Agrárgazdasági Könyvek

Kemény Gábor (szerk.) | Lámfalusi Ibolya (szerk.) | Molnár András (szerk.)

AZ ÖNTÖZHETŐSÉG TERMÉSZETI-GAZDASÁGI KORLÁTAINAK HATÁSA AZ ÖNTÖZHETŐ TERÜLETEKRE

Agrárgazdasági Kutató Intézet

AZ ÖNTÖZHETŐSÉG TERMÉSZETI-GAZDASÁGI KORLÁTAINAK HATÁSA AZ ÖNTÖZHETŐ TERÜLETEKRE

Agrárgazdasági Kutató Intézet, 2018

Szerkesztette: Kemény Gábor
Lámfalusi Ibolya
Molnár András

Szerzők: Bozán Csaba, Miskó Krisztina, Péter Krisztina, Domán Csaba, Vári Enikő, Keményné Horváth Zsuzsanna, Kiss Andrea, Gaál Márta

Opponensek: Dr. Szűcs István, tanszékvezető egyetemi docens, Debreceni Egyetem
Dr. Ijjas István, professor emeritus, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A számítások eredményeit bemutató térképek elérhetők az AKI geoportálján is:
https://geoportal.aki.gov.hu/

Felelős kiadó: Juhász Anikó

Szerkesztőbizottság: Biró Szabolcs, Dublecz Károly, Felföldi János, Fertő Imre, Herdon Miklós, Illés B. Csaba, Kapronczai István, Káposzta József, Kemény Gábor, Kertész Róbert, Keszthelyi Szilárd, Lámfalusi Ibolya, Pető Károly, Potori Norbert, Rieger László, Stummer Ildikó, Szakály Zoltán, Szűcs István, Takács István, Tóth József, Tóth Tamás, Vágó Szabolcs

Kiadó:
Agrárgazdasági Kutató Intézet
H-1093 Budapest, Zsil utca 3–5.
Postacím: H-1463 Budapest, Pf. 944
Telefon: (+36 1) 217-1011
Fax: (+36 1) 217-4469
www.aki.gov.hu
aki@aki.gov.hu

DOI: http://dx.doi.org/10.7896/ak1801
ISBN 978-963-491-603-1
ISSN 2061-8204 (Agrárgazdasági Könyvek sorozat)

Nyomda, kötészet: Primerate Kft.
© Agrárgazdasági Kutató Intézet

Minden jog fenntartva. A kiadvány bármely részének sokszorosítása, adatainak bármilyen formában (nyomtatva vagy elektronikusan) történő tárolása vagy továbbítása, továbbá bármilyen elven működő adatbázis-kezelő segítségével történő felhasználása csak a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

Tartalomjegyzék

Vezetői összefoglaló ... 5
Problémafelvetés ... 5
Módszer ... 5
Eredmények ... 6

Bevezetés ... 9

Az öntözéses gazdálkodás feltételeit befolyásoló természeti és humán tényezők áttekintése ... 11
Az öntözési igényeket befolyásoló természeti tényezők ... 11
Talajadottságok ... 11
Klimatikus viszonyok ... 16
Domborzati viszonyok ... 19
Belvíz-veszélyeztetettség ... 21
Természet- és környezetvédelmi viszonyok ... 23
Az öntözővíz elérhetősége ... 26
A termelők öntözési hajlandósága ... 30
A hazai öntözési kultúra fejlődésének alapvető problémái ... 34

Az öntözésfejlesztés környezeti-gazdasági fenntarthatósága ... 37
A fenntartható fejlesztés és az öntözéses mezőgazdasági termelés kapcsolata ... 37
A fenntarthatóság fogalma a vízügyi ágazatban ... 37
A klímaváltozás és a vízgazdálkodás összefüggései ... 39
Az öntözésfejlesztés közgazdasági kérdései ... 41
A természeti erőforrások értékelése: vízjáradék elve, különbözeti járadék ... 41
Az öntözéses gazdálkodás környezeti problémáinak megjelenése a nemzetközi szakirodalomban ... 44
Az öntözési beruházások gazdaságossági vizsgálatának módszerei ... 48
Az öntözésfejlesztés megtérülésének vizsgálata a szakirodalomban ... 50

Az üzemi öntözésfejlesztés technológiai kérdései ... 53
Öntözési módok ... 53
Felületi öntözési mód ... 54
Esőszerű öntözési mód ... 54
Mikroöntözési mód ... 57
Öntözési technológiák alkalmazhatósága az egyes növénykultúráknál ... 58
A kiemelt öntözési technológiák beruházási költségei ... 59

Adat és módszer ... 63
Gazdaságosan öntözhető területek lehatárolása ... 63
Potenciálisan öntözhető szabadföldi területek öntözési beruházásgazdaságossági számításának lépései ... 63
Az öntözést befolyásoló környezeti tényezők hatásának figyelembevétele ... 65
Elérhető öntözővíz meghatározása ... 69
A kijuttatandó víz mennyiségének meghatározása az öntözendő területekre ... 69
Érzékenységvizsgálat ... 70

A gazdaságos öntözésberuházás által érintett szabadföldi mezőgazdasági területek lehatárolása ... 73
Mezőgazdasági vízkereslet meghatározása ... 73
Felszíni vízkészletek biztosította vízkínálat ... 84
Felszín alatti vízkészletek biztosította vízkínálat ... 93
Makroökonómiai elemzés ... 101

Érzékenységvizsgálat ... 105
Beruházási támogatás ... 105
Területi változások ... 105
Gazdasági hatások ... 107
Vízdíj ... 109
Területi változások ... 109
Gazdasági hatások ... 111
Értékesítési ár és hozam ... 113
Területi változások ... 113
Gazdasági hatások ... 116
Aszály ... 118
Területi változások ... 118
Gazdasági hatások ... 121
Talajtípus ... 124
Területi változások ... 124
Gazdasági hatások ... 125
Kamatláb ... 125
Területi változások ... 126
Gazdasági hatások ... 126
Üzemeltetési költség ... 127
Területi változások ... 127
Gazdasági hatások ... 127
A legjobb és a legrosszabb eset ... 128
Területi változások ... 128
Gazdasági hatások ... 130
Az érzékenységvizsgálat fő eredményeinek összefoglalása ... 133

Összefoglalás ... 135
Megállapítások ... 135
Következtetések ... 139
Javaslatok ... 140

Summary ... 141
Results ... 141
Findings ... 145
Suggestions ... 146

Kivonat ... 147

Abstract ... 148

Mellékletek ... 149
Mellékletek jegyzéke ... 149

Hivatkozások jegyzéke ... 171

Vezetői összefoglaló

Problémafelvetés

Az agráriumban tevékenykedő szakemberek szinte kivétel nélkül egyetértenek abban, hogy a magyarországi szabadföldi növénytermelés – elsősorban egyes szántóföldi és kertészeti, valamint ültetvényes kultúrák – számára az öntözhető területek növelése óriási lehetőséget adhat, sőt egyenesen szükségszerű. A klímaváltozás várhatóan jelentős hatást gyakorol a vegetáció alatti időjárási feltételek alakulására. Ezen felül térségünkben valószínűleg növekszik majd a szélsőséges időjárási jelenségek gyakorisága és hatása, melyek közül az egyik leghangsúlyosabb az aszályos időszakok gyakoribb előfordulása, valamint a csapadék intenzitásának és időbeli eloszlásának a legtöbb termesztett növény számára kedvezőtlen módosulása. Ennek kompenzálására már nem lesz elegendő a megfelelő talajművelés, ezért elsősorban az öntözéses gazdálkodás kiterjesztésével mérsékelhetők a vízhiányos időszakok negatív hatásai, amelynek előfeltétele, hogy a megfelelő mennyiségű és minőségű víz a gazdálkodók rendelkezésére álljon.

A tanulmány fő célkitűzése, hogy a fontosabb természeti és gazdasági tényezők figyelembevételével öntözésgazdaságossági alapú, döntően vízkeresleti szempontú lehatárolást adjon a potenciálisan öntözendő területekre, továbbá annak becslése, hogy milyen nagyságrendű kibocsátás- és termelési-érték-növekedést eredményezne az ezen területeken megvalósuló öntözésfejlesztés.

Módszer

A tanulmány az öntözés térbeliségére fókuszál és elsősorban a termelő szempontjából közelíti meg az öntözhetőség összetett problémakörét. A mezőgazdaság szabadföldi öntözési vízigényének becslését az öntözhető növények által lefedett nem öntözött területből kiindulva végeztük el. Első lépésként az öntözést kizáró tényezőket vettük figyelembe, tehát a vizsgálatból kizártuk mindazon területeket, ahol a jelenlegi környezeti adottságok mellett csak irreális erőfeszítés esetén lehetséges öntözéses gazdálkodást folytatni. Az öntözésre természetföldrajzi adottságai alapján (potenciálisan) alkalmas területek esetében az öntözésre berendezett területen termesztett növények figyelembevételével számítottuk ki az öntözési beruházás dinamikus megtérülését (nettó jelenérték). A nettó jelenértéket az öntözéshez kapcsolódó beruházási és üzemeltetési költség, valamint az egyes növények öntözés hatására várható többlethozamának köszönhető többletjövedelem alapján határoztuk meg. Ez utóbbit korrigáltuk az adott területet jellemző domborzati viszonyok, talajadottságok és aszályindex szerint, mely tényezők közül a talajadottságok, valamint az aszályindex a hozamokat, míg a domborzati viszonyok az alkalmazható technológiát, annak költségét befolyásolták. Az öntözhető növények vízigényének, valamint azoknak a területeknek a figyelembevételével, ahol gazdaságilag is rentábilis az öntözési beruházás, megbecsültük a potenciális vízigényt, azaz az öntözési célú vízkeresletet. Ezt az igényt első lépésben a felszíni vizekből célszerű ellátni, ezért meghatároztuk a felszíni öntözőrendszerekből kielégíthető mezőgazdasági vízigényt. Második lépésben az így ki nem elégített mezőgazdasági vízigényt a felszín alatti vizekkel igyekeztük „fedezni”. Összességében megkaptuk, hogy mely növények és mely területek esetén kínálkozik olyan öntözési potenciál, amelynek vízigénye a rendelkezésre álló vízkészletből fedezhető. Az öntözhető területek nagyságán túl az öntözésfejlesztés makrogazdasági hatásait is számszerűsítettük. Az utolsó fejezetben érzékenységvizsgálatokat végeztünk, hogy milyen mértékben változnának becsléseink a beruházási támogatások, a vízdíj, az értékesítési árak, az aszályos időszakok, a talajadottságok, a kamatláb, valamint az üzemeltetési költség módosulása esetén. A felsorolt tényezők változásának kombinációiból előállítottunk egy legkedvezőbb, illetve egy legrosszabb forgatókönyvet is, amivel a szélsőséges eseteket jellemezhetjük.

Eredmények

- A gazdálkodók által SAPS-támogatásigényléshez négy év (2011–2014) alatt bejelentett főnövények területadatai alapján Magyarországon a potenciálisan öntözhető növények által lefedett 2696 ezer hektáros területből átlagosan mindössze 68 ezer hektárt öntöztek.
- A jelenleg nem öntözött területből beruházásgazdaságossági számításaink szerint – melyeknél az öntözés beruházási és üzemeltetési költségeit, valamint többletjövedelmét a talajadottságok, az aszály előfordulása és a domborzati viszonyoknak megfelelően vettük figyelembe – felszíni vizekből további 337,2 ezer hektárt, felszín alatti vizekből 44,8 ezer hektárt lenne lehetőség gazdaságosan öntözni.
- A mezőgazdasági termelés szempontjából az öntözésfejlesztés megvalósításának feltétele, hogy a szükséges vízmennyiség rendelkezésre álljon. Habár a mezőgazdaságban az ökonómiai szempontok alapján összesen közel 1 millió hektárt lehetne öntözésbe vonni, a meglévő magyarországi felszíni és felszín alatti vízkészletek a mezőgazdasági vízigényt csak részben képesek fedezni. A felszíni, valamint felszín alatti becsült vízkészletek 382,0 ezer hektár területen biztosítanak reális öntözési lehetőséget.
- A felszíni vízkészletekből a jelenlegi mintegy 51 ezer hektár szabadföldi öntözött mezőgazdasági területet 337,2 ezer hektárral lehetne bővíteni. Ez utóbbiból 325,0 ezer hektárt a szántóföldi növények, 5,8 ezer hektárt a szántóföldi zöldségek, 5,9 ezer hektárt a 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.
- Összességében a szántóföldi kultúrák öntözött területe 64 ezer hektárról csaknem hatszorosára növekedhetne az öntözésfejlesztésnek köszönhetően, amely jóval nagyobb arány, mint hipotézisünkben feltételeztük.
- 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.
- A javasolt öntözésfejlesztés vízigénye a felszíni öntözőrendszereknél 409 millió m^3, a felszín alattiaknál 98,9 millió m^3, vagyis együttesen 507,9 millió m^3.
- A jelenlegi/feltételezett 50 százalékos támogatás teljes megszűnése jelentősen visszafogná az öntözési beruházásokat. A kereslet alapján számított öntözhető területek esetén 61,1 százalékkal (több mint 660 ezer hektár), a felszíni vízkészletekből öntözhető területeknél közel 60 százalékkal (mintegy 200 ezer hektár) csökkenne a gazdaságosan öntözésbe vonható területek nagysága.
- A jelenlegi vízdíjból kiindulva nagy arányúnak tekinthető változásra (±90 százalék) aszimmetrikusan érzékeny a modell. A 90 százalékos vízdíjcsökkenés esetén a felszíni vízkészletre alapozott öntözéssel számolva a kevésbé jó talajokon is gazdaságossá válhat az öntözésbe vonható területek bővítése, ami összességében több mint 30 százalékos területnövekedést jelenthet. Jelentős mértékben (72,7 ezer hektár, 50,6 százalék) az árukukorica öntözésbe vonható területe növekedhetne. A vizsgált növénycsoportoknál a 90 százalékos vízdíjnövekedés kevesebb mint 10 százalékos területváltozást jelentene átlagosan, legkevésbé a szántóföldi

zöldségnövények öntözésére van hatással. Egy esetleges 40 forintos vízdíj bevezetése a felszíni vízkészlet hasznosításakor kedvezőtlenül hatna az árukukorica és a búza öntözésbe vonható területére. A felszíni vízkészletek hasznosításakor a 40 forintos vízdíj bevezetése miatt minden esetben csökkenne a fajlagos kNPV[1], sőt az árukukorica, a búza, a zöldborsó és a cukorrépa esetén negatívvá is válna, aminek eredményeként csökken az öntözésbe vonható terület nagysága.

- A bevétel változására érzékenyen reagált a modell. Amennyiben az ár és a hozam is 30 százalékkal nő, 90,2 százalékos növekedés következne be az öntözhető terület méretében, ami 2,1 millió hektár öntözésbe vonását jelentené. Amennyiben az ár és a hozam is 30 százalékkal csökken, akkor az alapváltozathoz *(baseline)* képest 78,7 százalékos csökkenés várható, ami mindössze 232 ezer hektár területen tenné lehetővé az öntözés gazdaságos bővítését. A hozam és az ár 10 százalékos növekedése 78,4 százalékos területnövekedést, míg 10 százalékos csökkentésük csak 26,0 százalékos csökkenést eredményez.
- Az aszály tekintetében az eredmények az elvárásoknak megfelelően azt mutatják, hogy ha az egész országot aszályosnak tekintjük, akkor jelentősen megnő a potenciálisan gazdaságosan öntözhető területek nagysága. Ez több mint 600 ezer hektár (55,1 százalék) növekedést jelent a jelenlegi átlagos klimatikus viszonyok esetén számolt területnagysághoz képest.
- A mezőgazdaság öntözési igénye (közel 1,2 millió hektár) jelenleg lényegesen meghaladja az öntözőrendszerek kínálta lehetőségeket (mintegy 436 ezer hektár), ezért szükséges ez utóbbiak fejlesztése, vagyis új öntözőcsatornák és az öntözővíz tábláig való eljutását biztosító infrastruktúra kiépítése és fenntartható üzemeltetésének biztosítása.
- A meglévő öntözési kapacitások (68 ezer hektár) ugyanakkor messze elmaradnak a meglévő vízkivételi lehetőségektől (436 ezer hektár), ami azt jelenti, hogy a gazdálkodók ösztönzésére is szükség van új jogszabályi, illetve megfelelő beruházási környezet kialakításával.
- Az öntözés megvalósításának alapkövetelménye az öntözőtelep vízjogi engedélyének megléte. A jelenlegi vízjogi engedélyezés bonyolult, szigorú rendszer, amely az engedélyezés folyamatába akár 5-6 szakhatóság bevonását is jelentheti. Az azzal járó adminisztratív teher a kisvállalkozások számára olyan mértékű, amelyet már nem hajlandóak felvállalni, ezért gyakran meg sem próbálják a legális vízhez jutást. Az öntözésfejlesztés megvalósításához elengedhetetlen az engedélyezési folyamat egyszerűsítése, a jogi, szabályozási környezet rugalmasabbá tétele és az adminisztratív terhek csökkentése. Ennek hatékony eszköze lehet az elektronikus ügyintézés bevezetése.
- Az üzemi öntözési beruházás megvalósulásának kritikus feltétele, hogy a tábla széléig szükséges öntözési infrastruktúra rendelkezésre álljon, továbbá elő kell segíteni az engedélyezési folyamat hatékony végrehajtását. Ennek biztosítása érdekében egy olyan intézmény működtetését javasoljuk, amely szükség esetén komplett öntözési beruházásokat tervez és felvállalja az adminisztrációt egészen az engedélyezési fázisig, amennyiben egy termelő vagy termelői kör öntözési beruházásba kezd.
- Részletes gazdaságossági és környezeti vizsgálatok szükségesek, hogy a rendszeresen vízjárta mezőgazdasági területek közül melyeket érdemes (akár komplex meliorációs beavatkozásokkal is) öntözésre alkalmassá tenni, és mely területeken lehet indokolt a belvíz összegyűjtése, visszatartása, vizes élőhelyek kialakítása.

[1] kNPV = kalkulációs NPV (lásd 3. melléklet)

Bevezetés

A jövő egyik nagy kérdése, hogy a Föld növekvő népessége számára hogyan képes a mező- és élelmiszer-gazdaság megfelelő mennyiségű élelmiszert biztosítani. Ez a kérdés önmagában is kihívás, a klímaváltozással párosulva azonban különösen nagy megmérettetést jelent. A mezőgazdasági termőterület növekedése nem várható, így a meglévő (csökkenő) területen kell a szükséges élelmiszer-mennyiséget megtermelni. Ez mindenképpen a fajlagos hozamok növekedését igényli, amiben az öntözés kiemelkedő szerepet játszhat.

Az élelmiszer-termelés kiemelten magas fajlagos vízfelhasználással járó tevékenység. Ugyanakkor világviszonylatban egyre több területen jelentkezik időszakos vagy állandó vízhiány, amely potenciálisan csökkenő ökoszisztéma-szolgáltatást vagy akár növekvő környezetterhelést eredményez. A mezőgazdasági öntözésre használt vízkivétel az összes édesvízkivétel mintegy 70 százalékát teszi ki. Ez növekvő nyomást gyakorol a mezőgazdasági vízfelhasználás csökkentésére, illetve a hatékonyság növelésére. A klímaváltozáshoz való alkalmazkodás a világ minden részén arra készteti a szakembereket, hogy megtalálják a mezőgazdasági vízfelhasználás gazdasági, társadalmi és környezeti szempontból is elfogadható, fenntartható módját.

Az Európai Unió vízgazdálkodási elveit is – általában véve – a hatékony vízfelhasználás ösztönzése jellemzi, ugyanakkor a tagállamok számottevő különbségeket mutatnak az öntözés fejlettsége tekintetében. Egyes országok már most is jelentős öntözési kapacitásokkal rendelkeznek, ezeknél a meglévő rendszerek hatékonyabbá tétele, a vízzel való takarékos gazdálkodás a cél. Más tagállamokban még kevésbé elterjedt és nem eléggé fejlett a mezőgazdasági öntözés, vagy éppen a klímaváltozás miatt válik fokozottan szükségessé. Ez utóbbiak – köztük Magyarország is – az öntözési kapacitások kiépítésének, növelésének időszakában vannak. Természetesen az újonnan megvalósított öntözési kapacitásoknál is figyelembe kell venni a hatékonysági szempontokat úgy a vízfelhasználás, mint a mezőgazdasági jövedelmezőség szempontjából.

Magyarországon az öntözött területek aránya alacsony, mindössze 2,4 százalék (2015), miközben az EU-ban 8 százalék, az USA-ban 13 százalék feletti ez az arány. Az öntözés alacsony elterjedtsége olyan okokra vezethető vissza, mint a szétaprózott birtokstruktúra, a termelői együttműködés hiánya, a rövid távú bérleti szerződések, a vízjogi engedélyezési rendszer bonyolultsága, a nehezen hozzáférhető, nem megfelelő mennyiségű öntözővíz, illetve a fejlesztéshez szükséges források hiánya.

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. Ennek egyik előfeltétele, hogy a megfelelő mennyiségű és minőségű víz a gazdálkodók rendelkezésére álljon, amelyhez mindenképpen fejlesztések szükségesek úgy a vízügy, mint a gazdálkodók részéről.

A mezőgazdasági vízhasználat, azon belül is az öntözésfejlesztés témaköre már többször felmerült az ágazatot érintő fejlesztési feladatok között, azonban a mezőgazdaságon túlmutató jellege okán inkább csak részeredmények születtek. Ennek tükrében fontos mérföldkőnek tekinthető az Öntözési Stratégia megalkotásáról szóló 1744/2017. (X. 17.) Korm. határozat, amely egységes kormányzati szándékot fogalmaz meg. A gazdálkodói oldalon a növénytermesztést már hosszabb ideje jellemző jó jövedelempozíció ugyancsak hozzájárul a szükséges beruházások végrehajtási lehetőségének megteremtéséhez.

Jelen tanulmány fő célkitűzése, hogy a fontosabb természeti és gazdasági tényezők figyelembevételével lehatárolást adjon a potenciálisan gazdaságosan öntözhető és gazdaságosan nem öntözhető területekre. Továbbá ebből kiindulva annak becslése, hogy milyen nagyságrendű kibocsátás- és

termelésiérték-növekedést eredményezne a magyar mezőgazdaság számára, ha minden olyan területet öntöznének, ahol ez lehetséges és jövedelmező (figyelembe véve a termelők öntözési beruházásainak többletköltségeit és az így elérhető többletjövedelmet is).

A célkitűzéssel összefüggésben a következő hipotéziseket fogalmaztuk meg:

1. Az öntözéses gazdálkodás olyan mértékű jövedelemtöbblettel bír a szárazművelésű (*rainfed*) gazdálkodáshoz képest, hogy nincs alternatívája a szabadföldi kertészeti és ültetvényes kultúrák esetében.
2. Az öntözéses gazdálkodás a jelenlegi alacsony kamatok, magas közvetlen támogatások és magas terményárak, valamint a térítésmentes vízdíjak mellett már közepes minőségű talajon is pozitív nettó jelenértéket eredményez a szántóföldi növénytermesztésben.
3. A szántóföldi kultúrák esetében a természeti viszonyok és a szabad vízkészletek akár a jelenlegi terület megduplázását is lehetővé teszik.
4. A vízdíj jövőbeni újbóli bevezetése nem csökkenti érdemben a termelők öntözési beruházásainak megtérülését.

A kutatás során elsősorban a mezőgazdasági vízkereslet ökonómiai szempontok alapján történő meghatározására, számszerűsítésére helyeztük a hangsúlyt. A vízkínálat tekintetében a víz adott területre történő eljuttatásának lehetőségére fókuszáltunk, az elérhető vízmennyiség kérdésére (készlet- vagy kontingensoldal) nem tértünk ki. A gazdaságossági számítások során ugyancsak nem foglalkoztunk az öntözésfejlesztési beruházások megvalósításával összefüggésben felmerülő jogiszabályozási kérdésekkel, illetve azok gazdasági számszerűsítésével.

A tanulmány első fejezetében Magyarország vízgazdálkodási szempontú természeti adottságait tekintjük át részletesen, feltérképezve ezzel az öntözési lehetőségeket. Ezt követően az öntözésgazdaságossági módszereket vesszük górcső alá elsősorban a nemzetközi szakirodalom alapján. A harmadik fejezetben az öntözési eljárásokat és az azokhoz kapcsolódó technológiákat mutatjuk be, kitérve a domborzati összefüggésekre, az öntözhető növények vízigényére, valamint a beruházási és üzemeltetési költségekre. A számításaink logikáját bemutató módszertani fejezetet követően a mezőgazdasági vízkeresletre adunk becslést. Ennek során a becsült vízigényt első lépésben a rendelkezésre álló felszíni, majd a felszín alatti vizekkel vetjük össze, becslést adva a jelenlegi vetésszerkezet alapján gazdaságosan öntözésbe vonható területekre vonatkozóan. Az öntözhető területek nagyságán túl az öntözésfejlesztés makrogazdasági hatásait is számszerűsítettük. Az utolsó fejezetben érzékenységvizsgálatokat végeztünk annak kiderítésére, hogy milyen mértékben változnának becsléseink a beruházási támogatások, a vízdíj, az értékesítési árak, az aszályos időszakok, valamint a talajadottságok módosulása esetén.

Munkánk során nagy segítséget jelentettek az Országos Vízügyi Főigazgatóságtól (OVF) kapott adatok és információk, melyekért ezúton is szeretnénk köszönetünket kifejezni.

Az öntözéses gazdálkodás feltételeit befolyásoló természeti és humán tényezők áttekintése

Az öntözés iránti igény és az öntözésre rendelkezésre álló víz mennyisége egyaránt természeti tényezők függvénye, úgymint az időjárás, a domborzat, a talajadottságok, a felszíni és felszín alatti vízrendszer stb. A fejezet első részében ezeket a tényezőket vesszük sorra, hogy a már meglévő széles körű szakirodalmi források alapján képet adjunk az öntözésfejlesztés kiinduló természeti adottságairól. Emellett kitérünk arra, hogy mekkora hajlandóság mutatkozik a mezőgazdasági termelők részéről az öntözésfejlesztésre.

Az öntözési igényeket befolyásoló természeti tényezők

A mezőgazdasági vízgazdálkodás egy olyan vízhasznosítási és vízkárelhárítási tevékenység, amely a mezőgazdaság feladatait és érdekeit szolgálja. Ezen belül az öntözés jelentősen befolyásolja a természeti környezetet, azonban ez a hatás kétoldalú, mivel a környezeti tényezők megváltozása is visszahat a vízgazdálkodási folyamatokra. A kiemelt hatások a következők lehetnek:

- mikroklímára gyakorolt hatások;
- talajra gyakorolt hatások;
- vizekre gyakorolt hatások;
- élővilágra gyakorolt hatások (Hamza *et al.,* 2011).

Az öntözéses gazdálkodást akkor célszerű bevezetni, amikor a termelési, gazdálkodási színvonal a száraz körülmények között elérhető jövedelemezőségnél kedvezőbb, vagyis a természetesen rendelkezésre álló csapadék – mennyiségében és eloszlásában – kisebb jövedelmet biztosít az öntözéses termeléssel összevetve. Kereszturszky *et al.* (1998) megfogalmazása szerint az öntözést ott célszerű fejleszteni, ahol arra a legalkalmasabb természeti (talajtani-vízgazdálkodási), valamint közgazdasági adottságok találhatók. Az eredményes növénytermesztés alapfeltétele a növény fejlődéséhez szükséges összes tényező folyamatos és egyidejű – a megkívánt mennyiségben és minőségben – biztosítása.

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; termékenységet korlátozó tényezők; „szárazgazdálkodásban" rejlő lehetőségek kihasználatlansága stb.). Ilyen körülmény lehet például, ha az öntözés hatására kedvezőtlen talajtani változások (elvizenyősödés, láposodás, szikesedés stb.) prognosztizálhatók.

Talajadottságok

A talajadottságok az öntözővíz megléte mellett az öntözésfejlesztés másik kulcsát jelentik. Nem csupán azért, mert a jobb termőképességű talajoknál azonos mértékű öntözés mellett nagyobb arányban növekszik az öntözés által kiváltott hozamtöbblet, hanem azért is, mert Magyarországon a vízfelhasználás hatékonyságának növelése a talaj vízháztartás-szabályozásának megkülönböztetett jelentőségű kulcsfeladata (Pálfai, 2005; Somlyódy, 2002; Várallyay, 2003). A globális klímaváltozás-prognózisok egybehangzó megállapítása szerint a szélsőséges időjárási és vízháztartási helyzetek valószínűsége, gyakorisága, mértéke és tartama egyaránt növekedni fog (Láng *et al.,* 2007; Ligetvári, 2006; Pálfai, 2007; Várallyay, 2005). A talaj mint hatalmas potenciális természetes víztározó képes ezeket a hatásokat tompítani, mérsékelni, de ugyanúgy képes a szélsőséges helyzetek

felnagyítására, súlyosbítására is. Ezért van és lesz megkülönböztetett, a mainál is jóval nagyobb jelentősége a talaj vízgazdálkodásának, anyagforgalmának, illetve ezek szabályozásának (Várallyay, 2004, 2007, 2008).

A talaj vízgazdálkodási tulajdonságainak kategóriarendszerében a talaj fizikai félesége; szabadföldi vízkapacitása (VKsz), holtvíztartalma (HV) és hasznosítható vízkészlete (DV); a víznyelés sebessége (IR) és a talaj hidraulikus vezetőképessége (K) voltak a csoportképző paraméterek, míg az alcsoportokat a talajszelvény rétegezettsége, illetve a talaj speciális vízháztartását okozó tulajdonságok alapján definiálták (Várallyay, 2005; Várallyay *et al.,* 1980). Mivel a talaj teljes vízkapacitása (VKt), összporozitása elsősorban a talaj tömörödöttségétől függ (ez pedig egy antropogén hatásoktól érzékenyen függő és nagyon gyorsan változ(tathat)ó talajjellemző), annak értékét egységesen 45 térfogatszázalékkal számolták. A mezőgazdasági hasznosítású területeken elsősorban a talajok vízgazdálkodási tulajdonságai határozzák meg a terület víznyelő és vízvezető, valamint vízraktározó és víztartó kapacitását. Várallyay *et al.* (1979, 1980) a vízgazdálkodási paraméterek számszerű meghatározása alapján a magyarországi talajokat az alábbi 9 vízgazdálkodási kategóriába sorolta:

- Igen nagy víznyelésű és vízvezető képességű, gyenge vízraktározó képességű, igen gyengén víztartó talajok (pl. futóhomok, laza, nem humuszos homok), területi arány 10,5 százalék.
- Nagy víznyelésű és vízvezető képességű, közepes vízraktározó képességű, gyengén víztartó talajok (pl. humuszos homok, homokos mechanikai összetételű réti, öntés réti és csernozjom talajok), területi arány: 11,1 százalék.
- Jó víznyelésű és vízvezető képességű, jó vízraktározó képességű, jó víztartó talajok (pl. csernozjom, réti csernozjom, réti öntéstalajok), területi arány 24,9 százalék.
- Közepes víznyelésű és vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, jó víztartó talajok (pl. vályogos réti, agyagos és agyagos vályog mechanikai összetételű réti öntéstalajok), területi arány 19,1 százalék.
- Közepes víznyelésű, gyenge vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, erősen víztartó talajok (pl. agyag, vályogos agyag mechanikai összetételű réti, mélyben szolonyeces réti talajok), területi arány 6,2 százalék.
- Gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető képességű, erősen víztartó, kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok (pl. sztyeppesedő réti szolonyecek, pszeudoglejes barna erdőtalajok), területi arány 14,9 százalék.
- Igen gyenge víznyelésű, szélsőségesen gyenge vízvezető képességű, igen erősen víztartó, igen kedvezőtlen, extrémen szélsőséges vízgazdálkodású talajok (pl. kérges réti szolonyec, szoloncsák-szolonyec), területi arány 3,6 százalék.
- Jó víznyelésű és vízvezető képességű, igen nagy vízraktározó és víztartó képességű talajok (pl. moha- és rétláptalajok), területi arány 1,3 százalék.
- Sekély termőrétegűség miatt szélsőséges vízgazdálkodású talajok (pl. rendzina, fekete nyiroktalajok), területi kiterjedés 8,4 százalék.

A fent bemutatott 9 kategória általános jellemzőit az 1. táblázatban mutatjuk be.

A rendelkezésre álló talajtani adatbázis alapján megszerkesztették Magyarország talajainak vízgazdálkodási kategóriatérképét (1. ábra) 1:100 000 méretarányban (Láng *et al.,* 1983; Várallyay, 2004; Várallyay *et al.,* 1980).

A talaj hazánk legnagyobb kapacitású – potenciális – természetes víztározója (Várallyay, 2005, 2007, 2008a, 2008b). „A talaj felső egy méteres rétege potenciálisan mintegy 45 km³ víz befogadására és 25-35 km³ víz raktározására képes. Ennek mintegy 55-60 százaléka a növény számára nem hozzáférhető »holtvíz«, 40-45 százaléka pedig »hasznosítható víz«.” A beszivárgást Várallyay (2003) szerint a következők akadályozzák:

- „a talaj tározóterének kisebb-nagyobb mértékű vízzel telítettsége: »tele edény effektus«;
- a felszíni rétegek fagyott volta: »befagyott edény effektus«;

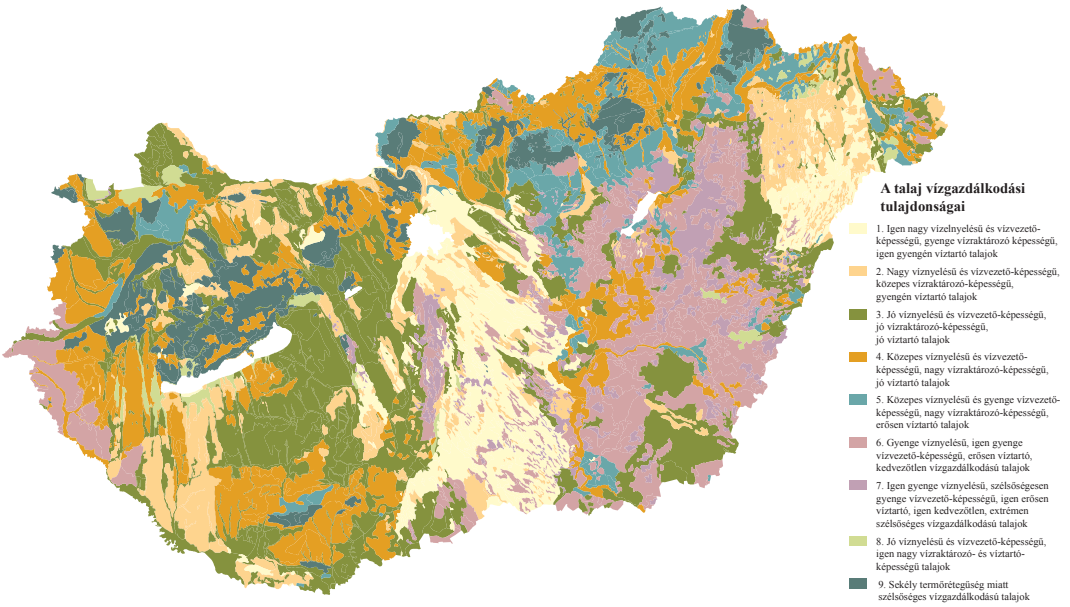
- a talaj felszínén, ill. felszín közeli rétegeiben kialakuló közel vízátnemeresztő, igen lassú víznyelésű réteg, ami megakadályozza vagy lassítja a víz talajba szivárgását, a talaj nedvességtározó terének feltöltését: »ledugaszolt edény effektus«.”

1. táblázat: **A vízgazdálkodási tulajdonságok szerinti talajkategóriák általános jellemzői**

Kategória kódszáma	Fizikai talajféleség			VK_{sz}	HV	DV	IR	K
	jele	K_A	hy_1	mm/10 cm-es réteg			mm/óra	cm/nap
1.	h	<25	<1,0	<15	<5	5–10	>500	>1000
2.	hv	25–35	1,0–2,0	15–25	5–10	10–15	150–500	100–1000
3.	v	35–42	2,0–3,5	25–35	10–20	15–22	100–150	10–100
4.	av	42–50	3,5–5,0	35–42	20–27	12–17	70–100	1–10
5.	a	50	5,0	42–50	27–35	10–15	50–70	0,1–1,0
6.[a)]							10–50	0,01–0,1
7.[b)]							<10	<0,01
8.[c)]	tőzeg, kotu			>50	>35			
9.	Sekély termőrétegűség miatt szélsőséges vízgazdálkodású talajok							

K_A: Arany-féle kötöttségi szám; hy_1: higroszkópossági értékszám; Fizikai talajféleség: h: homok; hv: homokos vályog; v: vályog; av: agyagos vályog; VK_{sz}: szabadföldi vízkapacitás; HV: holtvíztartalom; DV: hasznosítható vízkészlet; IR: víznyelés sebessége; K: hidraulikus vezetőképesség. [a)] Enyhe szikesedés vagy pszeudoglej-képződés miatt kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok; [b)] Erős szikesedés miatt extrémen szélsőséges vízgazdálkodású talajok; [c)] Láptalajok.
Forrás: Várallyay *et al.* (1979, 1980)

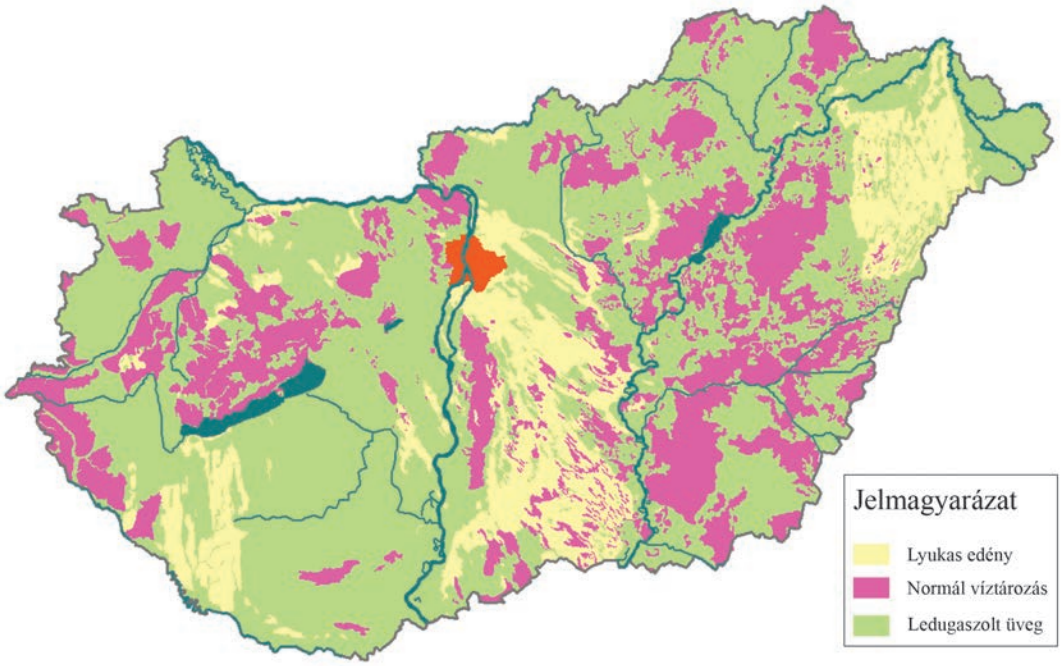
1. ábra: **A talajok vízgazdálkodási tulajdonságai**



Forrás: MTA TAKI, AGROTOPO

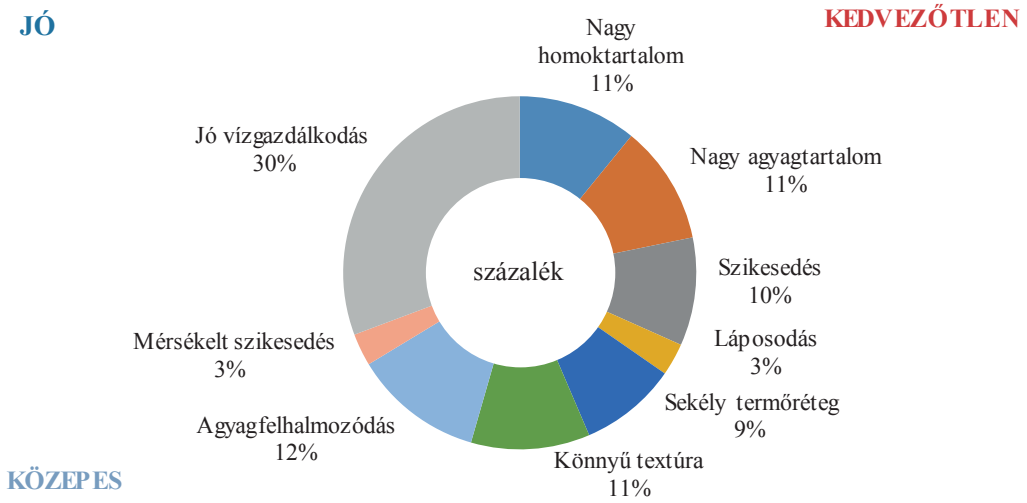
A talaj vízháztartását befolyásoló (gyakran meghatározó) „effektusok” vázlatos térképét mutatjuk be a 2. ábrán. A „ledugaszolt edény effektus” a 6., 7. és 9. vízgazdálkodási kategória talajaira, a „lyukas edény effektus” az 1. és 2. kategóriák talajaira jellemző elsősorban (Várallyay, 1985, 2005, 2007; Várallyay *et al.,* 1980).

2. ábra: **A talaj potenciális vízraktározó képességének akadályai**



Forrás: MTA TAKI, AGROTOPO

3. ábra: **Kedvezőtlen, közepes és jó vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkező talajok megoszlása Magyarországon**



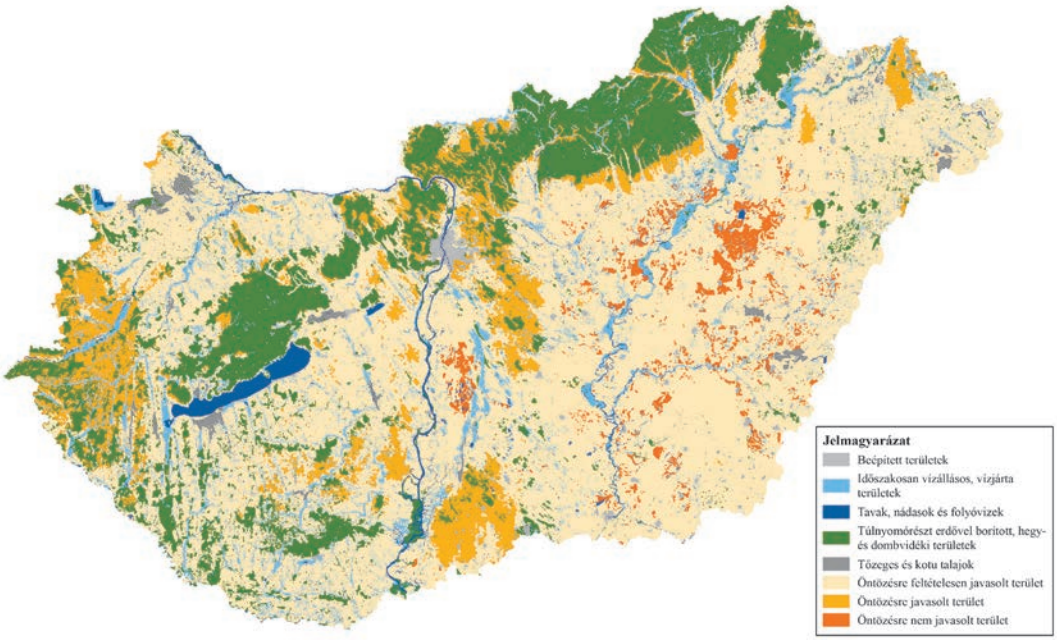
Forrás: Várallyay, 2001a, 2003

Várallyay *et al.* (1980) felmérései alapján Magyarország talajainak 43 százaléka kedvezőtlen, 26 százaléka közepes és (csak) 31 százaléka jó vízgazdálkodású. Ez látható a 3. ábrán, feltüntetve a kedvezőtlen és közepes vízgazdálkodás okait is (Várallyay, 2001a, 2003).

Szabolcs *et al.* (1968, 1969a, 1969b) vizsgálatai szerint az öntözésfejlesztés területeinek lehatárolása számos tényező együttes függvénye, melyek közül kiemelkednek az öntözés feltételeit determináló talajtani adottságok, illetve az öntözés megvalósulását követő talajdegradációs hatások. A térképen (4. ábra) láthatók azok a területek, ahol az öntözés közvetlen veszéllyel nem jár, illetve feltüntetésre kerültek azok a talajok, amelyeken az öntözés csak bizonyos feltételek betartása mellett folytatható anélkül, hogy az a talaj termékenységére nézve káros lenne. Végül szerepelnek azok a területek is, amelyeken öntözéses gazdálkodást nem javasolnak a talaj termékenységének károsodása nélkül. A térképen láthatók továbbá azok a területek is, ahol a térképezési folyamat befejezéséig az öntözések másodlagos szikesedéssel, másodlagos elláposodással vagy ezek kombinációjával jártak és a talaj termékenységére kedvezőtlen hatást gyakoroltak.

Az öntözésre javasolt területeken (I. kategória) az öntözésnek talajtani szempontból nincs akadálya és az öntözés következtében várhatóan nem következnek be olyan hidrológiai és talajgenetikai folyamatok, változások, amelyek a talajok termékenységét jelentősen csökkentik és kedvezőtlen irányba befolyásolják. Ugyanakkor e talajoknál is figyelembe kell venni, hogy öntözésre csak a jelenleg érvényben lévő öntözővíznormák követelményeit kielégítő, sótartalom és sóösszetétel szempontjából egyaránt megfelelő minőségű öntözővizet szabad használni (Szabolcs *et al.,* 1968, 1969a, 1969b).

4. ábra: **Az öntözés talajtani lehetőségei és feltételei Magyarországon**



Forrás: Az MTA ATK TAKI-ban készült geoinformatikai adaptáció Szabolcs *et al.* (1976) hasonló című térképe alapján

Az öntözésre feltételesen javasolt területeken (II. kategória) az öntözés hatására csak akkor nem következnek be a talajok termékenységét csökkentő, kedvezőtlen irányba befolyásoló hidrológiai és talajgenetikai folyamatok, illetve változások, ha a talajvízszint átlagos terep alatti mélysége és az öntözővíz minősége műszakilag vagy agronómiailag biztosítva van (Szabolcs *et al.,* 1968, 1969a, 1969b).

Szabolcs *et al.* (1968, 1969a, 1969b) kiemeli, hogy fentiek nemcsak új, ezután öntözésre kerülő területekre vonatkoznak, hanem minden területre, tehát azokra is, ahol már folyik (vagy folyt) öntözés. Az öntözött területek egy részén a helytelenül megválasztott és nem megfelelő körültekintéssel végrehajtott öntözés már idáig is a talajtermékenységet csökkentő káros folyamatok megindulására vezetett, amit a térképen szintén feltüntettek.

Az öntözésre nem javasolt területeken (III. kategória) talajtani szempontból nem ajánlott az öntözés, mivel annak hatására várhatóan a talajtermékenységre káros talajgenetikai és hidrológiai folyamatok indulnak meg, illetve mélyülnek el, válnak intenzívebbé (Szabolcs *et al.,* 1968, 1969a, 1969b). Kivételt képezhetnek azonban az alábbi esetek:

- Sótűrő növények takarmányozási célra vagy legeltetésre történő termesztése esetén e kategória talajai is eredményesen öntözhetők, így még az öntözővíz minőségével szemben sem kell szigorú feltételeket szabni. Szigorú feltétel azonban az, hogy az öntözés csak akkor megengedhető, ha nem okoz kedvezőtlen változásokat (talajvízszint-emelkedés, másodlagos szikesedés stb.) a környező területrészeken.
- Rizstermesztés esetén az öntözővíznormák betartása mellett helyenként e kategória talajai is eredményesen öntözhetők, ha az előbbi pontnál megadott követelményt is maximálisan kielégítik.
- Ha hosszabb időszak (több év, évtized) vonatkozásában az eredményes kultúrtechnikai, kémiai és agrotechnikai beavatkozások (melioráció) hatására a talajok tulajdonságai nagymértékben megváltoznak (javulnak), egy megismételt vizsgálat eredményei alapján kell a terület öntözhetősége és az öntözés során biztosítandó feltételek felől dönteni. Ilyen esetben a talajok esetleg átkerülnek a III. kategóriából a II. kategóriába.

Ide tartoznak az alábbi területek:

- Szoloncsák, szoloncsák-szolonyec és kérges réti szolonyec talajú területek.
- Öntözés következtében erősen elszikesedett területek (nagy sófelhalmozódás és/vagy nagy szolonyecesedés a talaj 0–50 cm-es rétegében).

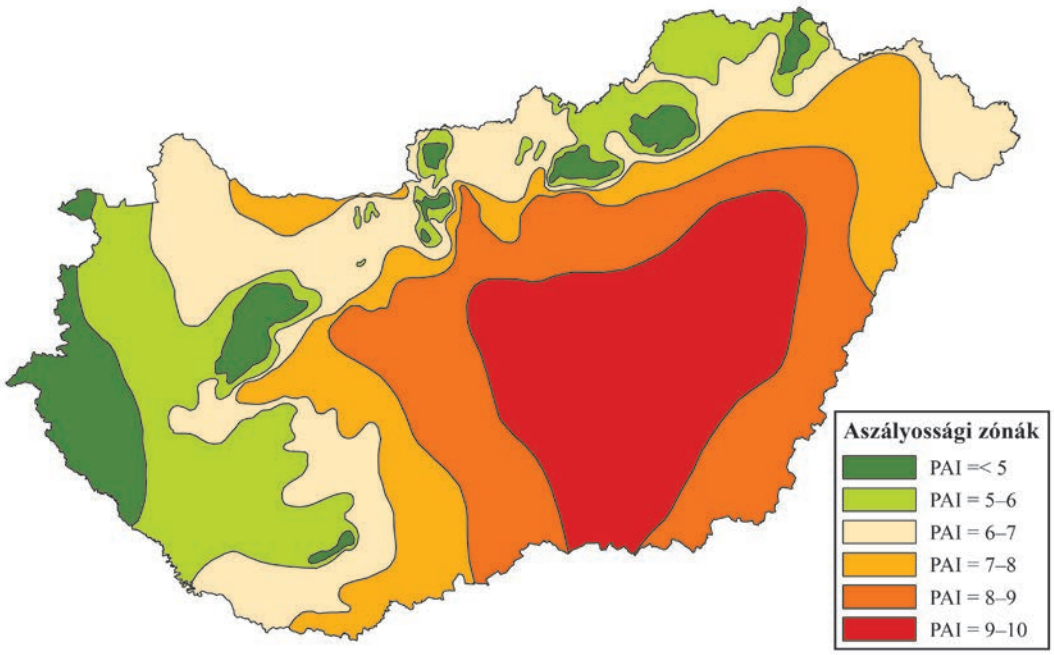
Klimatikus viszonyok

A klimatikus viszonyok alapvetően határozzák meg, hogy egy területen szükséges-e az öntözés vagy sem. Csapadékellátottság tekintetében Magyarország időjárását a száraz nyarú mediterrán, a kiegyenlített nyugat-európai és a szélsőséges kontinentális éghajlati övezet befolyásolja. Ennek eredménye, hogy 10-15 éves cikluson belül általában előfordul egy bő csapadékellátottságú és egy aszályos időjárási periódus. Az aszályos években a tenyészidőszak folyamán jelentős vízhiány mutatkozik, míg a bő csapadékellátottságú években a felszíni vízborítás okoz károkat. Összességében elmondható, hogy az egész országterület a feltételes öntözés zónájába tartozik, ami azt jelenti, hogy az évek egy részében a természetes csapadék elégséges egy meghatározott szintű növénytermesztési tevékenységhez.

Magyarország csapadékban legszegényebb területei a síkságokon találhatók: az Alföldön és a Kisalföldön, valamint a Dunántúl keleti vidékein, ahol az évi csapadék 50 éves átlagban nem éri el az 500 mm-t. A síkságok többi része éves átlagban 500–600 mm csapadékot kap. Az Alföld közepétől a széle felé haladva a csapadék mennyisége növekszik (5. ábra). Az átlagos 500 mm és azon felüli csapadék általában kielégítené a növénytermesztés igényét, de az egyes évek csapadékának bizonytalan volta, továbbá a csapadékösszeg szeszélyes időbeni ingadozása olyan nagymértékű, hogy – kielégítő nagyságú sokévi átlag mellett – mégis gyakori az aszályos időszak. A csapadékviszonyok az öntözés szükségességét alátámasztják és azt is bizonyítják, hogy növekvő termelési színvonal mellett már megengedhetetlen a termelésnek az időjárástól függő nagymértékű kockázata, valamint hogy az üzemek kiegyensúlyozott jövedelemhez fűződő érdeke miatt egyre inkább gazdasági szükséggé is válik az öntözés.

Erősen pozitív tehát a kapcsolat az aszálykockázat és az öntözési beruházás megtérülése között: minél gyakoribb az aszály, annál nagyobb a valószínűsége, hogy az öntözőberendezést használják és jelentős hozamtöbbletet érnek el az öntözéssel a nem öntözött táblákhoz viszonyítva. Hangsúlyozzuk, hogy az aszálykár-elhárítás eszköze nem a vízpótló öntözés, hanem a tervszerű öntözéses gazdálkodás, mely már az aszály bekövetkezése előtt képes preventíven beavatkozni a vízháztartási folyamatokba. Összességében megállapítható, hogy minél érzékenyebb egy térség az aszályra, annál indokoltabb az öntözéses gazdálkodás bevezetése.

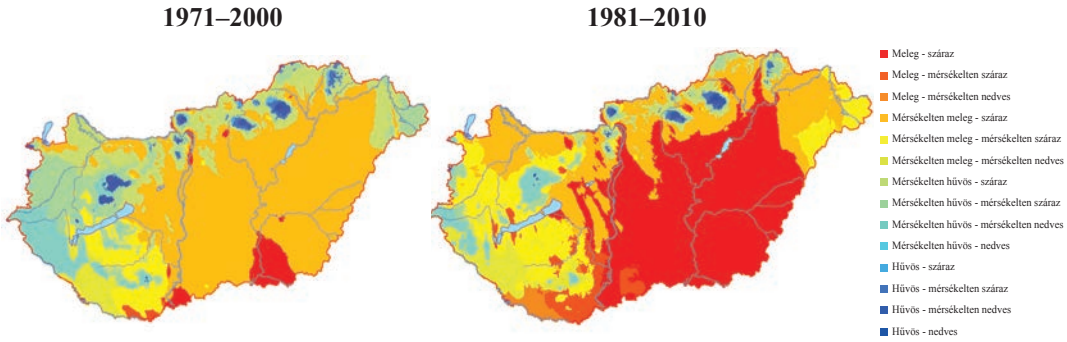
5. ábra: **Aszályossági zónák Magyarországon**



Forrás: Pálfai (2005)

Ezt a helyzetet a jövőben csak tovább fokozza a klímaváltozás, amelynek gyors előrehaladását meggyőzően szemlélteti az éghajlati körzetek eltolódása. Ennek tendenciáit jól tükrözik Bihari *et al.* (2014) vizsgálatai is (6. ábra).

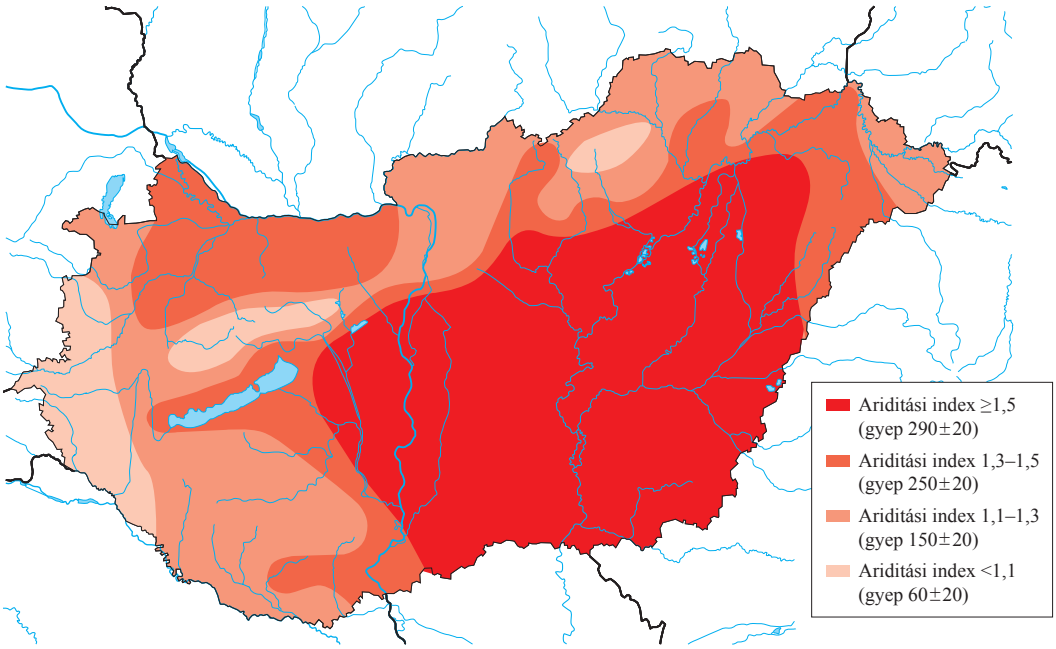
6. ábra: **Péczely-féle éghajlati körzetek változása**



Forrás: Bihari *et al.* (2014)

A klimatikus viszonyok alapvetően határozzák meg, hogy adott területen egy-egy növény milyen nagyságrendű öntözővizet igényel. Ez alapján kalkulálható ki a növényenkénti idénynorma, melynek meghatározásakor figyelembe veszik az ország éghajlati körzeteit (7. ábra) és a talajviszonyokat. Az ennek megfelelően kialakított öntözési idénynormákat mutatja be a 2. táblázat.

7. ábra: **Magyarország éghajlati körzetei**



Forrás: Vermes (1997) alapján készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

2. táblázat: **Öntözési idénynormák**

milliméter

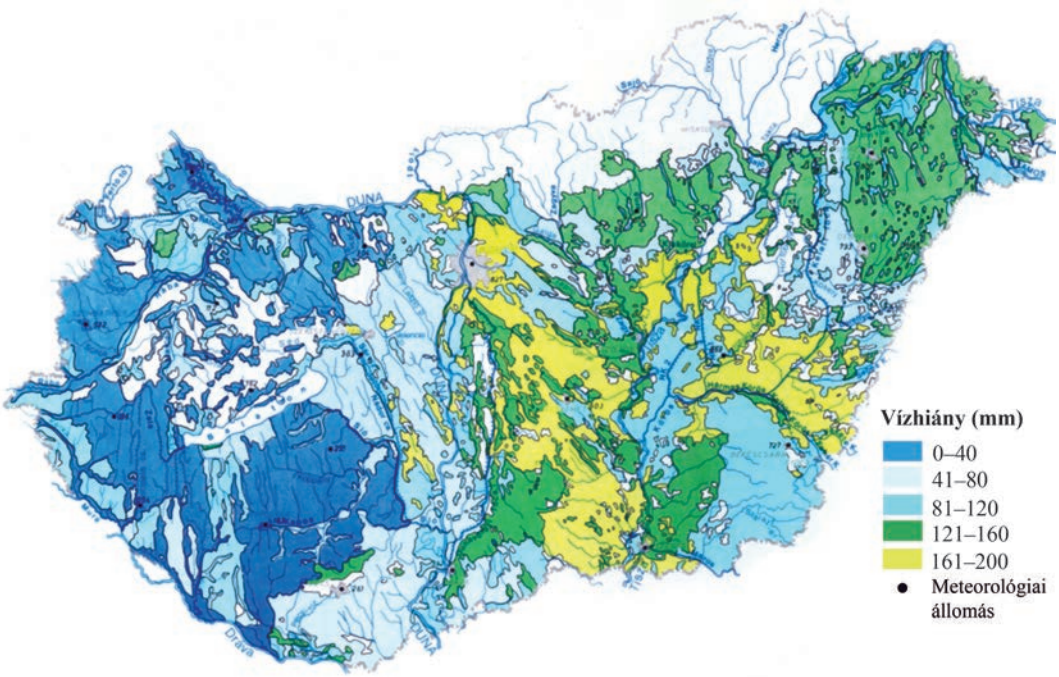
Növénykultúrák	Éghajlati körzetek			
	I.	II.	III.	IV.
Intenzív gyepek	290 (20)	250 (20)	150 (20)	60 (20)
Évelő pillangósok	250 (40)	200 (40)	100 (40)	40 (40)
Kapások, egyéves takarmánynövények	160 (30)	110 (30)	60 (30)	0
Kalászosok	50 (20)	50 (20)	30 (20)	0
Nagy vízigényű zöldségnövények	270 (20)	220 (20)	130 (20)	60 (20)
Kis vízigényű zöldségnövények	160 (20)	110 (20)	60 (20)	0
Szőlő, gyümölcs	170 (20)	120 (20)	70 (40)	0
Rizs	1 200 (300)	1 200 (300)	–	–
Másodnövények	120 (20)	100 (20)	40 (10)	40 (10)

Megjegyzés: A táblázatban szereplő értékek átlagos talajra vonatkoznak; a zárójelben föltüntetett plusz-mínusz eltérések a jobb, illetve a gyengébb víztartó képességű talajokra javasolt értékek. Az I. éghajlati körzetben az ariditási index értéke nagyobb, mint 1,5; a II.-ban 1,3–1,5; a III.-ban 1,1–1,3; a IV.-ben kisebb, mint 1,1.
Forrás: Vermes (1997)

A 80 százalékos valószínűségű tenyészidőszaki vízhiányösszegeket szemlélteti példaként a kukoricánál a 8. ábra. A területi vízmérleg értékelésénél több szempontot kell figyelembe venni, elsősor-

ban a csapadék mennyiségét és eloszlását, másodsorban a növények biológiai vízigényét és a helyi talajadottságokat. Csak ezen tényezők együttes ismeretekor dönthető el az adott táj aszályossága.

8. ábra: **A 80 százalékos valószínűségű tenyészidőszaki vízhiányösszegek értékei kukoricánál**



Forrás: Országos Vízgazdálkodási Keretterv (1984)

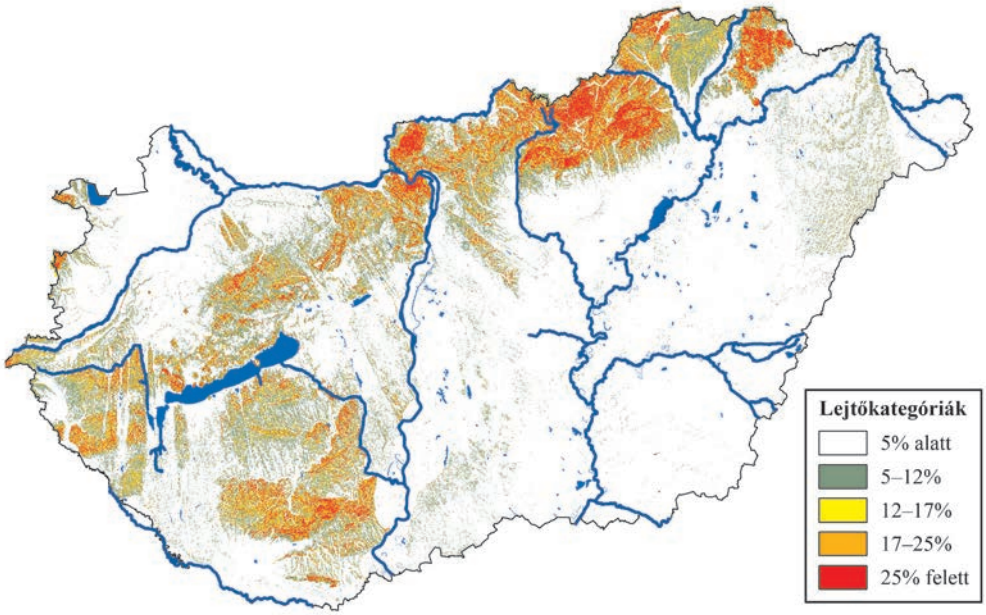
Domborzati viszonyok

A domborzati viszonyok szintén fontos szempontot jelentenek az öntözésnél. Egy lejtős, nagyobb meredekségű területen nem képzelhető el az öntözés egyrészt a technikai kivitelezés korlátai, másrészt az eróziós hatások miatt (9. ábra). Ez elsősorban az Északi-középhegységet, a Dunántúli-középhegységet, a Mecsek és környékét, a Somogyi- és Zalai-dombságot, valamint a Kemeneshátot érinti. Természetesen a különböző területek lejtőhajlása meghatározza a művelési módot is, és az erodált vagy erózióra hajlamos területen a földhasználó köteles a domborzati, talaj- és csapadékviszonyoknak megfelelő művelési ágat választani, hogy az a talaj erózió elleni védelmét fokozottan biztosítsa:

- A szántóterületek megengedett legnagyobb lejtőhajlása 17 százalék. Szántónak nem alkalmas az olyan terület, amelynek felszíne szabdalt, ellenesésekkel tarkított, ugyanis ebben az esetben nem valósítható meg a vízszintes művelés. A lejtőkategóriák szerinti javasolt táblanagyságok 5–12 százalékos meredekségnél 20–45 ha, 12–17 százalékos meredekségnél 10–30 ha.
- A szőlő és gyümölcs művelési ág megengedhető lejtőhajlása 0–30 százalék. A telepítés felső határát a teraszépítési lehetőségek szabják meg. Terasz építése szükséges 12 százaléknál meredekebb lejtésű szőlő és 17 százaléknál meredekebb lejtésű gyümölcsös esetén.
- A kaszálók megengedhető lejtőhajlása 0–30 százalék. A legelő megengedhető lejtőhajlása északi fekvésű lejtőn 0–35 százalék, déli lejtőn 0–20 százalék.

Erdő művelési ágnak kell minősíteni a 35 százaléknál meredekebb lejtőket, valamint azokat a területeket, amelyek bár ennél enyhébb lejtésűek, de mezőgazdasági művelésre alkalmatlanok (Vermes, 1997). Általánosan meghatározott, hogy 12 százalékos lejtőkategória felett nem érdemes mezőgazdasági tevékenységet folytatni.

9. ábra: **Magyarország lejtőkategóriái (egység = 5×5 m)**



Forrás: FÖMI, 2017

A lejtőkategóriák nemcsak az erózió veszélyének kifejezését szolgálják, hanem egyben az alkalmazható talajvédelmi eljárások megválasztásánál is iránymutatók (Stefanovits *et al.,* 1999):

- Sík vagy hullámos területnek nevezzük az 5 százalékosnál kisebb meredekségű felszínalakulatokat. Ezeken az esetleg keletkező felületi víz elmozdulása csekély és kis energiájú. Az eróziós formák közül ritkán lép fel a felületi rétegerózió, a barázdás és vízmosásos formák pedig teljesen hiányoznak. Szikes talajokon a padkásodás jelenségével kell számolni.
- Az enyhén lejtős területeken, amelyek lejtése 5–12 százalékos, a felületi víz már jelentősen elmozdul a helyéről, közepes energiát nyer, ezért pusztíthatja a talajt. Ilyen lejtőviszonyoknál a felületi rétegerózió gyakoribb, mint a sík vagy a hullámos területeken. A felületi lefolyás megjelenése jelentős mértékben függ a talajok vízgazdálkodási talajtulajdonságaitól. Amennyiben ezek kedvezőek, nem képződik felületi lefolyás és nem jelentkezik talajpusztulás.
- A közepes lejtésű területek meredeksége 12–17 százalék. Ezeken a lejtőkön vagy lejtőszakaszokon a talajok víznyelése már rendszerint nem elegendő a teljes csapadékmennyiség talajba juttatására, és az így keletkezett felületi lefolyás jelentősen felgyorsul. A felületi rétegerózió mellett a barázdás erózió formája is megjelenik. Kellő talajvédelem hiányában és helytelen talajhasználat esetén pedig vízmosások képződése is lehetséges.
- Az erősen lejtős területeken, amelyeken a lejtés 17–25 százalékos, mind a felületi vízlepel, mind az erekben egyesült vízfolyások energiája jelentősen nagyobb az előbb felsorolt lejtőkategóriákban tapasztaltaknál. A lejtőkön lefutó víz a felületi rétegerózió mellett – melynek erősebben fejlett fokozatai az uralkodók –,gyakrabban váltja ki a barázdás és a vízmosásos eróziót. Az ilyen lejtőviszonyoknál különösen nagy szerepet játszik a talajok erodálhatósága, amely megszabja a formák és a fokozatok arányát. A meredek lejtőkön a legnagyobb a talajpusztulás veszélye, itt a lejtés 25 százaléknál nagyobb. Kis ellenállású talajokon a talajpusztulás következtében rendszerint már a talajképző kőzet kerül a felszínre. Nehezen erodálható talajokon is minden esetben észlelhető a talajpusztulás gyengébb vagy erősebb folyamata.

A domborzati tényezők tehát erősen befolyásolják az alkalmazható öntözési módot.

A felületi öntözés (árasztásos) megköveteli a sík területet. Ez a módszer ma már korszerűtlennek számít, a nagy veszteségek miatt gyenge a hatékonysága, ráadásul a víz kijuttatása egyenetlen, megvalósítása számos problémát vet fel, jó minőségű öntözésre nem alkalmas. A felületi öntözés egyéb formáit, például a csörgedeztető, sávos csörgedeztető, barázdás, mélybarázdás öntözést ma már csak elvétve alkalmazzák hazánkban.

Az esőszerű öntözésen belül a csévélődobos berendezések hullámos terepen is használhatók abban az esetben, ha a terep esése az öntözőberendezéstől mérve a kifektetett tömlő hosszában legfeljebb 5 százalék. A körben járó *(center pivot)* és lineár öntözőberendezéseket csak sík, felszíni akadályoktól mentes területen használnak, telepítésüknek külön előírásai vannak.

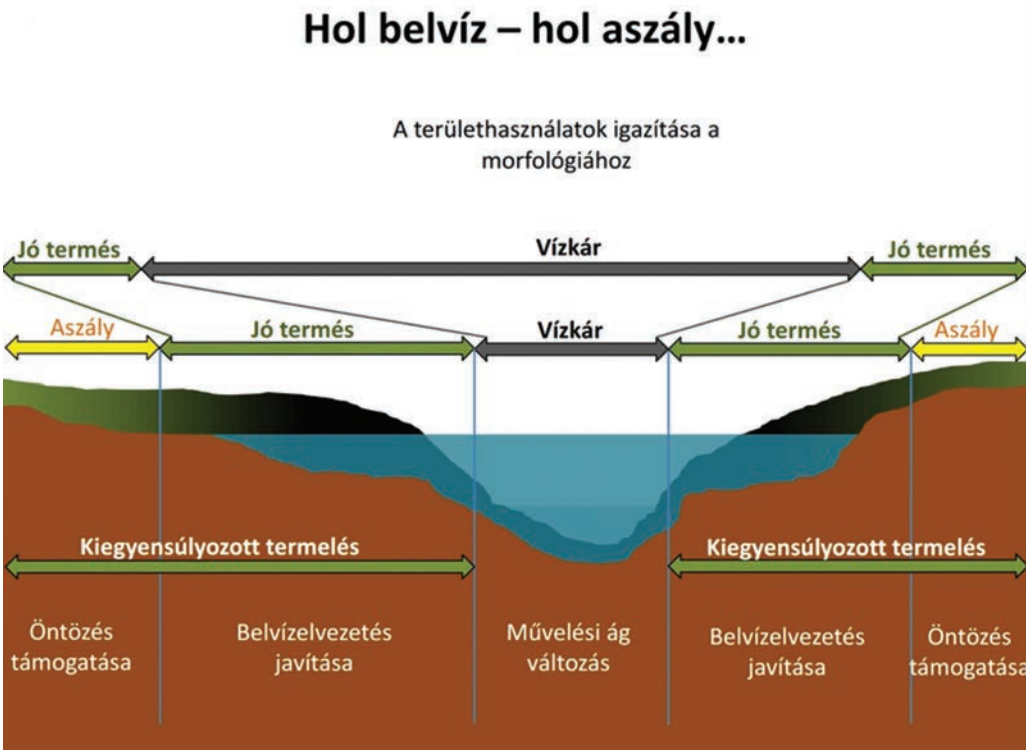
A felszín alatti öntözés (altalajöntözés) megköveteli a sík területet. A mikroöntözés domborzati viszonyoktól függetlenül alkalmazható (Csajbók, 2007).

Belvíz-veszélyeztetettség

Magyarország síkvidéki területein a morfológiai, agrometeorológiai és hidro(geo)lógiai, valamint a talajtani adottságok miatt, természeti jelenségként, véletlenszerű ismétlődéssel rendszeresen kialakulnak egyes időszakokban térszíni elöntések (belvizek), illetve máskor aszályt okozó vízhiányok. Mindkét jelenség károkozása esetenként vállalhatatlan kockázatot jelent, így a mezőgazdasági vízgazdálkodás feladata a víztöbblet és a vízhiány együttes kezelése (10. ábra).

A belvizeket időszakos jellegük miatt alapvetően nem sorolják az öntözésre hasznosítható vízkészletek közé, bár esetlegesen – kiegészítő vízforrásként – szerepük lehet az öntözővíz-ellátásban. Napjainkban ugyanakkor egyre nagyobb igény mutatkozik a belvizekkel való okszerű gazdálkodásra.

10. ábra: **Vízhiány-víztöbblet kezelési lehetőségei**

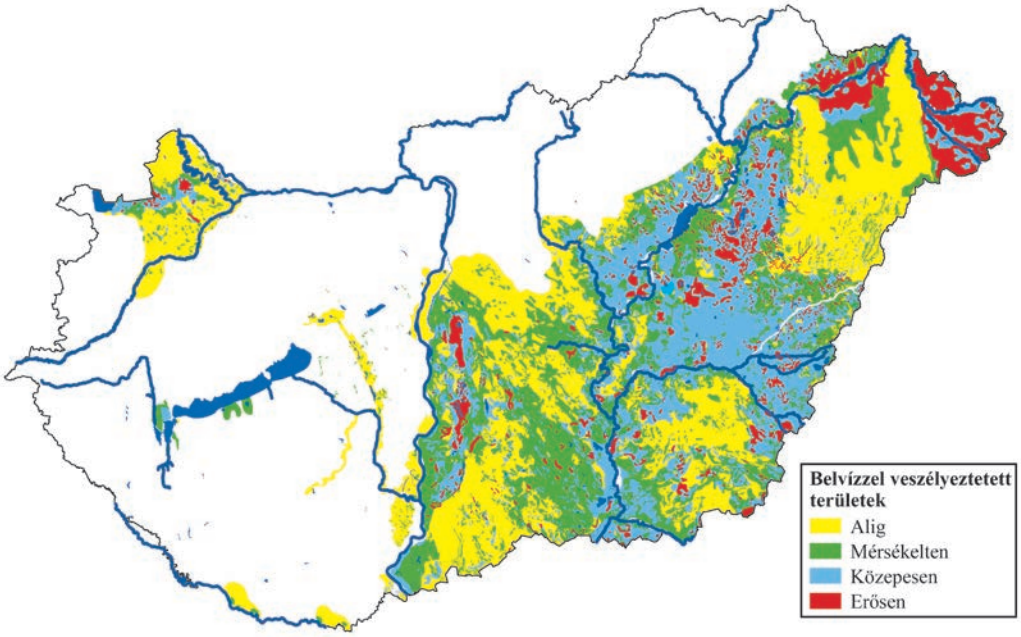


Forrás: Láng (2015)

Az elmúlt évtizedek környezeti, társadalmi és gazdasági változásainak következtében a belvízkezelés területén újra kell gondolni a feladatok körét és mértékét, valamint a tájhasználat, földhasználat új, ökológiai és ökonómiai szempontokat egyaránt figyelembe vevő területi szerkezetét is:

- Meg kell vizsgálni, hogy a jelenlegi vízrendszerek mennyiben felelnek meg a belvízgazdálkodás céljainak, azok milyen műszaki beavatkozásokat igényelnek, milyen beruházási és üzemeltetési költségekkel járnak.
- Felül kell vizsgálni – az előző ponttal összefüggésben – az állami, az önkormányzati és az üzemi művek összehangolt fejlesztési, üzemeltetési és fenntartási feladatainak megoldásait és jogi szabályozását.
- A vízvisszatartás lehetőségeinek felmérése a topográfiailag alkalmas területek lehatárolását, az uralkodó talajviszonyok meghatározását, a rajta gazdálkodók tulajdonviszonyait, szándékait, az ott összegyülekező tárolt víz mennyiségének és minőségének időbeli változását kell, hogy vizsgálja.
- Meg kell határozni azokat a célokat, amelyek kielégítése elvárható az új rendszerektől (vízelvezetés, vízvisszatartás, víztározás, környezeti és természeti célok, a víztestek jó ökológiai állapotának elérése stb.), valamint azt, hogy a visszatartott készleteknek milyen alternatív hasznosítási lehetőségei vannak (halgazdálkodás, rét-, legelő- és gyepgazdálkodás, energiaültetvények, öntözés stb.).
- Figyelembe kell venni azt is, hogy nincs minden évben belvízi lefolyás, esetleg több belvízmentes év is követheti egymást, s ilyenkor a megteremtett vízigény biztosításához alternatív vízellátási megoldás szükséges.

