



Agrárgazdasági Kutató Intézet  
Research Institute of Agricultural Economics  
H-1093 Budapest, Zsil utca 3-5.  
[www.aki.gov.hu](http://www.aki.gov.hu)

Iktatószám: \_ \_ \_ / \_ \_ / \_ \_ \_

Dátum: \_ \_ \_ \_ \_

# AZ ÖNTÖZHETŐSÉG TERMÉSZETI-GAZDASÁGI KORLÁTAINAK HATÁSA AZ ÖNTÖZHETŐ TERÜLETEKRE

## Tartalom

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Vezetői összefoglaló.....                                                                             | 4   |
| Problémafelvetés.....                                                                                 | 4   |
| Módszer.....                                                                                          | 4   |
| Eredmények .....                                                                                      | 4   |
| Bevezetés .....                                                                                       | 8   |
| 1. Az öntözéses gazdálkodás feltételeit befolyásoló természeti és humán tényezők áttekintése .....    | 10  |
| 1.1. Az öntözési igényeket befolyásoló természeti tényezők 10                                         |     |
| 1.1.1. Talajadottságok.....                                                                           | 10  |
| 1.1.2. Klimatikus viszonyok .....                                                                     | 16  |
| 1.1.3. Domborzati viszonyok .....                                                                     | 20  |
| 1.1.4. Belvíz-veszélyeztetettség.....                                                                 | 23  |
| 1.1.5. Természet- és környezetvédelemi viszonyok ....                                                 | 25  |
| 1.2. Az öntözővíz megléte .....                                                                       | 29  |
| 1.3. A termelők öntözési hajlandósága .....                                                           | 34  |
| 2. Az öntözés-fejlesztés környezeti-gazdasági fenntarthatósága.....                                   | 38  |
| 2.1. A fenntartható fejlesztés és az öntözéses mezőgazdasági termelés kapcsolata .....                | 38  |
| 2.1.1. A fenntarthatóság fogalma a vízügyi ágazatban .....                                            | 38  |
| 2.1.2. A klímaváltozás és a vízgazdálkodás összefüggései.....                                         | 40  |
| 2.2. Az öntözésfejlesztés közgazdasági kérdései.....                                                  | 42  |
| 2.2.1. Az öntözéses gazdálkodás környezeti problémáinak megjelenése a nemzetközi szakirodalomban..... | 42  |
| 2.2.2. Az öntözési beruházások gazdaságossági vizsgálatának módszerei.....                            | 47  |
| 2.2.3. Az öntözésfejlesztés megtérülésének vizsgálata a szakirodalomban.....                          | 49  |
| 3. Az üzemi öntözésfejlesztés technológiai kérdései.....                                              | 53  |
| 3.1. Öntözési eljárások.....                                                                          | 53  |
| 3.1.1. Felületi öntözési mód .....                                                                    | 53  |
| 3.1.2. Esőszerű öntözési mód .....                                                                    | 54  |
| 3.1.3. Felszín alatti öntözési mód.....                                                               | 56  |
| 3.1.4. Mikroöntözési mód .....                                                                        | 57  |
| 3.2. Öntözési technológiák .....                                                                      | 58  |
| 3.2.1. Lineár, körforgó.....                                                                          | 59  |
| 3.2.2. Csévéldobos (konzolos).....                                                                    | 60  |
| 3.2.3. Csepegtető öntözési technológia .....                                                          | 61  |
| 3.2.4. Kertészeti szórófejes öntözés .....                                                            | 62  |
| 3.3. Öntözési technológiák alkalmazhatósága az egyes növénykultúráknál .....                          | 64  |
| 3.4. A kiemelt öntözési technológiák beruházási költségei .....                                       | 65  |
| 4. Adat és módszer – az öntözhetőségi modell .....                                                    | 70  |
| 4.1. Gazdaságosan öntözhető területek lehatárolása .....                                              | 70  |
| 4.1.1. A gazdaságos öntözési beruházás alapján számított vízkereslet meghatározásának lépései .....   | 70  |
| Az öntözést befolyásoló környezeti tényezők hatásának figyelembevétele .....                          | 72  |
| 4.1.2. Vízkínálati oldal meghatározása .....                                                          | 78  |
| 4.2. A kijuttatandó víz mennyiségének meghatározása az öntözendő területekre .....                    | 78  |
| 4.3. Érzékenységvizsgálat.....                                                                        | 79  |
| 5. Az öntözhető mezőgazdasági területek .....                                                         | 80  |
| 5.1. Mezőgazdasági vízkereslet meghatározása.....                                                     | 80  |
| 5.2. Vízkínálat.....                                                                                  | 91  |
| 5.2.1. Felszíni vízkészletek .....                                                                    | 91  |
| 6. Érzékenységvizsgálat .....                                                                         | 114 |
| 6.1. Beruházási támogatás változása .....                                                             | 114 |
| 6.1.1. Területi változások .....                                                                      | 114 |
| 6.1.2. Gazdasági hatások .....                                                                        | 117 |
| 6.2. Vízdíj változása .....                                                                           | 118 |
| 6.2.1. Területi változások .....                                                                      | 119 |
| 6.2.2. Gazdasági hatások .....                                                                        | 120 |
| 6.3. Értékesítési ár változása ....                                                                   | 121 |
| 6.3.1. Területi változások .....                                                                      | 121 |
| 6.3.2. Gazdasági hatások .....                                                                        | 122 |
| 6.4. Aszály .....                                                                                     | 123 |
| 6.4.1. Területi változások .....                                                                      | 123 |
| 6.4.2. Gazdasági hatások .....                                                                        | 126 |
| 6.5. Talajtípus.....                                                                                  | 130 |
| 6.5.1. Területi változások .....                                                                      | 130 |
| 6.5.2. Gazdasági hatások .....                                                                        | 131 |
| 6.6. Az érzékenységvizsgálat fő eredményeinek összefoglalása.....                                     | 132 |
| 7. Összefoglaló .....                                                                                 | 136 |
| 7.1. Megállapítások .....                                                                             | 136 |
| 7.2. Következtetések .....                                                                            | 139 |

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.3. Javaslatok.....                                                                                       | 140 |
| 6. melléklet folytatása: Az öntözési többlethozam és<br>többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál..... | 150 |
| Irodalomjegyzék .....                                                                                      | 154 |

## Résztevők

### Szerkesztő

Kemény Gábor  
([kemeny.gabor@aki.gov.hu](mailto:kemeny.gabor@aki.gov.hu))

Lámfalusi Ibolya  
([lamfalusi.ibolya@aki.gov.hu](mailto:lamfalusi.ibolya@aki.gov.hu))

Molnár András  
([molnar.andras@aki.gov.hu](mailto:molnar.andras@aki.gov.hu))

### Szerző

Bozán Csaba  
([bozan.csaba@naik.hu](mailto:bozan.csaba@naik.hu))

1. fejezet

Miskó Krisztina  
([misko.krisztina@aki.gov.hu](mailto:misko.krisztina@aki.gov.hu))

2. fejezet

Péter Krisztina  
([peter.krisztina@aki.gov.hu](mailto:peter.krisztina@aki.gov.hu))

3. fejezet

Domán Csaba  
([doman.csaba@aki.gov.hu](mailto:doman.csaba@aki.gov.hu))

3. fejezet

Vári Enikő  
([vari.eniko@aki.gov.hu](mailto:vari.eniko@aki.gov.hu))

3. és 4. fejezet

Keményné Horváth Zsuzsanna  
([horvath.zsuzsanna@aki.gov.hu](mailto:horvath.zsuzsanna@aki.gov.hu))

4. és 5. fejezet

Kiss Andrea  
([kiss.andrea@aki.gov.hu](mailto:kiss.andrea@aki.gov.hu))

4., 5., és 6. fejezet

Gaál Márta  
([gaal.marta@aki.gov.hu](mailto:gaal.marta@aki.gov.hu))

6. fejezet

## Vezetői összefoglaló

### Problémafelvetés

Szakemberek egyetértenek abban, hogy a magyarországi szabadföldi növénytermelés – elsősorban egyes szántóföldi nagy- és kertészeti, valamint ültetvényes kultúrák – számára az öntözhető területek növelése óriási lehetőséget adhat. A klímaváltozás hatására a szélsőséges időjárási jelenségek fokozatosan erősödnek térségünkben, mely szélsőségek közül az egyik leghangsúlyosabb az aszályos időszakok gyakoribb előfordulása, valamint a csapadék intenzitásának és időbeli eloszlásának legtöbb termesztett növény számára kedvezőtlen változása. Ennek kompenzálására már nem lesz elegendő a megfelelő talajművelés, ezért elsősorban az öntözéses gazdálkodás kiterjesztésével mérsékelhetők a vízhiányos időszakok negatív hatásai. Ennek előfeltétele, hogy a megfelelő mennyiségű és minőségű víz a gazdálkodók rendelkezésére álljon.

A tanulmány fő célkitűzése, hogy a fontosabb természeti és gazdasági tényezők figyelembevételével lehatárolást adjon a potenciálisan öntözendő területekre. Továbbá ezen területek figyelembevételével annak becslése, hogy milyen nagyságrendű kibocsátás- és termelésiérték-növekedést eredményezne egy ilyen változás.

### Módszer

A mezőgazdaság szabadföldi öntözési vízigényének becslését az öntözhető növények által lefedett, nem öntözött területből kiindulva végeztük el. Az egyes növények termesztésének öntözéshez kapcsolódó beruházási és üzemeltetési költsége, valamint az öntözésből származó többlethozamnak köszönhető többletjövedelem alapján meghatároztuk az öntözés nettó jelenértékét, amely alapján meghatározható az öntözési beruházás megtérülése. Az NPV számítás során számos befolyásoló tényezőt figyelembe vettük: a talajadottság valamint az aszályindex a hozamokat, míg a domborzati viszonyok az alkalmazható technológiát, annak költségét befolyásolta. Az öntözhető növények átlagos fajlagos idényenkénti vízigényének valamint azoknak a területeknek a figyelembe vételével, ahol gazdaságilag is rentábilis az öntözési beruházás megbecsültük a potenciális vízigényt, azaz az öntözési célú vízkeresletet. Ezt az igényt a hatályos szabályozás értelmében első lépésben a felszíni vizekből szükséges megpróbálni ellátni, ezért meghatároztuk a jelenlegi felszíni öntözőrendszerekből kielégíthető mezőgazdasági vízigényt. Az így ki nem elégített mezőgazdasági vízigényt második lépésben a felszín alatti vizekkel igyekeztünk „fedezni”. Összességében megkaptuk, hogy mely növények és mely területek esetén kínálkozik olyan öntözési potenciál, amelyet a felszíni, vagy felszín alatti öntözőrendszerek ki tudnak elégíteni. 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, valamint a talajadottságok módosulása esetén.

### Eredmények

- A területalapú támogatások kapcsán öntözött területek öt éves (2011-2014) átlagadata alapján Magyarországon a potenciálisan öntözhető növények által lefedett 2696 ezer hektáros mezőgazdasági területből mindössze 68 ezer hektárt öntöznek.
- A jelenleg nem öntözött területek földhasználatát tükröző növények figyelembevételével beruházás-gazdaságossági számításaink szerint – melyeknél az öntözés beruházási költségeit

és többletjövedelmét a jelenlegi talajadottságok, az elmúlt évtized átlagos aszályossági valószínűsége és a domborzati viszonyoknak megfelelően vettük figyelembe – felszíni vizekből további 701,3 ezer hektárt, felszín alatti vizekből 102,7 ezer hektár területen térülne meg az öntözési beruházás.

- A mezőgazdasági termelés szempontjából az öntözésfejlesztés megvalósításának feltétele, hogy a szükséges vízmennyiség rendelkezésre álljon. Habár a mezőgazdaságban az ökonómiai szempontok alapján összesen több mint 800 ezer hektár lehetne öntözni, a meglévő magyarországi felszíni és felszín alatti öntözőrendszerek a mezőgazdasági vízigényt csak részben tudják fedezni. Az említett több mint 800 ezer hektár öntözhető területből a felszíni, valamint felszín alatti vízkészletek mindössze 332,2 ezer hektár területen biztosítanak reális öntözési lehetőséget.
- A felszíni vízkészletek terhére a figyelembe vett öntözőrendszerek területére eső jelenlegi mintegy 51 ezer hektár öntözött mezőgazdasági területet 300,2 ezer hektárral lehetne bővíteni. Ez utóbbiból 288,0 ezer hektárt a szántóföldi növények, 6,5 ezer hektárt a szántóföldi zöldségek, 5,3 ezer hektárt a gyümölcsösök, 0,3 ezer hektárt a szőlő tenne ki.
- A figyelembe vett felszín alatti vízkészletekből a már most is öntözött 3 ezer hektár terület nagyságrendileg 32,0 ezer hektárral emelkedhetne. A gyümölcsösök területe 23,8 ezer hektárral, a szántóföldi zöldségnövények 7,8 ezer hektárral a szőlőé pedig 0,3 hektárral nőne.
- Összességében a jelenleg legnagyobb részt öntözött szántóföldi kultúrák öntözött területe 50,7 ezer hektárról csaknem hatszorosára növekedhetne az öntözésfejlesztésnek köszönhetően, amely jóval nagyobb arány, mint hipotézisünkben feltételeztük.
- Az öntözésfejlesztés megvalósításához a gazdálkodók részéről a felszíni öntözőrendszereknél 88,3-100,7 milliárd forint beruházásra, a felszín alatti vizeknél 17,4-19,6 milliárd forint fejlesztésre volna szükség, vagyis együttesen 105,7-120,3 milliárd forintba becsülhető a forrásigény. Ezek az összegek nem tartalmazzák a vízügyi beruházások nagyságát, amely ahhoz szükséges, hogy az öntözővíz a táblán egyáltalán rendelkezésre álljon. Ennek számszerűsítéséhez jelenleg nem állnak rendelkezésre megfelelő adatok.
- Az öntözési beruházásoknak köszönhetően összesen évi 1 millió tonnával nagyobb termést realizálhatna az ágazat, melynek éves becsült értéke 72,2 milliárd forint. A többlethozamból 0,8 millió tonna a felszíni öntözés által érintett területek többlet hozadéka, míg 0,2 millió tonna a felszín alatti öntözéshez kapcsolódik. A termelési érték-többletből 48,1 milliárd forint a felszíni öntözőrendszerek fejlesztésének tulajdonítható, míg 24,1 milliárd forint a felszín alattiaknak.
- A javasolt öntözésfejlesztés vízigénye a felszíni öntözőrendszereknél 547 millió köbméter, a felszín alattiaknál 70,9 millió köbméter, vagyis együttesen 617,9 millió köbméter.
- A jelenlegi/feltételezett 50 százalékos támogatás teljes megszűnése jelentősen visszafogná az öntözési beruházásokat. A kereslet alapján számított öntözhető területek esetén 63,8 százalékkal (több mint 570 ezer hektár), a felszíni vízkészletekből öntözhető területeknél közel 60 százalékkal (174 ezer hektár) csökkenne a gazdaságosan öntözésbe vonható területek nagysága.
- A beruházási támogatás 10 százalékos csökkentésének, illetve növelésének hatása nem teljesen szimmetrikus. A vízkereslet alapján végzett számításnál a támogatás csökkentése

hasonló arányban csökkenti a szántóföldi növények (15,2 százalék), valamint a szőlő (13,9 százalék) öntözésbe vonható területét, ami a területek méretét tekintve 126 ezer hektár szántót, illetve 696 hektár szőlőt jelent. A támogatás 10 százalékos növelése nagyobb hatással van a szőlő (22,1 százalék, 1100 hektár), mint a szántóföldi növények (11,3 százalék, 93,7 ezer hektár) öntözésbe vonható területének növekedésére.

- A vízdíj változására nem bizonyult érzékenynek a modell. A vizsgált növénycsoportoknál még a 90 százalékos vízdíjváltoztatás is kevesebb, mint 10 százalékos területváltozást jelentene átlagosan, a 10 százalékos díjváltoztatás hatása pedig egy százalék alatti változást jelent az öntözésbe vonható területek nagyságára vonatkozóan. A vizsgálatok megerősítik azt a hipotézist, mely szerint a vízdíj ismételt bevezetése nem csökkenti érdemben a termelők öntözési beruházási hajlandóságát.
- A vízkereslet alapján végzett számításnál az egyes növények termelői árának 10 százalékos csökkentésének negatív hatása leginkább a szántóföldi növényeknél, azon belül a búza (53,9 százalék), a silókukorica (32,7 százalék) és a szója (30 százalék) öntözésbe vonható területénél tapasztalható. Ár érzékeny növénynek tekinthető az alma, valamint a szőlő, amelyeknél 31,0, illetve 23,5 százalék csökkenés jelentkezik. Hasonló eredményt kapunk a felszíni vízkészletből öntözhető területek esetén is.
- Az aszály tekintetében az eredmények az elvárásoknak megfelelően azt mutatják, hogy ha az egész országot aszályosnak tekintjük, akkor jelentősen megnő az öntözhető területek iránti igény. Ez több mint 638 ezer hektár (71,2 százalék) növekedést jelent a jelenlegi átlagos klimatikus viszonyok esetén számolt igényhez képest.
- A mezőgazdaság öntözési igénye (több mint 800 ezer hektár) jelenleg lényegesen meghaladja az öntözőrendszerek kínálta lehetőségeket (mintegy 300 ezer hektár), ezért szükséges ez utóbbiak fejlesztése, vagyis új öntözőcsatornák építése.
- A meglévő öntözési kapacitások (68 ezer hektár) ugyanakkor messze elmaradnak a meglévő vízkivételi lehetőségektől (300 ezer hektár), ami azt jelenti, hogy a gazdálkodók ösztönzésére is szükség van új jogszabályi környezet, illetve megfelelő beruházási környezet kialakításával.
- Az öntözési technológia megvalósításának alapkövetelménye az öntöző telep vízjogi engedélyének megléte. A jelenlegi vízjogi engedélyezési rendszer egy 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 nem tudnak felvállalni, ezért meg sem próbálják a legális vízhez jutást. Az öntözésfejlesztés megvalósításához elengedhetetlen az engedélyezési folyamat egyszerűsítése, a jogi környezet rugalmasság tétele, és az adminisztratív terhek csökkentése, amelyet mindenképpen a folyamat elektronizálásának kell kísérnie.
- Az öntözővíz tábla széléig való eljuttatásához szükséges öntözési infrastruktúra megvalósítása jelenleg egyedül az állam lehetősége, ezért feladata. E célból Öntözési Hivatal létrehozását javasoljuk, amely komplett öntözési beruházásokat tervez meg és felvállalja az adminisztrációt egészen az engedélyezési fázisig, amennyiben a termelők adott köre vállalja, hogy öntözni fog.

- Részletes gazdaságossági és környezeti vizsgálatok szükségesek annak megállapításához, 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.

## Bevezetés

A jövő egyik nagy kérdése, hogy a Föld növekvő népessége számára hogyan tud az élelmiszergazdaság, benne a mezőgazdaság megfelelő mennyiségű élelmiszert biztosítani. Ez a kérdés önmagában is nagy kihívás, a klímaváltozással párosulva azonban különösen nagy megmérettetést jelent. Világviszonylatban egyre több területen jelentkezik időszakos vagy állandó vízhiány, amely az ökoszisztémát is károsítja. A mezőgazdasági termőterület növekedése nem várható, így a meglévő (csökkenő) területen kell a szükséges élelmiszermennyiséget megtermelni, amely mindenképpen a fajlagos hozamok növekedését igényli. A magasabb hozampotenciál kihasználásában az öntözés kiemelkedő szerepet játszhat.

Az élelmiszertermelés rendkívül vízigényes ágazat. A mezőgazdasági öntözésre használt vízkivétel az összes édesvízkivétel mintegy 70 százalékát teszi ki, ami növekvő nyomást gyakorol a mezőgazdasági vízfelhasználás csökkentésére, illetve a hatékonyság növelésére. A klímaváltozáshoz való alkalmazkodás a világ minden részén arra készíti a szakembereket, hogy megtalálják a mezőgazdasági vízfelhasználás gazdasági-társadalmi-környezeti szempontból is elfogadható, fenntartható módját.

Az Európai Unió vízgazdálkodási elveit is – általában véve – a hatékony vízfelhasználás ösztönzése jellemezi, 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 cél. Más tagállamokban még kevésbé elterjedt és nem eléggé fejlett a mezőgazdasági öntözés, vagy megint másokban 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. A kevésbé elterjedt öntözés okai olyan tényezőkre vezethetők vissza, mint a szétaprózott birtokstruktúra, a termelői együttműködések hiánya, a rövid távú bérleti szerződések, a vízjogi engedélyezési rendszer bonyolultsága, 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 óriási lökést adhat. A klímaváltozás hatására a szélsőséges időjárási jelenségek fokozatosan erősödnek térségünkben, 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 fejlesztésekre van szükség úgy a vízügy, mint a gazdálkodók részéről.

Habár az öntözés jelenleg a potenciálhoz képest korlátozott alkalmazásának feloldására, mint szakpolitikai igény már többször felmerült, most egységes szándék fogalmazódott meg a jogi háttér rendezésére, valamint az öntözési infrastruktúra állami fejlesztésére. A gazdálkodói oldalon a növénytermesztést már hosszabb ideje jellemző jó jövedelempozíció ugyancsak megteremtette mára a lehetőséget a szükséges beruházások végrehajtására.

A tanulmány fő célkitűzése, hogy a fontosabb természeti és gazdasági tényezők figyelembevételével lehatárolást adjon az öntözhető és nem öntözhető területekre, illetve 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 gazdálkodásnak a kertészeti és ültetvényes kultúrákban nincs alternatívája, olyan mértékű a jövedelmi különbség az öntözött és nem öntözött termelés között.
2. Az öntözéses gazdálkodás a jelenlegi alacsony kamatok, magas támogatások és magas terményárak, valamint a térítésmentes vízdíjak mellett már a közepes talajú területeken is pozitív nettó jelenértéket eredményez a szántóföldi növénytermesztésben.
3. A vízdíj jövőbeni újbóli bevezetése nem csökkenti érdemben a termelők öntözési beruházásainak megtérülését.
4. A szántóföldi kultúrák esetében a természeti viszonyok és a szabad vízkészletek akár a jelenlegi terület megduplázását is lehetővé teszik.

A kutatás során elsősorban a mezőgazdasági vízkereslet ökonómiai szempontok alapján történő meghatározására, számszerűsítésére helyeztünk hangsúlyt. A vízkínálat oldaláról a víz adott területen való rendelkezésre állására fókuszáltunk, a vízmennyiség kérdésére nem tértünk ki. Ugyancsak nem foglalkoztunk vizsgálatainkban az öntözésfejlesztési beruházások megvalósításával összefüggésben felmerülő jogi-szabályozási kérdésekkel.

A tanulmány első fejezetében Magyarország természeti adottságait tekintjük át részletesen vízgazdálkodási szempontból, feltérképezve ezzel az öntözési lehetőségeket. Majd az öntözés-gazdasági 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, illetve az öntözhető növények vízigényére, valamint a beruházási és üzemeltetési költségekre. A számításaink logikáját bemutató módszertani fejezetet követően a mezőgazdasági vízkeresletre adunk becslést, amelyet első lépésben a rendelkezésre álló felszíni, majd a felszín alatti vizekkel állítunk szembe, becslést adva a reálisan öntözésbe vonható területekre vonatkozóan. 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, valamint a talajadottságok módosulása esetén.

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

a Szerzők

## 1. 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, úgy mint az időjárás, domborzat, talajadottságok, felszíni és felszín alatti vízrendszer stb. A fejezet első részében ezeket a tényezőket vettük sorra, hogy a már meglévő széleskörű szakirodalmi források alapján képet adjunk az öntözésfejlesztés kiinduló természeti adottságairól. Emellett kitérünk arra, hogy mekkora hajlandóság mutatkozik a mezőgazdasági termelők részéről az öntözésfejlesztésre.

### 1.1. Az öntözési igényeket befolyásoló természeti tényezők

A mezőgazdasági vízgazdálkodás egy olyan vízhasznosítási és vízkár-elhárítási 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 (Bozán-Hamza-Körösparti-Pekár, 2011).

Az öntözéses gazdálkodást akkor célszerű bevezetni, amikor a termelési, gazdálkodási színvonal elérte, megközelítette a száraz körülmények között gazdaságosan elérhető termelési színvonalat, vagyis a természetes csapadék – mennyiségében és eloszlásában – nem elégséges a termelés további bővítéséhez. Ez az időpont az, amikor a termelés további növeléséhez szükséges fontosabb tényezők közül a víz jelenti a szűk keresztmetszetet. Kereszturszky et. al (1998) megfogalmazása szerint az öntözést ott célszerű fejleszteni, ahol arra legalkalmasabb természeti (talajtani-vízgazdálkodási), valamint közgazdasági adottságok találhatók. Eredményes növénytermesztés alapfeltétele, hogy a növény fejlődése számára az összes szükséges tényezőt folyamatosan és egyidejűleg – a megkívánt mennyiségben és minőségben – biztosítani kell.

Az öntözés szükségességét és körülményeit az éghajlat, időjárás (elsősorban a csapadék-, hőmérséklet- és párolgási viszonyok), a domborzat (lejtésvizonyok, kitettség, mikrorelief), a talajvízviszonyok (talajvízszint terep alatti mélysége, ingadozása, talajvíz utánpótlódásának körülményei, kémiai összetétele) és a talajhasználat módja (művelési ágak, vetésszerkezet, agrotechnikai rendszer) mellett a talajviszonyok határozzák meg. Elsősorban a talaj rétegezettsége, a termőréteg vastagsága, az egyes rétegek fizikai, vízgazdálkodási és kémiai tulajdonságai. Az öntözés lehetőségei mindezekelőtt a rendelkezésre álló, megfelelő minőségű vízkészletektől és a terület domborzatától függenek, de számos esetben jelentik annak technikai vagy gazdaságossági akadályát a talajviszonyok (pl. túl nagy szivárgási veszteségek; termékenységet korlátozó tényezők; „száraz-gazdálkodásban” rejlő lehetőségek kihasználhatatlansága stb.). Ilyen akadályt jelent az is, ha az öntözés hatására kedvezőtlen talajtani változások (elvizenyősödés, láposodás, szikesedés stb.) prognosztizálhatók.

#### 1.1.1. Talajadottságok

A talajadottságok az öntözővíz megléte mellett az öntözésfejlesztés másik kulcsát jelentik. Nem csupán azért, mert a minél jobb termőképességű talajok esetében hatványozottan növekszik az öntözés

által kiváltott hozamnövekedés, hanem azért is, mert Magyarországon a vízfelhasználás hatékonyságának növelése a talaj vízháztartás-szabályozásának megkülönböztetett jelentőségű kulcsfeladata (Pálfai, 2005; Somlyódy, 2002; Várallyay, 2003, Várallyay, 2011). Annál is inkább, mivel a globális klímaváltozás prognózisok egybehangzó megállapítása szerint 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, s lesz megkülönböztetett, a mainál is jóval nagyobb jelentősége a talaj vízgazdálkodásának, anyagforgalmának, illetve ezek szabályozásának (Várallyay, 2004, 2007, 2008).

A talaj vízgazdálkodási tulajdonságainak kategória-rendszerében 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. Alapvetően mezőgazdasági hasznosítású területen 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 h.), 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), 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 szolonyec, pszeudoglejes barna erőtalajok), területi arány: 14,9 százalék;
- Igen gyenge víznyelésű, szélsőségesen gyenge vízvezető képességű, igen erősen víztartó, igen kedvezőtlen, extrémén 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.

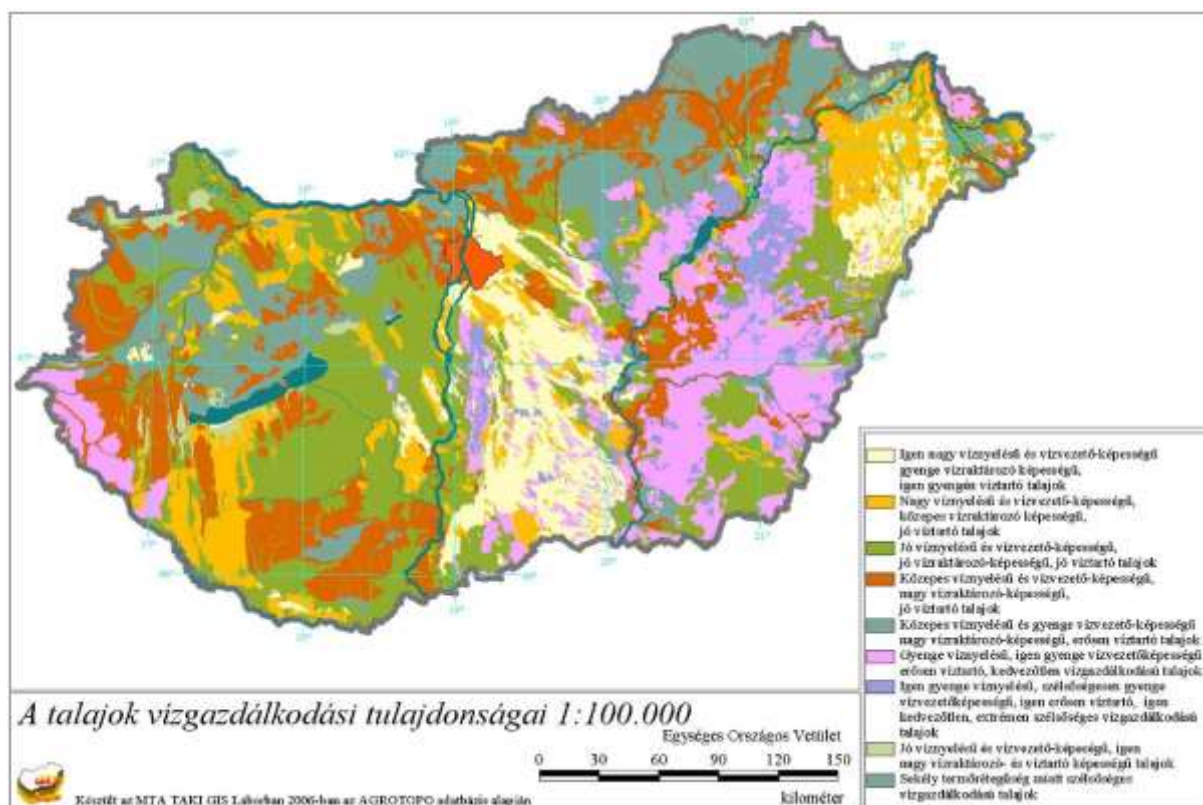
A rendelkezésre álló talajtani adatbázis alapján megszerkesztették Magyarország talajainak vízgazdálkodási kategória térképét (1. ábra) 1:100000 méretarányban (Láng et al., 1983; Várallyay, 2004; Várallyay et al., 1980).

