváltozás hatása a hazai erdők szénmegkötő képességére és stabilitására. Magyar Tudomány, 7. 837–841.
61. Fűhrer E. és Mátyás Cs. (2006): A klímaváltozás hatása a hazai erdőtakaróra. „AGRO-21” Füzetek 48. 34–38.
62. Fűhrer E., Horváth B., Járó Z., Marosi Gy. és Solymos R. (2003): A nemzeti erdővagyon minőségi és mennyiségi fejlesztése. Faipar, 51 (3) 3–5.
63. Fűhrer E., Horváth L., Jagodics A., Juhász I., Machon A., Marosi Gy., Móring A., és Szabados I. (2011): Az erdő és az éghajlat közötti kölcsönhatás számszerűsítése tekintettel az éghajlatváltozás érvényesülésére. Az agrometeorológia kihívásai és helyzete Magyarországon című konferencián elhangzott előadás (Budapest, 2011. 11. 25.) www.met.hu/doc/rendezvenyek/metnapok-2011/19_Fuhrer.pdf
64. Gaál, M., Quiroga, S. és Fernandez-Haddad, Z. (2014): Potential impacts of climate change on agricultural land use suitability of the Hungarian counties. Regional Environmental Change, 14. 597–610.
65. Gálos B. és Drüsler Á. (2012): A területhasználat változása és a klíma: a tervezett erdősítések várható hatása az Alföldön. 46–51. In Csiha I. (szerk.): Kutatói nap. Tudományos eredmények a gyakorlatban. Püspökladány: ERTI.
66. Gálos B., Mátyás Cs. és Jacob D. (2012): Az erdőtelepítés szerepe a klímaváltozás hatásának mérséklésében. Erdészettudományi Közlemények, 2 (1) 35–45.
67. Gálos B., Gulyás K., Horváth A. és Bidló A. (2015): Long-term climate tendencies for adaptive forest management – a case study of the Keszthely-Mountains. Complex assessment of climate change impacts - preparing international R&D EU projects in the University of West Hungary (SROP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0023)
68. Gorton, M. és Davidova, S. (2004): Farm productivity and Efficiency in the CEE Applicant Countries: A Synthesis of Results. Agricultural Economics, 30 (1) 1–16.
69. Grisso, B., Alley, M., McClellan, P., Brann, D. és Donolue, S. (2009): Precision farming: a comprehensive approach. Virginia Polytechnic Institute and State University. <http://pub.ext.vt.edu/442/442-500/442-500.html>
70. Grotthmann, T. és Patt, A. (2005): Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change. Global Environmental Change, 15. 199–213.
71. Guo, L., Dai, J., Wang, M., Xua, J. és Luedeling, E. (2014): Responses of spring phenology in temperate zone trees to climate warming: A case study of apricot flowering in China. Agricultural and Forest Meteorology, 201. 1–7.
72. Győrffy B. (2000): A biogazdálkodástól a precíziós mezőgazdaságig. Agroforum, 11 (2) 1–4.
73. Gyuricza Cs. (2014): A jövő évi aszály elleni védekezést már az idén el kell kezdeni – Agrotechnikai válaszok az időjárási szélsőségekre. Országos Mezőgazdasági Szakfolyóirat, 3. 56–58.
74. Hampicke, U. (2011): Climate change economics and discounted utilitarianism. Ecological Economics, 72. 45–52.
75. Hankó M. és Földi L. (2009): A klímaváltozás várható nemkívánatos hatásai és a kritikus szektorok. Hadmérnök, 4 (1) 1–16.