11. ábra: **Magyarország belvíz-veszélyeztetettségi térképe**



Forrás: Pálfai (2001) alapján

A vízvisszatartás területi igénye az adott belvízrendszer adottságainak függvénye, amit egyrészt célszerű az alsóvezérlés – a tábla adottságainak megfelelően – oldaláról megközelíteni, másrészt komplex belvíz-veszélyeztetettségi értékelésen kell alapulnia (11. ábra). A vízvisszatartás egyik legsarkalatosabb pontja, hogy a betározott víz térben és időben nem akkor és nem ott lesz jelen, amikor

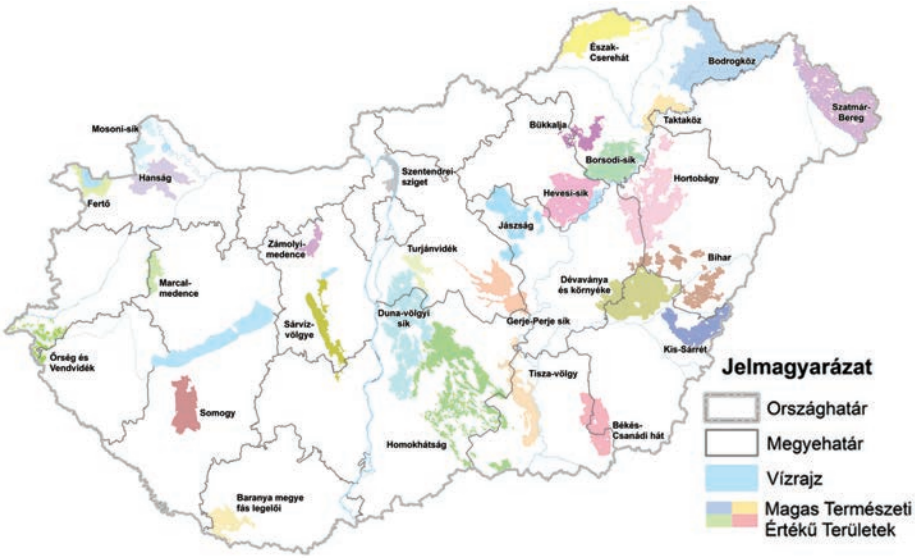
és ahol szükség lesz rá. Feltételezhetően a vízminőségi kérdésekre vonatkozó kutatások emiatt is előtérbe kerülnek. A belvízrendszerek pontszerű és diffúz szennyezőforrásainak felderítése és lehetséges lokalizálása, illetve megszüntetése nélkül az összegyülekező és visszatartott/tározott vizek minősége kérdéses (vízminőség-kárelhárítási beavatkozást tehet szükségessé). Mélyreható kutatásokat igényel a szennyezések kizárásának, a tározott víz kezelésének (pl. létesített vizes élőhelyeken) és a szükség szerinti vízfrissítés-vízpótlás megoldásának kérdése. Gondolni kell arra is, hogy nemcsak az elöntött, hanem a környező területeket, tehát a teljes hatásterületet kell vizsgálni talajvíz-emelkedés, talajromlás, esetleges elvizenyősödés szempontjából is. Nyilvánvaló, hogy ez az új igényeket kielégítő működtetés a belvízrendszerek területén új mezőgazdasági, gazdálkodási lehetőségeket, illetve korlátokat teremt, ami további kutatásokat indukál (Bozán és Dobos, 2010).

Összességében azonban megállapítható, hogy egy erősen belvizes, gyakran belvízjárta területen nem az öntözésfejlesztés, hanem a belvízelvezetés, illetve belvíztározás a fő prioritás. Ezek egyébként is mélyebben fekvő területek, ahol még akkor is elérik a növények a talajvizet, amikor más területeken az aszály már jelentős károkat okoz. Ezért minél inkább belvizes egy terület, annál kevésbé javasolt az öntözésfejlesztés. A közepesen belvíz-veszélyeztetett területeken azonban már lehet létjogosultsága az öntözésnek, ahol is meghatározó jelentőségű a termőhely-specifikus termesztéstechnológia, illetve a talajban történő vízvisszatartás fokozása (periodikus mélyművelés, mélylazítás). A belvíz által mérsékelten vagy nem veszélyeztetett területeken a hagyományos agronómiai technológiák alkalmazása megmaradhat, viszont a terület sajátosságaiból következően szélsőséges időjárási időszakokban (pl. kora tavaszi gyors hóolvadás) ezeken a területeken is kialakulhat rövid ideig tartó belvízi elöntés. Az árvíz-veszélyeztetett, árvízjárta területeken pedig kizárható az öntözés, itt a fokgazdálkodás lehet a vízvisszatartás optimális metódusa.

Természet- és környezetvédelmi viszonyok

Magas Természeti Értékű Területek (MTÉT) (12. ábra) azok a területek, amelyek természeti és táji adottságai annyira értékesek, hogy ott különleges földhasználati módok indokoltak. Az MTÉT-előíráscsoportok által befolyásolt gazdálkodási tevékenységek között szerepel az extenzív mezőgazdasági termelési mód fenntartása.

12. ábra: **Magas Természeti Értékű Területek**



Forrás: FÖMI, 2015 (https://www.mepar.hu/images/akg/mtet.png)

Minél sérülékenyebb ökológiai szempontból egy terület, annál kevésbé viseli el az olyan jelentős mértékű emberi beavatkozásokat, mint amilyen az öntözés. A magas természeti értékű területekről elmondható, hogy alapvetően természetes élőhelyek megőrzését célozzák, így ezen elv nehezen egyeztethető össze az öntözéssel.

A mezőgazdasági területeken a természeti sokféleség csökkenése a termelés intenzívebbé válására vezethető vissza. A tápanyag-utánpótlás során a nitrogén-hatóanyag kivitelének korlátozása (illetve gyepek esetén a trágyakijuttatás korlátozása), az öntözés tilalma, a belvízelvezetésben tett korlátozások azt a célt szolgálják, hogy a gazdálkodási tevékenység olyan formában folyjon, mely teret ad a természeti sokféleség megőrzésének (Králl és Tóth, 2015).

Natura 2000 gyepterületekkel (13. ábra) kapcsolatban a földhasználati előírások (269/2007. (X. 18.) Korm. rendelet) az alábbiak:

- A gyepterületeket legeltetéssel, illetve kaszálással kell hasznosítani.
- Gyepterületen csak szarvasmarha, juh, kecske, szamár, ló és bivaly legeltethető.
- A gyepterület túllegeltetése tilos.
- A gazdálkodási tevékenység során a gyepfelszín maradandó károsítása tilos.
- Tápanyag-utánpótlás csak a legelő állatok által elhullajtott ürülékből származhat, trágya kiszórása tilos.
- A terület legalább 5, legfeljebb 10 százalékát kaszálásonként változó helyen kaszálatlanul kell hagyni.
- A belvíz gyepterületről történő elvezetése és a gyepterület öntözése tilos.
- Napnyugtától napkeltéig a gépi munkavégzés tilos.
- Engedély szükséges nád irtásához, téli legeltetéshez, vadgazdálkodási berendezések elhelyezéséhez.
- Természetbarát kaszálási módszerek alkalmazása kötelező (kiszorító kaszálás, vadriasztó lánc).
- Invazív fajok megtelepedését, terjedését meg kell akadályozni.
- A kaszálást előzetesen be kell jelenteni.
- Gyepterületen a szálas takarmány tárolása a kaszálást követő 30 napon túl tilos.

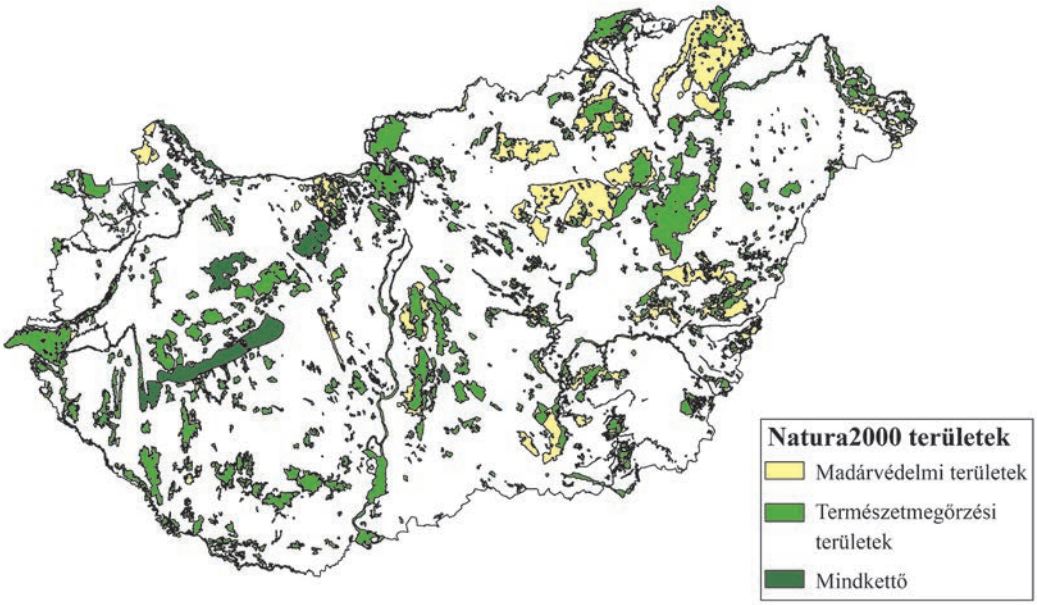
Ha természetvédelmi és öntözésfejlesztési szempontból megvizsgáljuk Magyarország teljes területét, akkor látható a jelentős területi lefedettség. E területekről elmondható, hogy az öntözésfejlesztésbe való bevonásuk nem vagy csak nagy erőfeszítések árán valósulhat meg.

Azokat a területeket, amelyek esetében fennáll a veszélye, hogy a műtrágyázásból eredő nitrátkimosódás jelentős mértékben bekerül az emberi fogyasztást biztosító vízbázisokba vagy szennyezi a talajvizeket, nitrátérzékenynek minősítették (14. ábra). Ennek megfelelően a jelentős mértékben nitrátérzékeny területeken komoly technológiai korlátokat kell betartani ahhoz, hogy az öntözés érdemben bővíthető legyen.

Nitrátérzékeny területek öntözésekor az alábbi szempontokat kell figyelembe venni:

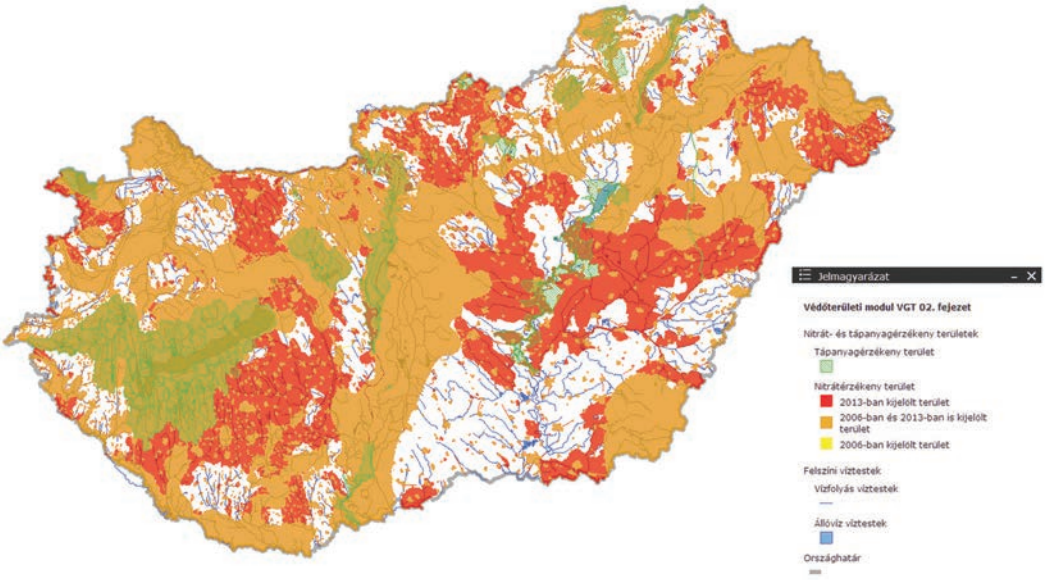
- A talaj maximális vízkapacitásánál több víz nem juttatható ki egyszerre, mivel tócsásodáshoz, majd gyenge vízáteresztő képességű talajon lefolyáshoz vezethet.
- Jó vízáteresztő képességű, gyenge víztartó képességű talaj esetében viszont a víz a gyökérzóna alá szivároghat, ezzel növelve a tápanyagok bemosódásának veszélyét.
- Az öntözést legkésőbb akkor kell megkezdeni, amikor a talaj nedvességtartalma a szabadföldi vízkapacitás 50 százalékára csökken.
- Szárazabb talaj esetén nagy a veszélye annak, hogy az öntözés kezdetén, a talajban képződött repedések mentén a tápanyagok – elsősorban a nitrogén – lemosódnak (Berényi Üveges *et al.,* 2015).

13. ábra: **Natura 2000 területek**



Forrás: European Environment Agency, 2016 (https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/natura-8)

14. ábra: **Tápanyag- és nitrátérzékeny területek**



Forrás: http://geoportal.vizugy.hu/vizgyujtogazd02

Az öntözővíz elérhetősége

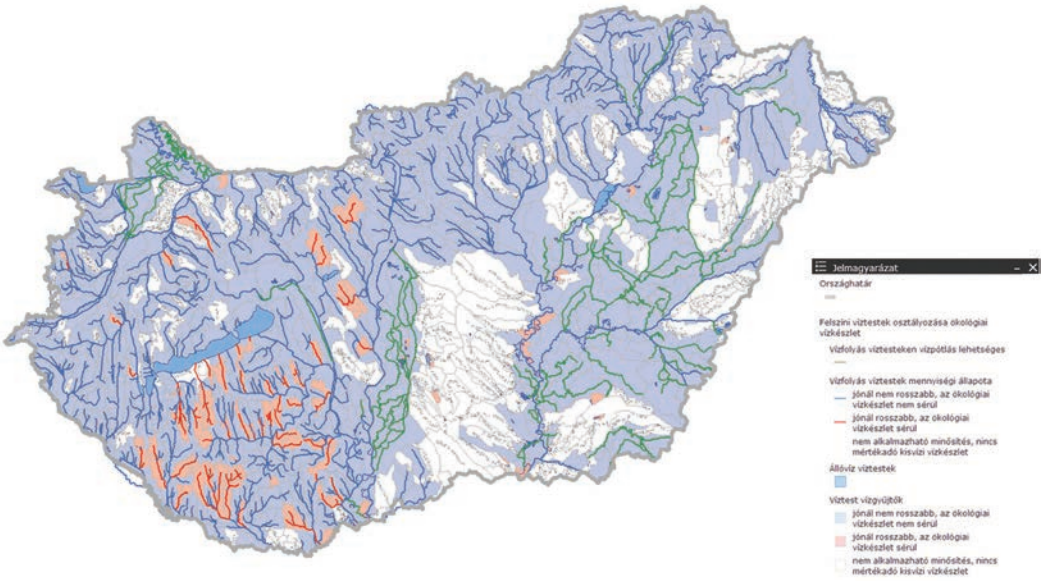
Az eddigiekben tárgyalt, az öntözésre vonatkozó igényeket befolyásoló tényezők mellett az öntözéses gazdálkodás bevezetésének nyilvánvaló alapfeltétele, hogy az öntözéshez szükséges víz kellő mennyiségben és megfelelő minőségben rendelkezésre álljon. Öntözési célra elsősorban a felszíni vízkészlet hasznosítása jöhet szóba, de kisebb vízigények kielégítéséhez – bizonyos korlátok között – a felszín alatti vízkészlet is felhasználható (Kereszturszky *et al.,* 1998). A természetes felszíni vízkészlet a vízfolyások (folyók, patakok) és a tavak vízkészletéből áll. A folyók természetes vízhozama erősen ingadozó, rendszerint kora tavasszal a legnagyobb és az őszi-téli időszakban a legkisebb, de gyakran már nyáron is nagyon lecsökken. A vízkészlet öntözési szempontú értékelését az augusztusi vízhozamok alapján szokták elvégezni. Mértékadónak azt tekintik, amely 80 százalékos tartóssággal rendelkezésre áll. Ezt a természetes vízkészletet öntözési és egyéb vízhasznosítási célra teljes egészében nem lehet igénybe venni. A vízkivételi létesítmények szükséges vízszállítását – az ún. mértékadó vízhozamot – igen gondos mérlegeléssel állapítják meg. A kiindulási alap az öntözővízzel ellátandó terület nagysága, továbbá az éghajlati adottságoktól, az öntözendő növényektől és az öntözési módtól függő fajlagos vízigény. Az öntözés vízigényén kívül figyelembe kell venni az egyéb (pl. halastavi) vízigényeket, valamint a teljes vízellátó-vízelosztó hálózatban kialakuló vízveszteséget és az öntözési üzemrendet is.

A felszín alatti vízkészletfajták közül öntözési célra a talajvizet és a sekély rétegvizet hasznosítják. A felszín alatti vizek elsősorban a lakosság vízellátását szolgálják, de ott, ahol bővebben állnak rendelkezésre, öntözési célú felhasználásuk is elképzelhető. Ilyen szempontból mindenekelőtt a folyók hordalékkúpjai jöhetnek szóba, ahol kis mélységű (10–15 méteres) csőkutakkal 400–2000 l/perc vízhozam is kinyerhető, s ez már elegendő kisebb öntözőberendezések üzemeltetéséhez. Igazi nagyüzemi öntözés csőkutakkal nemigen oldható meg. Magyarország nagy részén a talajvíznyerési adottságok kedvezőtlenek, sok helyen legfeljebb a háztáji és hobbikertek öntözővízigénye szerezhető be. A felszín alatti vizek minősége nagyon változatos. A kis mélységű kutakkal kitermelt talajvíznél hátrányos körülmény az alacsony hőmérséklet (11-12 °C). A talajvíz sótartalma homokvidékeken általában megfelelő öntözési célra, egyébként sokfelé nagyon magas, több ezer mg/l is lehet. A mélyebb rétegek vize kisebb sótartalmú, de főleg a Tiszántúlon nagyon nátriumos, ezért öntözésre nem ajánlható.

A II. Vízgyűjtő-gazdálkodási Tervet (2014–2020) (VGT) a kormány az 1155/2016. (III. 31.) Korm. határozattal elfogadta. Az EU Víz Keretirányelv szerint a VGT-k legkisebb alapelemei a víztestek. Hazánkban 1078 felszíni (FE) és 185 felszín alatti víztest (FAV) különíthető el. Az ivóvízcélú vízkivételek közel 95 százaléka FAV-ból származik, ezért különösen fontos ezek védelme (123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet).

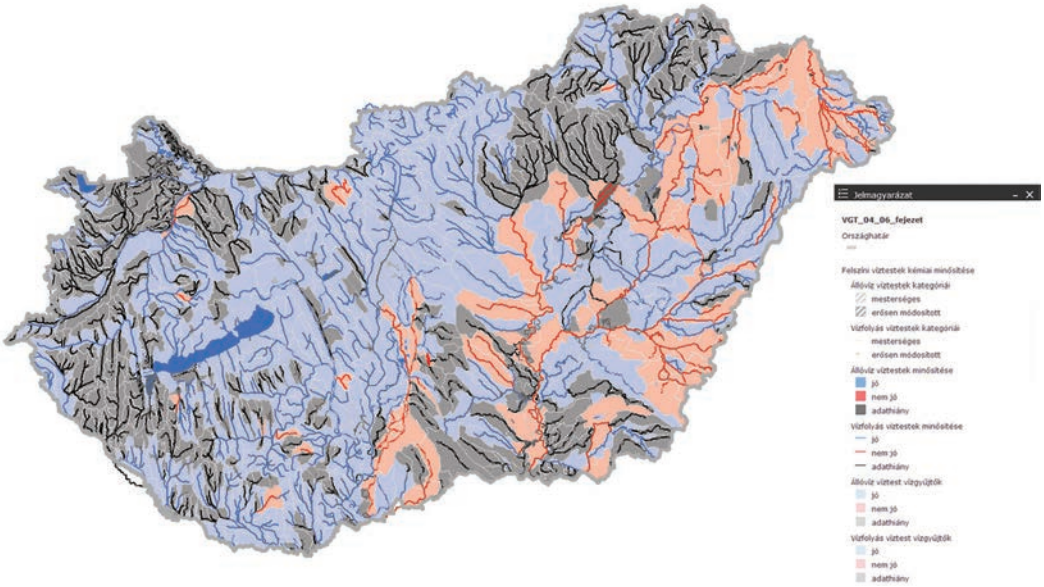
A felszíni víztestek (15. és 16. ábra) kémiai minősítése 84 esetben nem megfelelő, 493 esetben jó, míg 501 esetben adathiány nehezíti az értékelést. Jól látható azonban a térképről, hogy az ország túlnyomó részén megfelelő a vízminőség. A víztestek mennyiségi állapota 706 esetben jónál nem rosszabb, 224 esetben nem alkalmazható minősítés, míg 148 esetben jónál rosszabb a mennyiségi állapot. Összességében itt is elmondható, hogy a felszíni víztestek zöménél szóba jöhet öntözés, bár a térkép csalóka olyan szempontból, hogy a kisvizek általában nem alkalmasak arra, hogy belőlük öntözési igényt elégítsenek ki.

15. ábra: **Felszíni víztestek mennyiségi állapota (ökológiai vízkészlet)**



Forrás: http://geoportal.vizugy.hu/vizgyujtogazd04_06/

16. ábra: **Felszíni víztestek minőségi állapota (kémiai minősítés)**



Forrás: http://geoportal.vizugy.hu/vizgyujtogazd04_06/

A felszín alatti vizek minősítése (17. és 18. ábra) mennyiségi és kémiai (vízminőségi) állapotot felmérő tesztekkel történik a gyenge állapotot kiváltó terhelések azonosításának és a megfelelő intézkedések meghatározásának céljából. A 185 FAV mennyiségi állapotának összesített minősítésére végzett tesztek alapján 128 állapota jó, 37 állapota gyenge, 20 víztest a „jó, de gyenge állapot kockázata” minősítést kapta. A tartós vízszintsüllyedés a felszín alatti víztől függő ökoszisztémák

(FAVÖKO) károsodásához vezethet. A kémiai állapot összesített minősítése során 130 FAV jó, 38 FAV gyenge, 17 víztest a „jó, de gyenge állapot kockázata" minősítést kapta. A II. VGT intézkedési programjában szereplő ajánlások:

- a hatóságok megerősítése és bővítése, engedélyek felülvizsgálata;
- illegális létesítmények felszámolása vagy legalizálása;
- kútfúrók hatósági nyilvántartásának és ellenőrzésének bevezetése;
- monitoringhálózat fejlesztése.

Összességében elmondható, hogy a felszín alatti víztestek állapota csak nagyon kis mértékben teszi lehetővé az öntözés fejlesztését ezen vízbázison, ami még inkább ráirányítja a figyelmet a felszíni vízbázisokra.

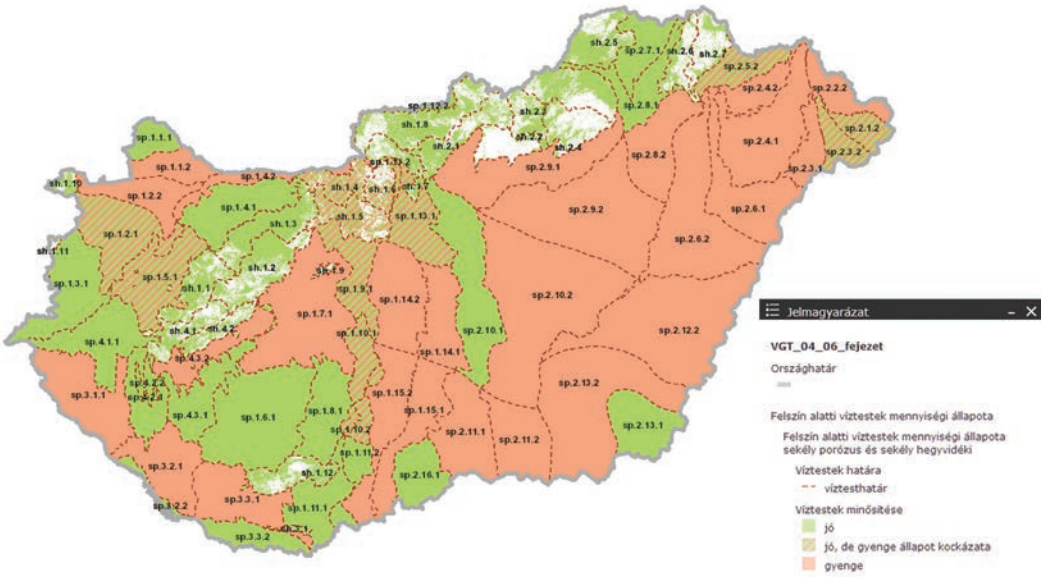
Magyarországon 1150 millió m^3 felszíni és 280 millió m^3 felszín alatti öntözésre fordítható vízkészlet áll rendelkezésre. Országos szinten a jelenlegi öntözési vízigények (400 millió m^3) és a reális fejlődési igényekhez tartozók (850 millió m^3) egyaránt kielégíthetők. A jelenlegi öntözővíz-fogyasztás 90 százaléka a Tisza- és a Körös-völgyben, a Duna-völgyi főcsatorna mentén és a Rába vízgyűjtőjére koncentrálódik (Oszkó, 2003).

Somlyódy (2011) számításokat végzett, hogy az ország egyes részein a szabad készletek mekkora területek öntözésére elégségesek. Az öntözhető terület becsléséhez hektáronként átlagosan 175–200 mm/év tényleges vízigénnyel számolhatunk. „Az intenzíven öntözött területekre 300-350 mm/év vehető figyelembe, tehát ezek a területek gyakorlatilag kétszeresen számítanak. 1000 ha szántóföld öntözésére felszín alatti vizekből 1,75-2 millió m^3 vízre van szükség, ugyanez a vízmennyiség a szükséges kisvízi hozamokban kifejezve 0,35-0,4 m^3/s" (Somlyódy, 2011). A kukorica, a cukorrépa, a burgonya és a takarmánynövények esetében a cél a kb. 20-30 százalékos, a szabadföldi zöldség- és gyümölcstermesztésben pedig a 70-80 százalékos öntözött területarány elérése lenne (Helyes, 2005). Ez 500 ezer ha-t, illetve 150 ezer ha-t jelentene, amelyet még kiegészít az eddig is 100 százalékban öntözött háztáji és fóliasátras zöldségtermesztés, illetve a rizstelepek és a kertészetek 15-20 ezer hektáros területe.

Az öntözés a felszíni vízkészlet-gazdálkodás meghatározó tényezője. Az alábbiakban azt vesszük számba, hogy az ország egyes részein a szabad készletek mekkora területek öntözésére elégségesek (VM, 2013):

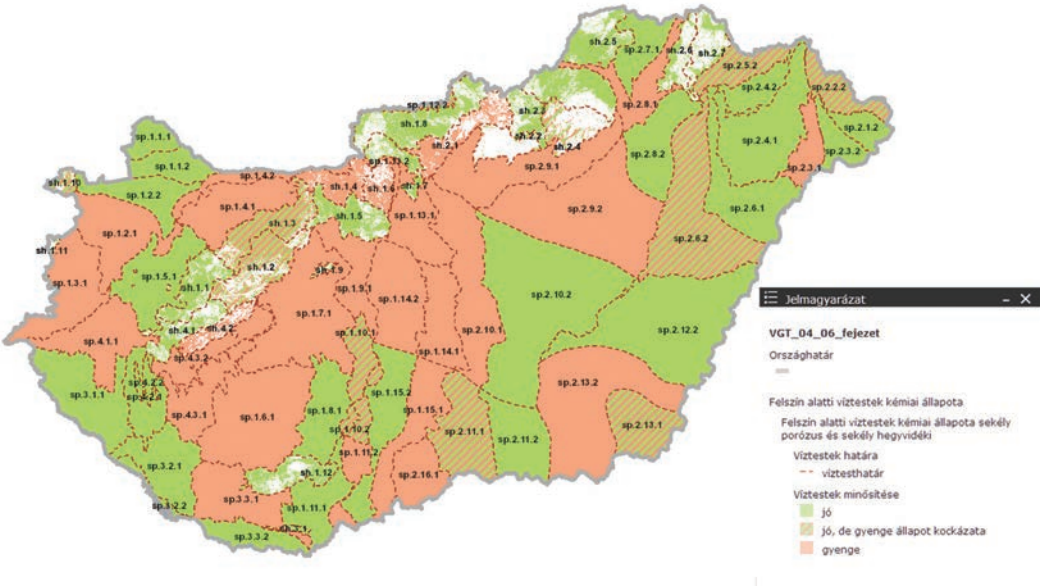
- Alföld: nincs szabad felszín alatti vízkészlet.
- Dunántúl nem hegyvidéki területei: 1100 millió m^3 szabad vízkészlet, ennek harmada 180-210 ezer ha öntözésére elegendő. A tározók építésével az öntözhető terület tovább növelhető.
- Tisza vízgyűjtője: szabad felszíni vízkészlet 93 m^3/s. Ez 120-140 ezer ha öntözésére ad lehetőséget.
- Duna-völgy: a Ráckevei- (Soroksári-)Dunából (RSD) kivezetett vízmennyiség jelenleg kevesebb mint 10 százalékos arányban van lekötve, így a szabad készlet további 50-60 ezer ha-nak felel meg.
- Kis-Rába: 20-25 ezer ha öntözése valósítható meg (Somlyódy, 2011).

17. ábra: **Felszín alatti víztestek mennyiségi állapota – sekély porózus és sekély hegyvidéki**



Forrás: http://geoportal.vizugy.hu/vizgyujtogazd04_06/

18. ábra: **Felszín alatti víztestek minőségi állapota – sekély porózus és sekély hegyvidéki**



Forrás: http://geoportal.vizugy.hu/vizgyujtogazd04_06/

Somlyódy számításai szerint a szabad vízkészletekből – újabb tározók és átvezetések nélkül – összesen 400 ezer ha öntözése valósítható meg. Ebből a kétszeres vízigényű intenzív öntözés 80 ezer hektárt fed le, tehát a szántóföldi területekre mintegy 240 ezer hektár marad. Ezek a területek a nyilvántartás szerint jelenleg öntözött területekkel együtt (kb. 30 ezer ha intenzív és 70 ezer ha szántóföldi) a távlati igények (150, illetve 500 ezer ha) közel kétharmadát teszik ki.

A jelentős külföldről származó készletek lehetővé teszik az ország vízzel jól ellátott térségeiben a vízigényes növények termesztését. Felszíni vizek szempontjából a nagy folyók melletti területek, a Duna-völgyi síkság, a Tisza-Körös rendszerébe bekapcsolt területek, a felszín alatti vizek szempontjából pedig a Szigetköz és a Dunántúl dombvidéki területei). A Duna, a Dráva és a Mura vízkészlete korlátlan fejlesztést tesz lehetővé, melynek mértékét a víz iránti kereslet határozza meg. Az öntözésre fordított vízmennyiség a felszíni vizek tekintetében jelentős mértékben elmarad a lehetőségektől, a felszín alatti vizek öntözési célú felhasználására viszont növekszik az igény, de ez főként az Alföld vízhiányos területeire esik (Somlyódy, 2011).

Somlyódy 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 vízátvezetés 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 éghajlatváltozás várhatóan növeli a vízhiányos területek nagyságát, főként a Dunántúl karsztterületein, 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 (Somlyódy, 2011).

A fenti, a jelenlegi csatorna- és tározórendszerre számolt potenciális öntözés mellett további vízügyi beruházások is szükségesek. Ezek közül a legfontosabbak a következők:

- Jászsági főcsatorna meghosszabbítása;
- CIVAQUA program;
- Ormánság vízpótlása az Ős-Dráva program keretében;
- és a Homokhátság vízgazdálkodásának javítása.

Emellett megjegyzendő, hogy az Alföldön jelentős számú olyan felújítást igénylő öntözőrendszer található, melyek üzemeltetése nem vízhiány vagy műszaki okok miatt szűnt meg, hanem mert nem volt kereslet a vizükre. E rendszerek felújítása csak akkor jöhet szóba, ha megvan a helyi szándék az öntözéses gazdálkodásra (VM, 2013).

A termelők öntözési hajlandósága

Az öntözési igényre, vízkeresletre ható természeti tényezők, valamint az öntözővíz megléte, kínálata mellett még egy fontos, az eddigiekkel egy szinten említhető tényező határozza meg, hogy végül hol kerül sor öntözésre: a mezőgazdasági termelő, aki megvalósítja a beruházást. Ha ugyanis nincs öntözést tervező termelő, akkor hiába áll rendelkezésre a víz és a megfelelő termőhelyi adottságú terület, nem készül el a beruházás, mert nem lesz, aki megvalósítsa. Ezért kulcsfontosságú annak ismerete, hogy van-e a termelőkben hajlandóság az öntözésre.

A Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAK) az öntözésfejlesztés elősegítése céljából 2014-ben felmérést végzett a termelők körében, amely a gazdálkodók vízigényének felmérésére irányult. A gazdák az utóbbi években átlagosan öntözött 100 ezer hektár mellett további 300 ezer hektár terület öntözésének igényét jelezték (NAK közleménye, 2014). A felmérés célja az volt, hogy pontos adatok álljanak rendelkezésre a gazdálkodók öntözési igényeiről, ami segíti a fejlesztések megvalósítását. A mezőgazdasági termelők által jelzett vízigény a 3. táblázatban látható. A felmérés a felszíni

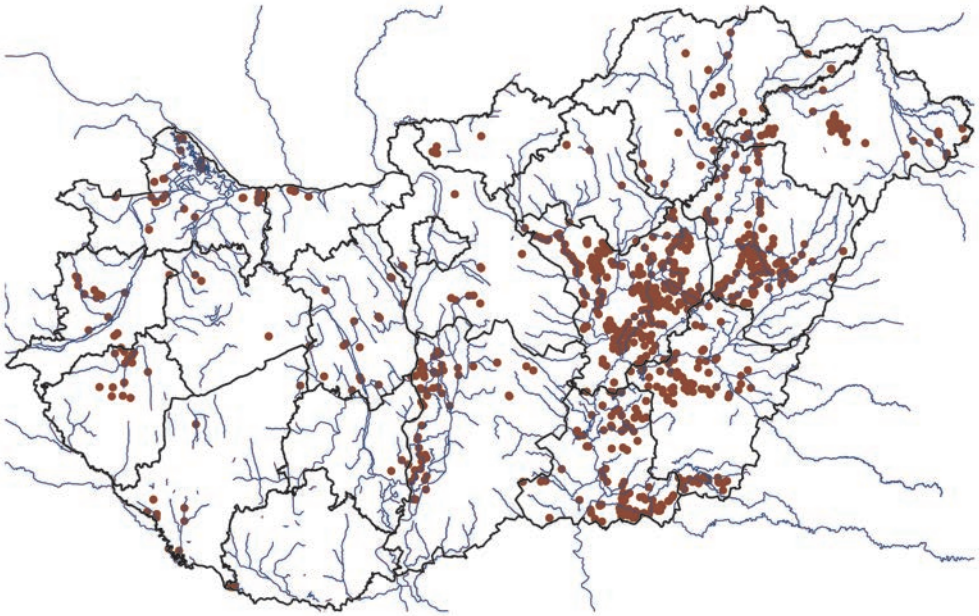
vizek esetében készült el, és egyik fontos célkitűzése a vízigények területhez kötése, illetve azok konkrét azonosítása (19–22. ábra).

3. táblázat: **A NAK által felmért öntözési igények**

Megnevezés	db	Igényelt vízmennyiség, ezer m^3/év	Öntözött terület, ha
Vízjogi engedéllyel rendelkezők és öntözést végzők	1 052	228 686	109 226
Vízjogi engedéllyel rendelkezők, de öntözést nem végzők	88	3 784	4 036
Vízjogi engedéllyel nem rendelkezők, de öntöznének – vízkivételi lehetőség van	3 031	280 862	126 117
Vízjogi engedéllyel nem rendelkezők, de öntöznének – vízkivételi lehetőség nincs	2 740	119 099	91 604

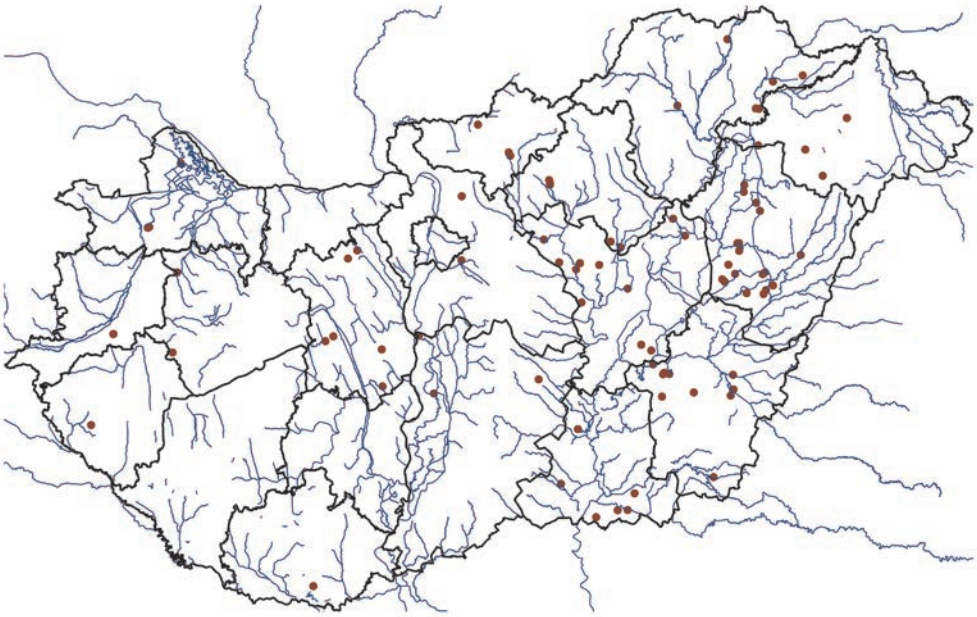
Forrás: Becsákné Tornay (2014)

19. ábra: **Vízjogi engedéllyel rendelkezők és öntözést végzők**



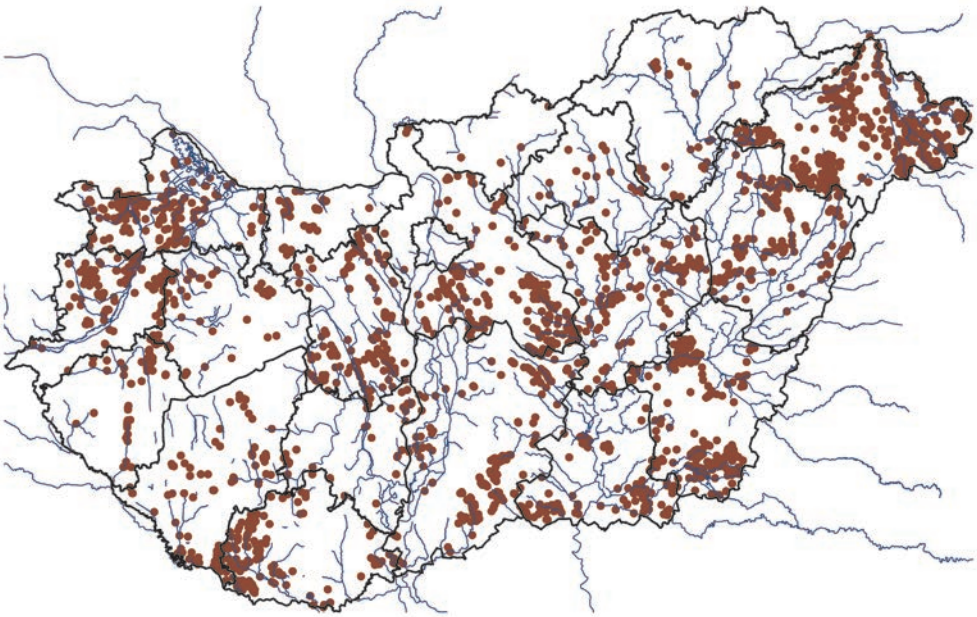
Forrás: OVF, NAK

20. ábra: **Vízjogi engedéllyel rendelkezők, de öntözést nem végzők**



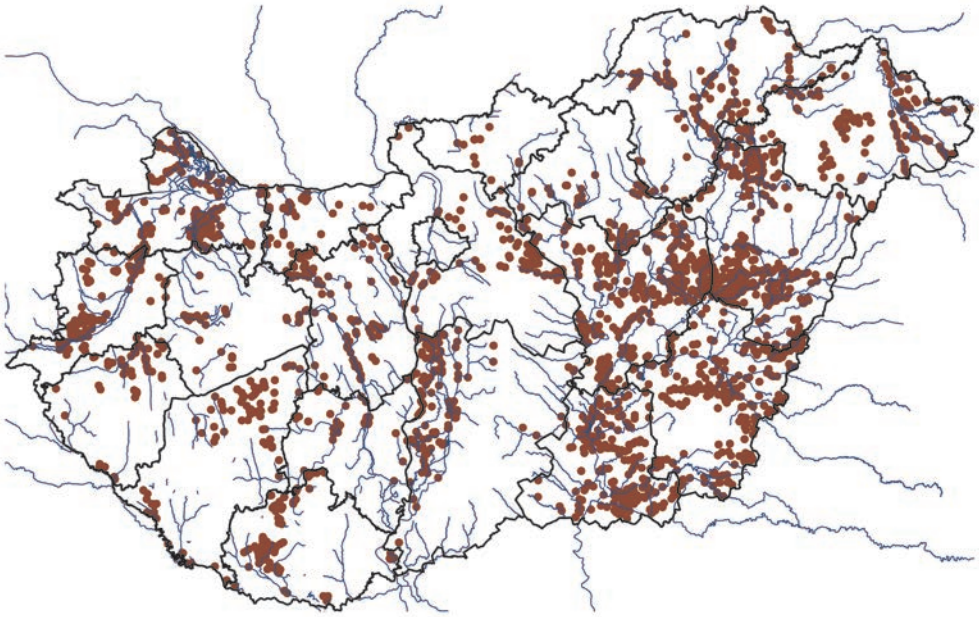
Forrás: OVF, NAK

21. ábra: **Vízjogi engedéllyel nem rendelkezők, de öntöznének, vízkivételi lehetőség van**



Forrás: OVF, NAK

22. ábra: **Vízjogi engedéllyel nem rendelkezők, de öntöznének, vízkivételi lehetőség nincs (fejlesztés, műszaki megoldás szükséges)**



Forrás: OVF, NAK

A 2014-es öntözési igényfelmérésből összességében megállapítható, hogy a termelőknek szándékában áll öntözni, és komoly igény mutatkozik olyan területek öntözésére, amelyek esetében nincs kiépített öntözőmű a közelben. A helyzet orvoslására a Vidékfejlesztési Program (VP) indulásakor az öntözésfejlesztésre mintegy 49,5 milliárd forint támogatást biztosítottak a termelőknek. A VP-forrásokra beadott pályázatokban az öntözési felmérésben kimutatott igényeknek csak egy szűk szegmense jelent meg, amely részben arra vezethető vissza, hogy az öntözésfejlesztés továbbra is jelentős jogszabályi-megvalósítási kihívásokat jelent a termelőknek (Biró *et al.,* 2011a). Mindez azt is jelenti, hogy az öntözési igényfelmérés nem érte el azt a célját, hogy pontos területi lehatárolást adjon a termelői igényekről.

A jelenleg (2018 tavaszán) éppen kidolgozás alatt álló öntözésfejlesztési stratégiával összefüggésben ismét felmérésre kerülnek a gazdálkodói vízigények. A stratégia célja az öntözéses gazdálkodás elterjesztése, öntözésfejlesztés integrált szemlélettel, a vízrendszerek egységes rendszerben fejlesztése (belvízvédekezés, vízvisszatartás, vízátvezetés, öntözőrendszerek kiépítése), a vízkészletek mennyiségi és minőségi védelme és hasznosítása. A stratégia részeként a NAK vállalta, hogy 2017. december – 2018. január között felméri a jelenlegi öntözőrendszerek (68 öntözőrendszer) OVF által meghatározott hatásterületén gazdálkodók öntözéssel kapcsolatos terveit. Tehát a második körös vízigényfelmérés az öntözőrendszerek hatásterületét érinti, amely 43 ezer gazdálkodót és 1,2 millió hektár mezőgazdasági terültet érint. A felmérés egyrészt kérdőív típusú válaszokat eredményez, másrészt részletes (mezőgazdasági tábla szintű) térinformatikai adatbázis áll elő, a jövőben öntözni szándékozott területekről, a hasznosítani kívánt növényekről, alkalmazni tervezett öntözési technológiáról.

A hazai öntözési kultúra fejlődésének alapvető problémái

A hazai öntözéses gazdálkodás mértéke jelentősen csökkent a rendszerváltás után, és a mezőgazdaság konszolidációjával sem sikerült elérni, hogy ismét növekedjen az öntözött területek aránya Magyarországon. Mindez annak ellenére történt, hogy az öntözéses gazdálkodás – a szakirodalmi áttekintés szerint legalább a közepes és jó minőségű talajokon, főként az intenzív kultúrák esetében – magasabb hozzáadott értéket, magasabb jövedelmet, nagyobb foglalkoztatást eredményez, mint a szárazművelés, és érdemi választ jelenthet a klímaváltozás okán egyre szélsőségesebbé váló termesztési viszonyok kezelésére (Pepó, 2014; Biró *et al.,* 2011b; Szűcs, 2011; Szűcs és Apáti, 2011).

Az elmúlt évtizedben jelentős számú tanulmány vizsgálta az öntözéses gazdálkodás visszaesésének, illetve stagnálásának okait. A legtöbb szerző egyetértett abban, hogy az öntözés hanyatlásának oka a rendszerváltozást megelőző nagyüzemi művelési struktúra szétesésében, illetve az ahhoz igazított vízgazdálkodási rendszer forráshiány miatti leépülésében, valamint a vízügyi szabályozási rendszer változatlanságában keresendő. Ezt egészítették ki azok a rendszerváltás utáni gazdasági válságból fakadó problémák (pl.: forráshiány, tudáshiány, likviditási, értékesítési problémák stb.), amelyek sokkal jelentősebben sújtották a tudás- és tőkeintenzív tevékenységeket, így az öntözéses gazdálkodást, mint más gazdasági tevékenységeket (Szűcs, 2009; Biró *et al.,* 2011a).

A rendszerváltást követő gazdasági válság elmúltával, illetve az Európai Unióhoz történő 2004-es csatlakozás nyomán bekövetkező támogatásnövekedés hatására érdemben javult a szántóföldi növénytermesztés jövedelmi és tőkehelyzete, amely javulást ugyan megszakította a globális pénzügyi válság és az abból fakadó hazai gazdasági visszaesés, alapvetően azonban képessé vált az ágazat a termesztés intenzifikálására.

Ennek ellenére sem következett be érdemi növekedés az öntözéses gazdálkodásban, ami – a jövedelmi-gazdasági korlátok enyhülése okán – most már egyre inkább az intézményi környezet, valamint a termelői és termelési struktúra öntözésberuházást kevéssé támogató állapotára vezethető vissza.

Az öntözésfejlesztést hátráltató alapvető ellentmondások két fő pontban sűrűsödnek össze:

- A térbeliség kezelésének eltérő jellege a vízgazdálkodó és a mezőgazdasági termelő között: a vízgazdálkodás egységes terekben és azok egységes irányításában gondolkozik, míg a mezőgazdasági termelés tere jogi és fizikai értelemben is rendkívül sűrűn tagolttá vált:
  - az öntözésfejlesztés annál gazdaságosabb, minél nagyobb területet érint, illetve maga a vízgazdálkodás jellege igényli az adott vízgyűjtő terület összes érintettjének összefogását, a vizek közös kezelését – ehhez szabottak a vízjogi szabályozás egyes tételei is;
  - ezzel szemben a rendszerváltás utáni struktúra alapvetően a nagy egységek felbomlása irányában hatott, szétvált a tulajdonos és területhasználó személye, a termelési egységek sok kis egységre bomlottak, melyek között hiányzott az integráció igénye, kultúrája és szervezeti lehetősége;
  - e kettősség vezetett az állami csatornarendszer és a termelők táblái közötti vízrendszereket működtető társulati rendszer bomlásához is, melynek következtében nincs olyan szereplő, amelynek dedikált feladata lenne a termelő táblája és az állami főművek közötti távolság áthidalása.
- Az időbeliség kezelésének eltérő jellege a vízgazdálkodó és a mezőgazdasági termelő között: a vízgazdálkodás hosszú időtávokat igénybe vevő beruházásokkal működik, míg a mezőgazdasági termelésben a területhasználó csak rövid időre kap lehetőséget az adott terület művelésére:
  - egy állami-közületi beruházás elvégzésének csak akkor van értelme, ha az adott területen kiépített infrastruktúra valóban használatba kerül, mert ha nem használják ki a kapacitásait, csupán holt terhet és jelentős költséget jelent majd a vizet használni akaró néhány termelő részére, mivel a Víz Keretirányelv szerint nekik kell(ene) kitermelni a beruházás költségét;

- ezzel szemben a mezőgazdasági termelők zöme bérelt területen gazdálkodik, így olyan hosszú megtérülési idejű beruházások esetében, ahol nem biztosított, hogy a beruházás eredménye a beruházóé marad (mert a tulajdonos másnak is adhatja a földet használatra), kétségessé válik a termelő érdekeltsége a beruházás végigvitelében.

Ehhez a két ellentmondáshoz kapcsolódik a szabályozási rendszer esetében tapasztalható inkonzisztencia a termelői igények és a szabályozás jellege között, melyre néhány példát hozunk:

- a szabályozás az összes érdekelt (tulajdonos, használó) jóváhagyására igényt tart, amely például az osztatlan közös tulajdonú területeken szinte lehetetlen feladat elé állítja a beruházót, annyi aláírást kell megszereznie;
- a szabályozás nem ad részletes támpontokat a beruházónak, amikor az vizet akar átvezetni más földjén, mert bár szolgalmi joga van, de érvényesítésének mikéntje nem kidolgozott, viszont a szabályozás elvárja, hogy minden a vízátvezetéssel érintett fél jóváhagyása rendelkezésre álljon a beruházáshoz;
- a szabályozás nem teremt kedvező jogszabályi kereteket a közületi beruházáshoz, pedig egy öntözőrendszer kialakítása csak nagy volumenben gazdaságos (eltekintve a kertészeti kultúráktól).

Ennek eredményeként a legtöbben lemondanak az öntözésről, igen sok mezőgazdasági termelő pedig inkább meg sem próbálja legálisan igényelni a vízhez jutást a szabályozási és közösségszervezési nehézségek miatt.

Az öntözésfejlesztés környezeti-gazdasági fenntarthatósága

Világviszonylatban egyre több területen jelentkezik időszakos vagy állandó vízhiány. A mezőgazdasági öntözésre használt vízkivétel az összes édesvízkivétel mintegy 70 százalékát teszi ki, ami növekvő nyomást gyakorol a mezőgazdasági vízfelhasználás csökkentésére (FAO, 2013). Az élelmiszer-ellátás biztonságának megteremtését vagy fenntartását erősen befolyásolják a mezőgazdasági termelés szempontjából kedvezőtlen éghajlati változások, mivel ezek jelentős hatással vannak a mezőgazdaság termelékenységére és a termelés stabilitására. A klímaváltozáshoz való alkalmazkodás a világ minden részén arra készteti a szakembereket, hogy megtalálják a mezőgazdasági vízfelhasználás gazdasági, társadalmi, környezeti szempontból is elfogadható, fenntartható módját.

A fejezet első részében felvázoljuk a fenntartható fejlődés és a fenntartható vízgazdálkodás problematikáját, ezután az öntözési beruházás gazdaságossági vizsgálatának, elemzésének szakirodalmi áttekintését tárjuk fel, elsősorban nemzetközi szakirodalom alapján, illetve hivatkozunk néhány hazai forrásra is. A feldolgozás során az öntözési beruházások vizsgálatánál alkalmazott gazdaságossági számítások módszertanára koncentráltunk, és a költség-haszon elemzés összefüggéseit tártuk fel.

A fenntartható fejlesztés és az öntözéses mezőgazdasági termelés kapcsolata

A fenntarthatóság fogalma a vízügyi ágazatban

A fenntartható fejlődés fogalma az 1980-as évek elején jelent meg a nemzetközi szakirodalomban azon felismerés következményeként, hogy a gazdasági, társadalmi és szociális problémák szorosan összefüggenek egymással, ezért a megoldás és fejlesztés lehetőségeit is a három kérdéskör együttes vizsgálatával kell keresni. A 20. század közepétől, az emberi tevékenységek nyomán, a Föld ökoszisztémája gyors és nagymértékű átalakuláson megy keresztül (pazarló édesvízhasználat, intenzív mezőgazdálkodás, műtrágyahasználat, üvegházhatású gázok kibocsátása). Ez a folyamat egyre nagyobb terhet jelent a természeti környezetre, jelentősen módosítja az ökoszisztéma működését és komoly hatással van az éghajlatváltozásra, ezeken keresztül pedig az emberiség jólétére. Ezeknek a változásoknak az egyik legszembetűnőbb következménye a termőföldért és vízért kialakuló egyre kiélezettebb verseny.

Az ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottsága 1983-ban jött létre, amely 1987-ben „Közös jövőnk” címmel kiadta az úgynevezett Brundtland jelentést, amely felhívja a figyelmet arra a problémára, hogy a gazdasági növekedés megvalósulásához fenntartható módon kell használni a természeti erőforrásokat, méghozzá oly módon, hogy közben megoldást is kell találni a fejlődő országokban jelentkező nagymértékű szegénység leküzdésére. A jelentés az alábbi módon határozza meg a fenntartható fejlődés fogalmát: „a fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit, anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket”. A meghatározás szerint a fenntartható fejlődés három alappilléren, a szociális, a gazdasági és a környezeti pilléren nyugszik, és a különböző fejlesztési stratégiák, programok kidolgozása során, illetve a konkrét intézkedések megvalósításakor mindhárom pillért együttesen kell mérlegelni, a köztük lévő kölcsönhatások figyelembevételével. A fenntartható fejlődés fogalma azóta fő stratégiai célként jelenik meg a különböző fejlesztési célkitűzésekben (Miskó *et al.,* 2016).

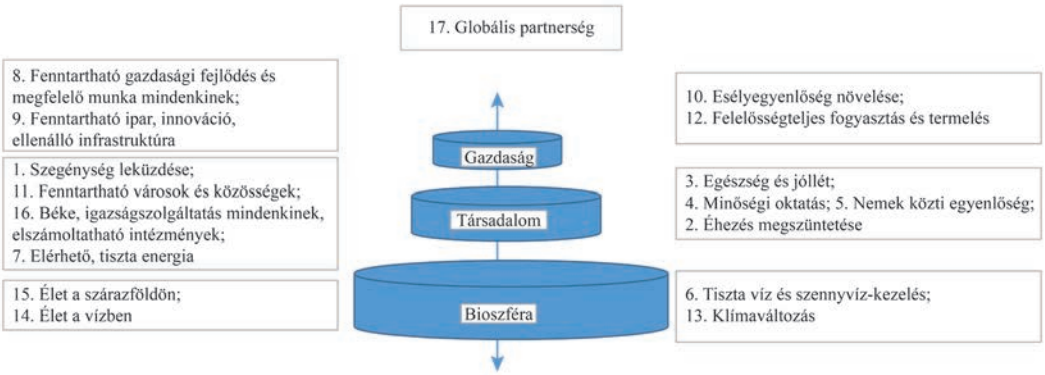
A 2000. évi millenniumi csúcstalálkozón az ENSZ meghatározott nyolc millenniumi fejlesztési célt (*Millenium Development Goals,* MDGs), amelyeket azóta a gazdasági, környezeti és társadalmi változások, illetve kihívások figyelembevételével újragondoltak. A fenntartható fejlődési célok kidolgozásának folyamata a 2012-es Rio+20 Fenntartható Fejlődési Konferencián kezdődött el és

2015-ben fogadták el az új fenntartható fejlődési célokat (*Sustainable Development Goals,* SDGs). A fenntartható fejlődési célok olyan általános fő célokat, alcélokat és indikátorokat határoznak meg, amelyeket az ENSZ-tagállamoknak 2015-től a fejlesztéspolitikájuk meghatározása során figyelembe kell venniük. A fenntartható fejlődési célok 17 célt és 169 alcélt tartalmaznak (EC, 2016).

A víz az élet alapja, minden szervezet és ökológiai rendszer alapeleme és elengedhetetlen az emberi létezés, az élelmiszer-termelés, a társadalmi és a gazdasági fejlődés szempontjából. A mértéktelen környezetszennyezés, a népességnövekedés, a túlfogyasztás, az éghajlatváltozás és a rossz vízgazdálkodás mennyiségi és minőségi értelemben is negatív hatással van a vízkészletekre (EC, 2016). A fejlődési célok közül a 6. cél (Tiszta víz és alapvető köztisztaság) tartalmazza a fenntartható vízgazdálkodás elemeit, ezen belül is kiemelendők a vízhasználathoz és vízgazdálkodáshoz kapcsolódó alábbi alpontok:

- „6.1. 2030-ra mindenki számára egyetemes és egyenlő esélyű hozzáférés biztosítása a biztonságos és megfizethető ivóvízhez;
- 6.3. 2030-ra a víz minőségének javítása a szennyezés csökkentése révén, a veszélyes vegyi és más anyagok kibocsátásainak minimalizálása, a bebocsátások megszüntetése; a kezeletlen szennyvíz részarányának felére csökkentése, a tisztított szennyvíz visszaforgatásának és biztonságos újrahasznosításának növelése;
- 6.4. 2030-ra a vízhasználat hatékonyságának jelentős növelése minden ágazatban; a fenntartható vízkivétel és az ivóvízellátás biztosítása a vízhiány kezelésére, továbbá a vízhiánytól szenvedő lakosság számának jelentős csökkentése;
- 6.5. 2030-ra az integrált vízkészlet-gazdálkodás bevezetése minden szinten, adott esetben beleértve az országhatáron átnyúló együttműködést is;
- 6.6. 2020-ra a vízhez kapcsolódó ökoszisztémák megvédése és helyreállítása, beleértve a hegységeket, erdőket, vizes élőhelyeket, folyókat, víztároló rétegeket és tavakat.” (UN, 2015)

23. ábra: **A bioszféra, a gazdaság és a társadalom kapcsolata a fenntartható fejlődési célokkal**



Forrás: Rockström és Sukhdev (2016)

Sukhdev és Rockström (2016) a 2016-os stockholmi EAT Food Forumon a Fenntartható Fejlesztési Célok és a bioszféra, a gazdaság, valamint a társadalom újfajta kapcsolódását vázolta fel (Sukhdev, 2016). A modell (23. ábra) lényegi eleme, hogy a jelenlegi szektorális megközelítéssel ellentétben, ahol is a társadalmi, gazdasági és ökológiai fejlesztések elkülönülnek, ez a három pillér nem válik szét ennyire, hanem a követendő út egy olyan fejlődési modell, ahol a gazdaság a társadalmat szolgálja úgy, hogy az a bioszféra terében fejlődik. Következtetésként megfogalmazzák, hogy jelenleg minden fenntartható fejlesztési cél közvetve vagy közvetlenül a fenntartható és egészséges élelmiszer biztosításához kapcsolódik.

A nemzetközi együttműködések között fontos kiemelni a Nemzetközi Öntözési és Vízrendezési Szövetséget (*International Commission on Irrigation and Drainage,* ICID), amelyben Magyarország is képviselteti magát. A nonprofit szervezet 1950 óta fogja össze a különféle tudományágak különböző érdekeltjeit és szakértőit, ezzel segíti elő a mezőgazdasági vízgazdálkodás teljes spektrumával kapcsolatos tapasztalatok és technológiák megosztását a fenntartható víz- és élelmiszer-biztonság elérése érdekében.

A vízért folytatott erős verseny, az újonnan felmerülő vízigények, valamint az éghajlatváltozás élelmiszer-termelékenységre gyakorolt hatásának bizonytalansága hívta életre az ICID Vision 2030 Programját, amely a fenntartható vidékfejlesztés révén egy vízzel biztonságosan ellátott, szegénységtől és éhezéstől mentes világot tűz ki célul. Ennek elérése érdekében előmozdítja a megfontolt agrár-vízgazdálkodást, illetve annak interdiszciplináris megközelítését, ezáltal segítve az érintetteket egy olyan világ megteremtésében, amely mindannyiunk számára kedvező körülményeket biztosít.

Az ICID Vision 2030 program hat fő célkitűzést fogalmaz meg:

A. Nagyobb gabonatermelékenység elérése kevesebb energia és víz felhasználásával.
B. Katalizátor szerep betöltése a szabályozások és a gyakorlat megváltoztatásában.
C. Az információ, technológia és tudás átadásának elősegítése.
D. Az interdiszciplináris és ágazatközi részvétel lehetővé tétele.
E. A kutatás-fejlesztés eredményei gyakorlatba történő átültetésének elősegítése.
F. A kapacitásfejlesztés támogatása.

A klímaváltozás és a vízgazdálkodás összefüggései

Az éghajlatváltozás a világ minden részét érintő globális probléma, a felmelegedés üteme az emberi tevékenység hatására mindinkább gyorsul. A klímaváltozás folyamatában a legjelentősebb szerepe a hőmérséklet növekedésének, valamint a csapadékmennyiség változásának és eloszlásának van (EC, 2016). A nemzetközi klímakutatások megállapítják, hogy a jövőben a globális átlagos felszínközeli hőmérséklet emelkedésével a legtöbb szárazföldi területen a meleg szélsőségek gyakoribbá válnak (mind napi, mind éves időskálát tekintve), a hőhullámok egyre többször lépnek fel és hosszabb ideig tartanak majd. Az éghajlatváltozás már most komoly hatást fejt ki a vízkörforgásra és a vízkészletekre, ugyanis ahogy az éghajlatváltozás melegíti a légkört, azzal megváltoztatja a hidrológiai ciklust és megváltozik, esetenként szélsőségessé válik a csapadék mennyisége, időbeli eloszlása, formája és intenzitása (IPCC, 2014b).

A kutatások szerint az elmúlt száz évben közel 1 °C-kal nőtt a földfelszín átlaghőmérséklete és emellett megváltoztak a csapadékviszonyok is. Globális szinten ugyan nő a csapadék éves mennyisége, de annak eloszlása térben és időben egyenetlenebbé vált, növekedett a szélsőséges időjárási jelenségek száma. Ennek következménye például a nagyobb árvizek gyakoribb előfordulása az előző évszázad során, amivel a 21. században indokolt fokozottan számolni (Takács-Sánta, 2007). Az IPCC (*International Panel on Climate Change*) kutatása szerint a magas földrajzi szélességeken és a Csendes-óceán egyenlítői területén az éves átlagos csapadékmennyiség valószínűleg növekedni fog, míg számos közepes földrajzi szélességi és szubtrópusi száraz területen az átlagos csapadékmennyiség valószínűleg csökken majd. A közepes földrajzi szélességek csapadékos területein a csapadékmennyiség növekedését valószínűsítik. Előreláthatólag a közepes földrajzi szélességek jelentős részén és a csapadékos trópusi területeken intenzívebbé és gyakoribbá válnak a nagy csapadékkal járó események (IPCC, 2014b). A közép-európai folyók vízgyűjtő területein az intenzívebb esők okozta folyóáradások erős talajerózióhoz vagy akár domborzati átalakuláshoz is vezethetnek (Starkel, 2005). Ugyanakkor a kontinentális éghajlatú területeken a hőmérséklet növekedése, a kevesebb csapadék és az erősebb szelek sivatagosodáshoz vezethetnek. A *National Center for Atmospheric Research* (NCAR) 2010-es előrejelzése szerint a 21. század végére Magyarország is a szárazságok által veszélyeztetett területekhez tartozik majd (IPCC, 2014b).

A megnövekedett hőmérséklet több párolgással, a légkör magasabb páramegtartó kapacitásával jár. A megváltozott légköri viszonyokkal az erős szelek és viharok előfordulásának gyakorisága várható, aminek következménye az egyes területekre eddig jellemző csapadék átlagos mennyiségének, gyakoriságának és formájának megváltozása. Várhatóan kevesebb alkalommal, de olyankor intenzívebben hullik majd a csapadék, a hőmérséklet emelkedése miatt a jelenleginél ritkábban lesz havazás. A száraz területek még szárazabbá, a csapadékosak pedig még inkább csapadékossá válhatnak (Trenberth, 2011). Az előrejelzések szerint 2040-re számos közel-keleti, dél-amerikai és több európai ország is súlyos szárazsággal küzd majd, ugyanakkor ahol nő a csapadék mennyisége és intenzitása, ott nagyobb lesz a talajerózió kialakulásának kockázata. A csapadékhiány nyomán bekövetkező szárazság és vízhiány, a szélsőséges időjárási jelenségek jelentős negatív hatást gyakorolhatnak az adott térség mezőgazdasági termelésére, a népesség életfeltételeire (Farsang *et al.,* 2015).

A második Éghajlatváltozási Stratégia szerint Magyarországon a hőmérséklet emelkedése 2021–2050 között minden évszakban szinte az ország egész területén eléri az 1 °C-ot, az évszázad végére pedig a nyári hónapokban a 4 °C-ot is meghaladja. Növekedni fog a nyári és hőhullámos napok száma, az évszázad végére már az egy hónapot is megközelítő mértékben. A nyári csapadék valószínűsíthetően a következő évtizedben 5 százalékot, az évszázad végére pedig 20 százalékot elérő mértékben csökken, a nyári száraz időszakok hossza növekedni fog. A szélsőségek várható alakulása jellegzetes térbeli eloszlást mutat és elsősorban Magyarország középső, déli és keleti területeit érinti kedvezőtlenül, ami a területi sérülékenységvizsgálatok jelentőségére hívja fel a figyelmet (Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia, 2017).

A kutatások szerint előre jelzett 4 °C-os globális hőmérséklet-emelkedés és a csapadék mennyiségének, intenzitásának és eloszlásának változása a 20. század végi szinthez képest nagy élelmezésbiztonsági kockázatot jelent az egész világon. A jövőben várható magas hőmérséklet és légnedvesség komoly hatást gyakorol a mezőgazdasági termelésre is. A vidéki területeken komoly következményekkel indokolt számolni a hasznosítható vízkészlet, a vízzel való ellátottság és hozzáférés, az élelmiszer-termelés biztonsága és a mezőgazdasági jövedelmek tekintetében. Globálisan számítani kell a mezőgazdasági termelésre használt területek földrajzi eltolódására (IPCC, 2014a).

A világ népességének rohamos növekedésével, a világgazdaság folyamatos bővülésével ugyanakkor egyre nő a vízfogyasztás és egyre több a szennyezett víz. Ez a tendencia az előrejelzések szerint a jövőben várhatóan tovább növekszik majd. A felhasználható vízkészletek ugyanakkor korlátozottan állnak rendelkezésre és az édesvíz térbeli eloszlása a világon egyenetlen. Jelenleg 1,7 milliárd ember él olyan területeken, ahol a vízkivétel kétszeresen meghaladja a természetes utánpótlást, ami azt jelenti, hogy ha nem változik a felhasználás volumene, a helyi források kimerülhetnek. Tíz éven belül már 4 milliárd főre emelkedik az év valamely időszakában vízhiánynak kitett emberek száma (FAO, 2013).

A mezőgazdaság különösen kitett az éghajlatváltozás okozta kedvezőtlen időjárási szélsőségeknek, mivel a termesztett növények termésmennyiségét és minőségét, a felhasznált víz mennyiségét is közvetlenül befolyásolja a helyi klíma (Ciscar *et al.,* 2011). Az IPCC – többféle régiót és terménytípust lefedő nagyszámú tanulmányt átfogó – elemzése azt mutatja, hogy a trópusi és mérsékelt övi régiókban az éghajlatváltozás, a helyi hőmérséklet 20. századihoz képest 2 °C-os vagy azt meghaladó növekedése negatívan befolyásolja a búza-, a rizs- és a kukoricatermesztést (IPCC, 2014a). A felmelegedés miatt várható hozamcsökkenés csak részben ellensúlyozható megfelelő vetésváltással, a vetés időpontjának a hőmérséklethez és a csapadékeloszláshoz való igazításával, valamint hő- és szárazságtűrő növények termesztésével. A mezőgazdasági termelés biztonságának növeléséhez az öntözés jelentősen hozzájárulhat, ugyanakkor a már így is magas öntözési célú vízfelhasználás maga is hozzájárul a korlátozottan rendelkezésre álló vízkészletek csökkenéséhez (EEA, 2015). A mezőgazdasági célú vízfelhasználás szempontjából a legsürgetőbb feladat olyan termelési eljárások alkalmazása, amelyek csökkentik a vízfelhasználást és növelik a terméshozamot. Ezért az

öntözéses mezőgazdasági termeléssel foglalkozó kutatások, elemzések középpontjában a takarékos öntözési és termelési eljárások, technológiák kifejlesztése áll.

Az öntözésfejlesztés közgazdasági kérdései

Az öntözéses gazdálkodás szakirodalma igen szerteágazó, a kutatások a mezőgazdasági öntözés és vízhasználat különböző aspektusait vizsgálják. Az európai vízgazdálkodásban meghatározó irányvonalat fogalmaz meg a 2000. december 22-én hatályba lépett EU Víz Keretirányelve, amelynek célja a felszíni és felszín alatti vizek állapotának megőrzése, valamint a vizek mennyiségi és minőségi védelme. Ez egy olyan egységes vízvédelmi politika kezdetét jelentette, amely állam- és országhatárokon túlnyúlva a vízgyűjtőkön való koordinált vízgazdálkodás megvalósulását segíti elő. A Víz Keretirányelv hozzájárul – az egyre növekvő közösségen belül – a vízvédelem harmonizálásához és a vizek terhelésének csökkentéséhez. A Víz Keretirányelv előírásai – különösen a vízgyűjtőkön való integrált gazdálkodás követelményének való megfelelés – jelentős hatást gyakorolnak az öntözéses gazdálkodással kapcsolatos kutatások irányvonalára.

Éppen ezért a nyugat-európai kutatások elsősorban a vízfelhasználás környezeti problémáival és annak az ökoszisztémára gyakorolt hatásával foglalkoznak. Ehhez kapcsolódik a vízfelhasználást szabályozó eszközrendszerek elemzése, a vízárképzés kérdései és összefüggései, valamint ezeknek a gazdaságok működésére, a gazdasági szintű vízfelhasználásra gyakorolt hatásai. Ez vezet át a kutatásoknak arra a területére, amely a gazdasági szintű vizsgálatokkal, elemzésekkel foglalkozik.

A vizsgálatok másik iránya ugyanerre a kérdésre keresi a választ az olyan innovatív technológiai megoldások oldaláról, amelyek csökkentik és hatékonyabbá teszik a vízfelhasználást. Ezeknek a vizsgálatoknak az előterében a precíziós gazdálkodás fejlesztése áll. A kutatások elsősorban olyan technológiai megoldások kifejlesztésére irányulnak, amelyek lehetővé teszik a víztakarékos megoldásokat, öntözési formákat, eljárásokat. A kutatások kiterjednek az öntözőrendszerek technológiai-műszaki újításaira, fejlesztésére és mindazokra a területekre, amelyek a növényi állomány vagy a gazdálkodás egyéb erőforrásait érintik (például növényi genetika, tápanyaghasználat, talajösszetétel). A fejezet első részében a víz természeti erőforrásként történő értékelését követően ezekre a témakörökre térünk ki.

A fejezet második részében az öntözési beruházások vizsgálatánál alkalmazott gazdaságossági számítások módszertanára koncentrálunk, és a költség-haszon elemzés alkalmazását vizsgáljuk a szakirodalomban. A különböző öntözési módok gazdaságossági vizsgálata ma már elsősorban a fejlődő országokban (Kína, Mongólia) van a kutatások előterében.

A természeti erőforrások értékelése: vízjáradék elve, különbözeti járadék

A természeti erőforrások pontos értékelését számos módszertani probléma nehezíti, ami a természeti erőforrások sajátosságaiból adódik. A víz ugyan korlátozott mennyiségben áll rendelkezésre, de mivel közjószágként jelenik meg a gazdaságban, felhasználását ez alapjaiban befolyásolja, és ezért sem minőségének, sem mennyiségének megőrzésére nem fektetnek kellő hangsúlyt. További jellemzője, hogy egy felhasználó, szereplő viselkedésének, fogyasztói szokásainak megváltozása nincs számottevő hatással a víz mint erőforrás egészére. A vízhasználat sokténye zős, nagyon összetett folyamat, több olyan tulajdonság is jellemzi, ami miatt a rendelkezésre állás helyét és a felhasználás stratégiáját nem szabad elválasztani egymástól. A víznek közgazdasági értelemben vett homogén piaca nincs.

A víz a klasszikus közgazdaságtan szerint olyan termelési erőforrás, ami egyúttal megjelenik a szabad javak között is. Ezért a közgazdászok már évtizedek óta próbálják kifejezni a víz valódi közgazdaságtani értékét is (Fogarassy és Neubauer, 2011). A víz olyan termelési erőforrás, ami jelenleg ugyan még teljesen szabadon használható, de egyre komolyabb problémát okoz, hogy mind térben, mind időben gyakrabban jelentkezik vízhiány. Közjó, mert gazdasági haszna mellett erős a kapcso-

lata a társadalom jóllétével, egészségével. Abban az értelemben a gazdasági javak közé sorolható, hogy nem képes hiánytalanul kielégíteni a különféle célú keresletet, nélkülözhetetlen, végesen áll rendelkezésre, nem helyettesíthető semmivel és rendszerben jelenik meg.

David Ricardo (1991) a klasszikus közgazdasági nézőpontból vizsgálta, hogy a mezőgazdasági termeléshez szükséges természeti erőforrások – elsősorban a termőföld – esetében hogyan képződik a járadék. Ricardo szerint az érték meghatározásának nehézségét az adja, hogy a természeti erőforrások elérhetősége (rendelkezésre állása) változó, a termőföld esetében ez olyan termelési erőforrást jelent, ami a termelésbe bevitt inputként térben, időben és minőségben eltérő feltételekkel állhat rendelkezésre. A földjáradék meghatározásakor azt az értéket próbálta kifejezni, ami a termőföld elérhetőségének, adott területen és időpontban való rendelkezésre állásának változásából származik. Ricardo elmélete szerint a földjáradék a föld különböző termőképességéből következik, ezt az elméletet különbözeti járadék vagy hatékonysági járadék elméletnek nevezik. A különbözeti földjáradék tehát annak a következménye, hogy a termék árát a még megművelt legrosszabb minőségű föld termelési költségei határozzák meg, nagysága a föld különböző termőképességétől, a jobb technikától és a föld eltérő elhelyezkedésétől függ.

A vízkészlet gazdasági fogalmát Ress (1988) úgy határozza meg, mint a természeti erőforrás azon elemei és tulajdonságai, amelyek a társadalom szükségleteinek kielégítésére az adott vagy várható technológiai fejlettség mellett hasznosíthatók. Ez a meghatározás két elemből indul ki:

„A víz objektíve adott fizikai, kémiai, biológiai jellemzői határozzák meg a társadalom számára előnyös és hátrányos tulajdonságait, amelynek hordozója a víz anyaga. Ez a vízkészlet-potenciál értéke."