1. táblázat: **A talaj vízgazdálkodási tulajdonságok szerinti kategóriák általános jellemzői**

| Kategória<br>kód száma | Fizikai talajféleség                                            |                |                 | VK <sub>sz</sub>  | HV    | DV    | IR      | K        |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-------------------|-------|-------|---------|----------|
|                        | jele                                                            | K <sub>A</sub> | hy <sub>1</sub> | 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.*                    |                                                                 |                |                 |                   |       |       | 10-50   | 0,01-0,1 |
| 7.**                   |                                                                 |                |                 |                   |       |       | < 10    | < 0,01   |
| 8.***                  | tőzeg, kotu                                                     |                |                 | > 50              | > 35  |       |         |          |
| 9.                     | Sekély termőrétegűség miatt szélsőséges vízgazdálkodású talajok |                |                 |                   |       |       |         |          |

K<sub>A</sub>: Arany-féle kötöttségi szám;; hy<sub>1</sub>: higroszkóposági értékszám; Fizikai talajféleség: h: homok; hv: homokos vályog; v: vályog; av: agyagos vályog; VK<sub>sz</sub>: szabadföldi vízkapacitás; HV: holtvíztartalom; DV: hasznosítható vízkészlet; IR: víznyelés sebessége; K: hidraulikus vezetőképesség. \*Enyhe szikesedés vagy pszeudoglej-képződés miatt kedvezőtlen; \* vízgazdálkodású talajok; \*\* Erős szikesedés miatt extrémén szélsőséges vízgazdálkodású talajok; \*\*\* Láptalajok.  
Forrás: Várallyay et al. (1979, 1980)

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



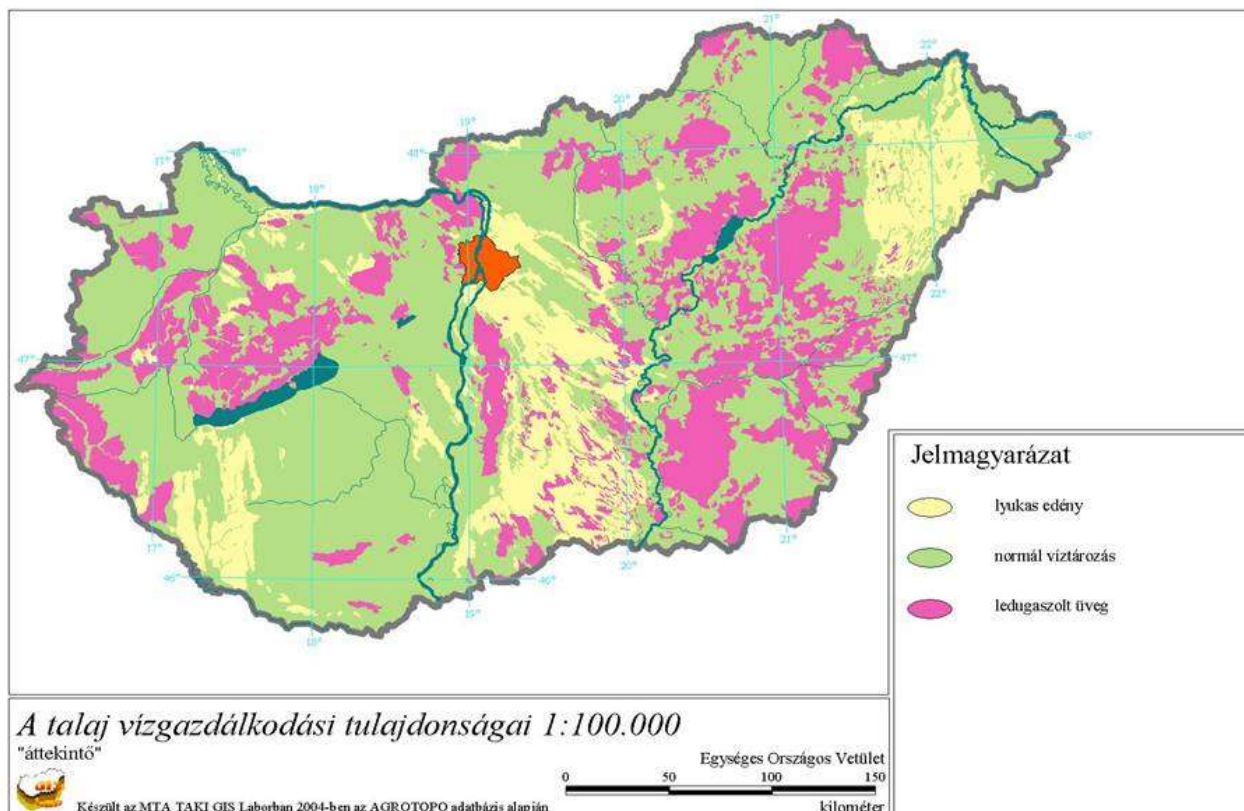
Forrás: MTA TAKI, AGROTOPO

A talaj hazánk legnagyobb kapacitású – potenciális – természetes víztárolója (Várallyay, 2005, 2007, 2008a, 2008b). „A talaj felső egy méteres rétege potenciálisan mintegy 45 km<sup>3</sup> víz befogadására és 25-35 km<sup>3</sup> 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 nedvességtároló terének feltöltését: „ledugaszolt edény effektus”.

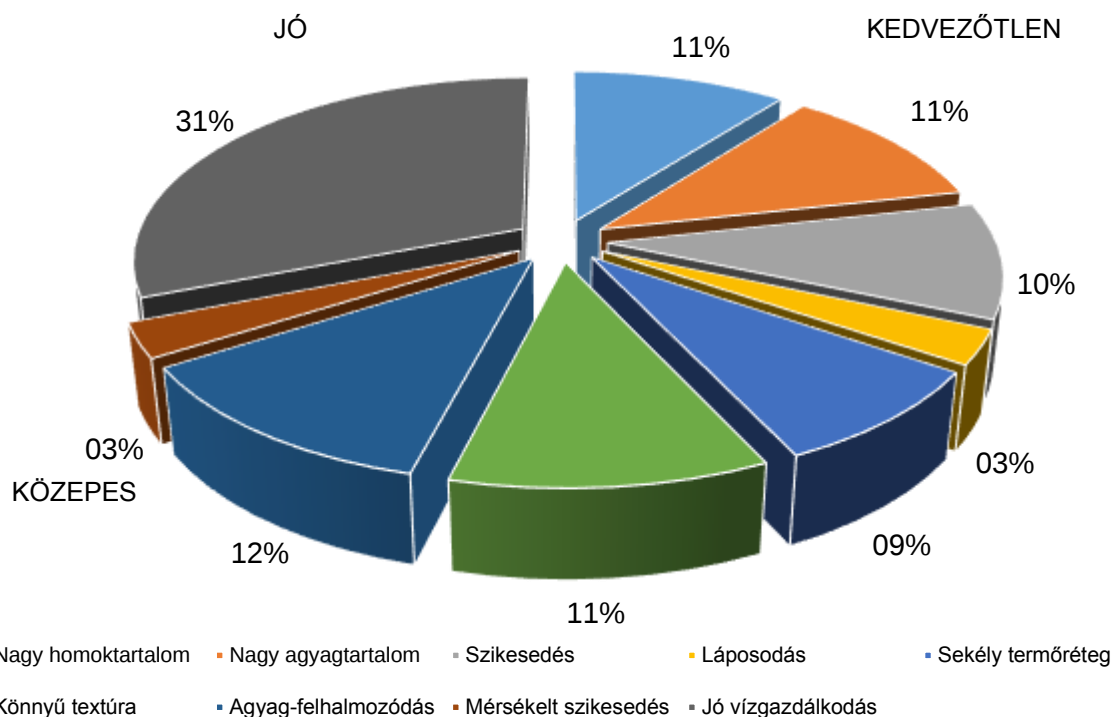
A talaj vízháztartását befolyásoló (gyakran meghatározó) „effektusok” vázlatos térképét mutatjuk be a 2. ábrán. A „ledugaszolt edény effektus” a 6., 7. és 9. vízgazdálkodási kategória talajaira, a „lyukas edény effektus” az 1. és 2. kategóriák talajaira jellemző elsősorban (Várallyay, 1985, 2005, 2007;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

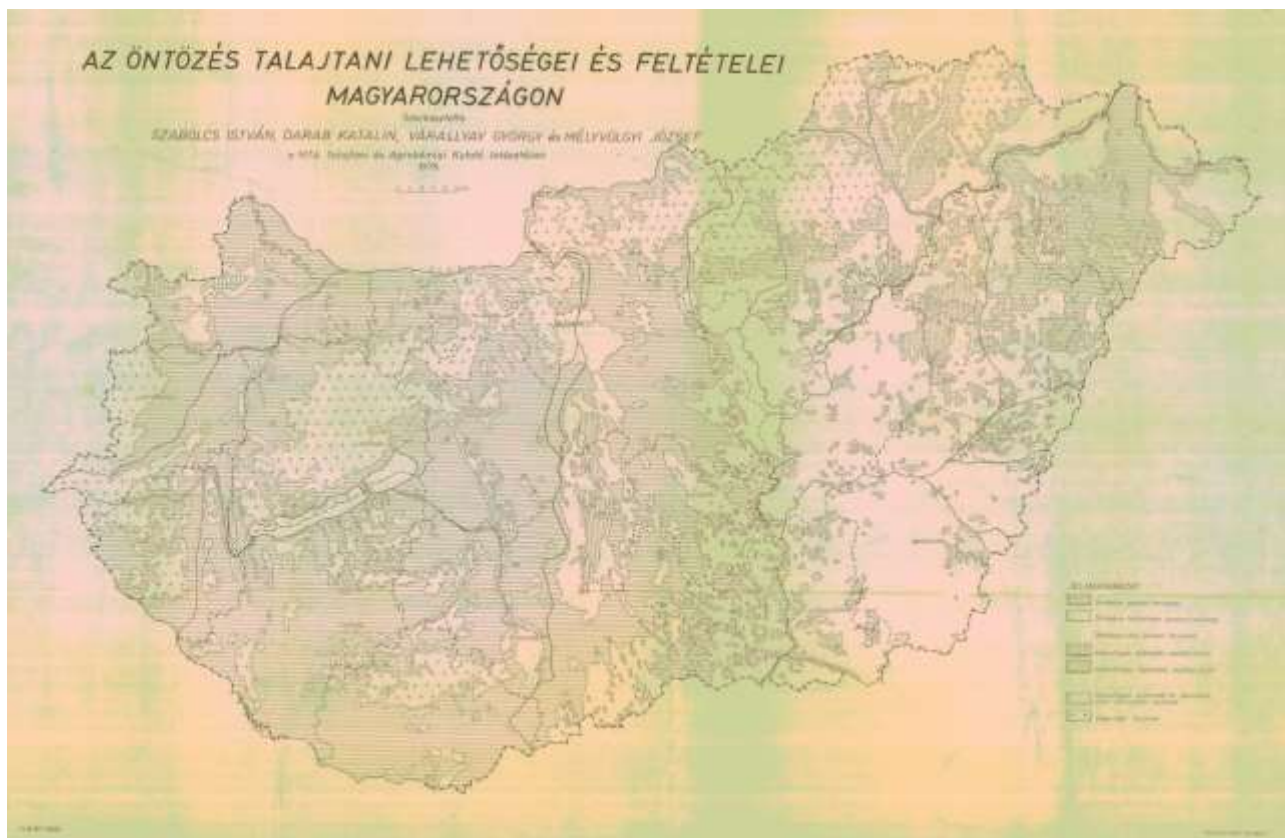


Forrás: Várallyay, 2001a, 2003

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 kiemelkedik az öntözés feltételeit determináló talajtani adottságok, illetve az öntözés megvalósulását követő talajdegradációs hatások. A 4. ábrán bemutatott térképen (Szabolcs et al., 1976) láthatók azok a területek, ahol az öntözés közvetlen veszéllyel nem jár, feltüntetést nyertek azok a talajok, amelyeken az öntözés csak bizonyos feltételek betartása mellett folytatható anélkül, hogy az a talaj termékenységére nézve káros legyen, végül szerepelnek azok a területek is, amelyeken öntözéses gazdálkodást nem javasolnak a talaj termékenységének károsodása nélkül. A térképen azokat a területeket is feltüntették, ahol a térképezési folyamat befejezéséig az öntözések másodlagos szikesedéssel, másodlagos elláposodással, vagy ezek kombinációjával jártak és a talaj termékenységére kedvezőtlen hatást gyakoroltak.

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



Forrás: Szabolcs et al., (1976)

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. Azonban 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).

Az öntözésre feltételesen javasolt területeken (II. kategória) az öntözés hatására csak akkor nem következnek be a talajok termékenységet 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 vannak (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 az öntözés (a helytelenül megválasztott, s nem megfelelő körülményekkel 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 javasolható az öntözés, mivel annak hatására várhatóan a talajtermékenységre káros talajgenetikai és hidrológiai folyamatok indulnak meg, illetve mély ülnék 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 területrészekben.
- 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:

- Szoloncák, szoloncák-szolonyec és kérges réti szolonyec talajú területek.
- Öntözés következtében erősen elszikesedett területek (nagy sófelhalmozódás és/vagy nagy szolonyecedés a talaj 0-50 cm-es rétegében).

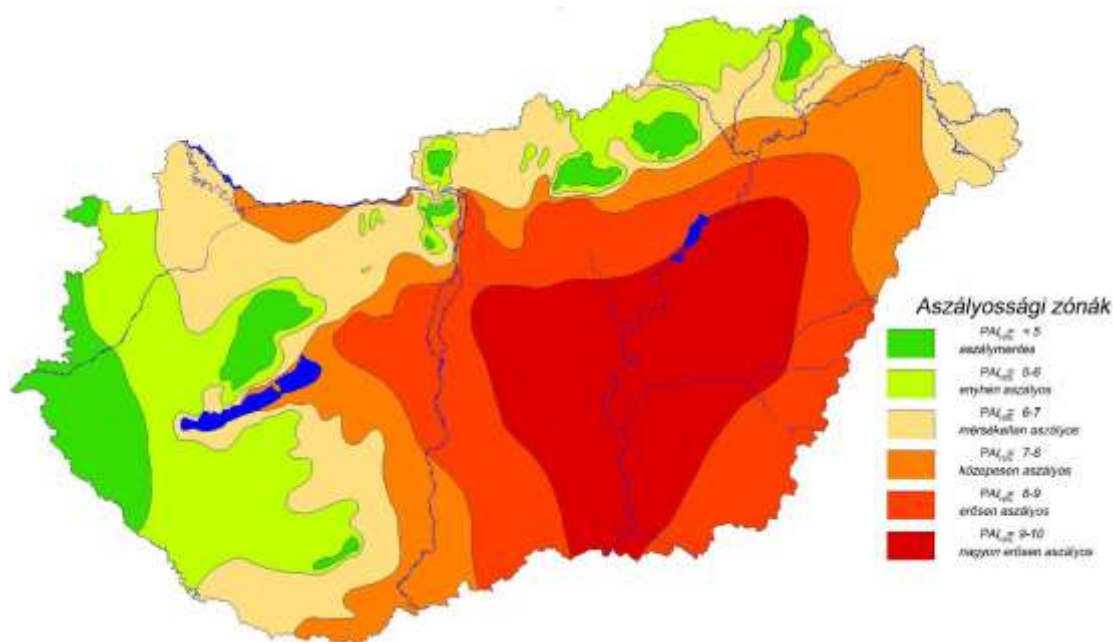
### 1.1.2. Klimatikus viszonyok

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 csapadék ellátottságú és egy aszályos időjárási periódus. Az aszályos években a tenyészidőszak folyamán jelentős vízhiány mutatkozik, míg a bő csapadék ellátottságú 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.

Országunk csapadékban legszegényebb területeit a síkságainkon találjuk a Nagy- és Kisalföldön, valamint a Dunántúl keleti vidékein. Itt az évi csapadék 50 éves átlagban nem éri el az 500 mm-t.

Síkságaink többi része éves átlagban 500-600 mm csapadékot kap. Az Alföld közepétől a szélük felé haladva a csapadék mennyisége növekszik. Az átlagos csapadék 500 mm és azon felüli értékei általában kielégítenék a növénytermesztés igényét, de az egyes évek csapadékanak bizonytalan volta, továbbá a csapadékösszeg szeszélyes időbeni ingadozása olyan nagymértékű, hogy – kielégítő nagyságú sokévi átlag mellett – mégis gyakori az aszályos időszak (5. ábra). 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, az üzemek kiegyensúlyozott jövedelméhez fűződő érdekek miatt egyre inkább gazdasági szükséggá is válik az öntözés.

5. ábra: **Aszályossági zónák Magyarországon**

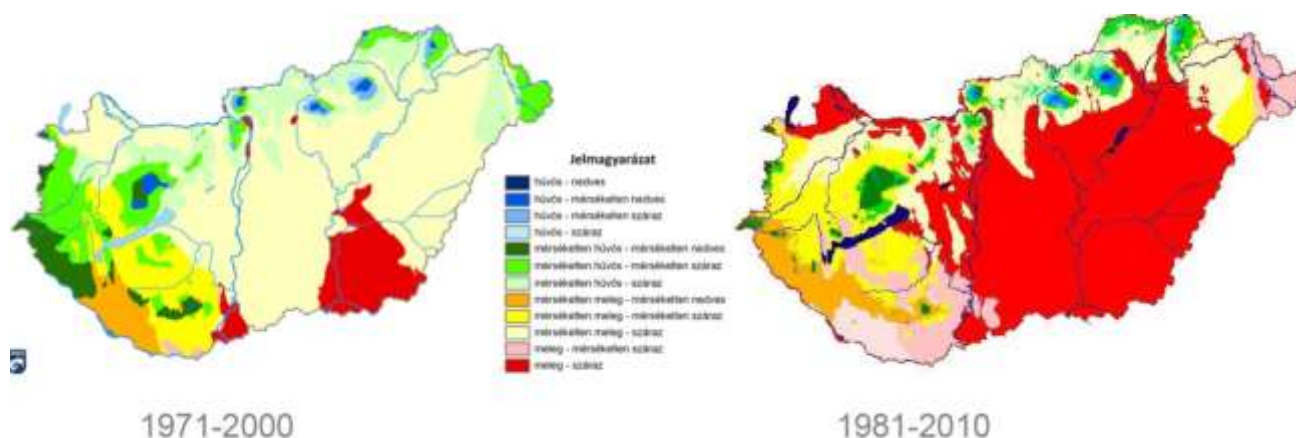


Forrás: Pálfi (2005)

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.

Ezt a helyzetet a jövőben csak tovább fokozza a klímaváltozás, amelynek gyors előrehaladását jól mutatja az éghajlati körzetek változása, melynek tendenciáit jól tükrözi Bihari et al. (2014) vizsgálatai is (6. ábra).

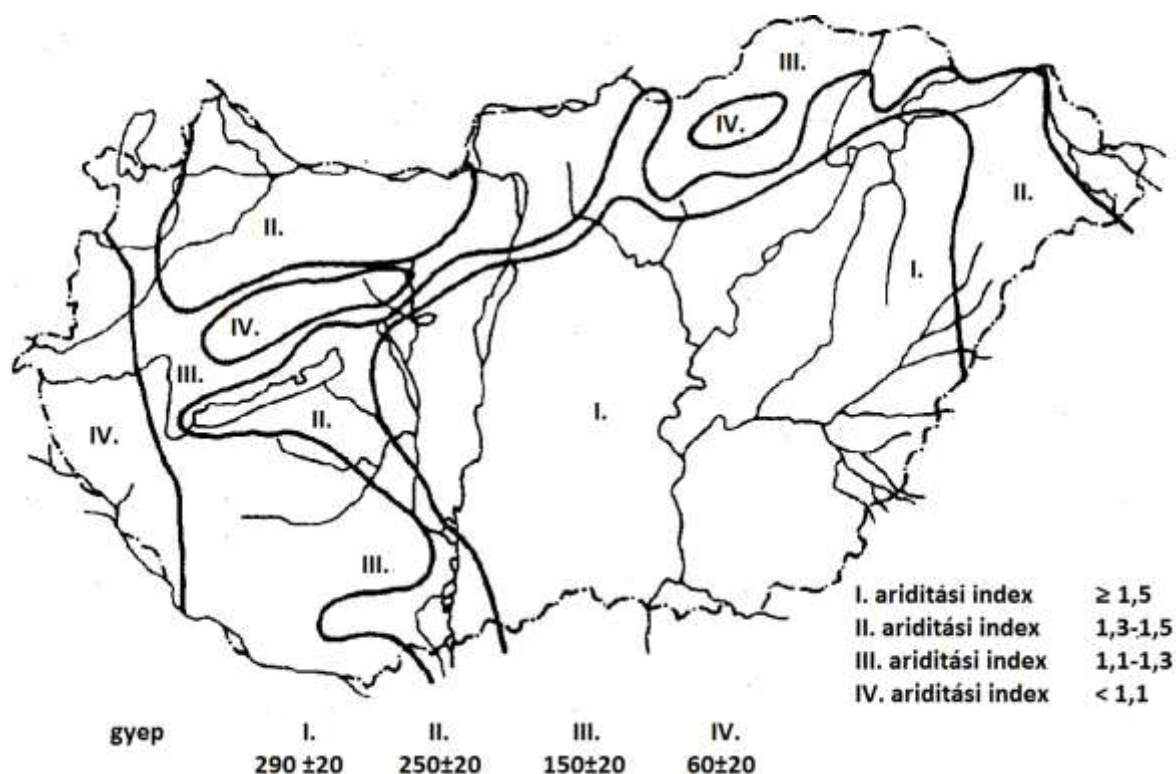
6. ábra: Péczely-féle éghajlati körzetek változása



Forrás: Bihari et al. (2014)

A klimatikus viszonyok alapvetően határozzák meg, hogy egy-egy 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)

2. táblázat: **Öntözési idénynormák mm-ben**

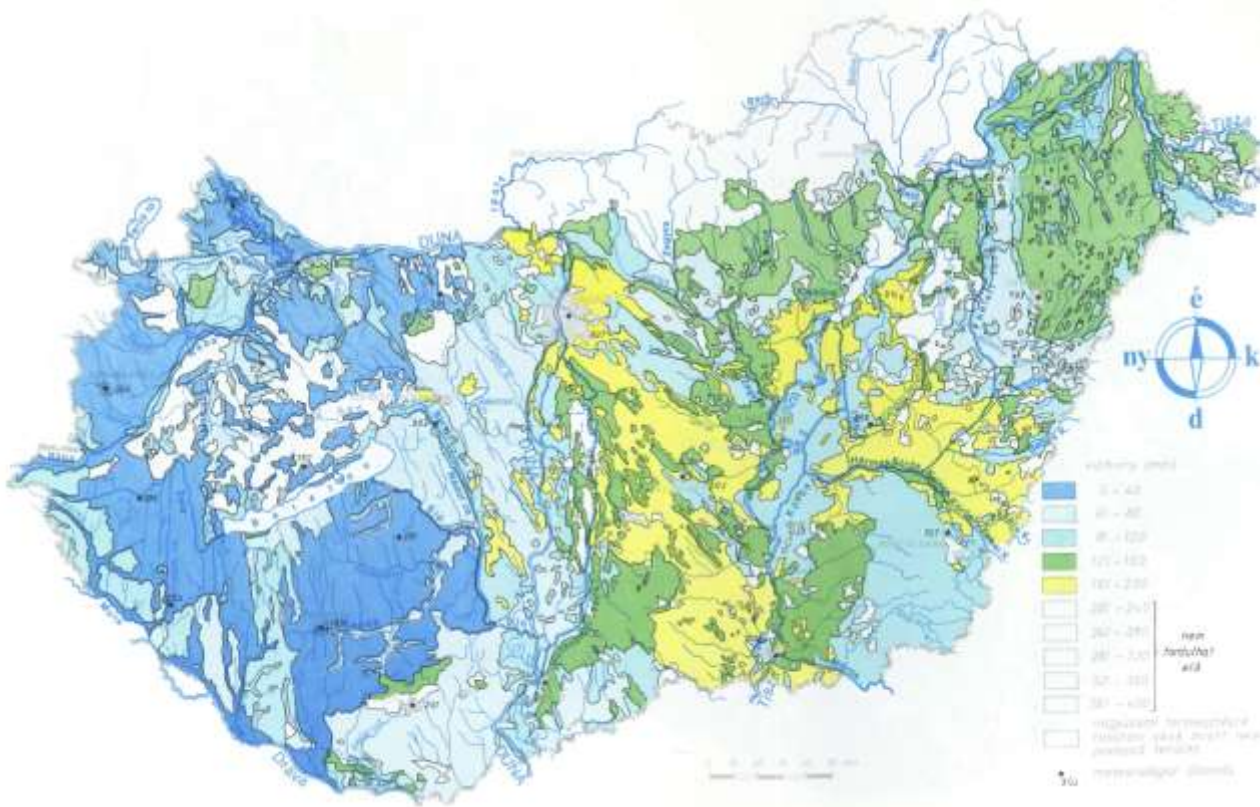
| Növénykultúrák                     | Éghajlati körzetek |            |          |         |
|------------------------------------|--------------------|------------|----------|---------|
|                                    | I.                 | II.        | III.     | IV.     |
| Intenzív gyepek                    | 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                               | 1200 (300)         | 1200 (300) | -        | -       |
| Másodnövények                      | 120 (20)           | 100 (20)   | 40 (10)  | 40 (10) |

Megjegyzés: A táblázatban szereplő értékek átlagos talajra vonatkoznak; a zárójelben feltüntetett 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 tenyészedőszaki vízhiányokat szemlélteti példaként a kukoricánál a 80 százalékos elérési valószínűséggel a 8. ábra. Láthatjuk, hogy a területi vízmérleg értékelésénél több szempontot kell figyelembe venni, elsősorban 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 tenyészidőszaki vízhiány 80 százalékos elérési valószínűségű értékei (kukorica)**



Forrás: Országos Vízgazdálkodási Keretters (1984)

### 1.1.3. Domborzati viszonyok

A domborzati viszonyok szintén fontos szempontot jelentenek az öntözés esetében. Egy lejtős, nagyobb meredekségű területen nem képzelhető el az öntözés egyrészt az öntözés technikai kivitelezésének 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 és Kemeneshát részt érinti. Természetesen a különböző területek lejtőhajlása predestinálja a művelési módot is és az erodált vagy erózióra hajlamos területen a földhasználó köteles a domborzati, talaj- és csapadékvizsnyoknak megfelelő művelési ágot 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 valószínű 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 ágaknak 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.

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 lejtőviszonyok esetében 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 12-1 százalék. Ezeken a lejtőkön vagy a 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 esetében 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 lejtési százalék 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, hogy milyen öntözési módot tudunk alkalmazni.

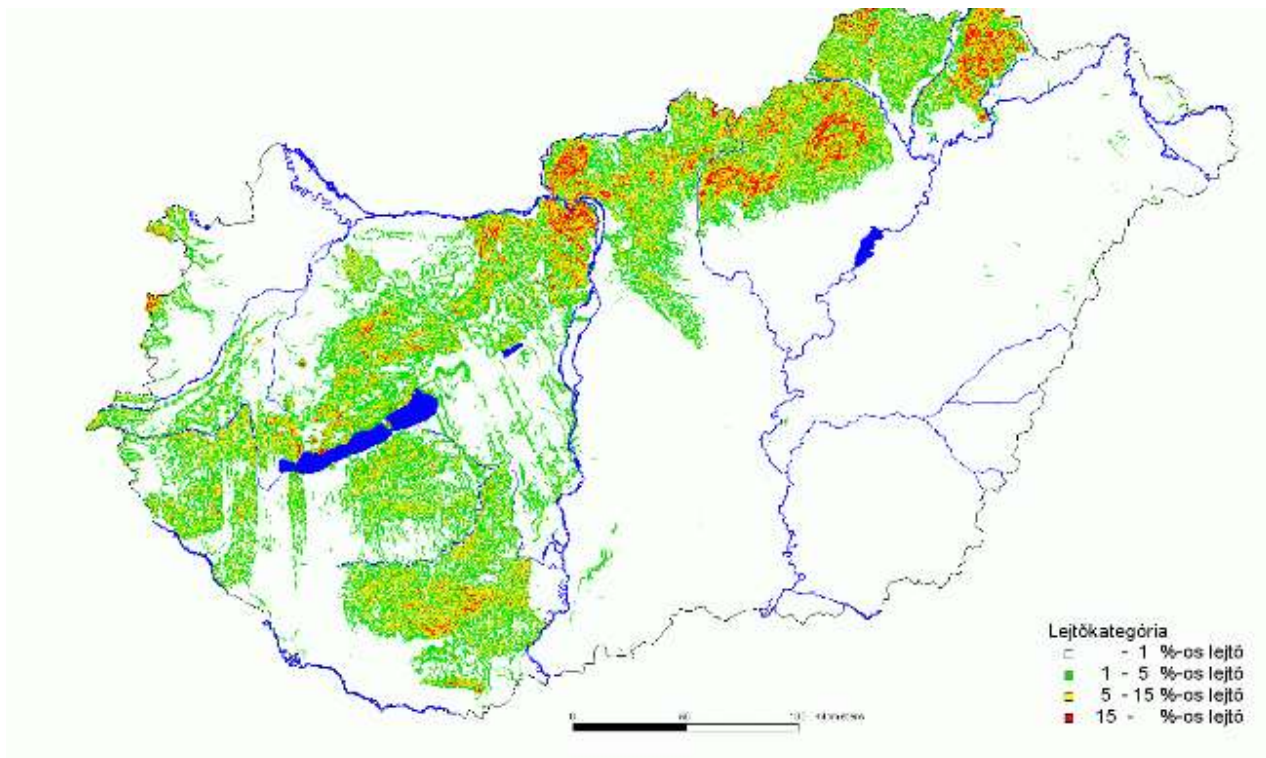
A felületi öntözés (árasztásos) megköveteli a sík területet. A felületi öntözés ma korszerűtlennek számít, a nagy veszteségek miatt gyenge a hatékonysága, ráadásul a víz kijuttatása egyenetlen, megvalósítása számos problémát vet fel, jó minőségű öntözésre nem alkalmas. A felületi öntözés egyéb formáit,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

Az esőszerű öntözésen belül a csévélnélhető dobos berendezések hullámos terepen is használhatók abban az esetben, ha a terep esése az öntözőberendezéstől mérve a kifektetett tömlő hosszában legfeljebb 5 százalék. A körbenjáró (center pivot) és linear 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).



9. ábra: Magyarország lejtőkategóriái (egység = 100 x 100 m),



Forrás: <http://www.ktg.gau.hu/~podma/zona/images/map1.gif>

#### 1.1.4. Belvíz-veszélyeztetettség

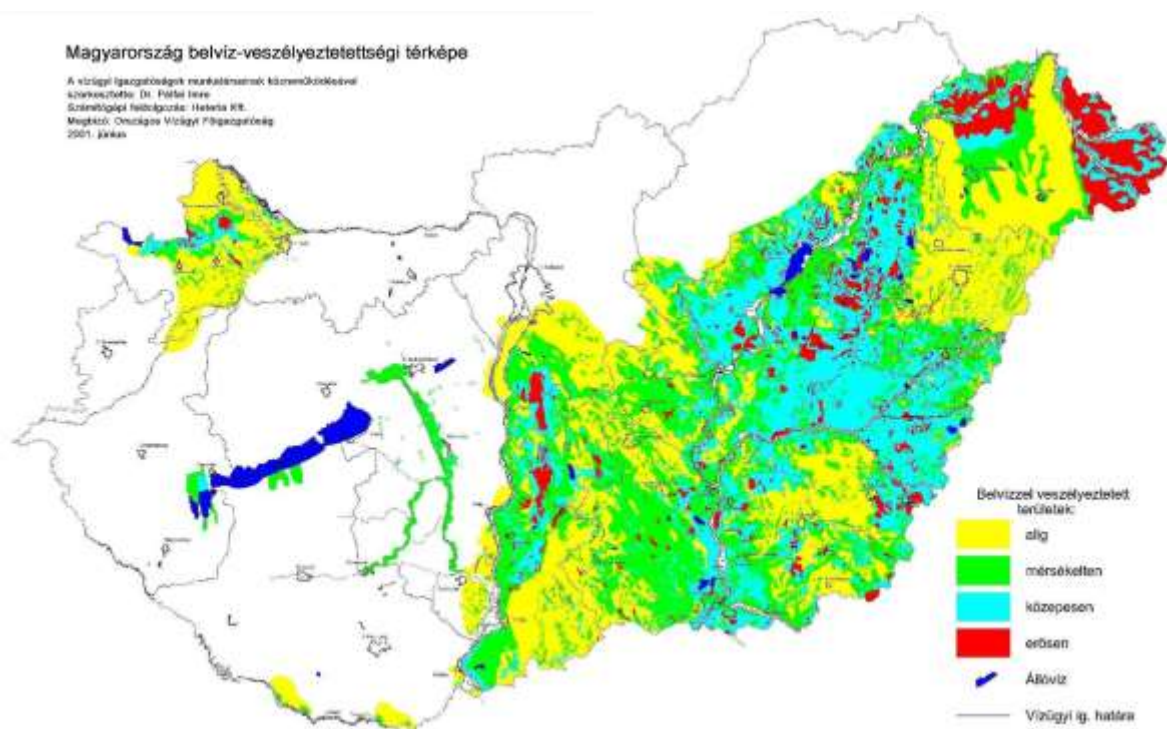
A belvizeket időszakos jellegük miatt alapvetően nem sorolják az öntözésre hasznosítható vízkészletek közé, bár esetlegesen - kiegészítő vízforrásként - szerepük lehet az öntözővíz-ellátásban. Napjainkban azonban egyre nagyobb igény mutatkozik a belvizekkel való okszerű gazdálkodásra. Az elmúlt évtizedek környezeti, társadalmi és gazdasági változásának következtében a belvízkezelés területén újra kell gondolni a feladatok körét és mértékét, valamint a tájhasználat, földhasználat új, az ökológiai és az 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 vízviisszatartás lehetőségeinek felmérése a topográfiailag alkalmas területek lehatárolását, az uralkodó talajviszonyok meghatározását, a rajta gazdálkodók tulajdonviszonyait, szándékait, az ott összegyülekező tárolt víz mennyiségi és minőségi időbeli változását kell, hogy vizsgálja.
- Meg kell határozni azokat a célokat, amelyek kielégítését elvárjuk az új rendszerektől (vízelvezetés, vízviisszatartás, víztározás, környezeti és természeti célok, a víztestek jó ökológiai állapotának elérése, stb.), valamint azt, hogy a viisszatartott készleteknek milyen alternatív hasznosítási lehetőségei vannak (halgazdálkodás, rét-, legelő- és gyepegzálkodás, 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.

A vízvi sszatartás területi igénye az adott belvízrendszer adottságainak függvénye, amit egyrészt célszerű az alsóvezérlés oldaláról megközelíteni, másrészt komplex belvíz-veszélyeztetettségi értékelésen kell alapulnia. A vízvi sszatartás 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 szennyező forrásainak felderítése és lehetséges lokalizálása, illetve megszüntetése nélkül az összegyülekező és vi sszatartott/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 előntött, hanem a környező területeket, tehát a teljes hatásterületet kell vizsgálni talajvíz-emelkedés, talajromlás, esetleges elvi zenyősödés 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).