76. Harnos Zs. (2007): Klímaváltozással összefüggő hazai kutatások: VAHAVA folytatása. „KLÍMA-21” Füzetek, 49. 3–16.
77. Hatfield, J. L. és Prueger, J. H. (2015): Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*, 10. 4–10.
78. Hirka A. (2016): A 2015. évi biotikus és abiotikus erdőgazdasági károk, valamint a 2016-ban várható károsítások. Országos Erdőkár Nyilvántartási Rendszer. NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, NÉBIH Erdészeti Igazgatóság. <http://www.erti.hu/hu/publik%C3%A1ci%C3%B3k/publik%C3%A1ci%C3%B3s-h%C3%ADrek/679-progn%C3%B3zis-f%C3%BCzet-2016>
79. Houghton, J. T., Meira Filho, L. G., Lim, K., Trennonton, I., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D. J. és Callander, B. A. (szerk.) (1997): Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol 3. Intergovernmental Panel on Climate Change. WMO/UNEP. Cambridge: Cambridge University Press.
80. Husti I. (2015): A sávművelés néhány műszaki-ökonómiai kérdése hazánkban. *Mezőgazdasági Technika*, 2015. augusztus, 26–29.
81. Illés G. és Fonyó T. (2016): A klímaváltozás fatermésre gyakorolt várható hatásának becslése az Agratér projektben. *Erdészettudományi Közlemények*, 1. 25–34.
82. Intergovernmental Panel on Climate Change (2013): Climate Change, 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. és Midgley, P. M. (szerk.): Cambridge és New York: Cambridge University Press.
83. Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. In Field, C. B., Barros V. R., Dokken D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R. és White, L. L. (szerk.): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press
84. Jankó F., Németh N., Bertalan L. és Pappné Vancsó J. (2016): Perceptions of climate change and adaptation in Hungarian agriculture: results of an interview study. *Studies in Agricultural Economics*, 118.
85. Janssen, S., Andersen, E., Athanasiadis, J. N. és Van Ittersum, M. (2008): An European database for integrated assessment and modeling of agricultural systems. International Congress on Environmental Modelling and Software, Barcelona, 2002. 07. 7-10.
86. Jones, R. N., Patwardhan, A., Cohen, S. J., Dessai, S., Lammel, A., Lempert, R. J., Mirza, M. M. Q. és von Storch, H. (2014): Foundations for decision making. 195–228. In Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R. és White, L. L. (szerk.): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press
87. Kahneman, D. és Tversky, A. (1974): Judgement under uncertainty: heuristics and biases. *Science*, 185. 1124–1131.
88. Kahneman, D. és Tversky, A. (1979): Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47 (2). 263–292.
89. Kemény G. és Lámfalusi I. (szerk.) (2018): Az öntözhetőség természeti-gazdasági korlátainak hatása az öntözhető területekre. Budapest: AKI
90. Kemény G., Fogarasi J., Molnár A., Zubor-Nemes A. és Kiss A. (2015a): Climate Impacts on Cereal Yields: A Hungarian Case, Complex assessment of climate change impacts - preparing international R&D EU projects in the University of West Hungary.

91. Kemény G., Fogarasi J., Molnár A., Zubor-Nemes A. és Kiss A. (2015b): A klímaváltozás búza és kukorica hozamokra gyakorolt hatása Magyarországon. Kutatási jelentés. Budapest: AKI.
92. Kemény G., Lámfalusi I. és Molnár A. (szerk.) (2017): Precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata. Agrárgazdasági Könyvek. Budapest: AKI.
93. Keohane, R. (1988): International Institutions: Two Approaches. *International Studies Quarterly*, 32. 379–396.
94. Kereszturszky J., Pálfi I., Szilárd, Gy., Thyll Sz. és Vermes L. (1998): Mezőgazdasági vízhasznosítás. Baja: Eötvös József Főiskola.
95. Keszthelyi Sz. (2017): A Tesztüzemi Információs Rendszer eredményei 2015. Agrárgazdasági Információk, Budapest: AKI.
96. Key, N. és Sneeringer, S. (2014): Potential effects of climate change on the productivity of US dairies. *American Journal of Agricultural Economics*, 96 (4) 1136–1156.