„Az ember, a gazdaság és környezet szükségletkielégítése gazdasági, ökológiai szempontból értékelhető tulajdonságokhoz (mennyiséghez, minőséghez, energiához, biológiai mozgásformák életterének fenntartásában kockázati minimumra való törekvéshez) kapcsolódik."

Ress szerint egy adott időszakban a víz gazdasági értékét különböző elemek képezhetik a termelőerők fejlettségi szintjétől függően, és az általuk meghatározott természeti, gazdasági és emberi vízszükségletek tükrében. Vagyis a vízhasználatok iránti szükségletek határozzák meg gazdasági készletként a vízerőforrásokat. A gazdasági fejlődés során a változó szükségleteknek megfelelően a víz gazdasági értékkészletét különböző elemek képzik. Adott időszakban a jelen lévő termelőerők fejlettségi szintje és az általuk meghatározott természeti, gazdasági és emberi vízszükségletek, tehát a vízhasználatok iránti szükségletek jelölik ki gazdasági készletként a vízerőforrásokat. Ezek felhasználásának változó felépítését a következők határozzák meg: az erőforrás értéke, a hasznosítási vertikum értéke és az igénybe vett externális költségek. Naturális oldalról pedig az erőforrásmérlegeket, a kapacitásmérlegeket és a szükségletkielégítés-mérlegeket veszik figyelembe (Ress, 1988).

A használattal összefüggő érték számításánál Ress (1988) a különbözeti járadékot az alábbiak szerint határozza meg:

A víztermelés, hozzájutás tényleges költségeit valamennyi hasznosítási irány (j) és lelőhely (i) esetén meghatározva megkapható azok egy készletegységre vetített D_{ij} hányada:

$D_{ij} = \max_j \{D_{ij}(i,j,k = 1,2,\ldots)\}$,

ahol:

D_{ij} = az a maximális ráfordítás, amely mellett a víz beszerzésének költségei társadalmi szinten még megtérülnek (a marginális vízlelőhelyek költségei);

k = a változók száma;

i = lelőhely;

j = hasznosítási irány.

A vízkészletnek betudható éves eredmény ebből következően az alábbi összefüggéssel írható fel:

$$E = \sum_i \sum_j x_{ij} \cdot (D_i - D_{ij})$$

ahol:

E = a felhasznált vízkészletek, hasznosított hidrológiai adottságok értéke, a vízkészletnek betudható éves eredmény;

i = lelőhely;

j = hasznosítási irány;

x_{ij} = a j-edik felhasználónál hasznosítandó vízkészletmennyiség az i-edik készletösszetevő vonatkozásában, tehát az i-edik lelőhelyről igénybe vett vízkészlet j-edik felhasználónál felhasználásra kerülő mennyisége;

$D_i - D_{ij}$ = az (i, j) típusú vízfelhasználásra jutó különbözeti járadék.

A pazarló vízfelhasználás visszaszorításának lehet a kulcsa, ha a víznek olyan értéket, árat határoznak meg, ami kifejezi a fenti komplex tulajdonságait. A vízjáradék meghatározásának célja a víznek mint ár nélküli (vagy nem reálisan beárazott) erőforrás értékének a meghatározása. Ahogy Márkus és Mészáros (2000) megfogalmazza: „mind a megújuló, mind a nem megújuló erőforrásokra jellemző, hogy kitermelésük, megtermelésük, illetve összegyűjtésük a rendkívül eltérő természeti adottságok (földrajzi, elhelyezkedési, termőképességi viszonyok) miatt azonos technikai szint esetén is eltérő gazdaságosságot eredményez”.

Természeti erőforrások esetében a legkedvezőtlenebb még használatba vett szükségletkielégítő forrás költsége az értékmeghatározó, minden ennél jobb ráfordítással hasznosítható erőforrás természeti járadékot biztosít. A természeti járadék nem más, mint a még igénybe vett forrás költségei és az átlagos profit, normatív nyereség összegén felül bármely más, a marginálisnál kedvezőbb ráfordítással hasznosítható erőforrásnál realizálható nyereség mértéke. Ennek forrása csak a természeti adottságok különbségeire vezethető vissza, ezért ez a különbözeti járadék természeti járadéknak minősül.

A természeti járadék a természeti erőforrások szűkösségéből és különböző adottságaiból fakad. A vízjáradék meghatározásánál figyelembe veszik a felhasználásával előállított mezőgazdasági termék árát. Fogarassy és Neubauer (2011) abból indul ki, hogy a vízvégtermék termelői ára (V_{up}) függ a termelői átlagprofiton és a tulajdonosi járadékon felül a marginális lelőhely hozzájárulási költségétől is. Ebből következhet az alábbi összefüggés:

Vízjáradék = V_{up} – a marginálisnál jobb helyek hozzájutási költsége + az átlagprofit.

Hasznosítási végtermékenként értelmezhetők a marginális lelőhelyek előállítási költségei és azok összetevői, illetve az egy kedvezőtlen lelőhelyen nyert vízegységre jutó átlagköltség. A hasznosítási irányok szerinti járadék országos (sőt nemzetközi) szinten is egy rendszerben értelmezi és értékeli a vízkészletet. Eszerint a víz vagyonértékét hasznosítási végtermékenként (V_u) az alábbi egyenlet mutatja:

$$V_u = \frac{\textit{vízjáradék} \pm \textit{externáliák} \pm \textit{helyzeti járadék}}{\textit{tőkésítési reálkamatláb}}$$

A vízlábnyom egy olyan környezetgazdasági index, amely a vízjáradéktól eltérő módon mutatja be a nemzeti és nemzetközi vízfogyasztással és -felhasználással kapcsolatos folyamatokat. Kidolgozása Hoekstra nevéhez fűződik. A vízlábnyommutatónak három fő összetevője van: a zöldvízlábnyom

a talajban raktározódott esővíz, talajnedvesség fogyasztását, a kékvízlábnyom a felszíni és felszín alatti vizek fogyasztását mutatja, míg a szürkevízlábnyom a szennyezésre, illetve a szennyező hígításához szükséges vízmennyiségre utal. A vízlábnyomszámítás során ezt a három mutatót összesítik az alapanyagok feldolgozási vízszükségletével együtt. A vízlábnyom egy termék előállítása vagy szolgáltatás során felhasznált édesvíz abszolút mennyisége. A mutató komplexitása által összetett, horizontális és vertikális ágazati adatokat integráló, soktényezős becslési eljárásokat tesz lehetővé.

Látható tehát, hogy többféle módszer létezik a víz különböző szempontok szerinti értékének meghatározására, de ahogy Ress *et al.* (2010) megfogalmazza, mindenképpen szükség van egy a fenntartható vízhasználatot ösztönző járulék- és illetékrendszerre, valamint a vízkészletek rendelkezésre állását jelző vízárpolitikára. Ennek megfelelően újra kell gondolni a vízkészletjárulék-rendszert és szükséges a korlátozottan rendelkezésre álló készletek megosztására vonatkozó szabályrendszer kidolgozása.

Az öntözéses gazdálkodás környezeti problémáinak megjelenése a nemzetközi szakirodalomban

Az öntözéses gazdálkodás megvalósításánál felmerül egyfelől az a kérdés, hogy hogyan oldható meg az öntözés azokon a csapadékszegény területeken, ahol az agrártermelés fő korlátozó tényezője a víz, de egyébként jelentős termelési potenciállal rendelkeznek. Másrészről azokon a területeken, ahol egyébként megvalósítható az öntözés, hogyan lehet azt a jelenleginél sokkal hatékonyabban megtenni.

Nemzetközi viszonylatban a kutatások elsősorban az öntözéses gazdálkodás környezeti problémáival foglalkoznak. A természeti erőforrások korlátozott rendelkezésre állása miatt (föld, víz) az élelmiszer-biztonság, a földhasználat és a mezőgazdasági vízfelhasználás közötti kapcsolat igen szoros. Ezek a vizsgálatok arra keresik a választ, hogy hogyan, milyen technológiai módszerrel és szabályozórendszerrel valósítható meg a hatékony vízfelhasználás úgy, hogy közben figyelembe veszik a területek ökológiai érzékenységét és a környezeti degradációra való hajlamát is. Éppen ezért olyan új stratégiák és jó gyakorlatok kidolgozása és elterjesztése szükséges, amelyek a mezőgazdaság vízfelhasználásának, teljesítményének és termelékenységének hatékonyságát javítják.

A kérdéskör vizsgálatával több nemzetközi szervezet is foglalkozik, az egyik ezek közül a CIGR[2] (*Commission Internationale du Génie Rural* – Mezőgazdasági- és Biológiai Rendszer Mérnökök Nemzetközi Bizottsága). A CIGR olyan nemzetközi nonprofit szervezet, ami a fenti kérdések megoldását keresi a tudományos eredmények és technológiai újítások, valamint a különböző diszciplínák összekapcsolása révén. Bár a szervezet elsősorban a mediterrán térség problémáit vizsgálja, de a különböző termelési méretekre vonatkozó, hatékony mezőgazdasági vízfelhasználást és öntözést célzó vizsgálataik bárhol a világon alkalmazhatók, így Európa többi részén is.

Hasonló céllal működik a Nemzetközi Vízgazdálkodási Szövetség (*International Water Resources Association,* IWRA), amely a vízgazdálkodáshoz kapcsolódó különböző tudományágak szakértőit összefogó globális tudásközösség. Az IWRA alapvető célja, hogy oktatási és kutatási projektek működtetésével feltárja a vízfelhasználás, vízigény és vízgazdálkodás egyes aspektusait.

A Víz Keretirányelv alapvető hatással van az öntözési célú vízfelhasználás árképzési politikájára az EU tagállamaiban. Berbel *et al.* (2007) áttekinti az EU25 vonatkozásában a mezőgazdasági vízfelhasználás szabályozásánál alkalmazható gazdasági eszközöket, ösztönzőket, tekintettel arra, hogy egyre inkább érvényesülni látszik a szabályozásban is a szennyező fizet elve, illetve a vízszolgáltatás költségeinek bevezetése és ezeknek a költségeknek az érvényesítése a felhasználókkal szemben. A tanulmányban vizsgálják az egyes tagországokban alkalmazott öntözővíz-árazási szisztémákat, a költségmegtérülést a gazdaságokban és a vízárképzés hatását az öntözésre. Az elemzés megkülön-

[2] http://www.cigr.org/.

böztet gazdaságon belüli és azon kívüli költségeket (hatósági vízügyi költségek, a gazdaságon kívüli vízügyi infrastrukturális rendszer költségei, társadalmi és környezeti költségek).

Giannakis *et al.* (2016) szintén a mezőgazdasági öntözés alakulását és az öntözővíz árképzési és szabályozási jellemzőit vizsgálja. A mezőgazdasági területből 2013-ban az öntözött terület az EU27 vonatkozásában 6,7 százalék volt, aminek 85 százalékát a mediterrán területek adták (8,49 millió hektár). Ezeken a területeken az öntözéses gazdálkodás a klimatikus viszonyok miatt fontos szerepet játszik a mezőgazdasági termelésben. Görögországban 2013-ban a vízkivétel 88 százalékát, Spanyolországban 64 százalékát használták mezőgazdasági célokra. A szerzők megállapítják, hogy az öntözési célú vízkivétel a legjelentősebb vízhasználat az EU-ban, ennek ellenére a jelenlegi szabályozás csekély hatással van a felhasználásra.

Giordano *et al.* (2014) a talajvíz védelmére irányuló szabályozások hatékonyságát és azok gazdálkodók általi elfogadhatóságát vizsgálta Dél-Olaszország nagy kiterjedésű öntözött területein. A vizsgálat célja a felszín alatti vizek védelmére irányuló politika tényleges hatékonyságának feltérképezése volt, csakúgy, mint ezen politikák szinergiájának és konfliktusainak vizsgálata a Közös Agrárpolitika (KAP) viszonylatában. A vizsgált területen az öntözési célú vízkivételi lehetőség erősen korlátozott, ezért a felszín alatti vizek túlhasználatának kockázata magas. A helyi hatóságok az öntözéses célú vízkivétel korlátozását szerették volna érvényesíteni, ami azonban a helyi gazdálkodók körében komoly ellenállásba ütközött. A kutatás során felállított modell a vízkivétel-szabályozás, a víz költsége és a gabona ára közti kölcsönhatást modellezi, és ezek hatását a gazdálkodók öntözéssel kapcsolatos döntéseinek meghozatalára. A modell a gazdálkodói döntéseket, stratégiákat szimulálja a különböző vízkivételi módok, a víz költségének és a termékek árának viszonylatában. A modell bármilyen terület felszín alatti vízkivételének elemzésére alkalmas, mivel a gazdasági, társadalmi és szabályozási tényezők szabadon módosíthatók benne.

Dél-Európában a mezőgazdasági vízkivétel messze a legjelentősebb édesvíz-felhasználást jelenti, bár hozzá kell tenni, hogy az öntözéses célú vízkivétel nyilvántartása, a rendelkezésre álló adatok meglehetősen hiányosak. Bouraoui *et al.* (2009) Svájcra és az EU-ra vonatkozó tanulmányában az öntözési követelmények meghatározását vizsgálta az EPIC terménynövekedési modell használatával. A modell lényege, hogy egyesíti a terményforgalmazásra vonatkozó elérhető regionális adatokat a terményspecifikus öntözött területi, a talajra vonatkozó térbeli, valamint a földhasználati és klimatikus adatokkal. A modellben 10×10 km-es rácsokra vonatkozó adatokat használtak, különböző öntözési stratégiákat alkalmaztak, és több mint 8 éves periódust vizsgáltak. Az öntözési követelmények tükrözik az öntözött területek térbeli eloszlását, a klimatikus viszonyokat és a termesztett növényeket. A modell alkalmazása során számos bizonytalansági tényező és az öntözéses célú vízkivétel szabályozására és nyilvántartására vonatkozó hiányosság felszínre került. Ilyen például, hogy nem egységesek a nyilvántartott adatok, több országban jelentős illegális vagy nem nyilvántartott vízkivétel történik, a vízkivételre, vízfelhasználásra vonatkozó szabályozások országonként nagyon eltérőek vagy hiányosak. Megállapításaik közt szerepel, hogy az unió környezetvédelmi és agrárpolitikáját támogatandó, nagyon fontos lenne egy egységes, térbeli felbontást mutató adatbázis kialakítása. Egy ilyen adatbázis lehetővé tenné a nemzeti öntözővíz-felhasználás alaposabb, a valóságot jobban lefedő becslését és ennek nyomán megfelelő szabályozórendszer kialakítását.

Ahogy Milano *et al.* (2013) is megfogalmazza, az éghajlatváltozás következményeként az öntözési célú vízhasználat várhatóan növekedni fog az elkövetkező években, ami nemcsak a környezeti problémák miatt jelenthet komoly konfliktusforrást, hanem az egyéb szektorok vízfelhasználási érdekütközése miatt is. A Földközi-tenger medencéje az éghajlat- és antropogén változásoknak egyik legjobban kitett terület. A szerzők által kifejlesztett modell célja, hogy megbecsülje a fenti változások vízkészletre kifejtett hatását. A modellben a globális éghajlatváltozási előrejelzéseket és a nemzeti jelentések vízfelhasználási forgatókönyveit vették alapul. Ezek alapján felvázolták a rövid és középtávon várhatóan vízhiányban szenvedő területeket. Jelenleg vízhiánnyal a Földközi-tengeri medence déli és keleti részei

sújtottak, de az előrejelzések szerint az édesvízkészlet 30-50 százalékos csökkenése következtében 2050-re az egész medence érintett lesz. A modell alapján ha korlátozások nélkül növekszik a vízkivétel üteme, akkor 2050-re a déli és keleti régiókban a felhasznált víz mennyisége megduplázódik. Megoldásként a vízelosztási hálózat hatékonyságának fejlesztését és az öntözéses gazdálkodásba történő beruházások növelését javasolják. Ezekkel a fejlesztésekkel stabilizálni lehetne a kivett víz mennyiségét, ugyanakkor a szerzők megjegyzik, hogy mindenképpen szükséges a fenntartható vízhasználati stratégiák további fejlesztése, különösen a környezetileg érzékeny területekre fókuszálva.

A víztermelékenység kérdését vizsgálta Moldena *et al.* (2013), cikkükben arra keresték a választ, hogy egységnyi vízfelhasználással hogyan állítható elő nagyobb mennyiségű élelmiszer, ezáltal a gazdaságon belül több jövedelem, és hogyan csökkenthető az ökoszisztémára nehezedő környezeti nyomás. Munkájukban olyan eljárásokat vizsgálnak, mint a „vízbetakarítás", kiegészítő öntözés, precíziós öntözési technológiák, talaj-víz megőrzési gyakorlatok. Ezek a gyakorlatok nem elsősorban a vízgazdálkodás azon részéhez kapcsolódnak, amelyek a víztermelékenységre hatnak közvetlenül, hanem főleg azokat a területeket érintik, amelyek az öntözővíz-hasznosításra (ilyen a talaj termőképességének növelése, kártevők és betegségek elleni védekezés, a megfelelő növényfajták kiválasztása) vannak hatással. Ugyanakkor a szerzők felhívják a figyelmet arra, hogy számos régióban a gabonák víztermelékenysége már most is magasnak számít, és a hozamnyereség nem feltétlenül fordítható át, nem feltétlenül jelenik meg a víztermelékenységben. Cikkükben fontosnak tartják a gazdaságon belüli víz-újrahasznosítást, ami csökkentheti a felhasznált vízmennyiséget. Ugyanakkor azt is előre jelzik, hogy a növénynemesítés által a vízhasznosítás javításában elért jelentős eredmények már nemigen fokozhatók a közeljövőben. A vízhasznosításban jelentős eredmények elsősorban azokon a területeken érhetők el, ahol nagyarányú a szegénység és a víztermelékenység alacsony; ahol szűkös a rendelkezésre álló vízmennyiség, ezért a vízért folyó verseny kiélezett; olyan területeken, ahol kismértékű vízi erőforrás-fejlesztéssel jelentős változások érhetők el (kismértékű extra vízhasználat jelentős javulást eredményez); valamint a víz által érintett ökoszisztémák degradációja esetében (úgymint csökkenő talajvízszint, folyók kiszáradása). Hozzáteszik, hogy a vízfelhasználás javulása nemcsak pusztán a gazdasági ösztönzők bevezetésén és a technológiai fejlődésen múlik, hanem olyan stratégiák kidolgozása szükséges, amelyek figyelembe veszik a komplex biofizikai és társadalmi-gazdasági folyamatokat is.

A nemzetközi kutatások előterében állnak az olyan döntéstámogató rendszerekkel kapcsolatos vizsgálatok, amelyek célja az optimális öntözővíz-felhasználás meghatározása. Az ilyen jellegű kutatásokat az unió a Víz Keretirányelven keresztül komoly pénzügyi forrásokkal is támogatja. Az elmúlt 10 évben tíz olyan jelentős EU-finanszírozású projekt[3] valósult meg, amely az ilyen döntéstámogató rendszerek fejlesztéséhez kapcsolódott és az eredmények jelentős öntözővíz-megtakarításról, valamint hozamnövekedésről számolnak be. A projektek jelentős eredményeket értek el a termésmodellezésben és a hozamoptimalizálásban (FIGARO), valamint a víz-energia megközelítést alkalmazva az öntözés energiahatékonyságának javításában (WEAM4i). A kutatások fontos tapasztalata, hogy a kutatási irányok sokszor nem esnek egybe a gazdálkodók tényleges szükségleteivel, illetve nem feltétlen nyitottak a gazdálkodók az eredmények gyakorlatba történő átültetésére. Ebből a tíz projektből mindössze kettő olyan akadt, amely a gyakorlatba is átkerült. Vannak olyan nemzetközi kutatások, amelyek jóval a gyakorlati alkalmazhatóság, széles körű elterjesztés előtt járnak. Ilyen például a PLEIADeS projekt (*Earth Observation* által kifejlesztve), amely megmaradt a kifejlesztés, tesztelés fázisában és nem került gyakorlati átültetésre. Az ilyen projektek célja, hogy felmérjék a technikai-technológiai fejlettség szintjét és meghatározzák, hogy azok milyen közel állnak a gyakorlati, gazdaságszintű alkalmazáshoz (D'Urso *et al.,* 2010).

Számos kutatás szerint a hatékony öntözővíz-felhasználás elérésének egyik eszköze lehet az IS-DSS (*Irrigation Scheduling Decision Support Systems* – Öntözéstervezési Döntéstámogató Rend-

[3] *Community Research and Development Information Service Database* (http://cordis.europa.eu).

szerek). Az IS-DSS számítógépes programokon, szimulációs modelleken alapuló automatikus döntéstámogató rendszer. Segítségével az öntözés időpontja és a kiadagolandó vízmennyiség egyszerűen és pontosan kiszámítható. Az ilyen rendszerek célja a növények számára szükséges optimális életfeltételek biztosítása, a vízfelhasználás optimalizálása. A vezérlés magában foglalja a szükséges vízmennyiség számítását és adagolását, a tápanyagok, kemikáliák kijuttatását, valamint meghibásodás esetén aktiválja a jelzőrendszert. A rendszer működéséhez szükséges valamennyi adatot a helyszínen, automatikusan mérik a hordozható meteorológiai adatgyűjtők és a talaj egyes rétegeiben elhelyezett, a nedvességtartalmat folyamatosan mérő nedvességérzékelő szondák segítségével. A kutatások legújabb iránya ezeknél a rendszereknél például, hogy a hasznosítható vízmennyiség kiszámításánál a növény számára nem felvehető holtvíztartalmat talajtani kategóriaként folyamatosan meghatározzák a vegetációs időszak során. Az ilyen rendszerek előnye, hogy a legnagyobb mértékben igyekeznek követni a talaj és a növénytermesztési tér változásait, jobban igazodnak a növény élettani igényéhez, mint a hagyományos öntözési eljárások, amelyek a gazdálkodó érzékszervi megfigyelésén alapulnak és meghatározott vízmennyiségeket juttatnak ki. Különösen nagy a jelentősége az ilyen jellegű öntözési eljárásoknak légköri aszály kialakulása esetén. Ilyenkor a talaj nedvességgel kellően telített, de az intenzív sugárzás, a magas hőmérséklet és az alacsony relatív páratartalom miatt a növény nem képes a transzspirációhoz szükséges vizet a talajból pótolni. Az elmúlt időszakban ennek a rendszernek számos verzióját fejlesztették ki, használata elsősorban Dél-Európában terjedt el (például az Irrinet IS-DSS, amit 12 500 parcellán használnak Olaszországban, Rinaldi és He, 2014). Az Irrinet olyan internetalapú szolgáltatás, amely valós idejű öntözési menetrendet biztosít a gazdálkodóknak.[4]

Hasonló kutatásokról számol be Montoro *et al.* (2011) Spanyolországban (Albacete), ahol jelentős beruházásokat fordítottak az öntözési menetrend-szolgáltatás kialakítására (ISS-ITAP). A rendszer parcellaalapú és heti előrejelzést biztosít a gazdálkodóknak az öntözési szükségletekről. Az ISS-ITAP rendszert 2011-ig mintegy 160 gazdálkodó használta 33 500 hektár terület öntözési szükségletének meghatározására. A tapasztalatok azt mutatták, hogy ezeken a területeken a hozam magasabb volt, mint általában. Hasonlóan eredményes felhasználásról számol be Lorite *et al.* (2012) Andalúziában, ahol mintegy 100 ezer hektárt fedtek le a LIAS (*Local Irrigation Advisory Services*) öntözéstámogató rendszer segítségével.

Görögországban 2005–2007 között működtettek olyan telefonos szolgáltatást, ami a legutolsó lejelentett öntözési adatok, a termesztett növényfajta és az időjárási adatok alapján öntözési tanácsokkal látta el a gazdálkodókat (Chartzoulakis *et al.,* 2008). A tapasztalatok azt mutatták, hogy a rendszer alkalmazhatóságának elsősorban társadalmi korlátai voltak, amelyek az öntözési tradíciókhoz, a gazdálkodók képzettségi szintjéhez és az életkorhoz kapcsolódtak.

Dániában 1997-ben vezettek be internetalapú információs és döntéstámogató rendszert (*PlanteInfo Irrigation Manager*). Az öntözést támogató rendszer az időjárási előrejelzéseket figyelembe véve segíti az optimális öntözési időpont meghatározását. A rendszer a gazdálkodók számára ingyenes, akiknek mintegy 3 százaléka használja rendszeresen, ugyanakkor a szaktanácsadók között a használati arány eléri a 12 százalékot (Thysen és Detlefsen, 2006). Ma már Európában számos öntözést támogató rendszer[5] működik, amelyek általában rendelkeznek vezeték nélküli talajnedvességérzékelővel, csapadékmérővel vagy a meteorológiai állomások adataival, és akár interneten, akár mobiltelefonos alkalmazáson keresztül az adatok és az öntözési javaslatok elérhetők. Néhány rendszer akár automatikusan is képes az öntözőszelepek szabályozására.

A Víz Keretirányelv jelenlegi célkitűzése, hogy ösztönözze a víztakarékos öntözési eljárások és technológiák alkalmazását. Az EU kifejezetten arra biztatja a tagállamokat, hogy úgy határozzák meg a víz árát, hogy az tartalmazza a teljes helyreállítási költséget és kellően ösztönözze a gazdálkodókat a fenntartható vízhasználatra. Éppen ezért számos publikáció foglalkozik a gazdaságok életképessé-

[4] www.irriframe.it.
[5] www.netsens.it; www.dacom.nl.

gével és az öntözést befolyásoló gazdasági eszközök szerepével (szennyező fizet elv, teljes megtérítési költség, víz ára, környezeti externáliák meghatározása és a piaci kudarcok kiigazítása). Levidow *et al.* (2014) a különböző ösztönzési eszközök eredményességét vizsgálta, és azt állapították meg, hogy a gazdálkodók még mindig nem eléggé motiváltak a hatékony vízfelhasználás megvalósítására. Véleményük szerint ezek az ösztönzők akkor érik el a megfelelő eredményt, ha kellő gazdasági előnnyel járnak a gazdálkodó számára és ugyanakkor csökkentik a környezeti károkat. Ehhez azonban szükséges a megfelelő víztakarékos öntözési eljárások, technológiák, az elérhető öntözési döntéstámogató rendszerek és tápanyag-gazdálkodási, agrokémiai eljárások együttes alkalmazása.

Az öntözési beruházások gazdaságossági vizsgálatának módszerei

Az öntözés hatékonyságának vizsgálatakor fontos megjegyezni, hogy az mást jelent gazdálkodói, tudományos vagy társadalmi, környezeti megközelítésben. Gazdálkodói megközelítésben a hatékony vízfelhasználás sokkal inkább a gazdasági termelékenység maximalizálásához kapcsolódik, mint a tényleges víztakarékossághoz. Az öntözéses beruházási döntések meghozatalakor üzemi szinten egyértelműen a pénzügyi hatékonyság, a jövőbeni megtérülés az alapvető szempont.

Az öntözés gazdasági megítélése tervezési feladatként és a működő üzem kontextusában is jelentkezik, azt nem szabad kiszakítani a vállalat egészének mindenkori helyzetéből. Ugyanígy kell figyelembe venni az öntözéses termelés teljes és többletráfordításainak, -hozamainak (termelés költségeinek és termelési értékének), valamint az ezek által meghatározott gazdaságossági és jövedelmezőségi viszonyoknak a megítélését. Az öntözés létesítését és a már meglévő berendezések üzemeltetését a makrogazdaság agrárgazdaságot érintő célkitűzései és feltételei (a mindenkori közgazdasági környezet) alapvetően befolyásolják. Az öntözés ökonómiai megítélése tehát az igények és célok ismeretében az öntözés mint beruházás illetve szolgáltatás lehetséges (Lengyel, 2007).

Az öntözés jövedelmének meghatározásakor fontos megjegyezni, hogy az öntözőberendezés létesítésének és üzemeltetésének tiszta hasznát az öntözés termésnövelő hatása révén keletkező többletárbevétel (ez az öntözés ökonómiai hozama) és az öntözés révén felmerülő többletköltség különbsége határozza meg. A többletköltségek részben beruházási, részben működési (*operating cost*) jellegűek. A gazdaságossági számításokban egy adott év többletárbevételének és többlet működési költségeinek (éves folyó költség) különbözetét vesszük, mely az adott év többletjövedelmének felel meg. A hosszú időtávra vonatkozó gazdaságossági számításokban ezek az éves jövedelmek állnak szemben a beruházási költséggel, tehát ezek viszonya határozza meg az öntözési beruházás megtérülését, gazdaságosságát.

Az öntözésberuházások üzemgazdaságossági vizsgálatai során is érvényes a gazdaságossági számítások alapkérdése, azaz hogy a beruházás megtéríti-e a vele kapcsolatban felmerülő összes költséget és kvázi költséget. A beruházási problémák gazdagsága miatt a vizsgálandó alapkérdés sokféleképpen megfogalmazható, s a különböző megfogalmazásokból leképezhető módszertani eljárások eltérő feltételek mellett különbözőképpen egyszerűsíthetők. A szakirodalom (Illés, 2004) a beruházásgazdaságossági számítások munkálatait két szakaszra osztja, melyek az analízis és a szintézis. Az analízis szakaszában a hozammutatók és az azokat befolyásoló tényezők feltárása, továbbá részletes, többirányú költségelemzés valósul meg. A szintetizáló munka során a megtérülési követelmények teljesülését, annak körülményeit és feltételeit vizsgálják. Elsősorban az analízis szakszerűségétől, alaposságától függ a gazdaságossági számítások végső információinak hasznosíthatósága. Egy öntözési beruházásra vonatkozó döntés előtt például főleg azt kell mélyrehatóan elemezni, hogy milyen termékek iránt mutatkozik kereslet a piacon, ezek milyen költséggel állíthatók elő és várhatóan milyen időbeli alakulás szerint, milyen áron és milyen volumenben értékesíthetők. Ehhez speciális piaci, árpolitikai, költséggazdálkodási, technológiai és termékkonstrukciós ismeretek szükségesek.

A beruházásgazdaságosságot alapvetően dinamikus megtérülési mutatók (nettó jelenérték, belső kamatláb, jövedelmezőségi index, diszkontált megtérülési idő) segítségével értékelik. Az öntözésfejlesztés gazdaságosságát üzemtani szempontból az öntözés jövedelme és beruházásigénye határozza meg (az üzemen kívüli infrastrukturális beruházások nélkül).

Az öntözés éves jövedelmét az öntözés többletárbevételének és többletköltségének különbsége határozza meg. A többletárbevételt – a beruházás teljes idejére vonatkozóan – a vetésszerkezet, a gazdaságosan termeszthető növénykultúra és annak piaci ára határozza meg. A többlethozam a termőhelyi adottságoktól és az időjárási viszonyoktól függ – ennek megfelelően az öntözés gazdaságosságának meghatározását az aszályos évek javítják, a csapadékos évek pedig rontják. A vetésszerkezet hatása az öntözésre a magas hozamtöbblettel reagáló növénykultúrák (zöldségfélék, csemegekukorica, burgonya) termesztésén keresztül érvényesül. A termények piaci árát az öntözés termékminőséget javító hatása befolyásolja, keresleti piacon az öntözéssel elért többlethozam magasabb jövedelmezőséget eredményez (Biró *et al.,* 2011a).

A többlet termelési költséget az öntözőberendezés üzemeltetési költségei (kijuttatott öntözővíz mennyisége, energia- és munkaerő-felhasználás, segédüzemi szolgáltatás, javítás-karbantartás), a termesztéstechnológia többletköltsége (vetőmag, tápanyag, növényvédelem-igény) és a többlethozam többlet változó költsége (betakarítás, szállítás, terménykezelés) határozza meg.

A beruházási költséget az öntözési technológia, a finanszírozási mód (saját tőke, hiteltőke, támogatás), valamint az öntözendő terület nagysága, az üzem mérete határozza meg.

A beruházásgazdaságosság értékelésére a dinamikus megtérülési mutatók közül a szakirodalom az öntözés értékelésénél elsősorban az időtényezőt is figyelembe vevő nettó jelenérték-számítást részesíti előnyben.

A nettó jelenérték különbségjellegű mutató, azt fejezi ki, hogy a beruházás teljes élettartama alatt képződő pénzáramok diszkontált összegéből levonva a kezdő pénzáramot, mekkora nettó jövedelem (hozam) képződik. Azokban az esetekben használatos, amikor ismertek azok a pénzügyi források, amelyekből a beruházás (befektetés) megvalósul vagy adott egy minimális hozamkövetelmény (Karácsony, 2007). A kezdő pénzáram előjele mindig negatív (pénzkiadás), a működési pénzáramok együttes jelenértéke pedig általában pozitív, ezért a nettó jelenérték az alábbiak szerint írható fel:

$$NPV = -I_0 + \sum_{i=1}^{n} (R_i - D_i) \frac{1}{(1+t)^i} + V_n \frac{1}{(1+t)^n},$$

ahol:

n = a projekt élettartama;

I_0 = kezdő pénzáram T_0 időpontban (a beruházás megvalósítási költsége);

R_i = az i periódus működési bevétele (hozama);

D_i = az i periódus működési kiadásai;

$R_i - D_i$ = az i periódus nettó cash flow-ja;

t = diszkontráta;

V_n = a beruházás maradványértéke T_n időpontban.

Meg kell jegyezni azonban, hogy gazdasági tartalmából következően a nettó jelenérték korlátozottan kifejezőképes, mivel korlátozottan számol a tőkeösszeggel és a lekötési idővel. Gazdálkodási szempontból fontos egyrészt, hogy a diszkontált többletnyereséget milyen átlagos összegű befektetéssel érik el, másrészt hogy hány évi átlagos tőkelekötés húzódik meg a diszkontált többletnyereség mögött.

A nettó jelenértékszabály alkalmazása esetén azok a beruházások fogadhatók el, amelyek nettó jelenértéke pozitív (Castle *et al.,* 1987).

A beruházó előtt három lehetséges döntés áll:
- A fogyasztási döntés annak meghatározását jelenti, hogy a rendelkezésre álló forrásból menynyit költenek fogyasztásra ma.
- A beruházási döntés annak megválasztását jelenti, hogy a rendelkezésre álló forrás mekkora hányadának felhasználását halasszák el a jövőbeli források növelése reményében.
- A finanszírozási döntés során meghatározzák, hogy mekkora összeget kell kölcsönadni és kölcsönvenni a fogyasztási és beruházási döntések lebonyolításához.

A három döntés egymással szorosan összefügg, s nem kezelhetők izoláltan. A döntéshozók folyamatosan szembesülnek azzal a választási helyzettel, hogy a források mekkora részét fogyasszák el azonnal, s mennyit ruházzanak be a későbbi, nagyobb fogyasztás elérése érdekében. Az azonnali és a késleltetett fogyasztás között átváltási kapcsolat (*trade off*) van.

A nettó jelenérték – mint döntési szabály – alkalmazásának előnyei:
- figyelembe veszi a pénzáramok nagyságát és azok időbeli alakulását is a beruházás teljes élettartama alatt;
- objektív mutató (nem egy szubjektív alapon meghatározott értékhez, hanem 0-hoz viszonyít);
- figyelembe veszi a pénzáramok időbeni alakulását a beruházás teljes élettartama alatt;
- mivel a jelenérték-számítás következtében mindent mai pénzben mér, ezért a különböző beruházási javaslatokkal kapcsolatos pénzáramok, illetve nettó jelenértékük összeadható, az összeadhatóság (additivitás) tulajdonságával egyedül csak a nettó jelenértékmódszer rendelkezik;
- a leginkább biztosítja a tulajdonosok vagyonának gyarapodását.

A nettó jelenérték alkalmazásának hátrányai:
- az erőforrások korlátozott rendelkezésre állása esetén nem feltétlenül vezet jó döntéshez;
- a többi mutatóhoz képest nehezebben megérthető a mutató tartalma;
- nehéz meghatározni a diszkontáláshoz használható rátát, becslést kell alkalmazni, amiben már megjelenhetnek szubjektív szempontok;
- a jövőbeni pénzáramok csak becsülhetők, ami szintén szubjektív lehet (ez más mutatók esetében is fennáll).

Az öntözésfejlesztés megtérülésének vizsgálata a szakirodalomban

Az előző alfejezetben tárgyalt, alapvetően gazdasági fenntarthatóságra koncentráló megközelítés szerint írt tanulmányok jobbára egyetértenek az öntözésfejlesztés megtérülő voltában, bár mindegyik tanulmányban speciális feltételrendszer szükséges a gazdaságos öntözésfejlesztés megvalósításához.

Bár jelen tanulmányunkban vállalati/gazdasági szintű elemzést végzünk, mégis fontos megemlíteni Kirsten és Zyl (1990) kutatását, akik az öntözött és nem öntözött mezőgazdasági termelés jövedelmezőségének és hatásainak összehasonlítását vizsgálták regionális szinten, és munkájuk során azt találták, hogy a legtöbb vizsgált régióban az öntözött mezőgazdasági termelés jelentős hozzájárulást eredményez az adott régió gazdaságához.

Biró *et al.* (2011a) tanulmányában az öntözésből származó jövedelem gazdaságossági kalkulációjakor a nettó jelenérték, a jövedelmezőségi index, a dinamikus (diszkontált) megtérülési idő és a belső megtérülési ráta mutatókat használták. A vizsgálat jó és közepes termőhelyi adottságokra, és a jó termőhelyen lineáris öntözőberendezéssel, míg a közepes termőhelyen csévélődobos öntözőberendezéssel végrehajtott öntözésre vonatkozott.

Szintén fontos hangsúlyozni, hogy a fenti módszertani megközelítés nem az öntözéses és öntözés nélküli gazdálkodás szimpla összehasonlítására szolgál, mivel egy adott termőhelyen az öntöző-

berendezés telepítése számos változást hoz a termelési szerkezetben is. Ugyanazon a termőhelyen öntözött és öntözés nélküli körülmények között más a vetésszerkezet, más a vetésváltás, más a termesztéstechnológia és más az eszközháttér. Ennek oka, hogy öntözött vagy öntözhető körülmények közé minden vállalkozás olyan kultúrákat helyez, melyek az öntözés által jelentett pótlólagos ráfordításra a legnagyobb pótlólagos hozammal (naturális és pénzbeni) reagálnak.

Javítja az öntözés gazdaságosságát, ha minden évben öntözhető és az öntözés hatására többletjövedelmet biztosító kultúra kerül a vetésszerkezetbe. A beruházás gazdaságossága az aszályok gyakoriságának növekedésével szintén javul, mivel az aszályos évet általában alacsony termésátlag és emiatt magas értékesítési ár követi. Ilyen évjáratokban már a termésbiztonságot biztosító öntözés is gazdaságos lehet, ám a szárazművelésnél nagyobb hozamot eredményező öntözés különösen kedvező lehet. Az értékesítési ár nagy hatással van a megtérülési viszonyokra, első helyen ez határozza meg a beruházás gazdaságosságát (Biró *et al.,* 2011a).

Szűcs *et al.* (2008) vizsgálatai alapján az öntözésfejlesztés támogatása a termőhelyi adottságok figyelembevételével indokolt:

- Jó termőhelyi feltételek mellett (földminőség >25 AK), átlagos évjárati viszonyoknál az öntözés gazdaságossága közepesnek mondható, a beruházás megtérül. Vizsgálatai rámutattak arra, hogy a 40 százalékos beruházási támogatásban részesülő, jó termőhelyi viszonyok között végrehajtott öntözési beruházás ökonómiai szempontból kifejezetten kedvezőnek ítélhető, nagy valószínűséggel megtérül, akár a pesszimista szcenárióban is. Ilyen viszonyok között végrehajtott beruházás tehát mind üzemi, mind nemzetgazdasági szinten gazdaságos és megtérül, így feltétel nélkül támogatható.
- Közepes termőhelyi viszonyoknál (földminőség 17–25 AK) az öntözés gazdaságtalan, a beruházás nem térül meg 10 éven belül sem. A beruházás gazdaságosságát közepes termőhelyen igen nagy mértékben befolyásolhatja a vetésszerkezet is, így ennek optimális kialakítására mindenképpen törekedni kell. Olyan vetésszerkezetben, melybe minden évben az öntözést megháláló növényi kultúra kerül, a beruházás megtérülése elképzelhető. Közepes termőhelyen a beruházási támogatás nélkül gazdaságtalan beruházás támogatás hatására gazdaságossá válhat. Ez azonban azt jelenti, hogy a beruházás gazdaságossága csak üzemi szinten válik pozitívvá (FNPV), a nemzetgazdaság szintjén ugyanúgy egy nem megtérülő beruházásról van szó. A közepes termőhelyen megvalósított öntözésfejlesztések tehát csak feltételekkel (megfelelő vetésszerkezet, nagy szaktudás, korszerű technológia, stabil piac és értékesítési lehetőségek) támogathatók.
- Gyenge termőhelyeken (földminőség <17 AK) az öntözőberendezés gazdaságossága erősen negatív. Ezen érdemben a beruházási támogatások sem változtatnak, így egyértelmű, hogy gyenge termőhelyen öntözésfejlesztés még feltételesen sem támogatható. A beruházások itt mind üzemi, mind nemzetgazdasági szinten teljesen gazdaságtalannak bizonyulnak.

Az öntözési beruházás üzemi szintű gazdaságossági vizsgálatára angliai és elsősorban fejlődő országokból származó szakirodalmi példákat találtunk. Az alábbiakban ezekből ismertetünk néhányat.

Az öntözéses termelés gazdaságosságát vizsgálta átfogó tanulmányban Weatherhead *et al*. (1997). Munkájukban a búza öntözéses termelésének hatékonyságát, pénzügyi életképességét vizsgálták különböző talajadottságok és öntözőrendszerek esetében. Az akkori eredmények még azt mutatták, hogy az öntözéses növénytermesztés Angliában csak az olyan növények esetében hatékony gazdaságilag, mint a burgonya- vagy a zöldségtermesztés, bár már ekkor felmerült, hogy a búza világpiaci árának növekedésével a gabona esetében is gazdaságilag megtérülő lehet az öntözéses termesztés.

Knox *et al.* (2012) tanulmányában az angliai gazdálkodók öntözéses gazdálkodási stratégiáját, az öntözési döntések meghozatalával kapcsolatos tényezőket vizsgálta. Különösen fontos ez a kérdés

azért, mert a legújabb szabályozások nagy hangsúlyt fektetnek az öntözés hatékonyságának növelésére, és ahhoz, hogy egy gazda meg tudja újítani öntözési engedélyét, bizonyítania kell a hatékony vízfelhasználást. A tanulmány hangsúlyozza, hogy egy-egy öntözéses beruházási döntésnek fontos indirekt gazdasági hatásai is vannak, mint például az öntözéses termelés fontossága a vidéki közösségek megtartása, megélhetése szempontjából. A termelők egyéni profittermelési érdekeit, a helyi/regionális gazdasági érdekeket és hatásokat azonban össze kell egyeztetni a környezetvédelmi szempontokkal, szabályozásokkal is. A tanulmány megállapítja, hogy a termelők az öntözéssel kapcsolatos döntések meghozatalakor – a tudatos víztakarékosság helyett – egyértelműen a gazdaságuk termelékenységének növelését tartják szem előtt, ennek érdekében csökkentik a vízfelhasználási veszteséget és alkalmazzák a leghatékonyabb technológiát és öntözési eljárást.

Szintén Angliában vizsgálja a búza termesztésével kapcsolatos öntözés hatékonyságát és az azt befolyásoló döntéseket El Chami *et al.* (2015). A búza az egyik legnagyobb területet elfoglaló kultúrnövény Angliában, amit eddig alapvetően öntözés nélkül termesztettek, mivel ebben az esetben az öntözés gazdaságilag nem volt hatékony. Az utóbbi években a búza világpiaci árának növekedése és az aszályos időszakok gyakoribbá válása miatt azonban az eddig öntözés nélküli termesztést át kell gondolniuk mind a gazdálkodóknak, mind a szakpolitikának. A búza öntözéses termesztése jelentős hatást gyakorol nemcsak az üzemi szintű beruházásokra, hanem az öntözési iparra és a Kelet-Angliában amúgy is szűkösen rendelkezésre álló vízkészletekre. Tanulmányukban az őszi búza öntözéses termesztésének pénzügyi életképességét vizsgálták homokos agyag talajon, Észak-Anglia hosszú távú meteorológiai adataira alapozva (1961–2011).

Az alkalmazott modellgazdasági számítás egy tipikus öntözési menetrendet feltételezett hozam- és minőségmaximalizálással, valamint 2007 és 2012 közötti átlagos búzapiaci árakkal. Az öntözés költsége csévélős vízágyúrendszerre, folyóból történő vízkivételre (mind nyári kivételű, közvetlen felhasználású, mind téli vízkivételű, tárolt vízfelhasználás) lett kidolgozva. A modellben a pénzügyi életképesség meghatározásához költség-haszon elemzést használtak (*Financial Investment Appraisal,* FIA).

A tanulmány eredményei azt mutatják, hogy a hozamfokozás érdekében javasolt kiegészítő öntözés gazdaságilag azoknál a termelőknél térül meg, akiknek a rendelkezésére áll felhasználatlan öntözőberendezés és felhasználatlan nyári vízbázis közvetlen vízkivétellel, mindezt kiegészítve a későbbi időszakban nagyobb értékű öntözött zöldségtermesztéssel. Új öntözési beruházás létesítése szintén életképes lehet, ha fel nem használt nyári folyóvíz rendelkezésre áll. A modell azt mutatta, hogy a vizsgált peremfeltételekkel új mezőgazdasági víztározó létesítése jelenleg nem nyereséges, ugyanakkor a búza világpiaci árának várható növekedése és a klímaváltozás hatásai miatt az ilyen jellegű befektetés pénzügyi megtérülése a jövőben egyre valószínűbb (különösen a szárazabb kelet-angliai területeken és az alacsony víz-visszatartású talajok esetében). Azonban figyelembe véve a szűkösen rendelkezésre álló vízkészleteket és a víz iránti egyre növekvő igényt, az öntözéses búzatermesztés széles körű elterjedése nem feltétlenül kívánatos.

A fenti modellszámításhoz kapcsolódik Bacsi *et al*. (2011) tanulmánya, amelyben a klímaváltozást és annak hatásait modellezték Magyarországra. A tanulmányban megállapítják, hogy a jövőben valószínűleg bekövetkező klímaszcenáriók mindegyike hatékony választ követel meg a mezőgazdasági termeléstől. Ez érintheti a mezőgazdasági termelés menedzsmentstratégiáját, a földhasználatot, a termelési szerkezetet, a termékenyítési és az öntözési stratégiát is, és mindenképpen komoly hatása lehet a gazdaság jövedelmezőségére. Ugyanakkor ez a tanulmány is megállapítja, hogy a fenti döntések (így az öntözéssel kapcsolatos döntések) meghozatalakor figyelembe kell venni regionális szinten a komparatív (gazdasági-társadalmi) hatásokat is.

Az üzemi öntözésfejlesztés technológiai kérdései

Egy jól működő öntözőrendszer tervezésekor számos tényezőt kell figyelembe venni, többek között a talaj jellemzőit, a vízháztartás rendszerét és a növény vízigényét. Az öntözőrendszer kialakítása és működtetése akkor válik hatékonnyá, ha az alábbi szempontokról kellő információval rendelkezünk (Tóth, 2006):

- Az öntözendő növényi kultúrának mekkora a maximális vízhiánya, amely még nem veti vissza a várható hozamot (gyökerezési mélység, szántóföldi vízkapacitás és a növény nedvességigényének ismerete szükséges)?
- Milyen öntözési intenzitást bír el a talaj, az öntözővíz és az öntözendő növényi kultúra?
- Mekkora az az időtartam, amit a növényi kultúra elvisel öntözés hiányában a terméshozam csökkenése nélkül?
- A növényi kultúrának mekkora vízmennyiségre van szüksége?

Öntözési módok

Az utóbbi évtizedekben a vízpótlás egyre inkább terjed a mezőgazdaságban, aminek okai többek között a meteorológiai folyamatok, a termés mennyiségének növelhetősége, az öntözőberendezések beruházási költségeinek kedvező alakulása, az egyéb termelési költségek emelkedése és a nagyobb gazdasági eredmény elérése (Tóth, 2003a). A növények megfelelő fejlődéséhez elegendő levegő, fény, hő, tápanyag és víz szükséges. Ezek közül a gazdálkodók az utóbbi két tényezőt képesek lényegesen módosítani. A növény fejlődését a túl sok vagy túl kevés víz egyaránt negatívan befolyásolja. A természetes csapadékot is hasznosító kultúrák esetén az öntözéses gazdálkodás akkor eredményes, ha a természetes csapadékot optimális időben és mennyiségben egészítik ki mesterséges úton. Ha a minimálisan szükséges vízmennyiség az öntözéssel sem biztosítható, akkor gazdasági haszon nem keletkezik, a termelési költségek feleslegesen nőnek. Az öntözéstől gazdasági eredmény akkor várható, ha az beépül a növénytermesztési technológiába. A vízhiány jelei után kijuttatott „termésmentő” vízpótlás akár növelheti is az üzem veszteségét. Ennek kapcsán érdemes megjegyezni, hogy jelenleg a vízjogi engedélyezés alapja az augusztusi 80 százalékos készlet rendelkezésre állása, amely különösen az intenzív zöldségtermesztés esetében nincs összhangban a tenyészidőszak egyes időszakai alatt jelentkező vízigénnyel. Éppen ezért a jövőben szükséges annak vizsgálata, hogy indokolt-e a hónaponként rendelkezésre álló készletszámítás és ebben az esetben is megfelelő a 80 százalékos szabály. A fő elvárás az, hogy olyan készletre vonatkozó információra van szükség, amely még elfogadható veszteségszintet enged meg a vízhiány esetén. Ma a vízpótlást együtt kell kivitelezni a növények tápanyag-utánpótlásával a minimális környezetet terhelő hatás és az elvárt gazdasági eredmény érdekében.

Attól függően, hogy a vizet a talaj felszínén, a levegőn keresztül vagy a felszín alatt (az altalajon keresztül) juttatják a növényhez, többféle öntözési mód különböztethető meg (1. melléklet):

1. felületi öntözési mód;
2. esőszerű öntözési mód;
3. felszín alatti (altalaj) öntözési mód;
4. mikroöntözési mód.

Az egyes öntözési módoknál, főként a felületi öntözésnél a növényhez vezető öntözőelemeket többféleképpen lehet kialakítani, így a vízadagolás további változatai (eljárásai) jönnek létre.

Az öntözővíz mennyiségét az öntözés módja, a talajban tárolt nedvesség és a növényzet vízigénye határozza meg. Az öntözőberendezés üzemeltetéséhez vízkivételi hely, vízszétosztó hálózat, nyomásközpont, a szállításhoz-telepítéshez traktor és nem utolsósorban hozzáértő személyzet is szükséges.

Egyes öntözőgépekkel a szükséges vízmennyiség biztosítása mellett olyan feladatok is megoldhatók, mint a fagyvédelem, a kelesztés, a minőségjavítás (például a gyümölcsszínezés) és a tápanyagpótlás (oldott vagy hígtrágyával).

Felületi öntözési mód

A felületi öntözésnél a vizet a talaj felületén vezetve juttatják az adott növényhez. Legfőbb előnye, hogy a víz mozgatása alapvetően gravitációs úton történik, így az energiaköltség minimalizálható.

A felületi öntözési módon belül az öntözni kívánt területet ellátó vezetékek és öntözőelemek kombinációja alapján további osztályozás végezhető el (Fűzy, 2002). A felületi öntözés nem javasolt a nagy vízáteresztő képességű talajokon, mert fennáll az erózió veszélye és nagy a vízveszteség.

Az öntözőelemek kialakításától és a vízadagolás módjától függően a felületi öntözési módon belül megkülönböztethető az árasztásos, a csörgedeztető és az áztató (barázdás) öntözési eljárás:

- Árasztás esetén az egyenletes vízborítás érdekében elengedhetetlen a sík felszín. Általában 5 cm-nél nagyobb egyenetlenséget már kedvezőtlennek tartanak (Csajbók, 2004).
- Csörgedeztető öntözésnél a vízlepel lefolyásához megfelelő lejtés szükséges.
- Áztató (vagy barázdás) öntözés domborzati viszonyoktól függetlenül alkalmazható.

A felületi öntözési mód a Földön a legelterjedtebb megoldás a víz pótlására, azonban Magyarországon nincs gyakorlati példa alkalmazására, leginkább a következő hátrányok miatt (Csajbók, 2007):

- alacsony a hatékonysága (nagy vízveszteség);
- a víz kijuttatása egyenetlen;
- jó minőségű öntözésre nem alkalmas;
- öntözés előtt tereprendezés szükséges.

Esőszerű öntözési mód

Az esőszerű öntözési mód legsajátosabb jellemzője, hogy az öntözővíz – a természetes esőhöz hasonlóan – cseppek formájában, nagy területen szétszóródva, felülről jut a növényzetre, a talajra. A vizet – kivételes esetektől eltekintve – zárt csővezetékben, nagy nyomás alatt vezetik a szórófejekhez, ahonnan az – a levegő-ellenállás hatására – porlasztva jut el a növény lombozata alá vagy fölé (Tóth, 2006).

Az esőszerű öntözési mód főbb előnyei (Patay, 2015; Tóth, 2003b, 2007; Grasics, 2002; Balázs, 1996):

- Egyenletes beázási profil érhető el.
- A szórófejek méretválasztéka és kialakítása nem érzékeny a domborzati viszonyokra és a táblaméretekre.
- A kijuttatási intenzitás széles tartományban meghatározható (függ a talaj tulajdonságaitól).
- Az üzemeltetés és az automatizálás könnyű.
- A kijuttatott víz mennyisége jól mérhető.
- 20-50 százalékos vízmegtakarítás érhető el a felszíni öntözési (barázdás, árasztásos) módokhoz képest.
- A zárt vízszállító rendszer megakadályozza a kémiai és fizikai szennyeződések bejutását.
- Lehetőséget ad tápanyagok kijuttatására.
- Az alkalmazási céltól függően könnyen telepíthető.
- Az állandó telepítésű rendszerek munkaerőigénye alacsony.
- Lehetőséget ad a mikroklíma szabályozására, a környezet hűtésére vagy a fagy elleni védelemre.

Az esőszerű öntözési mód főbb hátrányai:

- Az üzemeltetéshez általában magas, 2–8 bar nyomás szükséges, amelynek előállítása nagy energiabefektetést igényel.
- A nyomásálló csövek, idomok, szerelvények drágák.
- A szélsebesség nagyban befolyásolja a kijuttatás egyenletességét, az apró cseppeket a szél messze elszállítja. Az öntözést 5 m/s (18 km/h) szélsebesség felett szüneteltetni kell.
- Magas (10-50 százalék körüli) a párolgási veszteség a kijuttatás során, a víz egy része a levegőben párává alakul, más része a növényzet felületéről távozik.
- Kicsi és szabálytalan alakú tábláknál a táblaszéleken túli öntözés miatt a vízveszteség nagy. Egyes berendezések alkalmazása esetén művelőút kihagyása szükséges, mely kimarad a termőterületből.
- Az öntözőberendezés jelenléte, a több napig nedves talajfelszín akadályozza a talajművelést, a növényvédelmi munkákat, a betakarítást.
- A növényállomány feletti öntözés elősegíti a kórokozók terjedését, lemossa a növényvédő szereket a levélzetről.
- Gyenge minőségű, magas sótartalmú öntözővíz a levelek perzselését okozhatja.
- A nem a talaj tulajdonságaihoz igazított intenzitás, öntözővízadag cserepesedést, eróziót okoz.

Az esőszerű öntözés tipizálása nem egyszerű, habár a szántóföldi kultúrákban a legelterjedtebb öntözési mód, az öntözött terület több mint 2/3-án alkalmazzák a gazdálkodók (Csajbók, 2007).

Az esőszerű öntözés gépei

A hazai éghajlati viszonyok között a nagytáblás, nagy felületű öntözés víz- és energiatakarékosan, sok tekintetben leggazdaságosabban a jól automatizálható, nagy teljesítményű frontmozgású (lineár) vagy körforgó (pivot) magajáró öntözőberendezésekkel valósítható meg.

Ezek 20 és 400 hektár közötti táblák vagy egy tagban elhelyezkedő több kisebb, de jól bejárható szomszédos tábla együttes öntözésére alkalmasak. Az öntözőberendezések kerekeken gördülő tornyokból épülnek fel. Az egymástól 25–55 m távolságra lévő tornyokon (kocsikon) helyezik el a csővezetéket. Az öntözőberendezés mozgatása egyedi hidraulikus vagy elektromotoros motorral történik, melyek haladási sebessége változtatható, ezáltal szabályozható az öntözés intenzitása (az adott idő alatt egységnyi területre kijuttatott vízmennyiség). Alkalmazási körét a talajtípus nem befolyásolja. A különböző felépítésű öntözőberendezések vízigénye és az öntözhető terület nagysága is eltérő. A korszerű berendezések 15 százalék terepesésig alkalmazhatók (Szlivka, 2002).

A körforgó berendezések vízellátása a beöntözött kör alakú terület középpontjában fúrt kútról vagy hidránsról történik. Egy-egy ilyen berendezés hossza 200 és 600 méter között változik, azaz ekkora sugarú körben tudják a területet beöntözni. Az öntözővíz esőszerű kijuttatását az öntözőgép tornyait áthidaló csőívekről különböző magasságban elhelyezett szórófejek végzik, amelyet a szárnyvezeték végén nagy hatósugarú szórófej is kiegészíthet (Hajdú, 2015a).

A lineár öntözőrendszer fontosabb előnyei:

- Az állandó telepítés és kis intenzitás miatt kötött és homokos talajon is alkalmazható.
- Működése teljes egészében automatizálható, jól szabályozható, kézi munkaerőt alig igényel.
- A legkorszerűbb berendezések helymeghatározó rendszerekkel (GPS), GSM- vagy internet-alapú adatátvitelek segítségével távvezérelhetők, illetve távfelügyelhetők.
- A légköri aszály kivédhető alkalmazásukkal, mert kis vízadaggal gyorsan áthaladnak a terület felett.
- Legújabb típusai kiválóan illeszthetők a precíziós gazdálkodás technológiai sorrendjébe.

A lineár öntözőrendszer hátrányai:
- nagy beruházási költség;
- magas karbantartási költség (elsősorban vandalizmus miatt);
- a vízbetáplálástól függően az energiaigény jelentős lehet.

Csévélődobos (konzolos) gép

A járva üzemelő öntözőberendezések közül a legelterjedtebb a csévélődobos öntözőgép. Ezek a berendezések széles méretskálával, sokféle műszaki felépítésben és vezérléssel készülnek (Hajdú, 2015a).

A csévélhető tömlős öntözőberendezések legáltalánosabb sajátossága az, hogy az öntözést a tömlő végéhez csatlakoztatott nagy hatósugarú szórófej(ek) végzi(k) a tömlő szakaszos vagy folyamatos csévélése, vonszolása közben, 50–100 méter munkaszélességgel, legfeljebb 500 méter hosszúságú sávöntözéssel. A csévélődobos rendszerek kerekes alvázból, azon elhelyezett dobból, tömlőből, szórófejkocsiból, hajtóműből állnak össze (Szlivka, 2002).

A csévélhető tömlős öntözőberendezésekkel szabálytalan alakú táblák is öntözhetők, bár a gumitömlős öntözőberendezéseket inkább szabályos alakú táblán célszerű használni, ahol a berendezés haladásának hossza a tömlő hosszával vagy kétszeresével egyenlő.

Szántóföldön és kertészetekben egyszerűen használható megoldás néhány hektártól a nagyobb táblaméretekig.

A szórófejkocsira szerelt konzol lehetővé teszi a kíméletes öntözést az öntöződobbal. A konzolok alacsonyabb nyomásigényének (1 bartól), jobb cseppképzésének és egyenletesebb szórásképének köszönhetően nem csak a vízkijuttatás lesz pontosabb, de az üzemeltetés költségei is csökkennek.

A csévélődobos öntözőrendszer fontosabb előnyei (Fűzy, 2002; Grasics, 2002):
- Alkalmas alacsony és magas növényi kultúrák öntözésére is.
- Az öntözendő területen kialakított hidráns rendszerhez egyszerűen csatlakoztatható.
- Gyorsan, könnyen áttelepíthető, több táblán alkalmazható öntözőrendszerek.
- Mobilitásuknak köszönhetően könnyen szállíthatók, és így az öntözési idényen kívül akár a telephelyen is tárolhatók.
- Az üzemeltetés során csak felügyeletet igényel.
- Alacsony fajlagos bekerülési költség.
- Szervizigényük minimális.

A csévélődobos öntözőrendszer hátrányai:
- Amennyiben csak vízágyúval van felszerelve, az érzékeny növénykultúrát és a talajt károsíthatja az öntözés (nem megfelelő cseppméret).
- Érzékeny a talajegyenetlenségre.
- Magas üzemeltetési költségek.

Szórófejes öntözés

A szórófejes öntözés az esőztető mód egyik – főként kertészetekben alkalmazott – területe. Az elmúlt időszakban egyre inkább népszerűvé vált ez a fajta öntözési technológia is, mivel egyre több ismeretet szereztek a kis teljesítményű mikroszórófejes eljárásról a termelők (Kovács, 2003).
A kertészeti szórófejes öntözőrendszer agrotechnikai előnyei:
- Az alacsony intenzitásnak köszönhetően az egyszerre öntözhető terület 2,5-5-ször nagyobb, mint hagyományos szórófejek használatával.
- Szeles időben is megfelelő egyenletességet biztosít.
- Optimális szinten tartható a talaj nedvesség- és levegőtartalma, öntözés után nem cserepesedik a talaj, ezzel ideális feltételeket teremt a növények csírázásához és keléséhez.

- A levegő magas páratartalmát az adott öntözött területen biztosítja.
- Az apró zöldségmagvak kelesztő öntözését egyöntetűen kis, 1–3 mm/h intenzitással képes biztosítani.

A kertészeti szórófejes öntözőrendszer gazdasági előnyei:
- Energiatakarékos, kis nyomással és térfogatárammal működik.
- Víz- és tápanyag-takarékos öntözési megoldás.
- Az áramlásszabályozós rendszerekkel hosszabb szárnyvezetékek építhetők, ezáltal a fajlagos beruházási költség kisebb lesz.
- Munkadíjat takarít meg, mivel a nagyobb területek is egyszerűen betelepíthetők és üzemeltethetők.

A kertészeti szórófejes öntözőrendszer hátrányai:
- magas fajlagos bekerülési költség;
- a sűrű szárnyvezetékek miatti művelési akadály.

Komplexen vizsgálva megállapítható, hogy a szórófejeket, különösen a kis vízadagolásúakat a nagy termelési értéket képviselő ültetvények (szőlő, gyümölcs, faiskola stb.), zöldséghajtatás, fóliasátrak, üvegházak, dísznövénytermesztés területén gazdaságos alkalmazni (Szatlóczki, 2008).

Mikroöntözési mód

A mikroöntözési mód jellemzője, hogy nem öntözik a teljes felszínt, a kijuttató elemek fixen telepítettek, a talajban a víz mozgása egyirányú, a tápoldatozás része az öntözésnek (*fertigation*). A mikroöntözés domborzati viszonyoktól függetlenül alkalmazható, lejtős területeken is biztosítani lehet az egyenletes kijuttatást.[6] Bármilyen méretű, formájú területen eredményesen üzemeltethető. Talajadottságoktól függetlenül, rossz vízgazdálkodású talajon is alkalmazható megfelelő, a talaj vízvezető és tároló képességét figyelembe vevő tervezés mellett. A folyamatos adagolás révén az alacsony vízkapacitású homoktalajon is lehetővé válik az intenzív termelés, a kis intenzitás miatt pedig kötött agyagtalajokon is eredményesen megvalósítható az öntözés (Tóth, 2011). A többi öntözési módhoz képest magasabb sótartalmú víz is használható, mivel a gyakori kijuttatás miatt nem szárad be a talajoldat. Kis víztöbblet kijuttatásával a sók kilúgozhatók a gyökérzóna alá. A levelek nem érintkeznek az öntözővízzel, így nincs perzselődés. Ugyanakkor a sókiválások, szennyeződések könnyen eltömíthetik a csepegtetőtestek szűk járatait, ezért a víz tisztítása, szűrése feltétlenül szükséges. Felszín alatti csepegtető öntözéshez tisztított szennyvizek is felhasználhatók (Tóth, 2011).

A mikroöntözési módok közös jellemzője, hogy a vizet kis nyomáson, kis mennyiségben juttatják ki a növények közvetlen közelébe, ezáltal – a hagyományos öntözési módokhoz képest – víz- és energiatakarékosak. Az elnevezés olyan gyűjtőfogalom, amely csak az elmúlt néhány évtizedben vált használatossá. A mikroöntözésen belül a már eddig kialakult sokféle és egymástól több vonatkozásban eltérő berendezésváltozat – alapvetően a vízkiadagoló elem kialakítása és elhelyezkedése szerint – két csoportba sorolható (Ligetvári, 2000, 2008):
- Cseppenkénti vagy csöpögtető öntözési módszer:
  - szabad áramlási pályájú (szárnyvezetékre helyezett) öntözési eljárás;
  - kényszer (labirintus) áramlási pályájú (szárnyvezetékbe épített) öntözési eljárás;
  - önszabályozós (nyomáskiegyenlítős) öntözési eljárás.
- Mikroszórós öntözési eljárás:
  - vízsugaras öntözési eljárás,
  - ütközőlapos öntözési eljárás,
  - mozgóelemes (rotoros) öntözési eljárás.

[6] A terep egyenetlensége csepegtető öntözés esetén nem haladhatja meg a 10 százalékot. Legfeljebb 3 százalékos lejtésű területre célszerű telepíteni szabad kifolyású rendszer esetén. Ennél nagyobb lejtés mellett nyomáskompenzált csepegtető elemeket kell használni vagy a területet több szakaszra bontva a csöveket a rétegvonalak mentén kell elhelyezni (Tóth, 2011).

A mikroöntözés előnyei (Deák, 2002; Szatlóczki, 2008; Tóth, 2011):
- kiegyensúlyozott növényfejlődés, nagyobb, jobb minőségű termés;
- pontos adagolás, kis vízveszteség (~95 százalékos hasznosulás is elérhető);
- tápanyagok, kemikáliák kijuttatásának lehetősége (a növény közelébe);
- kedvező növényegészségügyi körülmények (száraz levél);
- energiatakarékosság (kisebb teljesítményű berendezések);
- rossz vízgazdálkodású talajokon is alkalmazható;
- magasabb sótartalmú vizek is használhatók.

A mikroöntözés hátrányai:
- eltömődés (sók, baktériumok nyálkái, fizikai szennyeződések);
- a magas relatív páratartalom hiánya;
- sófelhalmozódás a gyökérzónában.

A szántóföldi zöldségtermesztésben ma kiterjedten (éves felhasználás kb. 30 millió m^3) használják a csepegtető öntözőszalagokat. A szalagcső falvastagsága kicsi (150–200 mikron), könnyen lefektethető a talajtakaró fólia alá, így lehetővé teszi a korai szántóföldi termesztést, a tenyészidőszak növelését elsősorban a görögdinnye és paprika esetében. Főként Kelet-Magyarországon jelentős felhasználásának aránya az uborka támrendszeres termesztésében.

Öntözési technológiák alkalmazhatósága az egyes növénykultúráknál

Az egyes szántóföldi növények vízpótlását biztosító öntözési eljárás kiválasztásához a helyszíni körülményeket, a terület jellemzőit, a talaj minőségét, a növények vízigényét és az öntözési eljárást indokolt figyelembe venni. A növényállományok vízigényét számos tényező befolyásolja, amely hatással van az alkalmazandó öntözési technológiára is:
- faj- és fajtatulajdonságok;
- a tenyészidő hossza, amelyhez eltérő vízigény tartozik.

A hazai szántóföldi növénytermesztésben és kertészeti gazdálkodásban a legelterjedtebb öntözési technológiák:
- lineár;
- csévélődobos és
- mikroöntözés.

Természetesen az adott növénykultúra jellemzői és igényei, a gazdálkodó lehetőségei, a környezeti adottságok függvényében az előbbiek mellett más öntözési eljárást is alkalmaznak hazánkban a gazdálkodók.

A 4. táblázatban a leggyakoribb öntözést igénylő növénykultúrákat párosítottuk össze az alkalmazható öntözési technológiával.

4. táblázat: **A főbb öntözési technológiák alkalmazása az egyes növénykultúrák esetében**

Öntözendő szántóföldi növények	Öntözési mód (technika)
Vetőmagnövények	
Hibrid kukorica	Lineár, körforgó; Csévélődobos (konzolos)
Napraforgó	
Repce	
Lucerna	
Egyéb	
Nagymagvú zöldségek	
Csemegekukorica	Lineár, körforgó; Csévélődobos (konzolos)
Zöldborsó	
Zöldbab	
Aprómagvú zöldségek	
Paradicsom	Lineár, körforgó; Mikroöntözés (csepegtető-miniesőztető)
Paprika	Mikroöntözés (csepegtető-miniesőztető)
Hagyma	Lineár, körforgó; Mikroöntözés (csepegtető-miniesőztető)
Káposztafélék	Csévélődobos (konzolos); Kertészeti szórófejes öntözés
Dinnye	Mikroöntözés (csepegtető-miniesőztető)
Ipari növények	
Burgonya	Lineár, körforgó; Csévélődobos (konzolos); Kertészeti szórófejes öntözés
Cukorrépa	Lineár, körforgó; Csévélődobos (konzolos)
Szója	
Takarmánynövények	
Árukukorica	Lineár, körforgó; Csévélődobos (konzolos)
Silókukorica	
Gyümölcsfélék	
Gyümölcs, szőlő	Mikroöntözés (csepegtető-miniesőztető)

Forrás: KITE Zrt. adatai alapján készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A kiemelt öntözési technológiák beruházási költségei

A közép-európai térségben egyre inkább érzékelhetők az éghajlatváltozás negatív hatásai, ami a lehulló csapadék mennyiségén is meglátszik. Ennek következtében az öntözésfejlesztés egyre inkább kulcstényezővé válik a gazdálkodás során. Azonban az öntözés megvalósítására nem úgy kell tekinteni, mint egy szokványos beruházásra, hiszen nagyfokú szervezettséget, hosszú távú gondolkodást és a gazdálkodók közötti együttműködést követel meg. Számos olyan része van a beruházási folyamatnak, amely nem a technológia telepítését jelenti, hanem olyan feltételek megteremtését, melyek nélkül a beruházást nem lehet megvalósítani.

Az öntözési technológia megvalósításának alapkövetelménye az öntözőtelep vízjogi engedélyének megléte.

Szántóföldi és kertészeti művelésnél alkalmazott öntözési technológia megvalósítása esetén többek között az alábbi eljárásokat és engedélyeket kell beszerezni:

1. Geodéziai felmérés: A felmért adatok a földhivataltól beszerzett hiteles alaptérképen koordinátahelyesen kerülnek felvezetésre és dokumentálásra.
2. Talajvédelmi terv elkészítése: Az öntözés megvalósíthatóságát tisztázandó céllal talajvédelmi tervet kell készíteni, amely alapján meghatározásra kerül, hogy a terület feltételes öntözhető kategóriába sorolható.

3. Létesítési vízjogi engedély: Az engedély tartalmazza a vízfelhasználó számára a felhasználható vízmennyiséget.
4. Öntözési beruházási terv (engedély): Ennek megvalósítására az engedélyező hatóság, a területileg illetékes természetvédelmi, környezetvédelmi és vízügyi felügyelet engedélyt ad ki.
5. Üzemeltetési vízjogi engedély: Az elkészült öntözési létesítmény, öntözőtelep üzemeltetési engedélyt kap, amely alapján az öntözés végezhető.

Az öntözési technológia kiépítése olyan beruházást jelent, amely folyamatos odafigyelést és átgondolt költséggazdálkodást követel meg. Az öntözéssel kapcsolatosan az alábbi beruházási és fenntartási költségekkel kell számolnia a gazdálkodónak (Nábrádi *et al.,* 2007):

1. Közvetlen ráfordítások/Üzemeltetési költségek:
   - az öntözőberendezések beruházási költsége;
   - az öntözőberendezések beruházásának tárgyi jelleg szerinti szerkezete (épület, építmény, földmunka és föld alatti csőhálózat, földművek és burkolatuk, gépek és berendezések);
   - az öntözőberendezések létesítésének anyagszükséglete;
   - a berendezkedés miatt kieső termőterület;
   - az öntözési szolgáltatás élőmunka-igénye;
   - az öntözési szolgáltatás energiaigénye;
   - az öntözési szolgáltatás anyagigénye és segédüzemi ráfordításai.
2. Költségnemenként:
   - amortizációs költségek;
   - fenntartás, javítás, karbantartás;
   - vízadagolás költségei (munkabér, vízdíj, energia);
   - öntözés-előkészítés költségei (munkabér és közterhei, segédüzemi költség);
   - egyéb költségek.

A fenti költségek vonatkoztathatók

- területre (ha);
- üzemórára (óra);
- öntözővíz területegységnyi mennyisége szerint (mm, m^2).

A költségeket befolyásolja

- az öntözővíz mennyisége;
- a berendezések kihasználtsága;
- a beruházási költség nagysága;
- az energia- és munkabérköltségek;
- a vízdíj.

Költségek összetétele:

- 55–70 százalék állandó költség;
- 30–45 százalék változó költség.

Az alkalmazandó öntözési technológia alapján sajátságos költségelemeket is figyelembe kell venni. A csévélődobos öntözés esetén az alábbi költségelemekkel kell számolni a beruházás során (a teljesség igénye nélkül):

- öntözőtelep kialakításának költségei;
- az öntözővíz ellátását biztosító szivattyú kiépítésének költségei;
- föld feletti nyomócsőhálózat kialakítása;
- föld alatti nyomócsőhálózat építése;
- szükséges csatornarendszer kialakítása;
- öntöződobok beszerzése;
- talajvízfigyelő kút;

- egyéb: közművek, közút, egyéb utak stb.

A lineárral való öntözés esetén az alábbi költségelemekkel kell számolni a beruházás során (a teljesség igénye nélkül):

- gépköltség;
- szivattyúállomás költsége;
- nyomócsőhálózat kiépítésének költségei;
- villanyszerelés költségei;
- vízkivételi mű építési munkálatai;
- egyéb: közművek, közút, egyéb utak stb.

A gazdálkodónak célszerű utókalkulációt is készítenie az öntözési technológia megvalósítása és üzembe helyezése után, amely arra adhat választ, hogy hatékonyabb, jövedelmezőbb lett-e az adott növénykultúra termesztése.

Az öntözéses termelés teljes és ezen belül többletköltségeit költségnemenkénti bontásban az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat: **Az öntözés költségszámítása**

Öntözéses teljes termelési költség	Ebből az öntözés többletköltsége
I. Anyagköltség	
1. Szerves trágya költsége kiszórással együtt	A nem öntözött műveléshez képest kiadott többlet-szervestrágya költsége
2. Műtrágyázás költsége tárolással, szállítással	A többletként kiadott mennyiség költsége
3. Vetőmag: vízigényes, nagy hozamú fajta	A nagyobb vetőmagadag és vetőmagár költségkülönbözete
4. Vízdíj: tarifa szerint számolva	Az egész többletköltség
5. Növényvédő szer, gyomirtó szer	Többletként kiadott mennyiség költsége (esetleg költségcsökkenés is jelentkezhet)
II. Munkadíjköltség	
1. A növénytermelés munkáinak kézimunka-költsége	A többlettermés betakarítása miatti munkadíjköltség
2. Az öntözést irányítók bérhányada	Az egész többletköltség
3. Az öntözés munkadíja	Az egész többletköltség
4. Erőgépvezetők munkadíja	A többlettermelés betakarítása miatti munkadíjköltség
5. A munkadíj közterhe (az érvényes kulcs szerint)	A többletmunkadíj után
III. Szolgáltatások	
1. Talajmunka stb.	–
2. Szállítás	A többletszállítások költsége
3. Öntözés előkészítése és befejezése	Az egész többletköltség
4. Szivattyúk stb. évi üzemeltetési költsége	Az egész többletköltség
IV. Amortizáció és fenntartás	
1. Az ágazatot terhelő tárolóépület után	–
2. Speciális betakarítógép után	–
3. Az öntözőtelep, csatorna és gép után	Az egész többletköltség
V. Biztosítás: tarifa szerint	–
VI. Egyéb költség	–
Összes közvetlen költség	Összes közvetlen költség
VII. Általános költségek	A közvetlen többletköltség utáni általános költség
Összes termelési költség	**Összes többletköltség**

Forrás: Nábrádi *et al.* (2007)

A többletköltségek nagysága – beleértve az öntözési költségeket is – meglehetősen tág határok között változik, hasonlóan szerkezeti arányukhoz (Nábrádi *et al.,* 2007). A beruházási költségek forintban kifejezett nagyságára vonatkozóan a KITE Zrt. adatai állnak rendelkezésre. A tényleges beruházási költségeket a technológián túl még számos egyéb tényező befolyásolja, így a 6. táblázatban az egy hektárra vetített költségek nagyságára vonatkozóan intervallumok kerültek feltüntetésre.