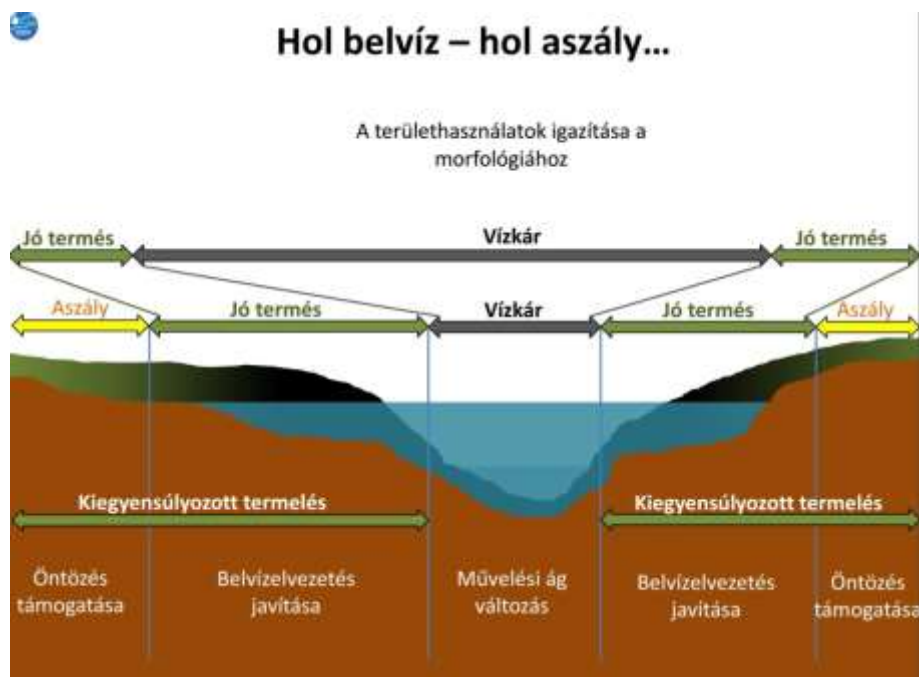
10. ábra: **Magyarország belvíz-veszélyeztetettségi térképe**



Forrás: Pálfi (2005)

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 (10. ábra). Mindkét jelenség károkozása esetenként vállalhatatlan kockázatot jelent, így a mezőgazdasági vízgazdálkodás feladata a víztöbblet és a vízhiány együttes kezelése (11. ábra).

11. ábra: **Vízhiány-víz többlet kezelési lehetőségei**



Forrás: Láng (2015)

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, amelyek esetében 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. Ezeken a területeken meghatározó jelentőségű a termőhely-specifikus termesztéstechnológia, illetve a talajban történő víz visszatartás fokozása (periódikus mélyművelés, mélylazítás). A belvíz által mérsékeltlen vagy nem veszélyeztetett területeken a hagyományos 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. A nagyobb értékű kultúrák termesztése ezeken a területeken kisebb kockázattal vállalható. Az árvíz-veszélyeztetett, árvízjárta területeken pedig kizárható az öntözés, itt a fokgazdálkodás lehet a víz visszatartás optimális módszere.

#### 1.1.5. Természet- és környezetvédelemi viszonyok

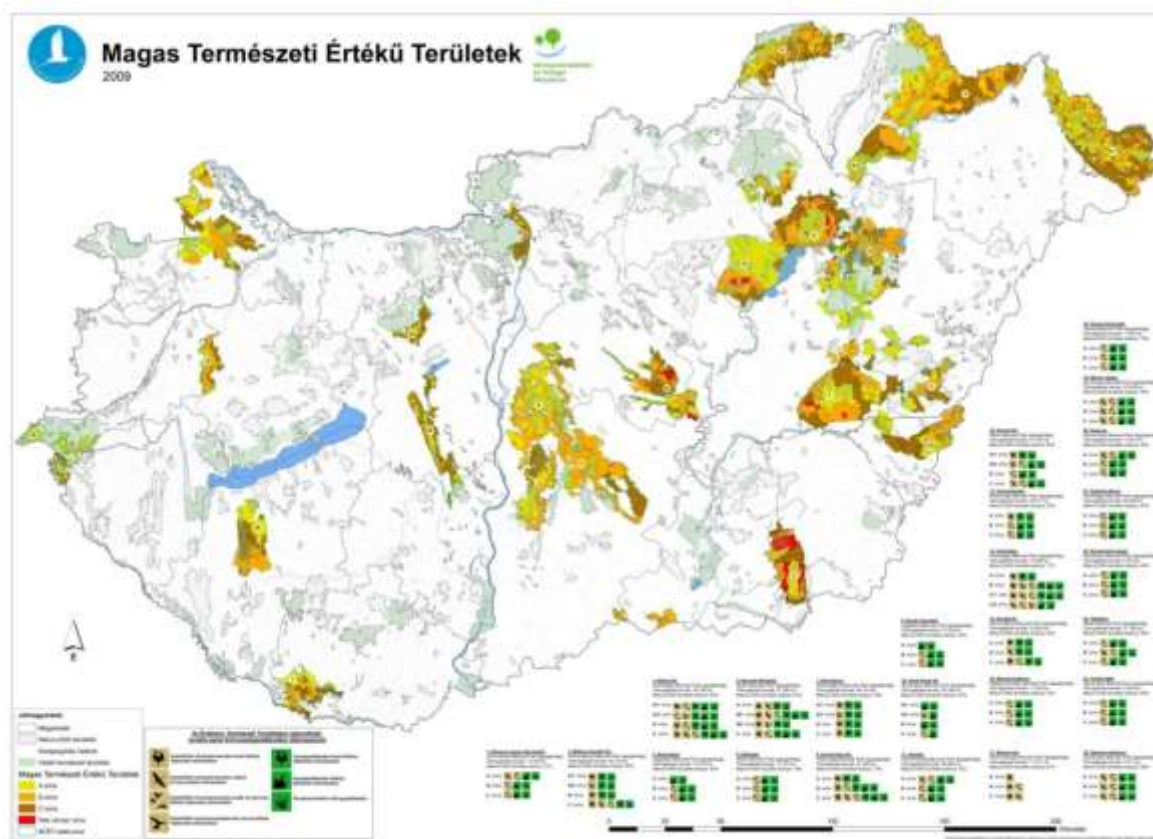
Minél sérülékenyebb ökológiai szempontból egy terület, annál kevésbé viseli el az olyan jelentős mértékű emberi beavatkozásokat, mint amilyen az öntözés.

A magas természeti értékű területekről elmondható, hogy alapvetően természetes élőhelyek megőrzését célozzák, így ezen elv nehezen egyeztethető össze az olyan léptékű emberi beavatkozással, mint az öntözés.

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 előírascsoportok által befolyásolt gazdálkodási tevékenységek között szerepel az extenzív mezőgazdasági termelési mód fenntartása. A mezőgazdasági területeken a természeti sokféleség csökkenése a termelés intenzívebbé válására vezethető vissza. A tápanyag-utánpótlás során a nitrogén hatóanyag kivételének 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-Tóth, 2015).

## 12. ábra: Magas Természeti Értékű Területek

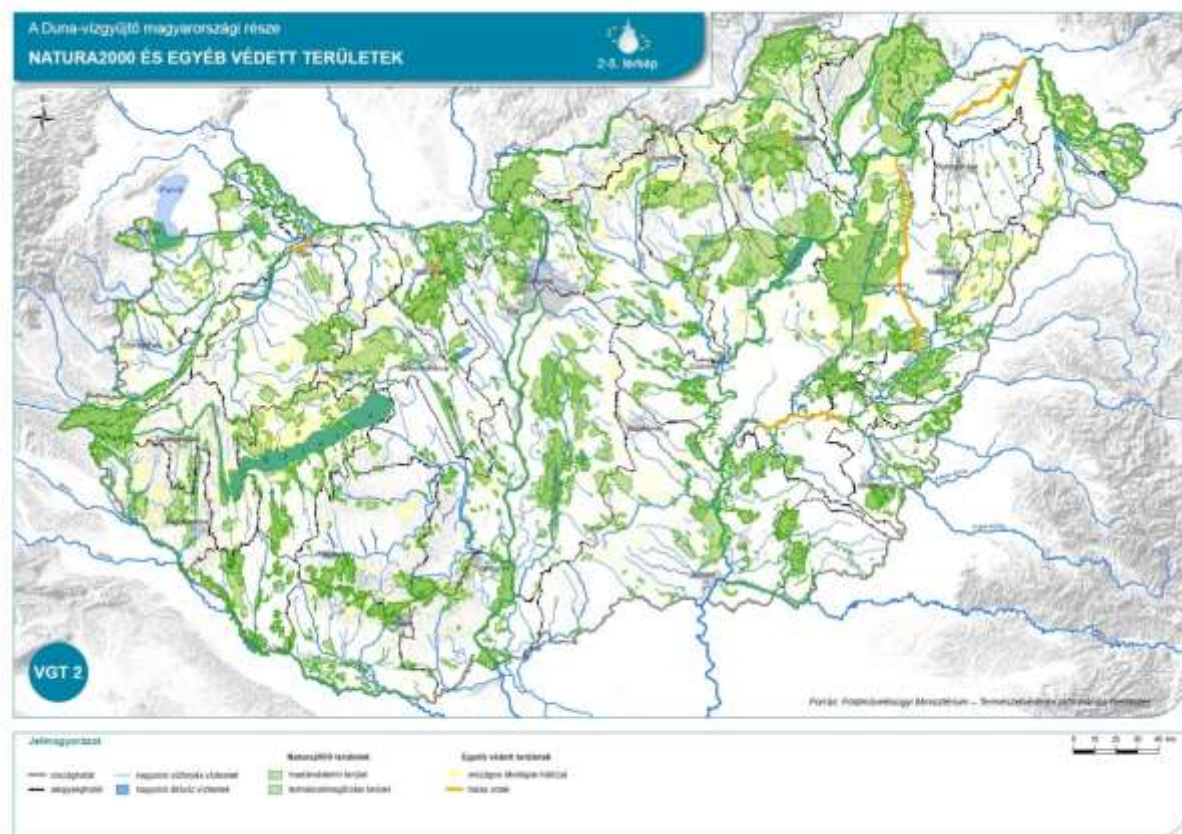


Forrás: <http://www.mtvsz.hu/>

Natura 2000 gyepterületek (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 ki-szórása tilos.
- A terület legalább 5, legfeljebb 10 százalékát kaszálásonként változó helyen kaszátlanul kell hagyni.
- A belvíz gyepterületről történő elvezetése és a gyepterület öntözése tilos.
- Napnyugtától napkeltéig a gépi munkavégzés tilos.
- Engedély szükséges: nád irtása, téli legeltetés, vadgazdálkodási berendezések elhelyezése
- Természetbarát kaszálási módszerek alkalmazása kötelező (kiszorító kaszálás, vadriasztó lánc)
- Invazív fajok megtelepedését, terjedését meg kell akadályozni
- A kaszálást előzetesen be kell jelenteni
- Gyepterületen a szalmaszén tárolása a kaszálást követő 30 napon túl tilos.

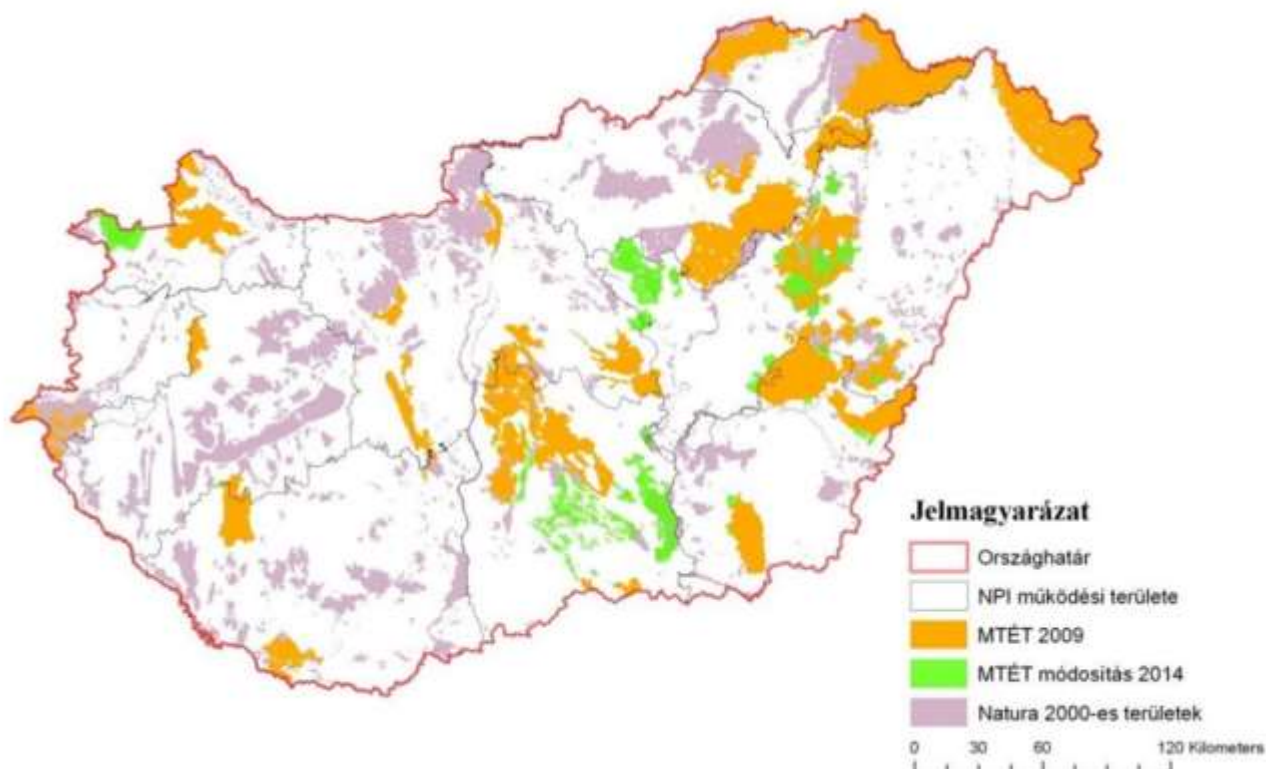
13. ábra: Natura2000 és egyéb védett területek



Forrás: [www.vizeink.hu](http://www.vizeink.hu)

Ha természetvédelmi és öntözésfejlesztési szempontból megvizsgáljuk Magyarország teljes területét (14. ábra), akkor látható a jelentős területi lefedettség. E területekről elmondható, hogy az öntözésfejlesztésbe való bevonásuk nem vagy csak nagy erőfeszítések árán valósulhat meg.

14. ábra: Natura2000 és MTÉT területek



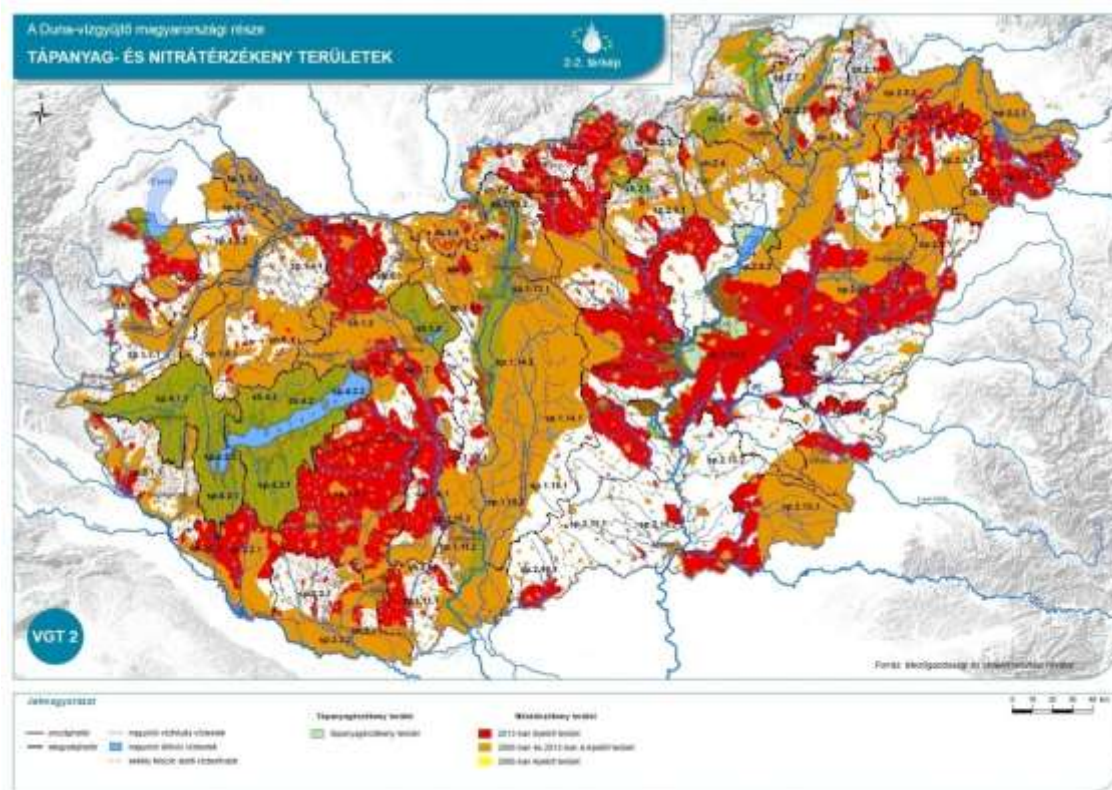
Forrás: [www.vizeink.hu](http://www.vizeink.hu)

Azokat a területeket, amelyek esetében fennáll a veszélye, hogy a műtrágyázásból eredő nitrát-kimosódás jelentős mértékben bekerül az emberi fogyasztást biztosító vízbázisokba vagy szennyezi a talajvizet, nitrátérzékenynek minősítették (15. ábra). Ennek megfelelően a jelentős mértékben nitrátérzékeny területeken jelentős technológiai korlátokat kell betartani ahhoz, hogy az öntözés jelentős mértékben 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 – Csányi – Keszthelyi – Kujáni – Dr. Szabados – Sztahura – Várszegi, 2015).

15. ábra: Tápanyag- és nitrátérzékeny területek



Forrás: [www.vizeink.hu](http://www.vizeink.hu)

## 1.2. Az öntözővíz megléte

Az eddigiekben tárgyalt, az öntözésre vonatkozó igényeket befolyásoló tényezők mellett az öntözéses gazdálkodás bevezetésének nyilvánvaló alapfeltétele az, hogy az öntözéshez szükséges vízmennyiség 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 koratavasszal 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 vízvesztéseket és az öntözési üzemrendet is.

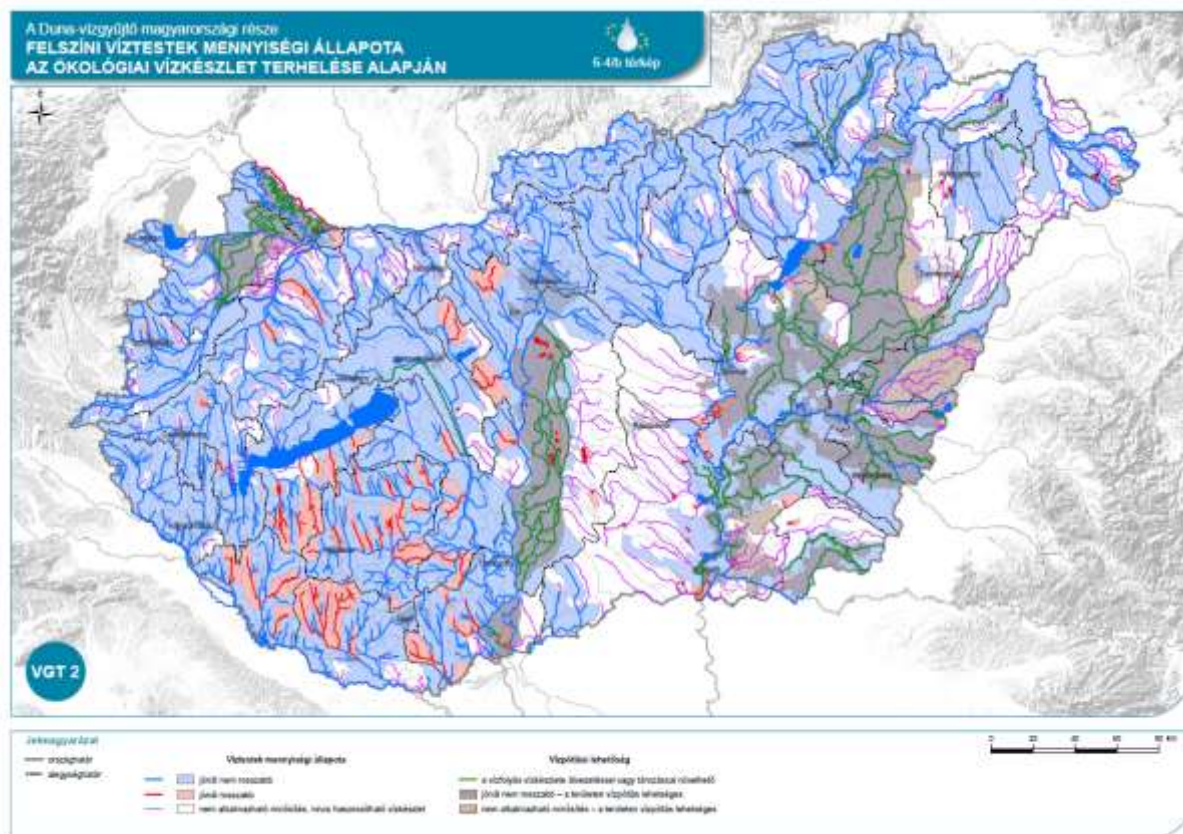
A felszín alatti vízkészletfajták közül öntözési célra a talajvizet és a sekély rétegvizet hasznosítják. A felszín alatti vizek elsősorban a lakosság vízellátását szolgálják, de ott, ahol bővebben állnak rendelkezésre, öntözési célú felhasználásuk is elképzelhető. Ilyen szempontból mindenképp a folyók hordalékkúpjai jöhetnek szóba. Ezek területén kis mélységű (10-15 méteres) csökutakkal 400-2000 l/p vízhozam is kinyerhető, s ez már elegendő kisebb öntözőberendezések üzemeltetéséhez. Igazi

nagyüzemi öntözés csökutakkal nemigen oldható meg. Magyarország nagy részén a talajvíznyerési adottságok kedvezőtlenek, sok helyen legfeljebb a házi- és hobbykertek öntözővíz-igénye 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. Vízyűjtő-gazdálkodási Tervet (2014-2020), 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, és 185 felszín alatti víztest (FAV) különíthető el. Az ivóvíz célú vízkivételek közel 95 százaléka FAV-ból származik, ezért különösen fontos a védelmük (123/1997. (VII.18.) Korm. rendelet).

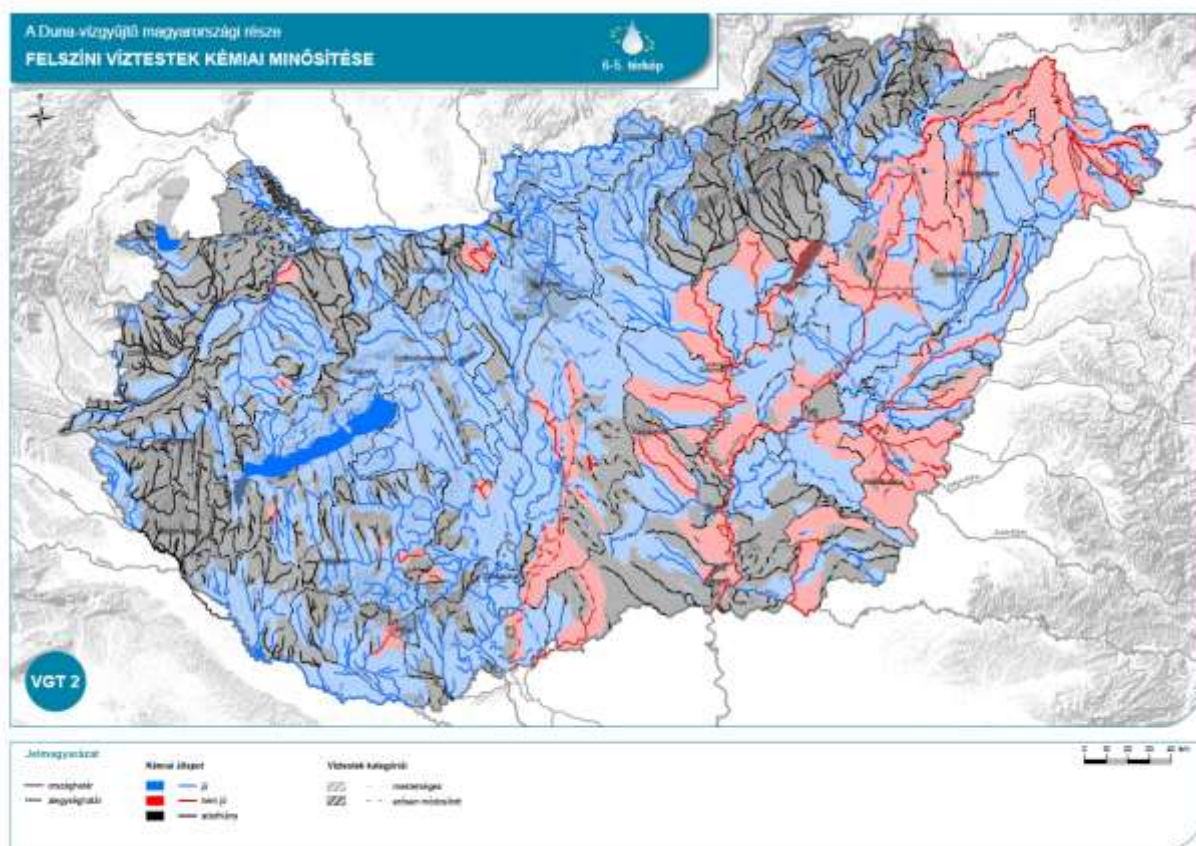
A felszíni víztestek minősítése (16. és 17. ábra) esetében a kémiai minősítés 84 esetben nem megfelelő, 493 esetben jó, míg 501 esetben adathiány nehezíti az értékelést. Jól látható azonban a térképről, hogy az ország túlnyomó részén megfelelő a vízminőség. A víztestek mennyiségi állapota 706 esetben jónál nem rosszabb, 224 esetben nem alkalmazható minősítés, míg 148 esetben jónál rosszabb a mennyiségi állapot. Összességében itt is elmondható, hogy a felszíni víztestek zöme esetében szóba jöhet öntözés, bár a térkép csalóka olyan szempontból, hogy a kisvizek általában nem alkalmasak arra, hogy belőlük öntözési igényt elégítsenek ki.

16. ábra: **Felszíni víztestek mennyiségi állapota**



Forrás: [www.vizeink.hu](http://www.vizeink.hu)

17. ábra: **Felszíni víztestek minőségi állapota**

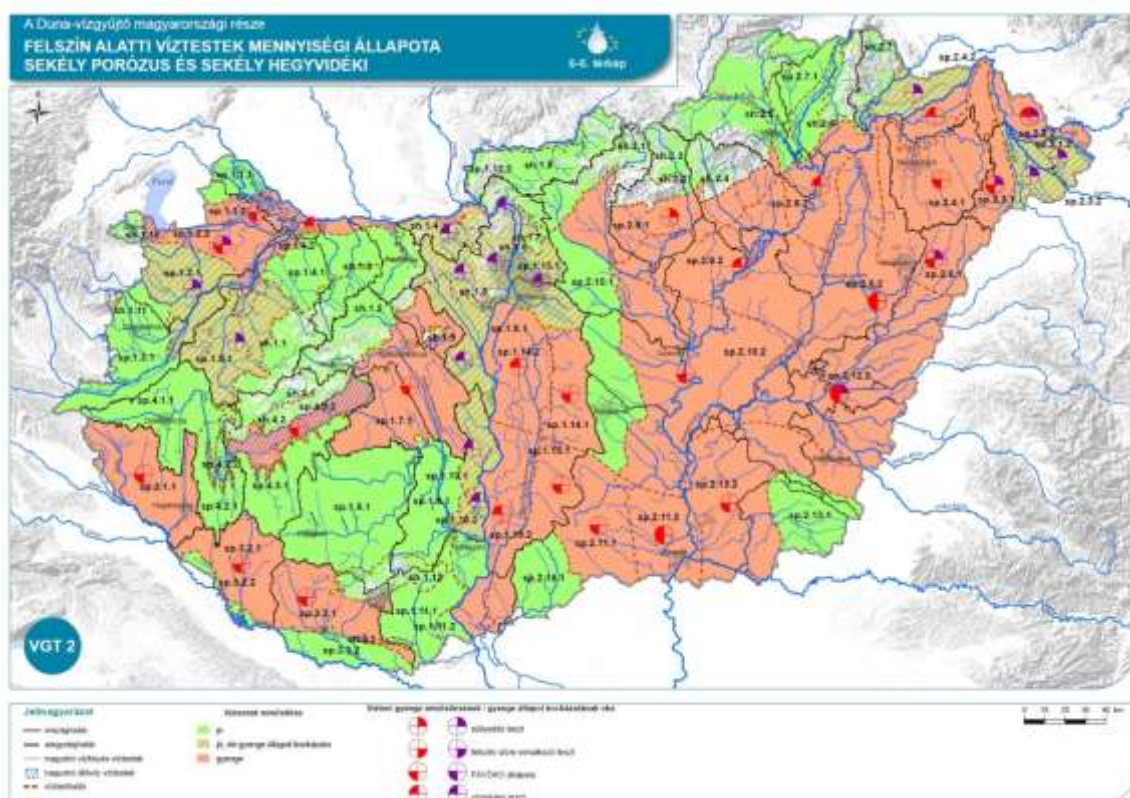


Forrás: [www.vizeink.hu](http://www.vizeink.hu)

A felszín alatti vizek minősítése (18. és 19. 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 minősítésére végzett tesztek alapján 37 állapota gyenge, 20 darab víztest a „jó, de gyenge kockázata” minősítést kapta. A tartós vízszintsüllyedés a felszín alatti víztől függő ökoszisztémák (FAVÖKO) károsodásához vezethet. A kémiai állapot minősítés során 38 FAV gyenge, 17 víztest a „jó, de gyenge kockázata” minősítést kapta. A II. VGT intézkedési programjában szereplő ajánlások:

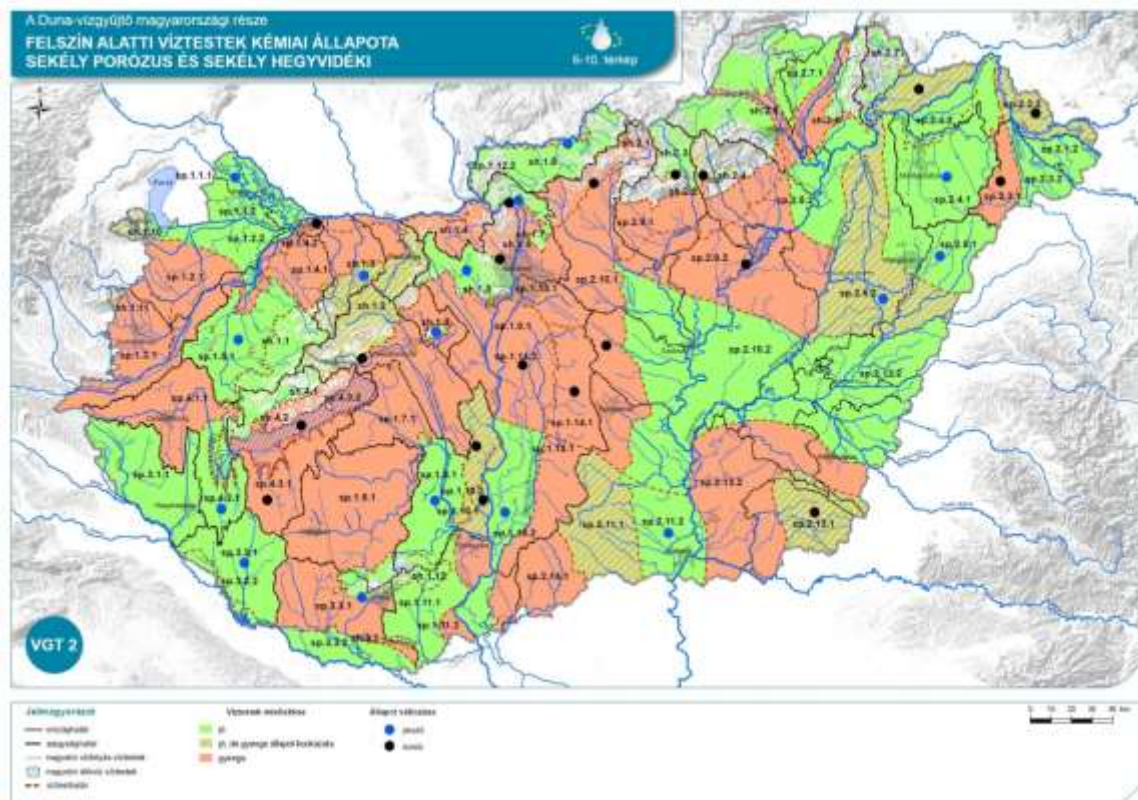
- a hatóságok megerősítése és bővítése, engedélyek felülvizsgálata;
- illegális létesítmények felszámolása, vagy legalizálása;
- kútfúrók hatósági nyilvántartásának és ellenőrzésének bevezetése;
- monitoring hálózat fejlesztése.