97. KITE (2016): Erózió elleni védelem precíziós megoldásai. <http://www.precgazd.hu/letoltesek>.
98. Klein, R. J. T., Midgley, G. F., Preston, B. L., Alam, M., Berkhout, F. G. H., Dow, K. és Shaw, M. R. (2014): Adaptation opportunities, constraints, and limits. 899–943. In Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R. és White, L. L. (szerk.): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
99. Kovács G. (szerk.) (2009): Kockázatok és kockázatkezelés a mezőgazdaságban. Budapest: Agrárgazdasági Kutató Intézet.
100. Kulcsár L. (2014): Klímaváltozás és társadalmi változás. *Társadalom és Gazdaság*, 1. 3–14.
101. Ladányi Zs., Blanka V., Meyer B., Mezősi G. és Rakonczai J. (2015): Multi-indicator sensitivity analysis of climate change effects on landscapes in the Kiskunság National Park, Hungary. *Ecological Indicators*, 58. 8–20.
102. Láng I., Csete L. és Jolánkai M. (szerk.) (2007): A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok: a VAHAVA jelentés. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház.
103. Latruffe, L. (2010): Competitiveness, Productivity and Efficiency in the Agricultural and Agri-Food Sectors. OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers. No. 30. OECD Publishing.
104. Latruffe L., Fogarasi J. és Desjeux, Y. (2011): Efficiency, productivity and technology comparison for farms in Central and Western Europe: The case of field crop and dairy farming in Hungary and France. *Economic Systems*, 36. 264–278.
105. Lencsés E. (2013): A precíziós (helyspecifikus) növénytermelés gazdasági értékelése. Doktori (PhD) értekezés (Szent István Egyetem).
106. Li, S., Juhász-Horváth L., Harrison, P. A., Pintér L. és Rounsevell, M. D. A. (2017): Relating farmer's perceptions of climate change risk to adaptation behaviour in Hungary. *Journal of Environmental Management*, 185. 21–30.
107. Mann, K. H. (2010): Risikobewertung: Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadenspotenziale – Sichern Sie sich systematisch ab. In: DLG-Mitteilungen, Heft 5, S. 22–24.
108. Mathijs, E. és Vranken, L. (2001): Human capital, gender and organisation in transition agriculture: Measuring and explaining technical efficiency of Bulgarian and Hungarian farms. *Post-Communist Economies*, 13 (2) 171–187.
109. Mátyás Cs. (2015): The impact of climate change on effectiveness of plant production technologies and its possible mitigation - A review of the research activity of Institute of Biosystems Engineering (UWH). Complex assessment of climate change impacts - preparing international R&D EU projects in the University of West Hungary (SROP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0023).
110. Mátyás Cs. és Czimmer K. (2004): A zonális alsó erdőhatár klímérzékenysége Magyarországon – előzetes eredmények, 35–44. In Mátyás Cs. és Víg P. (szerk.): *Erdő és klíma IV*. Sopron: Nyugat-Magyarországi Egyetem.

111. Mátyás Cs. és Gálos B. (2010): Erdőgazdálkodás és klimatikus szélsőségek: problémák és feladatok. „KLÍMA-21” Füzetek, 63. 25–32.
112. Mátyás Cs., Führer E., Berki I., Csóka Gy., Drüsler Á., Lakatos F., Móricz N., Rasztovits E., Somogyi Z., Veperdi G., Víg P. és Gálos B. (2002): Erdők a szárazsági határon. „KLÍMA-21” Füzetek, 61. 84–97.
113. Menzel, A., Sparks, T. H., Estrella, N., Koch, E., Aasa, A., Ahas, R., Alm-Kübler, K., Bissolli, P., Braslavská, O., Briede, A., Chmielewski, F. M., Crepinsek, Z., Curnel, Y., Dahl, Å., Defila, C., Donnelly, A., Filella, Y., Jatczak, K., Måge, F., Mestre, A., Nordli, Ø., Peñuelas, J., Pirinen, P., Remišová, V., Scheifinger, H., Striz, M., Susnik, A., Van Vliet, A. J. H., Wielgolaski, F.-E., Zach, S. és Züst, A. (2006): European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change of Biology*, 12. 1969–1976.
114. Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ (2009): Hosszú távú erdőtelepítési koncepció. Balatonfüred: MgSzH Központ Erdészeti Igazgatóság Regionális és Zöldövezeti Tervező Osztály. http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/105215/Orszagos_erd_telepitesi_terv_felulvizsgalata.pdf/cc50cb3d-8e1a-4a99-b1bd-6a4b05698e84
115. Mezősi G. (2017): *The Physical Geography of Hungary, Geography of the Physical Environment*. Springer.
116. Molnár A., Kemény G., Lámfalusi I., Illés I., Kiss A., Gaál M. és Vári E. (2018): Precision Agriculture in Hungary. Prega Science 2018 Konferencia, 2018. február 22. Megjelenés alatt.
117. Molnár Zs. (szerk.) (2003): MÉTA–MTA ÖBKI, Vácrátót.
118. Moriondo, M., Bindi, M., Kundzewicz, Z. W., Szwed, M., Chorynski, A., Matczak, P., Radziejewski, M., McEvoy, D. és Wreford, A. (2009): Impact and adaptation opportunities for European agriculture in response to climatic change and variability. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 15 (7) 657–679.
119. Mukherjee, D., Bravo-Ureta, B. E. és De Vries, A. (2013): Dairy productivity and climatic conditions: econometric evidence from South-eastern United States. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 57 (1) 123–140.
120. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (2018): Erősödő agrár- és élelmiszergazdaság, jólétben a gyarapodó vidék. <http://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/2301-erosodo-agrar-es-elelmiszer-gazdasag-joleteben-gyarapodo-videk/file>
121. Nébih (2016): Erdeink egészségi állapota 2016-ban. Jelentés a 16×16 km-es EVH hálózat alapján. http://portal.nebih.gov.hu/noveny-bejelentes/-/asset_publisher/4ndba0yRXvQX/content/emre-kiadvanyok-jelentesek-prognosis-fuzetek
122. Nelson, G. C., van der Mensbrugghe, D., Blance, H. A. E., Hasegawa, K. C. T., Havlik, P., Heyhoe, E., Kyle, P., Lotze-Campen, H., von Lampe, M., d’Croza, D. M., van Meijl, H., Muller, C., Reilly, J., Robertson, R., Sands, R. D., Schmitz, C., Tabeau, A., Takahashi, K., Valin, H. és Willenbockel, D. (2014): Agriculture and climate change in global scenarios: why don’t the models agree. *Agricultural Economics*, 45. 85–101.
123. Neményi M. (2015): The impact of climate change on effectiveness of plant production technologies and its possible mitigation - A review of the research activity of Institute of Biosystems Engineering (UWH). Complex assessment of climate change impacts - preparing international R&D EU projects in the University of West Hungary (SROP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0023).
124. Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (2017): Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia, tervezet. <http://www.parlament.hu/irom40/15783/15783.pdf>
125. North, D. C. (1992): Institutions and Economic Theory. *The American Economist*, 36 (1) 3–6.
126. Nyéki A., Milics G., Kovács A. J. és Neményi M. (2015): Basic elements of sensitivity analysis of climate change impact with partial regard to precision maize production. Complex assessment of climate change impacts - preparing international R&D EU projects in the University of West Hungary (SROP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0023).

127. Olesen, J. E., Trnka, M., Kersebaum, K. C., Skjelvag, A. O., Seguin B., Peltonen-Sainio, P., Rossi, F., Kozyra, J. és Micale, F. (2010): Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *Europ. J. Agronomy*, 34. 96–112.