6. táblázat: **Öntözőrendszerek beruházási értékei**

ezer HUF/ha

Megnevezés		Mikroöntözés			Esőztető öntözés		
		Csepegtető öntöző		Mini-esőztető	Szórófejes öntöző	Csévélő-dobos öntözőgép	Lineár, körforgó
		szántóföldi zöldség 10 ha-ra vetítve	ültetvény 10 ha-ra vetítve	ültetvény 10 ha-ra vetítve	kertészet 10 ha-ra vetítve	50 ha-ra vetítve	50 ha-ra vetítve
1. Vízbeszerzés							
Felszíni vízcsatorna (1 km)		70	70	70	70	50	70
Felszín alatti csőkút		200	200	200	200	110	150
2. Víz kiemelése							
Elektromos szivattyús egység		80	190	220	200	70	130
Robbanómotoros szivattyúegység		110	–	–	110	90	200
3. Víz szállítása							
Nyomócsőrendszer		210	200	230	150	120	50
4. Víz kijuttatása							
Öntöző(gép)rendszer		450	600	800	740	310	600
5. Tervezés, bonyolítás		90	90	90	90	20	20
Összesen	**min.**	900	1 150	1 410	1 160	570	870
	max.	1 060	1 280	1 540	1 380	650	1 020

Forrás: KITE Zrt. adatai alapján készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Adat és módszer

Amint a korábbi fejezetekben láthattuk, az öntözési beruházás lehetősége és környezeti, gazdasági fenntarthatósága mindenekelőtt a rendelkezésre álló, megfelelő mennyiségű és minőségű vízkészlettől, az öntözésre berendezendő terület éghajlati, domborzati és talajtani viszonyaitól, valamint az öntözni kívánt növény(ek) piaci lehetőségeitől, értékétől függ. Ha egy terület természetföldrajzi vagy klimatikus okokból sérülékenyebb (pl.: belvízjárta vagy nitrátérzékeny), lényegesen nagyobb átgondolást igényel az öntözési beruházás. A megfelelő öntözési technológia kiválasztásakor az öntözést befolyásoló környezeti tényezők hatását, valamint az öntözni kívánt növényfajokat és azok időszakos vízigényét is figyelembe kell venni. Öntözésre minden esetben azon a területen – öntözésre berendezett terület – van lehetőség, amelyen megvalósult az öntözési infrastruktúra kiépítése, másrészt a szükséges engedélyek rendelkezésre állnak. Annak érdekében, hogy térben vizsgálni tudjuk, mely területeken válik gazdaságossá az öntözés és hogyan változik a térbeli kiterjedése, egy modellt alakítottunk ki, amelynek módszertana a környezeti és gazdasági hatásokat egyaránt igyekszik minél teljesebb mértékben leképezni. Az elsődleges eredményeket követően érzékenységvizsgálatot végeztünk annak megállapítására, hogy egyes befolyásoló tényezők változása milyen mértékben módosítja az öntözési beruházás által érintett területek nagyságát, valamint az öntözhető növénykultúrák körét.

Gazdaságosan öntözhető területek lehatárolása

Tanulmányunkban feltételeztük, hogy azon növénykultúráknál terjeszthető ki az öntözéses gazdálkodás, amelyek esetében már jelenleg is számottevő területet vontak be az öntözésbe. Továbbá feltételeztük, hogy a jövőben alapvetően ugyanazon termelői közösség fog gazdálkodni az adott területen, mint jelenleg, és mivel a termelőknek megvan a saját termelési kultúrájuk, illetve a hozzá kapcsolódó géppark, nem várható, hogy az adott területen gazdálkodóknál az öntözéses gazdálkodásra való áttérése teljes vetésszerkezet-váltást eredményez. Ha ugyanis ez lenne a helyzet, az nem csak teljes gépcserét feltételezne, hanem jelentős mértékű „tudáscserét" (pl.: szántóföldi nagykultúrák helyett zöldségtermesztést), amely rövid távon nem valószínűsíthető. Ennek okán a jelenlegi vetésszerkezetből indultunk ki, és azt vizsgáltuk meg, hogy ha ezt a vetésszerkezetet állandónak tekintjük, akkor hol termesztenek olyan kultúrákat, amelyek öntözéses művelésbe vonása gazdaságilag racionális a szárazműveléshez képest. Így feltételezésünk alapján alapvetően azon termelők térnének át az öntözéses gazdálkodásra, akik már egyébként is vízigényesebb kultúrákat termesztenek, és számukra az öntözési beruházás költsége lenne az áttérés egyetlen beruházási költsége, mivel az adott növénykultúrához szükséges többi eszközzel és tudással már rendelkeznek.

A KSH 2016. évi adatai szerint a magyarországi termőterület közel háromnegyede (5,4 millió hektár) a szűkebb értelemben vett mezőgazdasági terület, amely a szántó, konyhakert, szőlő, gyümölcsös és gyep művelési ágak között oszlik meg. Ebből az általunk vizsgált kiemelt öntözési potenciállal bíró szántóföldi és ültetvényes gazdálkodás által érintett növények területe a 2011–2014. évi SAPS-támogatott területek átlagának figyelembevételével 2,7 millió hektárt fedett le.

Első lépésben összehasonlítottuk, hogy mekkora az öntözött és a nem öntözött mezőgazdasági területek nagysága a vizsgált növények által lefedett 2,7 millió hektárból. A nem öntözött terület – vagyis az általunk vizsgált növények által lefedett területnek az a része, ahol jelenleg nem folytatnak öntözéses gazdálkodást – jelentette a jövőben potenciálisan öntözött területet, ami vízkeresleti oldalon 2,6 millió hektár (2. melléklet) nagyságú.

Potenciálisan öntözhető szabadföldi területek öntözési beruházásgazdaságossági számításának lépései

Számításaink a jelenlegi földhasználati viszonyokra támaszkodnak, azaz feltételezzük, hogy adott termőhelyen változatlanul a jelenlegi növények maradnak termesztésben. A vetésváltást úgy

tudtuk érvényesíteni, hogy az egyes növények homogén térbeli egységben (1×1 km-es rács, azaz 100 hektáros cella) használt területét a rácsban megfigyelt 4 éves átlagterület mellett vettük figyelembe. Egy-egy rácspont esetében az így előforduló főbb öntözhető növényekre vonatkoztatva az öntözési beruházás megtérülését a nettó jelenérték (NPV) alapján állapítottuk meg. Az NPV-számításnál az öntözőberendezés beruházási költségét, az öntözés üzemeltetési költségét és az öntözésből származó többletjövedelmet vettük figyelembe. A vetésváltás, valamint a felhasznált térinformatikai adatbázis NPV-számításra gyakorolt hatásának részletes összefüggéseit a 3. melléklet ismerteti.

A különböző típusú öntözőberendezések beruházási költsége eltérő, sőt adott típus esetén a méret tükrében változik a fajlagos költség, így nagysága egy adott típusú öntözőberendezés esetén is viszonylag széles intervallumban változhat. Öntözési technológiánként egy minimum és egy maximum beruházási költséget határoztunk meg, amelyhez az alapadatokat a KITE Zrt. számításai biztosították (6. táblázat).

Az AKI tesztüzemi rendszerében rendelkezésre álló, valamint szakirodalmi adatok és szakértői tapasztalatok, becslések alapján meghatároztuk a Magyarországon leggyakrabban öntözésbe vont növényfajok árutermelő gazdaságokra jellemző szárazműveléses és öntözéses gazdálkodáshoz tartozó átlagos üzemeltetési költségeit. Fontos hangsúlyozni, hogy a különböző növények termelési költségei széles intervallumban változnak a termőhelyi adottságok, a fajtahasználat és a termesztéstechnológia függvényében, így a tanulmányban minden növényfajhoz átlagos üzemeltetési költség került meghatározásra szárazműveléses és öntözéses gazdálkodás esetében.

Az öntözéses gazdálkodáshoz tartozó üzemeltetési többletköltségeknél a következőket vettük figyelembe:

- a többletműtrágya többletköltsége;
- a nagyobb/drágább vetőmagszükséglet többletköltsége;
- a vízdíj és a kapcsolódó tételek;
- az öntözés gépi munkáinak költsége;
- a többletként kiadott növényvédő szer, gyomirtó szer költsége;
- a többlettermés betakarítása miatti többletköltség;
- a többlettermés többletszállítási (és többletszárítási) költsége.

Terjedelmi korlátok miatt csak az árukukoricánál, a csemegekukoricánál, az almánál és a paprikánál mutatjuk be részletesen a szárazműveléses és az öntözéses gazdálkodáshoz tartozó üzemeltetési költségadatokat (4–7. melléklet).

A többletjövedelmek meghatározásához első lépésként az AKI tesztüzemi rendszer adatai, valamint szakirodalmi és szakértői információk alapján minden növényhez hozzárendeltük az öntözéssel elérhető többlettermést aszályos, átlagos és csapadékos évjáratra vonatkozóan. E három évjáratnál kalkulált többlettermés eredményeinek súlyozott átlagaként két kategóriát különítettünk el, és kiszámoltuk a többlethozamokat a főbb növényfajokra aszályos és nem aszályos klímaforgatókönyv esetén (8. melléklet). Aszályos forgatókönyvnél tíz évből öt évet aszályosnak, hármat átlagosnak, kettőt csapadékosnak tekintettünk, a nem aszályos kategóriánál három aszályos, négy átlagos és három csapadékos évjárattal számoltunk. Majd a kárenyhítő juttatás iránti kérelemhez megjelölt 2011–2014. évi referenciaárak átlagát, illetve az öntözéssel elérhető többlettermést használtuk fel a többletjövedelem meghatározásához (9. melléklet). Az almánál a Piaci Árinformációs Rendszer 2011–2014. évi budapesti nagybani piaci felvásárlási árának átlagával kalkuláltunk, mivel a kárenyhítő juttatás iránti kérelemhez megjelölt 2011–2014. évi referenciaáraknál megállapított almafelvásárlási ár elsősorban a léalmára vonatkozott.

Ezt követően azt vizsgáltuk meg, hogy a nem öntözött mezőgazdasági területen az öntözésberuházás mekkora nettó jelenértékeket eredményezne, vagyis hogy az öntözési beruházás megtérül-e a jövőben és ha igen, akkor milyen mértékben. A beruházás megtérülését 10 éves időhorizontra vonat-

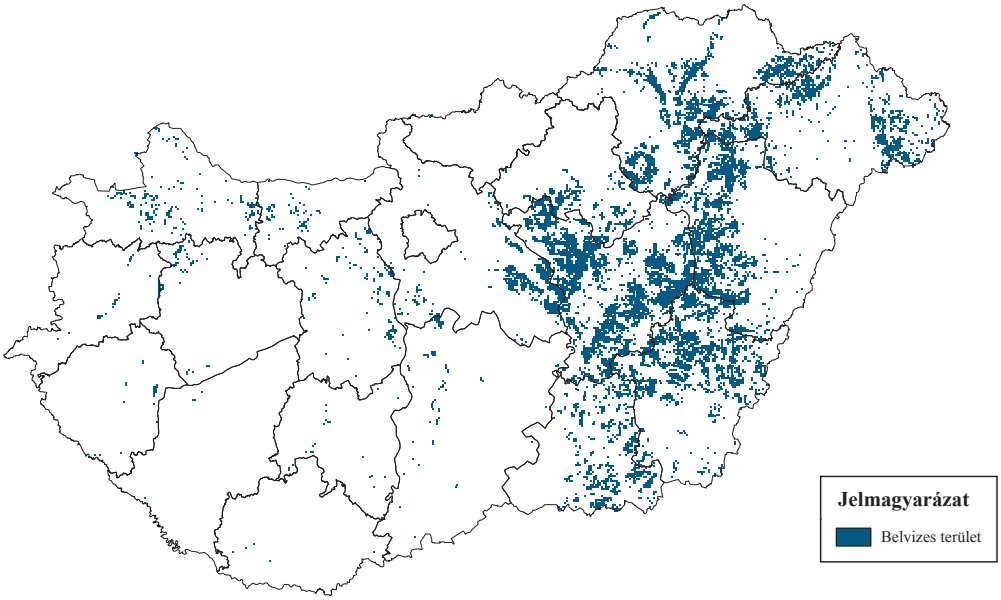
kozóan vizsgáltuk, 2,5 százalékos kamatlábbal, 50 százalékos támogatással számolva úgy, hogy a maradványértéket (lineáris leírás mellett a 10. év végi könyv szerinti értéket) is figyelembe vettük. A beruházási költségek változékonyságát szem előtt tartva, az NPV nagyságrendjét intervallumban adtuk meg. Feltételezve a gazdálkodók racionális gondolkodását, adott területen azzal a technológiával számoltunk, amellyel a legnagyobb NPV-t kaptuk. A számításokat 1×1 km-es rácsra végeztük el, a területre jellemző átlagos területhasználat alapján, amelyhez a 2011–2014 közötti időszak vetésszerkezeti adatait használtuk. A következő lépésben az öntözést kizáró és korlátozó ökológiai tényezőket vettük figyelembe.

Az öntözést befolyásoló környezeti tényezők hatásának figyelembevétele

Az öntözési beruházás NPV-je nemcsak a választott növénykultúrától függ. Az NPV jelentősen eltérhet annak függvényében, hogy milyen éghajlati és természetföldrajzi viszonyok jellemzik az adott területet. Ha térbeli elhelyezkedés szerint is meg akarjuk vizsgálni, hogy mely területeken érdemesebb az öntözésfejlesztés és az öntözési beruházás megvalósítása, figyelembe kell vennünk a természeti adottságokat is. A korábban bemutatott környezeti tényezők közül a talajtulajdonságok, a klíma, a domborzat és a belvízzel való érintettség hatását vettük figyelembe. Nem vizsgáltuk viszont a természet- és környezetvédelmi célból lehatárolt területeket. Ennek oka, hogy azt feltételeztük, hogy ezek közül egyesek (MTÉT-területek) már felszínborításuk okán sem jelennek meg az öntözhető területek között, mások esetében (NATURA 2000, nitrátérzékeny területek) pedig megfelelő technológiaválasztás mellett kezelhetők a szigorú előírások, amennyiben a területen gazdálkodó termelő öntözni szeretne.

Az előzőekben már említettük, hogy minél inkább belvizes egy terület, annál kevésbé javasolt az öntözésfejlesztés. A közepesen belvíz-veszélyeztetett területeken azonban már lehet létjogosultsága az öntözésnek. A belvízzel érintett területek relatív gyakorisági térképének felhasználásával elvégeztük az öntözésre nem javasolt területek kizárását (24. ábra). Modellünkben azokon a területeken, ahol a relatív belvízgyakoriság nagyobb, mint 60 százalék, nem javasoljuk az öntözést.

24. ábra: **Belvíz-veszélyeztetettséggel érintett területek**



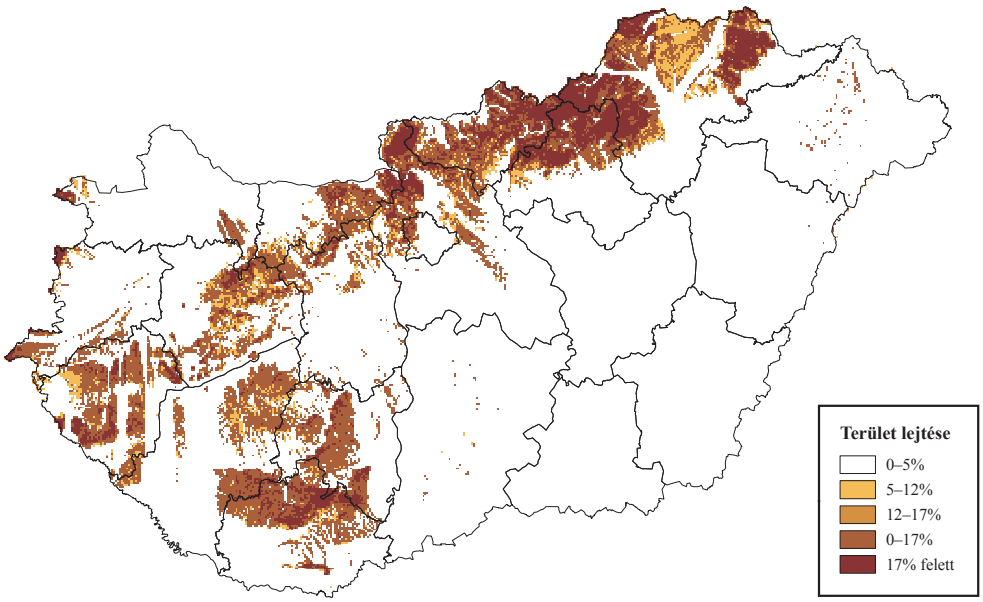
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A domborzati tényezőnek, a terület lejtésének elsősorban az öntözési technológia megválasztásánál van jelentősége. Modellünkben a domborzati adottságok – lejtés – alapján kizártuk az öntözésre nem javasolt területeket, valamint meghatároztuk az adott terület domborzati viszonyai mellett megvalósítható öntözési technológiákat. Ez alapján négy kategóriát különítettünk el:

- <5 százalékos lejtés (ha a vizsgálandó terület több mint 50 százalékára igaz): lehetséges az öntözés, a technológiákra nincs korlátozás;
- 5–12 százalék meredekségű terület (ha a vizsgálandó terület több mint 50 százalékára ez jellemző): lehet öntözni, de csak a mikroöntözést javasoljuk;
- 12–17 százalék meredekségű terület (ha a vizsgálandó terület több mint 50 százaléka ebbe a kategóriába esik): csak a mikroöntözés lehetséges, de az öntözőberendezés az eredeti kalkulációkhoz képest többletberuházást igényel;
- >17 százalékos lejtés: nem lehetséges az öntözés.

A 25. ábra térképén szerepel egy vegyes kategória, amely 0–17 százalék formájában jelenik meg. Ez azokat a területeket jelöli, amelyeket nem tudtunk egyértelműen a fent leírt 4 típus egyikébe sem besorolni. Ebben az esetben minden adott cellában előforduló növény esetében a 100 ha területen jellemző lejtőarányokkal számoltunk. Tehát ha a cellában 2011–2014 átlagában 50 hektár kukoricát termesztettek, és a cella 40 százaléka <5 százalék, 20 százaléka 5–12 százalék, 20 százaléka 12–17 százalék és 20 százaléka >17 százalék meredekségű, akkor 20 hektárt technológiai korlátozás nélkül, 10 hektárt mikroöntözéssel, 10 hektárt megemelt költségű mikroöntözéssel vettünk figyelembe, míg 10 hektár esetében teljesen kizártuk az öntözés lehetőségét.

25. ábra: **Öntözést befolyásoló lejtési kategóriák**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Modellünkben az öntözés körülményeit befolyásoló talajtani adatok alapján 3 kategóriát különítettünk el (26. ábra):

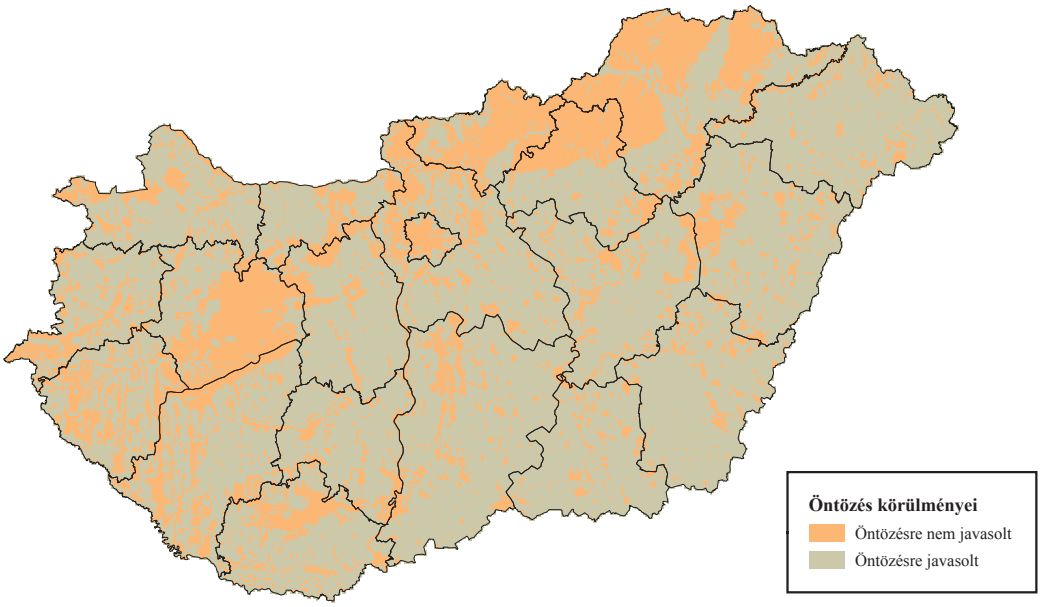
1. Öntözésre nem javasolt területek a Talajtani és Agrokémiai Intézet (TAKI) besorolása alapján:
   - beépített területek;
   - időszakosan vízállásos, vízjárta területek;
   - tavak, nádasok és folyóvizek;

- túlnyomórészt erdővel borított hegy- és dombvidéki területek;
- tőzeges és kotutalajok;
- öntözésre nem javasolt területek.

Az öntözésre nem javasolt területek kizárásra kerültek.

2. Öntözésre javasolt területek: azon területek, ahol lehetséges a ritkábban való öntözés és aránylag nagyobb vízadagok alkalmazása. Ebbe a csoportba tartoznak a nagy vízbefogadó képességű, közepes víztartó képességű, továbbá a jó befogadó képességű, jó víztartó talajok.
3. Öntözésre javasolt, de öntözéssel kevesebb többlethozamot eredményező területek:
   - Azon területek, ahol közepesen gyakori öntözés javasolható közepes vízadagokkal. Ebben a csoportban közepes vízbefogadó képességű, aránylag jó víztartó és közepes vízbefogadó képességű, erősen víztartó talajok szerepelnek. Ebben az esetben az öntözés által elérhető többlethozamot 25 százalékkal csökkentettük.
   - Azon területek, ahol kis vízadagokkal történő, inkább gyakori öntözés javasolt. Ez a gyengén víztartó vagy rossz vízbefogadó képességű és erősen víztartó talajokra jellemző. Ebben az esetben az öntözés által elérhető többlethozamot 50 százalékkal csökkentettük.

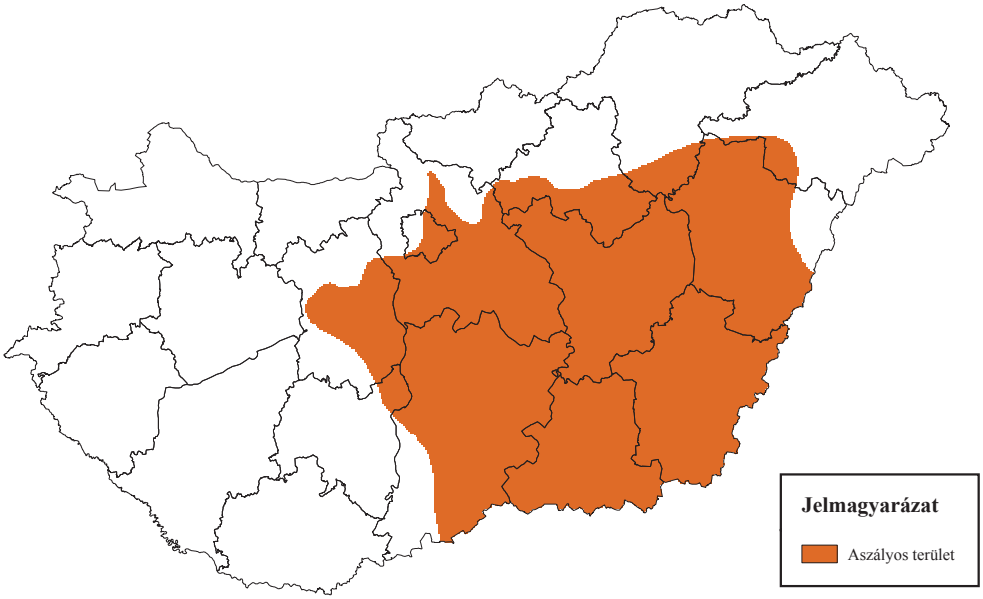
26. ábra: **Öntözést befolyásoló talajtani kategóriák**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A klimatikus viszonyokat a Pálfai-Aszály Index (PAI) felhasználásával szerepeltettük modellünkben (27. ábra). A Pálfai-féle aszályindex (a PAI sokévi átlagának és 10 százalékos előfordulási valószínűségű értékének területi eloszlása alapján) felhasználásával kezeltük az aszály hatását az öntözendő területekre. Aszályos, átlagos és csapadékos évjáratokra is meghatározásra került az öntözés által elérhető többlethozam, és ezen értékek súlyozott átlagaként számoltuk ki a 10 éves időszakra vetítettátlagos többlethozamot. Minél nagyobb a Pálfai-index értéke, annál nagyobb súlylyal (több évre) vettük figyelembe az aszályos évjáratra jellemző – nagyobb relatív – többlethozam értékét.

27. ábra: **Aszályos területek a Pálfai-féle aszályindex felhasználásával**

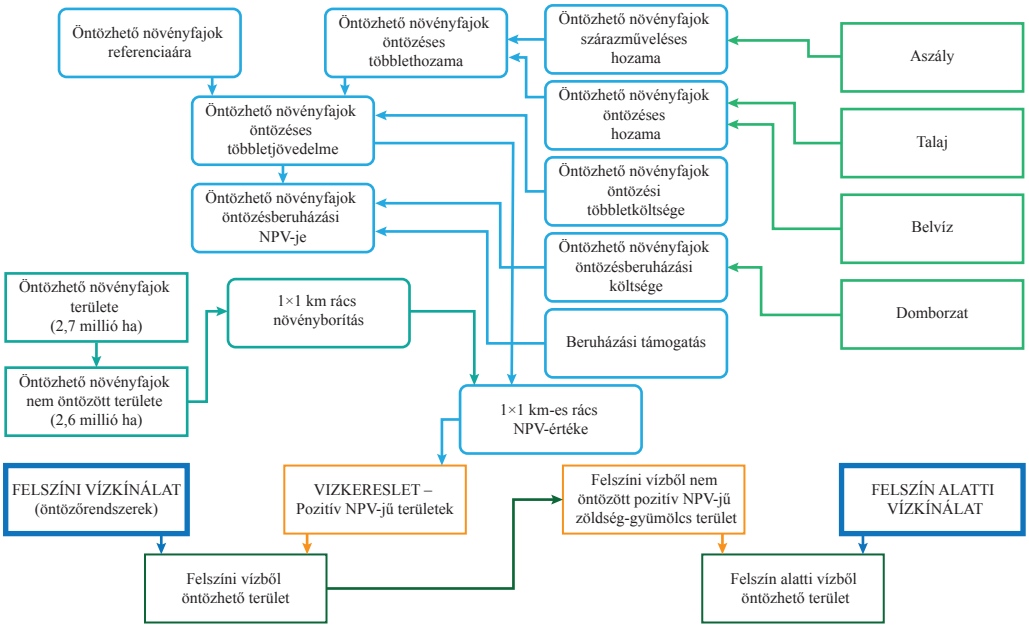


Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Az öntözést kizáró és korlátozó tényezőkhöz tartozó térképi fedvények egymásra vetítése alapján kaptuk meg a tényezők együttes hatását az öntözésre javasolható területekről.

Az öntözhető területek lehatárolási módszerének folyamatát a 28. ábra mutatja be.

28. ábra: **Vízkereslet meghatározásának lépései**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Elérhető öntözővíz meghatározása

A vízigények meghatározását követően a rendelkezésre álló vízkínálatot vettük figyelembe az öntözési lehetőséget biztosító felszín alatti és felszíni víztesteknél.

A jelenlegi jogi szabályozás (147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet) a felszíni vízkészletből történő vízkivételt részesíti előnyben. Felszín alatti víz öntözési célú igénybevétele csak felszíni vízbeszerzési lehetőség hiányában engedélyezhető, felszín alatti vizek közül pedig elsősorban a talajvíz az, ami öntözési célra használható. Ezt alkalmazva először megvizsgáltuk, hogy van-e felszíni vízkivételi lehetőség az adott területen. A felszíni vízkészleteken a felszíni öntözőcsatornákból potenciálisan ellátható területet értettük, így országosan lehatároltuk a szóba jöhető területeket. Úgy kalkuláltunk, hogy ahol a felszíni vízkészlet rendelkezésre áll, ott az öntözési vízkereslet ebből kerül kielégítésre.

Ha nem áll rendelkezésre felszíni vízkészlet, abban az esetben az öntözés felszín alatti készletekből valósul meg oly módon, hogy a felszín alatti vízkészletből csak a mikroöntözéses technológiával termesztett zöldségek és gyümölcsösök kerülnek öntözésre. A felszín alatti vízkészleteken a talajvízből, valamint a rétegvízből fedezhető területnagyságot és vízigénymennyiséget értettük.

Modellünkben a vízkeresleti és a vízkínálati fedvények, valamint a nem öntözött területeken elhelyezkedő (általunk vizsgált) növények területének és öntözési vízigényének metszetei segítségével meghatároztuk azokat a területeket, ahol az NPV alapján lehet és érdemes is öntözni. A felszíni vízből öntözhető területek esetében a cella maximális öntözési beruházás által érintett területével számoltunk, azaz addig vettünk figyelembe további területeket, amíg az öntözési beruházás által érintett területek NPV-je nulla nem lett.

A kijuttatandó víz mennyiségének meghatározása az öntözendő területekre

Az éves vízszükséglet megállapítása a növények öntözővízigénye alapján történt. Az átlagos vízigények a különböző időszakokban jelentősen eltérnek (10. melléklet).

A vízkeresleti oldal meghatározásánál az öntözési vízigényeket öt öntözési időszakra (április–május, június, július, augusztus, szeptember–október) vonatkozóan egy hektárra jutó köbméterben kifejezve vettük figyelembe (11. melléklet). Az öntözéstechnológiánál négy rendszert; a csepegtető, a miniesőztető, a csévélődobos, illetve a lineár és körforgó öntözőrendszert különböztettük meg az egyes növénykategóriáknál. A fentebb említettek, illetve a beruházási, az üzemeltetési költségek, az öntözési többletjövedelem és az egy hektárra vetített NPV alapján lehatároltuk azokat a területeket, amelyeket érdemes öntözésbe vonni.

A vízkeresleti és a vízkínálati fedvények és a nem öntözött területeken elhelyezkedő, általunk vizsgált növények területének és öntözési vízigényének metszetei segítségével meghatároztuk azokat a területeket, ahol az NPV alapján lehet és érdemes is öntözni.

Végül az eredményeket makroszinten is elemeztük, vagyis országos léptékben meghatároztuk, hogy a magyarországi vízigény és a rendelkezésre álló felszíni és felszín alatti vízkészletekből hol valósulhat meg öntözéses gazdálkodás, és az mekkora beruházási költséget, vízigényt és megtérülést eredményez az egyes növénykultúráknál.

Érzékenységvizsgálat

Érzékenységvizsgálatot végeztünk annak megállapítása céljából, hogy az egyes tényezők változása milyen mértékben befolyásolja a beruházásgazdaságossági számítások eredményeit. A módszer segítségével négy alapparaméter változásának eredményre gyakorolt hatását vizsgáltuk:

- a beruházási költség változása (támogatási szint és a kamatláb függvénye);
- működési költségek várható változása;
- a prognosztizált árbevétel változása (pl. aszályosság függvénye);
- a környezeti tényezők változása.

Kerestük a választ arra a kérdésre, hogy hogyan befolyásolja az öntözési beruházás megtérülését, ha támogatás nélkül, 100 százalékban önerőből kell azt megvalósítani, valamint vizsgáltuk a kamatláb 2,5 százalékról 5 százalékra való növelésének hatását is.

A várható működési költség változtatásának hatását először a teljes üzemeltetési költség 30 százalékkal való növelésével vizsgáltuk. Ezt követően a mezőgazdasági vízszolgáltatási díjak változtatásának hatásait is számszerűsítettük a működési költségeken belül, a víz díjának módosításával. A vízdíj változását azért elemeztük, mert a gazdálkodóknak mint mezőgazdasági vízhasználóknak 2016. október 1-jétől az öntözési, rizstermelési és halgazdálkodási vízhasználatért egyrészt vízkészletjárulékot (VKJ) kell fizetni, ami magának a felszíni vagy felszín alatti vízhasználatnak az ára. Másrészt felszíni vízhasználat esetén a víz kivételének és továbbításának költsége után vízszolgáltatási díj is terheli a mezőgazdasági vízhasználót. Az alap üzemeltetési költségeknél 8 Ft/m^3-rel kalkuláltuk a víz alap- és változó díját. Az érzékenységvizsgálat során pozitív és negatív feltételezéssel éltünk. A pozitív változatnak azt tekintettük, amikor az állam átvállalja a víz alap- és változó díjának 90 százalékát. A másik, pesszimista változatban azt vetítettük előre, mi történik, ha a vízszolgáltatási díj az általunk becsült értékhez képest 90 százalékkal nő, valamint milyen hatással lesz a víz köbméterenkénti díjának 8 Ft/m^3-ről 40 Ft/m^3-re történő emelése.

A várható árbevételt az értékesítési ár és a hozam határozza meg, ezért megvizsgáltuk, hogyan befolyásolja az öntözési beruházás megtérülését, ha az általunk használt 2011–2014. évi referenciaárak átlagát és a hozamot 10 és 30 százalékkal növeljük, valamint 10 és 30 százalékkal csökkentjük. Az értékesítési ár- és hozamtöbblet változásának együttes hatását kereszttáblák segítségével vizsgáltuk.

7. táblázat: **Érzékenységvizsgálat paraméterei**

Megnevezés		Legjobb eset	Legrosszabb eset
Beruházási költség	támogatás	50%-os támogatás	0%-os támogatás
	kamatláb	2,5%	5,0%
Üzemeltetési költség		a kiindulási alaphoz képest nem változik	a kiindulási állapothoz képest +30%
Vízdíj		8 Ft/m^3, amelynek 90%-át az állam átvállalja	40 Ft/m^3
Hozam		a kiindulási állapothoz képest +30%	a kiindulási állapothoz képest –30%
Ár		a kiindulási állapothoz képest +30%	a kiindulási állapothoz képest –30%
Természeti tényezők	aszály	minden terület aszályos	egyik terület sem aszályos
	talaj	minden talaj alkalmas öntözésre	csak a jó talaj öntözhető

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A környezeti tényezők módosításánál egyrészt az aszály került kiterjesztésre, ahol kétféle kalkulációval számoltunk. Kíváncsiak voltunk arra, hogyan módosulnak az eredmények, ha azt feltételezzük, hogy az ország egésze, azaz minden terület aszályos, illetve ha sehol sincs aszály. Másrészt

a talajra is elvégeztük az érzékenységvizsgálatot, ahol szintén két kérdésfeltevéssel éltünk: Milyen változások figyelhetők meg az NPV-nél, ha minden talajt alkalmasnak tekintünk öntözésre, és miképpen módosul az NPV, ha csak a jó minőségű talajokat vesszük figyelembe, azaz csak 1 kategóriát.

A bemutatott négy alapparaméter együttes változtatásával előállítottuk a legkedvezőbb (optimista), illetve a legkedvezőtlenebb (pesszimista) esetet. A legjobb, illetve legrosszabb esetet a felhasznált tényezők 7. táblázatban látható kombinációja adta.

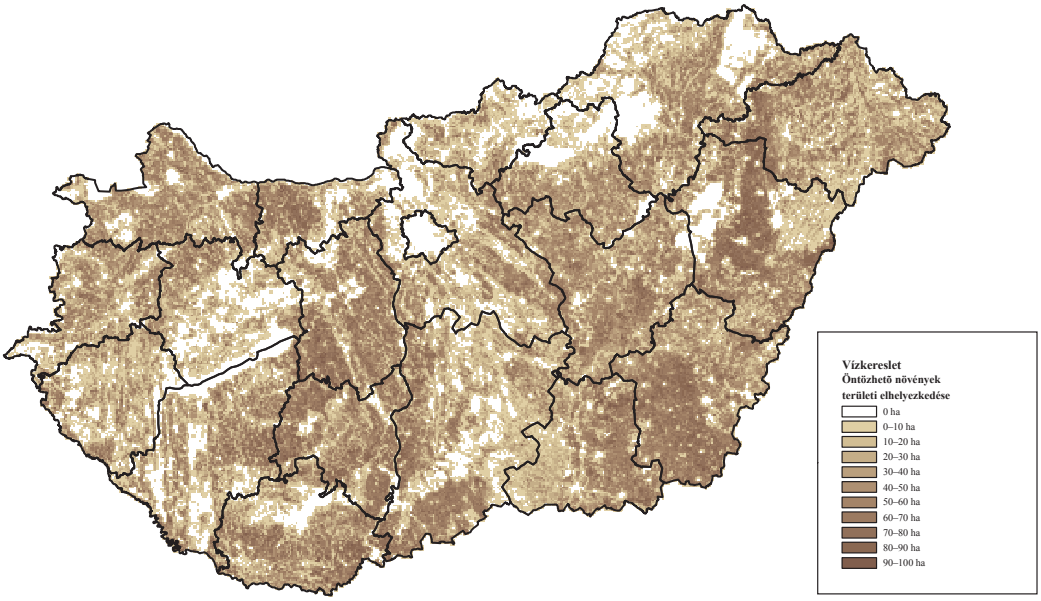
A gazdaságos öntözésberuházás által érintett szabadföldi mezőgazdasági területek lehatárolása

A fejezet célja annak bemutatása, hogy a területi, ökológiai adottságok és a megfelelő technológia alkalmazása mellett az öntözési beruházásokkal (újabb területek és növények öntözésbe vonásával) a jelenleg öntözött területek nagysága és az öntözött növények köre jelentősen bővíthető. Az eredményeket a jobb áttekinthetőség érdekében négy alfejezetre osztottuk, amelyek az alábbiak: gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható területek lehatárolása, vízkereslet és vízkínálat (felszíni és felszín alatti készletek) bemutatása, valamint az öntözésbe vonható területek makroökonómiai szempontú elemzése.

Mezőgazdasági vízkereslet meghatározása

Az öntözhető növények termőterületei a hazai domborzati viszonyoknak megfelelően elsősorban az Alföldön, a Kisalföldön, a Duna–Tisza közén és a Dél-Dunántúlon helyezkednek el (29. ábra). 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, azaz 68 460 hektárt öntöztek átlagosan ugyanezen időszak alatt.

29. ábra: **Az öntözhető növények által lefedett mezőgazdasági területek nagysága és elhelyezkedése a megfigyelt időszakban**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Az öntözhető növények által lefedett, jelenleg öntözött mezőgazdasági területek túlnyomó többsége az Alföldön helyezkedik el, további nagyobb öntözési „foltok” láthatók a térképen a Duna–Tisza közi területeken, illetve a Nyugat- és Dél-Dunántúlon (30. ábra). Ezen belül 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 (8. táblázat). 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 kevesebb mint 0,1 százalékos (0,02 százalék, 16,3 hektár) arányt jelentett.

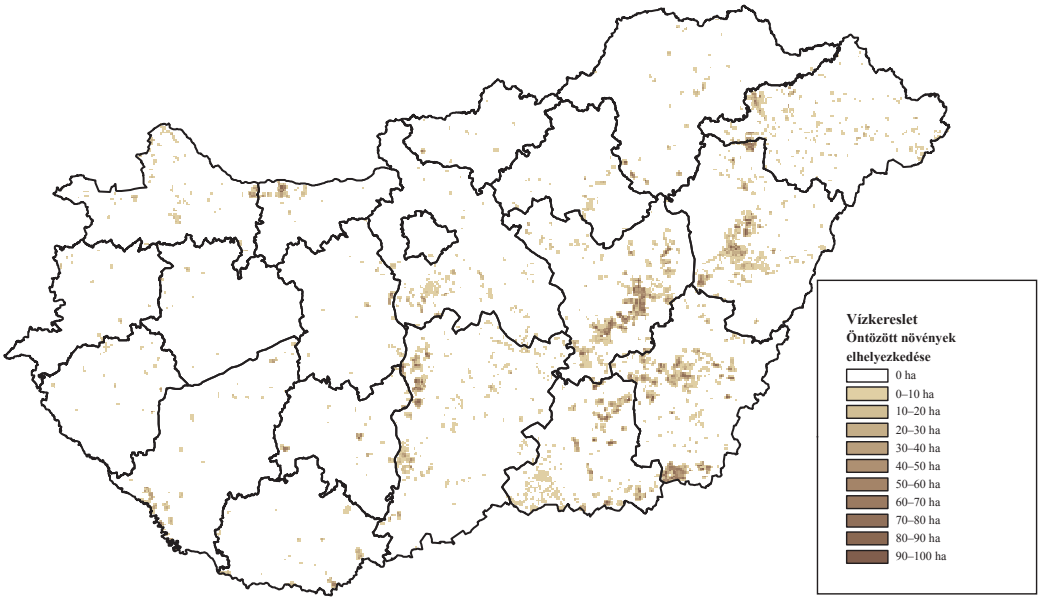
8. táblázat: **Az öntözhető növények által lefedett mezőgazdasági terület, valamint az öntözött, nem öntözött és gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható területek nagysága**

hektár

	Megnevezés	Országos terület	Öntözött terület	Nem öntözött terület	Öntözésbe vonható
Szántóföldi növények	**Összesen**	**2 542 310**	**62 232**	**2 480 078**	**1 005 921**
	hibrid kukorica	30 496	15 067	15 429	14 357
	árukukorica	1 163 199	10 391	1 152 809	491 190
	csemegekukorica	28 463	9 126	19 337	18 336
	silókukorica	85 461	3 723	81 738	14 314
	zöldborsó	16 255	4 599	11 656	10 701
	zöldbab	1 267	765	502	482
	szója	43 137	1 629	41 507	8 503
	lucerna	163 473	2 408	161 065	31 989
	búza	966 494	11 203	955 291	380 060
	burgonya	10 431	1 570	8 861	7 797
	cukorrépa	17 661	1 253	16 408	14 660
	egyéb	15 975	499	15 476	13 532
Szántóföldi zöldségnövények	**Összesen**	**25 992**	**2 241**	**23 751**	**18 296**
	paradicsom	820	197	624	611
	paprika	1 727	102	1 625	1 546
	fűszerpaprika	2 182	199	1 983	1 861
	sárgarépa	1 232	162	1 070	990
	fejes káposzta	2 024	97	1 927	1 709
	egyéb	18 007	1 484	16 523	11 578
Gyümölcsösök	**Összesen**	**75 483**	**3 971**	**71 511**	**57 421**
	alma	27 095	1 892	25 203	23 094
	meggy	13 386	664	12 722	11 512
	egyéb	35 001	1 415	33 586	22 815
Szőlő	**Összesen**	**52 301**	**16**	**52 285**	**7 832**
Mindösszesen		**2 696 086**	**68 460**	**2 627 626**	**1 089 469**

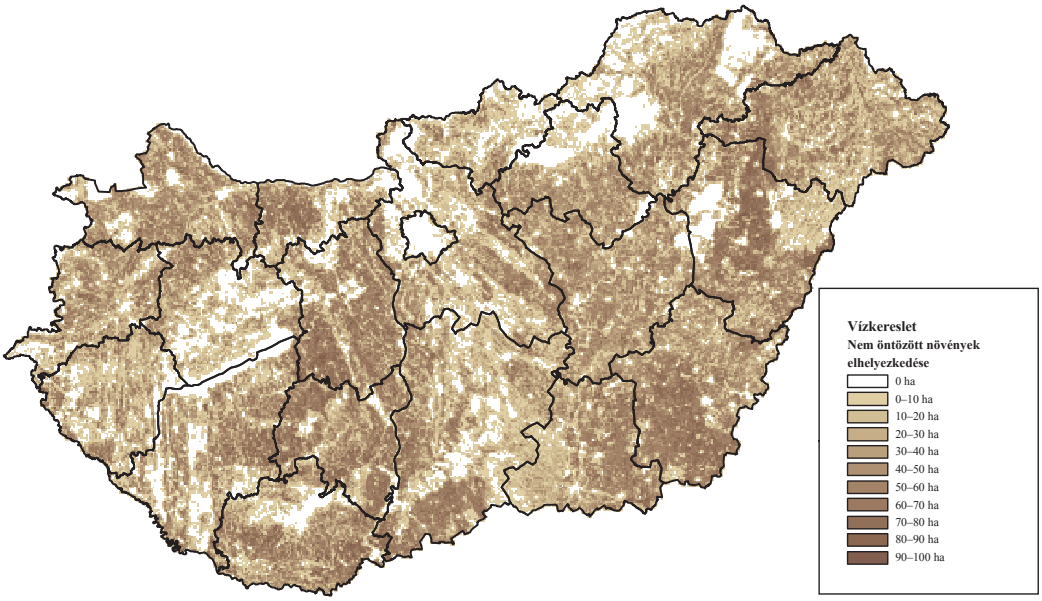
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

30. ábra: **Az öntözhető növények által lefedett öntözött mezőgazdasági területek nagysága és elhelyezkedése a megfigyelt időszakban**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

31. ábra: **Az öntözhető növények által lefedett nem öntözött mezőgazdasági területek nagysága és elhelyezkedése a megfigyelt időszakban**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Az öntözhető növények által lefedett nem öntözött területek nagysága összességében 2,6 millió hektár volt az elemzett időszakban Magyarországon. Ebből a szántóföldi növények 2,5 millió, a szántóföldi zöldségek 23,8 ezer, a gyümölcsösök 71,5 ezer és a szőlő 52 ezer hektárt tett ki (8. táblázat). A 31. ábrán is jól látható, hogy az öntözésbe vonható növények területe jóval nagyobb lehetőséget kínál a jövőben az öntözéses gazdálkodás bővítésére, mint amennyit a megfigyelt időszakban ténylegesen öntöztek. Az ábrán továbbá az is jól megfigyelhető, hogy a potenciálisan öntözésbe vonható növények előfordulási gyakorisága térben nem homogén: Fejér, Tolna, Hajdú-Bihar egy része és Békés megyében a legnagyobb az aránya a közel egybefüggően olyan növényekkel hasznosított területeknek, amelyeknek ajánlott az öntözéses gazdálkodásba vonása.

A továbbiakban ezért az Adat és módszer c. fejezetben leírtak szerint megvizsgáltuk, hogy hol vannak azok az eddig nem öntözött területek, ahol az öntözési beruházás megtérül. A 8. táblázatból leolvasható, hogy számításaink szerint, üzemi gazdaságossági szempontból közelítve, a jelenlegi 68 ezer hektár öntözött területet akár több mint 1 millió hektárral is lehetne bővíteni, így a több mint 2,6 millió hektár nem öntözött terület 41,5 százalékkal csökkenne.

Az 1×1 km^2-es rácson (azaz 100 hektáros egységekben) megvizsgálva az adott terület gazdaságos öntözhetőségét megállapítható, hogy a szántóföldi növényeknél több mint tizenhétszeresére (62,2 ezer hektárról 1,1 millió hektárra) lehetne növelni az öntözött területek nagyságát. Technológiai szempontból közelítve lineárral 583 ezer hektárt, csévélődobos berendezéssel pedig 423 ezer hektárt lehetne öntözni az öntözésbe vonható mintegy 1 millió hektáron. Árukukoricánál – a terület majdnem teljes egészén lineár öntözőrendszerrel – 484 ezer hektár lenne öntözhető, ami az összes lineár rendszer által lefedett terület 83,1 százalékát tenné ki. Búzánál a csévélődobos berendezés által öntözött terület nagysága kicsivel több mint 379,9 ezer hektár lenne, ami a teljes 423 ezer hektáros csévélődobos öntözőgéppel öntözhető terület 89,8 százaléka (9. táblázat).

9. táblázat: **Az öntözésbe vonható szántóföldi növények területe technológia szerint**

hektár

	Megnevezés	Öntözésbe vonható		
		összesen	**lineár, körforgó**	**csévélődob**
	Összesen	**1 005 921**	**582 793**	**423 128**
Szántóföldi növények	hibrid kukorica	14 357	14 353	4
	árukukorica	491 190	484 041	7 149
	csemegekukorica	18 336	18 332	4
	silókukorica	14 314	13 956	358
	zöldborsó	10 701	–	10 701
	zöldbab	482	–	482
	szója	8 503	22	8 482
	lucerna	31 989	30 804	1 185
	búza	380 060	208	379 852
	burgonya	7 797	7 751	45
	cukorrépa	14 660	0	14 660
	egyéb	13 532	13 325	207

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

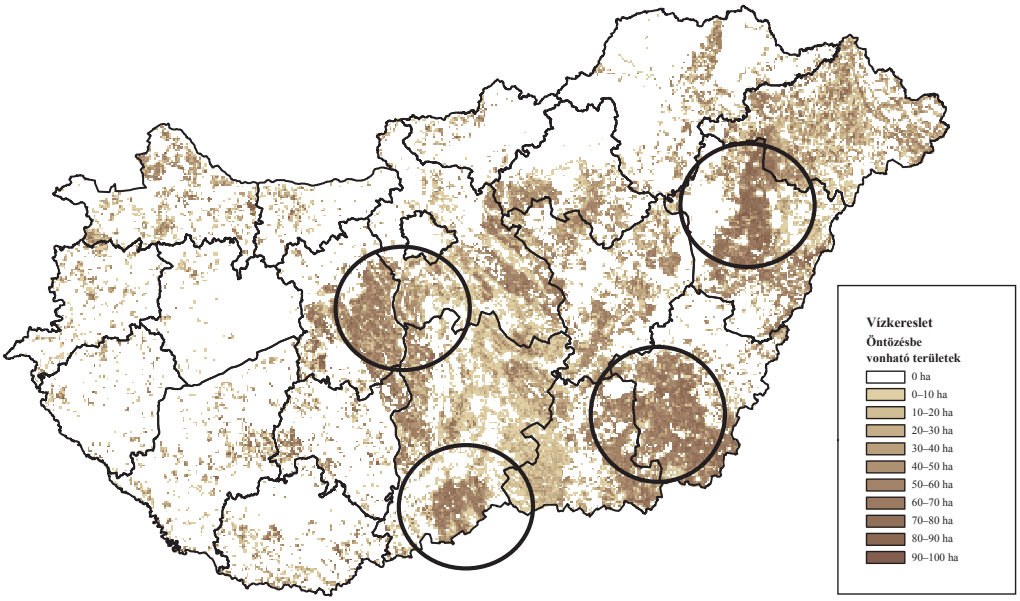
A szántóföldi zöldségnövényeknél több mint nyolcszoros, a gyümölcsösök esetében a megfigyelt időszakban öntözött területekhez képest kicsivel több mint tizennégyszeres területnövekedést

lehetne elérni a megtérülő beruházás hatására (8. táblázat). Bár a szőlő területe az összes mezőgazdasági területből kis részarányt képvisel, mégis esetleges további területeinek öntözésbe vonásával 16 hektárról 7848 hektárra lenne bővíthető az öntözött terület.

A 8. táblázatból jól látható az is, hogy a vizsgált szántóföldi növényeken belül az öntözéses gazdálkodás bevezetése a legnagyobb mértékben a búza és az árukukorica területét növelné, így azok öntözött területe közel 35- és 47-szeresére emelkedne. A szántóföldi zöldségnövényeknél a paprika és a fejes káposzta területe megsokszorozódna, több mint tizenhatszorosára bővülne. A vizsgált gyümölcsféléknél a meggy területe a szántóföldi zöldségnövényekhez hasonló nagyságrenddel emelkedne, az alma öntözött területe pedig jelentősen, 1892 hektárról több mint 20 ezer hektárral 24 986 hektárra növekedne.

Összességében megállapítható, hogy ott gazdaságos az öntözés (vetésforgó és 1×1 kilométeres egységre vetítve), ahol az öntözhető területek jó talajtani és kedvező domborzati adottságokkal rendelkeznek, különös tekintettel a 32. ábrán jelölt legjobb földminőségű löszhátakra (Békés-Csanádi-, Hajdúsági-, Mezőföldi- és Észak-Bácskai-löszhát).

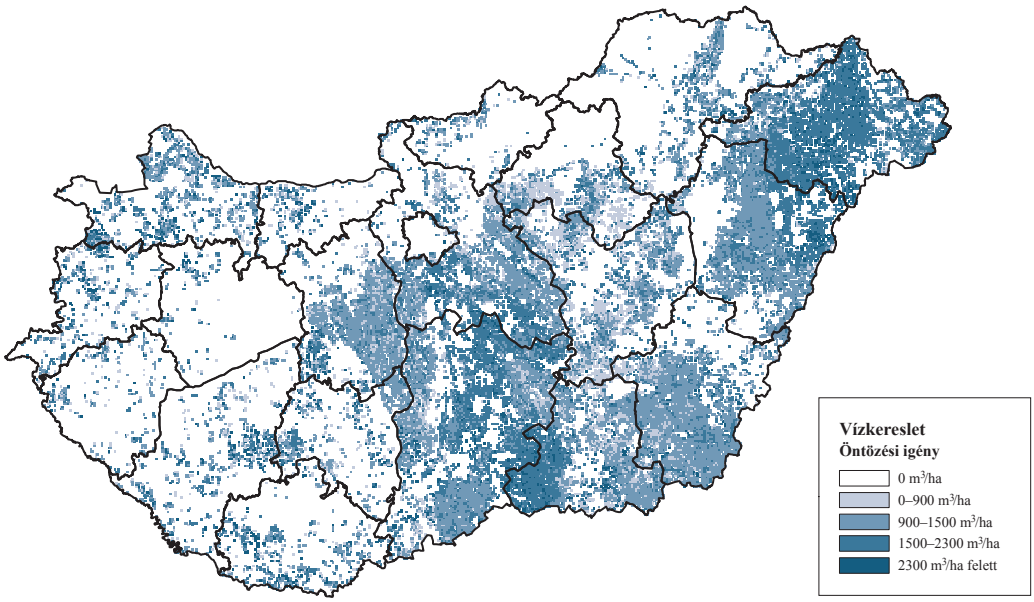
32. ábra: **A vizsgált növények által lefedett, jövőben öntözésbe vonható területek nagysága és elhelyezkedése**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Az öntözésbe vonható területek vízigényét elsősorban felszíni készletekből célszerű fedezni. Amennyiben nem áll rendelkezésre felszíni víznyerési lehetőség, akkor szükséges megvizsgálni a felszín alatti készletekből történő vízellátás lehetőségét. A 33. ábrán és a 10. táblázatban azokat a vízmennyiségeket adtuk meg köbméterben kifejezve, amelyek az öntözéses gazdálkodás megvalósításához szükségesek az egyes növénykultúrák esetében. A 34. ábra alapján megállapítható, hogy a legnagyobb vízigényű területek az Alföldön, illetve a Duna–Tisza közén és a Dunántúlon elszórtan helyezkednek el. Ezeken a területeken ideális esetben 1000-2000 m^3-től 2000-4000 m^3-ig terjedő vízmennyiség kijuttatása szükséges hektáronként. A későbbiekben a felszíni és felszín alatti vízkészleteknél azonban látható lesz, hogy a rendelkezésre álló vízmennyiség (vízkínálat) jóval kevesebb, mint az említett öntözéses gazdálkodáshoz szükséges vízmennyiség (vízkereslet).

33. ábra: **Az öntözhető növények által lefedett, jövőben gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható területek vízigénye**



Forrás: NAK-adatok felhasználásával készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Az egyes növénykultúrák tekintetében a legnagyobb vízmennyiséget, 1,2 milliárd m^3-t a szántóföldi növények igényelnek egész évben, ezt követik a gyümölcsösök 124 millió m^3 szükséglettel, majd a szántóföldi zöldségnövények 45 millió, illetve a szőlő 8 millió m^3-rel. A szántóföldi növényeken belül az árukukorica vízigénye a legmagasabb, a teljes szántóföldi növények vízszükségletének 66,7 százalékát teszi ki éves szinten. Figyelemreméltó, hogy a szántóföldi növényeken belül egyedül a cukorrépának fontos a szeptember–október közötti öntözés, vízigénye 6 millió m^3-t jelent. A gyümölcsösöknél a meggy és az alma vízszükséglete éves viszonylatban 20–58 millió m^3 között változik. A szántóföldi zöldségnövényeknél a paprika és a fűszerpaprika éves összes vízigénye magas (5-5 millió m^3), vagyis kicsivel kevesebb mint 11-11 százalékát adja a szántóföldi zöldségnövények összes, évi 45 millió m^3-es vízigényének (10. táblázat).

10. táblázat: **Az időszakos öntözési vízigény alakulása az egyes növénykultúráknál**

millió köbméter

Megnevezés		Április–május	Június	Július	Augusztus	Szeptember–október	Összesen
Szántóföldi növények	**Összesen**	**247,0**	**228,1**	**379,0**	**347,4**	**5,9**	**1 207,2**
	hibrid kukorica	3,1	9,2	10,3	6,2	–	28,7
	árukukorica	86,4	143,7	287,6	287,6	–	805,1
	csemegekukorica	3,0	8,8	9,8	5,9	–	27,5
	silókukorica	4,3	12,9	12,9	–	–	30,1
	zöldborsó	3,2	6,4	–	–	–	9,6
	zöldbab	–	0,1	0,2	–	–	0,3
	szója	3,4	5,1	10,2	5,1	–	23,8
	lucerna	16,0	16,0	16,0	16,0	–	64,0
	búza	114,0	–	–	–	–	114,0
	burgonya	3,1	7,8	8,6	3,1	–	22,6
	cukorrépa	5,9	8,8	11,7	17,6	5,9	49,8
	egyéb	4,7	9,2	11,7	5,9	–	31,6
Szántóföldi zöldségnövények	**Összesen**	**6,1**	**12,9**	**17,0**	**9,4**	**–**	**45,3**
	paradicsom	0,2	0,6	0,7	0,5	–	2,0
	paprika	0,6	1,4	1,7	1,2	–	5,0
	fűszerpaprika	0,7	1,3	1,9	0,9	–	4,8
	sárgarépa	0,2	0,5	0,8	0,4	–	1,9
	fejes káposzta	0,3	1,0	1,4	0,9	–	3,6
	egyéb	3,9	8,2	10,6	5,5	–	28,1
Gyümölcsösök	**Összesen**	**16,8**	**35,2**	**48,2**	**24,0**	**–**	**124,2**
	alma	6,9	16,2	23,1	11,6	–	57,7
	meggy	3,5	4,6	9,2	2,3	–	19,6
	egyéb	6,4	14,4	15,9	10,1	–	46,9
Szőlő	**Összesen**	**–**	**4,7**	**3,1**	**–**	**–**	**7,8**
Mindösszesen		**269,8**	**280,9**	**447,3**	**380,8**	**5,9**	**1 384,5**

Forrás: NAK-adatok felhasználásával készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Amennyiben a szóban forgó területen öntözésfejlesztés valósulna meg, úgy az összesen 420-486 milliárd forintos beruházási költséget jelentene. A beruházások legnagyobb hányadát (több mint 89 százalékát, 374-435 milliárd forintot) a szántóföldi növények öntözésfejlesztése adja (11. táblázat).

11. táblázat: **A beruházási költség, nettó jelenérték és fajlagos nettó jelenérték alakulása**

Öntözési növénykategória		Beruházási költség		NPV		Egy hektárra vetített NPV	
		milliárd HUF				ezer HUF/ha	
		minimum	maximum	minimum	maximum	minimum	maximum
Szántóföldi növények	**Összesen**	**374,1**	**434,7**	**204,5**	**264,1**	**203,3**	**262,5**
	hibrid kukorica	6,2	7,3	40,3	41,4	2 808,6	2 883,4
	árukukorica	212,6	249,2	96,7	132,8	196,9	270,3
	csemegekukorica	8,0	9,4	22,3	23,7	1 215,4	1 290,0
	silókukorica	6,2	7,2	–10,4	–9,4	–725,8	–653,1
	zöldborsó	3,1	3,5	1,1	1,5	98,8	138,6
	zöldbab	0,1	0,2	0,6	0,6	1 147,1	1 186,7
	szója	2,4	2,8	–1,5	–1,2	–177,6	–138,8
	lucerna	13,7	16,1	–23,0	–20,7	–718,3	–646,5
	búza	108,4	123,6	4,5	19,3	11,8	50,8
	burgonya	3,4	4,0	53,7	54,2	6 880,5	6 954,8
	cukorrépa	4,2	4,8	6,9	7,5	472,7	512,3
	egyéb	5,9	6,9	13,4	14,4	987,2	1 060,4
Szántóföldi zöldségnövények	**Összesen**	**8,3**	**9,7**	**99,4**	**100,9**	**5 433,2**	**5 512,8**
	paradicsom	0,3	0,3	22,0	22,0	35 949,3	36 028,9
	paprika	0,7	0,8	38,9	39,0	25 131,5	25 210,9
	fűszerpaprika	0,8	1,0	3,8	3,9	2 031,9	2 111,5
	sárgarépa	0,5	0,5	6,8	6,9	6 909,1	6 988,8
	fejes káposzta	0,8	0,9	10,9	11,1	6 385,4	6 464,9
	egyéb	5,2	6,1	17,0	18,0	1 471,1	1 550,8
Gyümölcsösök	**Összesen**	**33,0**	**36,8**	**603,7**	**607,4**	**10 513,6**	**10 578,1**
	alma	13,3	14,8	510,8	512,3	22 117,7	22 182,2
	meggy	6,6	7,4	46,0	46,8	3 999,5	4 064,2
	egyéb	13,1	14,6	46,9	48,3	2 054,2	2 118,6
Szőlő	**Összesen**	**4,5**	**5,0**	**–6,4**	**–5,9**	**–822,1**	**–757,3**
Mindösszesen		**420**	**419,9**	**486,2**	**901,1**	**966,4**	**827,1**

Megjegyzés: Növénykultúránkénti bontásban az 1×1 kilométeres rácsra számolt vetésforgó (2011–2014. év adatai alapján) figyelembevételével.
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A szántóföldi növénytermesztésen belül az árukukorica beruházási költsége 213–249, a búzáé 108–124 milliárd forint közé tehető. A gazdaságosan öntözhető területek bevonásával érintett szántóföldi növények területére eső NPV összértéke 204–264 milliárd forint, egy hektárra vetítve 203–263 ezer forint.

A szántóföldi növények megtérülő öntözése 58 százalékban lineár, 42 százalékban pedig csévélődobos öntözőberendezéssel valósulhatna meg. A lineár berendezésekre fordított összes beruházás költsége 254-297, a csévélődobosé 121-138 milliárd forint lenne, NPV-jük hektáronként sorrendben 331–406 ezer, illetve 27–65 ezer forint között alakulna (12. táblázat).

12. táblázat: **A kalkulált vízkereslet 10 éves megtérülésre számolva technológiai bontásban**

Megnevezés	Mértékegység	Szántóföldi növények		
		összesen	lineár, körforgó	csévélődob
Öntözhető terület	hektár	1 005 921	582 793	423 128
Minimális beruházási költség	milliárd HUF	374	254	121
Maximális beruházási költség	milliárd HUF	435	297	138
Hozamtöbblet	millió tonna	2,4	1,7	0,6
Termelésiérték-többlet	milliárd HUF	116	92	24
Öntözési igény összesen	millió köbméter	1 207	999	208
Minimális NPV	milliárd HUF	204	193	12
Maximális NPV	milliárd HUF	264	236	28
Minimális fajlagos NPV	ezer HUF/hektár	203	331	27
Maximális fajlagos NPV	ezer HUF/hektár	263	406	65

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Az öntözés minden figyelembe vett növénykultúránál kedvezően befolyásolja a hozamok alakulását. A szántóföldi növények hozama összességében 2,4 millió tonnával emelkedhet, ami természetesen a termelési értéknél (hozam×ár[7]) is megjelenik, azaz 115,7 milliárd forint többletet jelent. A szántóföldi növényeken belül a legnagyobb mértékben az árukukorica (+1,4 millió tonna) és a búza (+0,4 millió tonna) összhozama bővülhet az öntözés hatására. Az árukukoricánál 69,9 milliárd forinttal, a búzánál 20,1 milliárd forinttal emelkedhet a termelési érték (12. melléklet).

A szántóföldi zöldségnövények beruházási költsége a teljes 420-486 milliárd forintos beruházásból 2 százalékot tesz ki (8-10 milliárd forint), ebből a fűszerpaprika 0,8-1,0 milliárd, a fejes káposzta beruházási költsége 800-900 millió forintra becsülhető. Az NPV a szántóföldi zöldségeknél együttesen 99-101 milliárd forint körül alakul, amely összeg egy hektárra vetítve 5,4-5,5 millió forintot jelent, vagyis az említett növények öntözésbe vonásával a vizsgált időszakban, jelenértéken számítva ekkora többletjövedelem keletkezhet a beruházás feltételezett 10 éves időszaka alatt. Megállapítható az is, hogy a szántóföldi zöldségnövényeknél elérhető többletjövedelem fajlagosan és összesen is érdemben meghaladja a nagy területen termesztett szántóföldi növénykultúrákét (11. táblázat). Ahogy a magas fajlagos NPV-értékek mutatják, a modern szántóföldi zöldségtermesztés gyakorlatilag elképzelhetetlen öntözés nélkül, mivel annyival magasabb jövedelmet generál a szárazműveléshez képest. Ugyan a szántóföldi zöldségnövényeknél a hozamok az öntözés hatására kisebb mértékben emelkedhetnek a nagy területen termesztett szántóföldi növényekhez képest, ennek ellenére az összhozamuk 0,3 millió tonnával nőhet az öntözési beruházás eredményeként, ami 31,3 milliárd forintos jövedelemtöbbletnek felel meg. A paradicsom, a sárgarépa, a paprika és a fejes káposzta hozamai 34-50 ezer tonnával gyarapodhatnak 1,8-7,7 milliárd forint termelésiérték-növekedés mellett (12. melléklet).

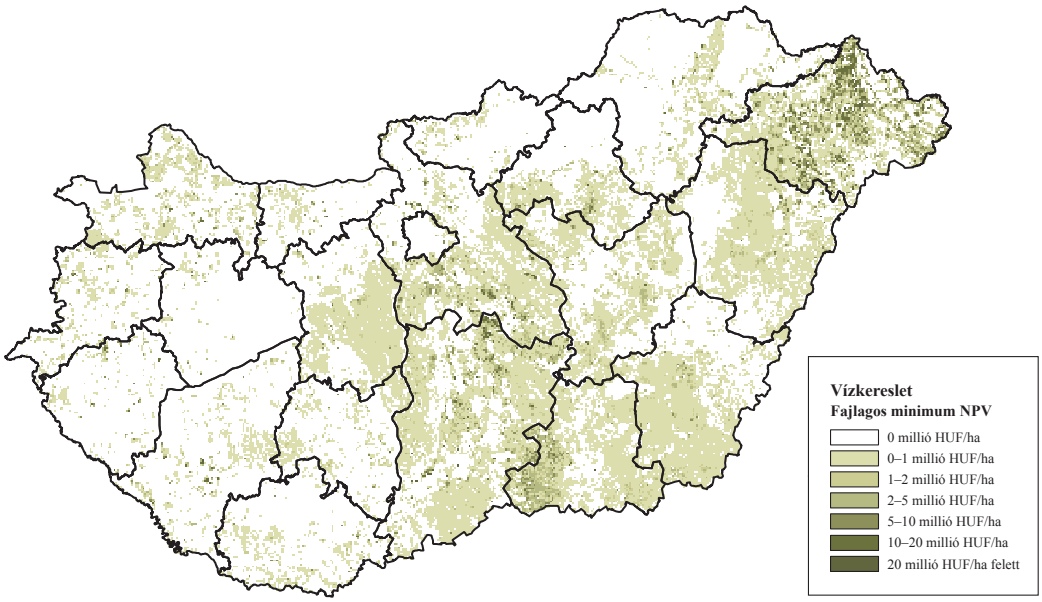
A gyümölcsösök részesedése a teljes 420-486 milliárd forintos beruházásból több mint 8 százalék (33-37 milliárd forint), ebből az alma beruházási költsége 13-15 milliárd forint közé tehető, a megygyé pedig közel 7 milliárd forintra. Az 1×1 kilométeres rácsra számított NPV a 600 milliárd forintot is meghaladhatja az összes gyümölcsös vonatkozásában, ami egy hektárra vetítve 10,5-10,6 millió forintot jelenthet (11. táblázat). A gyümölcsösökön belül az almánál 22 millió forint, a meggynél 4 millió forint feletti többletjövedelem keletkezhet hektáronként. Összességében a gyümölcsösöknél 0,2 millió tonna hozambővülésre számíthatunk 86,0 milliárd forint termelésiérték-többlettel. Az almánál 77,5 ezer tonnával gyarapodhat a hozam, a meggynél valamivel kevesebbel, 42,2 ezer ton-

[7] Az öntözésfejlesztés miatt megnövekedett kínálat feltételezésünk szerint nem gyakorol hatást sem az input-, sem a terményárakra.

nával számolhatunk. Mindez az almánál 66,4, meggynél 7,8 milliárd forint termelésiérték-többletet eredményezhet (12. melléklet).

A főbb ágazatok öntözési többletjövedelmét tekintve megállapítható, hogy – összhangban kutatási hipotézisünkkel – a legnagyobb értékek a gyümölcsösökhöz, illetve a szántóföldi zöldségekhez tartoznak, miközben a szántóföldi növények öntözési többletjövedelme alacsonyabbnak bizonyult.

34. ábra: **A vizsgált növények által lefedett, gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható területeken minimálisan elérhető egy hektárra vetített NPV-érték**

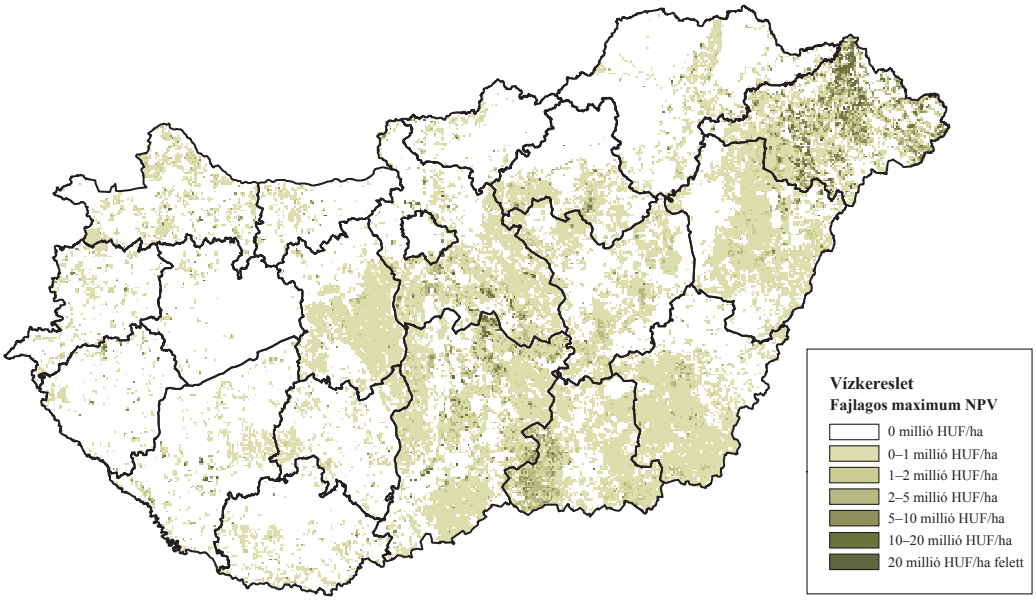


Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A nagyobb beruházási összeg kisebb NPV-értékeket, az alacsonyabb beruházás magasabb megtérülést jelent. A 34–35. ábráról leolvasható, hogy a minimális és maximális fajlagos NPV-értékek alapján a legnagyobb fajlagos jövedelmek – 10–20 millió forint közötti, valamint 20 millió forint feletti értékek – elsősorban Csongrád, Bács-Kiskun, Hajdú-Bihar, Pest és Szabolcs-Szatmár-Bereg megyékben realizálhatók, azaz azokban a megyékben, ahol magas a kertészeti kultúrák aránya. Ezeken túl az Alföld egész területén, valamint Fejér és Győr-Moson-Sopron megyében is jelentős nyereség keletkezhet.

Összefoglalva a vízkereslettel kapcsolatban eddig leírtakat megállapítható, hogy az öntözhető növények esetében jelenleg öntözött 68 ezer hektár mezőgazdasági területet gazdaságossági szempontból vizsgálva, az általunk számolt NPV-értékek alapján megérné 1,2 millió hektárra bővíteni. Ennek beruházási igénye 420–486 milliárd forint között alakulna, amely 901-966 milliárd forint többletjövedelmet teremthetne, azaz a beruházás 10 éves időtávlatában 827-887 ezer forintot hozna hektáronként az összes növénykultúrát figyelembe véve. A vizsgált szántóföldi növények által lefedett terület öntözési beruházása 374–435 milliárd forint között alakulna, és annak eredményeképpen 203-264 milliárd forint többletjövedelem keletkezne. A legmagasabb megtérülés egy hektárra vetítve számításaink szerint a gyümölcsösöknél érhető el, ami hektáronként 10,5-10,6 millió forintot jelentene (13. táblázat).

35. ábra: **A vizsgált növények által lefedett, gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható területeken maximálisan elérhető egy hektárra vetített NPV-érték**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

13. táblázat: **A kalkulált vízkereslet 10 éves megtérülésre számolva**

Megnevezés	Mértékegység	Összesen	Szántóföldi növények	Szántóföldi zöldségnövények	Gyümölcsösök	Szőlő
Országos terület	hektár	2 696 086	2 542 310	25 992	75 483	52 301
Öntözött terület	hektár	68 460	62 232	2 241	3 971	16
Nem öntözött terület	hektár	2 627 626	2 480 078	23 751	71 511	52 285
Gazdaságosan öntözhető terület	hektár	1 089 469	1 005 921	18 296	57 421	7 832
Minimális beruházási költség	milliárd HUF	420	374	8	33	5
Maximális beruházási költség	milliárd HUF	486	435	10	37	5
Hozamtöbblet	millió tonna	2,9	2,4	0,3	0,2	0,1
Termelésiérték-többlet	milliárd HUF	234	116	31	86	1
Öntözési igény összesen	millió köbméter	1 384	1 207	45	124	8
Minimális NPV	milliárd HUF	901	204	99	604	–6
Maximális NPV	milliárd HUF	966	264	101	607	–6
Minimális fajlagos NPV	ezer HUF/ hektár	827	203	5 433	10 514	–822
Maximális fajlagos NPV	ezer HUF/ hektár	887	263	5 513	10 578	–757

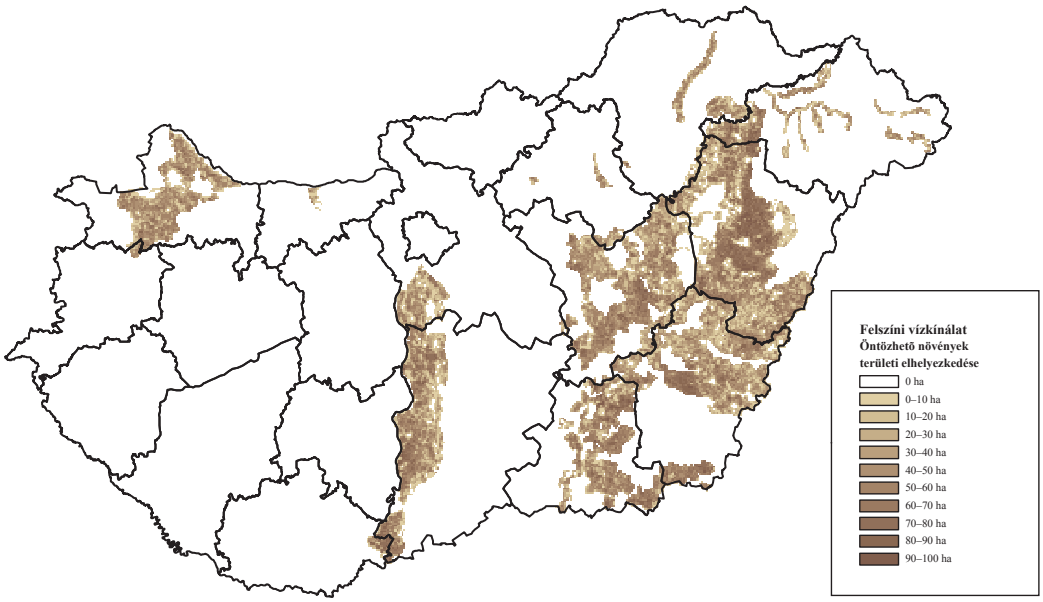
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Felszíni vízkészletek biztosította vízkínálat

A felszíni vízkészletek alatt a felszíni vízhálózatból, víztestekből és öntözőcsatornákból potenciálisan ellátható területet értjük. A mezőgazdaság szempontjából releváns felszíni vízkészletet úgy határolhatjuk le, hogy az öntözhető növények által lefedett mezőgazdasági terület fedvényét (29. ábra) ráhelyezzük a Magyarországon található felszíni öntözőrendszerek által lefedett terület fedvényére (36. ábra), azok metszete megmutatja, hogy az általunk vizsgált növények öntözését mekkora és milyen elhelyezkedésű felszíni öntözőrendszerekből lehet biztosítani (37. ábra). Ennek területe számításaink szerint 720,1 ezer hektár (14. táblázat).