18. ábra: Felszín alatti víztestek mennyiségi állapota



Forrás: [www.vizeink.hu](http://www.vizeink.hu)

19. ábra: Felszín alatti víztestek minőségi állapota



Forrás: [www.vizeink.hu](http://www.vizeink.hu)

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.

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

Somlyódi (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<sup>3</sup> vízre van szükség, ugyanez a vízmennyiség a szükséges kisvízi hozamokban kifejezve 0,35-0,4 m<sup>3</sup>/s” (Somlyódi, 2011). A kukorica, a cukorrépa, a burgonya és a takarmánynövények esetében a cél a kb. 20-30 százalékos, a szabadföldi zöldség- és gyümölcsstermesztésben 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, 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<sup>3</sup> szabad vízkészlet, ennek harmada 180-210 ezer ha öntözésére elegendő. A tározók építésével az öntözhető terület tovább növelhető.
- Tisza vízgyűjtő: szabad felszíni vízkészlet 93 m<sup>3</sup>/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 (Somlyódi, 2011).

Somlyódi számításai szerint a szabad víz készletekből – 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 teszi ki.

A jelentős külföldről származó készletek lehetővé teszik az ország vízzel jól ellátott térségeiben (felszíni vizek szempontjából a nagy folyók melletti területek, a Dunavölgyi síkság, a Tisza-Körös rendszerébe bekapcsolt területek, a felszín alatti vizek szempontjából pedig a Szigetköz és a Dunántúl dombvidéki területei) a vízigényes növények termesztését. A Duna, a Dráva és a Mura vízkészlete korlátlan fejlesztést tesz lehetővé, melynek mértékét a víz iránti kereslet határozza meg. Az öntö-

zésre 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. (Somlyódi, 2011).

Somlyódi 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 vízátfolyás jelentősége nő. A kisvízfolyásokon tározás nélkül gyakorlatilag nem lesz felhasználható készlet a nyári időszakban, ugyanakkor a tározás hidrológiai feltételei rosszabbodnak.
- 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 marad forrás például az öntözés céljára.

Az éghajlatváltozás várhatóan növeli a vízhiányos területek nagyságát, főként a Dunántúl karszterületein, az Északi-Középhegységben és az Alföldön, távol a nagyobb folyóktól. A vízhiány növeli a versengést, korlátozásokhoz és ellenőrzés hiányában illegális vízhasználatokhoz vezet, növeli az átvezetések és a tározás fontosságát. (Somlyódi, 2011).

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

- Jászsgai 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).

### 1.3. 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 termelő, aki akarna öntözni, akkor hiába áll rendelkezésre a víz és a megfelelő termőhelyi adottságú terület, nem fog megvalósulni 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 öntözés fejlesztés elősegítése céljából 2014-ben felmérést végzett a termelők körében, amely a gazdálkodó vízigényének felmérésére irányult. A gazdák az utóbbi években átlagosan öntözött 100 ezer hektár mellett további 300 ezer hektárnyi terület öntözésének igényét jelezték (NAK közleménye, 2014). A NAK felmérés célja az volt, hogy pontos adatok álljanak rendelkezésre a gazdálkodók öntözési igényeiről, ami segíti a fejlesztések megvalósítását. A mezőgazdasági termelők által jelzett vízigény az 3. táblázatban látható. A felmérés a

felszíni vizek esetében készült el, egyik fontos célkitűzése, hogy a vízigényeket területhez lehessen kötni, azokat konkrétan azonosítani lehessen (20-23. ábra).

A Vidékfejlesztési Program indulásakor az öntözésfejlesztésre mintegy 49,5 milliárd forintnyi támogatást biztosítottak a termelőknek. Azóta bebizonyosodott, hogy a 2014-es öntözési felméréshez képest más termelői kör jelent meg a VP-s pályázatokon, így az öntözési igényfelmérés azt a célját nem tudta elérni, hogy pontos területi lehatárolást adjon a termelői igényekről.

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

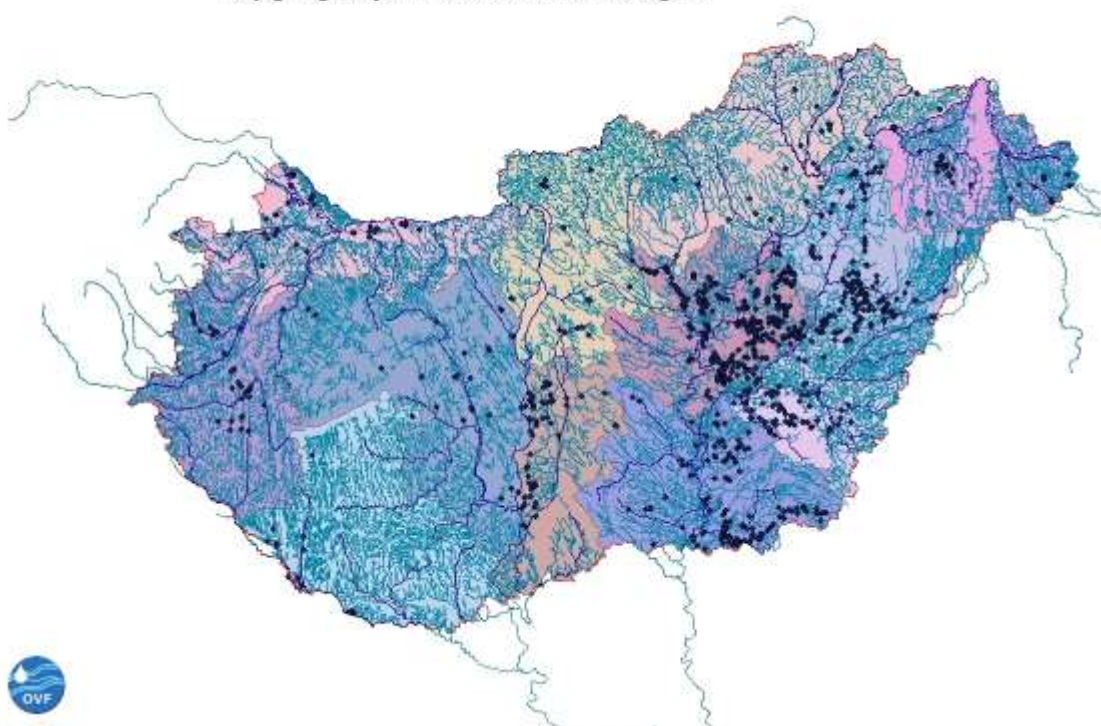
| Megnevezés                                                                       | db    | Igényelt vízmennyiség (m <sup>3</sup> /év) | Öntözött terület (ha) |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------|-----------------------|
| Vízjogi engedéllyel rendelkezők és öntözést végzők                               | 1 052 | 228 685 933                                | 109 226               |
| Vízjogi engedéllyel rendelkezők, de öntözést nem végzők                          | 88    | 3 783 762                                  | 4 036                 |
| Vízjogi engedéllyel nem rendelkezők, de öntöznének (vízkivételi lehetőség van)   | 3 031 | 280 862 452                                | 126 117               |
| Vízjogi engedéllyel nem rendelkezők, de öntöznének (vízkivételi lehetőség nincs) | 2 740 | 119 098 966                                | 91 604                |

Forrás: Becsákné Tornay E. (2014)

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

Felszíni vizekből kielégíthető mezőgazdasági célú öntözési igényfelmérés (2014. 03.01-03.31.) adatai alapján

Vízjogi engedéllyel rendelkezők és öntözést végzők

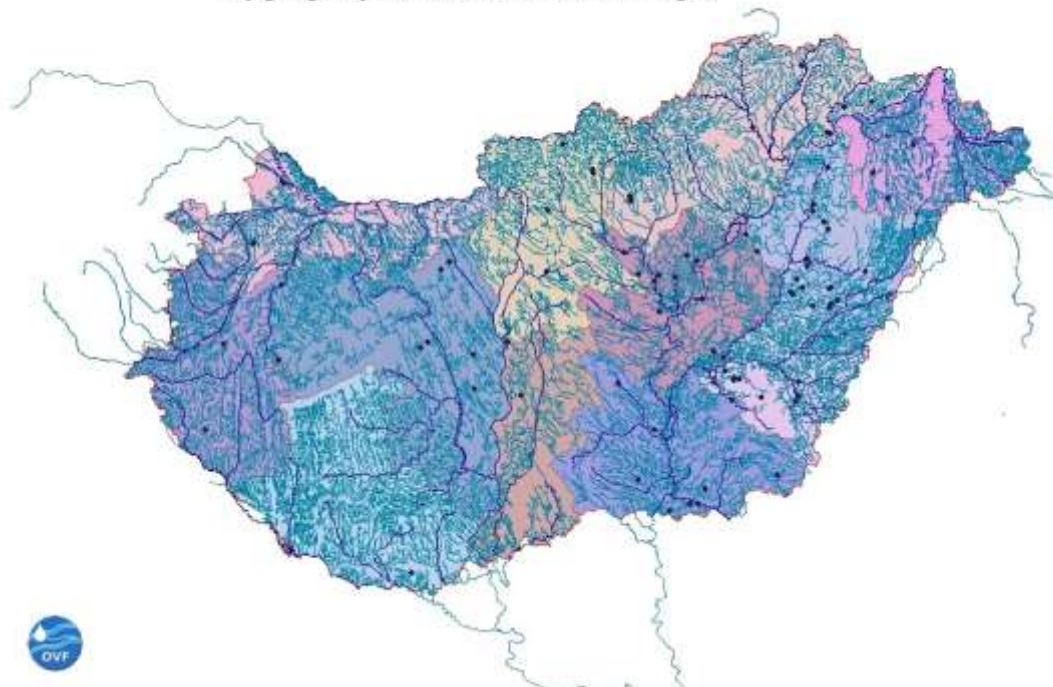


Forrás: OVF, NAK

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

Felszíni vizekből kielégíthető mezőgazdasági célú öntözési igényfelmérés (2014.03.01.-03.31.) adatai alapján

Vízjogi engedéllyel rendelkezők de öntözést nem végzők

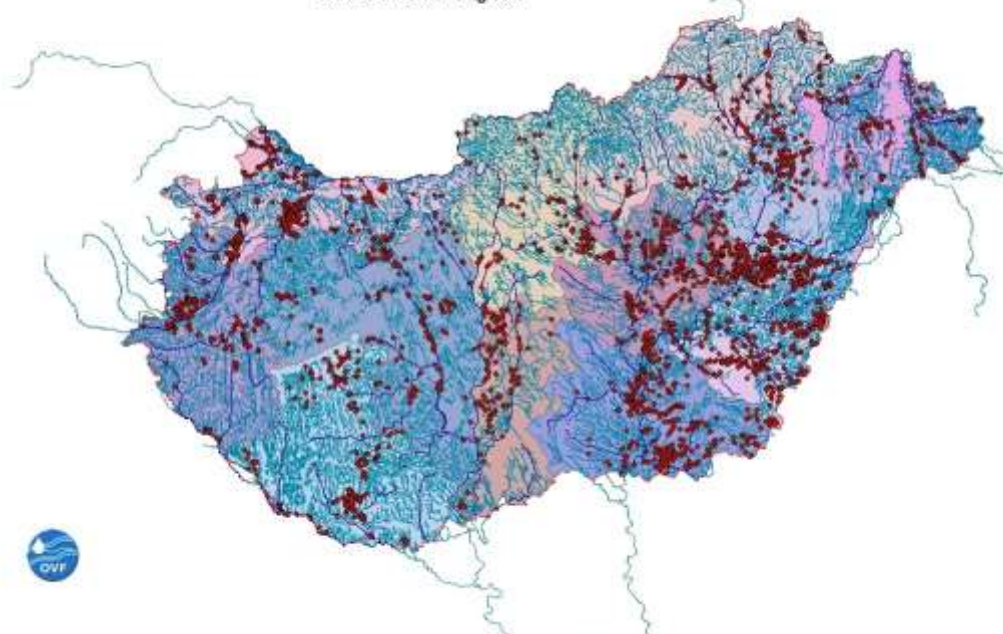


Forrás: OVF, NAK

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

Felszíni vizekből kielégíthető mezőgazdasági célú öntözési igényfelmérés (2014.03.01.-03.31.) adatai alapján

Vízjogi engedéllyel nem rendelkezők, de öntöznének  
vízkivételi lehetőség van

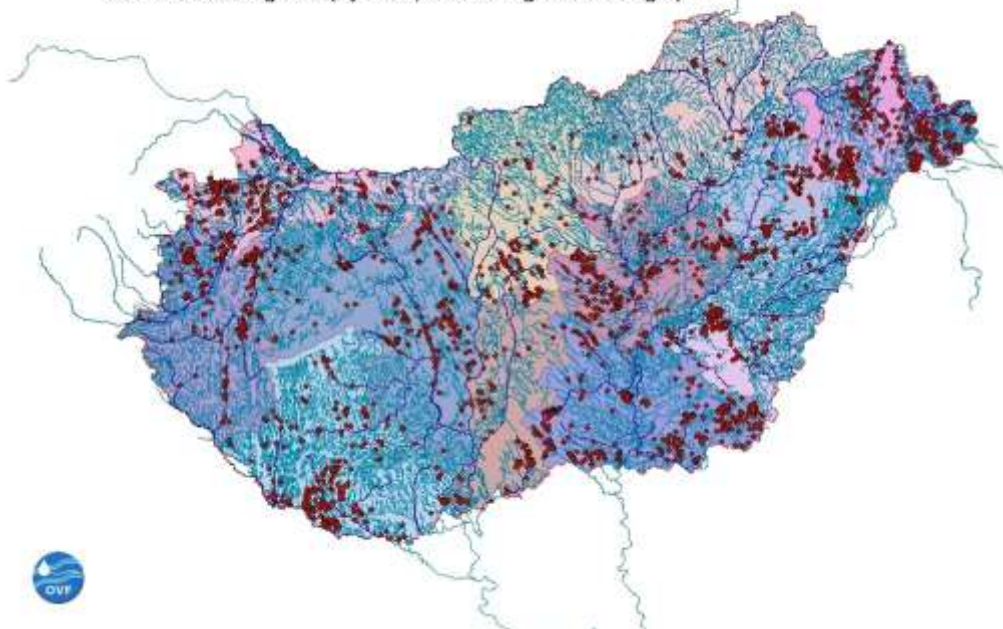


Forrás: OVF, NAK

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

Felszíni vizekből kielégíthető mezőgazdasági célú öntözési  
igényfelmérés (2014.03.01-03.31.) adata alapján

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. Más kérdés, hogy a jelenlegi Vidékfejlesztési Program támogatási rendszerében ezeknek az igényeknek csak egy szűk szegmense jelent meg, nem függetlenül attól, hogy az öntözésfejlesztés továbbra is jelentős jogszabályi-megvalósítási kihívásokat jelent a termelőknek (Bíró et al., 2011).

## 2. Az öntözés-fejlesztés környezeti-gazdasági fenntarthatósága

Világviszonylatban egyre több területen jelentkezik időszakos vagy állandó vízhiány. A mezőgazdasági öntözésre használt vízkivétele az összes édesvízkivétel mintegy 70%-át 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 szakirodalomra is. A feldolgozás során az öntözési beruházások vizsgálatánál alkalmazott gazdaságossági számítások módszertanára koncentráltunk, és a költség-haszon elemzés összefüggéseit tártuk fel.

### 2.1. A fenntartható fejlesztés és az öntözéses mezőgazdasági termelés kapcsolata

#### 2.1.1. A fenntarthatóság fogalma a vízügyi ágazatban

A fenntartható fejlődés fogalma az 1980-as évek elején jelent meg a nemzetközi szakirodalomban, annak a felismerésnek a következményeként, hogy a gazdasági-, társadalmi- és szociális problémák szorosan összefüggnek 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 és ezeken keresztül 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<sup>1</sup> 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 nyugszik, a szociális, a gazdasági és a környezeti pilléreken, és a különböző fejlesztési stratégiák, programok kidolgozása során, illetve a konkrét intézkedések megvalósításakor mindhárom pillért együttesen kell

<sup>1</sup> Gro Harlem Brundtland norvég miniszterelnöknő vezette az ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottságát.

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 (Millennium Development Goals - MDGs), amelyeket azóta a gazdasági- környezeti és társadalmi változások és kihívások figyelembevételével újragondoltak. A fenntartható fejlődési célok kidolgozásának folyamata a 2012-es Rio+20 Fenntartható Fejlődési Konferencián kezdődött el és 2015<sup>2</sup>-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 tartalmaz (EC, 2016).

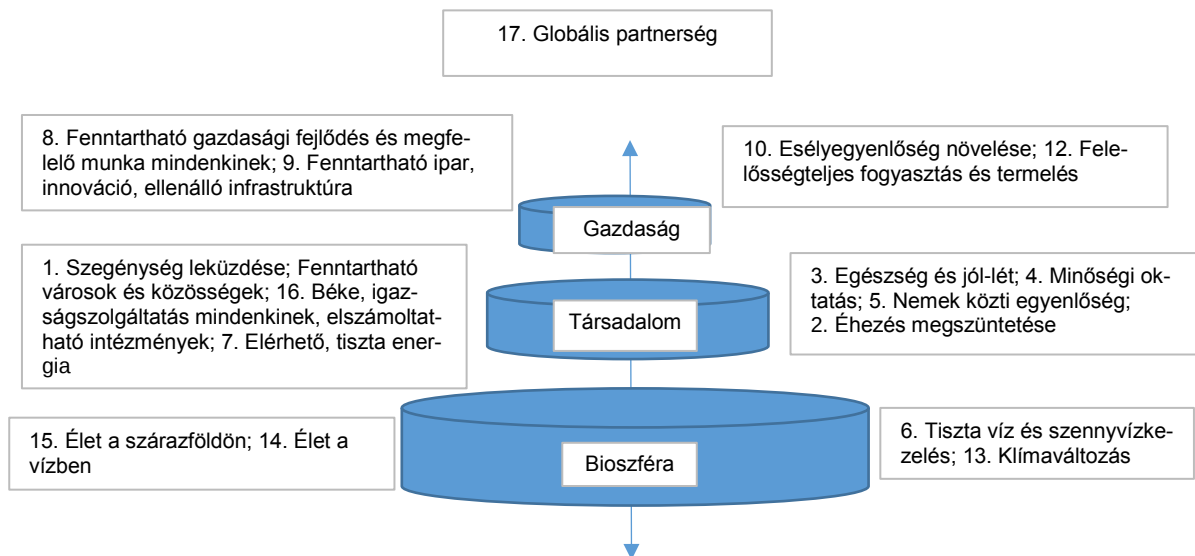
A víz az élet alapja, minden szervezet és ökológiai rendszer alapeleme és elengedhetetlen az emberi létezés, az élelmiszertermelés, a társadalmi és a gazdasági fejlődés szempontjából. A mértéktelen környezetszennyezés, a népességnövekedés, a túlfogyasztás, az éghajlatváltozás és a rossz vízgazdálkodás 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 vízhasználatához 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 ivóvíz-ellátás 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).

Sukhdev és Rockström (2016) a 2016-os Stockholmi EAT Food Forumon a Fenntartható Fejllesztési Célok és a bioszféra, a gazdaság és a társadalom újfajta kapcsolódását vázolta fel (Sukhdev, 2016). A modell lényegi eleme, hogy a jelenlegi szektorális megközelítéssel szemben, ahol a társadalmi, gazdasági és ökológiai fejlesztések elkülönültek, 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. Következtetesként azt mondják, hogy jelenleg minden fenntartható fejlesztési cél közvetve vagy közvetlenül a fenntartható és egészséges élelmiszer biztosításához kapcsolódik (24. ábra).

<sup>2</sup> 2015. szeptember 25-27. Fenntartható Fejlődési Csúcs, „Világunk átalakítása: a fenntartható fejlődés 2030-ig szóló programja” (Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development) című határozat (A/RES/70/1 - Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development).

24. ábra: **A bioszféra, a gazdaság és a társadalom kapcsolata a Fenntartható Fejlődési célokkal**



Forrás: Rockström és Sukhdev (2016)

### 2.1.2. 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 és a csapadékmennyiség változásának és eloszlásának van (EC 2016). A nemzetközi klímakutatók 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 hóhullámok egyre gyakrabban és hosszabb ideig fognak előfordulni. Az éghajlatváltozásnak már most komoly hatása van a vízkörforgásra és a vízkészletekre, ahogy az éghajlatváltozás melegíti a légkört, megváltoztatja a hidrológiai ciklust, megváltozik, esetenként szélsőségesé válik a csapadék mennyisége, időbeli eloszlása, formája és intenzitása (IPCC 2014a).

A kutatások szerint az elmúlt száz évben közel 1°C-kal nőtt a földfelszín átlaghőmérséklete, és emellett megváltoztak a csapadék viszonyok 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 gyakrabban előfordulása az előző évszázad során, amivel a 21. században fokozottan számolni kell (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 csapadék mennyiség valószínűleg növekedni fog, míg számos közepes földrajzi szélességi és szubtrópusi száraz területen az átlagos csapadékmennyiség valószínűleg csökkenni fog. 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 2014a). A Közép-európai folyók vízgyűjtő területein az intenzívebb esők okozta folyóáradások erős talaj erózióhoz 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 fog tartozni (IPCC 2014a).

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 fog csapadék hullani, a hőmérséklet emelkedés miatt a jelenleginél ritkábban lesz havazás. A száraz területek még szárazabbá, a csapadékosak pedig még inkább csapadékosá válhatnak (Trenberth, 2011). Az előrejelzések szerint 2040-re számos közel-keleti, dél-amerikai és több európai ország is súlyos szárazsággal fog küzdeni, 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 a 2021 - 2050 közötti időszakban, 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 hűhullámos napok száma, az évszázad végére már az egy hónapot is megközelítő mértékben. A nyári csapadék valószínűsíthetően a következő évtizedben 5%-ot, az évszázad végére pedig 20%-ot 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 globális hőmérséklet 4°C-os emelkedése 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 kell számolni a hasznosítható vízkészlet, a vízzel való ellátottság és hozzáférés, az élelmiszertermelés biztonsága és a mezőgazdasági jövedelmek tekintetében. Globálisan számolni kell a mezőgazdasági termelésre használt területek földrajzi eltolódására (IPCC, 2014).

A világ népességének rohamos növekedésével, a világgazdaság folyamatos bővülésével ugyanakkor egyre több vizet fogyasztunk, és egyre több szennyezett vizet állítunk elő. Ez a tendencia az előrejelzések szerint a jövőben várhatóan tovább fog növekedni. A felhasználható vízkészletek ugyanakkor korlátozottan állnak rendelkezésre és az édesvíz térbeli eloszlása a világban egyenetlen. Jelenleg 1,7 milliárd ember él olyan területeken, ahol a vízkivétel kétszeresen meghaladja a természetes utánpótlást, ami azt jelenti, hogyha 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 ki van téve 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 elemzésében, a többféle régiót és terménytípust lefedő nagyszámú tanulmány átfogó elemzése azt mutatja, hogy a trópusi és mérsékelt övi régiókban az éghajlatváltozás, a helyi hőmérsékletnek a 20. századihoz képest 2°C-os vagy azt meghaladó növekedése negatívan befolyásolja a búza-, a rizs- és a kukoricatermesztést (IPCC, 2014). A felmelegedés miatt várható hozamcsökkenés csak részben ellensúlyozható megfelelő vetésváltással, a vetés időpontjának a hőmérséklethez és a csapadék eloszláshoz

való igazításával, és 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, amik 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.

## 2.2. 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 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 – erősen hatással van 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 vízár-képzés kérdései és összefüggései, és ezeknek a gazdaságok működésére, a gazdasági szintű vízfelhasználásra gyakorolt hatásai. Ez vezet át a kutatásoknak arra a területére, amelyek a gazdasági szintű vizsgálatokkal, elemzésekkel foglalkoznak.

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

### 2.2.1. Az öntözéses gazdálkodás környezeti problémáinak megjelenése a nemzetközi szakirodalomban

Az öntözéses gazdálkodás megvalósításánál felmerül egyrészt 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. Másrészt 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 élelmiszerbiztonság, a földhasználat és a mezőgazdasági vízfelhasználás közötti kapcsolat igen szoros. Ezek a vizsgálatok arra keresik a választ, hogy hogyan, milyen technológiai módszerrel és szabályozó rendszerrel valósítható meg a hatékony vízfelhasználás úgy, hogy közben figyelembe veszik a területek ökológiai érzékenységet 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<sup>3</sup> (Commission Internationale du Génie Rural - International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering). A CIGR egy olyan nemzetközi non-profit szervezet, ami a fenti kérdések megoldását keresi a tudományos eredmények és technológia újítások, valamint a különböző diszciplínák összekapcsolása révén. Bár a szervezet elsősorban a mediterrán térségek problémáit vizsgálja, de a különböző termelési méretekre vonatkozó, hatékony mezőgazdasági vízfelhasználást és öntözést célzó vizsgálataik bárhol a világon alkalmazhatóak, így Európa többi részén is.

Hasonló céllal működik a Nemzetközi Vízgazdálkodási Szövetség (IWRA – International Water Resources Association), 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) áttekintik az EU-25 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 víz-árképzés hatását az öntözésre. Az elemzés megkülönböztet 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 vizsgálják. A mezőgazdasági területből 2013-ban az öntözött terület az EU-27 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 kevés hatással van a felhasználásra.

Giordano *et al.* (2014) a talajvíz védelmére irányuló szabályozások hatékonyságát és azok gazdálkodók általi elfogadhatóságát vizsgálták, 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 öntözéses célú vízkivételi lehetőség erősen

<sup>3</sup> (<http://www.cigr.org/>)

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) tanulmányukban Svájcra és az EU-ra vonatkozóan, az öntözési követelmények meghatározását vizsgálták az EPIC termény növekedési modellt használatával. A modell lényege, hogy egyesíti a terményforgalmazásra vonatkozó elérhető regionális adatokat, a terményspecifikus öntözött területi adatokkal, a talajra vonatkozó térbeli adatokkal, 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-felhasználásra 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 az alaposabb, a valóságot jobban lefedő nemzeti öntözővíz felhasználás becslését, és ennek nyomán egy megfelelő szabályozó rendszer 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 éghajlat-változási 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 folytatódik a vízkivétel üteme, akkor 2050-re a déli és keleti régiókban a felhasznált víz mennyisége megduplázódik. Megoldásként a víz-elosztási 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 mindenképp szükséges a fenntartható vízhasználati stratégiák további fejlesztése, különösen a környezetileg érzékeny területekre fókuszálva.

A víztermelékenység kérdését vizsgálták 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 vannak közvetlen hatással, 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, 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 fontos tartják a gazdaságon belüli víz újra-hasznosítást, ami csökkentheti a vízmennyiség felhasználást. Ugyanakkor azt is előre jelzik, hogy a növénynevelés által elért vízhasznosítás területén a jövőben már nem várhatóak az elmúlt időszakban tapasztalt jelentős fejlődések. A vízhasznosításban jelentős eredmények elsősorban azokon a területeken érhetők el, ahol magas 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 (úgy mint 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 kutatások, amelyek célja az optimális öntözővíz felhasználás meghatározása. Az ilyen jellegű kutatásokat az Unió a Víz Keretirányelv keretében komoly pénzügyi forrásokkal is támogatja. Az elmúlt 10 évben tíz olyan jelentős EU finanszírozású projekt<sup>4</sup> volt, ami az ilyen döntés támogató rendszerek fejlesztéséhez kapcsolódott és az eredmények jelentős öntözővíz megtakarításról és hozamnövekedésről számolnak be. A projektek jelentős eredményeket értek el a termésmodellezésben és a hozam optimalizálásban (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 feltétlenül nyitottak a gazdálkodók az eredmények gyakorlatba történő átültetésére. Ebből a tíz projektből mindössze kettő volt olyan, ami 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), ami megmaradt a kifejlesztés, tesztelés fázisában és nem került gyakorlati átültetésre. Az ilyen projektek célja, hogy felmérjék a technikai-technológia fejlettség szintjét és meghatározzák, hogy azok milyen közel állnak a gyakorlati, gazdaság szintű 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 – Öntözés Tervezési Döntéstámogató Rendszerek). 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

<sup>4</sup> Community Research and Development Information Service Database (<http://cordis.europa.eu>)

helyszínen, automatikusan mérik a hordozható meteorológiai adatgyűjtők, és a talaj egyes rétegeiben elhelyezett, a nedvességtartalmat folyamatosan mérő nedvességérzékelő szondák alkalmazásával. A kutatások legújabb iránya ezeknél a rendszereknél például, hogy a hasznosítható vízmenyiség kiszámításánál a növény számára nem felvehető holtvíz-tartalmat 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, amik a gazdálkodó érzékszervi megfigyelésén alapulnak és meghatározott vízmennyiségeket juttatnak ki. Különösen nagy jelentősége van az ilyen jellegű öntözési eljárásoknak légköri aszály kialakulása esetén. Ilyenkor a talajnedvességgel kellően telített, de az intenzív sugárzás, a magas hőmérséklet és a kis 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 12500 parcellán használnak Olaszországban, Rinaldi & He 2014). Az Irrinet olyan internet alapú szolgáltatás, amely valós idejű öntözési menetrendet biztosít a gazdálkodóknak<sup>5</sup>.

Hasonló kutatásokról számol be Montoro *et al.* (2011) Spanyolországban (Albacete), ahol jelentős beruházásokat fordítottak az öntözési menetrend szolgáltatás kialakítására (ISS-ITAP). A rendszer parcella alapú és heti előrejelzést biztosít a gazdálkodóknak az öntözési szükségletekről. Az ISS-ITAP rendszert 2011-ig mintegy 160 gazdálkodó használta 33500 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) öntözés-támogató 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, amik az öntözési tradíciókhoz, a gazdálkodók képzettségi szintjéhez és az életkorhoz kapcsolódtak.

Dániában 1997-ben vezettek be internet alapú, információs és döntéstámogató rendszert (PlantInfo 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 & Detlefsen, 2006). Ma már Európában számos öntözést támogató rendszer<sup>6</sup> működik, amelyek általában rendelkeznek vezeték nélküli talaj-nedvesség érzékelővel, csapadékmérővel vagy a meteorológiai állomások adataival, és akár interneten keresztül, akár mobiltelefonos alkalmazásokon 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 életképességével és az öntözést befolyásoló gazdasági eszközök szerepével (szennyező fizet elv,

<sup>5</sup> [www.irriframe.it](http://www.irriframe.it)

<sup>6</sup> [www.netsens.it](http://www.netsens.it); [www.dacom.nl](http://www.dacom.nl)

teljes megtérítési költség, víz-ára, környezeti externáliák meghatározása és a piaci kudarcok kiigazítása). Levidow *et al.* (2014) a különböző ösztönzési eszközök eredményességét vizsgálták, és azt állapították meg, hogy a gazdálkodók még mindig nem eléggé motiváltak a hatékony vízfelhasználás megvalósítására. Véleménye 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.

### 2.2.2. 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 és hozamainak (termelési költségeinek és termelési értékének), és az ezek által meghatározott gazdaságossági és jövedelmezőségi viszonyok 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 szolgáltatás, az öntözéses termelés gazdaságossági és jövedelmezőségi kérdéseinek vizsgálata és elemzése alapján lehetséges (Lengyel, 2007).

Az öntözés jövedelmének meghatározásakor fontos megjegyezni, hogy az öntözőberendezés létesítésének és üzemeltetésének tiszta hasznát, az öntözés termésnövelő hatása révén keletkező többlet-árbevétel (ez az öntözés ökonómiai hozama) és az öntözés révén felmerülő többletköltség különbsége határozza meg. A többlet költségek részben beruházási, részben működési (operating cost) jellegűek. A gazdaságossági számításokban egy adott év többlet-árbevételének és többlet működési költségeinek (éves folyó költség) különbségét vesszük, mely az adott év többlet jövedelmének 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 öntözés beruházások 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 különböző feltételek mellett különbözőképpen egyszerűsíthetők. A szakirodalom (Illés, 2004) a beruházás-gazdaságossági számítások munkálatait két szakaszra osztja. Ezek: analízis és szintézis. Az analízis szakaszában a hozammutatók és az azokat befolyásoló tényezők feltárása, továbbá részletes, többirányú költségelemzés valósul meg. A szintetizáló munka során a megtérülési következmények 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 beruházás-gazdaságosságot alapvetően dinamikus megtérülési mutatók (nettó jelenérték, belső kamatláb, jövedelmezőségi index, diszkontált megtérülési idő) segítségével értékelik. Az öntözés-fejlesztés gazdaságosságát üzemtani szempontból az öntözés jövedelme és beruházásigénye határozza meg (az üzemén kívüli infrastruktúrális beruházások nélkül).