128. Olesen, J. és Bindi, M. (2002): Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*, 16. 239–262.
129. Organisation for Economic Co-operation and Development (2003): Institutional Capacity and Climate Actions.
130. Országos Meteorológiai Szolgálat – Eötvös Lóránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszék (2006): Klímaváltozási forgatókönyvek a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiához. Budapest: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium.
131. Országos Meteorológiai Szolgálat (2015): Az országos hőmérsékleti és csapadéktendenciákat bemutató elemzés az OMSZ éghajlati adatbázisában rendelkezésre álló adatok alapján, MASH és MISH eljárásokkal. http://met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_valtozasok/Magyarorszag/
132. Palatnik, R. és Roson, R. (2012): Climate Change and Agriculture in Computable General Equilibrium Models: Alternative Modeling Strategies and Data Needs. *Climatic Change*, 112. 1085–1100.
133. Pató Szűcs B., Kovács Z. és Szabó L. (2015): Szélsőséges időjárás-gazdasági kockázatok. *Iskolakultúra*, 25 (5–6) 47–58.
134. Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A. J., Cochrane, K., Howden, S. M., Iqbal, M. M., Lobell, D. B. és Travasso, M. I. (2014): Food security and food production systems. In Field, C. B., Barros V. R., Dokken D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R. és White, L. L. (szerk.): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
135. Qi, L., Bravo-Ureta, B. E. és Cabrera, V. E. (2015): From cold to hot: Climatic effects and productivity in Wisconsin dairy farms. *Journal of dairy science*, 98 (12) 8664–8677.
136. Rakonczai J., Deák J., Ladányi Zs. és Fehér Zs. (2012): A klímaváltozás és tájváltozás kapcsolata alföldi mintaterületeken. 37–62. In Rakonczai J., Ladányi Zs. és Pál-Molnár E. (szerk.): *Sokarcú klímaváltozás*. Szeged: GeoLitera Kiadó.
137. Reilly, J. és Schimmelpfennig, D. (1999): Agricultural impact assessment, vulnerability, and the scope for adaptation. *Clim. Change*, 43. 745–788.
138. Révész T. és Zalai E. (2012): A klímaváltozás lehetséges gazdasági hatásainak vizsgálata statikus és dinamikus általános egyensúlyi modellel. 107–137. In *Fenntartható fejlődés, élhető régió, élhető települési táj 1*. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem.
139. Roesch-McNally, G. E., Arbuckle, J. G. és Tyndall, J. C. (2017): What would farmers do? Adaptation intentions under a Corn Belt climate change scenario. *Agriculture and Human Values*, 34 (2) 333–346.
140. Rosenzweig, C. (1985): Potential CO₂-induced climatic effects on North American wheat producing regions. *Climate Change*, 7. 367–389.
141. Schiberna E. (2014): Az erdőállományok jövedelmezőségének változása. 96–100. In Bidló A., Király A. és Mátyás Cs. (szerk.): *Agrárklíma. Az előrevetített klímaváltozás hatáselemzése és az alkalmazkodás lehetőségei az erdészeti- és agrárszektorban*. Sopron: Nyugat-Magyarországi Egyetem Kiadó.
142. Simar, L. és Wilson, P. (1998): Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Non-parametric Frontier Models. *Management Science*, 44. 49–61.
143. Simar, L. és Wilson, P. (1999): Estimating and Bootstrapping Malmquist Indices. *European Journal of Operational Research*, 115. 459–471.
144. Simar, L. és Wilson, P. (2000): Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: The State of the art. *Journal of Productivity Analysis*, 13. 49–78.

145. Sippel, S. és Otto, F. E. L. (2014): Beyond climatological extremes - assessing how the odds of hydrometeorological extreme events in South-East Europe change in a warming climate. *Climatic Change*, 125. 381–398. DOI 10.1007/s10584-014-1153-9.
146. Smit, B., Blain, R. és Keddle, P. (1997): Corn hybrid selection and climatic variability: Gambling with nature? *Canadian Geographic*, 41. 429–438.