A felszíni vízkészletek zöme a jelenleg működő felszíni öntözőrendszereknek megfelelően Hajdú-Bihar, Csongrád, Békés és Jász-Nagykun-Szolnok megyében található. Ezeken túl Győr-Moson-Sopron, továbbá Pest és Bács-Kiskun megyében is jelentősebb öntözőrendszerek által lefedett területek állnak rendelkezésre. A szántóföldi növényekre eső rész ebből 97,4 százalékot képvisel, a szántóföldi zöldségnövények aránya 1,2, a gyümölcsösöké 1,0, a szőlőé 0,3 százalékot jelent a 720,1 ezer hektár területből (36. ábra).

36. ábra: **A felszíni vízkészlethez kapcsolódó öntözőrendszerek által lefedett területek nagysága és elhelyezkedése a vizsgált növénykultúrák esetében**

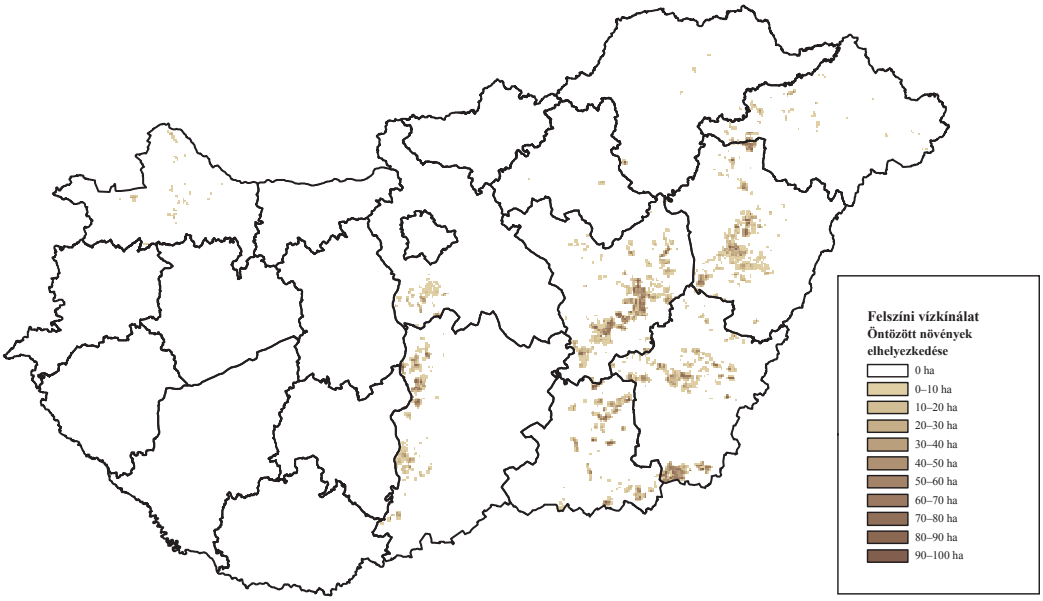


Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A felszíni öntözőrendszerek a jelenleg is öntözött területekből 51,3 ezer hektárt fednek le, ami az összes öntözött mezőgazdasági terület (68 ezer hektár) közel 75 százaléka. A legnagyobb területtel (2,5 millió hektár) rendelkező szántóföldi növényeknél a felszíni vízkészletből öntözött terület nagysága meghaladja a 49 ezer hektárt, amely az összes öntözött terület 95,6 százaléka (37. ábra). A szántóföldi zöldségnövények ugyanezen aránya az összes öntözött területből 3,1, a gyümölcsösöké 1,2 százalékot képvisel.

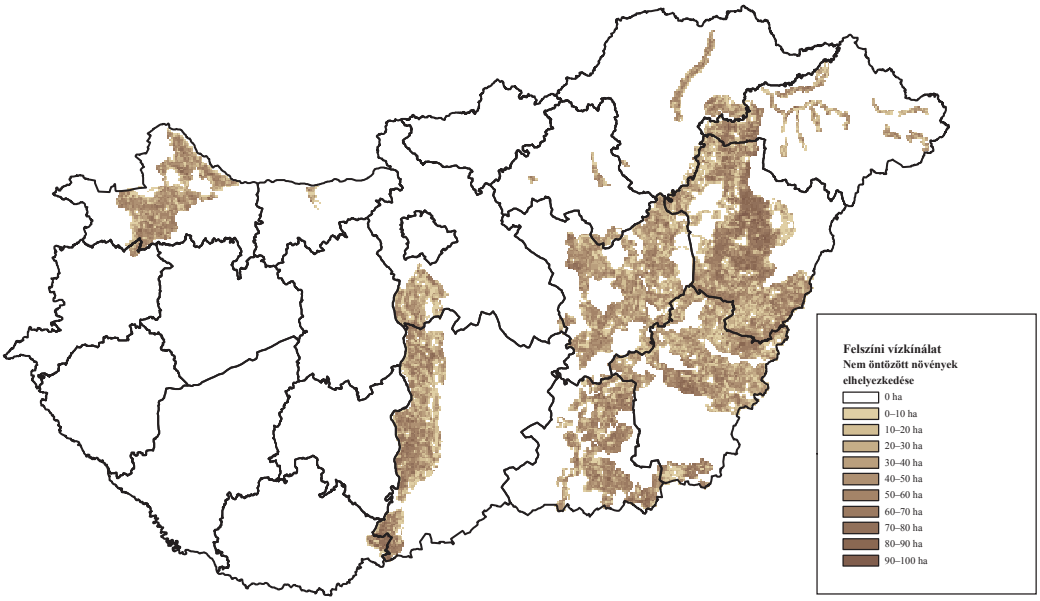
A felszíni vizek által lefedett területből a nem öntözött területek nagysága összességében több mint 668 ezer hektárt tett ki a 2011–2014. évek átlaga alapján. Ebből a szántóföldi növények területének nagysága 652,5 ezer, a szántóföldi zöldségnövényeké 7,1 ezer, a gyümölcsösöké 6,9 ezer és a szőlőé 2,3 ezer hektár volt (38. ábra).

37. ábra: **A felszíni öntözőrendszerek által lefedett területből a jelenleg is öntözött területek nagysága és elhelyezkedése az öntözhető növényeknél**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

38. ábra: **A felszíni öntözőrendszerek által lefedett területből a nem öntözött területek nagysága és elhelyezkedése az öntözhető növényeknél**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A felszíni vízkészleteknél is megvizsgáltuk, hogy hol vannak azok az öntözésbe vonható új területek, amelyeknél az öntözési beruházás megtérül. Az eredmények azt jelzik, hogy a jelenlegi, közel

50 ezer hektár öntözött területet közel 374 ezer hektárra lehetne bővíteni, amennyiben azokon a területeken is öntöznének, ahol az 1×1 kilométeres rácson (azaz 100 hektáros egységekben) megvizsgálva gazdaságosnak bizonyult az öntözés (14. táblázat). Így a 652,5 ezer hektáros jelenleg nem öntözött terület mintegy felére csökkenne. Ez azt is jelenti, hogy bár a vízkeresletet taglaló fejezetben kifejtett gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható területek nagyságát 1,2 millió hektárra lehetne bővíteni (NPV≥0), ugyanakkor a rendelkezésre álló felszíni vízkészletek „csak” 337,2 ezer hektár többletre biztosítanak lehetőséget a jövőben.

14. táblázat: **A felszíni vizek által lefedett területből az öntözött és nem öntözött, valamint az öntözésbe vonható területek nagysága az öntözhető növényeknél**

hektár

Öntözési növénykategória		Országos terület	Öntözött terület	Nem öntözött terület	Öntözésbe vonható
Szántóföldi növények	**Összesen**	**701 548**	**49 080**	**652 468**	**324 929**
	hibrid kukorica	23 097	12 581	10 516	10 047
	árukukorica	259 740	7 250	252 490	143 780
	csemegekukorica	21 376	7 643	13 733	13 209
	silókukorica	28 863	2 862	26 002	4 996
	zöldborsó	9 524	3 563	5 962	5 437
	zöldbab	1 076	683	393	390
	szója	12 357	1 270	11 088	3 693
	lucerna	51 112	1 958	49 154	8 687
	búza	282 638	9 203	273 435	125 827
	burgonya	2 654	860	1 794	1 519
	cukorrépa	5 045	971	4 074	3 834
	egyéb	4 066	238	3 828	3 509
Szántóföldi zöldségnövények	**Összesen**	**8 687**	**1 596**	**7 091**	**5 805**
	paradicsom	312	129	183	179
	paprika	339	60	279	261
	fűszerpaprika	1 249	169	1 080	993
	sárgarépa	364	105	259	215
	fejes káposzta	535	55	481	377
	egyéb	5 888	1 079	4 809	3 780
Gyümölcsösök	**Összesen**	**7 514**	**637**	**6 876**	**5 922**
	alma	3 069	375	2 694	2 486
	meggy	1 520	103	1 417	1 368
	egyéb	2 925	159	2 766	2 068
Szőlő	**Összesen**	**2 326**	**–**	**2 326**	**582**
Összesen		**720 075**	**51 313**	**668 762**	**337 238**

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Az öntözhető növénykultúrákat nézve megállapítható, hogy összességében a szántóföldi növényeknél több mint hétszeresére (7,6), a szántóföldi zöldségnövényeknél kicsivel több mint négyszeresére (4,6) lehetne növelni az öntözött területek nagyságát. A gyümölcsösök esetében a megtérülő

beruházás hatására a vizsgált időszakban öntözött területekhez képest kicsivel több mint kilencszeres területnövekedést (9,3) lehetne elérni (14. táblázat).

A 14. táblázatból jól látható, hogy a szántóföldi növényeken belül az öntözéses gazdálkodás bevezetése legnagyobb mértékben a búza és az árukukorica területét növelné, így azok öntözött területe csaknem tizenötszörösére (14,7) és több mint hússzorosára (20,8) növekedne. A szántóföldi növények 325 ezer hektáros öntözésbe vonható területén belül lineár körforgós öntözőberendezéssel 186 ezer hektár, csévélődobos öntözőgéppel 139 ezer hektár lenne öntözhető. Árukukoricánál a lineár, búzánál a csévélődobos öntözőberendezéssel együttesen az összes terület több mint 80 százalékát lehetne öntözni (15. táblázat).

15. táblázat: **A felszíni vizek által lefedett területből az öntözésbe vonható területek nagysága a szántóföldi növényeknél lineár és csévélődobos technológia esetén**

hektár

	Megnevezés	Öntözésbe vonható terület		
		összesen	**lineár, körforgó**	**dobos öntözőgép**
Szántóföldi növények	**Összesen**	**324 929**	**185 659**	**139 270**
	hibrid kukorica	10 047	10 045	2
	árukukorica	143 780	143 724	56
	csemegekukorica	13 209	13 209	0
	silókukorica	4 996	4 991	5
	zöldborsó	5 437	–	5 437
	zöldbab	390	–	390
	szója	3 693	–	3 693
	lucerna	8 687	8 683	4
	búza	125 827	–	125 827
	burgonya	1 519	1 514	6
	cukorrépa	3 834	–	3 834
	egyéb	3 509	3 492	16

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

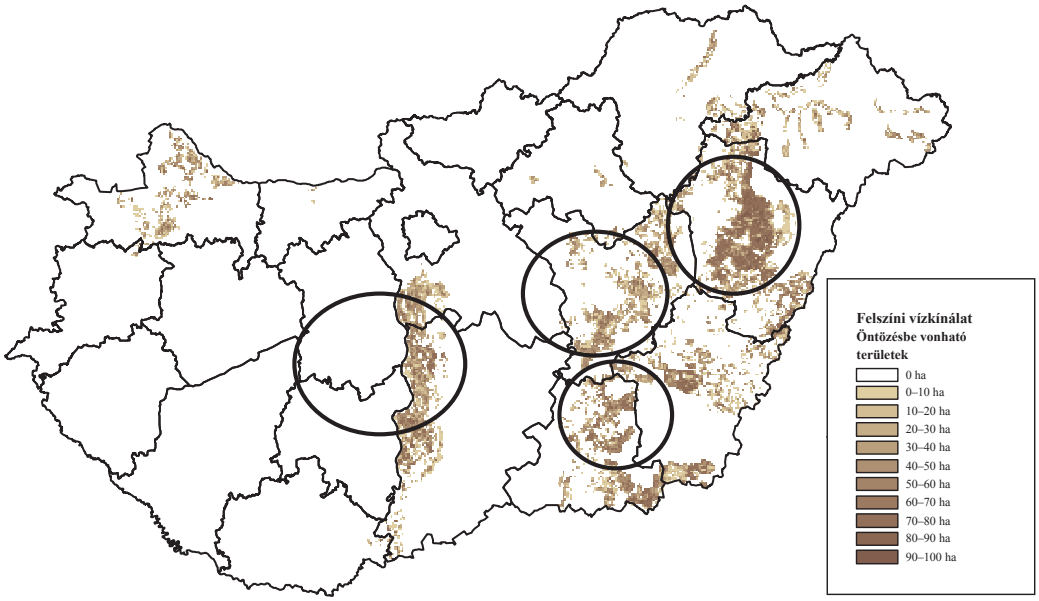
A szántóföldi zöldségnövényeknél a fejes káposzta területe több mint hétszeresére (7,9) bővülhetne, a paprikáé és fűszerpaprikáé 5,4-6,9 szeresére a felszíni vizekből öntözött területnagysághoz viszonyítva. Gyümölcsösöknél a meggy felszíni vízkészletből kielégíthető öntözésbe vonása tizenháromszoros területnövekedést, alma esetében közel hétszeres (6,6) bővülést eredményezne (14. táblázat).

Azokon a területeken, ahol az öntözés megvalósítható, ott a 100 hektárból (1×1 kilométeres rács) öntözésbe vonható terület nagysága többnyire meghaladja az 50 hektárt (39. ábra). E területek elsősorban a fő öntözőcsatornák és folyóvizek mellett, így a Duna menti síkságon, a Hajdúsági-, Békés-Csanádi-löszhátakon, a Rábamenti és Mosoni síkságon, valamint a Nagykunsági főcsatorna mentén helyezkednek el.

A felszíni vízkészletek által lehatárolt öntözésbe vonható területek vízigényét oly módon határoztuk meg, hogy a vízkereslet által lefedett, gazdaságossági szempontból öntözhető területhez (1,1 millió hektár) kalkuláltuk az ott termeszthető növények vízigényét (1,4 milliárd m^3, 10. táblázat). Azután ezt szembeállítottuk a rendelkezésre álló felszíni vízkészlet által lefedett

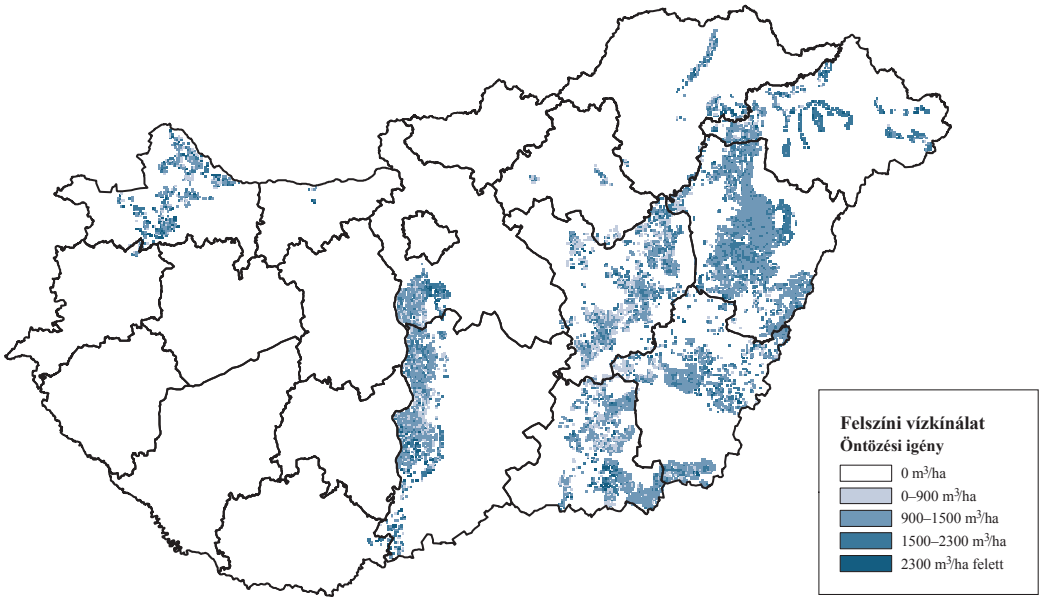
(337,2 ezer hektár) területtel, és így becsültük meg a reális vízigényt, amely számításaink eredményeként 409,0 millió m^3 lett összességében (40. ábra, 16. táblázat). Ezt követően növénykultúránként is meghatároztuk a felszíni vizekből szükséges öntözési vízmennyiségeket.

39. ábra: **A jövőben felszíni öntözőrendszerekkel lefedett területekből öntözésbe vonható területek nagysága Magyarországon**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

40. ábra: **A nem öntözött területekből a felszíni vízkészlettel lefedett területek vízigénye**



Forrás: NAK-adatok felhasználásával készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Az egyes növénykultúrákat nézve megállapítható, hogy a legnagyobb vízmennyiséget, 383,8 millió m^3-t a szántóföldi növények igényelnek, ezt követik a gyümölcsösök 12,8, majd a szántóföldi zöldségnövények 11,8 millió m^3 szükséglettel, illetve a szőlő 600 ezer m^3-rel. A szántóföldi növényeken belül az árukukorica vízigénye a legmagasabb, a kategórián belül a teljes vízszükséglet 61,8 százalékát jelenti. A gyümölcsösöknél az alma rendelkezik a legmagasabb vízigénnyel, 6,2 millió m^3-rel, míg a meggy vízigénye meghaladta a 2,3 millió m^3-t. A szántóföldi zöldségnövényeknél a fűszerpaprika vízigénye kiemelendő (2,6 millió m^3), amely kicsivel több mint ötödét jelenti a szántóföldi zöldségnövények teljes vízigényének (16. táblázat).

16. táblázat: **A felszíni vizekből öntözésbe vonható területek vízigénye az öntözhető növényeknél**

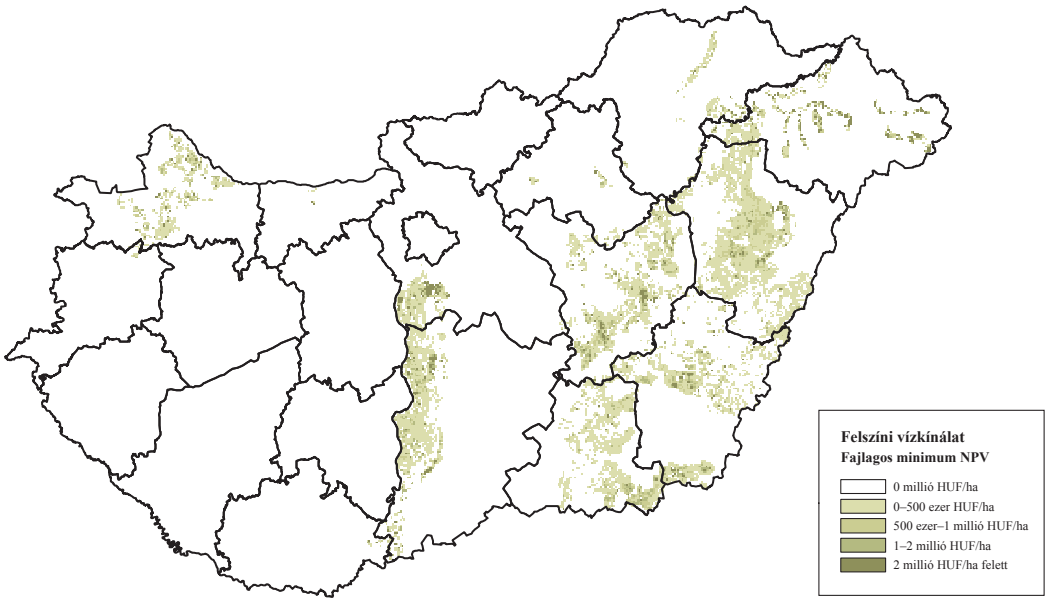
millió köbméter

Öntözési növénykategória		Április–május	Június	Július	Augusztus	Szeptember–október	Összesen
Szántóföldi növények	**Összesen**	**79,9**	**75,8**	**120,2**	**106,5**	**1,5**	**383,8**
	hibrid kukorica	2,2	6,5	7,2	4,3	–	20,1
	árukukorica	25,4	42,3	84,7	84,7	–	237,2
	csemegekukorica	2,1	6,4	7,1	4,2	–	19,8
	silókukorica	1,5	4,5	4,5	–	–	10,5
	zöldborsó	1,6	3,3	–	–	–	4,9
	zöldbab	–	0,1	0,2	–	–	0,3
	szója	1,5	2,2	4,4	2,2	–	10,3
	lucerna	4,3	4,3	4,3	4,3	–	17,4
	búza	37,8	–	–	–	–	37,8
	burgonya	0,6	1,5	1,7	0,6	–	4,4
	cukorrépa	1,5	2,3	3,1	4,6	1,5	13,0
	egyéb	1,3	2,4	3,0	1,5	–	8,1
Szántóföldi zöldségnövények	**Összesen**	**1,6**	**3,4**	**4,8**	**2,1**	**–**	**11,8**
	paradicsom	0,1	0,2	0,2	0,1	–	0,6
	paprika	0,1	0,2	0,3	0,2	–	0,8
	fűszerpaprika	0,4	0,7	1,0	0,5	–	2,6
	sárgarépa	0,0	0,1	0,2	0,1	–	0,4
	fejes káposzta	0,1	0,2	0,3	0,2	–	0,8
	egyéb	0,9	1,9	2,8	1,0	–	6,6
Gyümölcsösök	**Összesen**	**1,7**	**3,6**	**5,1**	**2,5**	**–**	**12,8**
	alma	0,8	1,7	2,5	1,2	–	6,2
	meggy	0,4	0,6	1,1	0,3	–	2,3
	egyéb	0,6	1,3	1,5	0,9	–	4,3
Szőlő	**Összesen**	**–**	**0,4**	**0,2**	**–**	**–**	**0,6**
Mindösszesen		**83,1**	**83,1**	**130,2**	**111,1**	**1,5**	**409,0**

Forrás: NAK-adatok felhasználásával készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

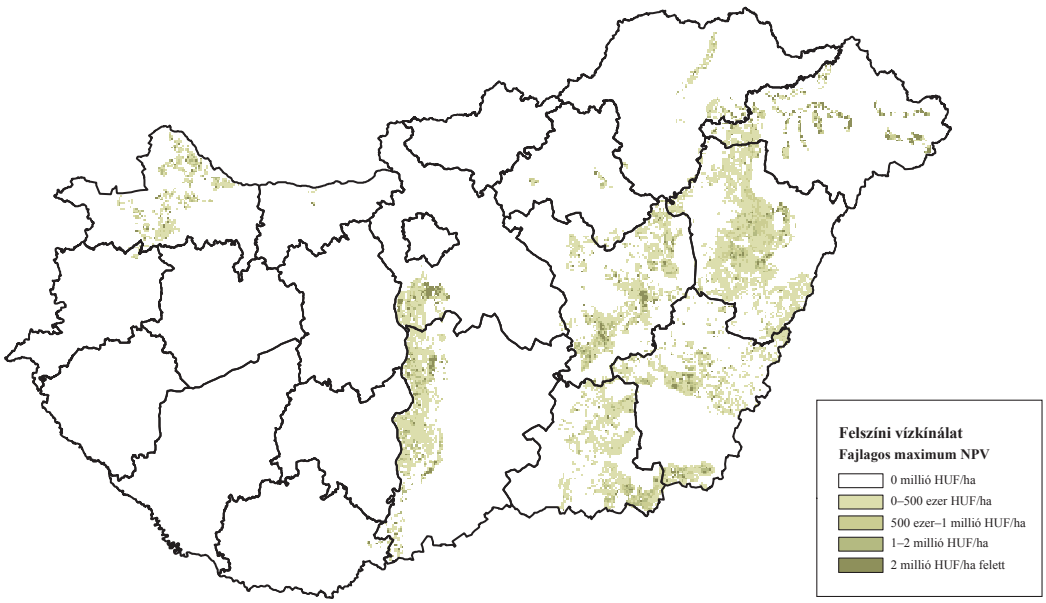
A felszíni vízkészletek esetében számszerűsítettük, hogy a nem öntözött területből az öntözött területek és az öntözési igények, valamint a jövőben az NPV-értékek alapján bevont újabb területek esetében az öntözési beruházás mennyibe kerül az egyes növénykultúráknál.

41. ábra: **A legkisebb egy hektárra vetített nettó jelenértékek nagysága és elhelyezkedése a felszíni vízkészletekből öntözésbe vonható területeknél**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

42. ábra: **A legnagyobb egy hektárra vetített nettó jelenértékek nagysága és elhelyezkedése a felszíni vízkészletekből öntözésbe vonható területeknél**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A felszíni vizeknél is igaz, hogy nagyobb beruházási összeg kisebb NPV-értéket, az alacsonyabb beruházás magasabb megtérülést jelent. A 41–42. ábráról leolvasható, hogy a minimális és maximá-

lis fajlagos NPV-értékek esetében a legnagyobb, 1–2 millió forint közötti, valamint 2 millió forint feletti értékek elsősorban az Alföld keleti és déli részén, valamint a Duna mentén helyezkednek el. Előbbiek mellett Győr-Moson-Sopron megyében is jelentős többletjövedelmek érhetők el.

A 17. táblázatból jól látható, hogy a 337 ezer hektáros terület öntözésbe vonásához szükséges 127-147 milliárd forint beruházásból a szántóföldi növények több mint 94 százalékos arányt képviselnek (120-140 milliárd forint). Ezen belül a két legjelentősebb növény, az árukukorica és a búza beruházási költsége 63–73, illetve 36–41 milliárd forint közé tehető. Az NPV-k 85 és 104 milliárd forint között alakulnak az összes szántóföldi növényt figyelembe véve, ami egy hektárra vetítve 260-320 ezer forintot jelent, vagyis az öntözéssel a vizsgált időszakban ekkora többletjövedelmet lehet elérni.

17. táblázat: **Beruházási költség, nettó jelenérték és egy hektárra vetített nettó jelenérték a felszíni vízkészletekből öntözésbe vonható növényeknél**

Öntözési növénykategória		Beruházási költség		NPV		Egy hektárra vetített NPV	
		milliárd HUF				ezer HUF/ha	
		minimum	maximum	minimum	maximum	minimum	maximum
Szántóföldi növények	**Összesen**	**120,5**	**140,0**	**84,6**	**103,9**	**260,4**	**319,9**
	hibrid kukorica	4,4	5,1	28,6	29,4	2 846,4	2 921,2
	árukukorica	62,5	73,3	31,8	42,4	220,9	295,2
	csemegekukorica	5,8	6,7	16,2	17,2	1 227,0	1 301,7
	silókukorica	2,2	2,6	–3,7	–3,4	–745,4	–670,9
	zöldborsó	1,6	1,8	0,5	0,8	97,8	137,6
	zöldbab	0,1	0,1	0,5	0,5	1 147,2	1 186,9
	szója	1,1	1,2	–0,6	–0,5	–169,1	–129,4
	lucerna	3,8	4,4	–6,5	–5,8	–742,7	–668,2
	búza	35,9	40,9	1,4	6,4	11,0	50,6
	burgonya	0,7	0,8	10,2	10,3	6 701,7	6 775,9
	cukorrépa	1,1	1,3	1,9	2,0	490,6	530,3
	egyéb	1,5	1,8	4,4	4,7	1 260,0	1 333,6
Szántóföldi zöldségnövények	**Összesen**	**2,6**	**3,1**	**34,8**	**35,2**	**5 983,0**	**6 062,5**
	paradicsom	0,1	0,1	6,1	6,1	34 118,4	34 197,6
	paprika	0,1	0,1	6,1	6,1	23 322,7	23 401,5
	fűszerpaprika	0,5	0,5	1,7	1,8	1 718,8	1 798,3
	sárgarépa	0,1	0,1	1,4	1,5	6 676,3	6 756,2
	fejes káposzta	0,2	0,2	2,2	2,2	5 852,9	5 931,8
	egyéb	1,7	2,0	17,2	17,5	4 545,3	4 624,8
Gyümölcsösök	**Összesen**	**3,4**	**3,8**	**63,0**	**63,4**	**10 637,0**	**10 701,4**
	alma	1,4	1,6	54,0	54,1	21 702,8	21 767,0
	meggy	0,8	0,9	5,3	5,4	3 867,3	3 932,0
	egyéb	1,2	1,3	3,8	3,9	1 815,8	1 880,4
Szőlő	**Összesen**	**0,3**	**0,4**	**–0,5**	**–0,5**	**–891,1**	**–826,1**
Mindösszesen		**126.8**	**147,2**	**181,9**	**202,0**	**539,1**	**599,0**

Megjegyzés: Növénykultúránkénti bontásban az 1×1 kilométeres rácsra számolt vetésforgó (2012–2014. év adatai alapján) figyelembevételével.
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A felszíni vízkészletekből öntözött szántóföldi növényeknél is hozambővüléssel számolhatunk, összességében 762,9 ezer tonnával emelkedhet a növények együttes termésmennyisége (13. melléklet). Az árukukoricánál 421,0 ezer tonna többlet keletkezhet 21,1 milliárd forintos termelésiérték-növekedés mellett, míg a búzánál 128,7 ezer tonna hozamemelkedés jelentkezhet, a termelési érték ebben az esetben 6,7 milliárd forinttal haladhatja meg az öntözés nélküli termesztését.

A szántóföldi zöldségnövények öntözése a teljes 127-147 milliárd forintos beruházásból több mint 2 százalékot tesz ki (2,6-3,1 milliárd forint), ebből a fűszerpaprika beruházási költsége 500 millió forintra tehető (17. táblázat). A szántóföldi zöldségnövények hozama összességében 82,2 ezer tonnával emelkedhet az öntözés hatására, így a termelésiérték-többlet 9,8 milliárd forint lehet. Legnagyobb hozamemelkedést az egyéb szántóföldi zöldségnövények (+38,8 ezer tonna) és a fejes káposzta érhet el (+10,5 ezer tonna), amelynek hatására a termelési érték 0,7-6,0 milliárd forinttal bővülhet (13. melléklet).

A gyümölcsösök részesedése a teljes 127-147 milliárd forintos beruházásból 2,6-2,7 százalék (3,4-3,8 milliárd forint), ebből az alma beruházási költsége 1,4-1,6 milliárd, a meggyé 0,8–0,9 milliárd forint közé tehető (17. táblázat). A gyümölcsösöknél a hozamemelkedés 20,3 ezer tonna lehet a termelési érték 8,9 milliárd forintos gyarapodása mellett. Az almánál a hozamok 8,2 ezer tonnával, meggynél 4,9 tonnával növekedhetnek, miközben a termelési értékek meggynél 0,9, almánál 7,0 milliárd forinttal bővülhetnek (13. melléklet).

18. táblázat: **A kalkulált vízkínálat felszíni vizekből 10 éves megtérülésre számolva**

Megnevezés	Mértékegység	Összesen	Szántóföldi növények	Szántóföldi zöldségnövények	Gyümölcsösök	Szőlő
Országos terület	hektár	720 075,2	701 548,1	8 687,1	7 513,6	2 326,4
Öntözött terület	hektár	51 313,1	49 079,9	1 595,8	637,4	–
Nem öntözött terület	hektár	668 762,1	652 468,3	7 091,3	6 876,1	2 326,4
Öntözhető terület	hektár	337 238,4	324 928,7	5 805,3	5 922,0	582,5
Minimális beruházási költség	milliárd HUF	126,8	120,5	2,6	3,4	0,3
Maximális beruházási költség	milliárd HUF	147,2	140,0	3,1	3,8	0,4
Hozamtöbblet	millió tonna	0,9	0,8	0,1	0,0	0,0
Termelésiérték-többlet	milliárd HUF	58,3	39,4	9,8	8,9	0,1
Öntözési igény összesen	millió köbméter	409,0	383,8	11,8	12,8	0,6
Minimális NPV	milliárd HUF	181,8	84,6	34,7	63,0	–0,5
Maximális NPV	milliárd HUF	202,0	103,9	35,2	63,4	–0,5
Minimális fajlagos NPV	ezer HUF/ hektár	539,1	260,4	5 983,0	10 637,0	–891,1
Maximális fajlagos NPV	ezer HUF/ hektár	599,0	319,9	6 063,5	10 701,4	–826,1

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Összefoglalva a felszíni vízkészletekből rendelkezésre álló vízkínálatot megállapítható, hogy a jelenleg felszíni öntözőrendszerekből öntözött, kicsivel több mint 51 ezer hektár mezőgazdasági területet az általunk számolt NPV alapján 337,2 ezer hektárral lehetne bővíteni. Ennek minimális beruházási igénye 127, maximális beruházási igénye 147 milliárd forint lenne. Összességében a beruházás

182-202 milliárd forint többletjövedelmet eredményezhet, azaz a beruházás 10 éves időtávlatában hektáronként 539-599 ezer forintot jelentene. A szántóföldi növények öntözési beruházása 120–140 milliárd forint között alakulna, azaz 85-104 milliárd forint többlethozam keletkezne. A legnagyobb fajlagos megtérülés a gyümölcsösöknél érhető el, 10,6-10,7 millió forint hektáronként (18. táblázat).

A 19. táblázatból jól látható, hogy a szántóföldi növényeknél, ahol lineár öntözőrendszert telepítenének, ott 186 ezer hektár területnek 81-95 milliárd forint lenne a beruházási költsége, ami 31 milliárd forint termelésiérték-többletet és 0,6 millió tonna többlethozamot eredményezne. Csévélődobos öntözőberendezésnél 139 ezer hektáron 40-45 milliárd forint beruházására lenne szükség, ez 0,2 millió tonnával emelné a hozamot és 8 milliárd forint termelésiérték-többletet jelentene. Az egy hektárra jutó nettó jelenérték nagysága a lineár rendszernél 436-511, a csévélődobos öntözőberendezés alkalmazásánál valamivel kisebb, 26-66 ezer forint lenne hektáronként (19. táblázat).

19. táblázat **A kalkulált vízkínálat felszíni vizekből 10 éves megtérülésre számolva technológiai bontásban**

Megnevezés	Mértékegység	Szántóföldi növények		
		összesen	lineár, körforgó	dobos öntözőgép
Öntözhető terület	hektár	324 928,7	185 659,1	139 269,6
Minimális beruházási költség	milliárd HUF	120,5	80,8	39,7
Maximális beruházási költség	milliárd HUF	139,9	94,7	45,3
Hozamtöbblet	millió tonna	0,8	0,6	0,2
Termelésiérték-többlet	milliárd HUF	39,4	31,2	8,2
Öntözési igény összesen	millió köbméter	383,8	317,4	66,4
Minimális NPV	milliárd HUF	84,6	81,0	3,6
Maximális NPV	milliárd HUF	103,9	94,8	9,1
Minimális fajlagos NPV	ezer HUF/hektár	203,3	436,2	25,9
Maximális fajlagos NPV	ezer HUF/hektár	262,5	510,6	65,6

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

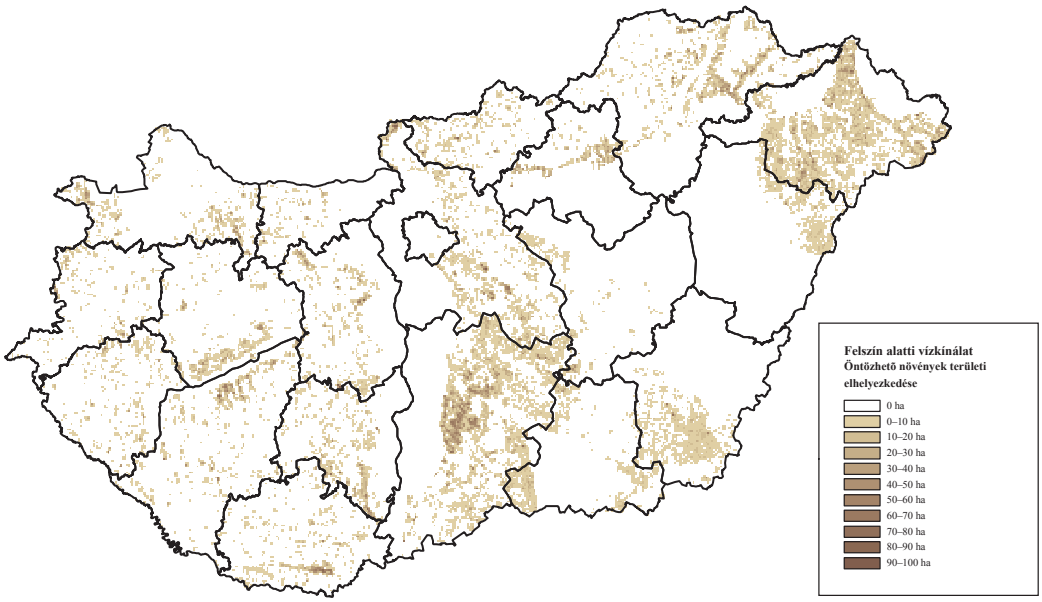
Felszín alatti vízkészletek biztosította vízkínálat

Azokon a területeken, ahol a felszíni vízkészletekből nem elégíthető ki a vízigény, felszín alatti vízkészletekre támaszkodhatunk. A felszín alatti vízkészletek származhatnak talaj-, illetve rétegvízből. A felszín alatti vízkészleteket több fedvény metszetéből kapjuk. Első lépésben az öntözhető növények által lefedett 2,7 millió hektár területet (29. ábra) és a rendelkezésre álló felszíni öntözőrendszerek által kimetszett területet határoltuk le (lásd a felszíni és felszín alatti vízkészletekről szóló fejezeteket), ami 720,1 ezer hektárt jelentett (36. ábra). Azt vizsgáltuk, hogy ahol nincs felszíni öntözésre lehetőség, ott rendelkezésre áll-e felszín alatti vízkészlet, amelynek segítségével a vizsgált növények öntözésbe vonhatók. Vagyis ebben az esetben csak azokat a felszín alatti vízkivételi helyeket kerestük, ahol nincs más öntözési lehetőség. Ennek okán a 36. ábra fedvényére rátettük a felszín alatti vízkészletek területi elhelyezkedését mutató fedvényt és az így kimetszett részt tekintettük a továbbiakban a becslés alapjának (43. ábra). Mivel a felszín alatti készletekből csak mikroöntözéses technológiával lehet vizet felhasználni, így a mikroöntözéssel ellátható növénykultúrákat vettük figyelembe (ültetvények és zöldségnövények).

A jó mennyiségi állapotú felszín alatti víztestek által lefedett kertészeti terület zöme a Dunántúlon, a Duna–Tisza közén, Észak-Magyarországon, illetve az Alföld északi és déli területein helyezkedik

el (43. ábra). Ebből a gyümölcsösökre a terület fele (50,1 százalék) esik, a szántóföldi zöldségnövények aránya 12,1, a szőlőé 37,8 százalékot jelent a 109,8 ezer hektár felszín alatti vízkészlettel lefedett területből (20. táblázat).

43. ábra: **A felszín alatti vízkészletek nagysága és elhelyezkedése az öntözhető növényeknél**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

20. táblázat: **A felszín alatti vízkészletből öntözött és nem öntözött, valamint az öntözésbe vonható területek nagysága az öntözhető növényeknél**

hektár

Öntözési növénykategória		Országos terület	Öntözött terület	Nem öntözött terület	Öntözésbe vonható
Szántóföldi zöldségnövények	**Összesen**	**13 320**	**516**	**12 804**	**6 344**
	paradicsom	331	35	296	290
	paprika	1 002	36	967	939
	fűszerpaprika	694	19	675	646
	sárgarépa	373	38	335	313
	fejes káposzta	1 074	32	1 042	944
	egyéb	9 846	357	9 489	3 212
Gyümölcsösök	**Összesen**	**54 969**	**2 599**	**52 371**	**38 109**
	alma	**19 953**	**1 141**	**18 811**	**17 273**
	meggy	9 715	478	9 237	8 272
	egyéb	25 302	979	24 323	12 564
Szőlő	**Összesen**	**41 528**	**14**	**41 513**	**316**
Mindösszesen		**109 816**	**3 129**	**106 687**	**44 768**

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

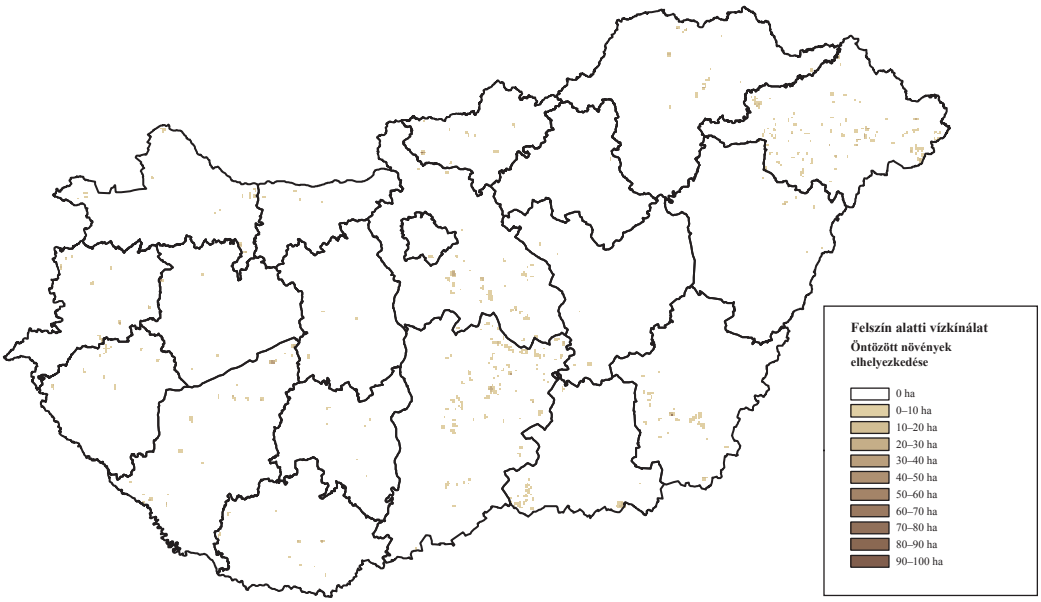
A felszín alatti vízkészletből öntözhető kertészeti területekből (68 ezer hektár) az öntözött területek nagysága kicsivel több mint 3 ezer hektárt jelent, vagyis annak közel 4,6 százalékát teszi ki. A vizsgált szántóföldi zöldségek aránya az összes öntözött területből 16,5 százalék, a gyümölcsösöké 83,0 százalék, a szőlőé 0,5 százalék (44. ábra).

A felszín alatti vízkészletekből nem öntözött területek nagysága a vizsgált növénykultúráknál összességében több mint 106 ezer hektárt tett ki a 2011–2014. évek átlagában Magyarországon. Ebből a szántóföldi zöldségnövények területe 12,8 ezer, a gyümölcsösöké 52,4 ezer és a szőlőé 41,5 ezer hektár volt (45. ábra, 20. táblázat).

A felszín alatti vízkészleteknél megvizsgáltuk, hogy hol vannak azok az (nem öntözött területekből öntözésbe vonható) újabb területek, amelyeknél az öntözési beruházás nettó jelenértéke eléri vagy meghaladja a nullát, vagyis ahol az öntözési beruházás megtérül. A 20. táblázatból leolvasható, hogy a jelenlegi 3 ezer hektár felszín alatti vízkészletből öntözött területet több mint 44 ezer hektárral 47,9 ezer hektárra lehetne bővíteni, így a több mint 109,8 ezer hektár felszín alatti vízkészletből nem öntözött terület 42,0 százalékkal csökkenne.

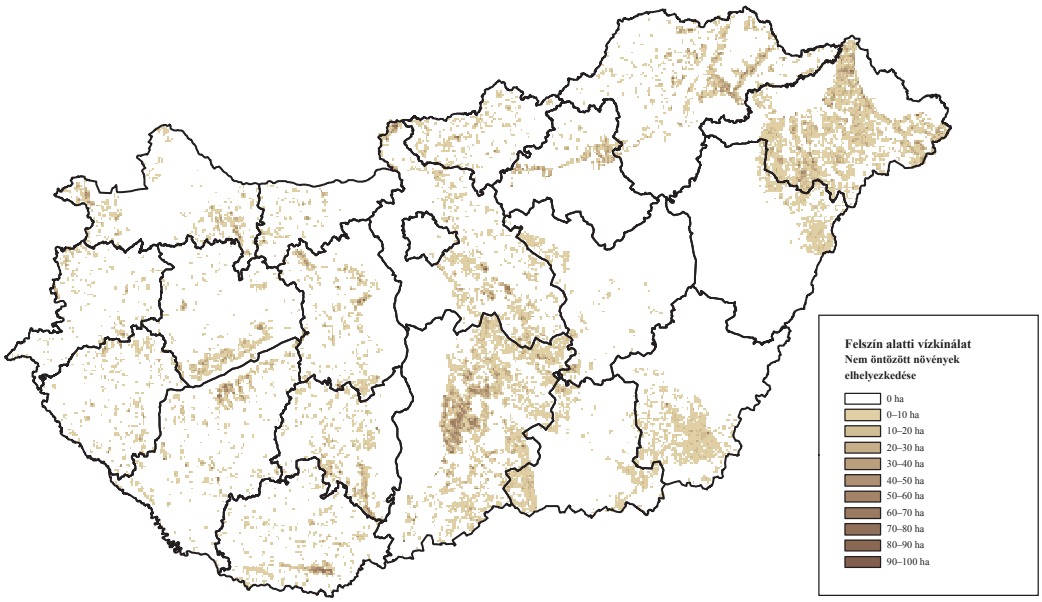
A vizsgált növénykultúrákat elemezve elmondható, hogy összességében a szántóföldi zöldségnövényeknél több mint tizenháromszorosára lehetne növelni az öntözött területek nagyságát, míg a gyümölcsösöknél a vizsgált időszakban öntözött területekhez képest 14,7-szeres területnövekedést lehetne elérni. A 20. táblázatból jól látható az is, hogy a szántóföldi zöldségnövényeknél a fűszerpaprika területe harminchatszorosára, a paprika és fejes káposzta öntözött területe 27-31-szeresére gyarapodhatna. Gyümölcsösöknél a meggy és az alma felszín alatti vízkészletből történő öntözése 15-18-szoros területnövekedést eredményezne.

44. ábra: **A felszín alatti vízkészletekből öntözött területek nagysága és elhelyezkedése az öntözhető növényeknél**



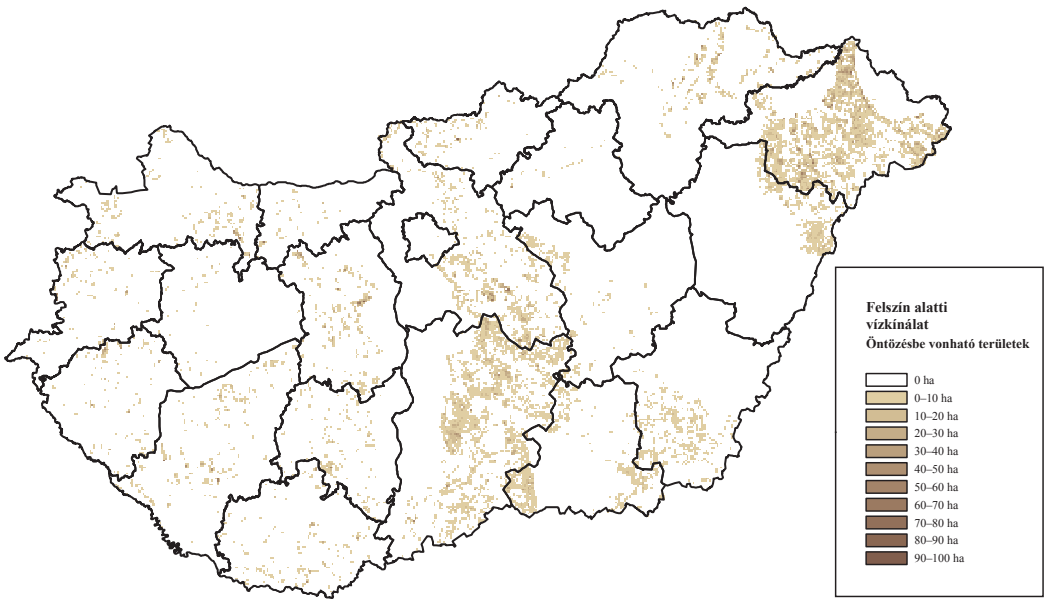
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

45. ábra: **A felszín alatti vízkészletekből nem öntözött területek nagysága és elhelyezkedése az öntözhető növényeknél**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

46. ábra: **A felszín alatti vízkészletekből gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható területek nagysága és elhelyezkedése a vizsgált kertészeti kultúráknál**

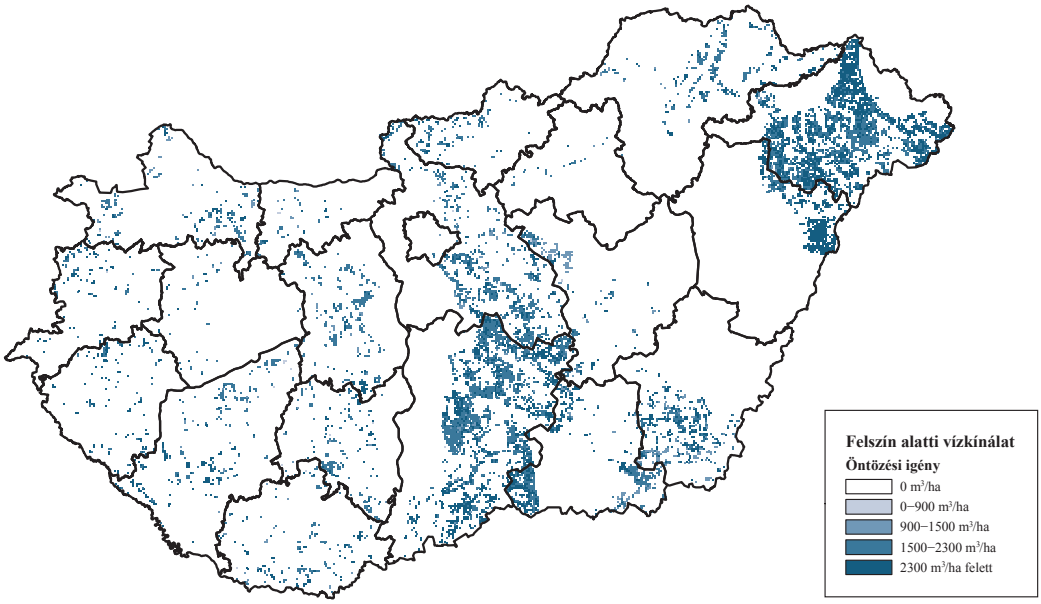


Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A 46. ábráról leolvasható, hogy ahol megvalósulhat a felszín alatti vízkészletből öntözés, ott a 100 hektárnál kisebb táblák zömét a 10 hektár alatti területek adják. Ez jól jelzi, hogy az ültetvény- és zöldségterületek viszonylag elszórtan, nem egy tömbben helyezkednek el. A területek elsősorban a Nyírségben, illetve a Duna–Tisza közén találhatók.

A felszín alatti vízkészletekből öntözhető területek vízigényét a felszíni öntözési vízigény számításához hasonlóan becsültük, vagyis a vízkereslet által lefedett öntözhető területhez kalkuláltuk a vízigényt. A kertészeti kultúrák esetében rendelkezésre álló felszín alatti vízkészlet által lefedett 109,8 ezer hektár területre becsültük meg az öntözésbe vonható területek vízigényét, amely 98,9 millió m^3-t tett ki összességében (47. ábra, 21. táblázat). Végül növénykultúránként is meghatároztuk a felszín alatti vizekből kiöntözhető vízmennyiséget.

47. ábra: **A felszín alatti vízkészletekből gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható kertészeti területek vízigénye egy hektárra jutó köbméterben kifejezve**



Forrás: NAK-adatok felhasználásával készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A vizsgált növénykultúrák tekintetében megállapítható, hogy a legnagyobb vízmennyiséget, 82,5 millió m^3-t a gyümölcsösök igényelnek, ezt követik a szántóföldi zöldségnövények 16,1 millió m^3 vízszükséglettel, majd a szőlő 0,3 millió m^3-rel. A szántóföldi zöldségnövényeken belül az egyéb szántóföldi zöldségnövények vízigénye (7,9 millió m^3) a legmagasabb, a kategóriájukon belül előbbi 49,0 százalékot, míg a paprika vízigénye a teljes vízszükséglet 18,6 százalékát jelenti. A gyümölcsösöknél az alma rendelkezik a legmagasabb vízigénnyel, 43,2 millió m^3-rel, majd az egyéb gyümölcsösök 25,2 millió m^3-rel, végül a meggy vízigénye több mint 14,1 millió m^3 (21. táblázat).

A felszín alatti vízkészletek esetében is megvizsgáltuk, hogy az öntözött területek és ezek öntözési igénye, valamint a jövőben az NPV alapján újonnan bevont területeken megvalósuló öntözési beruházás mennyibe kerül az egyes növénykultúrák esetében, illetve milyen nettó jelenértéket eredményez, figyelembe véve az öntözésből származó többletjövedelmet.

A 48–49. ábráról leolvasható, hogy a minimális és maximális fajlagos NPV-k 1-2 millió forinttól 20 millió forint feletti értékig terjedhetnek, és elsősorban a Nyírségben, a Duna–Tisza közén, Dél-Békésben, valamint a Dunántúlon elszórtan helyezkednek el.

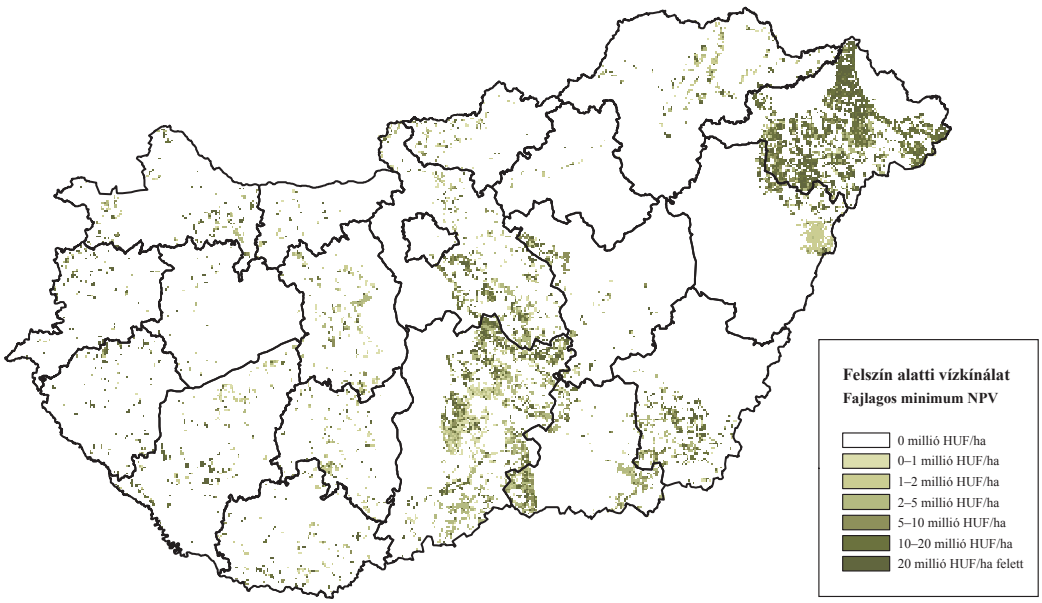
21. táblázat: **A felszín alatti vízkészletből gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható kertészeti kultúrák vízigénye**

millió köbméter

Öntözési növénykategória		Április–május	Június	Július	Augusztus	Szeptember–október	Összesen
Szántóföldi zöldség-növények	**Összesen**	**2,2**	**4,5**	**5,9**	**3,6**	**–**	**16,1**
	paradicsom	0,1	0,3	0,3	0,2	–	0,9
	paprika	0,4	0,9	1,0	0,8	–	3,0
	fűszerpaprika	0,3	0,5	0,7	0,3	–	1,7
	sárgarépa	0,1	0,2	0,3	0,1	–	0,6
	fejes káposzta	0,2	0,6	0,8	0,5	–	2,0
	egyéb	1,1	2,3	2,9	1,7	–	7,9
Gyümölcsösök	**Összesen**	**11,3**	**23,5**	**32,2**	**15,5**	**–**	**82,5**
	alma	5,2	12,1	17,3	8,6	–	43,2
	meggy	2,5	3,3	6,6	1,7	–	14,1
	egyéb	3,6	8,1	8,3	5,2	–	25,2
Szőlő	**Összesen**	**–**	**0,2**	**0,1**	**–**	**–**	**0,3**
Mindösszesen		**13,4**	**28,2**	**38,2**	**19,1**	**–**	**98,9**

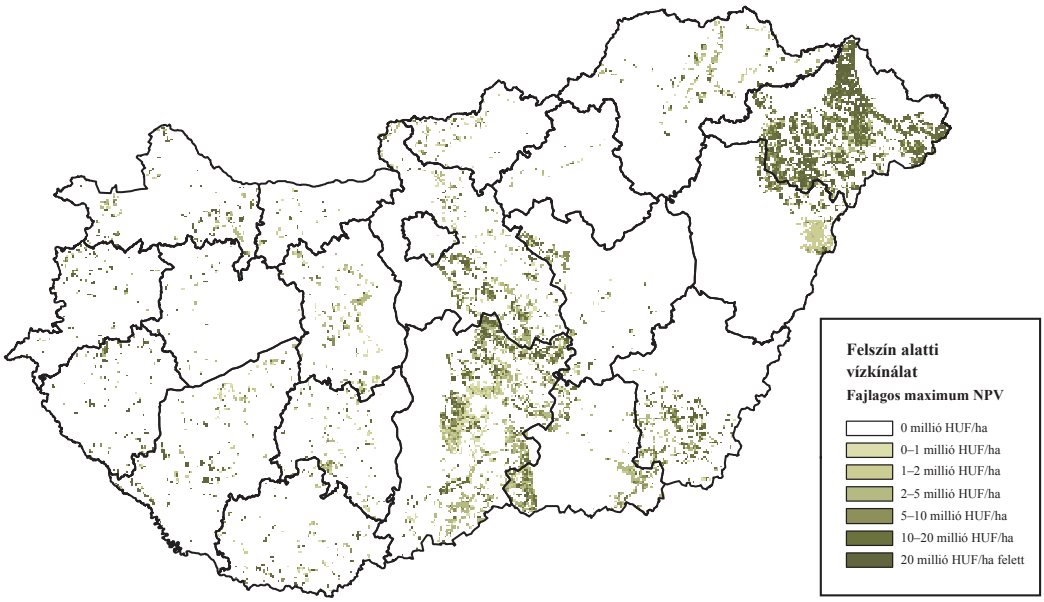
Forrás: NAK-adatok felhasználásával készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

48. ábra: **A felszín alatti vízkészletekből gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható kertészeti területek nagysága és elhelyezkedése a legalacsonyabb egy hektárra vetített nettó jelenértékek figyelembevétele mellett**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

49. ábra: **A felszín alatti vízkészletekből gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható kertészeti területek nagysága és elhelyezkedése a legmagasabb egy hektárra vetített nettó jelenértékek figyelembevétele mellett**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

22. táblázat: **Beruházási költség, nettó jelenérték és egy hektárra vetített nettó jelenérték a felszín alatti vízkészletekből gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható növényeknél**

Öntözési növénykategória		Beruházási költség		NPV		Egy hektárra vetített NPV	
		milliárd HUF				ezer HUF/ha	
		minimum	maximum	minimum	maximum	minimum	maximum
Szántóföldi zöldség-növények	**Összesen**	**2,9**	**3,4**	**57,7**	**58,2**	**9 089,7**	**9 169,3**
	paradicsom	0,1	0,2	10,6	10,6	36 398,3	36 478,2
	paprika	0,4	0,5	23,9	23,9	25 396,3	25 475,9
	fűszerpaprika	0,3	0,3	1,6	1,6	2 462,7	2 542,6
	sárgarépa	0,1	0,2	2,2	2,2	6 883,6	6 963,4
	fejes káposzta	0,4	0,5	6,1	6,1	6 420,8	6 500,5
	egyéb	1,5	1,7	13,5	13,7	4 189,9	4 269,5
Gyümölcsösök	**Összesen**	**21,9**	**24,4**	**454,3**	**456,8**	**11 920,8**	**11 985,3**
	alma	9,9	11,1	386,0	387,2	22 349,7	22 414,3
	meggy	4,8	5,3	32,8	33,4	3 966,4	4 031,1
	egyéb	7,2	8,0	35,4	36,2	2 820,1	2 884,6
Szőlő	**Összesen**	**0,2**	**0,2**	**0,1**	**0,1**	**163,5**	**228,5**
Mindösszesen		**24.9**	**27,9**	**512,0**	**515,0**	**11 436,7**	**11 503,4**

Megjegyzés: Növénykultúránkénti bontásban az 1×1 kilométeres rácsra számolt vetésforgó (2012–2014. év adatai alapján) figyelembevételével.
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A vizsgált szántóföldi zöldségnövények öntözése a teljes 25-28 milliárd forintos beruházásból 2,9-3,4 milliárd forintot (11-12 százalékot), ezen belül a paprika, valamint a fejes káposzta is 400-500 millió forintot tesz ki (22. táblázat). A szántóföldi zöldségnövényeknél a felszín alatti vizekből való öntözés hatására szintén növekednek a hozamok, összesen 115,9 ezer tonna gyarapodásra lehet számítani 13,9 milliárd forintos termelésiérték-bővülés mellett. A paprikánál és a fejes káposztánál kicsivel több mint 27 ezer tonna feletti hozamemelkedés várható, ennek hatására a termelési érték fejes káposztánál 1,7 milliárd forinttal, paprikánál 4,7 milliárd forinttal növekedhet (14. melléklet).

A gyümölcsösök részesedése a teljes 25-28 milliárd forintos beruházásból több mint 88 százalék (22-24 milliárd forint), ezen belül a meggy beruházási költsége 4,8–5,3 milliárd forint, az almáé 9,9–11,1 millió forint közé tehető (22. táblázat). A felszín alatti vizekből történő öntözés hatására gyümölcsösöknél 140,8 ezer tonnával bővülhet a termés összességében, amihez 63,3 milliárd forintos termelésiérték-gyarapodás is társul. Almánál 58,2 ezer tonna többlethozam keletkezhet az öntözés hatására, ami 50,1 milliárd forint hozamértéktöbblettel társul. Meggynél a hozam 30,1 ezer tonnával emelkedhet, ami 5,6 milliárd forinttal növelheti a termelési értéket (14. melléklet).

Összefoglalva a felszín alatti vízkészletekből megvalósuló öntözéssel kapcsolatos vizsgálatokat megállapítható, hogy a kertészeti kultúrák felszín alatti vízkészlettel lefedhető 109,8 ezer hektáros területéből 44 768 hektár területet lehetne gazdaságosan öntözésbe bevonni az általunk számolt NPV alapján. Ennek beruházási költsége 24,9 és 28,0 milliárd forint között alakul. A beruházás eredményeként a vizsgált időszak egészében 512-515 milliárd forint többletjövedelem, azaz hektáronként 11,4-11,5 millió forinttal magasabb eredmény realizálható. Ezen belül a szántóföldi zöldségnövények öntözési beruházása 2,9–3,4 milliárd forint közötti költséggel járna és 58-59 milliárd forint többletjövedelmet jelentene. A legnagyobb fajlagos megtérülés a gyümölcsösöknél jelentkezne hektáronként több mint 11 millió forinttal (23. táblázat).

23. táblázat: **Legfontosabb mutatók felszín alatti vízkészletekből biztosított öntözés esetében**

Megnevezés	Mértékegység	Összesen	Szántóföldi zöldségnövények	Gyümölcsösök	Szőlő
Országos terület	**hektár**	**109 816,5**	**13 319,7**	**54 969,2**	**41 527,5**
Öntözött terület	hektár	3 129,1	516,2	2 598,7	14,2
Nem öntözött terület	hektár	106 687,4	12 803,5	52 370,6	41 513,3
Öntözhető terület	hektár	44 768,5	6 344,1	38 108,7	315,6
Minimális beruházási költség	milliárd HUF	24,9	2,9	21,9	0,2
Maximális beruházási költség	milliárd HUF	28,0	3,4	24,4	0,2
Hozamtöbblet	ezer tonna	0,3	0,1	0,1	–
Termelésiérték-többlet	milliárd HUF	77,3	13,9	63,3	0,1
Öntözési igény összesen	millió köbméter	98,9	16,1	82,5	0,3
Minimális NPV	milliárd HUF	512,0	57,7	454,3	0,1
Maximális NPV	milliárd HUF	515,0	58,2	456,8	0,1
Minimális fajlagos NPV	ezer HUF/hektár	11,4	9,1	11,9	0,2
Maximális fajlagos NPV	ezer HUF/hektár	11,5	9,2	12,0	0,2

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Makroökonómiai elemzés

A makroökonómiai elemzés tulajdonképpen az előző két alfejezetben becsült azon területi költség- és jövedelemadatokat foglalja össze, amelyek az újabb területek öntözésbe vonásának hatására keletkeznek. Elöljáróban a számok pontosabb részletezése nélkül megállapítható, hogy az öntözésbe vonható területek jelentősen növelhetők lennének. Ennek azonban a felszínen és a felszín alatt rendelkezésre álló vízkészletek szabnak korlátokat, olyannyira, hogy a vízkeresleti oldal jóval meghaladja a kínálati oldalt. Mindezek ellenére azokon a területeken, ahol a vízigény kielégíthető az öntözhető növények esetében, az öntözés hatására jelentős többlethozam és jövedelem keletkezhet. A 24. táblázat a fentebb leírtakat számszerűsíti területi, vízigény szerinti bontásban a beruházási költségek és annak megtérülései alapján.

A vizsgált növények által lefedett mezőgazdasági terület 2,7 millió hektár, amelyből mindössze 68 ezer hektáron öntöznek. Az NPV alapján gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható területek nagysága több mint 1 millió hektárral lenne bővíthető. Az öntözéses gazdálkodás megvalósításához számításaink szerint 1,4 milliárd m^3 víz szükséges. A beruházás költsége 419,9-486,2 milliárd forint lenne, ami a vizsgált tízéves időszakban 901,1-966,4 milliárd forint nettó jelenértéket, vagyis többletjövedelmet eredményezne. A beruházás költsége a vizsgált szántóföldi növénykultúráknál a legnagyobb (374,1-434,7 milliárd forint), amelynek nettó jelenértéke 204,5-264,1 milliárd forint, vagyis az öntözési beruházás bőségesen megtérülne. Kérdés azonban az, hogy ebből a maximális területből mekkora terület vízigénye elégíthető ki a felszíni és felszín alatti készletekből. Fontos megjegyezni, hogy a felszín alatti vízkészletekből öntözés csak mikroöntözéses technológiával valósítható meg, ezért a szántóföldi növények vízigényének pótlása nem lehetséges e vízkészletekből. Összességében az öntözés hatására a hozamok 2,9 millió tonnával bővülhetnek a termelési érték 234,1 milliárd forintos növekedése mellett (24. táblázat).

A vizsgált növények mezőgazdasági területe és a felszíni öntözőrendszerek által lefedett terület, azaz a vízkereslet és vízkínálat metszete alapján 720,1 ezer hektárt lehetne öntözésbe vonni. Ebből jelenleg 51,3 ezer hektáron folyik valóban öntözési tevékenység. Az NPV alapján a 668,8 ezer nem öntözött hektárból több mint 337,2 ezer hektáron megtérülne a vízgazdálkodáshoz szükséges beruházás, annak vízigénye 409,0 millió m^3 lenne. A beruházás költsége 126,8 és 147,2 milliárd forint között alakul, és számításaink szerint 181,8-202,0 milliárd forint nettó jelenérték keletkezne a vizsgált tízéves időszakban makroszinten. A legmagasabb beruházási költség a szántóföldi növénykultúráknál jelentkezne (120,5-140,0 milliárd forint), ugyanakkor az egy hektárra vetített NPV-k alapján a gyümölcsösöknél eredményezne kiemelkedően magas (10,7 millió forint hektáronként) nettó jelenértéket. A szőlő öntözése számításaink szerint nem térülne meg. A felszíni vízkészletekből való öntözés hatására a hozamok összességében 0,9 millió tonnával bővülhetnek 58,3 milliárd forintos termelésiérték-növekedés mellett (24. táblázat).

A vizsgált növényeknél a felszín alatti vízkészletek által lefedett terület nagysága 109,8 ezer hektár, amelyből ezidáig 3,1 ezer hektáron öntöztek. Az NPV-k alapján az öntözhető területek kicsivel több mint 44 ezer hektárral bővíthetők lennének, amihez 98,9 millió m^3 vízre volna szükség. A beruházás költsége 24,9-28,0 milliárd forint lenne, amely hektáronként 11,4-11,5 millió forint nettó jelenértéket hozhatna a vizsgált tízéves időszakban. A beruházás költsége a gyümölcsösöknél a legmagasabb (21,9-24,4 milliárd forint), ugyanakkor a megvalósítás hatására jelentős, egy hektárra vetítve közel 12 millió forintos NPV keletkezne, ami meggyőzően támasztja alá az esetleges öntözési beruházás megtérülését. A felszín alatti vízkészletekből történő öntözésnél a szőlő beruházási költsége is megtérülne, 163,5-228,5 ezer forint többlet keletkezne hektáronként. A felszín alatti vízkészletekből történő öntözés hatására a hozamok összességében 0,3 millió tonnával bővülhetnek a termelési érték 77,3 milliárd forintos növekedése mellett (24. táblázat).

24. táblázat: **A rendelkezésre álló vízkészletek**

	Megnevezés	Országos	Öntözött	Nem öntözött	Öntözésbe vonható	Beruházási költség		Hozam-többlet	Terme-lésérték-többlet	Öntözési vízigény	NPV		Egy hektárra jutó NPV	
		terület				minimum	maximum				minimum	maximum	minimum	maximum
		hektár				milliárd HUF		ezer tonna	milliárd HUF	millió köbméter	milliárd HUF		ezer HUF/hektár	
Vízkereslet	**Összesen**	**2 696 086**	**68 460**	**2 627 626**	**1 089 469**	**419,9**	**486,2**	**2 894,1**	**234,1**	**1 384,5**	**901,1**	**966,4**	**827**	**887**
	Szántóföldi növények	2 542 310	62 232	2 480 078	1 005 921	374,1	434,7	2 356	115,7	1 207,2	204,5	264,1	203	263
	Szántóföldi zöldségnövények	25 992	2 241	23 751	18 296	8,3	9,7	322,5	31,3	45,3	99,4	100,9	5 433	5 513
	Gyümölcsösök	75 483	3 971	71 511	57 421	33,0	36,8	205,0	86,0	124,2	603,7	607,4	10 514	10 578
	Szőlő	52 301	16	52 285	7 832	4,5	5,0	10,6	1,1	7,8	–6,4	–5,9	–822	–757
Felszíni vízkészlet	**Összesen**	**720 075**	**51 313**	**668 762**	**337 238**	**126,8**	**147,2**	**866,1**	**58,3**	**409,0**	**181,8**	**202,0**	**539**	**599**
	Szántóföldi növények	701 548	49 080	652 468	324 929	120,5	140,0	762,9	39,4	383,8	84,6	103,9	260	320
	Szántóföldi zöldségnövények	8 687	1 596	7 091	5 805	2,6	3,1	82,2	9,8	11,8	34,8	35,2	5 983	6 063
	Gyümölcsösök	7 514	637	6 876	5 922	3,4	3,8	20,3	8,9	12,8	63,0	63,4	10 637	10 701
	Szőlő	2 326	–	2 326	582	0,3	0,4	0,8	0,1	0,6	–0,5	–0,5	–891	–826
Felszín alatti víz-készlet	Összesen	**109 816**	**3 129**	**106 687**	**44 768**	**24,9**	**27,9**	**257,2**	**77,3**	**98,9**	**512,0**	**515,0**	**11 437**	**11 503**
	Szántóföldi zöldségnövények	13 320	516	12 804	6 344	2,9	3,4	115,9	13,9	16,1	57,7	58,2	9 090	9 169
	Gyümölcsösök	54 969	2 599	52 371	38 109	21,9	24,4	140,8	63,3	82,5	454,3	456,8	11 921	11 985
	Szőlő	41 528	14	41 513	316	0,2	0,2	0,4	0,1	0,3	0,1	0,1	164	229

Megjegyzés: Felszíni vízkivételnél a VKJ szerinti öntözőrendszerek által lefedett területtel számoltunk, amely a felszín alatti vízkészletek fedvényével együtt nem fedi le az országos területet.
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A mezőgazdaság oldaláról közelítve az öntözhető növények teljes területe 2,7 millió hektár, amellyel szemben a vízkínálat összességében 829,9 ezer hektárt fed le. Az NPV-k alapján ugyan bővülhetne az öntözött területek nagysága 1,1 millió hektárral, azonban a vízkínálati korlátot figyelembe véve „csak" kicsivel több mint 382 ezer hektáros növekedés képzelhető el. A felszíni öntözőrendszerekből elsősorban (96,3 százalékban) a szántóföldi növények öntözött területe növelhető, míg a felszín alatti vízkészletek a szántóföldi zöldségnövények vízellátását szolgálhatják.

Számszerűen a szántóföldi növényeknél ez további 324,9 ezer hektár öntözésbe vonását jelentené a jelenlegi 49,1 ezer hektár öntözött területhez képest. Szántóföldi zöldségeknél a jelenleg felszíni vízkészletekből öntözött 1595,8 hektár terület 5805,3 ezer hektárral bővülhetne. A felszín alatti öntözés fejlesztésével az eddig öntözött 516,2 hektár terület 6344,1 hektárral növelhető. Összességében szántóföldi zöldségeknél az öntözött területek a felszíni és felszín alatti vízkészletek bevonásával meghétszereződhetnének. Gyümölcsösöknél a felszíni vízkészletekből jelenleg öntözött 637,4 hektár terület 5922,0 ezer hektárral gyarapodhatna. A felszín alatti vízkészletekből öntözött terület (2598,7 hektár) ugyancsak jelentősen, 38 108,7 hektárral emelkedhetne. Összességében gyümölcsösöknél a jelenleg is öntözött 3236,1 hektár terület közel tizennyolcszor nagyobb lehetne az öntözésfejlesztés hatására. Mindez egyben azt is jelenti, hogy az öntözött területek növelésére vonatkozó hipotézisünk beigazolódott, ugyanakkor túlságosan óvatosnak bizonyult, hiszen jóval nagyobb arányban növelhetők az öntözött területek, mint azt feltételeztük.