Az öntözés éves jövedelmét az öntözés többlet árbevételének és többletköltségének különbsége határozza meg. A többlet árbevételt – a beruházás teljes idejére vonatkozóan – a vetésszerkezet, a gazdaságosan termesztendő 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 (Bíró *et al.* 2011).

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) határozzák 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 beruházás gazdaságosság 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 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. 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:

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

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  $i$ . Períódus működési kiadásai,

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

$t$  = diszkontráta,

$V_n$  = a beruházás maradványértéke  $T_n$  időpontban.

A nettó jelenérték azt mutatja meg, hogy a beruházás a norma szerinti hozamok felett mekkora – jelenértékre átszámított – többlethozamot eredményez. Meg kell jegyezni azonban, hogy gazdasági tartalmából következően a nettó jelenérték korlátozottan kifejezőképes, mivel nem számol a tőkeösszeggel és a lekötési idővel. Gazdálkodási szempontból fontos egyrészt, hogy a diszkontált többletnyereséget milyen átlagos összegű befektetéssel érjük el, másrészt, hogy hány évi átlagos tőkelekötés húzódik meg a diszkontált többletnyereség mögött.

A nettó jelenérték szabály 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 mennyit költsünk fogyasztásra ma.
- A beruházási döntés annak megválasztását jelenti, hogy a rendelkezésre álló forrás mekkora hányadának felhasználását halasszuk el a jövőbeli források növelése reményében.
- A finanszírozási döntés során meghatározzuk, hogy mekkora összeget kell kölcsönadnunk és kölcsön vennünk 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 előnye:

- 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 mérünk, ezért a különböző beruházási javaslatokkal kapcsolatos pénzáramok illetve nettó jelenértékük összeadható. Az összeadhatóság (additivitás) tulajdonságával egyedül csak a nettó jelenérték módszer 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).

### 2.2.3. Az öntözésfejlesztés megtérülésének vizsgálata a szakirodalomban

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

Bár a jelen tanulmányunkban vállalati/gazdasági szintű elemzés történik, de fontos megemlíteni Kirsten – 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.

Bíró et al. (2011) tanulmányában az öntözésből származó jövedelem gazdaságossági kalkulációja-kor 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 kihangsúlyozni, hogy a fenti módszertani megközelítés nem az öntözéses és öntözés nélküli gazdálkodás szimpla összehasonlítására szolgál, mivel egy adott termőhelyen az öntözőberendezés 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 pénzübeni) reagálnak.

Javítja az öntözés gazdaságosságát, ha minden évben öntözhető kultúra kerül a vetésszerkezetbe, ebben az esetben a gazdaságosság nagyon kedvezően alakul. A beruházás gazdaságossága az aszályok gyakoriságának növekedésével szintén javul, mivel az aszályos évet általában alacsony termésátlag és emiatt magas értékesítési ár követi. Ilyen évjáratokban az öntözés termésnövelő hatása (termésbiztonság) kiemelt. Az értékesítési ár nagy hatással van a megtérülési viszonyokra, első helyen ez határozza meg a beruházás gazdaságosságát (Bíró et al. 2011).

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

- Jó termőhelyi feltételek mellett (földminőség > 25 AK), átlagos évjáratú 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 ítéltető, nagy valószínűséggel megtérül, akár a pesszimista scenárióban 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 véghezvitt 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 feltételelesen 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 termelés.

Knox *et al.* (2012) tanulmányukban az angliai gazdálkodók öntözéses gazdálkodási stratégiáját, az öntözési döntések meghozatalával kapcsolatos tényezőket vizsgálták. 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 az öntözéses termelés fontossága a vidéki közösségek megtartása, megélhetése szempontjából. A termelők egyéni profit termelési 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, és 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.* (2014). A búza az egyik legnagyobb területen termesztett növény Angliában, amit eddig alapvetően öntözés nélkül termesztettek, mivel ebben az esetben az öntözés gazdaságilag nem volt hatékony. Az utóbbi évek búza világpiaci árának növekedése és az aszályos időszakok megnövekedése 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 éghajlati adataira alapozva (1961-2011).

A modell egy tipikus öntözési menetrendet feltételezett, hozam és minőség maximalizálással és 2007 és 2012 közötti átlagos búza piaci árakkal. Az öntözés költsége, csévelős vízágyú rendszerre, 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 hozam fokozás érdekében kiegészítő öntözés javasolt és gazdaságilag megtérül azoknál a termelőknél, akiknek a rendelkezésére áll felhasználatlan öntözőberendezés és felhasználatlan nyári vízbázis, közvetlen vízkivétellel. Mindezt kiegészítve a későbbi időszakban nagyobb értékű öntözött zöldség termesztéssel. Új öntözési beruházás létesítése szintén életképes lehet, ha fel nem használt nyári folyó víz 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 feltétlen kívánatos.

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

### 3. Az üzemi öntözésfejlesztés technológiai kérdései

#### 3.1. Öntözési eljárások

Az utóbbi évtizedekben az öntözés alkalmazása egyre inkább elterjedt 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 főként az utóbbi kettő biztosítását tudják a gazdálkodók tevékenyen befolyásolni. A növényt a túl sok vagy túl kevés víz egyaránt károsítja. Az öntözés csak akkor eredményes, ha a növények számára szükséges csapadék számottevő része idejében és természetes úton érkezik, és az ehhez mesterséges úton, kellő időben hozzáadott vízmennyiség eredményezhet többlethozamot. Ha a minimálisan szükséges vízmennyiség az öntözéssel együtt sem biztosítható, akkor gazdasági haszon nem keletkezik, a termelés költségei feleslegesen nőnek.

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

Az öntözővíznek a táblán belüli szétosztására többféle eljárást alkalmaznak: a víz szétosztható állandó vagy ideiglenes csatornákkal, beépített vagy mozgatható csővezetékekkel és tömlőkkel. Utóbbiakhoz kisebb/nagyobb nyomásmagasság is szükséges. Az öntözővíznek az utolsóvízszállító eleméből a növényhez való eljuttatását vízadagolásnak nevezzük, amely különböző technikai megoldásokkal lehetséges. Attól függően, hogy a vizet a talaj felszínén, a levegőn keresztül vagy a felszín alatt (az altalajon keresztül) juttatjuk a növényhez, a következő öntözési módokat különböztetjük meg:

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 öntöző elemeket többféleképpen ki lehet alakítani, így a vízadagolás további változatai jönnek létre.

Öntözéssel a szükséges vízmennyiség biztosítása mellett olyan egyéb feladatok is megoldhatók, mint a fagyvédelem, a kelesztés, a minőségjavítás (például a gyümölcsszínézés) és a tápanyagpótlás (oldott vagy hígtrágyával).

##### 3.1.1. Felületi öntözési mód

A felületi öntözés az öntözési módok közül a világon a legelterjedtebb módszer. A felületi öntözési eljárással a rendelkezésre álló vizet a talaj felületén vezetve juttatjuk az adott növénykultúrához. A felületi öntözési módon belül az öntözni kívánt területet ellátó vezetékek és öntözőelemek kombinációja által különböző öntözési rendszerek hozhatók létre (Füzy, 2002). A felületi öntözés nem javasolt a gyors vízáteresztő képességű talajokon, mert fennáll az erózió veszélye.

Az öntözőelemek kialakításától és a vízadagolás módjától függően a felületi öntözési módon belül megkülönböztetjük az árasztásos, csörgedezettő és áztató (barázdás) öntözési módokat (1. melléklet).

- Árasztás esetén az egyenletes vízborítás érdekében elengedhetetlen a sík felszín, ami többnyire gondos tereprendezéssel valósítható meg. Egyenetlen terepen az árasztás következtében egyenlőtlen beázással kell számolni. Általában 5 cm-nél nagyobb egyenetlenséget már kedvezőtlennek tartanak (Csajbók, 2004). Korszerűtlennek számít, gyenge a hatékonysága, a talajra gyakorolt hatása kedvezőtlen, nagy az eróziós károk kockázata. A szükségszerű tereprendezés mellett, megfelelő talajművelési rendszert alkalmazva azonban a felületi öntözés is megvalósítható víz- és energiatakarékos módon.
  - Vadöntözés, mint öntözési eljárás,
  - Limános öntözési eljárás,
  - Rizsárasztás mint öntözési eljárás,
  - Rét-, legelő árasztás, mint öntözési eljárás,
  - Hálózatos árasztásos öntözési eljárás,
  - Kalitkás árasztásos öntözési eljárás.
- Csörgedezettő öntözésnél a vízlepel lefolyásához megfelelő lejtés szükséges.
  - Oldalas öntözési eljárás,
  - Hátsó öntözési eljárás,
  - Sávos öntözési eljárás.
- Áztató (vagy barázdás) öntözés domborzati viszonyoktól függetlenül alkalmazható.
  - Földcsatornás (barázdás) öntözési eljárás,
  - Vízkilépő nyílásokkal ellátott csöves (tömlős) öntözési eljárás.

Hazánkban az előbbi öntözési eljárások nem jellemzőek, leginkább a következő hátrányok miatt (Csajbók, 2007):

- korszerűtlen,
- gyenge a hatékonysága,
- a víz kijuttatása egyenetlen,
- jó minőségű öntözésre nem alkalmas,
- öntözés előtt tereprendezés szükséges.

A felületi öntözés legfőbb előnye:

- a víz mozgatása alapvetően gravitációs úton történik, így az energiaköltség minimalizálható.

### 3.1.2. Esőszerű öntözési mód

Az esőszerű öntözés változatos domborzatú és méretű táblákon teszi lehetővé az egyenletes víz-kijuttatást. Esőszerű öntözés bármely talajadottság mellett alkalmazható, nem igényel tereprendeризést. A talaj tulajdonságaihoz, vízvezető-képességéhez igazodva jól megválasztható a kijuttatás intenzitása (Tóth, 2007). A korszerű berendezéseknek köszönhetően az esőszerű öntözés nem rontja a talaj szerkezetét. Különböző intenzitású szórófejek állnak rendelkezésre, melyek szakszerű megválasztásával alkalmazkodni lehet a talaj víznyelő, vízvezető képességéhez, annak érdekében, hogy ne alakuljon ki elfolyás, ami károsíthatja a növényeket és előidézhetheti a talajeróziót. Az esőszerű öntözési mód legsajátosabb jellemzője az, 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 levegőellenállás hatására – porlasztva jut el a növény lombozata alá vagy fölé (Tóth, 2006).

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

- Egyenletes beázási profillal rendelkezik.
- A szórófejek méretválasztéka és kialakítása nem érzékeny a domborzati viszonyokra és a táblaméretekre.
- A kijuttatási intenzitás irányítható (függ a talaj tulajdonságaitól, vízvezető-képességétől).
- Az üzemeltetés és az automatizálás könnyű.
- A kijuttatott víz mennyisége szabályozható és mérhető.
- 20-30 százalékos is vízmegtakarítás érhető el a felszíni öntözési (barázdás, árasztásos) módokhoz képest.
- Elérhető a  $CU^7=90$  százalékos is kijuttatási egyenletesség is.
- 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, mely előállítása nagy energiabefektetést igényel.
- A nyomásálló csövek, idomok, szerelvények drágák.
- A szélesebbesség nagyban befolyásolja a kijuttatás egyenletességét, az apró cseppeket a szél messze elszállítja. 5 m/s (18 km/h) sebesség felett az öntözést szüneteltetni kell.
- Magas (25-50 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 táblák esetén a táblaszéleken túli öntözés miatt a vízvesztesség 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.

<sup>7</sup> A szántóföldi szórófejek egyenletességének jellemzésére általánosan a Christiansen-féle egyenletességi tényező (CU) használják. Minél közelebb van a mutató értéke a 100 százalékhhoz, annál egyenletesebb a vízadagolás.

Az esőszerű öntözés tipizálása nem egyszerű, annak ellenére, hogy ebben az esetben a területi egység lehatárolásának lehetősége kiindulópontot nyújt. A szántóföldi kultúrákban a legelterjedtebb öntözési mód, az öntözött terület több mint 2/3-án alkalmaznak esőszerű öntözést a gazdálkodók (Csajbók, 2007). Az esőszerű öntözési módon belül megkülönböztetünk (a szárnyvezeték jellege alapján):

- hordozható csővezetékű öntözési módszer:
  - gépi áttelepítésű öntözési módszer (hosszirányú, keresztirányú, körben forgó, körbenjáró, csévévelhető tömlős). A csévéldobos öntözés hullámos terepen is alkalmazható abban az esetben, ha a terep esése az öntözőberendezéstől mérve a kifektetett tömlő hosszában legfeljebb 5 százalék. Körbenjáró (center pivot) és lineár öntözőberendezéseket csak a sík, felszíni akadályoktól mentes területen lehet használni, telepítésüknek külön előírásai vannak.
  - kézi áttelepítésű öntözési eljárás,
- állandó jelleggel (felszín alá) beépített csővezetékű öntözési módszer:
  - növényállomány (lombkorona) feletti szórófejekkel
  - növényállomány alatti szórófejekkel (vízpótló öntözés).

A fás szárú vagy támrendszeres növények esetében különleges célú esőztető öntözésnek számít a fagyvédelmi öntözés, melynek két típusát különböztetjük meg:

- fagyvédelem lombkorona feletti öntözéssel,
- fagyvédelem lombkorona alatti öntözéssel (Tóth, 2006).

### 3.1.3. Felszín alatti öntözési mód

A felszín alatti öntözés (altalajöntözés) megköveteli a sík területet. A jó beöntözéshez egyenletes talajminőség szükséges. Szabálytalan, nehezen beöntözhető területeknél jól alkalmazható. Öntözővíz minőségét tekintve a magasabb sótartalmú víz és a tisztított szennyvíz is felhasználható. Nincs szél és magas hőmérséklet miatti veszteség. A felszín alatti öntözési mód jellemzője, hogy az öntözővíz szétosztására a gyökérszóna alatti talajrétegben kerül sor. A felszín alatti (altalaj) öntözési mód esetében az alábbi módszereket különböztetjük meg:

- nyílt csatornás öntözési módszer,
- csöves öntözési módszer:
  - talajcsöves öntözési módszer,
  - csepegtetőcsöves öntözési eljárás.

A felszín alatti öntözési mód agrotechnikai előnyei:

- a vizet közvetlenül abba a rétegbe adja, ahol a növények igénylik,
- kedvező a felső talaj hő- és levegő gazdálkodása, biológiai tevékenysége,
- kisebb mértékű a gyomosodás,
- a kemikáliák közvetlenül a gyökérhez kerülnek,
- csökken a felszíni öntözéssel okozható gombás betegségek előfordulása,
- alkalmas műtrágyák, nyomelemek adagolására.

Vízgazdálkodási, műszaki előnyei:

- víztakarékos, kisebb a veszteség mint más öntözési módoknál,
- csökken a szikesedés veszélye,
- a tápanyagok és az insecticidek adagolása biztonságosabb és hatékonyabb,

- alacsony a rendszer nyomás szükséglete, így fajlagos energia felhasználása, illetve automatizálható.

Munkaszervezési és ökonómiai szempontból kicsi a fajlagos élőmunka szükséglet, nincs, vagy minimális a területveszteség és a felszín alatti hálózat nem akadályozza a gépek mozgását. Az altalajöntözés kiépítése előtt két fontos szempontot kell figyelembe venni. Az egyik az öntözővíz minőségére vonatkozik. Semmiképpen nem használható a belvizes területekről levezetett víz altalajöntözésre, mivel általában magas a sótartalma. A másik tényező, amit figyelembe kell venni, hogy a sekélyen gyökerező növények esetében nem alkalmazható sikeresen ez az öntözési mód (Csajbók, 2004).

A felszín alatti öntözés hátrányai viszont:

- csak olyan talajokban alkalmazható, amelyekben a kapilláris hatás kedvező, és nem okoz másodlagos szikesedést,
- az oldalirányú vízmozgás korlátozottsága miatt, csöves altalaj öntözésnél sűrű csőhálózat szükséges,
- nagy a beruházási költség.

### 3.1.4. Mikroöntözési mód

A mikro- vagy miniszórófejes öntözési mód az esőszerű öntözés miniatürizált változata, ebben az esetben is lényegében esőszerű öntözés valósul meg. Mikroöntözés domborzati viszonyoktól függetlenül alkalmazható, lejtős területeken is biztosítani lehet az egyenletes kijuttatást<sup>8</sup>. 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). Elméletileg 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, mivel nem érintkezik a termés a vízzel, az öntözővízben lévő vírusok és baktériumok a talajban elpusztulnak (Tóth, 2011).

A különbség a lényegesen finomabb esőfüggönyben, a cseppméretekben van (Patay, 2015). 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 energia-takarékosak. 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 berendezés-változat – 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,

<sup>8</sup> A terep egyenetlensége csepegtető öntözés esetén nem haladhatja meg a 10 százalékot. Legfeljebb 3 százalékos lejtésű területre célszerű telepíteni szabadkifolyású 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).

- Önszabályozós (nyomáskiegyenlítő) öntözési eljárás,
- Mikroszórós öntözési eljárás:
  - Vízugaras öntözési eljárás,
  - Ütközőlapos öntözési eljárás,
  - Mozgóelemes (rotoros) öntözési eljárás (Ligetvári, 2008).

A megfelelő öntözési mód kiválasztásánál nem szabad figyelmen kívül hagyni a felhasznált öntözővíz kémiai jellemzőit, illetve ezek hatását az öntözőberendezésre, a növényekre és a talajra.

A mikroöntözés előnyei (Deák, 2002; Szatlócki, 2008; Tóth, 2011):

- kiegyensúlyozott növényfejlődés, nagyobb, jobb minőségű termés;
- pontos adagolás, kis vízvesztés (~95 százalékos hasznosulás is elérhető);
- tápanyagok, kemikáliák kijuttatásának lehetősége (a növény közelébe);
- kedvező növény-egészségügyi körülmények (száraz levél);
- energiatakarékosság (kisebb teljesítményű berendezések);
- rossz vízgazdálkodású talajokon is alkalmazható;
- magasabb sótartalmú vizek használata.

A mikroöntözés hátrányai:

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

A mikroöntözés megjelenése az önálló cseppenkénti vagy csöpögtető öntözési módnak a megszűnését eredményezte. Ugyanis „mikroadagú” öntözési mód most már a csöpögtetőtes és a mikroszórós megoldást is magában foglalja.

### 3.2. Öntözési technológiák

Az időjárás és az évijáratok sajátosságok hatása a növénytermesztésben több tényező kölcsönhatásának eredménye. Az egymással kölcsönhatásban lévő tényezők hatásait a növénytermesztési beavatkozások szakszerűsége, a technika és technológia színvonala, valamint a talaj vízgazdálkodási tulajdonságai fokozhatják, illetve enyhíthetik.

A vízellátás közvetlen hatással van a növények fiziológiai folyamataira (pl. tápanyagfelvétel, asszimiláció), fejlődésére, termésképzésére. Van azonban közvetett hatása is, az agrotechnika egyes elemeinek megvalósítását, azok minőségét, hatékonyságát jelentős mértékben befolyásolja (Csajbók, 2004). Az öntözőgépekkel szemben támasztott fontosabb követelmények Kocsis (2002) az alábbiak szerint foglalta össze:

- a vízádag a növény igényének és a talaj vízkapacitásának megfelelően legyen szabályozható,
- biztosítva legyen a takarékos energiafelhasználás, egyenletes vízelosztás,
- az öntözőberendezés mozgása és telepítése során minimális legyen a taposási kár,
- a lehető legkisebb legyen a talajszerkezet rombolása, az iszapodás és a növénydőlés,
- alacsony legyen a telepítési és üzemeltetési költség,
- a működtetés ne igényeljen magas fokú szakértelmet,
- a berendezés alkalmas legyen a kora tavaszi és késő őszi fagyvédelemre,

- a rendszernek korrózióállónak kell lennie.

Az alfejezet további részében a leginkább elterjedt és alkalmazott öntözési technológiákat mutatjuk be röviden.

### 3.2.1. Lineár, körforgó

A hazai éghajlati viszonyok között a nagytáblás, nagyfelületű öntözés víz- és energiatakarékosabban, sok tekintetben a leggazdaságosabban, leginkább a jól automatizálható, nagy teljesítményű lineár, vagy körforgó magajáró öntözőberendezésekkel valósítható meg.

Ezek 50 és 400 hektár közötti táblák, vagy egy tagban elhelyezkedő több kisebb, de jól bejárható szomszédos táblák együttes öntözésére alkalmasak, azaz elsősorban a nagyobb földterülettel rendelkező mezőgazdasági üzemek számára ajánlott. Az öntözőberendezések kerekeken gördülő tornyokból épülnek fel. Az egymástól 25-55 m távolságra lévő tornyokon (kocsikon) helyezik el a csővezetékét. A különböző felépítésű öntözőberendezések vízigénye és az öntözhető terület nagysága is eltérő. A leggyakoribb típusok esetében:

1. Körforgó öntözőberendezések (Hajdú, 2015a):
  - 250-350 m<sup>3</sup>/h vízigény,
  - 1-3 bar nyomáson,
  - 100-150 hektár öntözhető terület.
2. Tömlős táplálású lineárok esetében:
  - 300-350 m<sup>3</sup>/h vízigény,
  - 3-6 bar nyomáson,
  - ~150 hektár öntözhető terület.
3. Nyitott csatornából táplált, nagy teljesítményű berendezéseknél:
  - 800-900 m<sup>3</sup>/h vízigény,
  - 3-3,5 bar nyomáson,
  - ~400 hektár öntözhető terület.

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 korszerű berendezések 15 százalék terepeséig 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<sup>9</sup>. Az esőszerű öntözővíz kijuttatását az öntözőberendezések tornyait áthidaló csőívekről különböző magasságban elhelyezett, finomporlasztású ütközőlapos szórófejek végzik, amelyet kiegészíthet a szárnyvezeték végén nagyhatósugarú szórófej is (Hajdú, 2015a).

A lineár öntözőrendszer fontosabb előnyei:

<sup>9</sup> A korszerűbb konstrukciók képesek „a kört négyszögesíteni” is, azaz sarokkonzolokkal felszerelve, vezérelt formában tudják beöntözni a körön kívül eső sarkokat is.

- Rugalmasság és magasabb lefedettség a többi technológiával szemben. Ennek következtében növekszik az öntözött terület termőképessége, azaz üzleti hasznot termel a gazdálkodónak.
- Működésük teljes egészében automatizálható, jól szabályozhatók, felügyeletet alig igényelnek.
- A legkorszerűbb berendezések térinformatikai rendszerekkel (GPS), GSM vagy internet-alapú adatátvitellek segítségével távvezérelhetők, illetve távfelügyelhetők<sup>10</sup>.
- Akár 60-90 százalék víztakarékosság is elérhető maximális hatékonyság mellett.
- Legújabb típusai kiválóan illeszthetők a precíziós gazdálkodás technológiai sorrendjébe.

A lineár öntözőrendszer hátrányai:

- nagy beruházási költség.
- öntözővíz minősége fontos,
- magas üzemeltetési költség,
- energiaigény jelentős lehet.

### 3.2.2. Csévélődobos (konzolos)

A járva üzemelő öntözőberendezések közül a legelterjedtebb a csévélődobos öntözőrendszer, amelyek vízadagoló eleme egy-két nagy hatósugarú szórófej, vagy több vízadagoló elemmel ellátott konzol. Ezek a berendezések széles méretskálával és 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 végzi a tömlő szakaszos vagy folyamatos csévélése vagy vonszolása közben – 50-100 méter munkaszélességgel, max. 500 méter hosszúságú sávöntözéssel. A csévélődobos rendszerek kerek 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. A szárnyvezetékek mozgatási módja alapján az alábbi hajtásokat különböztetjük meg:

- mechanikus,
- hidromechanikus,
- elektromechanikus (Szlivka, 2002).

Szántóföldön és kertészetekben egyszerűen használható megoldás, néhány hektártól a nagyobb tábla méretekig. Egyaránt felszerelhetők vízágyús és konzolos vízkijuttató egységekkel.

Az öntözőkonzolok lehetővé teszik a kíméletes öntözést az öntöződobbal. A konzolok alacsonyabb nyomásigényének (1 bar-tól), jobb cseppképzésének és egyenletesebb szórásképének köszönhetően nem csak a vízkijuttatás lesz pontosabb, de az üzemeltetés költségei is csökkennek.

<sup>10</sup> Az öntözőberendezés sebesség- és zónavezérlése valósítható meg, amely lehetővé teszi a helyspecifikusan változó intenzitású öntözést. Az automatikus sebességvezérlés segítségével az öntözőberendezés a talajféleség, a domborzati viszonyok, a változó növényi kultúrák vízigénye alapján képes változtatni a kiöntözött vízmennyiséget. Az automatikus zónavezérlés révén pedig digitalizált térképek és a növényi kultúrák vízigénye alapján tudja változtatni a dózist. E zónavezérlésnek köszönhetően digitalizált növényi vízellátottsági, talajnedvességi, hozam- és topográfiai térképek segítségével az öntözőberendezés alatt különböző öntözési zónák (akár 30 féle is) alakíthatók ki, amelyek eltérő vízmennyiség kijuttatását teszik lehetővé (Hajdú, 2015b).

A csévéldobos 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 időnyen kívül akár a telephelyen is tárolhatók.
- Beüzemelés során csak a területre szállításhoz és a cső kihúzásához van szükség külön erőforrásra.
- Az üzemeltetés során csak felügyeletet igényel.
- Alacsony fajlagos bekerülési költség.
- Szervízigényük minimális (Grasics, 2002).

A csévéldobos öntözőrendszer hátrányai:

- Amennyiben csak vízágyúval van felszerelve, az érzékeny növénykultúrát károsíthatja az öntözés (nem megfelelő cseppméret).
- Érzékeny a talajegyenetlenségre.
- Magas üzemeltetési költségek.

### 3.2.3. Csepegtető öntözési technológia

A csepegtető öntözés a mikroöntözés egyik változata, amelynél a vizet a talaj felületére folyamatosan (cseppenként), illetve szakaszosan (kortyonként) juttatják ki.

A csepegtető öntözőberendezés olyan beépített berendezés, amely az öntözött növényállomány számára az optimális talajnedvességet a teljes tenyészidőszak alatt biztosítja a gyökérzónába pontosan adagolt öntözővízzel.

A csepegtető öntözés gyakori eljárás a mezőgazdaságban számtalan jó tulajdonsága és sokrétű felhasználhatósága miatt. A víztakarékosság és a kis nyomásigény miatt mindenképpen ez az egyik legkedvezőbb megoldás, valamint gyors és egyszerű telepíthetősége, alacsony fenntartási költségei is indokolják széleskörű felhasználását. Alapvetően kétféle csepegtető rendszert alkalmazunk:

- Az egyik a csepegtető csöves kialakítás, melynél a kihelyezett polietilén csőbe előre beépített csepegtető elemeket helyeznek el állandó osztástávolsággal.
- A másik a csepegtető gombás kialakítás, amelynél a csepegtető testeket kívülről ültetik rá az osztóesőre tetszőleges osztástávolsággal.

A csepegtető rendszer egyaránt felhasználható gyümölcsösökben, díszkertekben, faiskolákban, zöldségesekben, konyhakertekben vagy üvegházakban is.

A csepegtető-miniesőztető öntözőrendszer fontosabb előnyei:

- a szórófejek széles teljesítmény választéka és sokféle kialakítása alapján széles körben, bármely domborzati és talajadottságok esetén, kis- és nagyüzemben és szinte mindenféle növény öntözésére alkalmazható;
- a kijuttatás intenzitása a talaj tulajdonságaihoz, víznyelő- és vízvezetőképességéhez jól megválasztható;
- a talaj szerkezetét – a legkorszerűbb berendezések alkalmazásával – nem rongálja;
- kis mennyiségű öntözővizet is viszonylag egyenletesen szét lehet osztani (pl. kelesztés céljából);

- a termelésből kieső terület minimális;
- a felszíni öntözési módokhoz (barázdás, árasztásos) képest a vízmegtakarítás 20-30 százalékos is lehet;
- az egyéb agrotechnikai műveleteket nem zavarja;
- kedvező élettani hatása van azáltal, hogy lemossa a leveleket, ezzel elősegíti az asszimilációt és lehetővé teszi a levélen keresztüli vízfelvételt;
- jól automatizálható, ezzel az élőlátás-igény jelentősen lecsökkenthető;
- lehetőséget ad a mikroklíma szabályozására, a környezet hűtésére vagy a fagy elleni védelemre;
- jelentős termésnövekedés érhető el alkalmazásával (minimum 25-30 százalék);
- a vízpótláson kívül sok egyéb célra is jól felhasználható.

A csepegtető öntözőrendszer hátrányai:

- nagy az energiaszükséglete (üzemeltetéséhez 2,8 bar nyomás szükséges);
- szélre érzékeny, szeles időben egyenlőtlen a vízelosztás;
- kedvezőtlenül változtathatja meg a mikroklímát a növényállomány belsejében;
- jelentős a párolgási veszteség, amely elérheti a 25-30 százalékot is, de az öntözési időpont helyes megválasztásával 20 százalékra is csökkenthető;
- szabálytalan táblák esetében a táblaszéleken túli öntözés miatt nagy a vízveszteség;
- nagy az anyagigénye és beruházási költsége;
- a gépi berendezések élettartama rövid;
- magasabb üzemköltség a felületi öntözéssel szemben;
- a gépi berendezések egy részét az öntözési időnyen kívül raktározni kell (Csajbók, 2004; Csajbók, 2007; Grasic, 2002; Ligetvári, 2008; Tóth, 2003b; Tóth, 2011).

#### 3.2.4. Kertészeti szórófejes öntözés

A szórófejes öntözés az esőztető rendszerek 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).

Az öntözött területek teljes lefedése két alapvető tényezőre épül ([www.kite.hu](http://www.kite.hu) alapján):

##### 1. Könnyű eső (kis intenzitás, nagy egyenletességgel)

- Az alacsony intenzitás hozzájárul az alapvető termesztési feltételek biztosításához;
- Egyidejűség - a vízpótló öntözésnél, a tápoldatozásnál, a mikroklíma biztosításánál, a kelesztő öntözésnél,
- Optimális nedvesség és pórusterfogás a gyökérzónában,
- Magasabb termésátlag és minőség a minden egyes négyzetméterre egyenlően kijuttatott víz és tápanyagmennyiségnek köszönhetően,
- Nincs elfolyás, minden csepp víz eljut a gyökérzónába,
- Környezetbarát, mérsékli a víz- és tápanyag-felhasználást, ellenőrzés alatt tartható a gyökérzóna, nem kerülhet tápanyag a talajvízbe,
- Akár kis vízhozam szétosztása az egész területre (csepegtető elv).

##### 2. Egyszerű és gyors a rendszer kitépítése és összegyűjtése

- Gyors és egyszerű a rendszer telepítése, valamint a rendszer elemeinek tárolása, Opció: Csévedob a szárnyvezetékek tárolására

- Kompakt szórófejállványok gyorscsatlakozással a könnyű telepítés érdekében,
- Nagy területek öntözése is könnyen vezérelhető,
- Egyszerű üzemeltetés és karbantartás.

#### Alkalmazási területei:

- Tökéletesen alkalmas zöldségekre, burgonyára, szamócára, csemetekertekbe,
- Alkalmazható hűtésre, hűvös mikroklimát tud biztosítani száraz, meleg időjárás esetén,
- Optimálisan alkalmazható bármilyen területen különféle kultúrákban, könnyen alakítható a vevői igényekhez.

#### A kertészeti-szórófejes öntözőrendszer agrotechnikai előnyei:

- A magas szórási egyenletesség (CU több, mint 90 százalék) és az alacsony intenzitás növeli az öntözési hatékonyságot, vizet és tápanyagot takarít meg, ugyanakkor elősegíti ezek optimális felszívódását a gyökérzónában.
- Az alacsony intenzitásnak köszönhetően az egyszerre öntözhető terület 2,5-5 ször nagyobb, mint ha hagyományos szórófejeket használnánk.
- Szeles időben is megfelelő egyenletességet biztosít.
- Optimális szinten tartható a talaj nedvesség és levegőtartalma, öntözés után nem csepegedik le a talaj, ezzel ideális feltételeket teremt a növények csírázásához keléséhez, valamint átsegíti a növényt a kritikus fejlődési szakaszain.
- A mikroklimát egyszerre az adott öntözött területen biztosítja.
- Az apró zöldségmagvak kelesztő öntözését egyöntetűen kis, 1-3 mm/h intenzitással tudja biztosítani.
- Növeli a termés mennyiségét és javítja a minőséget is.
- A rendszer elemei napsugárzásnak és a vegyszereknek ellenállnak.