147. Smit, B. és Skinner, M. M. W. (2002): Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 7 (1) 85–114.
148. Smit, B., Brklacich, M., Stewart, R. B., McBride, R., Brown, M. és Bond, D. (1989): Sensitivity of crop yields and land resource potential to climatic change in Ontario. *Climate Change*, 14. 153–174.
149. Smit, B., Pilifosova, O., Burton, I., Challenger, B., Huq, S., Klein, R. J. T., Yohe, G., Adger, N., Downing, T., Harvey, E., Kane, S., Parry, M., Skinner, M. és Smith J. (2001): Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. 887–912. In *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*.
150. Smit, B., Burton, I., Klein, R. J. T. és Street, R. (1999): The Science of Adaptation: A framework for Assessment. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 4 (3–4) 199–213.
151. Solis, D. és Letson, D. (2012): Assessing the value of climate information and forecasts for the agricultural sector in the Southeastern United States: multi-output stochastic frontier approach. *Regional Environmental Change*, 13. DOI 10.1007/s10113-012-0354-x.
152. Somlyódy L. (2011): Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összegzés. 94–84. In Somlyódy L. (szerk.): Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia.
153. Somogyi Z. (2007): A klíma, a klímaváltozás és a fanövekedés néhány összefüggéséről. 281–294. In Mátyás Cs. és Víg P. (szerk.): *Erdő-Klíma V. Sopron: Nyugat-Magyarországi Egyetem Kiadó*
154. Spinoni J., Lakatos M., Szentimrey T., Bihari Z., Szalai S., Vogta J. és Antofiea T. (2015): Heat and cold waves trends in the Carpathian Region from 1961 to 2010. *International Journal of Climatology*, 35. 4197–4209.
155. Standavár T. (2012): Erdők a Világban, Európában és Magyarországon – A Föld erdei számokban 7. p.
156. Stombaugh, T. S., Mueller, T. G., Shearer, S. A., Dillon, C. R. és Henson, G. T. (2001): Guidelines for adopting precision agricultural practices. PA-2. Cooperative Extension Service. University of Kentucky.
157. Sümegi P., Gulyás S., Molnár D. és Szelepcsényi Z. (2012): A Kárpát-medence erdősztyepp területének negyedidőszak végi fejlődéstörténete. 9–36. In Rakonczai J., Ladányi Zs. és Pál-Molnár E. (szerk.): *Sokarcú klímaváltozás. Szeged: GeoLitera Kiadó.*
158. Swinnen, F. J. M. (2009): Reforms, Globalization and Endogenous Agricultural Structures. *Agricultural Economics*, 40 (1) 719–732.
159. Szabó F., Tasi J., Tempfli K., Gulyás L., Bajnok M. és Halász A. (2015): The effect of climatic change on management and animal carrying capacity of grasslands. Complex assessment of climate change impacts - preparing international R&D EU projects in the University of West Hungary (SROP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0023).
160. Szabó P., Horányi A., Krüszelyi I. és Szépszó G. (2011): Az Országos Meteorológiai Szolgálat regionális klímamodellezési tevékenysége: ALADIN-Climate és REMO, Meteorológiai Tudományos Napok. 88–101. <http://owwww.met.hu/pages/seminars/metnap36/MetNapok2010.pdf>
161. Szentimrey T., Bihari Z. és Szalai, S. (2005): Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis (MISH). European Geosciences Union, General Assembly, Bécs, 2005. 04. 24-29.
162. Szép T. (2010): A klímaváltozás erdészeti ökonómiai vonatkozásai. PhD-értekezés (Nyugat-Magyarországi Egyetem). <https://doktori.hu/index.php?menuid=193&vid=4804>

163. Szépszó G. és Horányi A. (2009): Transient simulation of the REMO regional climate model and its evaluation over Hungary. *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 112 (3–4) 203–231.
164. Tanács E. és Barta S. (2014): A mortalitás és a fafajösszetétel rövid távú változásai a Haragistya-Lófej erdőrezervátum üde erdőiben. *ANP Füzetek*, 11. 85–100.