Érzékenységvizsgálat

Az érzékenységvizsgálat célja annak megállapítása, hogy néhány lehetséges változás milyen mértékben befolyásolja az öntözésbe vonható területekre vonatkozó számítások eredményeit. A vizsgálatok során a beruházási támogatás, a beruházási költség, a kamatláb, a vízdíj, a változó hozamok és a terményért kapható piaci ár, az aszály, valamint az öntözésre alkalmas talajok változására készültek forgatókönyvek. Az áttekinthetőség kedvéért általában egyszerre mindig csak egy paraméter értékében történt változtatás, a többi érték a jelenlegi jellemzőknek megfelelően változatlan maradt. A lehetséges változások kombinációiból előállítottunk egy legjobb, illetve egy legrosszabb forgatókönyvet is, amivel a szélsőséges eseteket jellemezhetjük.

A vizsgálatok nem terjedtek ki a változó körülmények miatti esetleges vetésszerkezet-változásra.

Az összehasonlítás alapját minden esetben az aktuális körülmények mellett gazdaságossági szempontból feltételesen öntözésbe vonható – jelenleg nem öntözött – területek jelentik, amelyek bemutatására az előző fejezetben került sor. Az egy hektárra jutó NPV elemzésekor azok minimális értékét vettük figyelembe.

Terjedelmi korlátok miatt a beruházási támogatás megszűnése, az aszály hatása, valamint a legjobb és legrosszabb forgatókönyv elemzésére térünk ki részletesebben, a többi tényező hatásának értékelése kevésbé elmélyült.

Beruházási támogatás

Az alapszámítások 50 százalékos beruházási támogatás figyelembevételével készültek. Az érzékenységvizsgálat során a támogatás megszűnését szimuláltuk.

Területi változások

A támogatás teljes megszűnése jelentősen visszafogná az öntözési beruházásokat. A kereslet alapján számított öntözhető területek esetén 61,1 százalékkal (több mint 660 ezer hektár), a felszíni vízkészletekből öntözhető területeknél 58,3 százalékkal (196,6 ezer hektár) csökkenne a gazdaságosan öntözésbe vonható területek nagysága. Legkisebb hatása – 9,3 százalékos csökkenés (4144 hektár) – a felszín alatti vízkészletekből való öntözésre lenne (25. táblázat). Az öntözhető terület potenciális növekedése elsősorban azoknál a növényeknél maradna el, amelyeket jelenleg is nagyrészt öntözetlen körülmények közt termesztenek. A szántóföldi növények közül elsősorban a búza és az árukukorica öntözésbe vonható területe lenne jelentősen kisebb, a vízkereslet alapján 76,3, illetve 68,1 százalékkal (289,8 ezer, illetve 334,4 ezer hektár), a felszíni öntözés esetén 71,5, illetve 65,2 százalékkal (89,9 ezer, illetve 93,8 ezer hektár). A silókukorica, lucerna és szója öntözött területének növekedése is 50-60 százalékkal elmaradna a potenciálistól a vízkereslet és a felszíni vízkészlet alapján végzett számításoknál egyaránt.

Beruházási támogatás nélkül a szőlő öntözése is nehezen valósítható meg. Erre utal, hogy a kereslet alapján számított öntözésbe vonható terület 38,6 százalékkal, a felszíni vízkészletből öntözhető terület 36,8 százalékkal lenne kisebb, mint a jelenlegi feltételek mellett bevonható. A felszín alatti vízkészletből való öntözés esetén a támogatás megszűnése a szőlőnél 100 százalékos csökkenést jelentene, vagyis nem tenné lehetővé az öntözésbe vonható területek bővítését. A beruházási támogatás megszűnése legkevésbé a vízigényes, sok esetben jelenleg is nagyobb arányban öntözött növények öntözésbe vonható területét befolyásolja. A hibrid kukorica, zöldbab, burgonya, paradicsom, paprika, fűszerpaprika, sárgarépa, fejes káposzta, valamint a meggy és az alma esetén gyakorlatilag nincs különbség a támogatással vagy anélkül számított öntözésbe vonható területek mérete közt.

25. táblázat: **Az öntözésbe vonható területek nagysága eltérő beruházási támogatások esetén**

Megnevezés	Aktuális	0% támogatás	
	terület, hektár	terület, hektár	változás, százalék
Kereslet alapján összesen	**1 089 469**	**424 157**	**–61,1**
Szántóföldi növények	1 005 921	347 945	–65,4
Szántóföldi zöldségnövények	18 296	16 655	–9,0
Gyümölcsösök	57 421	54 746	–4,7
Szőlő	7 832	4 811	–38,6
Felszíni vízkészletből összesen	**337 238**	**140 618**	**–58,3**
Szántóföldi növények	324 929	129 148	–60,3
Szántóföldi zöldségnövények	5 805	5 573	–4,0
Gyümölcsösök	5 922	5 529	–6,6
Szőlő	582	368	–36,8
Felszín alatti vízkészletből összesen	**44 768**	**40 625**	**–9,3**
Szántóföldi növények	–	–	–
Szántóföldi zöldségnövények	6 344	6 063	–4,4
Gyümölcsösök	38 109	34 562	–9,3
Szőlő	316	–	–100,0

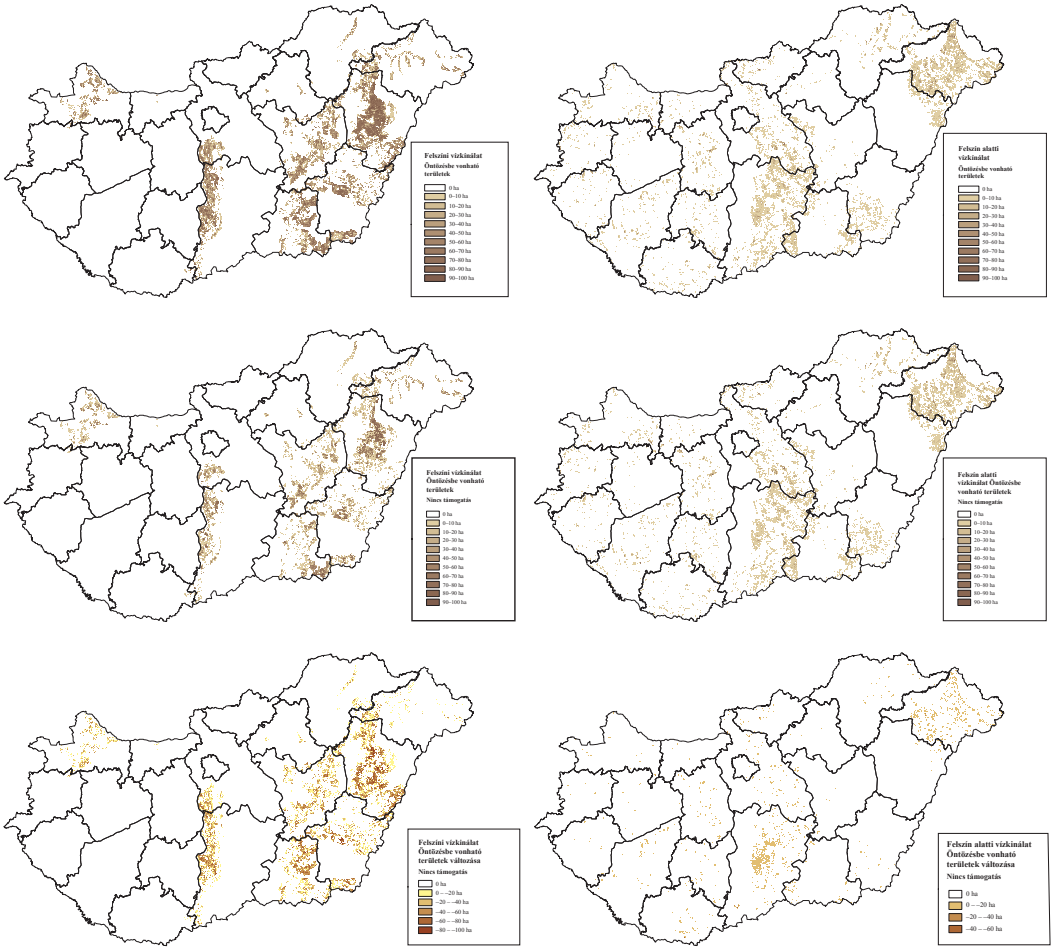
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A felszíni, illetve felszín alatti vízkészletekből a kereslet szerint öntözésbe vonható területeknek kevesebb mint felén érné meg öntözésfejlesztést végezni. A felszíni vízkészletek esetén a támogatás hiánya a Hajdúság és a Körösök környékén fogná vissza legnagyobb mértékben az öntözhető területek bővítését (50. ábra). A vizsgálataink során használt 100 hektáros rácsokra vonatkoztatva ez akár 80 hektár (80 százalék) feletti csökkenés is lehet, aminek oka az, hogy az ezeken a területeken nagy arányban termesztett kukorica és búza a támogatás nélkül negatív NPV-vel rendelkezik, így nem gazdaságos az öntözhető területük bővítése.

Felszín alatti vízkészletekből csak a zöldségnövények és ültetvények mikroöntözéses technikájához lehet vizet felhasználni, ezért ez esetben az öntözött terület, és így azok változása is lényegesen kisebb, mint a felszíni vízkészlet felhasználása esetén. A beruházási támogatás megszűnésével a Nyírség, valamint a Duna–Tisza közi hátság egyaránt hátrányba kerülne, de a 100 hektáros rácsokra vonatkoztatva a csökkenés jellemzően 20 hektárnál kisebb.

50. ábra: **Az öntözésbe vonható területek változása a beruházási támogatás megszűnése esetén**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Gazdasági hatások

A felszíni vízkészletek által lefedett, beruházási támogatás nélkül is öntözésbe vonható 140,6 ezer hektáros területen közel 155,1 millió m^3, míg a felszín alatti vízkészletre alapozva öntözésbe vonható 40,6 ezer hektár területen 90,4 millió m^3 öntözővízre lenne szükség.

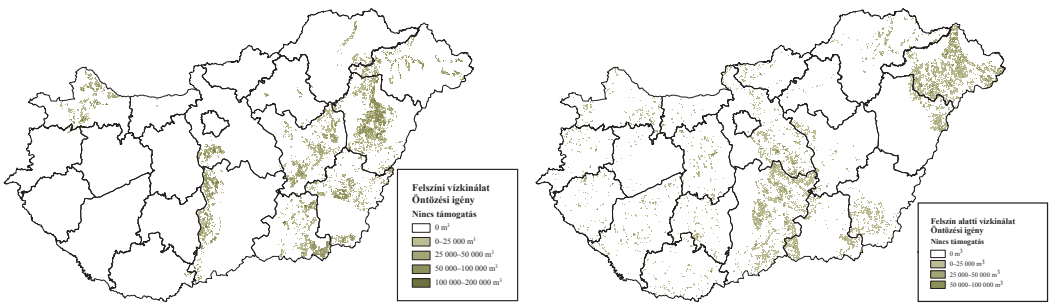
A jelenlegi támogatások mellett (lásd előző fejezet) a felszíni vízkészletekből 337,2 ezer hektár öntözésbe vonható területen 409,0 millió m^3, míg a felszín alatti vízkészletből öntözésbe vonható 44,7 ezer hektár területen 98,9 millió m^3 volt a számított vízigény. Az összehasonlításból látható, hogy a felszíni vízkészletnél az öntözésbe vonható területek mérete kicsit kisebb arányban csökken (58,3 százalék), mint a vízigény (62,1 százalék), ennek oka, hogy a modell a hibrid kukorica és az árukukorica esetén figyelembe veszi a lineár használata helyett a kisebb vízigényű csévélődobos öntözésre való áttérés lehetőségét. A felszín alatti vízkészleteknél a terület és a vízigény csökkenése egyaránt 9 százalék körüli, mert legnagyobb mértékben a gyümölcsösöknél számított változás befolyásolja.

A felszíni vízkészletek hasznosításakor a beruházási támogatás nélkül öntözésbe vonható területek közel felén 1000-2000 m^3/hektár öntözővízre lenne szükség. Néhány helyen – Szil, Szalkszentmárton, Kiskunlacháza, Szentes és Hódmezővásárhely környékén – 3000 m^3/hektár feletti vízigényű területek is találhatók, azonban ez alig több mint 1100 hektár területet jelent. A 100 hektáros rácsokra számított összes vízigény 0–142 ezer m^3 közt változik, 100 ezer m^3 feletti vízigény elsősorban a Duna menti síkságon és Hajdúságban, elszórtan jelentkezik (51. ábra).

A felszín alatti vízkészleteknél legnagyobb arányban (61,3 százalék) 2000-3000 m^3/hektár vízigényű területek találhatók, és a kis területek miatt a 100 hektáros rácsokra számított összes vízigény jellemzően 15 ezer m^3 alatti.

51. ábra: **Az öntözésbe vonható területekhez kapcsolódó vízigény (m^3) a beruházási támogatás megszűnése esetén**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

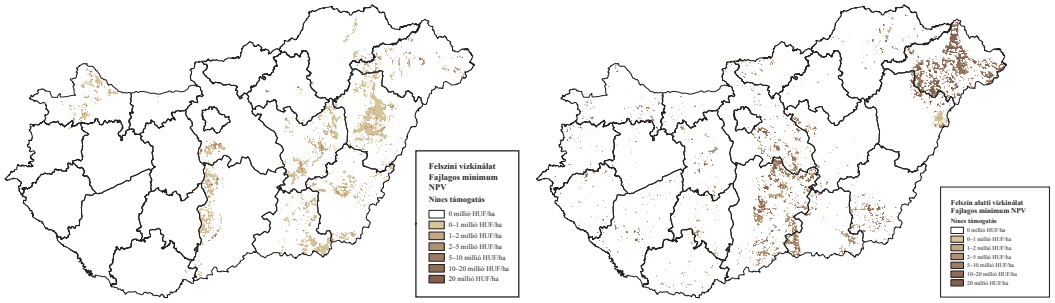
Beruházási támogatás nélkül a felszíni vízkészlet hasznosításával öntözésbe vonható terület 80 százalékán igen alacsony (1 millió forint/hektár alatti) a beruházások megtérülése (52. ábra). Az 5 millió forint/hektár feletti fajlagos NPV-vel rendelkező területek mintegy 4000 hektárt fednek le, és jellemzően a zöldség- és gyümölcstermesztő körzetekben – Bugyi és Solt környékén, a Győri medencében, valamint a Felső-Tiszavidéken – helyezkednek el. A felszín alatti vízkészletekből öntözhető területeknél fordított a helyzet, az egy hektárra vetített nettó jelenértékek a támogatás nélkül is öntözésbe vonható 40,6 ezer hektárnak csupán 6 százalékán nem érik el az 1 millió forintot, és ezek a területek elsősorban a Duna–Tisza közén helyezkednek el. A területek felén 10 millió forint/hektárt meghaladó megtérülést is el lehet érni, ezek nagyrészt a Nyírségben, a Duna–Tisza közi hátságon és a Körös–Maros közén helyezkednek el.

A támogatás megszűnése esetén is gazdaságos az öntözhető területek bővítése (pozitív marad a fajlagos NPV) például a hibrid kukorica, csemegekukorica, burgonya, a fő zöldségfajok, valamint az alma és a meggy esetén. A legnagyobb egy hektárra eső nettó jelenértékkel a paprika, a paradicsom és az alma rendelkezik a felszíni és a felszín alatti vízkészletek hasznosításánál egyaránt. Veszteségessé válna (pozitívból negatívba vált a fajlagos NPV) az árukukorica és a zöldborsó felszíni vízkészletből való öntözése. A felszín alatti vízkészletek esetén a vizsgált növényeknél végzendő beruházás NPV-je néhány gyümölcsfélét kivéve csökken, de egyik sem válik negatívvá.

A beruházási támogatás megszűnése – az öntözésbe vonható területek csökkenésével arányosan – erőteljesen megjelenik a többlethozam csökkenésében is. A felszíni vízkészletek által lefedett területeken a szántóföldi növénykultúráknál összességében 391 ezer tonna többlethozamcsökkenés lenne 19,1 milliárd forint hozamérték-csökkenéssel. Ebből 273,9 ezer tonna (13,7 milliárd forint) az árukukorica, 92,4 ezer tonna (4,8 milliárd forint) csökkenés a búza termeléséhez kapcsolódik.

52. ábra: **Az öntözésbe vonható területek minimális egy hektárra jutó nettó jelenértéke a beruházási támogatás megszűnése esetén**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Szőlőnél a támogatás megszűnésének hatására 37,9 százalékkal lenne kevesebb a többlethozam értéke a felszíni vízkészletek esetén, a felszín alatti vízkészletből öntözhető területek bővülését pedig lehetetlenné tenné, ami 441,9 tonna (80,4 millió forint) többlethozam elmaradását jelentené.

Az összes vizsgált növényt tekintve a felszíni vízkészletek esetén 253,8 millió m^3-rel csökkenne az öntözővízigény és 19,4 milliárd forint többlethozamérték-veszteséget eredményezne. A felszín alatti öntözés esetén 8,5 millió m^3-rel kisebb vízigény mellett 1,5 milliárd forint többlethozamérték-csökkenés várható.

Vízdíj

Az Adat és módszer fejezetben bemutatott elvek alapján a vízdíjat a felszíni és a felszín alatti öntözésnél is egységesen 8 forint/ m^3 árral vettük figyelembe. Az érzékenységvizsgálatnál a vízdíj 90 százalékos növekedésének, illetve csökkenésének hatását vizsgáltuk, valamint azt az esetet, ha a vízdíj 40 forintra emelkedne (500 százalékos növekedés). A vízdíj növelése értelemszerűen csökkentené az öntözésbe vonható területek nagyságát, míg a vízdíj csökkentése segítené az öntözhető területek növelését, de a két hatás nem szimmetrikus változást eredményez. A felszíni vízkészlet esetén a vízdíj változása még a drasztikus emelés esetén is kisebb hatással van az öntözési beruházásokra, mint a beruházási támogatás megszűnése, míg a felszín alatti vízkészletek esetén azzal azonosnak tekinthető.

Területi változások

A vizsgált növénycsoportoknál a 90 százalékos vízdíjemelés kevesebb mint 10 százalékos területváltozást jelentene átlagosan az öntözésbe vonható területek nagyságára vonatkozóan, legkevésbé a szántóföldi zöldségnövények öntözésére van hatással (26. táblázat).

A felszíni vízkészletek hasznosításakor a 90 százalékos díjemelésre legérzékenyebben a silókukorica, a lucerna és a szója (15,5-20,7 százalékos csökkenés) reagál. A szőlőnél 2,3 százalékos, a gyümölcsösöknél mindössze 1,0 százalékos csökkenés várható az öntözésbe vonható terület nagyságában.

A felszín alatti vízkészletnél a szőlő és a zöldségfélék öntözésbe vonható területe nem változik a vízdíj 90 százalékos emelésének hatására, a gyümölcsösöknél pedig 2,2 százalékkal csökkenne.

A vízdíj 40 forintra emelése már jelentős változásokat eredményezne. A felszíni vízkészletek esetén elsősorban a szántóföldi növények öntözésbe vonható területének növekedését fogná vissza (49,2 százalék), ami az árukukorica és a búza esetén 50 százalékot meghaladó mértékű, míg a siló-

kukorica, szója, lucerna és cukorrépa esetén 60 százalék feletti csökkenést jelentene. A felszín alatti öntözésnél a szőlő kerülne hátrányba, ekkora vízdíj nem tenné lehetővé az öntözésfejlesztést.

26. táblázat: **Az öntözésbe vonható területek nagysága eltérő vízdíjak esetén**

Megnevezés	Aktuális (8 Ft)	+90% vízdíj		–90% vízdíj		40 Ft vízdíj	
	terület, hektár	terület, hektár	változás, százalék	terület, hektár	változás, százalék	terület, hektár	változás, százalék
Kereslet alapján összesen	**1 089 469**	**1 011 337**	**–7,2**	**1 750 980**	**60,7**	**502 666**	**–53,9**
Szántóföldi növények	1 005 921	929 116	–7,6	1 665 170	65,5	425 424	–57,7
Szántóföldi zöldségnövények	18 296	17 863	–2,4	18 798	2,7	16 516	–9,7
Gyümölcsösök	57 421	56 973	–0,8	58 529	1,9	54 902	–4,4
Szőlő	7 832	7 385	–5,7	8 484	8,3	5 824	–25,6
Felszíni vízkészletből összesen	**337 238**	**316 840**	**–6,0**	**446 629**	**32,4**	**176 556**	**–47,6**
Szántóföldi növények	324 929	304 644	–6,2	434 072	33,6	165 129	–49,2
Szántóföldi zöldségnövények	5 805	5 761	–0,8	5 860	0,9	5 445	–6,1
Gyümölcsösök	5 922	5 865	–1,0	6 056	2,3	5 551	–6,3
Szőlő	582	569	–2,3	642	10,1	432	–25,8
Felszín alatti vízkészletből összesen	**44 768**	**43 943**	**–1,8**	**46 072**	**2,9**	**40 630**	**–9,2**
Szántóföldi növények	–	–	–	–	–	–	–
Szántóföldi zöldségnövények	6 344	6 342	0,0	6 386	0,7	6 055	–4,6
Gyümölcsösök	38 109	37 285	–2,2	39 371	3,3	34 575	–9,3
Szőlő	316	316	0,0	316	0,0	–	–100,0

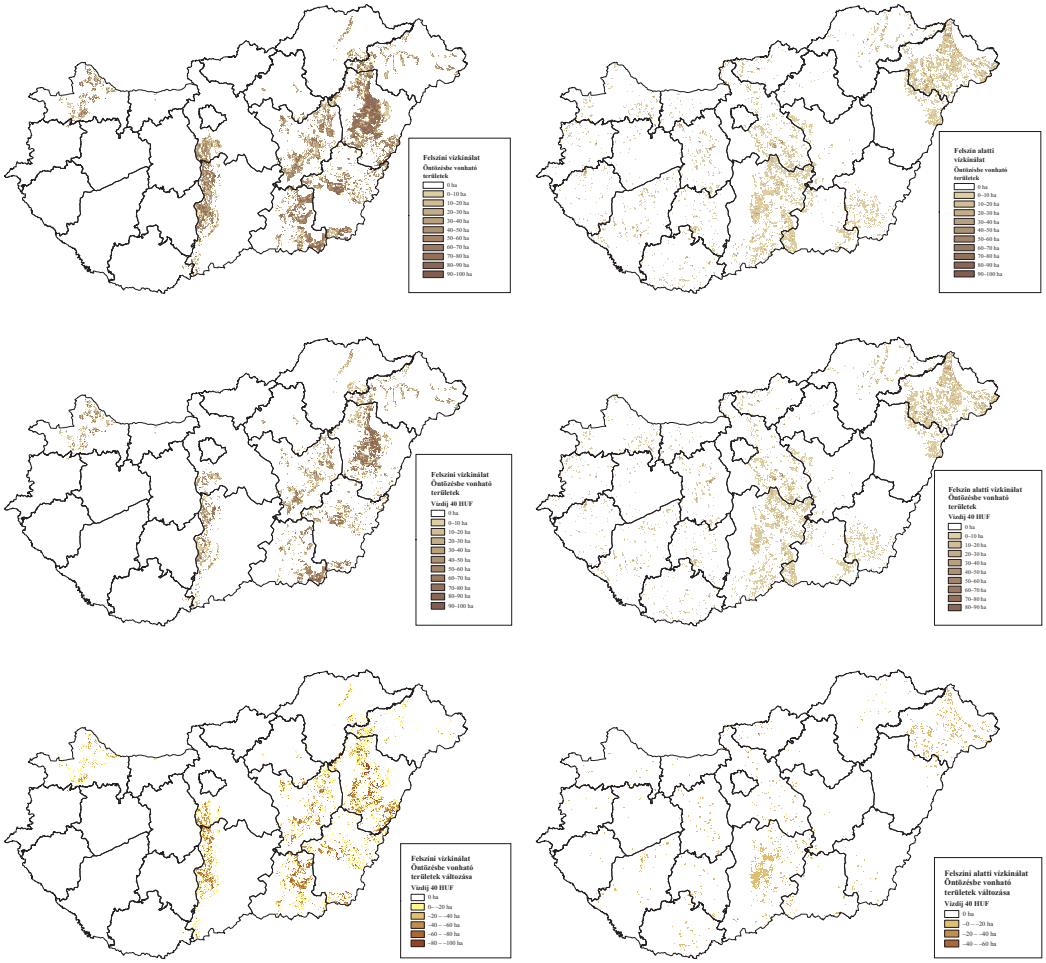
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A vízdíj 90 százalékos csökkentése a felszín alatti vízkészletek hasznosítását nem nagyon befolyásolná. A felszíni vízkészlet esetén azonban a kevésbé jó talajokon is gazdaságossá válhat az öntözésbe vonható területek bővítése, ami összességében több mint 30 százalékos területnövekedést jelenthet. Jelentős mértékben (72,7 ezer hektár, 50,6 százalék) az árukukorica öntözésbe vonható területe növekedhetne.

Mivel a 40 forintos vízdíj bevezetése a felszíni vízkészlet hasznosításakor kedvezőtlen lenne az árukukorica és a búza öntözésbe vonható területére, a 100 hektáros rácsokra vonatkoztatva a legnagyobb területcsökkenés – 70 százalék feletti – elsősorban a Hajdúságban, valamint a Békési járásban várható. A felszín alatti vízkészlet hasznosításakor jellemzően 20 hektárnál kisebb területi változás látható, elsősorban a Felső-Tiszavidéken és Kiskőrös környékén (53. ábra).

53. ábra: **Az öntözésbe vonható területek változása 40 forintos vízdíj esetén**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Gazdasági hatások

A felszíni vízkészletek hasznosításakor a 90 százalékos díjemelés jelentősen (30 százaléknál nagyobb mértékben) csökkentené az árukukoricánál, a cukorrépánál és a zöldborsónál a beruházás egy hektárra jutó nettó jelenértékét, de az továbbra is pozitív marad, tehát gazdaságos a növények öntözése. A silókukorica, lucerna és szója esetében a beruházások fajlagos NPV-je az alapszámításnál is negatív volt, ezek értéke tovább csökken, tehát még kevésbé gazdaságos az öntözésük. A búza esetén az egy hektárra eső NPV az alapszámításnál pozitív, ebben az esetben viszont negatívba vált, emiatt csökken az öntözésbe vonható területe. A díjemelés az összes növényre együttesen 1,7 milliárd forint többlethozamérték-csökkenést jelentene, aminek 99 százaléka a szántóföldi növényekből adódik. Ezen belül legnagyobb értéket az árukukorica (1,38 milliárd forint), valamint a búza képviseli (180,6 millió forint).

A vízdíj 90 százalékos csökkentése ellenére is gazdaságtalan lenne a silókukorica, a lucerna, a szója öntözése, amelyeknél a fajlagos NPV ugyan nő, de továbbra is negatív marad. Kedvező hatású a díjcsökkentés az árukukorica, a cukorrépa, a búza és a zöldborsó esetén. Országosan 10,1 milliárd

forint többlethozamérték-növekedést lehetne elérni az öntözésbe vonható területek növelésével, amiből 8,4 milliárd forintot az árukukorica tesz ki.

A felszín alatti vízkészletekre alapozva a 90 százalékos vízdíjemelés ugyan csökkenti a beruházások fajlagos NPV-jét, de minden vizsgált növénynél pozitív marad, és alig befolyásolja az öntözhető területük méretét. A figyelembe vett zöldség- és gyümölcsfajokra együttesen számítva 245,2 millió forint többlethozamérték-csökkenés várható.

A vízdíj 90 százalékos csökkentése minden vizsgált növénynél növelné a fajlagos NPV-ket, de nem eredményezne jelentős területi változást, így összességében 386,6 millió forint többlethozamérték-növekedést eredményezne.

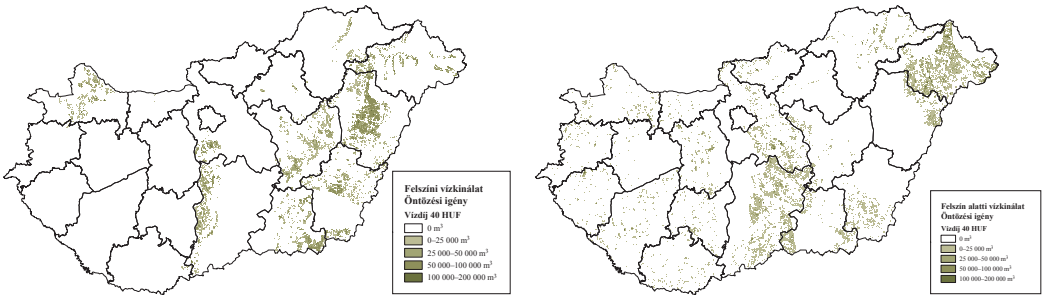
A felszíni vízkészletek hasznosításakor a 40 forintos vízdíj bevezetése miatt minden esetben csökkenne a fajlagos NPV. Az árukukorica, búza, zöldborsó és cukorrépa esetén negatívvá is válna, aminek eredményeként csökken az öntözésbe vonható terület nagysága. Az összes vizsgált növényt tekintve a számítások szerint 242,6 millió m^3 csökkenés lenne a vízigényben és 16,1 milliárd forint többlethozamérték-csökkenést eredményezne.

A felszín alatti vízkészleteknél a jelentősen megemelt vízdíj miatt gazdaságtalan lenne a szőlő öntözhető területének bővítése. A zöldségfajok közül a fajlagos NPV leginkább a fűszerpaprika esetében csökkenne (28,8 százalék), a gyümölcsfajok közül pedig érzékenyen reagálna a meggy (11,9 százalékos csökkenés), de a beruházás fajlagos NPV-je minden vizsgált növénynél pozitív marad, így az öntözhető terület változásában alig jelenik meg csökkenés. Összességében a vízigény 8,5 millió m^3-rel csökkenne 1,4 milliárd forint többlethozamérték-csökkenés mellett.

A felszíni vízkészletből öntözésbe vonható területek vízigénye nagyrészt 25-100 ezer m^3, 100 ezer m^3-nél nagyobb vízigényű területek csak elszórtan találhatók, területük összesen nem éri el a 3000 hektárt. A felszín alatti öntözésnél a területek 71 százaléka 50 ezer m^3 alatti vízigényű, a 100 ezer m^3 feletti vízigényű területek összes mérete szintén 3000 hektár alatt marad, és jellemzően a Felső-Tiszavidéken és a Nyírségben terülnek el (54. ábra).

54. ábra: **Az öntözésbe vonható területekhez kapcsolódó vízigény (m^3) 40 forintos vízdíj esetén**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**

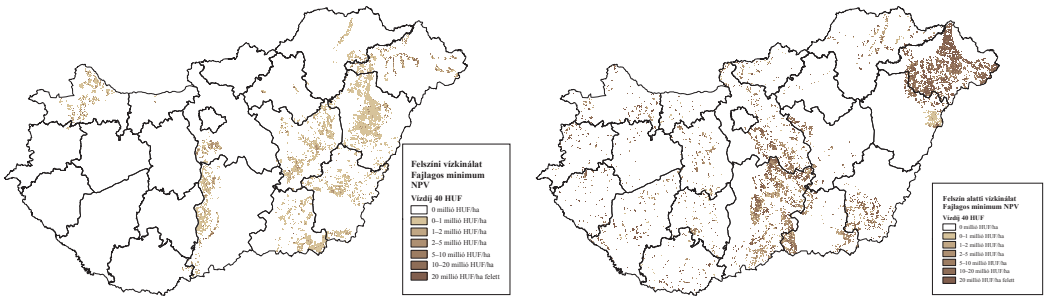


Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A felszíni vízkészlet hasznosításakor az egy hektárra jutó nettó jelenérték jellemzően nem éri el az 1 millió forint/hektárt. A felszín alatti vízkészletnél 1 millió forint/hektár alatti fajlagos nettó jelenértékű területek az Alföldön elszórtan, valamint a Nyírség déli részén találhatók. A Nyírség északi részén, a Felső-Tiszavidéken, elszórtan a Duna–Tisza közi hátságon, valamint a Körös–Maros vidéken 20 millió forint/hektár feletti fajlagos NPV-vel rendelkező területek találhatók (55. ábra).

55. ábra: **Az öntözésbe vonható területek minimális egy hektárra jutó nettó jelenértéke 40 forintos vízdíj esetén**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A vízdíj változása kapcsán végzett érzékenységvizsgálatok eredményei megerősítik azt a hipotézist, mely szerint a vízdíj ismételt bevezetése csak jelentős emelés esetén csökkenti érdemben a termelők öntözési igényét. Az utóbbi esetben elsősorban a felszíni vízkészletek hasznosítása, azon belül az árukukorica termesztése kerülne jelentős hátrányba.

Értékesítési ár és hozam

Az öntözéssel elérhető többletjövedelem megállapításához a vizsgált növényfajok kárenyhítő juttatás iránti kérelemhez megjelölt 2011–2014. évi referenciaárának átlagát vettük figyelembe (8. melléklet). Az érzékenységvizsgálat során azt elemeztük, hogy az ár, valamint a várható hozam ±10, illetve ±30 százalékos változtatása mennyire befolyásolja az öntözésbe vonható területek nagyságát. A két tényező együttes hatását kereszttáblák segítségével vizsgálhatjuk, amelyek az átlóra nézve szimmetrikusak (pl. ha az ár változatlan, a hozam 10 százalékkal nő, az ugyanolyan hatású, mint amikor a hozam változatlan, de az ár nő 10 százalékkal).

Területi változások

A vízkereslet alapján végzett számításnál (27. táblázat) a legjobb esetben (az ár és a hozam is 30 százalékkal nő) 90,2 százalékos növekedés várható az öntözhető terület méretében, ami 2,1 millió hektár öntözésbe vonását jelentené. A legrosszabb esetben (az ár és a hozam is 30 százalékkal csökken) 78,7 százalékos csökkenés várható, ami mindössze 232 ezer hektár területen tenné lehetővé az öntözés bővítését. A hozam és az ár 10 százalékos növekedése 78,4 százalékos területnövekedést, míg 10 százalékos csökkentésük 26,0 százalékos visszaesést eredményezne. A kereslet alapján tehát az ár és a hozam pozitív változása erősebb hatású, mint azok csökkenése, ami elsősorban az árukukorica fajlagos NPV-jének változásával magyarázható.

A legkisebb arányú változás minden esetben a gyümölcsösöknél látható, ezt követik a zöldségfélék, majd a szőlő. A legnagyobb arányú – és egyben a legnagyobb területet érintő – változások minden esetben a szántóföldi növényeknél figyelhetők meg. A felszíni vízkészletből nem lehet minden öntözési igényt kielégíteni, ezért a legjobb esetben 68,3 százalékos területnövekedés várható, ami 567,7 ezer hektár öntözésbe vonható területet jelent, míg a legrosszabb esetben látható 79,9 százalékos csökkenés 67,7 ezer hektár terület öntözésbe vonását tenné lehetővé. A hozam és az ár 10 százalékos növelése 514,1 ezer hektár, míg ugyanilyen mértékű csökkentése 253,4 ezer hektár terület öntözésbe vonását jelentené (28. táblázat).

Az eredmények azt mutatják, hogy a 10 százalékos változtatásnál ez esetben is a pozitív hatás lenne erősebb, a 30 százalékos változtatásnál azonban a várható hozam és az ár csökkenésekor

nagyobb arányú lenne az öntözésbe vonható területek csökkenése, mint ellenkező esetben a növekedése. Ennek oka, hogy a legnagyobb területen termesztett árukukorica és a búza esetében a fajlagos NPV negatívvá válik, így nem lesz gazdaságos az öntözése.

27. táblázat: **Az öntözésbe vonható területek nagysága a vízkereslet alapján, eltérő hozamok és árak esetén**

Hozam \ Referenciaár		Aktuális	Nem változik	+30%	+10%	–10%	–30%
		terület, hektár	változás, százalék	változás, százalék	változás, százalék	változás, százalék	változás, százalék
nem változik	**Kereslet alapján összesen**	**1 089 469**		**82,6**	**66,8**	**–17,2**	**–67,9**
	Szántóföldi növények	1 005 921		88,4	71,9	–17,9	–71,8
	Szántóföldi zöldségnövények	18 296		12,6	4,6	–14,0	–40,4
	Gyümölcsösök	57 421		4,5	2,6	–4,4	–10,7
	Szőlő	7 832		75,5	20,7	–31,8	–57,9
+30%	**Kereslet alapján összesen**	**1 089 469**	**82,6**	**90,2**	**85,0**	**75,2**	**–9,3**
	Szántóföldi növények	1 005 921	88,4	95,4	90,6	80,8	–9,8
	Szántóföldi zöldségnövények	18 296	12,6	18,6	15,8	7,8	–6,0
	Gyümölcsösök	57 421	4,5	5,6	4,9	3,5	–2,1
	Szőlő	7 832	75,5	209,5	113,8	37,6	–12,8
+10%	**Kereslet alapján összesen**	**1 089 469**	**66,8**	**85,0**	**78,4**	**–1,1**	**–52,4**
	Szántóföldi növények	1 005 921	71,9	90,6	84,1	–1,2	–55,6
	Szántóföldi zöldségnövények	18 296	4,6	15,8	9,6	–0,4	–21,4
	Gyümölcsösök	57 421	2,6	4,9	3,8	–0,1	–6,5
	Szőlő	7 832	20,7	113,8	51,0	–0,9	–39,8
–10%	**Kereslet alapján összesen**	**1 089 469**	**–17,2**	**75,2**	**–1,1**	**–26,0**	**–69,6**
	Szántóföldi növények	1 005 921	–17,9	80,8	–1,2	–27,4	–73,6
	Szántóföldi zöldségnövények	18 296	–14,0	7,8	–0,4	–17,5	–40,4
	Gyümölcsösök	57 421	–4,4	3,5	–0,1	–4,3	–10,9
	Szőlő	7 832	–31,8	37,6	–0,9	–32,0	–58,0
–30%	**Kereslet alapján összesen**	**1 089 469**	**–67,9**	**–9,3**	**–52,4**	**–69,6**	**–78,7**
	Szántóföldi növények	1 005 921	–71,8	–9,8	–55,6	–73,6	–82,6
	Szántóföldi zöldségnövények	18 296	–40,4	–6,0	–21,4	–40,4	–55,2
	Gyümölcsösök	57 421	–10,7	–2,1	–6,5	–10,9	–18,3
	Szőlő	7 832	–57,9	–12,8	–39,8	–58,0	–73,0

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A legkisebb arányú változások megint csak a gyümölcsféléknél, illetve a zöldségnövényeknél várhatók. Az alapszámítás szerint ezeknél a legnagyobb arányú a gazdaságosan öntözésbe vonható terület (a jelenleg nem öntözött területek 86,1, illetve 81,9 százaléka), amihez az ár és a hozam növekedése arányaiban kevesebbet képes hozzáadni. A 30 százalékos ár- és hozamnövekedéssel a jelenleg nem öntözött területük 88,6, illetve 89,4 százaléka válna öntözhetővé.

A szőlőnél a legkedvezőbb esetben 1630 hektár terület lenne öntözésbe vonható, ami a jelenlegi termőterület 70 százaléka.

28. táblázat: **Az öntözésbe vonható területek nagysága a felszíni vízkészlet alapján, eltérő hozamok és árak esetén**

Hozam \ Referenciaár		Aktuális	Nem változik	+30%	+10%	–10%	–30%
		terület, hektár	változás, százalék	változás, százalék	változás, százalék	változás, százalék	változás, százalék
nem változik	**Kereslet alapján összesen**	**337 238**		**57,7**	**36,4**	**–18,0**	**–68,3**
	Szántóföldi növények	324 929		59,6	37,7	–18,3	–69,8
	Szántóföldi zöldségnövények	5 805		6,5	1,8	–12,4	–44,5
	Gyümölcsösök	5 922		4,6	2,5	–5,1	–13,0
	Szőlő	582		59,2	25,5	–30,7	–48,4
+30%	**Kereslet alapján összesen**	**337 238**	**57,7**	**68,3**	**60,5**	**48,0**	**–8,2**
	Szántóföldi növények	324 929	59,6	70,3	62,4	49,6	–8,4
	Szántóföldi zöldségnövények	5 805	6,5	9,2	7,7	4,2	–3,5
	Gyümölcsösök	5 922	4,6	6,1	4,8	3,2	–2,2
	Szőlő	582	59,2	179,9	89,2	33,0	–11,5
+10%	**Kereslet alapján összesen**	**337 238**	**36,4**	**60,5**	**52,4**	**–1,0**	**–46,2**
	Szántóföldi növények	324 929	37,7	62,4	54,2	–1,1	–47,5
	Szántóföldi zöldségnövények	5 805	1,8	7,7	5,3	–0,1	–15,1
	Gyümölcsösök	5 922	2,5	4,8	3,8	–0,2	–8,7
	Szőlő	582	25,5	89,2	51,4	–1,2	–34,1
–10%	**Kereslet alapján összesen**	**337 238**	**–18,0**	**48,0**	**–1,0**	**–24,8**	**–68,3**
	Szántóföldi növények	324 929	–18,3	49,6	–1,1	–25,4	–69,8
	Szántóföldi zöldségnövények	5 805	–12,4	4,2	–0,1	–11,9	–43,7
	Gyümölcsösök	5 922	–5,1	3,2	–0,2	–6,1	12,2
	Szőlő	582	–30,7	33,0	–1,2	–31,0	46,4
–30%	**Kereslet alapján összesen**	**337 238**	**–68,3**	**–8,2**	**–46,2**	**–68,3**	**–79,9**
	Szántóföldi növények	324 929	–69,8	–8,4	–47,5	–69,8	–81,5
	Szántóföldi zöldségnövények	5 805	–44,5	–3,5	–15,1	–43,7	–60,7
	Gyümölcsösök	5 922	–13,0	–2,2	–8,7	12,2	–17,9
	Szőlő	582	–48,4	–11,5	–34,1	46,4	–57,5

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A felszín alatti vízkészletek hasznosításakor kisebb változások várhatók. A legjobb esetben 52,1 ezer hektár terület vonható öntözésbe (16,3 százalékos növekedés), míg a legrosszabb esetben 29,5 ezer hektár (34,1 százalékos csökkenés). A hozam és az ár 10 százalékos növelése 48,1 ezer hektár (7,4 százalékos növekedés), míg ugyanilyen mértékű csökkentése 39,4 ezer hektár (12,0 százalékos csökkenés) öntözésbe vonását tenné lehetővé (29. táblázat).

Ez esetben összességében a negatív változások hatása az erősebb, a fajlagos NPV-k csökkenése miatt. A vízigényes zöldségfajok, valamint az alma és a meggy területe az ár és a hozam 10 százalékos változtatásakor alig változik, a 30 százalékos csökkenés azonban már akadályozza a fűszerpaprika, sárgarépa és fejes káposzta öntözött területének bővítését is. A szőlő esetében a beruházás egy hektárra jutó nettó jelenértéke már az egyik tényező 10 százalékos csökkenésekor is nulla lesz, így az öntözésbe vonható területének bővítése az ár és a várható hozam csökkenésekor lehetetlenné válik.

29. táblázat: **Az öntözésbe vonható területek nagysága a felszín alatti vízkészletek alapján, eltérő hozamok és árak esetén**

Hozam \ Referenciaár		Aktuális	Nem változik	+30%	+10%	–10%	–30%
		terület, hektár	változás, százalék	változás, százalék	változás, százalék	változás, százalék	változás, százalék
nem változik	**Kereslet alapján összesen**	**44 768**		**8,1**	**5,8**	**–19,3**	**–25,1**
	Szántóföldi növények	–					
	Szántóföldi zöldségnövények	6 344		2,0	1,0	–18,3	–52,9
	Gyümölcsösök	38 109		8,8	6,6	–18,8	–19,8
	Szőlő	316		39,0	0,1	–100,0	–100,0
+30%	**Kereslet alapján összesen**	**44 768**	**8,1**	**16,3**	**12,7**	**7,2**	**–8,8**
	Szántóföldi növények	–	–	–	–	–	–
	Szántóföldi zöldségnövények	6 344	2,0	53,0	28,8	1,2	–4,5
	Gyümölcsösök	38 109	8,8	10,0	9,8	8,0	–8,8
	Szőlő	316	39,0	39,0	39,0	27,0	–100,0
+10%	**Kereslet alapján összesen**	**44 768**	**5,8**	**12,7**	**7,4**	**–0,1**	**–21,9**
	Szántóföldi növények	–	–	–	–	–	–
	Szántóföldi zöldségnövények	6 344	1,0	28,8	2,0	0,0	–34,6
	Gyümölcsösök	38 109	6,6	9,8	8,1	–0,1	–19,1
	Szőlő	316	0,1	39,0	30,2	0,0	–100,0
–10%	**Kereslet alapján összesen**	**44 768**	**–19,3**	**7,2**	**–0,1**	**–12,0**	**–26,5**
	Szántóföldi növények	–	–	–	–	–	–
	Szántóföldi zöldségnövények	6 344	–18,3	1,2	0,0	–23,9	–57,9
	Gyümölcsösök	38 109	–18,8	8,0	–0,1	–9,3	–20,7
	Szőlő	316	–100	27,0	0,0	–100,0	–100,0
–30%	**Kereslet alapján összesen**	**44 768**	**–25,1**	**–8,8**	**–21,9**	**–26,5**	**–34,1**
	Szántóföldi növények	–	–	–	–	–	–
	Szántóföldi zöldségnövények	6 344	–52,9	–4,5	–34,6	–57,9	–74,4
	Gyümölcsösök	38 109	–19,8	–8,8	–19,1	–20,7	–26,9
	Szőlő	316	–100,0	–100,0	–100,0	–100,0	–100,0

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Gazdasági hatások

A felszíni vízkészletek hasznosításakor az ár és a hozam 30 százalékos növekedése miatti nagyobb öntözésbe vonható területen 659,8 millió m^3 vízigény jelentkezik, ami 61,3 százalékos növekedést jelent az alapszámításhoz képest. Ebből 381,7 millió m^3 a kukoricatermesztés vízigénye lenne. Az öntözésbe vonható terület dinamikus növekedése jelentős arányú (181,1 százalék) vízigénynövekedést jelent a szőlőnél is, mintegy 1,6 millió m^3-t. A nagyobb öntözhető terület 66,5 milliárd forint többlethozamérték-növekedést (114,1 százalék) eredményez az alapszámításhoz képest. Ennek nagy része (64,5 százalék) az árukukorica és a búza termesztéséhez kapcsolódik. Kiemelhető még az alma 4,8 milliárd forint többlethozamérték-növekedése.

Az ár és a hozam 10 százalékos növekedésekor számított 593,1 millió m^3 vízigény 45,0 százalékos növekedésnek felel meg. Az árukukoricánál a nagyobb terület miatt 51,9 százalékos vízigénynövekedés látható. Ezzel párhuzamosan a többlethozamértékben 28,2 milliárd forint növekedés (48,4 százalék) várható, aminek nagy részét ez esetben is az árukukorica és a búza adja. A vízigé-

nyes paprika, paradicsom, fűszerpaprika, sárgarépa, fejes káposzta, valamint az alma és a meggy öntözésbe vonható területe alig változik, ezért esetükben a növekvő ár és hozam miatt 21 százalékos többlethozamérték-növekedés várható.

Az ár és a hozam 10 százalékos csökkenésekor 339,1 millió m^3 a számított vízigény, ami 17,1 százalékos csökkenést jelent. A negatív egy hektárra jutó nettó jelenérték miatt csökkenő területű silókukorica és lucerna vízigénye közel 50 százalékkal kisebb, a búzánál 42,9 százalék csökkenés látható. A zöldség- és gyümölcsfajok vízigénye a fűszerpaprika kivételével (16,5 százalék csökkenés) alig változik, a szőlő öntözésbe vonható területének 31,0 százalékos csökkenése az öntözővíz-szükséglet ugyanilyen arányú csökkenésével jár. A többlethozamértékben 16,0 milliárd forint (27,5 százalék) csökkenés várható. Jelentős a csökkenés az árukukorica (5,8 milliárd forint, 27,5 százalék) és búza (3,6 milliárd forint, 53,7 százalék) esetén, míg a zöldség- és gyümölcsfajoknál kisebb mértékű, 19-30 százalékos, szőlőnél 44,5 százalékos a többlethozam-kiesés.

Az ár és a hozam 30 százalékos csökkenésekor csak 98,9 millió m^3 a számított vízigény, ami 75,9 százalék csökkenést jelent az alapszámításhoz képest. A legnagyobb arányú változás (93,0 százalék csökkenés) az árukukoricánál várható, ugyanakkor a vízigényes hibrid kukorica, burgonya, paradicsom és az alma esetén 0,5 százaléknál kisebb a vízigény változása. Ezzel párhuzamosan a többlethozamérték csökkenése minden vizsgált növénynél meghaladja az 50 százalékot. Kiemelhető az árukukorica (96,8 százalék), a búza (93,2 százalék), valamint a fűszerpaprika (87,5 százalék) hozamérték-csökkenése.

A felszín alatti vízkészletek esetén az ár és a hozam 30 százalékos növekedése miatti nagyobb öntözésbe vonható területen összesen 118,1 millió m^3 lenne a vízigény (19,4 százalék növekedés), amiből 43,2 millió m^3 az alma, 14,1 millió m^3 a meggy vízigénye. A többlethozamértékben 59,3 milliárd forint (76,7 százalék) növekedés várható, aminek közel 60 százaléka (34,6 milliárd forint) az almatermesztéshez kapcsolódik. Jelentős a meggy (3,8 milliárd forint), valamint a paprika (3,3 milliárd forint) termesztésénél várható többlethozamérték-növekedés is.

Az ár és a hozam 10 százalékos növekedésekor 105,8 millió m^3 a számított vízigény, ami az öntözésbe vonható terület növekedéséhez hasonlóan 7,0 százalékos növekedést jelent. Ez esetben is a számított vízigény felét az alma és a meggy vízigénye teszi ki. A többlethozamértékben 22,5 százalékos növekedés várható, ami 17,4 milliárd forint növekedésnek felel meg. A paprika, paradicsom, fűszerpaprika, sárgarépa, fejes káposzta, valamint az alma és a meggy öntözésbe vonható területe alig változik, ezért esetükben a 10 százalékkal növekvő ár és hozam miatt a többlethozamérték 21 százalék körüli növekedése várható. Legnagyobb értékű növekedés az alma (10,5 milliárd forint), valamint a meggy (1,2 milliárd forint) termesztéséhez kapcsolódik.

Az ár és a hozam 10 százalékos csökkenésekor az öntözésbe vonható terület csökkenésének arányában, 11,9 százalékkal csökken a vízigény, ami így 87,1 millió m^3 körül alakul. Ahogy a területi adatoknál (29. táblázat) látható, ez esetben a szőlő öntözhető területét nem lehetne bővíteni, ami 100 százalékos vízigénycsökkenést jelent, a vízigényes zöldségfajoknál kicsi (2 százalék alatti) a csökkenés, míg a meggy és az alma vízigénye nem változik. A többlethozamértékben összességében 17,1 milliárd forintos kiesést okozna. Az előbb felsorolt fő zöldségfajok, valamint az alma és a meggy öntözésbe vonható területe alig változik, ezért 19-20 százalékos kiesés lenne a többlethozamértékükben.

Az ár és a hozam 30 százalékos csökkenése miatti kisebb öntözésbe vonható területen 66,0 millió m^3 lenne az összes vízigény (33,3 százalék csökkenés). Nem lehetne bővíteni a fűszerpaprika, sárgarépa, fejes káposzta, valamint a szőlő öntözött területét, ez összességében 2,9 milliárd forint kiesést jelent. A paradicsom, paprika, valamint az alma és a meggy esetén 50 százalék feletti a többlethozamérték-csökkenés, legnagyobb érték (25,5 milliárd forint) az almatermesztéshez kapcsolódik.

Aszály

Az alapszámítás során az aszályos területek lehatárolása a Pálfai-féle aszályindex alapján történt (5. ábra). A mezőgazdasági területek jelentős része már ma is aszályosnak tekinthető, a klímaváltozási forgatókönyvek pedig a nyári időszak melegedését és a csapadék csökkenését, ezzel az aszály növekedését vetítik előre Magyarországra. Az érzékenységvizsgálatnál arra voltunk kíváncsiak, hogy mennyiben változnak az eredmények, ha az egész országot aszályosnak tekintjük, illetve ha azt feltételezzük, hogy sehol nincs aszály.

Területi változások

Az eredmények (30. táblázat) az elvárásoknak megfelelően azt mutatják, hogy ha az egész országot aszályosnak tekintjük, akkor jelentősen megnő az öntözhető területek iránti igény. Ez több mint 600 ezer hektár (55,1 százalék) növekedést jelent az aktuális klimatikus viszonyok esetén számolt igényhez képest, amelynek nagy részét (597,9 ezer hektár) a szántóföldi növények fedik le, azok közt is kiemelkedik az árukukorica (355 ezer hektár, 72,3 százalék), a búza (207,4 ezer hektár, 54,6 százalék), valamint a szója (20 ezer hektár, 235,4 százalék) öntözhető területének potenciális növekedése. A szőlőnél 1041 hektárral (13,3 százalék) nőne meg az öntözhető terület iránti kereslet.

30. táblázat: **Az öntözésbe vonható területek nagysága eltérő aszályosság esetén**

Megnevezés	Aktuális	Minden terület aszályos		Sehol nincs aszály	
	terület, hektár	terület, hektár	változás, százalék	terület, hektár	változás, százalék
Kereslet alapján összesen	**1 089 469**	**1 690 249**	**55,1**	**609 560**	**–44,0**
Szántóföldi növények	1 005 921	1 603 827	59,4	530 741	–47,2
Szántóföldi zöldségnövények	18 296	18 774	2,6	16 594	–9,3
Gyümölcsösök	57 421	58 776	2,4	56 311	–1,9
Szőlő	7 832	8 873	13,3	5 914	–24,5
Felszíni vízkészletből összesen	**337 238**	**382 450**	**13,4**	**191 042**	**–43,4**
Szántóföldi növények	324 929	369 976	13,9	179 574	–44,7
Szántóföldi zöldségnövények	5 805	5 854	0,8	5 277	–9,1
Gyümölcsösök	5 922	5 946	0,4	5 746	–3,0
Szőlő	582	673	15,6	444	–23,7
Felszín alatti vízkészletből összesen	**44 768**	**47 210**	**5,5**	**42 811**	**–4,4**
Szántóföldi növények	–	–	–	–	–
Szántóföldi zöldségnövények	6 344	6 353	0,1	6 127	–3,4
Gyümölcsösök	38 109	40 448	6,1	36 684	–3,7
Szőlő	316	409	29,6	–	–100,0

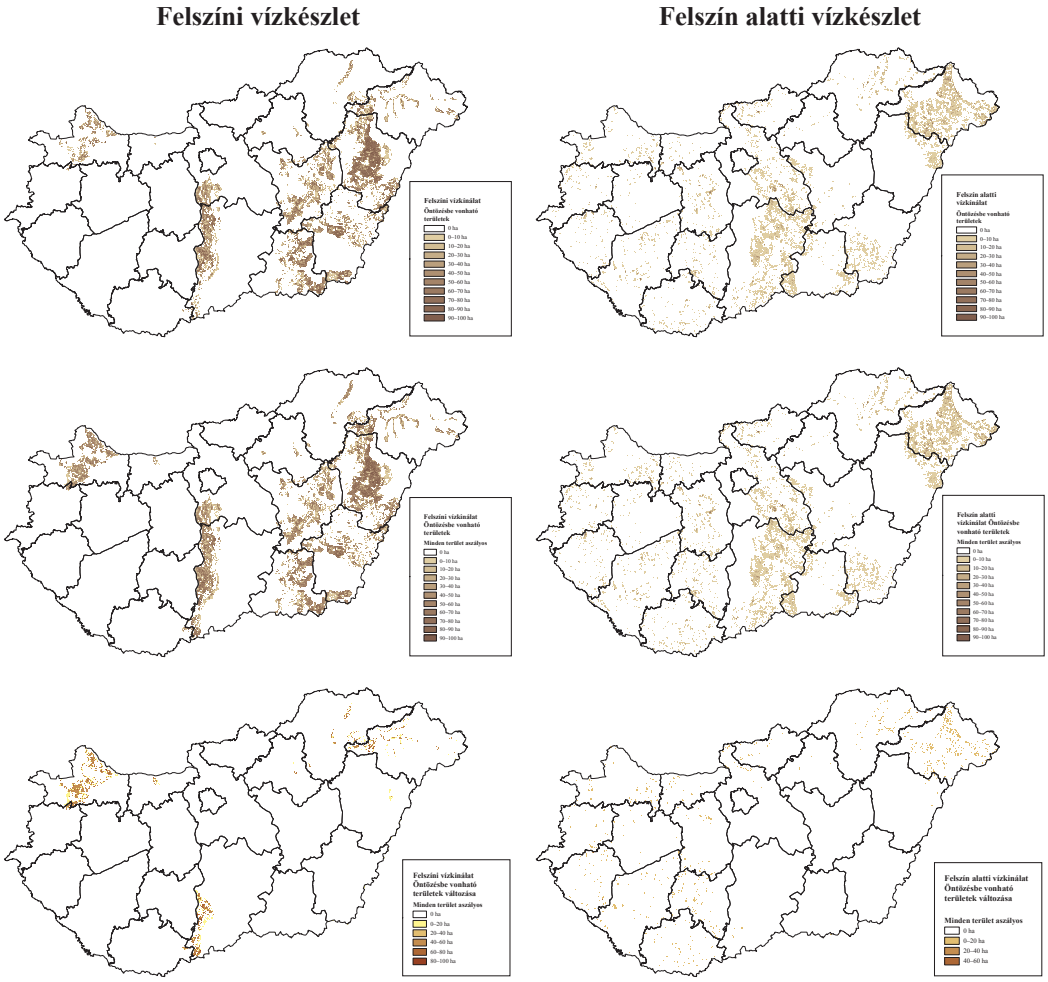
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A felszíni, illetve felszín alatti vízkészletekből öntözésbe vonható területek sokkal kisebb arányban (13,4, illetve 5,5 százalék) növekednek, mint amit az aszály miatt megemelkedett vízkereslet mutat, így nem tudnák az igényeket kielégíteni. A felszíni vízkészletből az árukukorica (16,6 ezer hektár, 15,5 százalék), a búza (14,4 ezer hektár, 14,5 százalék), valamint a szója, silókukorica és lucerna öntözött területét lehetne a legnagyobb arányban gazdaságosan növelni. A szőlőnél 15,6 százalékkal lehetne növelni az aszály miatt öntözésbe vonható területek arányát, de ez csak 90 hektár többletet jelent. További 93 hektárral lehetne növelni a szőlő öntözhető területét a felszín alatti vizekből.

A hibrid kukorica, csemegekukorica, zöldbab, paradicsom, paprika, fűszerpaprika, sárgarépa, fejes káposzta, valamint a meggy és az alma esetén nincs változás az aktuális, illetve aszályos körülmények alapján számított öntözésbe vonható területek közt, mert már a jelenlegi viszonyok mellett is érdemes lenne ezeket szinte mindenhol öntözni. Ez egyaránt jelentkezik a kereslet, a felszíni vízkészlet, valamint a zöldség- és gyümölcsfajoknál a felszín alatti vízkészlet alapján végzett számításnál is.

Ha sehol nem lenne aszály, akkor a vízkereslet közel 480 ezer hektárral (44,0 százalék) csökkenne a jelenlegi körülményekhez képest, és ennek nagy része (475 ezer hektár) a szántóföldi növényeket, azon belül is az árukukoricát és a búzát érintené. Több mint 1900 hektárral (24,5 százalék) kisebb lenne az öntözési igény a szőlő esetén, míg a vizsgált zöldség- és gyümölcsfajok többségénél alig lenne változás. Ezek a tendenciák tükröződnek a felszíni vízkészletekből öntözhető területek esetén is. A felszín alatti vízkészletből öntözésbe vonható területeknél kevesebb mint 5 százalékos csökkenés látható, de a szőlő öntözése egyáltalán nem lenne gazdaságos.

56. ábra: **Az öntözésbe vonható területek változása, ha minden terület aszályos**



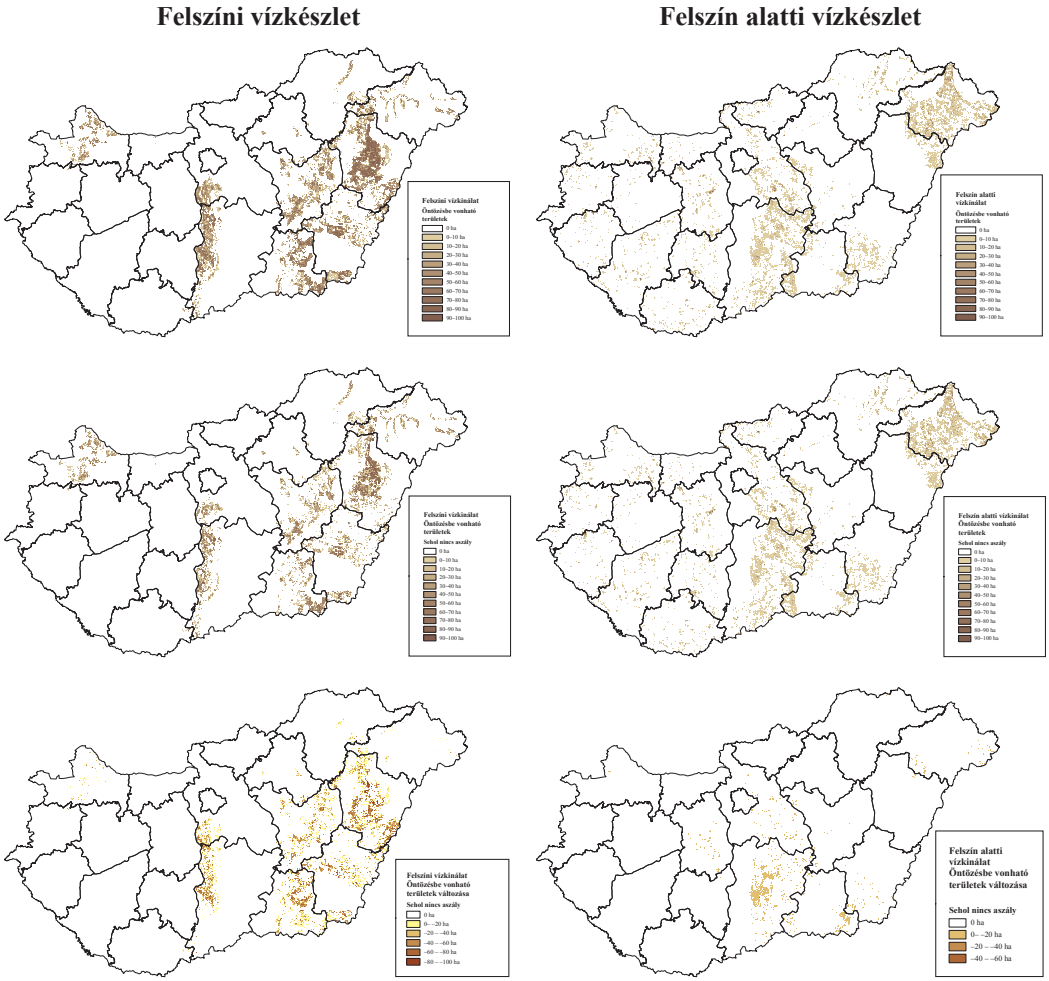
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Országos aszályt feltételezve azokon a területeken is erőteljesen megjelenik az öntözés igénye, ahol a jelenlegi körülmények közt kevésbé vagy nincs szükség vízpótlásra (56. ábra). A felszíni

vízkészletek hasznosítása során a Kisalföldön, a Duna menti síkság déli részén, valamint a Felső-Tiszavidéken jelennek meg új öntözésbe vonható területek, melyek mérete a 100 hektáros rácsokra vonatkoztatva akár 80 hektár is lehet. A felszín alatti vízkészletek hasznosítása elsősorban a Nyírség, a Felső-Tiszavidék és elszórtan a Dunántúl területén bővülhet, jellemzően 20 hektár alatti területekkel.

Ha sehol nem lenne aszály, akkor értelemszerűen a jelenleg aszályosnak tekintett – és emiatt nagy öntözési igényt mutató – területeken csökkenne az öntözésbe vonható területek nagysága. Felszíni vízkészletek esetén ez legnagyobb mértékben a Hajdúság és a Körösök környékén, a felszín alatti vízkészleteknél a Duna–Tisza közi hátságon és a Makói járásban tapasztalható (57. ábra).

57. ábra: **Az öntözésbe vonható területek változása, ha sehol nincs aszály**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Gazdasági hatások

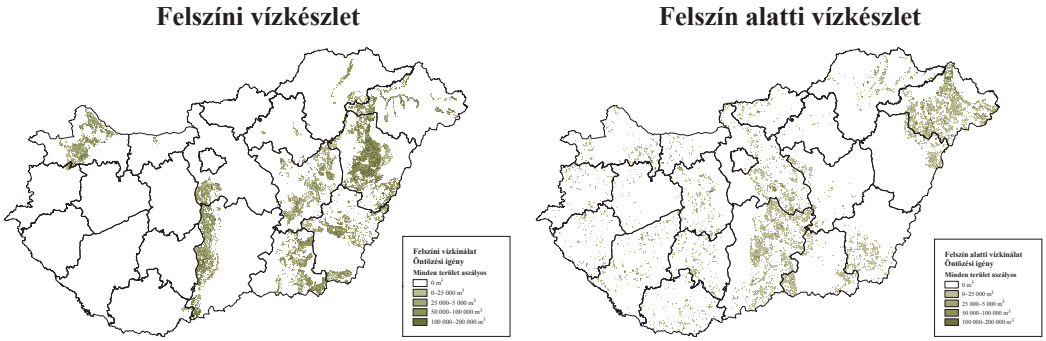
Aszályos körülmények közt országos szinten a felszíni vízkészletek által lefedett 382,4 ezer hektár öntözésbe vonható területen 462,6 millió m^3, míg a felszín alatti vízkészletekből öntözhető 47,2 ezer hektár területen 103,9 millió m^3 öntözővízre lenne szükség.

A jelenlegi körülményekre vonatkozó számításokkal (lásd lehatárolásról szóló fejezet) összehasonlítva a felszíni vízkészletekből 45,2 ezer hektárral nagyobb területet lenne érdemes öntözésbe vonni, ami 53,6 millió m^3 plusz vízmennyiséget jelent. A felszín alatti vízkészletek hasznosítása esetén közel 2442 hektárral nagyobb terület öntözésbe vonására lenne lehetőség, ami 5 millió m^3 víztöbbletet igényel. Mindkét öntözési módnál a vízigény növekedése arányos a terület növekedésével, az egy hektárra vetített vízigény alig változik. Ennek oka, hogy a mezőgazdasági területek nagy része már az alapszámításnál is aszályos területnek számított.

A felszíni vízkészletekre alapozva öntözésbe vonható területek háromnegyedén 1000-2000 m^3/hektár a vízigény, ami többnyire 100 ezer m^3/hektár alatti vízmennyiséget jelent a 100 hektáros rácsokra számítva. Ennél nagyobb vízigény elsősorban a Hajdúságra, valamint a Duna menti síkság, Győr-Moson-Sopron és Békés megye zöldségtermesztő körzeteire jellemző (58. ábra).

A felszín alatti vízkészletekre alapozott számítás eredményeként az öntözésbe vonható területek 68,5 százalékán 2000 m^3/hektár feletti, 31,1 százalékán 1000-2000 m^3/hektár vízigényű területek találhatók. 3000 m^3/hektárnál nagyobb vízigényű területek elsősorban a Duna–Tisza közi hátságon, a Körös–Maros közén, valamint a Nyírségben találhatók, de összes területük mindössze 1100 hektár. A kis területek miatt a 100 hektáros rácsokra számított összes vízigény jellemzően 25 ezer m^3 alatti.

58. ábra: **Az öntözésbe vonható területekhez kapcsolódó vízigény (m^3), ha minden terület aszályos**



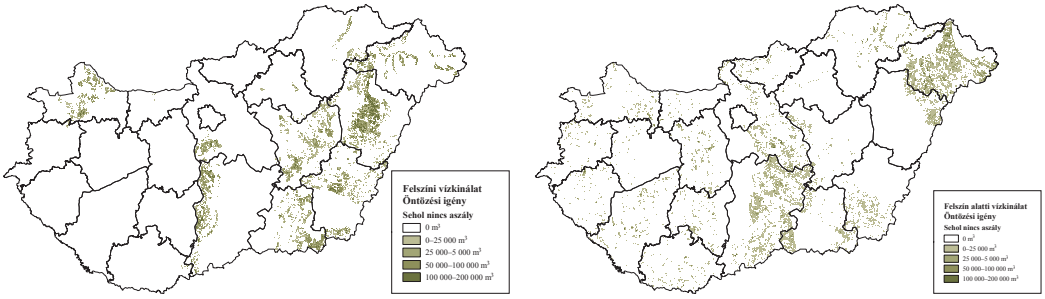
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Nem aszályos körülmények között (59. ábra) a felszíni vízkészletek által lefedett 191 ezer hektár öntözésbe vonható területen 240,2 millió m^3, míg a felszín alatti vízkészletekből öntözhető 42,8 ezer hektár területen 95,5 millió m^3 öntözővízre lenne szükség. A felszíni vízkészletek esetén ez a jelenlegi feltételek alapján öntözésbe vonható területek vízigényének közel 60 százaléka, míg a felszín alatti vízkészletből öntözhető területeknél csupán 3,4 százalékos csökkenést jelent.

A felszín alatti vízkészletek hasznosításakor az egy hektárra jutó átlagos vízigény az alapszámításhoz, illetve az aszályos körülményekhez képest nő, ennek oka a csökkenő öntözött területen belül a nagyobb vízigényű kultúrák előtérbe kerülése.

59. ábra: **Az öntözésbe vonható területekhez kapcsolódó vízigény (m³), ha sehol nincs aszály**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

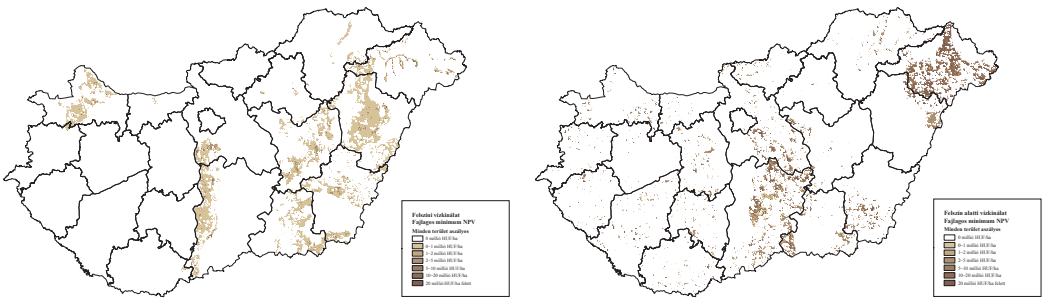
Aszályos körülmények esetén a felszíni vízkészlet hasznosításával öntözésbe vonható 382,4 ezer hektáros terület közel 90 százalékán igen alacsony (1 millió forint/hektár alatti) a beruházások megtérülése (60. ábra). Az 5 millió forint/hektár feletti egy hektárra jutó nettó jelenértékkel rendelkező területek kevesebb mint 5 ezer hektárt fednek le, és elsősorban a Felső-Tiszavidéken, valamint Bugyi környékén találhatók. A felszín alatti vízkészletekből öntözhető területeknél fordított a helyzet, az öntözésbe vonható 47,2 ezer hektáros terület közel felén 10 millió forint/hektár, negyedén pedig 20 millió forint/hektár feletti a beruházás megtérülése. Ezek a területek elsősorban a Nyírség gyümölcsös, valamint a Bácskai hátság intenzív zöldségtermesztő körzeteiben terülnek el.

Aszályos körülményeket feltételezve a vizsgált növényekhez kapcsolódó öntözési beruházás fajlagos NPV-je nőtt, ami az öntözés gazdaságosságának növekedését mutatja, de a felszíni vízkészlet esetén a silókukorica, a lucerna, a szója és a szőlő értéke negatív maradt. Jelentősen nő a búza (88,8 százalékkal) és az árukukorica (16,9 százalékkal) fajlagos nettó jelenértéke, ami azt jelzi, hogy aszályos körülmények közt érdemes ezeket öntözni.

A felszín alatti vízkészletek hasznosításánál valamennyi növénykultúra esetében a beruházások egy hektárra jutó nettó jelenértéke pozitív, legnagyobb növekedés (15,7 százalék feletti) a meggynél látható.

60. ábra: **Az öntözésbe vonható területek minimális egy hektárra jutó nettó jelenértéke, ha minden terület aszályos**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

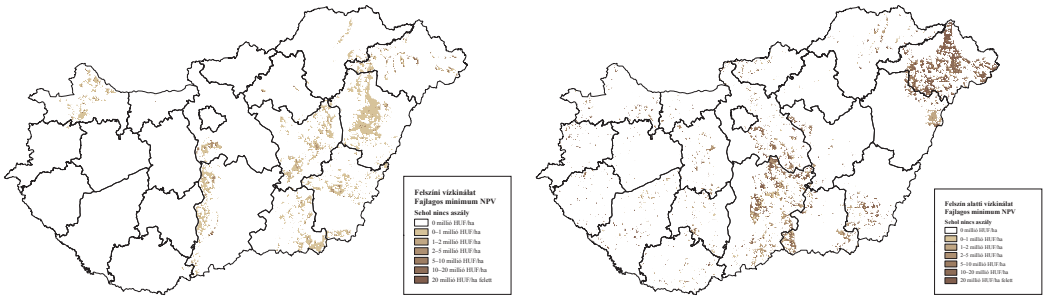
Nem aszályos körülmények feltételezésekor a felszíni vízkészlet hasznosításával öntözésbe vonható 191 ezer hektáros terület 85,4 százalékán mutatkozik igen alacsony (1 millió forint/hektár alatti) NPV (61. ábra), ami valamivel kisebb arány, mint az aszályos körülményeknél. Az 5 millió forint/hektár feletti fajlagos NPV-vel rendelkező területek mintegy 4000 hektárt fednek le, ami területét

tekintve kisebb, de arányát tekintve nagyobb, mint az aszályos körülményeknél, és az ott látottakhoz hasonlóan a zöldség- és gyümölcstermesztő körzetekben jellemző. Az eredményekből látható, hogy nem aszályos körülményeknél jelentősen kisebb az öntözésbe vonható területek mérete, és ez csak a nagyobb megtérüléssel rendelkező területeken valósulhat meg. A felszín alatti vízkészletekből öntözhető területeknél az öntözésbe vonható 42,8 ezer hektár több mint felén a beruházás megtérülése meghaladja a 10 millió, a negyedén a 20 millió forint/hektár értéket is. Ez hasonló az aszályos körülményeknél számítotthoz, és az öntözhető területek mérete is – a szőlő kivételével – kevesebb mint 10 százalék. A felszín alatti vízkészlet hasznosításakor tehát az aszályos/nem aszályos körülmények a zöldség- és gyümölcsfélék öntözési beruházásának gazdaságosságát kevésbé befolyásolják.

Azt feltételezve, hogy sehol nincs aszály, a fajlagos NPV, vagyis az öntözésberuházás megtérülése valamennyi vizsgált növény esetében csökken. Ebből adódóan a jelenlegi körülmények közt is negatív jelenértékű silókukorica, lucerna, szója, valamint szőlő értéke még inkább negatívvá válik. Pozitívból negatív értékbe vált – nem lesz gazdaságos a felszíni vízkészletből való öntözés – az árukukorica, a búza és a zöldborsó esetén. A felszín alatti vízkészlet hasznosításánál is csökkennek az NPV-k, viszont egyik növénynél sem válik negatívvá, azonban a szőlőnél nulla lesz.

61. ábra: **Az öntözésbe vonható területek minimális egy hektárra jutó nettó jelenértéke, ha sehol nincs aszály**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Aszályos körülmények között az öntözés jelentős többlethozamot, ezáltal többlethozamértéket eredményezhet az öntözés nélküli termesztéshez képest. A vizsgált növények alapján a felszíni vízkészletekre alapozva összességében 6,2 milliárd forint többlethozamértéket lehetne az öntözött területek bővítésével elérni. Ennek nagy részét (5,6 milliárd forint) a kisebb értékű, de nagy területű szántóföldi növények adják, a zöldségnövények részesedése mintegy 185 millió forint, a gyümölcsöké több mint 367 millió forint, míg a szőlőé 18 millió forint. Kiemelhető az alma (241,4 millió forint), a meggy (64,7 millió forint), valamint a paprika (28,8 millió forint) öntözhető területének bővülése miatti hozamérték-növekedés.