#### 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 mikroszórófejes öntözési módot alapvetően a nagy termelési értéket képviselő ültetvények (szőlő, gyümölcs, faiskola, stb.) zöldségajtatás, fóliasátrak, üvegházak, dísnövénytermesztés területén gazdaságos alkalmazni (Szatlóczi, 2008).

Egy jól működő öntözőrendszer tervezése során számos tényezőt figyelembe kell venni: talaj jellemzőit, a vízháztartás rendszerét és a növény vízigényét. Az öntözőrendszer kialakítása és működtetése akkor válik hatékonná, 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 nedvesséigényének 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 nélkül, terméshozam csökkenése nélkül?
- A növényi kultúrának mekkora vízmennyiségre van szüksége?

### 3.3. 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 kell figyelembe venni. A növényállományok vízigényét számos tényező befolyásolja, amely hatással van az alkalmazandó öntözési technológiára is:

- faji- és fajtatulajdonságok,
- a tenyészidő hossza, amelyhez eltérő vízigény tartozik.

A hazai szántóföldi növénytermesztésben és kertészeti gazdálkodásban a legelterjedtebb öntözési technológiák:

- lineár,
- csévélődobos és
- mikroöntözéses öntözési eljárás.

Természetesen az adott növénykultúra jellemzői és igényei, a gazdálkodó lehetőségei, a környezeti adottságok függvényében az előbbiek mellett még számos öntözési eljárást alkalmaznak hazánkban a gazdálkodók, de ezek kevésbé elterjedtek. A következő 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)                                                  |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Vetőmag növények               |                                                                          |
| Hibridkukorica                 | Lineár, körforgó; Csévélődobos (konzolos)                                |
| Napraforgó                     |                                                                          |
| Repce                          |                                                                          |
| Lucerna                        |                                                                          |
| Egyéb                          |                                                                          |
| Nagymagvú zöldség              |                                                                          |
| 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 Horizontális és Elemzési Osztályán

### 3.4. A kiemelt öntözési technológiák beruházási költségei

A közép-európai térségben egyre inkább érzékelteti negatív hatásait az éghajlaltváltozás, amely a lehulló csapadék mennyiségében is megváltozik. 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 szervezethez, hosszú távú gondolkodást és a gazdálkodók közötti együttműködést követeli 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 öntöző telep vízjogi engedélyének megléte.

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

1. Geodéziai felmérés

A felmért adatok a földhivaltaltól beszerzett hiteles alaptérképen koordináta helyesen 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 egy 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-Pupos-Takácsné, 2007):

1. Közvetlen ráfordítások/Üzemeltetési költségek

- az öntözőberendezések beruházási költsége;
- az öntözőberendezések beruházásának tárgyi jellege szerinti szerkezete (épület, építmény, földmunka és föld alatti csőhálózat, földművek és burkolatok, gépek és berendezések);
- az öntözőberendezések létesítésének anyagszükséglete;
- a berendezkedés miatt kieső termőterülete;
- az öntözési szolgáltatás élőmunkaigénye;
- az öntözési szolgáltatás energiaigénye;
- az öntözési szolgáltatás anyagigényét 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 költségeket vonatkoztathatjuk

- területre (ha);
- üzemórára (óra);
- öntözővíz terület-egységnyi mennyisége szerint (mm, m<sup>2</sup>).

A költségeket befolyásolja:

- az öntözővíz mennyisége;
- a berendezések kihasználtsága;
- beruházási költség nagysága;
- energia és munkabér-költségek;

- vízdíj.

Költségek összetétele:

- 55-70 százalék állandó költség;
- 30 százalék változó költség (alacsony).

Az alkalmazandó öntözési technológia alapján sajátos költségelemeket is figyelembe kell venni. A csévéldobos 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 elkészítenie az öntözési technológia megvalósítása és üzembehelyezése után, amely arra adhat választ, hogy hatékonyabb, jövedelmezőbb lett-e az adott növénykultúra termesztése.

Az öntözéses termelés teljes- és ezen belül többletköltségeit költségnemenkénti bontásban a következő táblázat tartalmazza:

5. táblázat: **Az öntözés költség számítása**

| Öntözéses teljes termelési költség                    | Ebből az öntözés többlet költsége                                                   |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>I. Anyagköltség</b>                                |                                                                                     |
| 1. Szervestrágya költsége kiszórással<br>elvitt       | Az öntözetlenhez képest kiadott többlet szervestrágya költsége                      |
| 2. Műtrágyázás költsége tárolással,<br>szállítással   | A többletként kiadott mennyiség költsége                                            |
| 3. Vetőmag: vízigényes, nagyhozamú fajta              | A nagyobb vetőmagadag és vetőmagár<br>költségek különbsége                          |
| 4. Vízdíj: tarifa szerint számolva                    | Az egész többletköltség                                                             |
| 5. Növényvédőszer, gyomirtószer                       | Többletként kiadott mennyiség költsége (Esetleg<br>költségcsökkenés is jelentkezik) |
| <b>II. Munkadíjköltség</b>                            |                                                                                     |
| 1. A növénytermelés munkáinak<br>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<br>szerint) | A többletmunkadíj után                                                              |
| <b>III. Szolgáltatások</b>                            |                                                                                     |
| 1. Talajmunka stb.                                    | -                                                                                   |
| 2. Szállítás                                          | A többlet szállítások költsége                                                      |
| 3. Öntözés előkészítése és befejezése                 | Az egész többletköltség                                                             |
| 4. Szivattyúk stb. évi üzemeltetési<br>költsége       | Az egész többletköltség                                                             |
| <b>IV. Amortizáció és fenntartás</b>                  |                                                                                     |
| 1. Az ágazatot terhelő tároló-épület után             | -                                                                                   |
| 2. Speciális betakarítógép után                       | -                                                                                   |
| 3. Az öntözőtelep, csatorna és gép után               | Az egész többletköltség                                                             |
| <b>V. Biztosítás:</b> tarifa szerint                  | -                                                                                   |
| <b>VI. Egyéb költség</b>                              | -                                                                                   |
| Összes közvetlen költség                              | Összes közvetlen költség                                                            |
| <b>VII. Általános költségek</b>                       | A közvetlen többletköltség utáni általános költség                                  |
| <b>Összes termelési költség</b>                       | <b>Összes többletköltség</b>                                                        |

Forrás: Nábrádi-Pupos-Takácsné (2007)

A többletköltségek nagysága – beleértve az öntözési költségeket is – meglehetősen tág határok között változik, hasonlóan szerkezeti arányukhoz” (Nábrádi-Pupos-Takácsné, 2007). A kalkuláció során mindenképp átgondolt, felelősségteljes döntést kell hozni a gazdálkodónak.

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: **Öntöző rendszerek beruházási értékei**

|                                  |                                         | ezer HUF/ha                   |                               |                              |                  |
|----------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------|
| Megnevezés                       | Mikroöntözés                            |                               |                               | Esőztető öntözés             |                  |
|                                  | Csepegtető öntöző                       |                               | Miniesőztető                  | Kertészeti szórófejes öntöző | Dobos öntözőgép  |
|                                  | Lineár, körforgó                        |                               |                               |                              |                  |
|                                  | Szántóföldi zöldség<br>10 ha-ra vetítve | Ültetvény<br>10 ha-ra vetítve | Ültetvény<br>10 ha-ra vetítve | Kötéstáv<br>10 ha-ra vetítve | 50 ha-ra vetítve |
| <b>1. Vízbeszerezés</b>          |                                         |                               |                               |                              |                  |
| Felszíni víz-csatorna (1 km)     | 70                                      | 70                            | 70                            | 70                           | 50               |
| Felszín alatti víz-csőkút        | 200                                     | 200                           | 200                           | 200                          | 110              |
| <b>2. Vízi kiemelés</b>          |                                         |                               |                               |                              |                  |
| Elektromos szivattyús egység     | 80                                      | 190                           | 220                           | 200                          | 70               |
| Robbanó motoros szivattyú egység | 110                                     | -                             | -                             | 110                          | 90               |
| <b>3. Vízi szállítás</b>         |                                         |                               |                               |                              |                  |
| Nyomócső rendszer                | 210                                     | 200                           | 230                           | 150                          | 120              |
| <b>4. Vízi kijuttatása</b>       |                                         |                               |                               |                              |                  |
| Öntöző(gép) rendszer             | 450                                     | 600                           | 800                           | 740                          | 310              |
| <b>5. Tervezés, bonyolítás</b>   |                                         |                               |                               |                              |                  |
| <b>Összesen</b>                  | <b>min.</b>                             | 900                           | 1150                          | 1410                         | 1160             |
|                                  | <b>max.</b>                             | 1060                          | 1280                          | 1540                         | 1380             |

Forrás: KITE Zrt. adatai alapján készült az AKI Horizontális és Elemzési Osztályán

## 4. Adat és módszer – az öntözhetőségi modell

Amint az első három fejezetben láthattuk, az öntözési beruházás lehetősége és környezeti-, gazdasági fenntarthatósága mindenképp a rendelkezésre álló, megfelelő mennyiségű és minőségű vízkészlettől, a terület éghajlati, domborzati és talajtani viszonyaitól, valamint a természetből az öntözni kívánt növény(ek) piaci lehetőségeitől, értékétől függ. Ha egy terület természetföldrajzi vagy klimatikus okokból sérülékenyebb (pl.: belvízjárta- vagy nitrátérzékeny terület), lényegesen nagyobb átgondolást igényel az öntözési beruházás. A megfelelő öntözési technológia kiválasztásakor az öntözést befolyásoló környezeti tényezők hatását figyelembe kell venni, valamint számba kell venni az öntözni kívánt növényfajokat és azok időszakos vízigényét is. Annak érdekében, hogy térben vizsgálni tudjuk, mely területeken válik gazdaságossá az öntözés, és hogyan változik az öntözés térbeli kiterjedése, egy modellt alakítottunk ki, amelynek módszertana a környezeti és gazdasági hatásokat egyaránt igyekszik minél teljesebb módon leképezni. Az elsődleges eredményeket követően érzékenységvizsgálatot is végeztünk abból a célból, hogy megállapítsuk, egyes befolyásoló tényezők milyen mértékben módosítják az öntözési beruházás által érintett területek nagyságát, annak vízigényét, az öntözhető növénykultúrák körét.

Modellünk kialakítása során alapvetően csak a gazdaságossági-fenntarthatósági számításokra alapoztunk, mivel a hazai öntözés viszonylag fejletlen állapota, az öntözésre felhasználható vizek alacsony szintű kihasználtsága nem teszi szükségessé a környezeti fenntarthatóság mélyebb vizsgálatát.

### 4.1. 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. A KSH 2016. évi adatai szerint a termőterületnek közel háromnegyede (5,4 millió hektár) a szűkebb értelemben vett mezőgazdasági terület, amely a szántó, konyhakert, szőlő, gyümölcsös és gyepművelési ágak között oszlik meg. Ebből az általunk vizsgált kiemelt öntözési potenciával bíró szántóföldi és ültetvényes gazdálkodás által érintett növények területe a 2011-2014 évi SAPS támogatott területek 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 területből (2,7 millió hektár). 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 vízkezesleti oldalon 2,6 millió hektár (2. melléklet2. melléklet: ) nagyságú.

#### 4.1.1. A gazdaságos öntözési beruházás alapján számított vízkereslet meghatározásának lépései

Számításaink a jelenlegi földhasználati viszonyokra támaszkodnak, azaz feltételezzük, hogy adott helyen változatlanul a jelenleg termesztett növények maradnak termesztésben. A vetésváltás figyelembevétele érdekében az egyes növények által a vizsgálat során használt térbeli egységben (1x1 km azaz 100 ha cella) 4 éves átlagterületet vettünk figyelembe. Az A főbb öntözhető növényeket érintő öntözési beruházás megtérülését a nettó jelenértékét (NPV) alapján határoztuk meg. Az NPV számításnál az öntözőberendezés beruházási költségét, az öntözés üzemeltetési költségét, és az öntözésből származó többletjövedelmet vettük figyelembe.

A különböző típusú öntözőberendezések beruházási költsége eltérő, így nagysága egy adott típusú öntözőberendezés esetén is viszonylag széles intervallumban változhat. Számításainkban öntözési technológiánként egy minimum és egy maximum beruházási költséget vettünk figyelembe, amelyhez az alapadatokat a KITE Zrt. számításai biztosították (6. táblázat).

Szakirodalmi adatok és szakértői tapasztalatok alapján meghatároztuk a Magyarországon leggyakrabban öntözésbe vont növényfajok árutermelő gazdaságokra jellemző szárazműveléses és öntözéses gazdálkodáshoz tartozó átlagos üzemeltetési költségeit.

Az öntözéses gazdálkodáshoz tartozó üzemeltetési többletköltségeknél az alábbiakat vettük figyelembe:

- a többlet műtrágya többletköltsége,
- a nagyobb vetőmagszükséglet többletköltsége,
- a vízdíj és a kapcsolódó tételek,
- az öntözés gépi munkáinak költsége,
- a többletként kiadott növényvédőszer, gyomirtószer költsége,
- a többlettermés betakarítása miatti többletköltség,
- a többlettermés többletszállítási (és többletszárítási) költsége

Ezt követően szakirodalmi és szakértői információk alapján minden növényhez hozzárendeltük az öntözéssel elérhető többlettermést aszályos, átlagos és csapadékos évjáratra vonatkozóan, és ezek súlyozott átlagaként kiszámoltuk a többlethozamokat a főbb növényfajokra (**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**). Az öntözéssel elérhető többletjövedelem megállapításához a kárenyhítő juttatás iránti kérelemhez megjelölt 2011-2014. évi referenciaárak átlagát, illetve az öntözéssel elérhető többlettermést használtuk fel.

Ezt követően azt vizsgáltuk meg, hogy a nem öntözött mezőgazdasági területen az öntözés beruházás mekkora nettó jelenértékeket eredményezne növénykultúránként, vagyis, hogy az öntözési beruházás megtérül-e és ha igen, akkor milyen mértékben a jövőben. A beruházás hasznos élettartalmának 10 évet vettünk alapul (teljes amortizációval, nulla maradványértékkel) 2,5 százalékos kamatláb mellett, 50 százalékos támogatással. Figyelembe véve a beruházási költségek változékonyságát, az NPV értékek nagyságrendjét intervallumban adtuk meg (7. táblázat **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**). A növényekhez azt a technológiát rendeltük hozzá, amely adott domborzati viszonyok esetén a legnagyobb NPV értéket kaptuk. Majd a következő lépésben az öntözést kizáró és korlátozó ökológiai tényezőket vettük figyelembe.

7. táblázat: **Az öntözési beruházási költség, az öntözési üzemeltetési költség, az öntözésből származó többletjövedelem és az NPV értékek alakulása a főbb növényfajoknál**

ezer HUF/ha

| Növényfajok     | Öntözési beruházási költség 50%-os támogatással |         | Öntözés üzemeltetési költsége |         | Öntözés többletjövedelme | NPV     |         |
|-----------------|-------------------------------------------------|---------|-------------------------------|---------|--------------------------|---------|---------|
|                 | Minimum                                         | Maximum | Minimum                       | Maximum |                          | Minimum | Maximum |
| Hibridkukorica  | 285                                             | 510     | 85                            | 94      | 397                      | 2 218   | 2 362   |
| Árukukorica     | 285                                             | 510     | 96                            | 104     | 115                      | -344    | -184    |
| Csemegekukorica | 285                                             | 510     | 78                            | 91      | 202                      | 584     | 695     |
| Silókukorica    | 285                                             | 510     | 91                            | 104     | 28                       | -1 062  | -951    |
| Zöldborsó       | 285                                             | 510     | 50                            | 56      | 80                       | -303    | -26     |
| Zöldbab         | 285                                             | 510     | 86                            | 103     | 176                      | 127     | 501     |
| Szója           | 285                                             | 510     | 83                            | 94      | 86                       | -580    | -258    |
| Lucerna         | 285                                             | 510     | 80                            | 80      | 13                       | -1 094  | -869    |
| Búza            | 285                                             | 510     | 25                            | 28      | 48                       | -333    | -81     |
| Burgonya        | 285                                             | 510     | 107                           | 125     | 851                      | 5 996   | 6 071   |
| Paradicsom      | 450                                             | 770     |                               | 194     | 1 690                    | 12 328  | 12 648  |
| Paprika         | 450                                             | 770     |                               | 192     | 2 419                    | 18 724  | 19 044  |
| Fűszerpaprika   | 450                                             | 770     |                               | 122     | 352                      | 1 243   | 1 563   |
| Sárgarépa       | 450                                             | 770     |                               | 114     | 690                      | 4 220   | 4 593   |
| Fejeskáposzta   | 450                                             | 770     |                               | 120     | 938                      | 6 396   | 6 707   |
| Vöröshagyma     | 450                                             | 770     |                               | 90      | 2 612                    | 21 351  | 21 622  |
| Meggy           | 575                                             | 640     |                               | 149     | 611                      | 3 269   | 3 464   |
| Szőlő           | 575                                             | 640     |                               | 155     | 209                      | -295    | -100    |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Megjegyzés: az NPV értéknél a vetésváltást nem vettük figyelembe.

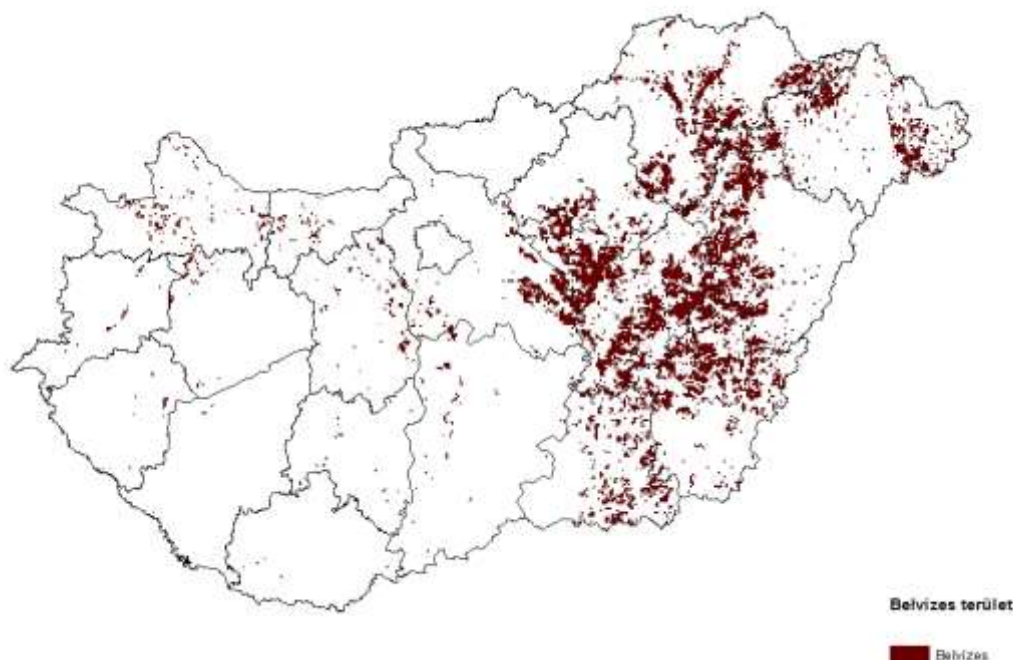
### Az öntözést befolyásoló környezeti tényezők hatásának figyelembevétele

Az öntözésberuházás 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 eloszlás szempontjából is meg akarjuk vizsgálni, hogy mely területeken érdemesebb az öntözésfejlesztés és az öntözési beruházás támogatása, figyelembe kell vennünk a természeti adottságokat is. A környezeti tényezők közül az 1. fejezetben bemutatott tényezők közül a talajtulajdonságok, a klíma, a domborzat és a belvízzel való érintettség hatását vizsgáltuk. Nem vettük viszont figyelembe a természet- és környezetvédelmi területeket, mivel azt feltételeztük, hogy ezek közül egyesek (MTÉT területek) már felszínborításuk okán sem jelennek meg az öntözhető területek között, mások esetében (NATURA2000, nitrátérzékeny területek) pedig megfelelő technológiaválasztás mellett kezelhetőek a szigorú előírások, amennyiben a területen gazdálkodó termelő öntözni szeretné földjét.

Az 1. fejezetben említettek szerint 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 (25.

ábra) elvégeztük az öntözésre nem javasolt területek kizárását. Modellünkben azokon a területeken, ahol a relatív belvíz gyakoriság nagyobb, mint 60 százalék, ott nem javasoljuk az öntözést.

**25. ábra: Nagy belvízveszélyeztettséggel érintett területek**



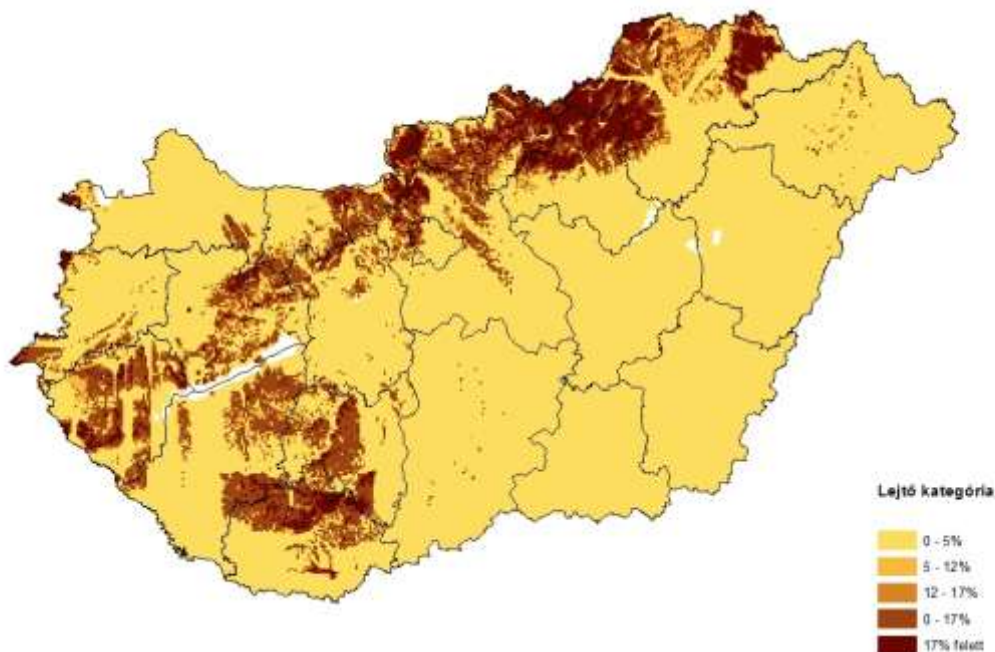
Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

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 (26. ábra).

- < 5 százalékos lejtés (ha a vizsgálandó terület több mint 50 százalékára igaz): lehetséges az öntözés, a technológiákra nincs korlátozás meghatározva
- 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 többlet beruházást igényel.
- > 17 százalékos lejtés: nem lehetséges az öntözés.

A térképen szerepel egy vegyes kategória, amely 0-17 % formájában jelenik meg. Ez azokat területeket jelöli, amelyeket nem tudtuk egyértelműen a fent írt 4 típus egyikébe sem sorolni. 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%-a <5%, 20%-a 5-12%, 20%-a 12-17% és 20%-a >17%, akkor 20 hektárt technológia korlátozás nélkül, 10 hektárt mikroöntözéssel, 10 hektárt megemelt költségű mikroöntözéssel vettünk figyelembe, míg 10 hektárt esetében teljesen kizártuk az öntözés lehetőségét.

26. ábra: Öntözést befolyásoló lejtési kategóriák



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Modellünkben az öntözés körülményeit befolyásoló talajtani adatok alapján 3 kategóriát különítettünk el (27. 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 kotu talajok
- öntözésre nem javasolt területek

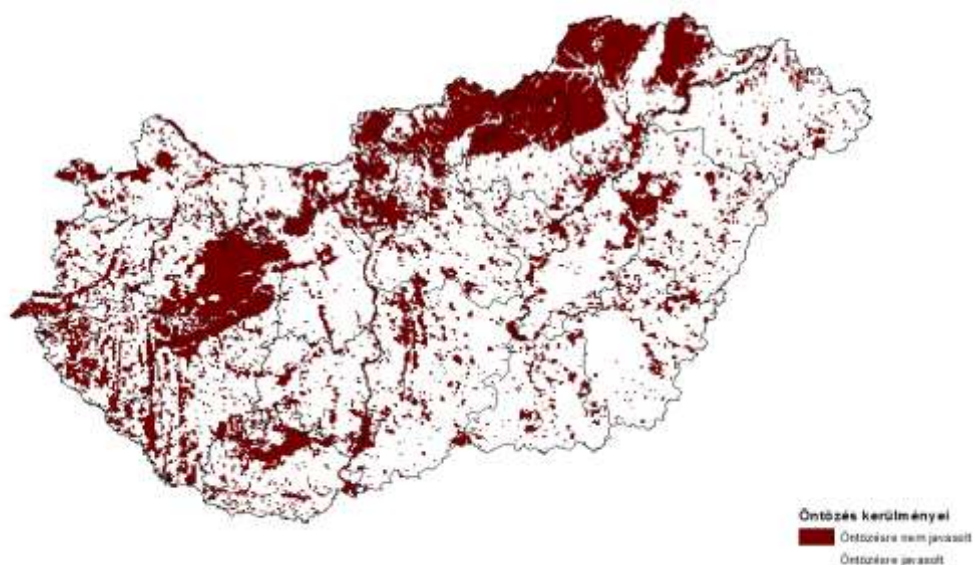
Az öntözésre nem javasolt területek kizárása kerültek.

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 többlet hozamot 50 százalékkal csökkentettük.

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



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

28. ábra: **Aszályos területek a Pálfai-féle aszály index felhasználásával**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

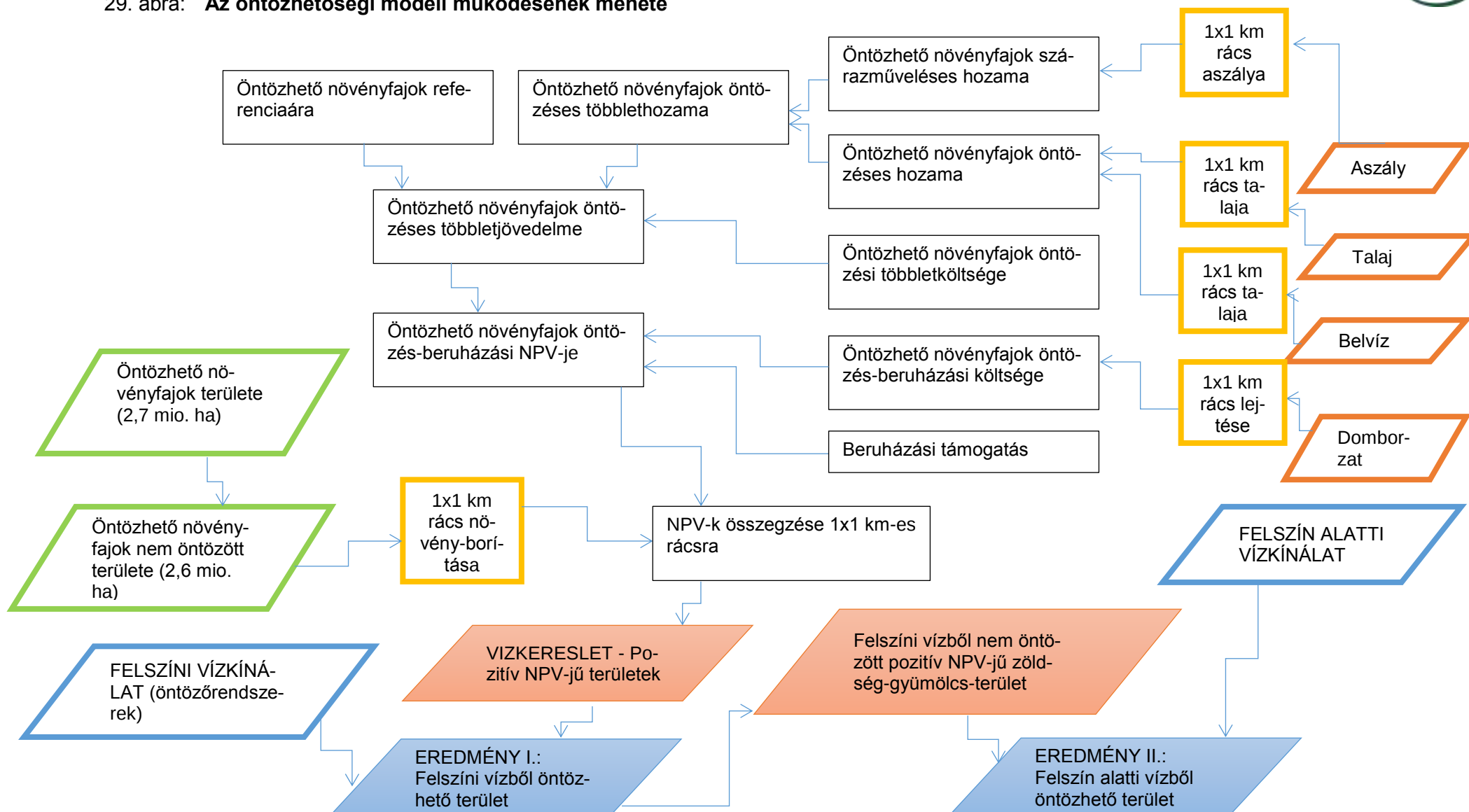
A klimatikus viszonyokat a Pálfai-index felhasználásával szerepeltettük modellünkben (28. ábra). A Pálfai-féle aszály index (a PAI sokévi átlagának és 10 százalékos előfordulási valószínűségű értékének területi eloszlása alapján) felhasználásával kezeltük az aszály hatását az öntözendő területekre. Aszályos, átlagos és csapadékos évjáratra is meghatározásra kerül az öntözés által elérhető többlethozam. Ezen értékek súlyozott átlagaként számoljuk ki a többlethozamot. Minél nagyobb a Pálfai index értéke, annál nagyobb súllyal (több évre) számoljuk az aszályos évjáratra jellemző – nagyobb relatív– többlethozam értékét.

Az öntözést kizáró és korlátozó tényezőkhez tartozó térképi fedvények egymásra vetítése alapján kapjuk meg a tényezők együttese hatását az öntözésre javasolható területekről.

Az öntözhető területek lehatárolási módszerének folyamatát a 29. ábra mutatja be.

A 29. ábrán a paralelogrammák a térképi formátumokat (és a mögöttük levő adatbázisokat) jelölik, míg a téglalapok az általános, az egész országra érvényes az adatbázisokat, amelyek alapján az egyes 1x1 km-es rácsokban szereplő növények értékei kiszámításra kerültek.

29. ábra: Az öntözhetőségi modell működésének menete



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

#### 4.1.2. Vízkínálati oldal meghatározása

Ezt követően a rendelkezésre álló vízkínálatot vettük figyelembe. az öntözési lehetőséget biztosító felszín alatti és felszíni víztestek esetében.

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 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.

Ahol nem áll rendelkezésre felszíni vízkészlet, ebben 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 és a nem öntözött területeken elhelyezkedő, általunk vizsgált növények területének és öntözési vízigényének metszetei segítségével meghatároztuk azokat a területeket, ahol az NPV értékek 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 értéke nulla nem lett.

#### 4.2. 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 (5. melléklet).

A vízkeresleti oldal meghatározásánál az öntözési igényeket öt öntözési időszakra (április-május, június, július, augusztus, szeptember-október) osztottuk, a vízmennyiséget köbméter/hektárban kifejezve. Az öntözéstechnológiánál négy rendszert; a csepegtető-, a miniesőztető-, a dobos- és a lineár és körforgó öntözőrendszert különböztettük meg az egyes növénykategóriáknál. A fentebb említettek, illetve a beruházási, az üzemeltetési költségek, az öntözési többletjövedelem és fajlagos NPV értékek 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 értékek alapján lehet és érdemes is öntözni.

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

### 4.3. Érzékenységvizsgálat

A modell kialakítása lehetőséget adott arra, hogy érzékenységvizsgálatot végeztünk abból a célból, hogy megállapítsuk a bekövetkező változások milyen mértékben befolyásolják a beruházás-gazdaságossági számítások eredményeit. A módszer segítségével négy alapparaméter változásának az eredményre gyakorolt hatását vizsgáltuk.

Ezek a:

- a beruházási költség változása (támogatási szint függvénye)
- a várható működési költségek változása
- a prognosztizált árbevétel változása (pl. aszlyosság függvénye)
- a környezeti tényezők változása.

Kerestük a választ arra, hogyan befolyásolja az öntözési beruházás megtérülését, ha támogatás nélkül kell az öntözésfejlesztést megvalósítani, 100 százalék önerőből. Emellett 40 és 60 százalékos támogatásintenzitásra is elvégeztük az érzékenységvizsgálatot.