165. The agricultural European Innovation Partnership (2015): Precision Farming Final Report. https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/eip-agri_focus_group_on_precision_farming_final_report_2015.pdf.
166. Trapp, N. (2015): The Economic Impacts of Climate Change and Options for Adaptation: A Study of the Farming Sector in the European Union. Hamburg: Max Planck Institute for Meteorology.
167. Trnka, M., Olesen, J., Kersebaum, K., Skjelvåg, A., Eitzinger, J., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rötter, R., Iglesias, A., Orlandini, S., Dubrovský, M., Hlavinka, P., Balek, J., Eckersten, H., Cloppet, E., Calanca, P., Gobin, A., Vučetić, V., Nejedlik, P. és Kumar, S. (2011): Agroclimatic conditions in Europe under climate change, *Global Change Biology*, 17 (7) 2298–2318.
168. Underwood, E., Baldock, D., Aiking, H., Buckwell, A., Dooley, E., Frelih-Larsen, A., Naumann, S., O'Connor, C., Poláková, J. és Tucker, G. (2013): A fenntartható élelmiszeripar és mezőgazdaság alternatívái az EU-ban. Összefoglaló jelentés a STOA „Technológiai alternatívák 10 milliárd ember élelmezésére” projektjéről. Brüsszel: EU.
169. Valin, H., Sands, R. D., van der Mensbrugghe, D., Nelson, G. C., Ahammad, H., Blanc, E., Bodirsky, B., Fujimori, S., Hasegawai, T., Havlik, P., Heyhoe, E., Kyle, P., Mason-D'Croz, D., Paltsev, S., Rolinski, S., Tabeau, A., van Meijl, H., von Lampe, M. és Willenbockel, M. (2013): The future of food demand: understanding differences in global economic models. *Agricultural Economics*, 45 (1) 51–67.
170. Vanschoenwinkel, J., Mendelsohn, R. és Van Passel, S. (2016): Do Western and Eastern Europe have the same agricultural climate response? Taking adaptive capacity into account. *Global Environmental Change*, 41. 74–87.
171. Vidékfejlesztési Program (2014): <https://www.palyazat.gov.hu/doc/4523>
172. Vigh E. Z. (2017): A klímaváltozás értékelése a magyar mezőgazdaságban. In Bodnár K. és Privóczy Z. I. (szerk.): Tudomány a vidék szolgálatában. Konferenciakötet. Csongrád: AgroAssistance. Kft. 62–71.
173. Vigh E., Fogarasi J. és Fertő I. (2017): Efficiency and productivity analysis of farms in a changing climate environment in Hungarian agriculture. 6th International Conference of Economic Sciences, Kaposvár University, 2017. 05. 4-5.
174. Wheeler, S., Zuo, A. és Bjornlund, H. (2013): Farmers' climate change beliefs and adaptation strategies for a water scarce future in Australia. *Global Environmental Change*, 23 (2) 537–547.
175. Wilson, P. (2008): FEAR: A Software Package for Frontier Efficiency Analysis with R. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42. 247–254.
176. Wilson, P. (2009): FEAR 1.12 Command Reference. Working Paper, Department of Economics. Clemson: Clemson University.
177. Wolke, T. (2007): Risikomanagement. 2. Aufl. Wien, München: Verlag Oldenbourg.
178. Woods, B. A., Nielsen, H. O., Pedersen, A. B. és Kristofersson, D. (2017): Farmers' perceptions of climate change and their likely responses in Danish agriculture. *Land Use Policy*, 65. 109–120.
179. Zsibók Zs. (2015): A klímaváltozás megjelenése a gazdasági modellezésben. 127–137. In Czirfusz M., Hoyk E. és Suvák A. (szerk.): Klímaváltozás - társadalom - gazdaság: Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon. Pécs: Publikon Kiadó.