Nem aszályos körülmények közt a többlethozamérték csökkenésével lehet számolni. A számítások alapján a felszíni vízkészlet hasznosítására alapozott öntözésnél ez 36,8 százalékos többlethozam-csökkenést jelent összesen 21,5 milliárd forint többlethozamérték-csökkenéssel. A legnagyobb csökkenést a korábban említett negatív NPV-vel rendelkező növények adják, így 19,7 milliárd forint a szántóföldi növények többlethozamértékének csökkenése. Bár a fajlagos NPV pozitív, az alma és a meggy öntözésbe vonható területe sem bővülne, az így elmaradó többlethozam pedig több mint 205 millió forintot jelent. Szintén jelentős a fűszerpaprika (160,6 millió forint) kisebb öntözhető területe miatti hozamérték-csökkenés.

Talajtípus

Az öntözésbe vonható területek számításánál figyelembe vettük a talajtípust is, ami alapján öntözésre leginkább javasolt, kevesebb többlethozamot eredményező, valamint öntözésre nem javasolt területek kerültek lehatárolásra (lásd Adat és módszer fejezet). Az érzékenységvizsgálat során két módosítás hatását vizsgáltuk: ha csak az öntözésre javasolt területeket vonjuk be az elemzésbe, illetve ha minden talajt öntözésre alkalmasnak tekintünk.

Területi változások

Ha csak az öntözésre leginkább javasolt jó talajokat vesszük figyelembe, akkor az öntözésbe vonható területek nagysága a kereslet alapján számolva 9,1, a felszíni vízkészletek által lefedett területeknél 16,2, míg a felszín alatti vízkészletek hasznosításánál 6,3 százalékkal csökken az alapszámításhoz képest (31. táblázat).

31. táblázat: **Az öntözésbe vonható területek nagysága eltérő talajadottságok esetén**

Megnevezés	Aktuális	Csak a jó talajok öntözése		Minden talaj öntözhető	
	terület, hektár	terület, hektár	változás, százalék	terület, hektár	változás, százalék
Kereslet alapján összesen	**1 089 469**	**990 247**	**–9,1**	**1 433 108**	**31,5**
Szántóföldi növények	1 005 921	914 958	–9,0	1 338 980	33,1
Szántóföldi zöldségnövények	18 296	16 750	–8,4	19 759	8,0
Gyümölcsösök	57 421	50 866	–11,3	65 655	14,3
Szőlő	7 832	7 584	–3,2	8 713	11,3
Felszíni vízkészletből összesen	**337 238**	**282 689**	**–16,2**	**530 988**	**57,5**
Szántóföldi növények	324 929	272 677	–16,1	517 300	59,2
Szántóföldi zöldségnövények	5 805	4 749	–18,2	6 491	11,8
Gyümölcsösök	5 922	4 708	–20,5	6 507	9,9
Szőlő	582	556	–4,6	691	18,6
Felszín alatti vízkészletből összesen	**44 768**	**41 931**	**–6,3**	**50 731**	**13,3**
Szántóföldi növények	–	–	–	–	–
Szántóföldi zöldségnövények	6 344	6 056	–4,5	6 788	7,0
Gyümölcsösök	38 109	35 560	–6,7	43 611	14,4
Szőlő	316	316	–	332	5,1

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Legnagyobb változás minden esetben a gyümölcsösöknél tapasztalható. A felszíni vízkészlet hasznosításakor 20 százalék feletti csökkenés látható a hibrid kukorica, a szója, a paradicsom, a paprika, a fűszerpaprika és a meggy esetén. A felszín alatti vízkészleteknél legnagyobb arányú csökkenés (9,7 százalék) az alma öntözésbe vonható területénél jelentkezik.

Ha minden talajt öntözésre alkalmasnak tekintünk, és nem számolunk a többlethozam 25, illetve 50 százalékos csökkenésével (lásd Anyag és módszer fejezet), akkor a kereslet alapján számolva 31,5, a felszíni vízkészletek által lefedett területeknél 57,5, míg a felszín alatti vízkészletek hasznosításánál 13,3 százalékkal növekedne az öntözésbe vonható terület az alapszámításhoz képest. A legnagyobb növekedés ez esetben a szántóföldi növényeknél tapasztalható, ezen belül a felszíni vízkészlet hasznosításakor a búzánál (113,5 ezer hektár, 90,2 százalék) és az árukukoricánál (65,9 ezer hektár,

45,9 százalék). A felszín alatti vízkészletek esetén több mint 10 százalékkal nőhet a fejes káposzta, 11,3 százalékkal pedig a meggy öntözésbe vonható területe.

Gazdasági hatások

Ha csak az öntözésre javasolt talajokat vesszük figyelembe, akkor kisebb terület vonható öntözésbe, de a legtöbb vizsgált növénynél nő a fajlagos NPV, jobban megtérül a beruházás, mint a jelenlegi körülmények közt. Továbbra is negatív marad azonban a silókukorica, a lucerna és a szója esetén. Legnagyobb megtérülési értékkel a szántóföldi növények közt a burgonya rendelkezik, a zöldségfélék között kiemelkedik a paradicsom és a paprika. A felszín alatti vízkészletek hasznosításakor nincsenek olyan növények, amelyeknél a beruházás egy hektárra jutó nettó jelenértéke negatív. A zöldségféléknél ez esetben is kiemelkedik a paradicsom és a paprika, a gyümölcsöknél pedig az alma megtérülési értéke.

Ha minden talajt öntözésre alkalmasnak tekintünk, akkor is nő a fajlagos NPV, mert nem számolunk a gyengébb talajok miatti hozamkieséssel, de továbbra is negatív marad az előbb említett szántóföldi növények beruházásainak fajlagos NPV-je. Mind a felszíni, mind a felszín alatti vízkészletek hasznosításakor a fajlagos NPV-k az előbbihez hasonlóak, a legtöbb növénynél 10 százaléknál kisebb az eltérés köztük.

Az öntözésre javasolt talajok alapján végzett számításnál a kisebb öntözésbe vonható terület miatt kisebb lesz a vízigény, de az öntözés hatására várható többlethozam is. Ez a felszíni vízkészletek hasznosításakor összességében 68,6 millió m^3-rel kisebb vízigényt, mintegy 106,7 ezer tonna többlethozam elmaradását jelentené (12,3 százalék) 8,3 milliárd forint értékben. Ahogy a többi esetben is, ennek legnagyobb része (5,5 milliárd forint) a szántóföldi növényekhez kapcsolódik, de azon belül az árukukorica (2,3 milliárd forint) és a hibrid kukorica (1,3 milliárd forint) termesztéséhez, a búza ez esetben a harmadik helyre került 797,2 millió forintos többlethozamérték-csökkenéssel. A zöldségnövények közül 220,5 millió forint többlethozamérték-csökkenéssel a paprika emelkedik ki, a fűszerpaprikánál nagyobb arányú, de kicsit kisebb értékű (208,3 millió forint) a csökkenés. A gyümölcsök közül az alma (több mint 1 milliárd forint) hozamérték-csökkenése a legnagyobb. A felszín alatti vízkészletek esetén kevésbé csökkenne az öntözésbe vonható területek nagysága, így ez 6,4 millió m^3-rel kisebb vízigényt jelent, a hozamérték-csökkenés is kisebb (6,1 százalék) arányú, összességében 4,7 milliárd forintot tesz ki.

Ha minden talajt jónak tekintünk, akkor egyrészt növekszik az öntözésbe vonható területek nagysága, másrészt eltekintünk a gyengébb minőségű talajok hozamcsökkentő hatásától, amit az alapszámításnál figyelembe vettünk. Ezek eredményeképpen az alapszámításhoz képest 39,0 százalékkal nőhet a többlethozamérték a felszíni vízkészletek hasznosítása esetén, de ehhez 173,1 millió m^3-rel nagyobb vízigény társul. Az összesen 22,7 milliárd forint többlethozamérték növekedésében jelentős az árukukorica (11,0 milliárd forint), a búza (6,7 milliárd forint), valamint az alma (994,1 millió forint) többlethozamértéke. A felszín alatti vízkészletek esetén kevésbé növekedne az öntözésbe vonható területek nagysága, így a hozamérték növekedése is kisebb, összességében 11,4 százalék, ami 8,8 milliárd forintot tesz ki 12,5 millió m^3-rel nagyobb vízigény mellett. Kiemelhető az alma (5,7 milliárd forint), a meggy (623,7 millió forint) és a paprika (230 millió forint) többlethozamérték-növekedése.

Kamatláb

Az – aktuális helyzetet jellemző – alapszámítások 2,5 százalékos kamatlábbal készültek. Az érzékenységvizsgálat célja annak meghatározása, hogy egy magasabb, 5 százalékos kamatláb mennyire befolyásolná a beruházásokat.

Területi változások

Az NPV számítási módjából adódik, hogy adott időtartam esetén minél nagyobb a kamatláb, annál kisebb a jelenérték. Ez visszatükröződik a számításokban, a kisebb nettó jelenértékek pedig a gazdaságosan öntözésbe vonható területek csökkenéséhez vezetnek (32. táblázat). A kereslet alapján végzett számításnál ez 3,9 százalékkal, a felszíni vízkészletre alapozott öntözésnél 3,5 százalékkal kisebb öntözésbe vonható területet jelentene. Mindkét esetben a legnagyobb arányú csökkenés a szőlőnél figyelhető meg, valamint 7 százaléknál nagyobb csökkenés mutatkozik a silókukoricánál és a lucernánál. A búza és az árukukorica esetén 4 százalék alatti a terület csökkenése, de a területek méretét tekintve ezek a meghatározók: a felszíni vízkészlet esetén együttesen több mint 10 ezer hektár csökkenést jelentenek, ami az összes területváltozás 86,6 százaléka.

A felszín alatti vízkészletek hasznosításánál csak 0,1 százalék területcsökkenés mutatkozik, ami a gyümölcsösöknél várható csökkenésből adódik. A szőlő öntözésbe vonható területét ez esetben nem befolyásolja a kamatláb növelése.

32. táblázat: **Az öntözésbe vonható területek nagysága eltérő kamatláb esetén**

Megnevezés	Aktuális	5%-os kamatláb	
	terület, hektár	terület, hektár	változás, százalék
Kereslet alapján összesen	**1 089 469**	**1 046 870**	**–3,9**
Szántóföldi növények	1 005 921	964 178	–4,1
Szántóföldi zöldségnövények	18 296	18 107	–1,0
Gyümölcsösök	57 421	57 182	–0,4
Szőlő	7 832	7 402	–5,5
Felszíni vízkészletből összesen	**337 238**	**325 591**	**–3,5**
Szántóföldi növények	324 929	313 398	–3,5
Szántóföldi zöldségnövények	5 805	5 780	–0,4
Gyümölcsösök	5 922	5 879	–0,7
Szőlő	582	533	–8,4
Felszín alatti vízkészletből összesen	**44 768**	**44 725**	**–0,1**
Szántóföldi növények	–	–	–
Szántóföldi zöldségnövények	6 344	6 344	0,0
Gyümölcsösök	38 109	3 865	–0,1
Szőlő	316	316	–

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Gazdasági hatások

A felszíni vízkészlet alapján végzett számításnál a kamat növekedésével az öntözési beruházás egy hektárra jutó nettó jelenértéke a búzánál változik a legnagyobb mértékben: pozitívból negatívba vált, tehát nem lesz gazdaságosan öntözhető. A felszín alatti vízkészletek esetén a vizsgált zöldség- és gyümölcsfajokhoz tartozó beruházás fajlagos NPV-je a csökkenés ellenére pozitív marad, így az öntözhető területük nem vagy alig változik.

A felszíni vízkészlet esetén a kisebb öntözhető terület 13 millió m^3-rel kisebb vízigényt jelentene és 868 millió forint többlethozamérték-csökkenést eredményezne.

Üzemeltetési költség

Az üzemeltetési költség változását 30 százalékos többletköltség esetén vizsgáltuk.

Területi változások

Az üzemeltetési költség növekedése a gazdaságosan öntözésbe vonható területek csökkenésével jár: a felszíni vízkészletek hasznosításakor 18,3, a felszín alatti vízkészletek esetén 12,0 százalékos csökkenést jelentene átlagosan (33. táblázat). A felszíni vízkészlet hasznosításakor legerősebb hatás (40 százalék feletti területcsökkenés) ez esetben is a silókukoricánál, a szójánál és a lucernánál várható, de a legnagyobb területi változás a kukorica és a búza öntözésbe vonható területében lenne, együttesen 51,8 ezer hektár csökkenést mutatnak, ami az összes területváltozás 83,8 százaléka. A zöldségfélék közül érzékenyen reagál az üzemeltetési költség emelésére a fűszerpaprika, a számítások szerint 17,8 százalékkal csökkenne az öntözésbe vonható területe.

A szőlő öntözésbe vonható területét is hátrányosan érintené a költségek emelkedése. A felszíni vízkészletek hasznosításakor 27,2 százalékkal csökkenne az öntözésbe vonható területe, a felszín alatti vízkészletre alapozott öntözését nem lehetne bővíteni.

33. táblázat: **Az öntözésbe vonható területek nagysága eltérő üzemeltetési költség esetén**

Megnevezés	Aktuális	+30% üzemeltetési költség	
	terület, hektár	terület, hektár	változás, százalék
Kereslet alapján összesen	**1 089 469**	**882 690**	**–19,0**
Szántóföldi növények	1 005 921	807 354	–19,7
Szántóföldi zöldségnövények	18 296	14 871	–18,7
Gyümölcsösök	57 421	55 016	–4,2
Szőlő	7 832	5 449	–30,4
Felszíni vízkészletből összesen	**337 238**	**275 422**	**–18,3**
Szántóföldi növények	324 929	264 393	–18,6
Szántóföldi zöldségnövények	5 805	5 039	–13,2
Gyümölcsösök	5 922	5 566	–6,0
Szőlő	582	424	–27,2
Felszín alatti vízkészletből összesen	**44 768**	**39 403**	**–12,0**
Szántóföldi növények	–	–	–
Szántóföldi zöldségnövények	6 344	4 826	–23,9
Gyümölcsösök	38 109	34 577	–9,3
Szőlő	316	–	–100,0

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Gazdasági hatások

A felszíni vízkészlet hasznosítása esetén az üzemeltetési költség 30 százalékos növekedése a fajlagos NPV csökkenését okozza. A zöldborsó és a búza esetén a fajlagos NPV a korábbi pozitív értékből negatívvá válik, így öntözésük nem lenne gazdaságos. Az öntözésbe vonható terület csökkenése 63,3 millió m^3-rel kisebb vízigényt jelentene és mintegy 5 milliárd forint többlethozamérték-csökkenést eredményezne, aminek 77,1 százaléka a kukorica és búza öntözésének csökkenéséből adódna.

A felszín alatti vízkészletek hasznosításakor 11,74 millió m^3-rel kisebb vízigény mellett 3 milliárd forint többlethozamérték-csökkenés várható.

A legjobb és a legrosszabb eset

Az előzőekben bemutatott változások kombinációiból előállítottunk egy legkedvezőbb, illetve egy legrosszabb forgatókönyvet is, amivel a szélsőséges eseteket jellemezhetjük. A legjobb esetet az öntözési beruházáshoz kedvező tényezők kombinációja adja: 50 százalékos beruházási támogatás, a vízdíj 90 százalékos csökkentése, a többlethozam, valamint a referenciaár 30 százalékos növekedése, aszályos körülmények, minden talaj öntözhető és 2,5 százalékos kamatláb. A legrosszabb esetet az öntözési beruházást gátló tényezők alkotják: nincs beruházási támogatás, a vízdíj 40 forintra emelkedik, a többlethozam és a referenciaár 30 százalékkal csökken, sehol nincs aszály, csak a jó talajok öntözhetők, 5 százalékos a kamatláb és az üzemeltetési költségek 30 százalékkal növekednek.

Területi változások

A legjobb esetben az alapszámításhoz képest jelentős növekedés lenne az öntözhető területek bővítésében: a kereslet, a felszíni vízkészlet és a felszín alatti vízkészlet alapján is 100 százalék körüli az átlagos növekedés (34. táblázat). A felszíni vízkészletből való öntözésnél kiemelhető a silókukorica és a lucerna öntözhető területének 300 százalék feletti növekedése. A szőlő öntözhető területe a felszíni és a felszín alatti vízkészletek hasznosításakor is jelentősen növekedhetne.

A legjobb forgatókönyv szerint öntözhető területek méretét érdemes a jelenleg termesztésbe vont, de nem öntözött területekhez is viszonyítani. A felszíni vízkészletekből az ilyen területek 97,3 százalékát, a felszín alatti vízkészletekből 88,7 százalékát lehetne öntözésbe vonni.

34. táblázat: **A legjobb és a legrosszabb forgatókönyv összehasonlítása**

Megnevezés	Nem öntözött	Aktuális	Legjobb eset		Legrosszabb eset	
	terület, hektár	terület, hektár	terület, hektár	változás, százalék	terület, hektár	változás, százalék
Kereslet alapján összesen	**2 627 626**	**1 089 469**	**2 363 624**	**117,0**	**71 873**	**–93,4**
Szántóföldi növények	2 480 078	1 005 921	2 223 727	121,1	41 795	–95,8
Szántóföldi zöldségnövények	23 751	18 296	23 022	25,8	1 850	–89,9
Gyümölcsösök	71 511	57 421	69 467	21,0	27 633	–51,9
Szőlő	52 285	7 832	47 407	505,3	595	–92,4
Felszíni vízkészletből összesen	**668 762**	**337 238**	**650 936**	**93,0**	**8 571**	**–97,5**
Szántóföldi növények	652 468	324 929	634 918	95,4	5 560	–98,3
Szántóföldi zöldségnövények	7 091	5 805	6 927	19,3	324	–94,4
Gyümölcsösök	6 876	5 922	6 766	14,2	2 585	–56,3
Szőlő	2 326	582	2 326	299,4	102	–82,5
Felszín alatti vízkészletből összesen	**106 687**	**44 768**	**94 678**	**111,5**	**16 462**	**–63,2**
Szántóföldi növények	–	–	–	–	–	–
Szántóföldi zöldségnövények	12 804	6 344	10 285	62,1	319	–95,0
Gyümölcsösök	52 371	38 109	47 965	25,9	16 143	–57,6
Szőlő	41 513	316	36 428	11 441,6	–	–100,0

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

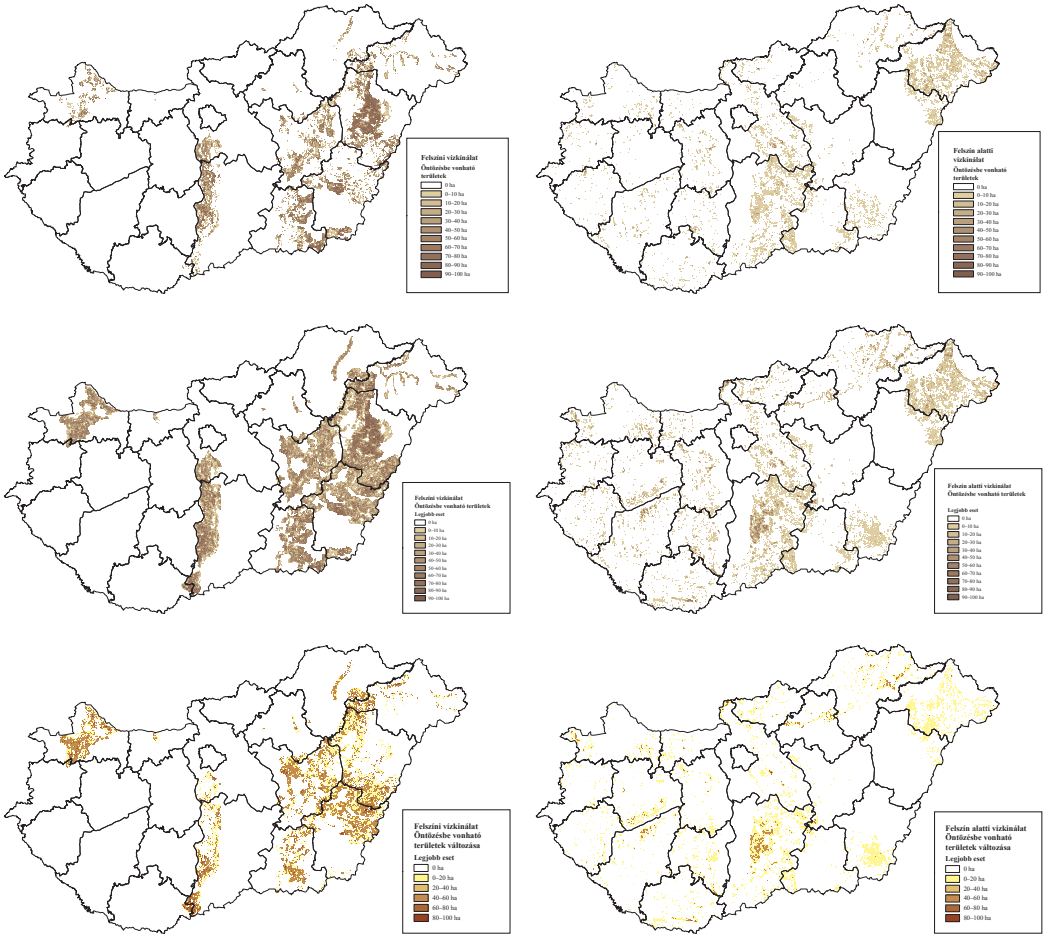
A legrosszabb forgatókönyv esetén szinte teljesen lehetetlenné válna az öntözhető területek bővítése a felszíni vízkészletből, és jelentős lenne a visszaesés (63,2 százalék) a felszín alatti vízkészlet

hasznosításakor is. A paprika, a fűszerpaprika, a sárgarépa, a fejes káposzta, valamint a meggy esetén ez több mint 80 százalékos visszaesést jelentene a felszíni vízkészleteknél és teljesen elmaradna az öntözhető területek bővítése a felszín alatti vízkészletekre alapozva.

A legjobb forgatókönyv szerint elsősorban a Nyírség területén találhatók olyan 100 hektáros területegységek, ahol több mint 80 százalékos lenne a felszíni vízkészletből öntözhető területek aránya. A legnagyobb növekedés a Duna menti síkság déli részén látható (62. ábra).

62. ábra: **Az öntözésbe vonható területek változása a legjobb esetben**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**

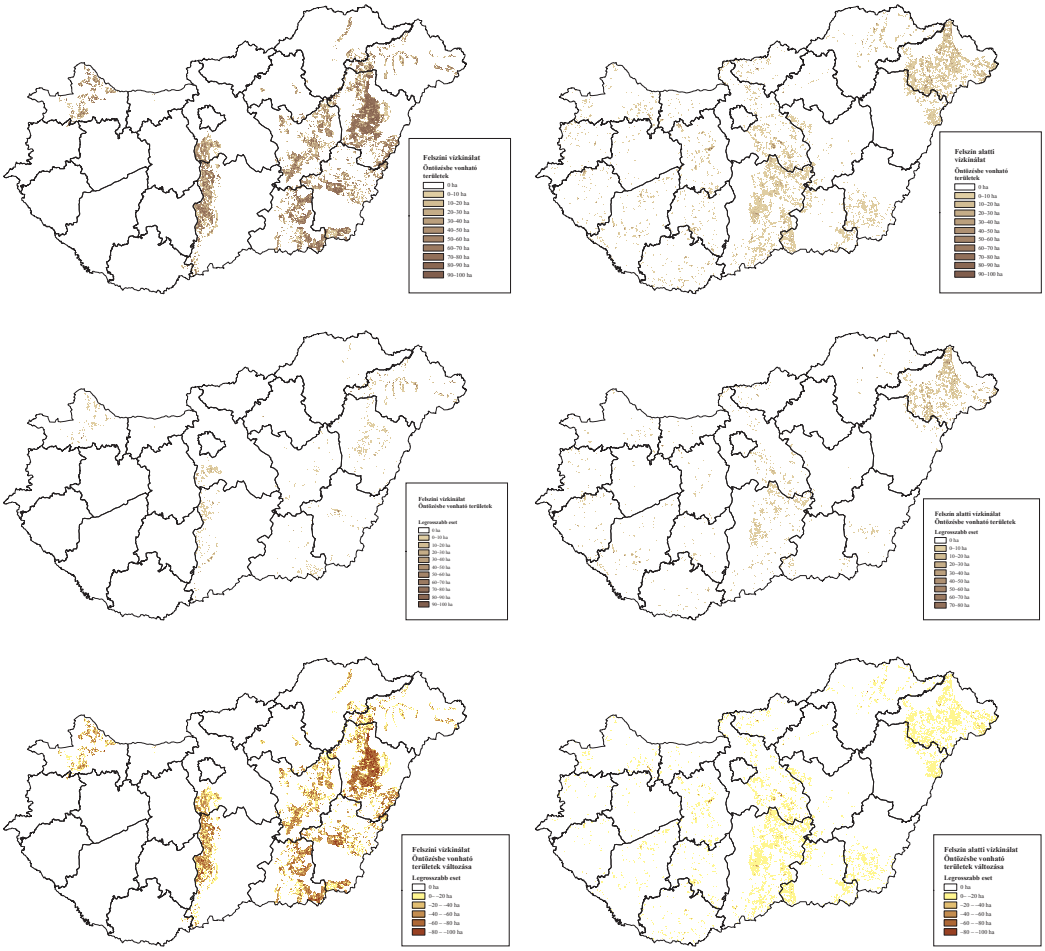


Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A legrosszabb forgatókönyv szerint (63. ábra) az ország egész területén jelentősen csökkenne az öntözésbe vonható terület nagysága. A felszíni vízkészletek hasznosításakor a 100 hektáros területegységek 84,3 százalékán 10 hektár alatti lenne az öntözésbe vonható terület. A legnagyobb csökkenés a gabonatermesztő körzetekben (Hajdúság, Körös–Maros köze), 20 hektárnál kisebb csökkenés elszórtan látható.

63. ábra: **Az öntözésbe vonható területek változása a legrosszabb esetben**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

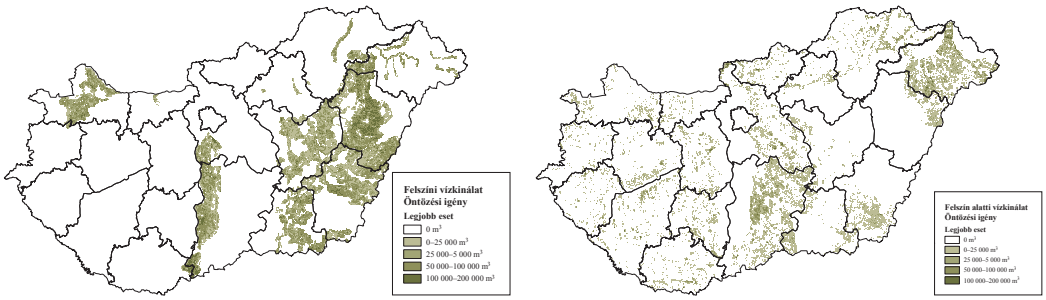
Gazdasági hatások

A legjobb forgatókönyv szerint a felszíni vízkészletből öntözésbe vonható közel 651 ezer hektár terület összes vízigénye 755,4 millió m^3, amiből 724,3 millió m^3 (95,9 százalék) vízigény a szántóföldi növényekhez kapcsolódik. A legnagyobb vízigényű területek – a 100 hektáros területegységekre vonatkozóan 100 ezer m^3 felettiek – elsősorban a Nyírségben és a Duna menti síkság déli részén, a Bajai és Mohácsi kistérségben láthatók (64. ábra), míg a területek több mint harmadán 50–100 ezer m^3 közötti a vízigény.

A felszín alatti vízkészletek hasznosítása esetén a közel 95 ezer hektár öntözésbe vonható területen 168,2 millió m^3 vízigény jelentkezik, aminek több mint 60 százaléka (103,1 millió m^3) a gyümölcsösökhöz kapcsolódik. A zöldségfélék vízigénye magasabb, mint a szőlőé, így a kisebb területük ellenére is jelentős a vízigényük (28,6 millió m^3, 17,0 százalék). A 100 hektáros területegységek nagy részén 25 ezer m^3 alatti vízigény látható (65. ábra), csak a Felső-Tiszavidék gyümölcsöseinél jelenik meg 100 ezer m^3 feletti érték, ehhez azonban hozzájárul a termőterületek kis aránya.

64. ábra: **Az öntözésbe vonható területekhez kapcsolódó vízigény (m³) a legjobb esetben**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**



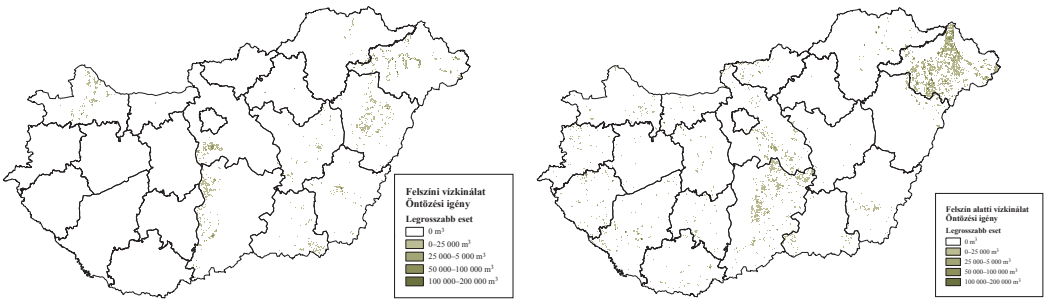
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A legrosszabb forgatókönyv szerint a felszíni vízkészletből öntözésbe vonható csupán 8571 hektár terület összes vízigénye 14,7 millió m³, amiből 7,6 millió m³ (51,7 százalék) vízigény a szántóföldi növényekhez, míg 6,1 millió m³ (41,6 százalék) a gyümölcsösökhöz kapcsolódik. A 100 hektáros területegységekre vonatkozóan jellemzően 25 ezer m³ alatti a vízigény, 50 ezer m³ feletti vízigény a Felső-Tiszavidék gyümölcsös, valamint a Bugyi környéki zöldségtermesztő körzetben látható (65. ábra).

A felszín alatti vízkészleteknél a 16,5 ezer hektár öntözésbe vonható területen 41,2 millió m³ vízigény lenne, aminek 94,5 százaléka (39 millió m³) az alma termesztéséhez kapcsolódik. A 100 hektáros területegységek nagy részén 25 ezer m³ alatti vízigény látható, de a Felső-Tiszavidék gyümölcsöseinél továbbra is találhatók 100 ezer m³ feletti vízigényű területek.

65. ábra: **Az öntözésbe vonható területekhez kapcsolódó vízigény (m³) a legrosszabb esetben**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A legjobb forgatókönyv szerint a felszíni vízkészletek hasznosításakor a beruházások fajlagos NPV-je szinte minden vizsgált növénynél pozitívnak bizonyult, tehát gazdaságossá válna az öntözése. Kiemelkedő arányban nő a beruházás egy hektárra jutó nettó jelenértéke a búzánál, az árukukoricánál és a zöldborsónál, valamint gazdaságossá válna a szója és a szőlő öntözött területének bővítése (negatívból pozitívba vált a fajlagos NPV). A beruházás NPV-je a silókukoricánál és a lucernánál ugyan nő, de továbbra is negatív marad.

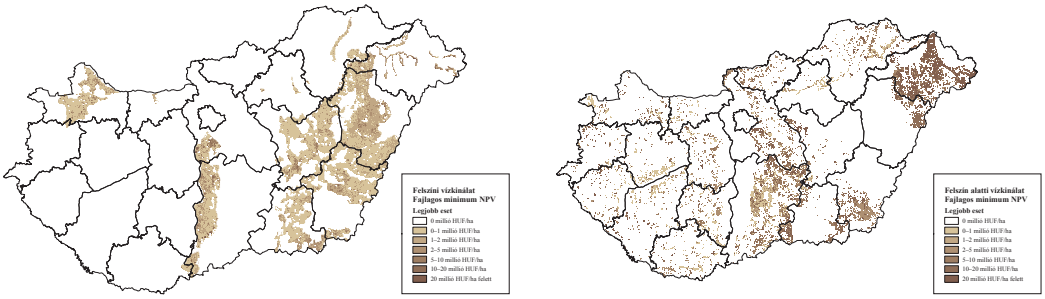
A legnagyobb (10 millió forint/hektár feletti) fajlagos NPV-vel rendelkező területek a Felső-Tiszavidék almatermesztő területein, valamint az intenzív zöldségtermesztő körzetekben (pl. Dabas és Érsekhalma) láthatók (66. ábra). Az öntözésbe vonható területek kevesebb mint 60 százalékán lenne 1 millió forint/hektár a fajlagos NPV.

A felszín alatti öntözésnél valamennyi növénykultúra esetében pozitív volt az egy hektárra jutó nettó jelenérték az alapszámításnál is, amely értékek tovább emelkednek. A szőlőnél kiugróan nagy az öntözésbe vonható terület növekedése (34. táblázat), azonban ez átlagosan kisebb jövedelmezőséggel valósítható meg, erre utal a fajlagos NPV csökkenése.

A területek mintegy negyedén 20 millió forint/hektár feletti az egy hektárra jutó nettó jelenérték. Az 1 millió forint/hektárt el nem érő nettó jelenértékű területek elsősorban a szőlőtermő vidékeken – Balaton környéke, Északi-középhegység déli része, Kecskemét-Kiskőrös környéke – láthatók (66. ábra).

66. ábra: **Az öntözésbe vonható területek minimális egy hektárra jutó nettó jelenértéke a legjobb esetben**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**



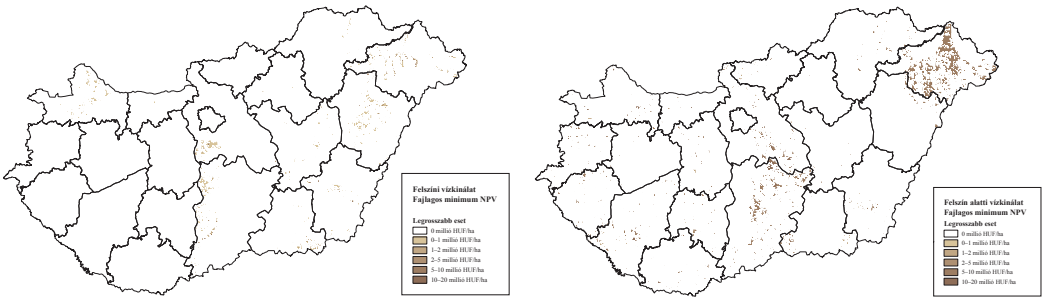
Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A legrosszabb esetben a felszíni vízkészletek hasznosításánál a burgonya, a paradicsom és az alma kivételével minden vizsgált növénynél a beruházások fajlagos NPV-je negatív, nem gazdaságos az öntözhető területek bővítése. A paradicsomnál és az almánál az egy hektárra jutó nettó jelenérték a felszín alatti vízkészletek esetén is pozitív marad, míg a paprika, a fűszerpaprika, a sárgarépa, a fejes káposzta és a meggy esetében nulla értékkel bír.

Ez esetben 10 millió forint/hektár feletti egy hektárra jutó nettó jelenérték is csak kis területen várható, jellemzően 5-10 millió forint/hektár jövedelmezőségre lehet számítani (67. ábra).

67. ábra: **Az öntözésbe vonható területek minimális egy hektárra jutó nettó jelenértéke a legrosszabb esetben**

Felszíni vízkészlet **Felszín alatti vízkészlet**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

A legjobb esetben a felszíni vízkészletek esetén 99,8 milliárd forint többlethozamérték várható, amiből 45,6 milliárd forint (45,7 százalék) az árukukorica, 19,5 milliárd forint (19,6 százalék) a búza

öntözhető területének növekedéséből adódik. Az alma öntözhető területének növekedése 7,1 milliárd forint, a paprika 1,2 milliárd forint többlethozamértékkel járulna hozzá a növekedéshez. A felszín alatti vízkészletek esetén 91,2 milliárd forint többlethozamérték keletkezne, amiből 52,5 százalékot az alma, 9,4 százalékot a szőlő öntözött területének bővítése eredményezne.

A legrosszabb esetben 53,9 milliárd forint többlethozamérték-csökkenés lenne a felszíni vízkészletek esetén, aminek több mint fele az árukukorica és a búza kisebb öntözésbe vonható területéből ered. A felszín alatti vízkészletek hasznosításakor 52,9 milliárd forint lenne a kiesés, aminek nagy része (52,1 százalék) az almatermesztésből adódik, emellett jelentős a meggy (10,6 százalék), valamint a paprika (8,9 százalék) hozamérték-csökkenése is.

Az érzékenységvizsgálat fő eredményeinek összefoglalása

Az előző alfejezet a vizsgált tényezők kombinációjából összeállított legjobb, illetve legrosszabb forgatókönyvek szerinti változásokat részletezte. Látható volt, hogy az öntözésbe vonható területek nagysága széles intervallumon, a felszíni vízkészletek hasznosításakor 650,9 ezer hektár és 8,6 ezer hektár között, míg a felszín alatti vízkészletekre alapozva 94,7 ezer és 16,5 ezer hektár között változhat.

A vizsgált paraméterek eltérő hatásúak az öntözésbe vonható területek méretére annak függvényében, hogy felszíni vagy felszín alatti vízkészletre alapozzuk az öntözést. A felszín alatti vízkészletek esetén az öntözésbe vonható területek nagyságrendileg kisebbek és a változások aránya is csekélyebb.

Az ár és a hozam 30 százalékos csökkenése okozná a legnagyobb változást, a felszíni vízkészletek esetén 79,9 százalékos, a felszín alatti vízkészleteknél 34,1 százalékos csökkenést jelent az öntözésbe vonható terület méretében. Az ár és a hozam 30 százalékos emelkedésekor látható a legnagyobb területnövekedés, a felszíni vízkészletek esetén 63,8, a felszín alatti vízkészlet hasznosításakor 16,3 százalék lenne. A második legerősebb negatív hatás a felszíni vízkészletek hasznosításakor a beruházási támogatás megszűnése (58,3 százalék), míg a felszín alatti vízkészleteknél az üzemeltetési költség 30 százalékos növekedése okozna 12 százalékos csökkenést az öntözésbe vonható területek méretében. A második legerősebb pozitív hatás a felszíni és a felszín alatti vízkészleteknél is akkor jelentkezik, ha minden talajt öntözésre alkalmasnak tekintünk (57,5, illetve 13,3 százalékos növekedést eredményez). Legkisebb hatású a kamat 5 százalékra való növekedése, a felszíni és a felszín alatti vízkészletekre alapozott számításnál is (3,5, illetve 0,1 százalékos területcsökkenés).

A korábbi fejezetek részletes adatainál látható, hogy a változások növénycsoportonként, valamint fajonként is eltérő hatásúak lehetnek. A felszíni vízkészletek alapján végzett számításoknál általában a gyümölcsösök és a zöldségnövények, a hibrid és csemegekukorica, a zöldbab és a burgonya esetén legkisebb az öntözésbe vonható terület változása. Ennek egyik oka, hogy az alapszámítás szerint is magas az öntözésbe vonható területük aránya, így a pozitív hatások kevés pluszt képesek ehhez hozzáadni. Másrészt az alapszámítás szerint magas a fajlagos NPV-jük, így azok csökkenésekor sem válnak negatívvá, továbbra is gazdaságos marad az öntözésük. Érzékenyen reagál a változásokra az árukukorica és a búza, amelyek egy hektárra jutó fajlagos nettó jelenértéke néhány esetben negatívvá is válik (pl. beruházási támogatás megszűnése, 40 forintos vízdíj), így öntözésük nem lesz gazdaságos. Az alapszámításnál is negatív a silókukorica, a lucerna, a szója, valamint a szőlő esetében végzendő beruházások fajlagos NPV-je, és ezek csak kevés esetben válnak pozitívvá.

Felszín alatti vízkészletekből csak a zöldségnövények és ültetvények mikroöntözéses technikájához lehet vizet felhasználni, ezért ez esetben az öntözésbe vonható területek nagyságrendileg kisebbek. A fajlagos NPV az alapszámításnál minden növénynél pozitív, és a paraméterek változtatásakor sem váltott át negatívba. Érzékenyen reagál a változásokra a szőlő, a legkisebb eltérések pedig az almánál és a paradicsomnál láthatók.

A modellszámítások szerint elsősorban az öntözésbe vonható területek nagysága változik a paraméterek függvényében, ennek következménye a szükséges öntözővízmennyiség hasonló arányú változása. A modell a hibrid és árukukorica esetén azonban figyelembe veszi a technológiák (csévélődobos, illetve lineár) eltérő vízigényét, és néhány esetben (pl. beruházási támogatás megszűnése) emiatt változik az egy hektárra számított vízigény értéke is.

A hozamérték változása azonban sok esetben nem követi a területi változásokat. A negatív hatások esetén azért kisebb a hozamérték csökkenése, mert a nagy értékű zöldség- és gyümölcsfajok öntözhető területe kevésbé, míg a szántóföldi növények területe nagyobb mértékben csökken. A pozitív hatások esetén is lehet kisebb arányú a hozamérték növekedése, mint a területi változás, mert ilyenkor általában a szántóföldi növények öntözésbe vonható területe nő nagyobb arányban.

A felszín alatti vízkészletek hasznosításakor a megtérülés mértéke jóval magasabb, mint a felszíni vízkészleteknél, és az új területek öntözésbe vonása – a nagy értékű növények miatt – kisebb területen is jelentős többlethozamérték-növekedést jelent.

A modell eredményeinek értelmezését időnként nehezíti, hogy a számítások 100 hektáros területegységekre vonatkoznak. Ezen a területen belül az eltérő beruházási megtérülést mutató növények kiegyenlíthetik egymást a modell szerint, így előfordul, hogy negatív fajlagos NPV-vel rendelkező növényre is az öntözésbe vonható terület növekedését valószínűsíti a számítás.

Összefoglalás

Az öntözhetőség természeti-gazdasági korlátainak hatása az öntözhető területekre

Kemény Gábor (szerk.), Lámfalusi Ibolya (szerk.) és Molnár András (szerk.)

Megállapítások

1. Magyarországon az öntözött területek aránya alacsony, mindössze 2,4 százalék (2015), miközben az EU-ban 8 százalék, az USA-ban 13 százalék feletti ez az arány. A hazai mezőgazdaság a rendelkezésre álló készletek mindössze 30 százalékát használja ki az EU 80 százalékos átlagához képest.

2. A kevésbé elterjedt öntözés okai számos tényezőre vezethetők vissza: szétaprózott földtulajdon és birtokszerkezet, a termelői együttműködés hiánya, a rövid távú bérleti szerződések, a vízjogi engedélyezési rendszer bonyolultsága, nehezen hozzáférhető, az igényekhez képest nem megfelelő mennyiségben és/vagy minőségben és/vagy időpontban rendelkezésre álló öntözővíz, illetve az egyéni és közösségi fejlesztéshez szükséges forrás, valamint támogató környezetet hatékonyan biztosító szakpolitikai környezet hiánya.

3. A klímaváltozással összefüggő globális és regionális prognózisok megállapítása szerint a szélsőséges időjárási és vízháztartási helyzetek valószínűsége, gyakorisága, mértéke és tartama egyaránt növekedni fog. A korábbi tapasztalatok szerint Magyarországon 100 évből 28 aszályos, de a jövőben indokolt felkészülni a szárazodás folyamatának térbeli és időbeli kiterjedésére.

4. A tervszerű öntözéses gazdálkodás ellensúlyozza a szélsőséges időjárási anomáliák kedvezőtlen hatását, csökkenti a hozamok ingadozását, jellemzően növelheti annak mennyiségét, és legtöbb esetben javítja a termék minőségét. Mindezek alapján kiszámíthatóbbá teszi a növénytermesztés termelését és jövedelemalakulását.

5. Világtendencia, hogy fokozódik a verseny a vízkészletekért a humán fogyasztás, a mezőgazdaság és az ipar között. Ezt a tendenciát a klímaváltozás tovább erősíti. Ennek okán az összes édesvízkivétel 70 százalékát felhasználó mezőgazdaságra fokozódó nyomás nehezedik, hogy fenntartható módon történjen a vizek felhasználása. Ezen elvek alapján készült el az európai vízgazdálkodásban alapvető irányvonalat megfogalmazó EU Víz Keretirányelve, amelynek célja a felszíni és felszín alatti vizek állapotának megőrzése, valamint a vizek mennyiségi és minőségi védelme.

6. Általánosan elfogadott, hogy a fokozódó vízhiánnyal érintett területeken nagy hangsúlyt kell helyezni az integrált vízgazdálkodásra és az azt támogató közgazdasági eszköztárra (pl. speciális vízárképzés). Ezzel biztosítható a hatékony és fenntartható mezőgazdasági vízfelhasználás, csökkentve a pazarló öntözési technológiák használatát.

7. Magyarországon az öntözési igényt meghatározó legfontosabb tényezők a talajtani, a klimatikus viszonyok, a domborzat és a belvíz-veszélyeztetettség. Az öntözés szempontjából releváns talajtani viszonyok az ország több mint 40 százalékán kedvezőtlenek. Ugyanakkor a domborzati viszonyok kedveznek az öntözésnek (kevés a meredek lejtésű terület), csakúgy, mint az éghajlati körülmények (mivel az aszályhelyzetek fokozódása okán nő az öntözéses gazdálkodás jövedelmezősége). Az ország mezőgazdasági területeinek több mint 20 százaléka közepesen vagy erősen veszélyeztetett belvízzel, súlyos belvíz-veszélyeztetettséggel pedig nagyságrendileg 4 százalék érintett. A természetvédelmi területek aránya a termőterület 27 százaléka, míg a mezőgazdasági terület több mint 70 százaléka nitrátérzékeny. Összességében azonban elmond-

ható, hogy az öntözés lehetőségét az ország mezőgazdasági hasznosítású területének jelentős részén egy természetföldrajzi tényező sem lehetetleníti el.

8. Az öntözés vízszükségletét felszíni és felszín alatti vizek útján lehetséges kielégíteni. A felszíni vízkészletek zöme a nagy folyók mentén található, melyek közül a jelenlegi vízhasználat a Tisza- és a Körös-völgyben, a Duna-völgyi főcsatorna mentén és a Rába vízgyűjtőjén koncentrálódik. Az egyéb felszíni vízfolyások jelentős részének mennyiségi állapota jó, azonban jelentős mértékű kiaknázásuk nem lehetséges. A felszín alatti készletek alapvetően ívóvízbázist jelentenek, sem mennyiségi, sem minőségi állapotuk nem teszi lehetővé a nagyarányú mezőgazdasági célú kitermelést.

9. Az üzemi öntözési beruházások korábbi hazai gazdaságossági vizsgálatai azt mutatták, hogy elsősorban a kedvező termőhelyi adottságú területeken érdemes öntözési beruházást elkezdeni, mivel csak ezen területeken várható a beruházás megtérülése.

10. A technikai megoldások lehetőségeit tekintve többféle öntözési mód különböztethető meg. Az öntözővíz mennyiségét az öntözés módja, a talaj nedvességtartalma és a növényzet vízigénye alapján határozzák meg. Az öntözőberendezés üzemeltetéséhez vízvételi hely, telepített szivattyú, a szállításhoz-telepítéshez traktor, és nem utolsósorban hozzáértő személyzet is szükséges.

11. Az öntözésfejlesztés kulcsszereplői a mezőgazdasági termelők, akik az elmúlt években jelentős mértékű öntözésfejlesztési szándékot jeleztek. Azonban ezen öntözési igények egy része nem esik egybe az öntözés számára elérhető vízkészletekkel.

12. Az öntözés megvalósítására nem úgy kell tekinteni, mint egy szokványos beruházásra. Egyfelől hosszú távú gondolkodást, nagyfokú szervezettséget és a gazdálkodók közötti együttműködést követel meg. Másfelől számos olyan része van a beruházási folyamatnak, amely nem a technológia telepítését jelenti, hanem olyan feltételek megteremtését, melyek nélkül a beruházást nem lehet megvalósítani.

13. Az elmúlt évek (2011–2014) átlagadatai alapján Magyarországon az öntözhető növények által lefedett 2696 ezer hektáros mezőgazdasági területből mindössze 68 ezer hektárt öntöztek. Az egyes évek között jelentős ingadozás tapasztalható (55–140 ezer hektár).

14. Kizárólag beruházásgazdaságossági szempontból vizsgálva, a mezőgazdaság öntözési célú vízigénye alapján az öntözött területek nagysága több mint 1 millió hektárral lenne bővíthető.

15. A felszíni vizekből gazdaságosan megvalósítható öntözésfejlesztés legnagyobb része (96,3 százaléka, 324,9 ezer hektár) a szántóföldi növények termesztését segíthetné, de a szántóföldi zöldségek öntözött területe is növekedhetne 5,8 ezer hektárral, a gyümölcsösöké 5,9 ezer hektárral, a szőlőé pedig 0,6 ezer hektárral.

16. A felszín alatti vizekből történő öntözés tekintetében elsősorban a gyümölcsösök 38,1 ezer hektáros területe érdemel kiemelést, de a szőlő vízzel ellátott területe is érdemben bővülhetne akár 0,3 ezer hektárral, miközben a szántóföldi zöldségnövények területe becslésünk szerint 6,3 ezer hektárral emelkedne.

17. A jelenleg nem öntözött területből beruházásgazdaságossági számításaink szerint – melyeknél az öntözés beruházási költségeit és többletjövedelmét a talajadottságok, az aszály előfordulása és a domborzati viszonyoknak megfelelően vettük figyelembe – felszíni vizekből a már öntözött területen felül további 337,2 ezer hektárt, felszín alatti vizekből 44,8 ezer hektárt érné meg bevonni.

18. A szárazművelés és az öntözéses gazdálkodás költségeit, beruházási többletköltségeit és jövedelmeit összevetve megállapítható, hogy az ültetvénykultúrák túlnyomó része, valamint az

összes vizsgált zöldségféle esetében egyértelműen megtérül az öntözési beruházás (1. hipotézis igazolása).

19. A felszíni vízkészletek terhére a jelenlegi mintegy 51 ezer hektár öntözött mezőgazdasági területet 337,2 ezer hektárral lehetne bővíteni. Ez utóbbiból 325,0 ezer hektárt a szántóföldi növények, 5,8 ezer hektárt a szántóföldi zöldségek, 5,9 ezer hektárt a gyümölcsösök, 0,6 ezer hektárt a szőlő tenne ki.

20. A felszín alatti vízkészletekből a már most is öntözött 3 ezer hektár terület nagyságrendileg 40 ezer hektárral emelkedhetne. A gyümölcsösök területe 38,1 ezer hektárral, a szántóföldi zöldségnövényeké 6,3 ezer hektárral, a szőlőé pedig 0,3 hektárral nőne.

21. Összességében a szántóföldi kultúrák öntözött területe 40,9 ezer hektárról több mint hatszorosára növekedhetne az öntözésfejlesztésnek köszönhetően, amely jóval nagyobb arány, mint azt hipotézisünkben feltételeztük (4. hipotézis igazolása).

22. 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.

23. 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 öntözés hozadéka, míg 0,3 millió tonna a felszín alatti öntözésé. A termelésiérték-többletből 58,3 milliárd forint a felszíni öntözőrendszerek fejlesztésének tulajdonítható, míg 77,3 milliárd forint a felszín alattinak.

24. Az általunk alkalmazott modell alapján javasolt öntözésfejlesztés vízigénye a felszíni öntözőrendszereknél 409 millió m^3, a felszín alattiaknál 98,9 millió m^3, vagyis együttesen 507,9 millió m^3.

25. A figyelembe vett 50 százalékos támogatásintenzitáshoz viszonyítva a támogatás teljes megszűnése jelentősen visszafogná az öntözési beruházásokat. A kereslet alapján számított öntözésbe vonható területek esetén 61,1 százalékkal (több mint 660 ezer hektár), a felszíni vízkészletekből öntözhető területeknél közel 60 százalékkal (mintegy 200 ezer hektár) csökkenne a gazdaságosan öntözésbe vonható területek nagysága. Legkisebb hatása – 9,3 százalékos csökkenés (4144 hektár) – a felszín alatti vízkészletekből való öntözésre lenne

26. Az érzékenységvizsgálat során a vízdíj (8 forint/m^3 az alapszámításnál) 90 százalékos növekedésének, valamint ugyanilyen mértékű csökkenésének, illetve az ötszörösére (40 forint/m^3) történő emelés hatásait vizsgáltuk. A vizsgált növénycsoportoknál még a 90 százalékos vízdíjváltoztatás is kevesebb mint 10 százalékos területváltozást jelentene átlagosan, legkevésbé a szántóföldi növényekre lenne hatással. A felszíni vízkészletek hasznosításakor a 90 százalékos díjemelésre érzékenyebben reagál a silókukorica, a lucerna és a szója (15,5-20,7 százalékos csökkenés). A szőlőnél 2,3 százalékos, a gyümölcsösöknél mindössze 1,0 százalékos csökkenés várható az öntözésbe vonható terület nagyságában. A felszín alatti vízkészletnél a szőlő és a zöldségfélék öntözésbe vonható területe nem változik a vízdíj 90 százalékos emelésének hatására, a gyümölcsösöknél pedig 2,2 százalékkal csökkenne. Mindezek megerősítik azt a hipotézist, mely szerint a vízdíj ismételt bevezetése nem csökkenti érdemben a termelők öntözési igényét (3. hipotézis igazolása).

27. A vízdíj 40 forintra (ötszörösére) emelése már jelentős változásokat eredményezne. A felszíni vízkészletek esetén elsősorban a szántóföldi növények öntözésbe vonható területének növekedését fogná vissza (49,2 százalék), ami az árukukoricánál és a búzánál 50 százalékot meghaladó

mértékű, míg a silókukorica, a szója, a lucerna és a cukorrépa esetén 60 százalék feletti csökkenést jelentene. A felszín alatti öntözésnél a szőlő kerülne hátrányba, ekkora vízdíj nem tenné lehetővé az öntözésfejlesztést.

28. Az érzékenységvizsgálat során azt vizsgáltuk, hogy az ár ±10, illetve 30 százalékos változtatása mennyire befolyásolja az öntözésbe vonható területek nagyságát. Amennyiben az ár és a hozam is 30 százalékkal nő, 90,2 százalékos növekedés következne be az öntözhető terület méretében, ami 2,1 millió hektár öntözésbe vonását jelentené. Amennyiben az ár és a hozam is 30 százalékkal csökken, akkor 78,7 százalékos visszaesés várható, ami mindössze 232 ezer hektár területen tenné lehetővé az öntözés bővítését. A hozam és az ár 10 százalékos növekedése 78,4 százalékos területnövekedést, míg 10 százalékos csökkentésük 26,0 százalékos csökkenést eredményezne. A kereslet alapján tehát az ár és a hozam pozitív változása erősebb hatású, mint azok csökkenése, ami elsősorban az árukukorica fajlagos NPV-jének változásával magyarázható.

29. A legkisebb arányú változás az áremelkedés, illetve -csökkenés hatására minden esetben a gyümölcsösöknél látható, ezt követik a zöldségfélék, majd a szőlő. A legnagyobb arányú – és egyben a legnagyobb területet érintő – változások minden esetben a szántóföldi növényeknél figyelhetők meg. A felszíni vízkészletből nem lehet minden öntözési igényt kielégíteni, ezért a legjobb esetben 68,3 százalékos területnövekedés várható, ami 567,7 ezer hektár öntözésbe vonható területet jelent, míg a legrosszabb esetben látható 79,9 százalékos csökkenés 67,7 ezer hektár terület öntözésbe vonását tenné lehetővé. A hozam és az ár 10 százalékos növelése 514,1 ezer hektár, míg ugyanilyen mértékű csökkentése 253,4 ezer hektár terület öntözésbe vonását jelentené.

30. A hazai mezőgazdasági területek jelentős része már ma is aszály által érintettnek tekinthető. A klímaváltozási forgatókönyvek a nyári időszak melegedését és a csapadék csökkenését, ezzel az aszályok gyakoriságának, időtartamának növekedését vetítik előre Magyarországon. Nem meglepő módon az eredmények azt mutatják, hogy ha az egész országot aszályosnak tekintjük, akkor jelentősen megnő az öntözhető területek iránti igény. Ez több mint 600 ezer hektár (55,1 százalék) növekedést jelenthetne az aktuális klimatikus viszonyok esetén számolt igényhez képest.

31. Az öntözésbe vonható területek számításánál figyelembe vettük a talajtípust is, ami alapján öntözésre leginkább javasolt, kevesebb többlethozamot eredményező, valamint öntözésre nem javasolt területek kerültek lehatárolásra. Ha csak az öntözésre leginkább javasolt jó talajokat vesszük figyelembe, akkor az öntözésbe vonható területek nagysága az öntözésgazdaságossági megtérülés alapján számolva 9,1, a felszíni vízkészletek által lefedett területeknél 16,2, míg a felszín alatti vízkészletek hasznosításánál 6,3 százalékkal csökken az alapszámításhoz képest. Legnagyobb változás minden esetben a gyümölcsösöknél tapasztalható. A felszíni vízkészlet hasznosításakor 20 százalék feletti csökkenés látható a hibrid kukorica, a szója, a paradicsom, a paprika, a fűszerpaprika és a meggy esetén. A felszín alatti vízkészleteknél legnagyobb arányú csökkenés (9,7 százalék) az alma öntözésbe vonható területénél jelentkezik. Ezzel igazolható a 2. hipotézis, mivel látható, hogy nemcsak a jó, hanem az öntözésre kevésbé alkalmas területeknél is pozitív nettó jelenértéket eredményez az öntözési beruházás már a modell alapverziójában is.

32. A kamatláb 2,5 százalékról 5 százalékra történő emelése hatására a felszíni vízkészletből öntözött területek 3,5 százalékkal, a felszín alatti vízkészletből öntözöttek pedig 0,1 százalékkal csökkennek. Előbbinél a legnagyobb arányú csökkenés a szőlőnél figyelhető meg, valamint 7 százaléknál nagyobb csökkenés mutatkozik a silókukoricánál és a lucernánál. A búza és az árukukorica esetén 4 százalék alatti a terület csökkenése, de a területek méretét tekintve ezek a meghatározók. A felszíni vízkészlet esetén együttesen több mint 10 ezer hektár csökkenést jelentenek, ami az összes területváltozás 86,6 százaléka. A felszín alatti vízkészletek hasznosí-

tásánál csak 0,1 százalék területcsökkenés mutatkozik, ami a gyümölcsösöknél várható csökkenésből adódik. A szőlő öntözésbe vonható területét ez esetben nem befolyásolja a kamatláb növelése.

33. Az üzemeltetési költség növekedése a felszíni vízkészletek hasznosításakor 18,3 százalék, a felszín alatti vízkészletek esetén 12,0 százalékos csökkenést jelentene átlagosan. A felszíni vízkészlet hasznosításakor legerősebb hatása (40 százalék feletti területcsökkenés) ez esetben is a silókukoricánál, a szójánál és a lucernánál várható, de a legnagyobb területi változás a kukorica és a búza öntözésbe vonható területében lenne: együttesen 51,8 ezer hektár csökkenést mutatnak, ami az összes területváltozás 83,8 százaléka. A zöldségfélék közül érzékenyen reagál az üzemeltetési költség emelésére a fűszerpaprika, a számítások szerint 17,8 százalékkal csökkenne az öntözésbe vonható területe. A szőlő öntözésbe vonható területét is hátrányosan érintené a költségek emelkedése: a felszíni vízkészletek hasznosításakor 27,2 százalékkal csökkenne az öntözésbe vonható területe, a felszín alatti vízkészletre alapozott öntözését nem lehetne bővíteni.

34. Az egyes tényezők önmagában történő változtatása mellett az érzékenységvizsgálatok kombinációjából összeállított legjobb, illetve legrosszabb forgatókönyvek szerinti változások is bemutatásra kerültek. Ezek alapján az öntözésbe vonható területek nagysága széles intervallumon változhat, a felszíni vízkészletek hasznosításakor 650,9 ezer hektár és 8,6 ezer hektár között, míg a felszín alatti vízkészletekre alapozva 94,7 ezer és 16,5 ezer hektár között.

Következtetések

35. A mezőgazdasági termelés szempontjából az öntözésfejlesztés megvalósításának feltétele, hogy a szükséges vízmennyiség rendelkezésre álljon. Habár a mezőgazdaságban az ökonómiai szempontok alapján összesen több mint 1 millió hektárt lehetne öntözni, a meglévő magyarországi felszíni és felszín alatti öntözőrendszerek a mezőgazdasági vízigényt csak részben képesek fedezni. A vízkínálat az említett több mint 1 millió hektáros öntözhető területből mindössze 382,0 ezer hektár területen biztosít reális öntözési lehetőséget.

36. A már jelenleg is öntözött területek (68 ezer hektár) ugyanakkor messze elmaradnak a meglévő, gazdaságosan öntözhető mezőgazdasági területektől (436,4 ezer hektár), ami azt jelenti, hogy hiába áll rendelkezésre az öntözővíz és hiába kedvezőek a termőhelyi adottságok, mégsem történik meg az öntözésfejlesztés. Ennek részletes okainak feltárása további kutatást igényel, amelynek eredményeit egy Öntözési Stratégiában lenne célszerű megfogalmazni.

37. A modell érzékenységvizsgálatából megállapítható, hogy az öntözésfejlesztés jövedelmezőségét legnagyobb mértékben az ár és a hozam 30 százalékos csökkenése okozná, a felszíni vízkészletek esetén 79,9 százalékos visszaesést, a felszín alatti vízkészleteknél 34,1 százalékos mérséklődést jelent az öntözésbe vonható terület méretében. Az ár és a hozam 30 százalékos növekedése esetén látható a legnagyobb területnövekedés, ami a felszíni vízkészletek esetén 63,8, a felszín alatti vízkészlet hasznosításakor 16,3 százalék lenne.

38. A második legerősebb negatív hatás a felszíni vízkészletek hasznosításakor a beruházási támogatás megszűnése (58,3 százalék), míg a felszín alatti vízkészleteknél az üzemeltetési költség 30 százalékos növekedése okozna 12 százalékos csökkenést az öntözésbe vonható területek méretében. A második legerősebb pozitív hatás a felszíni és a felszín alatti vízkészletek esetén is akkor jelentkezik, ha minden talajt öntözésre alkalmasnak tekintünk (57,5, illetve 13,3 százalékos növekedést eredményez). Legkisebb hatású a kamat 5 százalékra való növekedése a felszíni és a felszín alatti vízkészletekre alapozott számításnál is (3,5, illetve 0,1 százalékos területcsökkenés).

39. A talajtani adottságok meghatározó voltát jelzi, hogy a jelenlegi felszíni öntözőrendszerek által lefedett területen – amennyiben az öntözésre nem javasolt talajú területek is figyelembevételre kerülnek – a felszíni vízkészletek által lefedett területeknél 57,5, míg a felszín alatti vízkészletek hasznosításánál 13,3 százalékkal növekedne az öntözésbe vonható terület az alapszámításhoz képest.

Javaslatok

40. A mezőgazdaság beruházásgazdaságossági alapon becsült öntözési igénye (több mint 1 millió hektár) jelenleg lényegesen meghaladja az öntözőrendszerek kínálta lehetőségeket (mintegy 380 ezer hektár). Ezért a jelenlegi rendszerek és kapacitások hatékonyabb kihasználása mellett szükséges a meglévő öntözőcsatornák és öntözőfürtök fejlesztése, bővítése, illetve akár újak kiépítése.

41. A meglevő gazdaságosan öntözhető területekhez viszonyított 380 ezer hektáros elmaradás jól jelzi, hogy a jelenlegi lehetőségek kihasználása érdekében szükség van a gazdálkodók ösztönzésére olyan új jogszabályi háttér, illetve megfelelő beruházási környezet kialakításával, ami a jelenlegi intézményi környezetnél nagyobb támogatást biztosít számukra.

42. A támogató környezet kialakításának első lépését jelentheti a vízjogi engedélyezési rendszer további átalakítása. A jelenlegi vízjogi engedélyezési rendszer a közelmúlt egyszerűsítést célzó változtatásainak ellenére is nehézkes, akár 5-6 szakhatóság bevonását is jelentheti. Az adminisztratív bizonytalanságai a kisvállalkozások számára olyan mértékűek, amit nem minden esetben hajlandók felvállalni, így végeredményként számos esetben meg sem próbálják a legális vízhez jutást. Az öntözésfejlesztés megvalósításához elengedhetetlen az engedélyezési folyamat egyszerűsítése, a jogi környezet rugalmassá tétele és az adminisztratív terhek csökkentése, amelyet mindenképpen a folyamat elektronikus útra terelésének kell kísérnie.

43. A támogató környezet kialakításának másik fontos lépése, hogy a termelő képes legyen felszíni vízhez jutni, ha annak vízgazdálkodási alapfeltételei adottak. A jelenlegi intézményi-jogszabályi környezetben kimondható, hogy a víz tábla széléig való eljuttatásában az állam által ellátott szerepkörök alapvetően nem helyettesíthetők. A vízügyi ágazatnak pluszforrásra van szüksége, amelynek lehetőséget kell teremtenie az öntözési szakemberek létszámának bővítésére. Ezzel lehetőség nyílna arra, hogy segítsék az öntözési beruházások tervezését, felvállalnák az adminisztrációt (vagy egy részét), amennyiben a tervezett öntözőtelepet a jövőben használni kívánó termelők köre hitelt érdemlő módon vállalja, hogy öntözni fog.

44. A támogató környezet további lépését jelentheti annak biztosítása, hogy a hazai termelők olyan támogatási konstrukcióhoz jussanak, amely biztosítja számukra, hogy gazdaságos legyen az öntözési beruházás. Mivel ez a forrás alapvetően az EU által társfinanszírozott programból valósulhat meg, kulcsfontosságú, hogy e termelők az EU előírásainak megfelelő minősítésű vízbázisból öntözhessenek, illetve elérhessenek olyan vízbázisokig, amelyeknek megfelelő a minősítése.

45. Részletes gazdaságossági és környezeti vizsgálatok szükségesek, hogy a rendszeresen vízjárta mezőgazdasági területek közül melyeket érdemes (akár komplex meliorációs beavatkozásokkal is) öntözésre alkalmassá tenni, és mely területeken lehet indokolt a belvíz összegyűjtése, visszatartása, vizes élőhelyek kialakítása. Tekintettel arra, hogy az öntözésberuházás megtérülését számos paraméter befolyásolja, célszerű a termőhelyek optimális földhasználatának ösztönzése.

Summary

An assessment of the potential for increasing the irrigated area in Hungary as determined by natural and economic constraints

KEMÉNY, Gábor, LÁMFALUSI, Ibolya and MOLNÁR, András (eds.)

Results

1. At only 2.4 percent in 2015, the share of irrigated agricultural area in Hungary is low, compared to 8 percent in the EU and over 13 percent in the United States respectively. Hungarian agriculture uses only 30 percent of the available water stocks compared to 80 percent in the EU.

2. There are several aspects that contribute to the current low level of utilisation of irrigation: fragmented ownership and holding structure, lack of producer co-operation, presence of short-term land lease, complexity of the water licensing procedure, supply-demand anomalies (timing, quantity), financing difficulties related to private and public developments, and a lack of an enabling legal and policy environment.

3. In relation to global and regional climate forecasts associated with climate change, the probability, frequency, extent, duration and severity of extreme weather and hydrology events will increase in the future. Although around 28 of the past 100 years could be classified as drought years, an increase in water scarcity and the size of the drought-affected area can be expected in the future.

4. Proper irrigation farming mostly can compensate for the negative impacts of extreme climatic conditions and events. It can also contribute to achieving more consistent yields and quality. As a crop management tool, it can be part of the decision variables of farmers to realise optimal yields and profitability under given conditions. Altogether this can result in more reliable and sustainable performance of crop production.

5. Globally, competition between human, agriculture and other industries for scarce resources such as water is increasing. This trend is further emphasised by global warming. The pressure for sustainable water use in agriculture is increasing, as the sector uses approximately 70 percent of the freshwater stock. This approach or goal is very much reflected in the current EU Water Directive. Its major goal is to preserve and protect surface and groundwater, achieving 'good status' for all waters both in terms of quantity and quality.

6. There is a consensus that areas are experiencing more and more water scarcity. Therefore, attention should be paid to integrated water management practices and a policy framework (including an appropriate water price mechanism) to support it. This can contribute efficient and sustainable water use in agriculture, minimising the use of inefficient irrigation practices.

7. The most important environmental factors affecting irrigation demand in Hungary are soil, climatic and terrain conditions, and the likelihood of inland inundation. More than 40 percent of utilised agricultural area in Hungary is unsuitable for irrigation based on soil properties. On the other hand, terrain conditions are favouring irrigation (few steep slopes). Similarly, the increasing frequency and severity of drought is a factor that provides – through better profitability – impetus for irrigation. More than 20 percent of agricultural areas are under threat of being seriously impacted by inland inundation and 4 percent are extremely affected. 27 percent of agricultural areas are under some sort of nature protection and around 70 percent fall under the nitrate sensitive delimitation. Altogether we can conclude that most of the utilised agricultural area poses a significant barrier for the application of irrigation.

8. The demand for irrigation water can be met by both surface and underground water stocks. Most of the surface water stocks can be found around large rivers and river basins. The current irrigation practice is concentrated in such areas, namely the Tisza- and Körös valley, the main channel of the Danube basin and the Rába river basin. Most of the other surface streams are of sufficient quantity, but significant utilisation of these stocks is not possible under current circumstances. Groundwater stocks mainly serve as a source of drinking water; neither their quantity nor their quality make it possible for agriculture to utilise them to a significant extent.

9. Previous farm-level investment economics studies found that it is mainly areas with favourable production conditions that are suitable for profitable irrigation investment.

10. It is important to distinguish irrigation practices based on the specific irrigation technology used. The water demand for irrigation depends on the irrigation technology in use, the water content of the soil and the water demand of the crop. The management of irrigation requires multiple needs to be met: water abstraction point, operation of pump, proper equipment and staff for movement and operation of the system.

11. The key stakeholders of irrigation development are the farmers, who through multiple surveys indicated their intention for significant development in recent years. However, some of these claims do not match with the water availability these irrigation investments would need.

12. The introduction of irrigation to farming is not comparable with other kinds of investments e.g. machinery. It requires long-term planning, a high degree of organisation and often cooperation with other producers. Moreover, there are several aspects to the investment process that are not related to the instalment of technology elements, but rather putting in place certain perquisites which are necessary to complete such an investment.

13. Based on the figures of 2011-2014, only 68,000 hectares were irrigated on average out of a total area of 2,696,000 hectares of crops mainly suitable for irrigation. There was a significant fluctuation of irrigated areas (55-140,000 hectares) within this period.

14. Considering only the simple (e.g. net present value) investment economics figures, the total irrigation area could be increased by 1 million hectares in Hungary.

15. Considering the surface water-based potential of this increase, 96.3 percent, or 324,900 hectares, would fall under arable crops. The irrigated area of vegetables would increase by 5,800 hectares, orchards by 5,900 hectares and grapes by 600 hectares.

16. Similarly, groundwater-based increase would affect mainly orchards, with an estimated increase of 38,100 hectares, grapes by 300 hectares and vegetables by 6,300 hectares.

17. According to our net present value (NPV) based investment profitability calculation, an additional 337.2 thousand hectares would be worth introducing to irrigation using surface water and 44.8 thousand hectares based on groundwater. The NPV is based on the initial investment cost and the additional income of irrigation. Moreover, we also incorporate the soil suitability, severity of drought risk and terrain conditions.

18. Comparing the operational costs, the excess investment costs and income of rainfed-cultivation with irrigation-based farming, it can be concluded that the vast majority of the orchards and all the vegetables examined are clearly worthy of irrigation investment (proof of hypothesis 1).

19. From surface water sources, the current 51 thousand hectares of irrigated agricultural land could be expanded by 337.2 thousand hectares. This area would be divided between the following categories: arable crops would occupy 325 thousand hectares, arable vegetables: 5.9 thousand hectares, orchards 5.9 thousand hectares, grapes: 0.6 thousand hectares.

20. From groundwater, the 3 thousand hectares already irrigated could be increased by 40 thousand hectares. The area of orchards would increase by 38.1 thousand hectares, the area of arable vegetables would increase by 6.3 thousand hectares, the area of grapes would increase by 0.3 thousand hectares.

21. Overall, the irrigated area of arable crops could increase more than six-fold from 40.9 thousand hectares due to irrigation development, which is much higher than assumed in our hypothesis (proof of hypothesis 4).

22. For the implementation of irrigation development, for surface water-based irrigation systems, farmers would need to invest 126.8-147.2 billion Forints. For groundwater-based irrigation, they would require 24.9-28.0 billion Forints, which means that the total amount of funding is estimated at 151.7-175.2 billion Forints. These amounts do not include the amount of the investment needed to make irrigation water available on the land parcels at all.

23. Owing to investments in irrigation, the sector could realise an additional 1.1 million tons total output, with an estimated value of 135.6 billion Forints. Out of the surplus yield, 0.9 million tons are based on surface water irrigation and 0.3 million tons are linked to groundwater. Out of the surplus of production value, 58.3 billion forints are due to the development of surface irrigation systems, while 77.3 billion forints are due to the development of groundwater irrigation systems.

24. Water demand for irrigation based on economic assessment is 409 million m^3 for surface irrigation systems and 98.9 million m^3 for groundwater systems. Thus, the total water demand is 507.9 million m^3.

25. Compared to the 50 percent aid intensity considered as a baseline in our research, the complete abolition of all investment subsidies would significantly reduce irrigation investment. The economically-irrigable area would be reduced by 61.1 percent (more than 660 thousand hectares) while in the case of areas irrigated from surface water sources, the decrease would be nearly 60 percent (about 200 thousand hectares). The smallest impact – a 9.3 percent decrease (4144 hectares) – would be observable in areas irrigated using groundwater sources.

26. During the sensitivity test, the effects of the price of water increase (8 forints / m3) by 90 percent, the decrease of the same degree, and the increase by five times (40 forints / m3) were examined. In the examined group of crops, even the 90 percent change in the price of water would mean a less than 10 percent area change on average, least affected for arable crops. When utilising surface water sources, silage maize, alfalfa and soy beans respond more sensitively to the 90 percent increase in the price of water (15.5 – 20.7 percent area change). For grapes 2.3 percent, and for orchards only a 1.0 percent decrease in the size of irrigable areas can be expected. In the case of groundwater sources, the irrigable area of grapes and vegetables would not change, while for orchards a 2.2 percent decrease would be observed. These results confirm the hypothesis that re-introducing the water fee does not substantially reduce the producers' need for irrigation (proof of hypothesis 3).

27. Increasing the price of water to 40 forints (five times increase) would lead to significant changes. For surface water sources, it would mainly decrease the irrigable area of arable crops (49.2 percent), which would represent a more than 50 percent decrease in the cases of corn and wheat, and a more than 60 percent decrease in the case of silage maize, soy beans, alfalfa and sugar beet. When using groundwater sources for irrigation, grape would be disadvantaged, since the water fee would inhibit irrigation developments.

28. During the sensitivity test, we examined whether the change in the output price of ±10 and 30 percent influences the size of potentially irrigable areas. If the price and the yield rose by 30 per-

cent, a 90.2 percent increase in the size of the irrigable area would be observable, which would mean the irrigation of 2.1 million hectares. If the price and the yield drop by 30 percent, then a 78.7 percent decline is expected, which would only allow the expansion of irrigation on only 232 thousand hectares. The 10 percent increase in yield and price would increase area growth by 78.4 percent, while a 10 percent reduction would result in a 26 percent decline. Based on demand, therefore, the positive change in output price and yield has a stronger effect than their decline, which is mainly due to the changes in specific NPV of corn.

29. The slightest change caused by the price increase or decrease in all cases is observable for orchards followed by vegetables and then grapes. Changes with the greatest share – and at the same time in the largest area – are observed in arable crops in all cases. Surface water sources cannot meet all irrigation needs, so in the best case a 68.3 percent growth in the irrigated area is expected, which means 567.7 thousand hectares of potentially irrigable area. In the worst case, a 79.9 percent decline can be expected, which would enable the irrigation of 67.7 thousand hectares. A 10 percent increase in yield and output price would mean a 514.1 thousand hectare expansion of the irrigated area, while a decrease at the same degree would involve 253.4 thousand hectares.