A gazdálkodóknak 2016. október 1-jétől, mint mezőgazdasági vízhasználóknak az öntözési, rizstermelési és halgazdálkodási vízhasználatért egyrészt vízkészletjárulékot (VKJ-t) kell fizetni, ami magának a felszíni vagy felszín alatti vízhasználatnak az ára. Másrészt felszíni vízhasználat esetén a víz kivételének és továbbításának költsége után vízszolgáltatási díjat fizet a mezőgazdasági vízhasználó.

A mezőgazdasági vízszolgáltatási díjak változtatásának várható hatásait is szeretnénk volna vizsgálni, így a működési költségek változtatásánál a víz díját módosítottuk. Az alap üzemeltetési költségeknél  $8 \text{ Ft/m}^3$  –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 10 százalékát, illetve a 90 százalékát. A másik verzióban azt vetítettük elő, mi történik, ha a vízszolgáltatási díj az általunk megbecsült értékhez képest nő 10 százalékkal, illetőleg 90 százalékkal.

A várható árbevétel változtatását az értékesítési ár módosításával értük el. Megvizsgáltuk, hogyan befolyásolja az öntözési beruházás megtérülését, ha az általunk használt 2011-2014. évi referenciaárak átlagához képest 10 százalékkal nagyobb, valamint 10 százalékkal kisebb többlet árral számolunk.

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 és ha sehol sincs aszály. Másrészt a talajra is elvégeztük az érzékenységvizsgálatot, ahol szintén két feltételezéssel éltünk. Milyen változások figyelhetők meg az NPV értékekben, ha minden talajt alkalmasnak tekintünk öntözésre, és miképp módosul az NPV, ha csak a jó minőségű talajokat vesszük figyelembe, azaz csak 1 kategóriát.

## 5. Az öntözhető mezőgazdasági területek

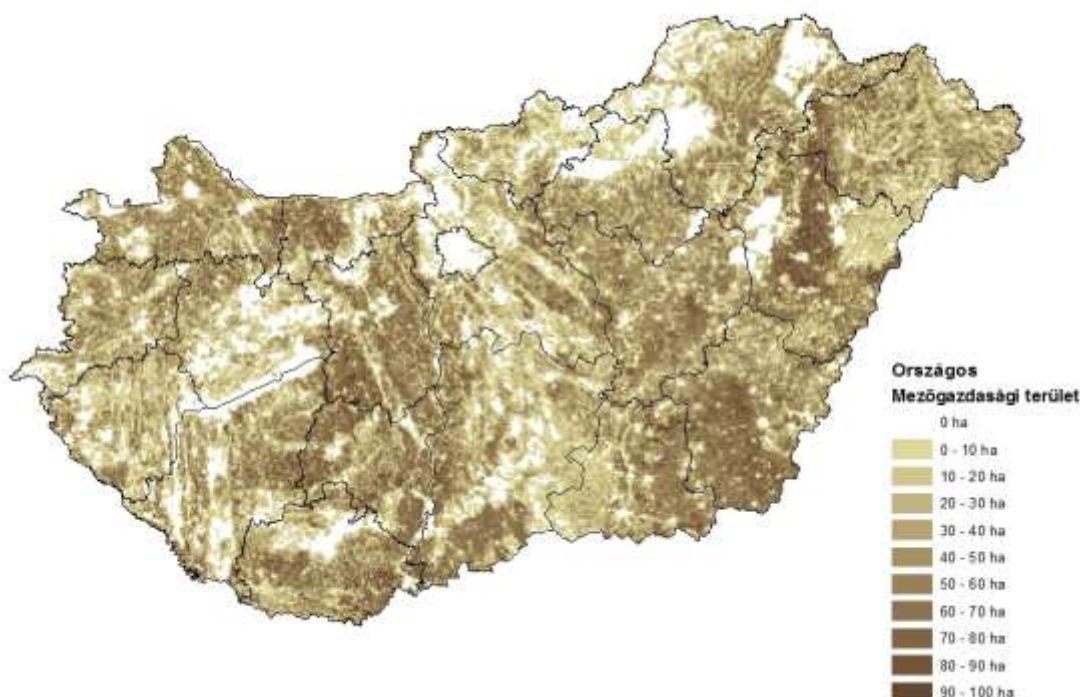
Az 5. fejezet célja bemutatni, hogy a 4. fejezetben bemutatott modell kalkulációi alapján az öntözési beruházásokkal (újabb területek és növények öntözésbe vonásával) a jelenleg öntözött területek nagysága és az öntözött növények köre jelentősen bővíthető az adott ökológiai adottságok és a megfelelő technológia alkalmazása mellett. Az eredményeket a jobb áttekinthetősége érdekében négy alfejezetre osztottuk, amelyek az alábbiak: öntözhető területek lehatárolása, vízkereslet és vízkínálat (felszíni és felszín alatti készletek) bemutatása, valamint az öntözhető területek elemzése makroökonómiai szempontok alapján.

### 5.1. Mezőgazdasági vízkereslet meghatározása

Az öntözhető növények a hazai domborzati viszonyoknak megfelelően elsősorban az Alföldön, Kisalföldön, Duna-Tisza közén és a Dél-Dunántúlon helyezkednek el (30. ábra). A vizsgált időszak, 2011-2014. évek átlagadatai alapján az öntözhető növények által lefedett mezőgazdasági terület nagysága 2,7 millió hektárt tett ki és ebből mindössze 2,5 százalékot, azaz 68460 hektárt öntöztek.

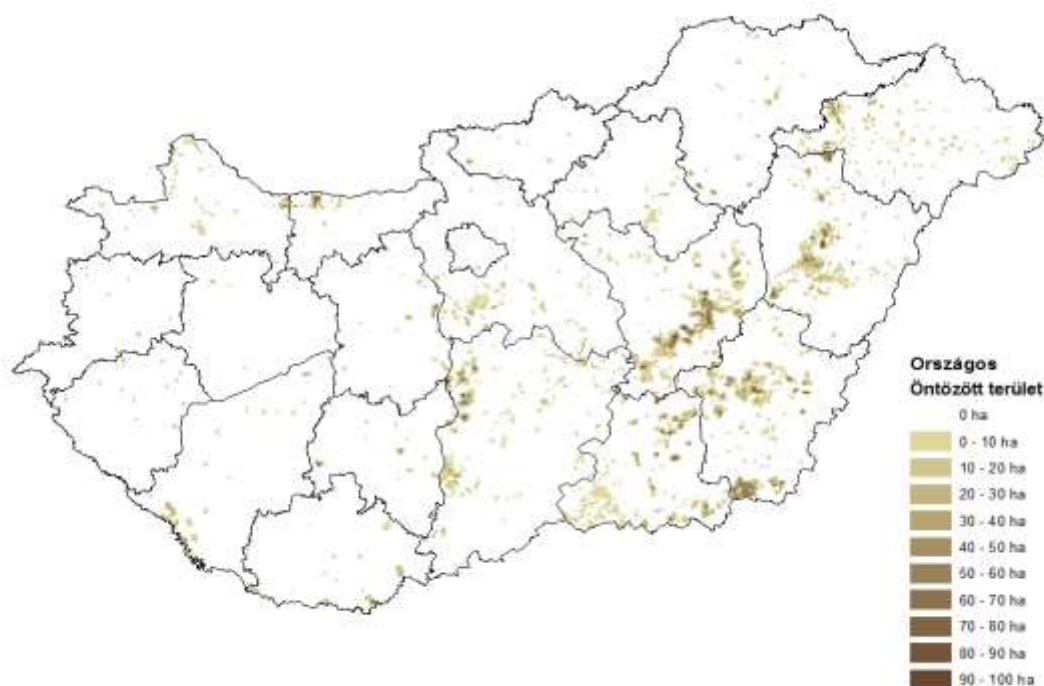
Az öntözhető növények által lefedett, jelenleg öntözött mezőgazdasági területek túlnyomó többsége az Alföldön volt, további nagyobb öntözési „foltok” a térképen a Duna-Tisza közötti területeken, illetve a Nyugat- és Dél-Dunántúlon helyezkedtek el. Ebből a legnagyobb területtel (2,5 millió hektár) rendelkező szántóföldi növényeknél az öntözött terület nagysága 62 ezer hektár felett alakult, amely az összes öntözött terület 90,9 százaléka volt (31. ábra, 8. táblázat). A szántóföldi zöldségek aránya az összes öntözött területből 3,1 százalékot, a gyümölcsösöké 6,0 százalékot tett ki. Az öntözhető növények által lefedett területből a kicsivel több mint 52 ezer hektárral bíró szőlő öntözött területe 0,1 százalék alatti (0,02 százalék) arányt jelentett.

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



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

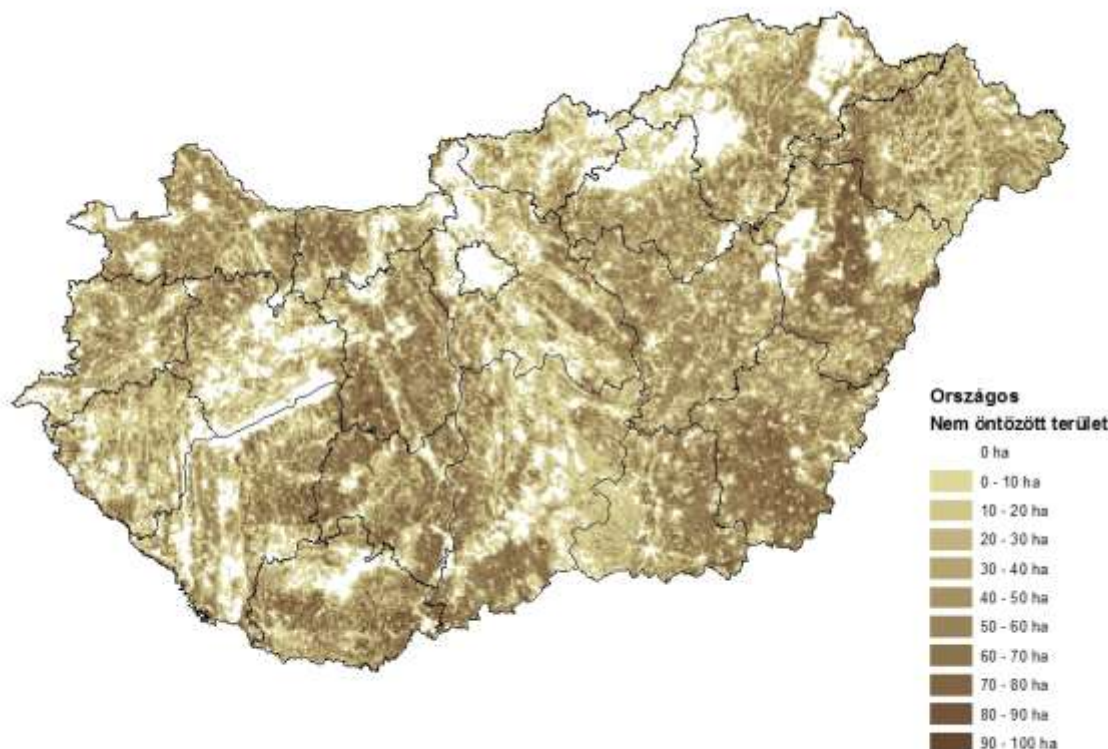
31. ábra: **Az öntözhető növények által lefedett öntözött mezőgazdasági területek nagysága és elhelyezkedése a megfigyelt időszakban**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Az öntözhető növények által lefedett nem öntözött területek nagysága összességében 2,6 millió hektárt tett ki az elemzett időszakban Magyarországon. Ebből a szántóföldi növények nagysága 2,5 millió, a szántóföldi zöldségnövényeké 19 ezer, a gyümölcsösöké 76 ezer és a szőlőé 52 ezer hektár felett volt. A 32. ábrán is jól látható, hogy az öntözésbe vonható növények területe jóval nagyobb lehetőséget kínál a jövőben az öntözéses gazdálkodás bővítésére, mint amennyit a megfigyelt szakban ténylegesen öntöztek.

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



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A továbbiakban ezért megvizsgáltuk, hogy hol vannak azok az eddig nem öntözött területek, ahol az öntözési beruházás megtérül. Az 8. táblázatból leolvasható, hogy a jelenlegi 68 ezer hektár öntözött területet akár mintegy 900 ezer hektárral (896,5 ezer) is lehetne bővíteni. Így a több mint 2,6 millió hektár nem öntözött terület 34,1 százalékkal csökkenne az öntözött terület javára.

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

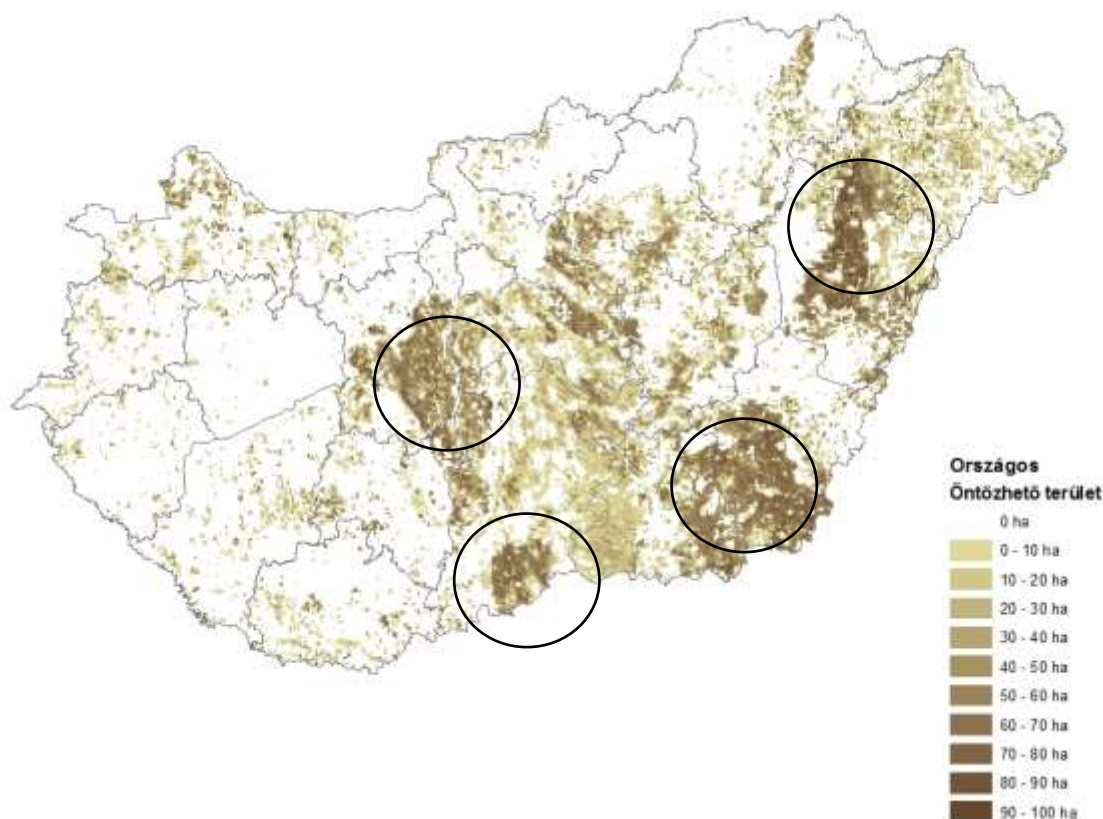
|                             |                      |                  |                  |                      | hektár            |
|-----------------------------|----------------------|------------------|------------------|----------------------|-------------------|
|                             | Megnevezés           | Országos terület | Öntözött terület | Nem öntözött terület | Öntözésbe vonható |
| Szántóföldi növények        | <b>Összesen</b>      | 2 542 310        | 62 232           | 2 480 078            | 829 589           |
|                             | hibridkukorica       | 30 496           | 15 067           | 15 429               | 14 357            |
|                             | árúkukorica          | 1 163 199        | 10 391           | 1 152 809            | 413 055           |
|                             | csemegeku-<br>korica | 28 463           | 9 126            | 19 337               | 18 336            |
|                             | silókukorica         | 85 461           | 3 723            | 81 738               | 8 242             |
|                             | zöldborsó            | 16 255           | 4 599            | 11 656               | 9 664             |
|                             | zöldbab              | 1 267            | 765              | 502                  | 482               |
|                             | szója                | 43 137           | 1 629            | 41 507               | 7 044             |
|                             | lucerna              | 163 473          | 2 408            | 161 065              | 22 398            |
|                             | búza                 | 966 494          | 11 203           | 955 291              | 301 465           |
|                             | burgonya             | 10 431           | 1 570            | 8 861                | 7 798             |
|                             | cukorrépa            | 17 661           | 1 253            | 16 408               | 14 589            |
|                             | egyéb                | 15 975           | 499              | 15 476               | 12 159            |
|                             | <b>Összesen</b>      | <b>21 007</b>    | <b>2 102</b>     | <b>18 905</b>        | <b>17 369</b>     |
| Szántóföldi zöldségnövények | paradicsom           | 820              | 197              | 624                  | 611               |
|                             | paprika              | 1 727            | 102              | 1 625                | 1 546             |
|                             | fűszerpaprika        | 2 182            | 199              | 1 983                | 1 870             |
|                             | sárgarépa            | 1 232            | 162              | 1 070                | 994               |
|                             | fejeskáposzta        | 2 024            | 97               | 1 927                | 1 711             |
|                             | vöröshagyma          | 2 084            | 342              | 1 742                | 1 647             |
|                             | egyéb                | 10 937           | 1 004            | 9 934                | 8 989             |
|                             | <b>Összesen</b>      | <b>80 468</b>    | <b>4 110</b>     | <b>76 358</b>        | <b>44 609</b>     |
| Gyümölcsösök                | alma                 | 27 095           | 1 892            | 25 203               | 7 663             |
|                             | meggy                | 13 386           | 664              | 12 722               | 11 512            |
|                             | egyéb                | 39 986           | 1 554            | 38 432               | 25 434            |
|                             | <b>Összesen</b>      | <b>80 468</b>    | <b>4 110</b>     | <b>76 358</b>        | <b>44 609</b>     |
| Szőlő                       | <b>Összesen</b>      | <b>52 301</b>    | <b>16</b>        | <b>52 285</b>        | <b>4 982</b>      |
| <b>Összesen</b>             |                      | <b>2 696 086</b> | <b>68 460</b>    | <b>2 627 626</b>     | <b>896 549</b>    |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Növénykultúránként vizsgálva megállapítható, hogy a vizsgált szántóföldi növényeknél összességében több mint tízszeresére lehetne növelni az öntözött területek nagyságát. A szántóföldi zöldség-növényeknél nyolcszoros, a gyümölcsösök esetében a megfigyelt időszakban öntözött területekhez képest kicsivel több mint tízszeres területnövekedést lehetne elérni a megtérülő beruházás hatására. Bár a szőlő területe az összes mezőgazdasági területből kis részarányt képvisel, mégis esetleges további területeinek öntözésbe vonásával 16 hektárról közel 5 ezer hektárig lenne bővíthető az öntözhető terület az NPV értékek alapján. 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 huszonhét és harminckilencszeresére emelkedne. A szántóföldi zöldségnövényeknél a paprika és a fejeskáposzta területe megsokszorozódna, több mint tizenötszörösére bővülne. A vizsgált gyümölcsféléknél a meggy területe a szántóföldi zöldségnövényekhez hasonló nagyságrenddel emelkedne, az alma öntözött területe pedig 1892 hektárról közel hatezer hektárral 7663 hektárra növekedne.

Összességében megállapítható, hogy az NPV-értékek alapján becsült öntözhető területek a jó talaj-tani és a kedvező domborzati adottságokkal rendelkező tájakon találhatóak, különös tekintettel a 33. ábrán jelölt legjobb földminőségű löszhátakra (Békés-Csongrádi-, Hajdúsági, Mezőföldi- és Észak-Bácskai löszhát).

33. ábra: **A vizsgált növények által lefedett jövőben öntözhető területek nagysága és elhelyezkedése**

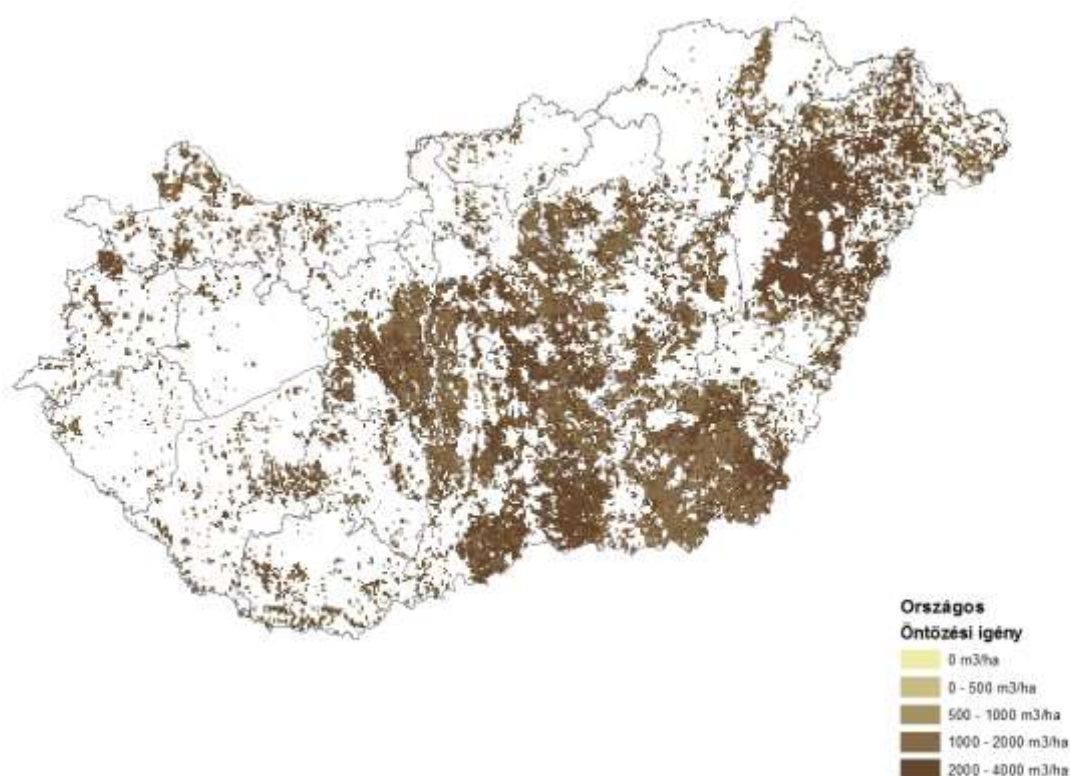


Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Az öntözésbe vonható területek vízigénye elsősorban felszíni készletekből fedezhető. Amennyiben nem áll rendelkezésre felszíni víznyerési lehetőség, akkor a felszín alatti készletekből elégíthető ki

az öntözési igény. A 34. ábrán és a 9. táblázatban azokat a vízmennyiségeket adtuk meg köbméterben, amely az öntözéses gazdálkodás megvalósításához szükséges az egyes növénykultúrák esetében. Az 34. ábra alapján megállapítható, hogy a legnagyobb vízigényű területek az Alföldön, illetve a Duna-Tisza közén és a Közép-Dunántúlon vannak. Ezeken a területeken ideális esetben 1000-2000 köbméter/hektártól 2000-4000 köbméter/hektárig terjedő vízmennyiség kijuttatása javasolt. A későbbiekben a felszíni és felszín alatti vízkészleteknél azonban látható lesz, hogy a rendelkezésre álló vízmennyiség (vízkínálat) jóval kevesebb, mint azt az említett öntözéses gazdálkodáshoz szükséges vízmennyiség (vízkereslet).

34. ábra: **Az öntözhető növények által lefedett jövőben öntözhető területhez kapcsolódó vízigény nagysága**



Forrás: NAK adatai alapján készült az AKI Horizontális és Elemzési Osztályán

Az egyes növénykultúrák tekintetében a legnagyobb vízmennyiséget 1,5 milliárd köbmétert a szántóföldi növények igényelnek egész évben, ezt követik a gyümölcsösök 96,9 millió köbméter szükséglettel, majd a szántóföldi zöldségnövények 40,5 millió, illetve a szőlő 5,0 millió köbméterrel. A szántóföldi növényeken belül az árukukorica vízigénye a legmagasabb, azaz a teljes vízszükséglet háromnegyedét jelenti éves szinten. Figyelemre méltó, hogy a szántóföldi növényeken belül egyedül a cukorrépának fontos a szeptember-október közötti öntözés, vízigénye 5,8 millió köbmétert jelent. A gyümölcsösöknél a meggy és az alma vízszükségelete éves viszonylatban 19,2-19,6 millió köbméter között változik. A szántóföldi zöldségnövényeknél a paprika és a fűszerpaprika éves összes vízigénye magas (4,9 millió köbméter), vagyis 12-12 százalékát adja teljes szántóföldi zöldségnövények éves vízigényének (9. táblázat).

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

millió köbméter

|                             | Megnevezés      | április-május | június       | július       | augusztus    | szeptember-október | Összesen       |
|-----------------------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|----------------|
| Szántóföldi növények        | <b>Összesen</b> | <b>256,8</b>  | <b>289,5</b> | <b>503,7</b> | <b>473,9</b> | <b>5,8</b>         | <b>1 529,9</b> |
|                             | hibridkukorica  | 4,3           | 12,9         | 14,4         | 8,6          | 0,0                | 40,2           |
|                             | árúkukorica     | 123,9         | 206,5        | 413,1        | 413,1        | 0,0                | 1 156,6        |
|                             | csemegekukorica | 5,5           | 16,5         | 18,3         | 11,0         | 0,0                | 51,3           |
|                             | silókukorica    | 2,5           | 7,4          | 7,4          | 0,0          | 0,0                | 17,3           |
|                             | zöldborsó       | 2,9           | 5,8          | 0,0          | 0,0          | 0,0                | 8,7            |
|                             | zöldbab         | 0,0           | 0,1          | 0,2          | 0,0          | 0,0                | 0,3            |
|                             | szója           | 2,8           | 4,2          | 8,5          | 4,2          | 0,0                | 19,7           |
|                             | lucerna         | 11,2          | 11,2         | 11,2         | 11,2         | 0,0                | 44,8           |
|                             | búza            | 90,4          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0                | 90,4           |
|                             | burgonya        | 3,1           | 7,8          | 8,6          | 3,1          | 0,0                | 22,6           |
|                             | cukorrépa       | 5,8           | 8,8          | 11,7         | 17,5         | 5,8                | 49,6           |
|                             | egyéb           | 4,3           | 8,3          | 10,5         | 5,2          | 0,0                | 28,3           |
| Szántóföldi zöldségnövények | <b>Összesen</b> | <b>5,3</b>    | <b>11,5</b>  | <b>15,3</b>  | <b>8,3</b>   | <b>0,0</b>         | <b>40,5</b>    |
|                             | paradicsom      | 0,2           | 0,6          | 0,7          | 0,5          | 0,0                | 2,0            |
|                             | paprika         | 0,6           | 1,4          | 1,7          | 1,2          | 0,0                | 4,9            |
|                             | fűszerpaprika   | 0,7           | 1,3          | 1,9          | 0,9          | 0,0                | 4,9            |
|                             | sárgarépa       | 0,2           | 0,5          | 0,8          | 0,4          | 0,0                | 1,9            |
|                             | fejeskáposzta   | 0,3           | 1,0          | 1,4          | 0,9          | 0,0                | 3,6            |
|                             | vöröshagyma     | 0,3           | 0,7          | 1,0          | 0,0          | 0,0                | 2,0            |
|                             | egyéb           | 2,9           | 6,1          | 7,9          | 4,4          | 0,0                | 21,3           |
| Gyümölcsösök                | <b>Összesen</b> | <b>13,9</b>   | <b>27,8</b>  | <b>36,8</b>  | <b>18,4</b>  | <b>0,0</b>         | <b>96,9</b>    |
|                             | alma            | 2,3           | 5,4          | 7,7          | 3,8          | 0,0                | 19,2           |
|                             | meggy           | 3,5           | 4,6          | 9,2          | 2,3          | 0,0                | 19,6           |
|                             | egyéb           | 8,1           | 17,8         | 19,9         | 12,3         | 0,0                | 58,2           |
| Szőlő                       | <b>Összesen</b> | <b>0,0</b>    | <b>3,0</b>   | <b>2,0</b>   | <b>0,0</b>   | <b>0,0</b>         | <b>5,0</b>     |
|                             | <b>Összesen</b> | <b>276,0</b>  | <b>331,8</b> | <b>557,9</b> | <b>500,7</b> | <b>5,8</b>         | <b>1 672,2</b> |

Forrás: NAK adatai alapján készült az AKI Horizontális és Elemzési Osztályán

Az öntözhető növények által lefedett nem öntözött területeknél a módszertani fejezetben már ismertetett módon számított NPV-értékek alapján meghatározható, hogy mely növényeknél és mely területen éri meg öntözni. Az öntözésbe bevonható területeknél a 10. táblázatban több esetben szerepelnek negatív NPV értékű növények is, aminek oka a növénytermesztésben gyakran alkalmazott vetésforgó<sup>11</sup>. Ez azt jelenti, hogy bár vannak olyan növények, amelyek NPV-értéke negatív, mégis az előtte vagy utána vetett növény pozitív vagy nulla NPV-értéke kompenzálja azt, így az öntözési beruházás megtérül.

A 10. táblázatból jól látható, hogy a teljes 272,8-310,6 milliárd forintos beruházási költségéből a szántóföldi növények öntözése adja a legnagyobb hányadot, több mint 80 százalékot (236,4-269,6 milliárd forint). Azon belül az árukukorica beruházási költsége 117,7-134,2, a búzáé 85,9-98,0 milliárd forint közé tehető. Az NPV érték minimálisan 116,6, maximálisan 149,0 milliárd forint felett alakulhat az összes szántóföldi növényt tekintve, ami egy hektárra vetítve 140,5-179,6 ezer forintot jelenthet. A legmagasabb fajlagos NPV-értékkel a szántóföldi növények közül a hibridkukorica és a burgonya rendelkezik (2,6 illetve 6,6 millió forint/hektár). Az öntözés kedvezően befolyásolja a hozamok alakulását, így a szántóföldi növények hozama összességében 2,1 millió tonnával emelkedhet, ami természetesen a termelési értéknél (hozam\*ár) is megjelenik, azaz 102,2 milliárd forint többletet jelent. A szántóföldi növényeken belül a legnagyobb mértékben az árukukorica hozama (+1,2 millió tonna) és a búzáé (+0,3 millió tonna) bővíthet az öntözés hatására. Az árukukoricánál 61,1 milliárd forinttal, a búzáénál 16,1 milliárd forinttal emelkedhet a termelési érték (6. melléklet).

A szántóföldi zöldségnövények öntözése a teljes 272,8-310,6 milliárd forintnyi beruházásból közel 3 százalékot tesz ki (7,8-9,2 milliárd forint), ebből a fűszerpaprika 841-991, a fejeskáposzta és vöröshagyma beruházási költsége 741-907 millió forintba becsülhető. Az NPV érték a szántóföldi zöldségeknél együttesen 155,5,-156,8 milliárd forint körül alakulhatnak. Ez az összeg egy hektárra vetítve 8,9-9,0 millió forintot jelent, vagyis az öntözésbe vonásával ekkora többletjövedelem keletkezhet. A legnagyobb fajlagos NPV-értékkel a paprika és a vöröshagyma rendelkezik (19,8 illetve 22,1 millió forint/hektár). Megállapítható az is, hogy a szántóföldi zöldségnövényeknél elérhető többletjövedelem fajlagosan és összesen is meghaladja a nagy területen termesztett szántóföldi növénykultúrákét (10. táblázat). Ahogy a magas fajlagos NPV-értékek mutatják a modern szántóföldi zöldségtermesztés gyakorlatilag elképzelhetetlen öntözés nélkül, mivel annyival magasabb jövedelmet generál a száraz műveléshez képest. Ugyan a szántóföldi zöldségnövényeknél a hozamok az öntözés hatására kisebb mértékben emelkedhetnek a nagy területen termesztett szántóföldi növényekhez képest, ennek ellenére az összhozamuk 170 ezer tonnával nőhet az öntözési beruházás okán, ami 21,1 milliárd forintos jövedelem-többletnek felel meg. A paprika, a fejeskáposzta és a vöröshagyma hozamai 20-30 ezer tonnával gyarapodhatnak 1,6-4,4 milliárd forint termelésiérték növekedés mellett (6. melléklet).