30. A significant share of Hungarian agricultural land is already considered to be affected by drought. Climate change scenarios predict more often and severe heatwaves in the future and a decrease in precipitation, and thus predict an increase in the frequency and duration of droughts in Hungary. Not surprisingly, the results show that if we consider the entire country as severely drought effected, the demand for irrigable areas will be considerably increased. This could represent an increase of more than 600 thousand hectares (55.1 percent) compared to the demand calculated for current climatic conditions.

31. During the calculation of the area which can be potentially taken into irrigation, we also considered the soil type. The following categories have been defined: areas most recommended for irrigation, areas with lower additional yields and areas not recommended for irrigation. If we consider only the soil types which are the most recommended for irrigation, the size of economically-irrigable areas would be decreased by 9.1 percent; for areas irrigated from surface water sources this means a 16.2 percent decline compared with the baseline, for of groundwater use this means a 6.3 percent decrease. The largest change is observed in orchards in all cases. For surface water utilisation, a reduction of over 20 percent is seen for hybrid corn, soy bean, tomato, pepper, spice pepper and sour cherry. For groundwater the highest decrease occurs in the potentially irrigable area of apple (9.7 percent). This can justify hypothesis 2. as it can be seen, that not only for the good but also for less suitable areas for irrigation produce a positive net present value for the irrigation investment, already in the baseline version of the model.

32. With an increase of the interest rate from 2.5 percent to 5 percent, irrigated areas would decrease by 3.5 percent in the case of surface water irrigation systems and 0.1 percent in case of groundwater systems. For surface water use, the largest decrease would be observed for grape, and a decrease of more than 7 percent would be observed for maize silage and alfalfa. With wheat and corn the decrease in the area is below 4 percent but the size of their area is determinative: in the case of groundwater, they represent altogether more than 10,000 hectares, which is 87 percent of all land changes. The 0.1 percent reduction in the area irrigated from groundwater is due to the expected decline in orchards. The irrigated area of grapes in this case would not be affected by a hypothetical increase of the interest rate.

33. The increase of the operating cost would lead to an 18.3 percent reduction in the utilisation of surface water-based irrigation systems. Similarly, for the utilisation of groundwater it would mean a 12.0 percent reduction on average. In the case of utilisation of surface water, a signifi-

cant effect (over 40 percent decrease in area) is also expected for silage maize, soy bean and alfalfa. The largest area change would be experienced for maize and wheat: these altogether show a decrease of 51.8 thousand hectares, which is 83.8 percent of the total changes. Among the vegetables, paprika responds sensitively to the increase of the operating cost. According to our calculations, its irrigated area would be reduced by 17.8 percent. The irrigable area of grape would also be adversely affected by rising operating costs: in the case of surface water, it would decrease the irrigable area by 27.2 percent, when using groundwater its irrigation area could not be expanded.

34. In addition to changing each factor ceteris paribus, changes in the best and worst scenarios as a combination of all factors were also calculated. Based on these, the size of potentially irrigated areas could vary widely: in the case of utilisation of surface water between 650.9 thousand hectares and 8.6 thousand hectares. In the case of utilisation of groundwater this value is between 97.7 thousand and 16.5 thousand hectares.

Findings

35. From the point of view of agricultural production, the first necessary condition of any irrigation development is the availability of the appropriate quantity and quality of water. Although on the basis solely of economic considerations, more than 1 million hectares could be irrigated, the existing Hungarian surface- and groundwater-based irrigation systems can only partially cover this demand. Based on water availability, the realistic irrigation potential is only 382.0 thousand hectares.

36. The size of the currently-irrigated area (68 thousand hectares) is far below the overall area of economically-irrigable agricultural land (+436.4 thousand hectares). This means that, despite the availability water for irrigation and the favourable natural conditions, irrigation development faces certain barriers that hold back these investments. Exploring the detailed understanding of this requires further research and should be addressed in the Irrigation Strategy.

37. Based on the sensitivity analysis of the model, it can be stated that a 30 percent drop in output price and yield would have the strongest impact on the profitability of the irrigation investment. This is also indicated by a 79.9 percent decline in the potentially irrigated area in the case of surface water utilisation and a 34.1 percent decrease in the case of groundwater utilisation. The 30 percent increase in the output price and yield show the largest increase in the area, which would be 63.8 percent for utilisation of surface water-based irrigations and 16.3 percent for utilisation of groundwater.

38. The second strongest negative impact in the case of utilisation of surface water sources would be the termination of the investment subsidy (58.3 percent decrease in area). In the case of groundwater sources, a 30 percent increase in operating costs would cause a 12 percent reduction in the size of potentially irrigable areas. For both surface and groundwater sources the second-strongest positive effect would be observable when considering that all soils are suitable for irrigation (57.5 and 13.3 percent increase in the size of the potentially irrigable area). The smallest effect would be observable for an interest rate increase to 5 percent for both water sources (3.5 percent decrease in the area for surface, 0.1 percent decline for groundwater).

39. The importance of soil conditions is indicated by the fact that a 57.5 percent increase would be observable in the potentially irrigable area for surface water-based irrigation compared to the baseline – in the area covered by the current water irrigation systems – if soils not recommended for irrigation are also taken into account. In the case of groundwater sources. this would be only 13.3 percent.

Suggestions

40. The estimated – based on NPV – demand for irrigation (more than 1 million hectares), is far above the opportunities offered by existing irrigation systems (about 380 thousand hectares). Therefore, to use existing systems and capacities more efficiently, it is necessary to develop, expand the existing or even build up new irrigation channels and surface water based irrigation supply systems.

41. The 380 thousand hectares shortfall compared to the already-existing economically-irrigable areas indicates that it is necessary to encourage farmers by new legal and policy initiatives and an appropriate investment environment. This could potentially provide them with greater support than the current institutional environment in order to make more efficient use of existing opportunities.

42. The first step towards the development of a more enabling environment could be the further transformation of the water rights licensing system. The current system is still complicated, despite the recent simplification. Five or six authorities are involved in the process. The uncertainty of administration for small enterprises is such that they are not always willing to undertake this process. In this case, they do not even try to get water in a legal way. In order to achieve irrigation development, it is essential to simplify the licensing process, making the legal environment more flexible and reducing the administrative burden, which absolutely must be accompanied by making the process electronic.

43. Another important step to providing an enabling environment is that the producers should be able to get access to surface water sources for irrigation, given that the basic water management's conditions are applicable. In the current institutional and legislative context, it can be stated that the roles of the state are basically not replaceable in the delivery of the irrigation water to the edge of the land parcel. The water sector needs extra financing, which should provide an opportunity to expand the number of irrigation professionals. This would allow them to assist in the planning of irrigation projects, to undertake the administration (or part of the administration), if the producers wishing to use the planned irrigation system undertakes a credible manner that will irrigate in the future for sure.

44. A further step to achieving an enabling environment could be the guarantee that the domestic producers have access to a financial support scheme which ensures them economically beneficial irrigation investment. Since this source can be fundamentally financed by the EU co-financed program, it is crucial that these producers have opportunities for irrigation from a certified water base according to the EU regulations, or can have access to such water bases.

45. Detailed economic and environmental assessments are needed in order to decide which regularly-flooded agricultural areas are appropriate to transform to become suitable for irrigation (even with complex melioration of land) and which areas could be left to collect and retain water to create wetland ecosystems. Given that the return on irrigation investment is influenced by several parameters, it is advisable to encourage optimum land use.

Kivonat

Az öntözhetőség természeti-gazdasági korlátainak hatása az öntözhető területekre

Kemény Gábor (szerk.), Lámfalusi Ibolya (szerk.) és Molnár András (szerk.)

A hazai szabadföldi öntözésbe vont területek nagysága messze elmarad a természeti adottságok és gazdasági lehetőségek által elérhető potenciáltól. A klímaváltozás várhatóan jelentős hatást gyakorol a vegetáció alatti időjárási feltételek alakulására. Ezen felül térségünkben valószínűleg növekszik majd a szélsőséges időjárási jelenségek gyakorisága és hatása, melyek közül az egyik leghangsúlyosabb az aszályos időszakok gyakoribbá válása, valamint a csapadék intenzitásának és időbeli eloszlásának a legtöbb termesztett növény számára kedvezőtlen módosulása. Ennek kompenzálására már nem lesz elegendő a megfelelő talajművelés, ezért elsősorban az öntözéses gazdálkodás kiterjesztésével mérsékelhetők a vízhiányos időszakok negatív hatásai, amelynek előfeltétele, hogy a megfelelő mennyiségű és minőségű víz a gazdálkodók rendelkezésére álljon. Tanulmányunk arra keresi a választ, hogy a jelenlegi területhasználat mellett hol találhatók azok a területek, amelyek esetében a természetföldrajzi adottságok figyelembevételével megtérülő beruházást jelentene az öntözéses gazdálkodásra történő áttérés. Ezen öntözésgazdaságossági alapú, döntően vízkeresleti szempontú lehatároláson túl annak becslésére is vállalkoztunk, hogy milyen nagyságrendű kibocsátás- és termelésiérték-növekedést eredményezne az ezen területeken megvalósuló öntözésfejlesztés. Elsőként áttekintjük a hazai és nemzetközi öntözés szakirodalmi előzményeit, tapasztalatait, ami megfelelően megalapozza a szükséges vizsgálatok körét. Külön fejezetben foglalkozunk az öntözésfejlesztés technológiai kérdéseivel, amelynek jelentős hatása van a fenntarthatóságra. Ezt követően bemutatjuk a tanulmány során használt adatokat, valamint a számítások részletes módszertanát. Ezt követően ismertetjük a gazdaságos öntözésberuházás által érintett szabadföldi mezőgazdasági területek lehatárolásának eredményét. Tekintettel arra, hogy az eredményeket számos tényező befolyásolja, tényezőnkénti és legjobb-legrosszabb szcenáriókat figyelembe vevő érzékenységvizsgálatokat végeztünk. A tanulmány megállapításai és következtetései alapján javaslatokat fogalmaztunk meg az öntözésfejlesztés elősegítése érdekében.

Abstract

An assessment of the potential for increasing the irrigated area in Hungary as determined by natural and economic constraints

KEMÉNY, Gábor, LÁMFALUSI, Ibolya and MOLNÁR, András (eds.)

Considering the natural and economic circumstances, the extent of the open-field areas under irrigation in Hungary is far below its potential. The climatic conditions during the crop growing season are expected to be greatly affected by climate change. Both the frequency and severity of extreme weather events are predicted to increase. Drought will occur more and more often, and the intensity and distribution of precipitation will be less and less optimal for most arable crop production. While even the most beneficial tillage practices cannot eliminate the negative impacts of these changes, the extension of irrigation can possibly ease the periods of water shortage. The prerequisite for this is the availability of sufficient irrigation water of suitable quality. This study seeks to identify areas in Hungary where, under current crop rotations, irrigation is both technically feasible and economically viable. This demand-focused delimitation concentrates on both the possible yield and output impact of new irrigation developments. Firstly, we review the irrigation literature as a basis for our assessments. Having significant impact on the sustainability outcome, we devote an entire chapter to the assessment of different irrigation technologies. This is followed by a presentation of the data and the methodology used. Next, the results of the delimitation of economically-irrigable open-field agricultural areas are reported. Owing to the large number of influencing factors, we carried out individual – ceteris paribus – and combined (best and worst) sensitivity assessments. Based on the findings and conclusions, we propose recommendations to foster future irrigation developments.

Mellékletek

Mellékletek jegyzéke

1. melléklet: Öntözési technológiák ... 150

2. melléklet: Öntözött területek aránya a főbb növénykultúráknál ... 151

3. melléklet: Az NPV-számítás részletes levezetése vetésforgó/vetésváltás figyelembevételével ... 153

4. melléklet: A hibridkukorica-termesztés üzemeltetési költségei ... 156

5. melléklet: A csemegekukorica-termesztés üzemeltetési költségei ... 157

6. melléklet: Az almatermesztés üzemeltetési költségei ... 158

7. melléklet: A paprikatermesztés üzemeltetési költségei ... 159

8. melléklet: Az öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál ... 160

9. melléklet: A vizsgált növénykultúrák referenciaára ... 162

10. melléklet: Vízszükséglet alakulása az év egyes időszakaiban ... 164

11. melléklet: Kijuttatandó víz mennyisége a vizsgált növénykultúráknál ... 165

12. melléklet: Összes öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál ... 167

13. melléklet: Összes öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál felszíni vízkészletből ... 168

14. melléklet: Összes öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál felszín alatti vízkészletből ... 169

1. melléklet: **Öntözési technológiák**

Megnevezés	Domborzat	Talajviszonyok (talaj fizikai és kémiai tulajdonságai, főként a talaj vízgazdálkodása)	Időjárási jellemzők	Táblaviszonyok	Öntözővíz minősége
Felületi öntözés					
árasztó	sík területre alkalmas, egyenetlen terepen nem javasolt	gyorsan áteresztő talajokon nem javasolt	közepes párolgási veszteség	–	–
csörgedeztető	megfelelő lejtés szükséges				
barázdás	domborzati viszonyoktól független				
Esőszerű öntözés					
csévélődobos	hullámos terepen is, max. 5% lejtés	talajadottságoktól függetlenül, bármely talajféleségnél használható (különböző intenzitású szórófejek állnak rendelkezésre)	szél és magas hőmérséklet miatt jelentős veszteségek	tábla méretétől és alakjától függetlenül alkalmazható, de széttagolt táblákon praktikusabb a mobil csévélődobos rendszer	megfelelő minőségű öntözővíz, ne legyen magas sótartalom (perzseli a leveleket)
center pivot	sík, felszíni akadályoktól mentes területen				
lineár					
Felszín alatti öntözés					
sík területen		egyenletes talajminőséget igényel	szél és magas hőmérséklet miatt nincs veszteség	kicsi vagy szabálytalan, nehezen beöntözhető területeknél is jól alkalmazható	magasabb sótartalmú víz és tisztított szennyvíz is felhasználható
Mikroöntözés					
csepegtető	domborzati viszonyoktól függetlenül alkalmazható, lejtős terepen is	talajadottságoktól független, rossz vízgazdálkodású talajokon is	szél és magas hőmérséklet miatt minimális a veszteség csepegtető öntözésnél, mikroszórófejes öntözésnél nagyobb	terep egyenetlensége legfeljebb 10% lehet; bármilyen méretű és alakú területen üzemeltethető	megfelelő minőségű, tiszta, szűrt öntözővíz szükséges (eltemetett csepegtető öntözéshez tisztított szennyvíz is használható)
mikroszórófejes					

Forrás: Szakirodalmi hivatkozások alapján készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

2. melléklet: **Öntözött területek aránya a főbb növénykultúráknál**

Növényfajok	Mezőgazdasági terület, ha	Öntözött terület, ha	Öntözött terület aránya, %
	2011–2014 átlaga		
Hibrid kukorica (vetőmagcélra)	30 496	15 067	49,4
Kukorica	1 163 199	10 391	0,9
Csemegekukorica	28 463	9 126	32,1
Silókukorica	85 461	3 724	4,4
Zöldborsó	16 255	4 600	28,3
Zöldbab	1 268	765	60,3
Szójabab	43 137	1 629	3,8
Lucerna	163 473	2 408	1,5
Búza	966 494	11 203	1,2
Burgonya	10 431	1 570	15,1
Cukorrépa	17 661	1 253	7,1
Dohány – Burley	1 648	30	1,8
Dohány – Virginia	3 519	168	4,8
Olajtökmag	8 515	161	1,9
Pattogatni való kukorica	2 293	141	6,1
Paradicsom	820	197	24,0
Paprika	1 727	102	5,9
Fűszerpaprika	2 182	199	9,1
Sárgarépa	1 232	163	13,2
Fejes káposzta	2 024	97	4,8
Vöröshagyma	2 084	342	16,4
Cukorborsó	107	10	9,3
Szárazbab	513	222	43,3
Karfiol	444	14	3,2
Zeller	254	19	7,5
Fejes saláta	91	7	7,7
Fokhagyma	1 115	146	13,1
Spenót	350	192	54,9
Spárga	1 274	47	3,7
Petrezselyem	2 268	223	9,8
Édeskömény	655	4	0,7
Uborka	156	5	3,2
Tök (kivéve olajtökmag)	2 016	51	2,5
Cukkini	117	2	1,7
Cékla	177	9	5,1
Torma	1 263	5	0,4
Pasztinák	142	51	35,9
Alma	27 096	1 892	7,0

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

2. melléklet folytatása: **Öntözött területek aránya a főbb növénykultúráknál**

Növényfajok	Mezőgazdasági terület, ha	Öntözött terület, ha	Öntözött terület aránya, %
	2011–2014 átlaga		
Meggy	13 386	664	5,0
Dinnye	4 188	111	2,7
Tökre oltott dinnye	798	28	3,5
Szamóca (földi eper)	627	26	4,1
Piros ribiszke	787	1	0,1
Egyéb ribiszke	1 345	43	3,2
Málna	221	19	8,6
Szeder	148	5	3,4
Homoktövis	97	1	1,0
Termesztett bodza	4 370	53	1,2
Őszibarack	4 482	202	4,5
Sárgabarack	4 469	245	5,5
Szilva	7 178	277	3,9
Dió	5 390	180	3,3
Mogyoró	283	11	3,9
Mandula	246	1	0,4
Szelídgesztenye	269	–	–
Körte	2 532	186	7,3
Cseresznye	2 378	151	6,3
Birs	182	20	11,0
Borszőlő	51 478	9	0,0
Egyéb szőlő	824	7	0,8
Összesen	2 590 420	66 235	2,6

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

3. melléklet: **Az NPV-számítás részletes levezetése vetésforgó/vetésváltás figyelembevételével**

A szántóföldi növénytermesztés esetében évszázadok óta ismeretes, hogy az előveteménynek jelentős hatása lehet az adott évi növénykultúra termesztési eredményességére. Ennek megfelelően vannak kedvezőtlen és kedvező elővetemények. Ezt igyekszik kihasználni a klasszikus vetésforgó vagy a tervszerű vetésváltás, amely egy adott területen igyekszik olyan növényi sorrendet követni, amely kedvezően befolyásolja a növénytermesztési gyakorlatot. Mindez ideális esetben úgy történik, hogy változatlan területeket feltételezve, adott tábla esetében meghatározott sorrendben követik egymást a növények.[8] Ennek gyakorlati megvalósulását több tényező is hátráltatja; egyrészt a piaci folyamatok felülírhatják a kedvező elővetemény hatását (a kedvezőtlen elővetemény miatti többletráfordítást kompenzálhatja a magas piaci ár); másrészt a gyakorlatban a táblák is változhatnak, tehát egy meghatározott téregység évek között többféle területhasználattal jellemezhető, azaz változik az azonos növény által hasznosított területek számossága és/vagy térbelisége (geometriája). Az öntözési beruházás esetében a választott technológia és a területi adottságok – domborzat, talajviszonyok, vízkivételi lehetőség(ek) – határozzák meg az öntözhető területek térbeli rugalmasságát.

A rendelkezésünkre álló adat jellemzése

A földhasználati adatok az MVH/MÁK mint kifizető ügynökség által működtetett egységes kérelemben kezelt, területalapú támogatásokhoz kapcsolódó, táblára vonatkozó igénylési adatait tartalmazzák. Az igénylés során minden regisztrációs számmal rendelkező „gazdálkodó" megjelöli (megrajzolja) az adott gazdálkodási évben használt táblákat és az azon használt főnövényt, illetve másodvetést. A táblageometriák leképezésre kerültek 1×1 km-es rácsra, azaz minden 100 ha rácsra rendelkezésre áll az egyes növények évenkénti összterülete. Ez a generalizálás teljes mértékben elveszíti a birtokstruktúrát és a táblák minden egyéb tulajdonságát (számossága, geometriája). Ennek megfelelően a rendelkezésre álló adatok nem alkalmasak egyrészt a birtokstruktúra megjelenítésére, másrészt az 1×1 km (azaz 100 ha) nagyságú cellákon belüli térbeli megkülönböztetésre. Ez utóbbi következménye, hogy a cellán belüli területhasználat időbeli változása nem értelmezhető. Egy példával illusztrálva, ha továbbra is 100 ha cellánál maradunk, akkor két különböző évben 50-50 ha őszi búza és 50-50 ha kukorica esetében nem lehet tudni, hogy monokultúrás termesztés vagy vetésváltás történik. Egy adott növény esetében, több év figyelembevételével, évenként változó területnagyság mellett az átlagos területnagyság jól reprezentálja a beruházásgazdaságosság során használt területhasználatot.

Területhasználat figyelembevétele az NPV számítása során

A nettó jelenérték különbség jellegű mutató, és azt fejezi ki, hogy a beruházás teljes élettartama alatt képződő pénzáramok diszkontált összegéből levonva a kezdő pénzáramot, mekkora nettó jövedelem (hozam) képződik. A kezdő pénzáram előjele mindig negatív (pénzkiadás), a működési pénzáramok együttes jelenértéke pedig általában pozitív, ezért a nettó jelenérték az alábbiak szerint írható fel:

$$NPV = -I_0 + \sum_{i=1}^{n} (R_i - D_i) \frac{1}{(1+t)^i} + V_n \frac{1}{(1+t)^n}$$

ahol:

n = a projekt élettartama,

I_0 = kezdő pénzáram T_0 időpontban (a beruházás megvalósítási költsége),

[8] Ez csak a klasszikus vetésforgónál van így. A vetésváltás során az a fontos, hogy egy adott táblán vagy területen a növények olyan rendszer szerint kerülnek egymás után, amelyben az agrotechnikailag különböző csoportokba tartozó növények időben váltakoznak. Azaz lényegesen rugalmasabb gyakorlati alkalmazást tesz lehetővé.

R_i = az i-edik periódus működési bevétele (hozama),

D_i = az i-edik periódus működési kiadásai,

$R_i - D_i$ = az i-edik periódus nettó cash flow-ja,

t = diszkontráta,

V_n = a beruházás maradványértéke T_n időpontban (projekt végén).

Amennyiben az adott NPV-t úgy kívánjuk alkalmazni, hogy a beruházás egy öntözésre berendezett területre vonatkozik, azonban az öntözésre berendezett területen az egyes években különböző területnagyságon különböző növényeket termesztenek (vetésforgót alkalmaznak), az egyenlet lényegében nem változik. Az értelmezés annyiban módosul, hogy az $R_i - D_i$-k gyakorlatilag az adott évben vetett növény(ek) öntözéshez kapcsolódó többletbevételeit és többlethozamait tartalmazzák, a $-I_0$ maga az öntözésre berendezett összterületre vonatkozik (beruházás), a V_n pedig az öntözési beruházás maradványértéke az öntözési berendezés tervezett élettartalmának (n) végén.

Egy egységnyi (a) terület öntözési beruházása tehát oly módon számítható ki, hogy a vizsgálat időszakában a vetésforgóba kerülő növények többletbevételei állnak szemben az öntözési beruházás költségével, illetve a maradványérték diszkontált értékével:

$$\frac{NPV}{a} = \frac{-I_0 + \sum_{i=1}^{n} (R_i - D_i)\frac{1}{(1+t)^i} + V_n \frac{1}{(1+t)^n}}{a}$$

Amennyiben az adott öntözésre berendezett területen egy-egy évjáratban nem csupán 1 növényt termesztenek, hanem több növényt, a levezetés a következőképpen módosul:

Legyen

a: az öntözésre berendezett terület nagysága,

z: a vizsgált időszakban termesztett növénykultúrák száma,

m: a vizsgált évek száma,

n: beruházás hossza (évek száma).

Ekkor a_{kj} jelölje a k-adik növénykultúra j-edik évben lefedett területét:

$a = \sum_{k=1}^{z} a_k$, ahol $a_k = \sum_{j=1}^{m} a_{kj}$,

tehát $a = \sum_{k=1}^{z} \sum_{j=1}^{m} \frac{a_{kj}}{m}$.

Ezek alapján

$I_0 = \sum_{k=1}^{z} \sum_{j=1}^{m} \frac{a_{kj}}{m} I_{0_k}$, ahol I_{0_k} a k-adik növényhez tartozó terület alapján arányosan felosztott I_0.

$V_n = \sum_{k=1}^{z} \sum_{j=1}^{m} \frac{a_{kj}}{m} V_{n_k}$ ahol V_{n_k} a k-adik növényhez tartozó terület alapján arányosan felosztott V_n.

$\sum_{i=1}^{n} (R_i - D_i) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{z} \sum_{j=1}^{m} \frac{a_{kj}}{m} (R_{i_k} - D_{i_k})$, ahol $R_{i_k} - D_{i_k}$ az i-edik évben termelt k-adik kultúra által termelt cash flow.

Tehát

$$NPV = \sum_{k=1}^{z}\sum_{j=1}^{m}\frac{a_{kj}}{m}(-I_{0_k}) + \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{z}\sum_{j=1}^{m}\frac{a_{kj}}{m}(R_{i_k} - D_{i_k})\frac{1}{(1+t)^i} + \sum_{k=1}^{z}\sum_{j=1}^{m}\frac{a_{kj}}{m}V_{n_k}\frac{1}{(1+t)^n}$$

$$NPV = \sum_{k=1}^{z}\sum_{j=1}^{m}\frac{a_{kj}}{m}\left[-I_{0_k} + \sum_{i=1}^{n}(R_{i_k} - D_{i_k})\frac{1}{(1+t)^i} + V_{n_k}\frac{1}{(1+t)^n}\right]$$

$$NPV = \sum_{k=1}^{z}\sum_{j=1}^{m}\frac{a_{kj}}{m}NPV_k$$

$$NPV = \sum_{k=1}^{z}\overline{a_k}NPV_k$$

Ezen képlet külső zárójelein belül jól láthatóan felismerhetjük az NPV-számítás alapképletét, azonban már nem egy vetésforgóra, hanem a vetésforgóban szereplő egyes növényekre vonatkozóan, oly módon, hogy az egyes növények évenkénti területével arányosan adjuk össze a növényekre jellemző NPV-ket.

Összességében tehát megállapítható, hogy bár egy öntözési nettó jelenérték számításánál a szántóföldi növénytermesztésben, ahol vetésforgó a jellemző termelési mód, a klasszikus metódus úgy áll össze, hogy az adott terület egészére vonatkozó öntözési beruházást állítjuk szembe az öntözési beruházás nyomán évenként megjelenő, egyes növényekhez tartozó többletbevételekkel és többletköltségekkel, számszakilag ezzel ekvivalens más megoldás is létezik. Ez pedig az, hogy az egyes növények öntözésből származó többletbevételét hasonlítjuk össze az e növény öntözéséhez kapcsolódó többletberuházással, és az így számolt nettó jelenértékeket adjuk össze a növények által a vetésforgóban aránylagosan lefedett terület arányában.

Mivel tanulmányunkban az adott 1×1 kilométeres rácsra vonatkozóan több éves adatsor állt rendelkezésre, így az adott 100 hektáros terület vetésszerkezetét több évre átlagolva, az ott termesztett növények egyenkénti NPV-értékeit összeadva ugyanazon eredményre jutottunk, mintha az adott terület öntözési beruházási költségeit egy vetésforgó többletbevételével vetettük volna össze.

Ezzel át tudtuk hidalni azt a problémát, hogy nem ismertük az egyes termelőkhöz tartozó területeket, így nem is tudtuk nyomon követni az egyes termelők által használt vetésforgókat, csupán az adott területre jellemző vetésszerkezetről volt tudomásunk.

Ennek ellenére – bár egyes esetekben az egyes szántóföldi növényekre vonatkozó NPV-értékekről beszélünk, ezeket nem valós beruházási NPV-értékeknek kell tekinteni, hanem olyan indikátoroknak, amelyek jól jelzik az egyes növények szerepét az öntözési beruházás megtérülésében – minél magasabb ez az érték, annál nagyobb mértékben járul hozzá az adott növény az adott területhez kapcsolódó öntözési beruházás megtérüléséhez.

A továbbiakban, amikor az 1×1 kilométeres rácsra vonatkozó öntözési beruházás megtérüléséhez használható, növénykultúra-szintű NPV-indikátorokról beszélünk, a kNPV betűszót használjuk (kalkulációs NPV), míg a valós, területhez kapcsolt nettó jelenérték használata esetén maradunk a jól bevált NPV-rövidítésnél.

4. melléklet: **A hibridkukorica-termesztés üzemeltetési költségei**

nettó ezer HUF/ha

Megnevezés	Szárazművelés	Öntözéses művelés	
		lineár	csévélő dob
Anyagköltség	**103**	**119**	**110**
Műtrágyaköltség	63	63	60
Vetőmagköltség	–	–	–
Növényvédőszer-költség	40	40	40
Öntözővíz	0	16	10
Gépi munkák költsége	**90**	**156**	**174**
Műtrágyaszórás	4	4	4
Alapművelés	28	28	28
Alapművelés elmunkálása	4	4	4
Magágykészítés	16	16	16
Vetés	23	23	23
Növényvédelem	6	18	18
Mechanikai gyomirtás	9	9	9
Öntözés	–	54	72
Betakarítás	–	–	–
Szállítás	–	–	–
Szárítás	–	–	–
Személyi jellegű költségek	**120**	**120**	**120**
Egyéb költség	**2**	**5**	**5**
Földbérleti díj	–	–	–
Szaktanácsadási költség	2	5	5
Termelési költség	**314**	**399**	**408**

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

5. melléklet: **A csemegekukorica-termesztés üzemeltetési költségei**

nettó ezer HUF/ha

Megnevezés	Szárazművelés	Öntözéses művelés	
		lineár	csévélő dob
Anyagköltség	**319**	**334**	**329**
Műtrágyaköltség	54	57	57
Vetőmagköltség	220	220	220
Növényvédőszer-költség	45	45	40
Öntözővíz	–	12	12
Gépi munkák költsége	**174**	**237**	**255**
Műtrágyaszórás	4	4	4
Alapművelés	28	28	28
Alapművelés elmunkálása	4	4	4
Magágykészítés	16	16	16
Vetés	11	11	11
Növényvédelem	18	18	18
Mechanikai gyomirtás	9	9	9
Öntözés	–	54	72
Betakarítás	39	39	39
Szállítás	46	55	55
Szárítás	–	–	–
Személyi jellegű költségek	**10**	**10**	**10**
Egyéb költség	**5**	**5**	**5**
Földbérleti díj	–	–	–
Szaktanácsadási költség	5	5	5
Termelési költség	**508**	**586**	**599**

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

6. melléklet: **Az almatermesztés üzemeltetési költségei**

nettó ezer HUF/ha

Megnevezés	Szárazművelés	Öntözéses művelés csepegtető/miniesőztető
Anyagköltség	**470**	**536**
Műtrágya- (szerves trágya, meszező anyag) költség	150	161
Növényvédőszer-költség	300	320
Regulátor	20	35
Öntözővíz	–	20
Gépi munkák költsége	**340**	**480**
Műtrágyázás (és szervestrágyázás, meszezés)	25	25
Nyesedékzúzás	5	5
Talaj- és sorközművelés	30	30
Egyéb munkák	50	50
Növényvédelem	100	130
Termésszabályozás	50	70
Öntözés	–	40
Betakarítás	50	70
Szállítás	30	60
Személyi jellegű költségek (téli metszés, trágyázás, meszezés, talajművelés, gyomirtás, növényvédelmi permetezés, termesritkítás, fitotechnikai műveletek, betakarítás, egyéb munkák)	**335**	**385**
Egyéb költség	**2**	**2**
Földbérleti díj	–	–
Szaktanácsadási költség	2	2
Termelési költség	**1 147**	**1 403**

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

7. melléklet: **A paprikatermesztés üzemeltetési költségei**

nettó ezer HUF/ha

Megnevezés	Szárazművelés	Öntözéses művelés csepegtető/miniesőztető
Anyagköltség	**330**	**1 210**
Műtrágyaköltség	40	600
Vetőmagköltség	200	400
Növényvédőszer-költség	90	184
Öntözővíz	–	26
Gépi munkák költsége	**133**	**590**
Műtrágyaszórás	**4**	–
Talajmunkák	30	40
Vetés/Palántázás/Palántanevelés	68	70
Növényvédelem	15	30
Tápoldatozás	–	300
Öntözés	–	90
Betakarítás	20	40
Egyéb munkák	–	20
Személyi jellegű költségek (öntözőberendezés telepítése, palántanevelés, palántázás, tápoldatozás, öntözés, növényvédelem, betakarítás, egyéb munkák)	**350**	**1 100**
Egyéb költség	**2**	**2**
Földbérleti díj	–	–
Szaktanácsadási költség	–	2
Termelési költség	**815**	**2 902**

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

8. melléklet: **Az öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál**

	Megnevezés	Öntözésből származó többlethozam		Átlagár aszályos	Öntözésből származó többletjövedelem	
		aszályos	nem aszályos		aszályos	nem aszályos
		t/ha			ezer HUF	
Szántóföldi növények	hibrid kukorica	1,4	1,1	369,0	498,2	396,7
	árukukorica	3,1	2,3	50,0	156,7	115,0
	csemegekukorica	6,7	5,1	39,5	264,7	202,4
	silókukorica	3,6	3,0	9,3	33,3	27,8
	zöldborsó	1,1	0,9	86,8	94,6	79,8
	zöldbab	3,2	2,5	71,8	229,6	175,8
	szója	0,9	0,8	115,3	101,4	86,4
	lucerna	1,2	0,7	18,5	22,1	13,3
	búza	1,1	0,9	52,4	57,1	48,2
	burgonya	15,5	13,5	63,0	976,5	850,5
	cukorrépa	16,5	15,0	9,6	158,0	143,6
	dohány – Burley	0,4	0,3	353,3	155,4	116,6
	dohány – Virginia	0,4	0,3	353,3	155,4	116,6
	olajtökmag	0,5	0,4	710,6	326,9	284,3
	pattogatni való kukorica	2,7	2,0	113,5	309,3	227,0
Szántóföldi zöldségnövények	paradicsom	21,5	20,0	84,5	1 816,8	1 690,0
	paprika	16,5	15,0	161,3	2 660,6	2 418,8
	fűszerpaprika	3,8	3,3	106,8	405,7	352,3
	sárgarépa	17,5	15,6	44,3	774,4	690,3
	fejes káposzta	16,5	15,0	62,5	1 031,3	937,5
	vöröshagyma	20,2	18,2	143,5	2 898,7	2 611,7
	cukorborsó	1,4	1,2	86,8	121,5	99,8
	szárazbab	0,7	0,6	265,5	188,5	156,7
	karfiol	7,2	6,0	99,0	712,8	594,0
	zeller	7,1	5,9	150,4	1 067,7	887,2
	fejes saláta	11,3	9,7	183,5	2 073,6	1 780,0
	fokhagyma	2,8	2,3	423,8	1 186,5	974,6
	spenót	5,9	5,0	29,8	175,5	148,8
	spárga	3,3	2,6	426,3	1 406,6	1 108,3
	petrezselyem	7,6	6,6	191,9	1 458,7	1 266,7
	édeskömény	3,6	3,0	46,1	166,1	138,4
	uborka	18,6	13,9	103,8	1 929,8	1 442,1
	tök (kivéve olajtökmag)	5,4	4,7	52,5	283,5	246,8
	cukkini	5,4	4,7	61,0	329,4	286,7
	cékla	7,2	6,0	43,8	315,0	262,5
	torma	7,6	6,6	187,9	1 427,9	1 240,0
	pasztinák	23,0	20,0	177,5	4 082,5	3 550,0

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

8. melléklet folytatása: **Az öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál**

	Megnevezés	Öntözésből származó többlethozam		Átlagár aszályos	Öntözésből származó többletjövedelem	
		aszályos	nem aszályos		aszályos	nem aszályos
		t/ha			ezer HUF	
Gyümölcsösök	alma	10,3	8,3	33,2	340,0	273,7
	meggy	4,1	3,3	185,0	758,5	610,5
	dinnye	11,5	10,0	29,3	336,4	292,5
	szamóca	12,1	10,9	514,3	6 222,4	5 605,3
	piros ribiszke	2,3	2,0	108,8	250,1	217,5
	egyéb ribiszke	2,3	2,0	211,5	486,5	423,0
	málna	3,5	3,0	508,8	1 755,2	1 526,3
	szeder	3,5	3,0	314,9	1 086,3	944,6
	homoktövis	1,9	1,7	1 062,5	1 965,6	1 816,9
	termesztett bodza	1,9	1,7	160,0	304,0	264,0
	őszibarack	5,6	4,6	65,5	366,8	301,3
	kajszibarack (sárgabarack)	4,1	3,3	154,0	631,4	508,2
	szilva	5,6	4,6	66,0	369,6	303,6
	Dió	0,2	0,2	437,5	105,0	91,9
	mogyoró	0,2	0,2	525,3	126,1	110,3
	mandula	0,2	0,2	588,0	141,1	123,5
	szelídgesztenye	0,2	0,2	266,3	63,9	55,9
	körte	4,1	3,3	82,8	339,3	273,1
	cseresznye	2,8	2,3	248,3	695,1	571,0
	birs	4,1	3,3	124,3	509,4	410,0
Szőlő	borszőlő	1,4	1,2	98,8	138,3	113,6
	egyéb szőlő	1,4	1,2	182,0	254,8	209,3

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

9. melléklet: **A vizsgált növénykultúrák referenciaára**

HUF/kg

Megnevezés	Referenciaár 2011	Referenciaár 2012	Referenciaár 2013	Referenciaár 2014
Hibrid kukorica (vetőmagcélra)	2 145	6 175	3 870	2 570
Kukorica	490	620	500	390
Csemegekukorica	300	440	470	370
Silókukorica	85	95	95	95
Zöldborsó	780	890	890	910
Zöldbab	570	800	740	760
Szójabab	1 130	1 100	1 180	1 200
Lucerna	168	190	190	190
Búza	500	630	500	464
Burgonya	620	350	850	700
Cukorrépa	73	112	92	106
Rizs	625	675	640	680
Dohány – Burley	2 350	4 200	3 800	3 780
Dohány – Virginia	2 350	4 200	3 800	3 780
Olajtökmag	8 475	6 650	6 650	6 650
Pattogatni való kukorica	950	1 100	1 370	1 120
Paradicsom	510	570	1 310	990
Paprika	1 250	1 470	1 890	1 840
Fűszerpaprika	1 050	970	1 100	1 150
Sárgarépa	510	440	390	430
Fejes káposzta	540	370	950	640
Vöröshagyma	1 600	860	1 600	1 680
Cukorborsó	780	890	890	910
Szárazbab	2 620	2 100	2 650	3 250
Karfiol	750	1 210	1 230	770
Zeller	1 305	1 300	1 470	1 940
Fejes saláta	1 645	1 835	1 990	1 870
Fokhagyma	5 100	3 950	3 950	3 950
Spenót	255	285	410	240
Spárga	3 930	4 040	4 450	4 630
Petrezselyem	1 887	1 780	2 080	1 930
Édeskömény	800	345	350	350
Uborka	800	950	1 250	1 150
Tök (kivéve olajtökmag)	600	620	390	490
Cukkini	610	610	610	610
Cékla	440	460	430	420

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

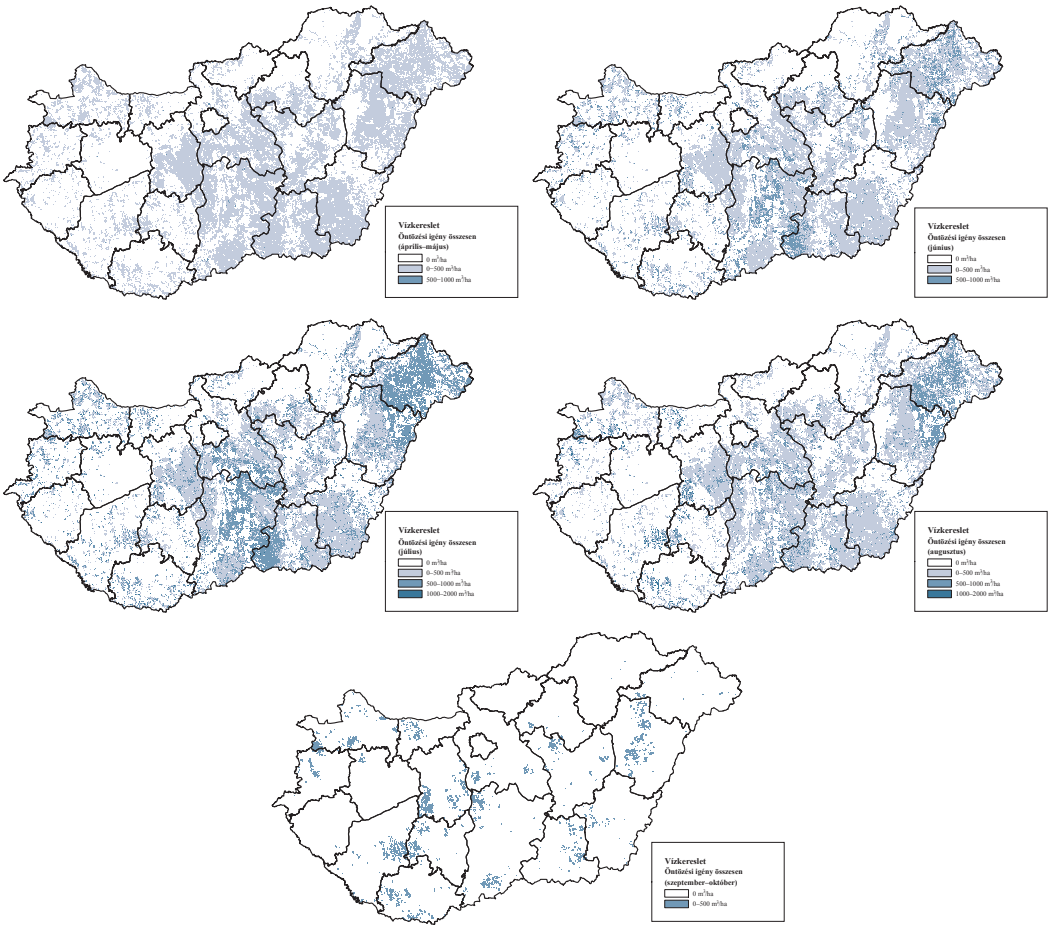
9. melléklet folytatása: **A vizsgált növénykultúrák referenciaára**

HUF/kg

Megnevezés	Referenciaár 2011	Referenciaár 2012	Referenciaár 2013	Referenciaár 2014
Torma	2 475	1 500	1 380	2 160
Pasztinák	1 850	1 750	1 750	1 750
Alma	380	329	338	280
Meggy	2 250	2 360	1 970	820
Dinnye	160	320	360	330
Tökre oltott dinnye	160	320	360	330
Szamóca (földi eper)	3 970	5 240	5 830	5 530
Piros ribiszke	860	1 020	1 280	1 190
Egyéb ribiszke	2 180	2 310	1 960	2 010
Málna	3 790	6 210	5 650	4 700
Szeder	230	338	369	323
Homoktövis	650	1 200	1 200	1 200
Termesztett bodza	160	160	160	160
Őszibarack	49	80	78	55
Sárgabarack	145	192	120	159
Szilva	70	83	61	50
Dió	300	405	500	545
Mogyoró	450	450	751	450
Mandula	500	775	302	775
Szelídgesztenye	250	250	234	331
Körte	99	59	100	73
Cseresznye	226	269	269	229
Birs	130	150	106	111
Borszőlő	80	102	110	103
Egyéb szőlő	190	179	210	149

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

10. melléklet: **Vízszükséglet alakulása az év egyes időszakaiban**



Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

11. melléklet: **Kijuttatandó víz mennyisége a vizsgált növénykultúráknál**

m^3/hektár

	Növényfajok	Kijuttatandó víz mennyisége					
		április–május	**június**	**július**	**augusztus**	**szeptember–október**	**összesen**
Szántóföldi növények	Hibrid kukorica (vetőmagcélra)	171	514	571	343	–	1 600
	Kukorica	110	183	366	366	–	1 025
	Csemegekukorica	161	482	536	321	–	1 500
	Silókukorica	300	900	900	–	–	2 100
	Zöldborsó	300	600	–	–	–	900
	Zöldbab	–	300	400	–	–	700
	Szójabab	400	600	1 200	600	–	2 800
	Lucerna	500	500	500	500	–	2 000
	Búza	300	–	–	–	–	300
	Burgonya	400	1 000	1 100	400	–	2 900
	Cukorrépa	400	600	800	1 200	400	3 400
	Dohány – Burley	300	700	900	500	–	2 400
	Dohány – Virginia	300	700	900	500	–	2 400
	Olajtökmag	400	600	800	400	–	2 200
	Pattogatni való kukorica	300	900	1 000	400	–	2 600
Szántóföldi zöldségnövények	Paradicsom	400	900	1 100	800	–	3 200
	Paprika	400	900	1 100	800	–	3 200
	Fűszerpaprika	400	700	1 000	500	–	2 600
	Sárgarépa	200	500	800	400	–	1 900
	Fejes káposzta	200	600	800	500	–	2 100
	Vöröshagyma	200	400	600	–	–	1 200
	Cukorborsó	300	600	–	–	–	900
	Szárazbab	300	600	900	300	–	2 100
	Karfiol	200	600	800	500	–	2 100
	Zeller	200	400	600	600	–	1 800
	Fejes saláta	300	600	800	600	–	2 300
	Fokhagyma	200	400	600	–	–	1 200
	Spenót	300	500	500	300	–	1 600
	Spárga	600	900	1 000	600	–	3 100
	Petrezselyem	200	500	800	400	–	1 900
	Édeskömény	200	400	600	300	–	1 500
	Uborka	400	900	1 100	800	–	3 200
	Tök (kivéve olajtökmag)	400	900	1 100	600	–	3 000
	Cukkini	400	900	1 100	600	–	3 000
	Cékla	200	400	600	300	–	1 500
	Torma	300	800	1 000	800	–	2 900
	Pasztinák	200	500	800	400	–	1 900
	Egyéb zöldség	300	600	800	400	–	2 100

11. melléklet folytatása: **Kijuttatandó víz mennyisége a vizsgált növénykultúráknál**

m³/hektár

	Növényfajok	Kijuttatandó víz mennyisége					
		április–május	**június**	**július**	**augusztus**	**szeptember–október**	**összesen**
Gyümölcsösök	Alma	300	700	1 000	500	–	2 500
	Meggy	300	400	800	200	–	1 700
	Dinnye	500	1 000	1 200	700	–	3 400
	Tökre oltott dinnye	500	1 000	1 200	700	–	3 400
	Szamóca (földi eper)	800	1 000	300	300	–	2 400
	Piros ribiszke	300	800	600	300	–	2 000
	Egyéb ribiszke	300	800	600	300	–	2 000
	Málna	500	800	1 000	600	–	2 900
	Szeder	300	800	900	500	–	2 500
	Homoktövis	–	300	300	300	–	900
	Termesztett bodza	–	600	900	300	–	1 800
	Őszibarack	300	500	800	600	–	2 200
	Sárgabarack	300	800	400	200	–	1 700
	Szilva	300	500	800	600	–	2 200
	Dió	300	600	600	600	–	2 100
	Mogyoró	300	600	600	300	–	1 800
	Mandula	300	600	600	300	–	1 800
	Szelídgesztenye	300	600	600	300	–	1 800
	Vegyes gyümölcsös	300	600	600	300	–	1 800
	Körte	300	700	1 000	500	–	2 500
	Cseresznye	300	800	400	200	–	1 700
	Birs	300	700	1 000	500	–	2 500
	Egyéb gyümölcsültetvény	300	800	400	200	–	1 700
Szőlő	Borszőlő	–	600	400	–	–	1 000
	Egyéb szőlő	–	600	400	–	–	1 000

Megjegyzés: Az adott időszak vízigénye a növény időszaki fajlagos vízszükséglete és az időszak átlagos csapadékviszonyainak különbsége, területi differenciálás nélkül.
Forrás: NAK adatai alapján készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

12. melléklet**: Összes öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál**

Megnevezés		Többlethozam	Többlethozamérték
		ezer ha	ezer HUF/ha
Szántóföldi növények	**Összesen**	**2 356,0**	**115 729,3**
	hibrid kukorica	16,8	6 196,3
	árukukorica	1 397,6	69 881,3
	csemegekukorica	112,3	4 437,1
	silókukorica	47,1	435,6
	zöldborsó	11,0	952,7
	zöldbab	1,5	106,0
	szója	6,5	746,3
	lucerna	33,9	626,2
	búza	383,3	20 065,8
	burgonya	113,6	7 158,7
	cukorrépa	223,1	2 136,1
	egyéb	9,3	2 987,4
Szántóföldi zöldségnövények	**Összesen**	**322,5**	**31 316,9**
	paradicsom	34,1	2 883,4
	paprika	48,0	7 735,5
	fűszerpaprika	13,7	1 462,6
	sárgarépa	39,7	1 757,3
	fejes káposzta	49,6	3 102,6
	egyéb	137,3	14 375,5
Gyümölcsösök	**Összesen**	**205,0**	**85 965,7**
	alma	77,5	66 353,7
	meggy	42,2	7 804,4
	egyéb	85,2	11 807,7
Szőlő	**Összesen**	**10,6**	**1 109,8**
Mindösszesen		**2 894,1**	**234 121,6**

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

13. melléklet**: Összes öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál felszíni vízkészletből**

Megnevezés		Többlethozam	Többlethozamérték
		ezer ha	ezer HUF/ha
Szántóföldi növények	**Összesen**	**762,9**	**39 441,8**
	hibrid kukorica	11,9	4 380,2
	árukukorica	421,0	21 050,4
	csemegekukorica	81,4	3 214,9
	silókukorica	16,8	155,3
	zöldborsó	5,6	483,3
	zöldbab	1,2	85,7
	szója	2,9	336,3
	lucerna	9,7	178,9
	búza	128,7	6 740,1
	burgonya	21,6	1 363,9
	cukorrépa	59,2	567,2
	egyéb	2,8	885,5
Szántóföldi zöldségnövények	**Összesen**	**82,2**	**9 831,2**
	paradicsom	9,5	806,1
	paprika	7,7	1 249,5
	fűszerpaprika	7,0	743,7
	sárgarépa	8,5	377,0
	fejes káposzta	10,5	658,3
	egyéb	38,8	5 996,5
Gyümölcsösök	**Összesen**	**20,3**	**8 943,1**
	alma	8,2	7 020,7
	meggy	4,9	907,0
	egyéb	7,2	1 015,5
Szőlő	**Összesen**	**0,8**	**78,1**
Mindösszesen		**866,1**	**58 294,2**

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

14. melléklet**: Összes öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál felszín alatti vízkészletből**

	Megnevezés	Többlethozam	Többlethozamérték
		ezer ha	ezer HUF/ha
Szántóföldi zöldségnövények	**Összesen**	**75,5**	**9 872,9**
	paradicsom	6,2	527,8
	paprika	14,7	2 367,3
	fűszerpaprika	2,5	263,7
	sárgarépa	5,3	234,3
	fejes káposzta	14,4	902,2
	vöröshagyma	8,7	1 244,8
	egyéb	23,7	4 332,8
Gyümölcsösök	**Összesen**	**119,5**	**14 054,3**
	alma	–	–
	meggy	29,5	5 450,5
	egyéb	90,1	8 603,8
Szőlő	**Összesen**	**0,4**	**81,2**
Mindösszesen		**195,5**	**24 008,3**

Forrás: Készült az AKI Adatelemzési és Térinformatikai Kutatások Osztályán

Hivatkozások jegyzéke

1. 34/2008. (III. 27.) FVM rendelet az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból az öntözés, a melioráció és a területi vízgazdálkodás mezőgazdasági üzemi és közösségi létesítményeinek fejlesztéséhez nyújtandó támogatások részletes feltételeiről.
2. Bacsi, Z., Thornton, P. K. and Dent, J. B. (1991): Impacts of future climate change on Hungarian Crop Production: An Application of Crop Growth Simulation Models. Agricultural Systems, 37 (4) 435–450. https://doi.org/10.1016/0308-521x(91)90063-g
3. Balázs S. (1996): Zöldségtermesztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest
4. Becsákné Tornay E. (2014): Az öntözési igények meghatározásának állásáról, VIZIG feladatokról. Vízkárelhárítási Országos Konferencia, Miskolctapolca, 2014. május 6–8.
5. Berbel, J., Calatrava, J. and Garrido, A. (2007): Water Pricing and Irrigation: A Review of the European Experience. Institut de Recherche pour le Développement, Paris, France https://doi.org/10.1079/9781845932923.0295
6. Berényi Üveges K., Csányi Gy., Keszthelyi K., Kujáni K. O., Szabados I., Sztahura E. és Várszegi G. (2015): Nitrát Gazdálkodói Kézikönyv. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest
7. Bihari Z., Kovács T., Lakatos M. és Szentimrey T. (2014): Éghajlati információkkal a társadalom szolgálatában. Országos Meteorológiai Szolgálat Éghajlati Osztály. 40. Meteorológiai Tudományos Napok, Budapest, http://www.met.hu/doc/rendezvenyek/metnapok-2014/08_BihariZ.pdf
8. Biró Sz., Kapronczai I., Szűcs I., Váradi L., Apáti F., Bojtárné Lukácsik M., Bozán Cs., Felkai B. O., Gyalog G., Hamza E., Körösparti J., Pekár F., Székely E., Szőllősi L., Tóth P., Valentinyi K. és Varga E. (2011a): Vízhasználat és öntözésfejlesztés a magyar mezőgazdaságban. Budapest, Agrárgazdasági Kutató Intézet, 164 p.
9. Biró Sz., Kapronczai I., Székely E. és Szűcs I. (2011b): A Nemzeti Vidékstratégia a mezőgazdasági vízgazdálkodás és az öntözés tükrében. Gazdálkodás, 55 (3) 245–252.
10. Bouraoui, F., Wriedt, G., Van der Velde, M. and Aloe, A. (2009): Estimating irrigation water requirements in Europe. Journal of Hydrology, 373 (3–4), 527–544. https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2009.05.018.
11. Bozán Cs. és Dobos A. (2010): Mezőgazdasági Vízgazdálkodási K+F+I. Készült az FVM Mezőgazdasági Főosztálya megbízásából. 19 p.
12. Bozán Cs. és Tamás J. (2008): Land use risk evaluations on the Békés-Csanád loess plateau. Cereal Research Communications, 36 (4) 615–618.
13. Camp, C. R. and Sadler, E. J. (1988): Geospatial management of water and nutrients with a modified center pivot irrigation system. In Proceeding First International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry. Erim Internazional Inc., 103–109. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture 2007, map 2.1, p. 63, © IWMI, http://www.iwmi.cgiar.org/
14. Castle, E. N., Becker, M. H. and Nelson, A. G. (1987): Farm Business Management. Macmillan Publishing Company, New York. Magyar kiadás: Nemessályi Zs. (1992): Farmgazdálkodás. Kárpáti L. és Kalmár F. 7. fejezet: Beruházáselemzési eljárások. Mezőgazda Kiadó, Budapest

15. Chartzoulakis, K., Kasapakis, I. and Tzobanoglou, I. (2008): Improving water efficiency: The irrigation advisory service of Crete, Greece. Paper presented at the 3rd International Conference on Water Resources and Arid Environments and the 1st Arab Water Forum, Crete, Greece

16. Ciscar, J.-C., Iglesias, A., Feyen, L., Szabó, L., Van Regemorter, D., Amelung, B., Nicholls, R., Watkiss, P., Christensen, O. B., Dankers, R., Garrote, L., Goodess, C. M., Hunt, A., Moreno, A., Richards, J. and Soria, A. (2011): Physical and economic consequences of climate change in Europe. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108 (7) 2678–2683.

17. Csajbók J. (2004): A növénytermesztési tér vízgazdálkodása. Egyetemi jegyzet. FVM Vízgazd. Osztály, Budapest–Gödöllő

18. Csajbók J. (2007): Az öntözéses növénytermesztés aktuális kérdései. Agrárágazat 8/3, Kiskunhalas

19. Csete L. (2007): A tájpotenciálon alapuló területfejlesztés és az öntözéses gazdálkodási rendszerek megvalósítási lehetőségei az ÚMVP pályázati keret segítségével. Budapest, 37 o.

20. Csete L. és Várallyay Gy. (szerk.) (2004): Agroökológia. Agroökoszisztémák környezeti összefüggései és szabályozásának lehetőségei. „AGRO-21" Füzetek, 37.

21. Deák A. (2002): A mikroöntözésről röviden I. Agrárágazat, 3 (6) 8–10. http://www.pointernet.pds.hu/ujsagok/agraragazat/2002/06/20090318183647733000000730.html [2017. 03. 21.]

22. D'Urso, G., Richter, K., Calera, A., Osann, M. A., Escadafal, R., Garatuza-Pajan, J., Hanich, L., Perdigão, A., Tapia, J. B. and Vuolo, F. (2010): Earth observation products for operational irrigation management in the context of the PLEIADeS project. Agricultural Water Management, 98, 271–282. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.08.020

23. EC (2016): Next steps for a sustainable European future: European Union action for sustainability, COM(2016) 739 final

24. EEA (2015): EEA SIGNALS 2015: Living in a changing climate. European Environment Agency (EEA), Copenhagen, Denmark, 37 p.

25. El Chami, D., Knox, J. W., Daccache, A. and Weatherhead, E. K. (2015): The economics of irrigating wheat in a humid climate – A study in the East of England. Agricultural Systems, 133, 97–108. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.11.001

26. FAO (2013): Policy Support Guidelines for the Promotion of Sustainable Production Intensication and Ecosystem Services. Integrated Crop Management, 19-2013.

27. Farsang B., Limbek Zs., Türei G., Tóth I. J. és Verba Z. (2015): A klímaváltozás várható gazdasági hatásai Magyarországon 2020-2040. MKIK Gazdaság- és Vállalkozáskutató Intézet, Budapest, 52 p.

28. Fogarassy Cs. és Neubauer É. (2011): Vízgazdaságtan, avagy a vízlábnyom mérése és gazdasági összefüggései. In Tamás P. és Bulla M. (szerk.) (2011): Sebezhetőség és adaptáció. A reziliencia esélyei. MTA Szociológiai Kutatóintézete, Budapest, 215–236.

29. Fűzy, J. (2002): Az öntözés gépei, berendezései. Agro Napló, 6. sz. https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2002/6/tartalom

30. Giannakis, E., Bruggeman, A., Djuma, H., Kozyra, J. and Hammer, J. (2016): Water pricing and irrigation across Europe: opportunities and constraints for adopting irrigation scheduling decision support systems. Water Science & Technology: Water Supply, 16 (1) 245–252. https://doi.org/10.2166/ws.2015.136

31. Giordano, R., Zaccaria, D., Passaarella, G., Dagostino, D. and Solis, S. S. (2014): Irrigation delivery performance versus environmental externalities: A risk assessment and management perspective. Water, environment and agriculture: challenges for sustainable development, 1st Inter-Regional Conference on Land and Water Challenges, 2014

32. Grasics P. (2002): Az esőszerű öntözés alkalmazási lehetőségei. Agrárágazat, 3 (3) http://www.pointernet.pds.hu/ujsagok/agraragazat/2002/03/20090310192444794000000730.html [2017. 03. 21.]

33. Hajdú J. (2015a): Vízpótlás esőztető öntözőberendezésekkel. Magyar Mezőgazdaság Géppiac, 12 (6) 2–3. http://mmgpiac.hu/hu/irasok/mezogazdasagi-gepek-eszkozok/vizpotlas-esozteto-ontozoberendezesekkel

34. Hajdú J. (2015b): A vízpótlás korszerű gépei. Magyar Mezőgazdaság Géppiac, 12 (5) 2–3.

35. amza E., Bozán Cs., Köröspartí J. és Pekár F. (2011): A mezőgazdasági vízgazdálkodás és a környezet. In Biró Sz., Kapronczai I., Szűcs I. és Váradi L. (szerk.) (2011): Vízhasználat és öntözésfejlesztés a magyar mezőgazdaságban. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest, 31–43.

36. Helyes L. (2005): Az öntözés szerepe, jelentősége. Gazdálkodás, XLIX (5) 63–69.

38. http://www.ktg.gau.hu/~podma/zona/images/map1.gif

39. http://www.mtvsz.hu/

40. Illés M. (2004): Vállalkozási ismeretek I. Phare HU0105-03-01-0029, Miskolc

41. IPCC (2014a): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. https://doi.org/10.1017/cbo9781107415416

42. PCC (2014b): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 1–31.

43. Juhász Cs. (szerk.), Nagy A. és Tamás J. (2015): Az öntözésfejlesztési stratégia és a megvalósítását szolgáló kormányzati intézkedések bemutatása és értékelése, a további teendők, javaslatok megfogalmazása, Magyarország. Témavezető: Prof. Dr. Jávor András, Témafelelős: Benedek Fülöp, Megrendelő: OTP Bank Nyrt. Agrár Kollégium, 81 p.

44. Karácsony I. (2007): Agrárvállalkozások beruházás-gazdaságossági vizsgálata néhány növénytermesztési ágazatban. Doktori értekezés.

45. Karácsonyi P. (2007): Examination of Economies of Investment in Arable Crops Irrigation [Szántóföldi növénytermesztés öntözéses beruházás-gazdaságossági vizsgálata]. In Nábrádi A., Lazányi J. és Herdon M. (szerk.): Agrárgazdaság, vidékfejlesztés, agrárinformatika nemzetközi konferencia [AVA 3]: International Conference on Agricultural Economics, Rural Development and Informatics, 468 p.

46. Kereszturszky J., Pálfai I., Szilárd, Gy., Thyll Sz. és Vermes L. (1998): Mezőgazdasági vízhasznosítás. Eövös József Főiskola, Baja, 102 p.

47. Kirsten, J. F. and Zyl, J. van (1990): The economic impact of irrigation agriculture: Methodological aspects and an empirical application. https://doi.org/10.1080/03768359008439513

48. Knox, J. W., Kayb, M. G. and Weatherhead, E. K. (2012): Water regulation, crop production, and agricultural water management – Understanding farmer perspectives on irrigation efficiency. Agricultural Water Management, 108, 3–8. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.06.007

49. Kovács I. (2003): Mikroszórófejes öntözés az ültetvényekben. Agrárágazat, 4 (3) 56. http://www.agraroldal.hu/rendszer.html

50. Králl A. és Tóth P. (2015): A Magas Természeti Értékű Területek támogatási lehetőségei. Tájékoztató Füzet gazdálkodóknak. A Földművelésügyi Minisztérium és Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület megbízásából, Budapest

51. Láng I. (2015): A Vízügy szerepe a mezőgazdasági vízgazdálkodásban. Országos mezőgazdasági vízgazdálkodási és belvízvédelmi konferencia, Szarvas, 2015. április 9.

52. Láng I., Csete L. és Harnos Zs. (1983): A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 265 p.

53. Láng I., Csete L. és Jolánkai M. (2007): A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest

54. Lengyel L. (2007): Az öntözés szervezése és ökonómiája. In Nábrádi A., Pupos T. és Takácsné György K. (szerk.): Üzemtan II. Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar, Debrecen

55. Levidow, L., Zaccaria, D., Maia, R., Vivas, E., Todorovic, M. and Scardigno, A. (2014): Improving water-efficient irrigation: prospects and difficulties of innovative practices. Agricultural Water Management, 146, 84–94. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.07.012

56. Ligetvári F. (2000): Mezőgazdasági vízgazdálkodás 3. Vízhasznosítás. Tessedik Sámuel Főiskola, Mezőgazdasági Víz- és Környezetgazdálkodási Főiskolai Kar, Szarvas

57. Ligetvári F. (2006): Felmelegedés és vizeink. Agroinform Kiadó, Budapest

58. Ligetvári F. (2008): Öntözés. Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Gödöllő

59. Lorite, I. J., García-Vila, M., Carmona, M. A., Santos, C. és Soriano, M. A. (2012): Assessment of the irrigation advisory services' recommendations and farmers' irrigation management: a case study in southern Spain. Water Resources Management, 26, 2397–2419. https://doi.org/10.1007/s11269-012-0023-3

60. Márkus L. és Mészáros K. (2000): Erdőérték-számítás (Az erdőértékelés alapjai). Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 50 p.

61. Milano, M., Ruelland, D., Fernandez, S., Dezetter, A., Fabre, J., Servat, E., Fritsch, J. M., Ardoin-Bardin, S. and Thivet, G. (2013): Current state of Mediterranean water resources and future trends under climatic and anthropogenic changes. Hydrological Sciences Journal, 58, 498–518. https://doi.org/10.1080/02626667.2013.774458

62. Miskó K., Fogarasi J. és Vígh E. Z. (2016): Ökoszisztéma szolgáltatások értékelése. AKI-jelentés.

63. Moldena, D., Oweisb, T., Stedutoc, P., Bindraband, P., Hanjrae, M. A. and Kijnef, J. (2013): Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. Agricultural Water Management, 97 (4) 528–535. https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2009.03.023

64. Montoro, A., López-Fuster, P. and Fereres, E. (2011): Improving on farm water management through an irrigation scheduling service. Irrigation Science, 29, 311–319. https://doi.org/10.1007/s00271-010-0235-3

65. Nábrádi A., Pupos T. és Takácsné György K. (2007): Üzemtan II. Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar, Debrecen http://miau.gau.hu/avir/intranet/debrecen_hallgatoi/tananyagok/jegyzet/30-Uzemtan-II..pdf

66. Nagy J. (szerk.) (2010): Az öntözés vállalati szintű elemzése. Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma, Debrecen, 218 p.

67. Oszkó A. (2003): Magyarországi öntözés lehetőségei és megvalósításának feladatai. MÖE Kiadvány. http://www.moe.hu/publikaciok/oszkoandor/ontozestanulmany.pdf [2016. 11. 17.]

68. OVH (1984): Országos Vízgazdálkodási Keretterv (szerk.: Varga M.) Országos Vízügyi Hivatal, Budapest, 82–85, 160–182, 359–384.

69. Pálfai I. (2005): Belvizek és aszályok Magyarországon (Hidrológiai tanulmányok). Közlekedési Dokum. Kft. Budapest

70. Pálfai I. (2007): Éghajlatváltozás és aszály. „KLÍMA-21" Füzetek, 49, 59–65.

71. Patay I. (2015): Öntözéstechnika és -minőség. Agrárium 7. sz. https://agrarium7.hu/cikkek/409-ontozestechnika-es-minoseg

72. Pepó P. (2014): Klímaváltozás és öntözés. Agrárium, 24 (5) 55–56.

73. Racskó József (2004): A kalászosok (őszi búza) öntözése. Agrárágazat, http://www.agraroldal.hu/gabona-3.html (2017.03.09.)

74. Ress S. (1988): A víz, mint természeti erőforrás értéke és szerepe a gazdasági növekedésben [Budapest: Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Minisztérium] A környezetvédelem és a vízgazdálkodás kutatási-fejlesztési eredményei, 12. sz. 44 p.

75. Ricardo, D. (1991): A politikai gazdaságtan és az adózás alapelvei. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest

76. Rinaldi, M. and He, Z. (2014): Decision support systems to manage irrigation in agriculture. Advances in Agronomy, 123, 229–279. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-420225-2.00006-6

77. Rockström, J. and Sukhdev, P. (2016): How food connects all the SDGs. http://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-how-food-connects-all-the-sdgs.html

78. Somlyódy L. (2002): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest

79. Starkel L. (2005): Anthropogenic soil erosion since the Neolithic time in Poland. Zeitschrift für Geomorphologie (suppl.) 139, 189–201.

80. Stefanovits P., Filep Gy. és Füleky Gy. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest

81. Stelczer A. (2004): Vállalkozások gazdaságtana II. Az öntözés szervezése és ökonómiája. http://stelczer.gportal.hu/gindex.php?pg=187368&nid=44552 [2016. 11. 18.]

82. Szabolcs I., Darab K. és Várallyay Gy. (1968): A tiszai öntözőrendszerek és a Magyar Alföld talajainak termékenysége I. Az öntözés talajtani lehetőségei és feltételei Szolnok, Hajdú-Bihar, Békés és Csongrád megyék területén. Agrokémia és Talajtan, 17, 453–464.

83. Szabolcs I., Darab K. és Várallyay Gy. (1969a): A tiszai öntözőrendszerek és a Magyar Alföld talajainak termékenysége II. A talajvíz „kritikus” mélysége a kiskörei öntözőrendszer által érintett területeken. Agrokémia és Talajtan, 18, 211–220.

84. Szabolcs I., Darab K. és Várallyay Gy. (1969b): A tiszai öntözőrendszerek és a Magyar Alföld talajainak termékenysége III. Az öntözés lehetőségeit és feltételeit ábrázoló 1:25000-es léptékű térképek készítésének módszerei. Agrokémia és Talajtan, 18, 221–234.

85. Szabolcs I. és Várallyay Gy. (1978): A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon. Agrokémia és Talajtan, 27, 181–202.

86. Szabolcs I., Darab K., Várallyay Gy. és Mélyvölgyi J. (1976): Az öntözés talajtani lehetőségei és feltételei Magyarországon. 1:25000 térképlap. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest

87. Szatlóczki B. (2008): Energia- és víztakarékos öntözőrendszerek. Agrárágazat, 9 (3) 88–90. http://www.pointernet.pds.hu/ujsagok/agraragazat/2008/03/20080319184838219000000973.html [2017. 03. 21.]

88. Szilágyi J. E. (2015): A mezőgazdasági öntözéssel összefüggő egyes jogi problémákról. Miskolci Jogi Szemle, 10 (1) 33–51.

89. Szlivka F. (2002): Vízgazdálkodás gépei. Szent István Egyetem, Gödöllő

90. Szűcs I. (1998): A föld ára és bére. Agroinform Kiadó, Budapest, 199 p.

91. Szűcs I. (2009): A mezőgazdasági vízhasználat problémafája, SWOT analízise és közgazdasági kérdései. Kézirat.

92. Szűcs I. (2011): Az öntözéses gazdálkodás közgazdasági kérdései. A víz- és tápanyag-gazdálkodás aktuális kérdései a mezőgazdaságban c. konferencia, Tiszántúli Környezetvédelmi Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség – Debreceni Egyetem Környezetgazdálkodási és Környezetpolitikai Központ, Debrecen, 2011. december 13.

93. Szűcs I. és Apáti F. (2011): Öntözés ökonómiája. In Tamás J. (szerk.): Almaültetvények vízkészlet-gazdálkodása. 298 p. Debrecen: Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, 275–294.

94. Szűcs I., Bozán Cs., Köröspartí J., Apáti F., Szőllősi L. és Pálfai I. (2008): A mezőgazdasági vízhasználatok felmérése, a vízhasználatok költség elemzése II. ütem. Készült az FVM Természeti Erőforrások Főosztályának megbízásából. 157 p.

95. Szűcs I. és Vermes L. (2008): A mezőgazdasági vízhasználat jogi szabályozásának aktuális kérdései. Kézirat.

96. Takács-Sánta A. (2007): A globális éghajlatváltozás. http://www.vedegylet.hu/globfeszt2/anyag/%C9ghajlat_web.pdf

97. Thysen, I. and Detlefsen, N. K. (2006): Online decision support for irrigation for farmers. Agricultural Water Management, 86, 269–276. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.05.016

98. Tóth Á. (2003a): Az öntözés hatásai. Agrárágazat, 4 (2) 56–57. http://www.agraroldal.hu/talaj.html [2017. 03. 21.]

99. Tóth Á. (2003b): Az esőszerű öntözés. Agrárágazat, 4 (3) 62–64. http://www.agraroldal.hu/rendszer-12.html [2017. 03. 21.]

100. Tóth Á. (2005): Esőztető öntözőrendszer tervezése, telepítése. Agrároldal. http://www.agraroldal.hu/rendszer-6.html [2016. 11. 18.]

101. Tóth Á. (2006): A XXI. század öntözőrendszerei. Vision Master Kiadó, Budapest

102. Tóth Á. (2007): A környezetvédelmi előírásokat kielégítő, víz- és energiatakarékos öntözőtelepek paraméterei. ÚMVP

103. Tóth Á. (2011): Öntözési praktikum. Aquarex ’96 Kft.

104. Trenberth, K. E. (2011): Changes in precipitation with climate change. CLIMATE RESEARCH, 47, 123–138. https://doi.org/10.3354/cr00953

105. United Nations (2015): Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015; Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations, 21 October 2015

106. Várallyay Gy. (1985): Magyarország talajainak vízháztartási és anyagforgalmi típusai. Agrokémia és Talajtan, 34, 267–298.

107. Várallyay Gy. (1989): Soil water problems in Hungary. Agrokémia és Talajtan, 38, 577–595.

108. Várallyay Gy. (2001a): A talaj vízgazdálkodása és a környezet. Magyar Tudomány, XLVI (7) 799–815.

109. Várallyay Gy. (2001b): Vizes élőhelyek visszaállításának és fenntartásának talajtani alapjai. Készült a CT-028 KöM nyilvántartási számú megbízás alapján, MTA-TAKI, Budapest

110. Várallyay Gy. (2003): A mezőgazdasági vízgazdálkodás talajtani alapjai. Egyetemi jegyzet. FVM Vízgazd. Osztály, Budapest–Gödöllő

111. Várallyay Gy. (2004a): A talaj vízgazdálkodásának agroökológiai vonatkozásai. „AGRO-21” Füzetek, 37, 50–70.

112. Várallyay Gy. (2004b): Talaj az agro-ökoszisztémák alapeleme. „AGRO-21” Füzetek, 37, 33–49.

113. Várallyay Gy. (2005a): Klímaváltozások lehetséges talajtani hatásai a Kisalföldön. „AGRO-21” Füzetek, 43, 11–23.

114. Várallyay Gy. (2005b): Magyarország talajainak vízraktározó képessége. Agrokémia és Talajtan, 54, 5–24.

115. Várallyay Gy. (2007a): A talaj szerepe a csapadék-szélsőségek kedvezőtlen hatásainak mérséklésében. Orsz. Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás, Balatonfüred, 2007. okt. 15–17. Tanulmánykötet, 125–135. MTESZ, Székesfehérvár

116. Várallyay Gy. (2007b): A talaj, mint legnagyobb potenciális természetes víztározó. Hidrológiai Közlöny 87 (5) 33–36.

117. Várallyay Gy. (2008a): A talaj szerepe a csapadék-szélsőségek kedvezőtlen hatásainak mérséklésében. „KLÍMA-21” Füzetek, 52, 57–72.

118. Várallyay Gy. (2008b): Talaj-víz kölcsönhatások a klímaváltozás tükrében. Talajvédelem különszám (Talajtani Vándorgyűlés, Nyíregyháza, 2008. május 28–29.), 17–32. Talajvédelmi Alapítvány, Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza

119. Várallyay Gy. (2009): A talaj szerepe az időjárási és vízháztartási szélsőségek káros hatásainak mérséklésében. XXVII. Országos Vándorgyűlés, Baja, 2009. július 1–3.

120. Várallyay Gy. és Farkas Cs. (2008): A klímaváltozás várható hatásai Magyarország talajaira. In Harnos Zs. és Csete L. (szerk.): Klímaváltozás: környezet-kockázat-társadalom. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 91–129.

121. Várallyay Gy. és Németh T. (1999): A környezetkímélő növénytermesztés agrokémiai-talajtani alapjai. In Növénytermesztés és Környezetvédelem. MTA Agrártud. Oszt., Budapest, 69–75.

122. Várallyay Gy., Szűcs L., Murányi A., Rajkai K. és Zilahy P. (1979): Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100.000 méretarányú térképe I. Agrokémia és Talajtan, 28, 363–384.

123. Várallyay Gy., Szűcs L., Murányi A., Rajkai, K. és Zilahy P. (1980): Magyarországi talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategóriarendszere és 1:100000 méretarányú térképe. Agrokémia és Talajtan, 29, 77–112.

124. Vermes L. (1996): Hazai szennyvízhasznosító/szennyvízöntözéses telepek műszaki-gazdasági értékelése. In Stehlik J. (szerk.): Hogyan hasznosíthatjuk a szennyvizeket? Budapest

125. Vermes L. (1997): Vízgazdálkodás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest

126. VM (2013): Nemzeti Vízstratégia a vízgazdálkodásról, öntözésről és aszálykezelésről (a jövő vízügyi, öntözésfejlesztési és aszály kezelési politikáját megalapozó, a fenntarthatóságot biztosító konzultációs vitaanyag). Készítette: A Vidékfejlesztési Minisztérium Környezetügyekért Felelős Államtitkárságának Vízügyért Felelős Helyettes Államtitkársága. 2013. március

127. Weatherhead, E. K., Knox, J. W., Morris, J., Hess, T. M., Bradley, R. I. and Sanders, C. L. (1997): Irrigation demand and on-farm water conservation in England and Wales. Final Report to Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. MAFF Project OC9219. Cranfield University

128. www.vizeink.hu

129. www.nebih.hu