<sup>11</sup> Fontos, hogy egymás után ugyanazt a zöldségfajt azonos helyen ne termesszük. Ne ültessünk egymás után közeli rokonságban lévő zöldségfajokat. Saját maga után monokultúrában ne termeljünk egy növényfajt sem. A monokultúrában termelt növények a talajunság okán egyre kevesebbet teremnek évről évre. Radics és szerzőtársai alapján (1994) „a vetésforgó a növénytermesztésnek olyan rendszere, melynek négy jellemző alapeleme közül egyik sem hiányozhat. A négy alapelem a következő: a növényi összetétel (szerkezet), a növények aránya, a növények sorrendje és a körforgás (rotáció). A körforgás (rotáció) azt az években kifejezett időtartamot jelenti, amely alatt a vetésforgó összes növénye az előbbieken ismertetett sorrendnek megfelelően valamennyi területre (szakaszra) termesztésre kerül, és azok a körforgás befejezésével az eredeti szakaszra kerülnek vissza” (Radics et al., 1994).

10. táblázat: **A beruházási költség, nettó jelenérték és fajlagos nettó jelenértékek alakulása az egyes növénykultúráknál**

| Öntözési növénykategória    |                 | Beruházási költség |         | NPV-érték |         | Egy hektárra vetített NPV-érték |          |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|---------|-----------|---------|---------------------------------|----------|
|                             |                 |                    |         |           |         |                                 |          |
|                             |                 | milliárd HUF       |         |           |         | ezer HUF/ha                     |          |
|                             |                 | minimum            | maximum | minimum   | maximum | minimum                         | maximum  |
| Szántóföldi növények        | Összesen        | 236,4              | 269,6   | 116,6     | 149,0   | 140,5                           | 179,6    |
|                             | hibridkukorica  | 4,1                | 4,7     | 37,8      | 38,4    | 2 632,0                         | 2 671,9  |
|                             | árúkukorica     | 117,7              | 134,2   | 35,9      | 52,1    | 86,9                            | 126,1    |
|                             | csemegekukorica | 5,2                | 6,0     | 18,5      | 19,2    | 1 006,3                         | 1 046,1  |
|                             | silókukorica    | 2,3                | 2,7     | -7,5      | -7,2    | -911,7                          | -873,8   |
|                             | zöldborsó       | 2,8                | 3,1     | 0,3       | 0,7     | 30,5                            | 70,4     |
|                             | zöldbab         | 0,1                | 0,2     | 0,4       | 0,4     | 855,2                           | 894,9    |
|                             | szója           | 2,0                | 2,3     | -1,8      | -1,5    | -257,3                          | -218,4   |
|                             | lucerna         | 6,4                | 7,3     | -17,9     | -17,0   | -798,6                          | -760,9   |
|                             | búza            | 85,9               | 98,0    | -18,8     | -7,1    | -62,5                           | -23,5    |
|                             | burgonya        | 2,2                | 2,5     | 51,7      | 52,0    | 6 628,2                         | 6 667,8  |
|                             | cukorrépa       | 4,2                | 4,7     | 5,8       | 6,3     | 395,2                           | 434,9    |
|                             | egyéb           | 3,5                | 4,0     | 12,4      | 12,8    | 1 016,9                         | 1 055,8  |
| Szántóföldi zöldségnövények | Összesen        | 7,8                | 9,2     | 155,5     | 156,8   | 8 950,5                         | 9 030,1  |
|                             | paradicsom      | 0,3                | 0,3     | 7,9       | 8,0     | 12 945,4                        | 13 025,1 |
|                             | paprika         | 0,7                | 0,8     | 30,7      | 30,8    | 19 862,7                        | 19 942,1 |
|                             | fűszerpaprika   | 0,8                | 1,0     | 3,2       | 3,3     | 1 697,8                         | 1 777,4  |
|                             | sárgarépa       | 0,4                | 0,5     | 5,0       | 5,1     | 5 050,0                         | 5 129,7  |
|                             | fejeskáposzta   | 0,8                | 0,9     | 12,0      | 12,1    | 7 012,5                         | 7 092,0  |
|                             | vöröshagyma     | 0,7                | 0,9     | 36,5      | 36,6    | 22 133,3                        | 22 212,7 |
|                             | egyéb           | 4,0                | 4,8     | 60,2      | 60,9    | 6 694,7                         | 6 774,3  |
| Gyümölcsösök                | Összesen        | 25,7               | 28,5    | 92,8      | 95,7    | 2 079,6                         | 2 144,2  |
|                             | alma            | 4,4                | 4,9     | -3,3      | -2,8    | -431,4                          | -366,7   |
|                             | meggy           | 6,6                | 7,4     | 46,0      | 46,8    | 3 999,5                         | 4 064,2  |
|                             | egyéb           | 14,6               | 16,3    | 50,0      | 51,7    | 1 967,2                         | 2 031,7  |
| Szőlő                       | összesen        | 2,9                | 3,2     | -3,5      | -3,2    | -703,5                          | -638,7   |
| Összesen                    |                 | 272,8              | 310,6   | 361,3     | 398,3   | 403,0                           | 444,3    |

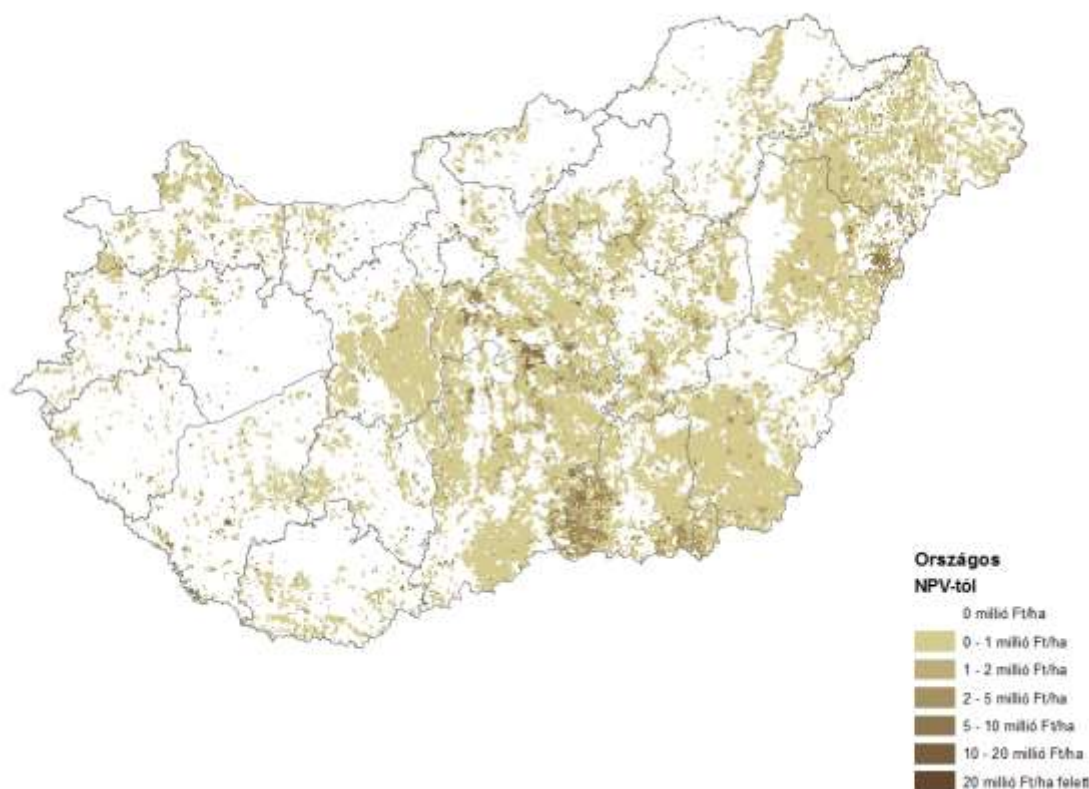
Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A gyümölcsösök részesedése a teljes 272,8-310,6 milliárd forintnyi beruházásból több mint 9 százalékos részarányú (25-28,6 milliárd forint), ebből az alma beruházási költsége több mint 4 milliárd forint, a meggyé 6,6-7,4 milliárd forintra tehető. Az NPV érték minimálisan 92,8, maximálisan 95,7 milliárd forint között alakulhat az összes gyümölcsöst nézve, ami egy hektárra vetítve 2-2,1 millió forintot jelenthet (10. táblázat). A gyümölcsösökön belül a meggyénél 3,9 millió forint többletjövedelem keletkezhet hektáronként. Összességében a gyümölcsösöknél 200 ezer tonna hozambővülésre számíthatunk 23 milliárd forintnyi termelésiérték többlettel. Az almánál 70 ezer tonnával gyarapodhat a hozam, a meggyénél valamivel kevesebb, 40 ezer tonna hozamemelkedéssel számolhatunk. Mindez a termelési értékek esetében almánál 2,3, meggyénél 7,8 milliárd forint többletet adhat (6. melléklet).

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

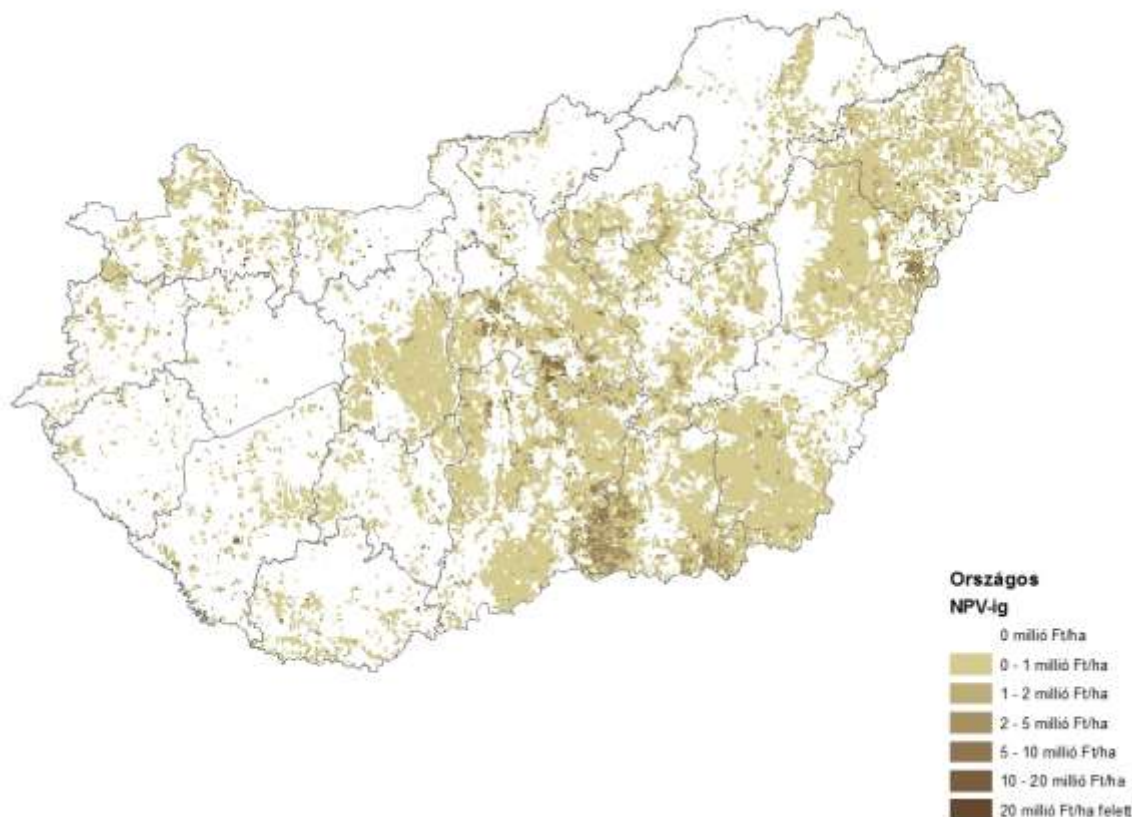
A nagyobb beruházási összeg kisebb NPV-értékeket, az alacsonyabb beruházás magasabb megtérülést jelent. A 35-36. ábráról leolvasható, hogy a minimális és maximális fajlagos NPV-értékek alapján a legnagyobb fajlagos jövedelmek, így 10-20 millió forint közötti, valamint 20 millió forint feletti értékek elsősorban Csongrád, Bács-Kiskun, Hajdú-Bihar és Pest megyében érhetőek el, azaz azokban a megyékben, ahol magas a kertészeti kultúrák aránya. Ezekén túl az Alföld egész területén, valamint Fejér és Győr-Moson-Sopron megyében is jelentős nyereség keletkezhet.

35. ábra: **A vizsgált növények által lefedett öntözésbe vonható további területeken minimálisan elérhető fajlagos NPV értékek**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

36. ábra: **A vizsgált növények által lefedett öntözésbe vonható további területeken maximálisan elérhető fajlagos NPV értékek**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Összefoglalva a vízkereslet alfejezetében foglaltakat megállapítható, hogy az öntözhető növények esetében jelenleg öntözött 68 ezer hektár mezőgazdasági területet összességében 896,5 ezer hektárral lehetne bővíteni az általunk számolt NPV-értékek alapján. Ennek minimális beruházási igénye 272,8, maximális beruházási igénye 310,6 milliárd forint lenne. Összességében a beruházás 361,3-398,3 milliárd forint többletjövedelmet, azaz a beruházás 10 éves időtávjában hektáronként 403-444,3 ezer forintot hozna az összes növénykultúrát figyelembe véve. A vizsgált szántóföldi növények által lefedett terület öntözési beruházása 236,4-269,6 milliárd forint között alakulna, így 116,6-149,0 milliárd forint többlethozam keletkezne. A legnagyobb fajlagos megtérülés a szántóföldi zöldség-növényeknél érhető el számításaink szerint, ami hektáronként 8,9-9,0 millió forintot jelentene (11. táblázat).

11. 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            | 21 007                      | 80 468       | 52 301 |
| Öntözött terület             | hektár          | 68 460    | 62 232               | 2 102                       | 4 110        | 16     |
| Nem öntözött terület         | hektár          | 2 627 626 | 2 480 078            | 18 905                      | 76 358       | 52 285 |
| Öntözhető terület            | hektár          | 896 549   | 829 589              | 17 369                      | 44 609       | 4 982  |
| Minimális beruházási költség | milliárd HUF    | 273       | 236                  | 8                           | 26           | 3      |
| Maximális beruházási költség | milliárd HUF    | 311       | 270                  | 9                           | 29           | 3      |
| Hozamtöbblet                 | millió tonna    | 3         | 2                    | 0                           | 0            | 0      |
| Termelésiérték többlet       | milliárd HUF    | 147       | 102                  | 21                          | 23           | 1      |
| Öntözési igény összesen      | millió köbméter | 1 672     | 1 530                | 40                          | 97           | 5      |
| Minimális NPV                | milliárd HUF    | 361       | 117                  | 156                         | 93           | -4     |
| Maximális NPV                | milliárd HUF    | 398       | 149                  | 157                         | 96           | -3     |
| Minimális fajlagos NPV       | ezer HUF/hektár | 403       | 141                  | 8 951                       | 2 080        | -704   |
| Maximális fajlagos NPV       | ezer HUF/hektár | 444       | 180                  | 9 030                       | 2 144        | -639   |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

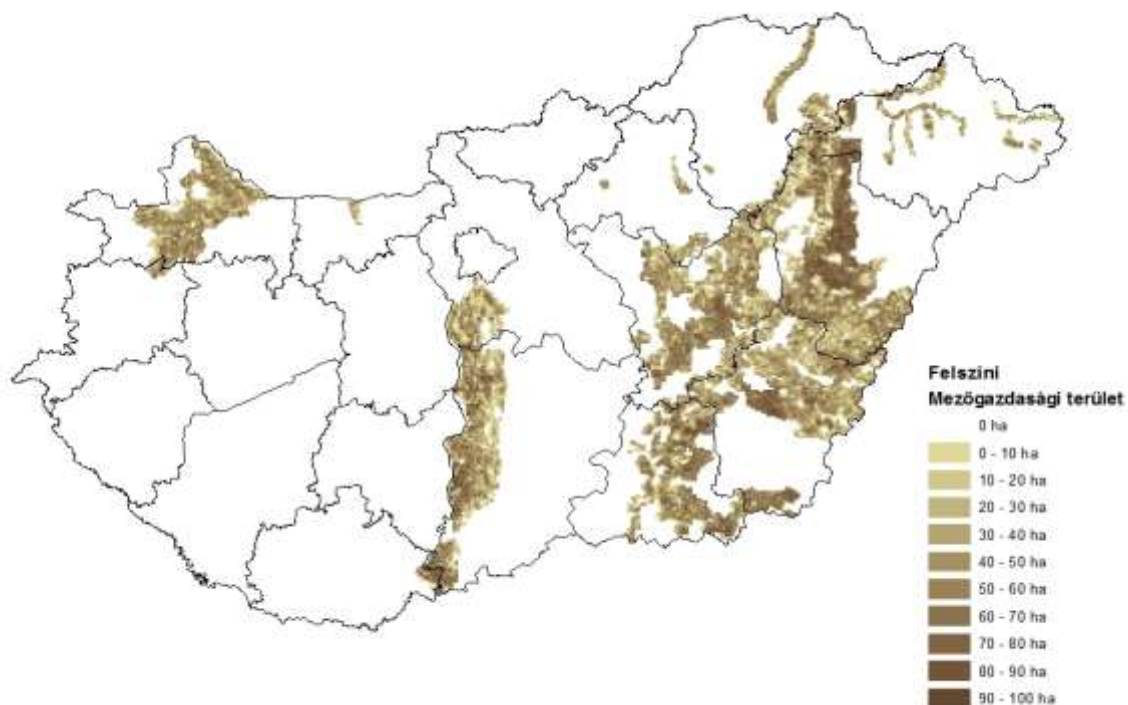
## 5.2. Vízkínálat

### 5.2.1. Felszíni vízkészletek

A felszíni vízkészleteken a felszíni öntözőcsatornákból potenciálisan ellátható területet értjük. Ezt a területet úgy kapjuk meg, hogy az öntözhető növények által lefedett mezőgazdasági terület fedvényét (30. ábra) ráhelyezzük a Magyarországon található felszíni öntözőrendszerek által lefedett területi fedvényére, így ennek metszete kiadja, hogy az általunk vizsgált növények öntözését mekkora és milyen elhelyezkedésű felszíni öntözőrendszerekből tudjuk biztosítani (37. ábra). Ennek becsült területe 752,4 ezer hektár (12. táblázat).

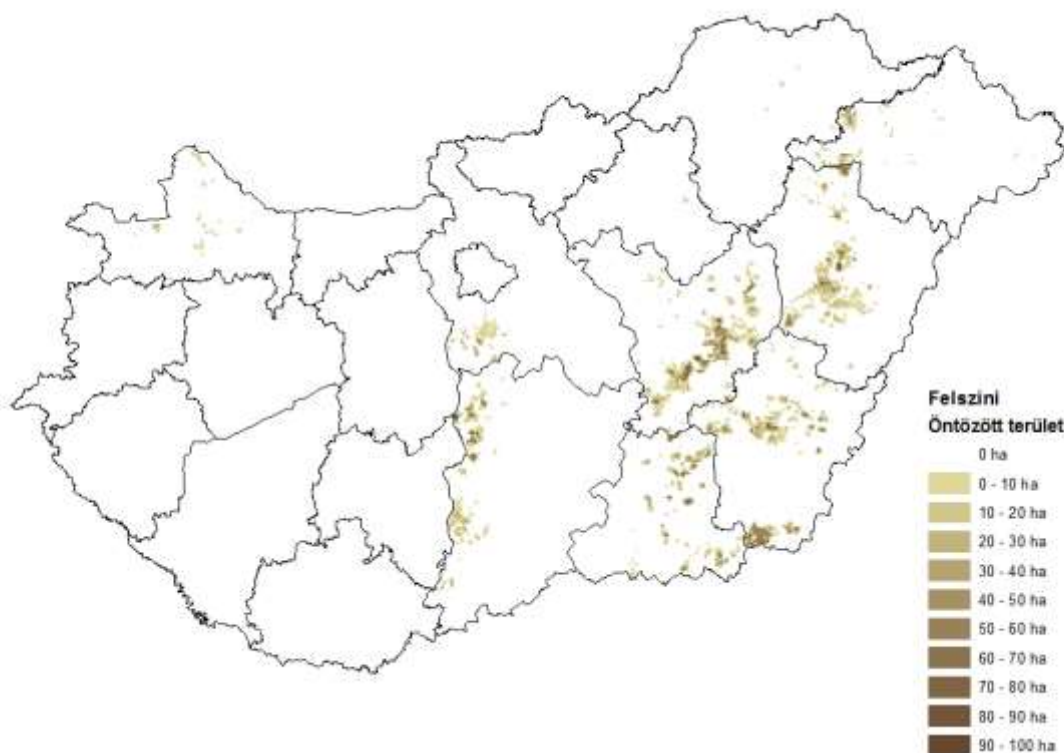
A felszíni vízkészletek zöme a jelenleg működő felszíni öntözőrendszereknek megfelelően Hajdú-Bihar, Csongrád, Békés és Jász-Nagykun-Szolnok megyében található. Ezeken túl Győr-Moson-Sopron, továbbá Pest és Bács-Kiskun megyében is jelentősebb öntözőrendszerek által lefedett területek állnak rendelkezésre. Ebből a szántóföldi növényekre eső rész 96,7 százalékot képvisel. A szántóföldi zöldségnövények aránya 1,2, a gyümölcsösöké 1,4, a szőlőé 0,7 százalékot jelent a 752,4 ezer hektár az öntözőrendszerek által lefedett területből (37. ábra).

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



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

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

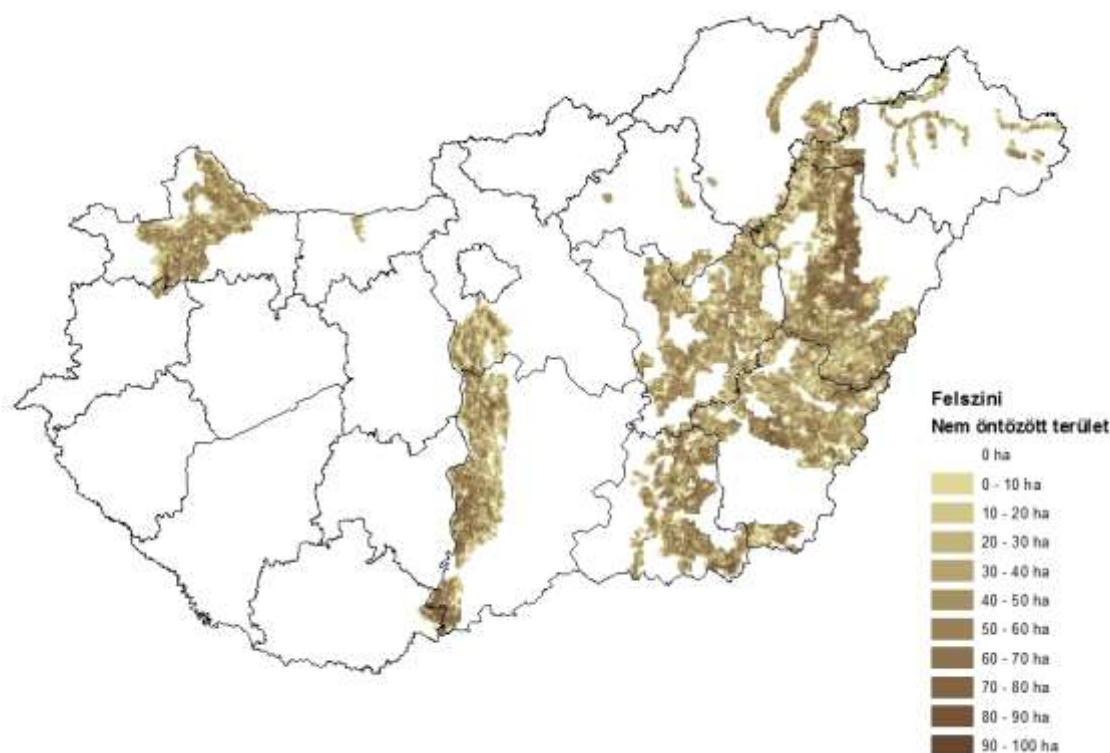


Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A felszíni öntözőrendszerekből jelenleg is öntözött területek 51,1 ezer hektárt fednek le, ami az öntözhető növények által lefedett összes öntözött mezőgazdasági terület (68 ezer hektár) közel 75 százaléka. Ebből a legnagyobb területtel (2,5 millió hektár) rendelkező szántóföldi növényeknél a felszíni vízkészletből öntözött terület nagysága 48 ezer hektár felett alakult, amely az összes öntözött terület 95,3 százalékát adta (38. ábra). A szántóföldi zöldségnövények ugyanezen aránya az összes öntözött területből 3,0, a gyümölcsösöké 1,7 százalékot képviselt.

Az felszíni vizek által lefedett területekből a nem öntözött területek nagysága összességében több mint 701 ezer hektárt tett ki 2011-2014 évek átlaga alapján Magyarországon. Ebből a szántóföldi növények nagysága 679,1 ezer, a szántóföldi zöldségnövényeké 7,2 ezer, a gyümölcsösöké 9,8 ezer és a szőlőé 5,3 ezer hektár volt (39. ábra).

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



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A felszíni vízkészletek esetében is megvizsgáltuk, hogy hol vannak azok az öntözésbe vonható új területek, amelyeknél az öntözési beruházás megtérül. Az 12. táblázatból leolvasható, hogy a jelenlegi kicsivel több mint 51 ezer hektár öntözött területet több mint 300,2 ezer hektárra lehetne bővíteni amennyiben azon a területeken is öntöznének ahol az NPV értékek alapján megtérülne az öntözési beruházás. Így 701,3 ezer hektárnyi öntözővízzel lefedett területből a nem öntözött terület 43,0 százalékkal csökkenne az öntözött terület javára (12. táblázat). Érdemes azonban megjegyezni, hogy bár a vízkereslet fejezetben a 896,6 ezer hektárnyi területtel lehetne bővíteni (NPV $\geq$ 0), ugyanakkor a rendelkezésre álló felszíni vízkészlet „csak” 300,2 ezer hektár többletre biztosít lehetőséget a jövőben.

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

hektár

| Öntözési növénykategória    | Országos terület | Öntözött terület | Nem öntözött terület | Öntözésbe vonható |
|-----------------------------|------------------|------------------|----------------------|-------------------|
| <b>Összesen</b>             | 727 785          | 48 718           | 679 066              | 288 042           |
| Szántóföldi növények        | hibridkukorica   | 22 973           | 12 486               | 10 487            |
|                             | árukukorica      | 270 504          | 7 176                | 263 328           |
|                             | csemegekukorica  | 21 452           | 7 836                | 13 616            |
|                             | silókukorica     | 29 047           | 2 774                | 26 273            |
|                             | zöldborsó        | 9 656            | 3 595                | 6 061             |
|                             | zöldbab          | 1 086            | 681                  | 406               |
|                             | szója            | 12 656           | 1 221                | 11 434            |
|                             | lucerna          | 53 807           | 1 962                | 51 845            |
|                             | búza             | 293 624          | 8 889                | 284 734           |
|                             | burgonya         | 3 024            | 885                  | 2 140             |
|                             | cukorrépa        | 5 090            | 978                  | 4 113             |
|                             | egyéb            | 4 864            | 235                  | 4 629             |
|                             | <b>Összesen</b>  | <b>8 710</b>     | <b>1 530</b>         | <b>7 180</b>      |
| Szántóföldi zöldségnövények | paradicsom       | 361              | 123                  | 238               |
|                             | paprika          | 380              | 52                   | 328               |
|                             | fűszerpaprika    | 1 257            | 169                  | 1 088             |
|                             | sárgarépa        | 388              | 105                  | 283               |
|                             | fejeskáposzta    | 605              | 50                   | 555               |
|                             | vöröshagyma      | 1 431            | 289                  | 1 142             |
|                             | egyéb            | 4 287            | 742                  | 3 545             |
|                             | <b>Összesen</b>  | <b>10 611</b>    | <b>849</b>           | <b>9 762</b>      |
| Gyümölcsösök                | alma             | 4 597            | 495                  | 4 102             |
|                             | meggy            | 1 840            | 137                  | 1 703             |
|                             | egyéb            | 4 174            | 218                  | 3 957             |
|                             | <b>Összesen</b>  | <b>10 611</b>    | <b>849</b>           | <b>9 762</b>      |
| Szőlő                       | <b>Összesen</b>  | <b>5 258</b>     | <b>0</b>             | <b>5 258</b>      |
| <b>Összesen</b>             | <b>752 363</b>   | <b>51 097</b>    | <b>701 265</b>       | <b>300 173</b>    |

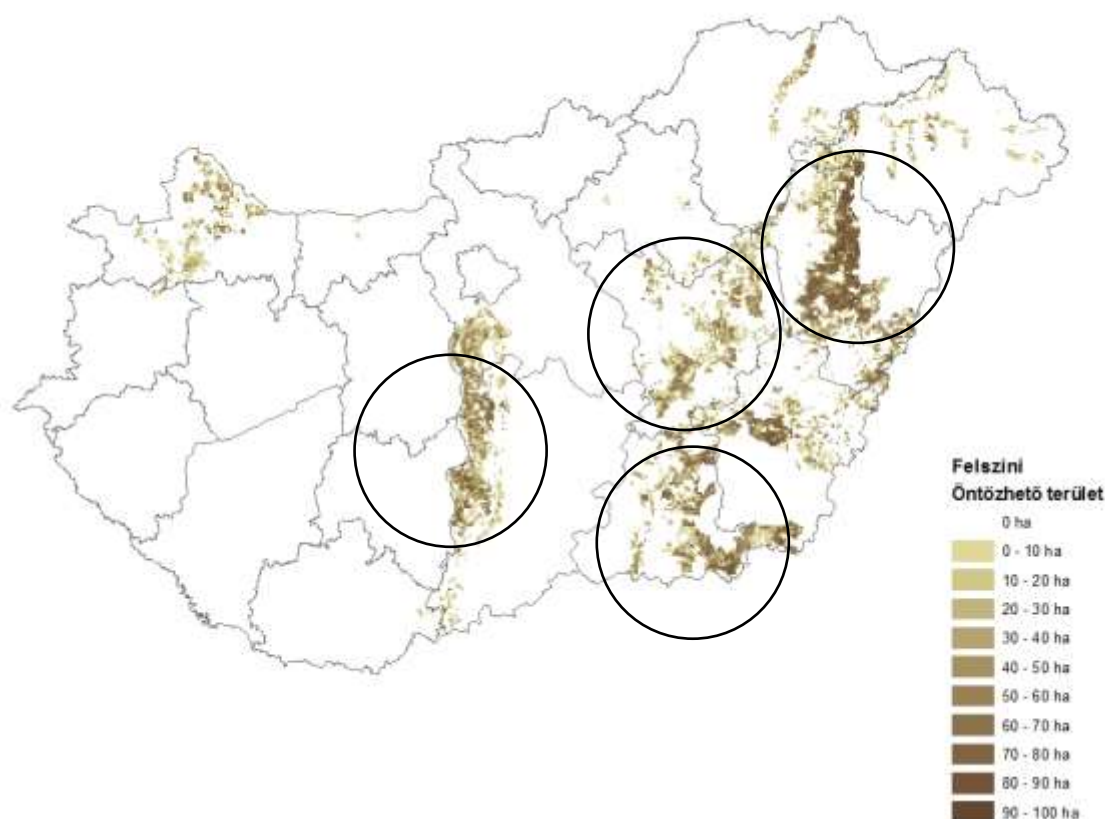
Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Az öntözhető növénykultúrákat nézve megállapítható, hogy összességében a szántóföldi növényeknél több mint ötszörösére (5,9), szántóföldi zöldség növényeknél négyszeresére (4,2) lehetne növelni az öntözött területek nagyságát. A gyümölcsösök esetében a megtérülő beruházás hatására a vizsgált időszakban öntözött területekhez képest több mint hatszoros területnövekedést (6,2) lehetne elérni.

Az 12. táblázatból jól látható, hogy a szántóföldi növényeken belül az öntözéses gazdálkodás bevezetése a legnagyobb mértékben a búza és az árukukorica területét növelné, így azok öntözött területe tizenhatszorosára (18,1) és tizenkétszeresére növekedne. A szántóföldi zöldség növényeknél a fejeskáposzta területe több mint 8,7-szeresére bővíthetne, a paprikáé és fűszerpaprikáé 5,9 szeresére a felszíni vizekből öntözött terület nagyságához viszonyítva. Gyümölcsösöknél a meggy felszíni vízkészletből kielégíthető öntözésbe vonása tizenkétszeres területnövekedést, alma esetében kétszeres bővülést eredményezne.

A 40. ábráról leolvasható, hogy azokon a területeken, ahol az öntözés megvalósítható, ott a 100 hektárból (egy négyzetkilométeres rács) öntözésbe bevonható terület nagysága többnyire meghaladja az 50 hektárt. E területek elsősorban a fő öntözőcsatornák és folyók mentén, így a Duna menti síkságon, Hajdúsági-, Békés-Csongrádi löszhátakon, a Rábamenti és Mosoni síkságon, valamint a Nagykunsági főcsatorna mentén helyezkednek el.

40. ábra: **A jövőben felszíni öntözőrendszerekkel lefedett területekből öntözhető területek nagysága Magyarországon**

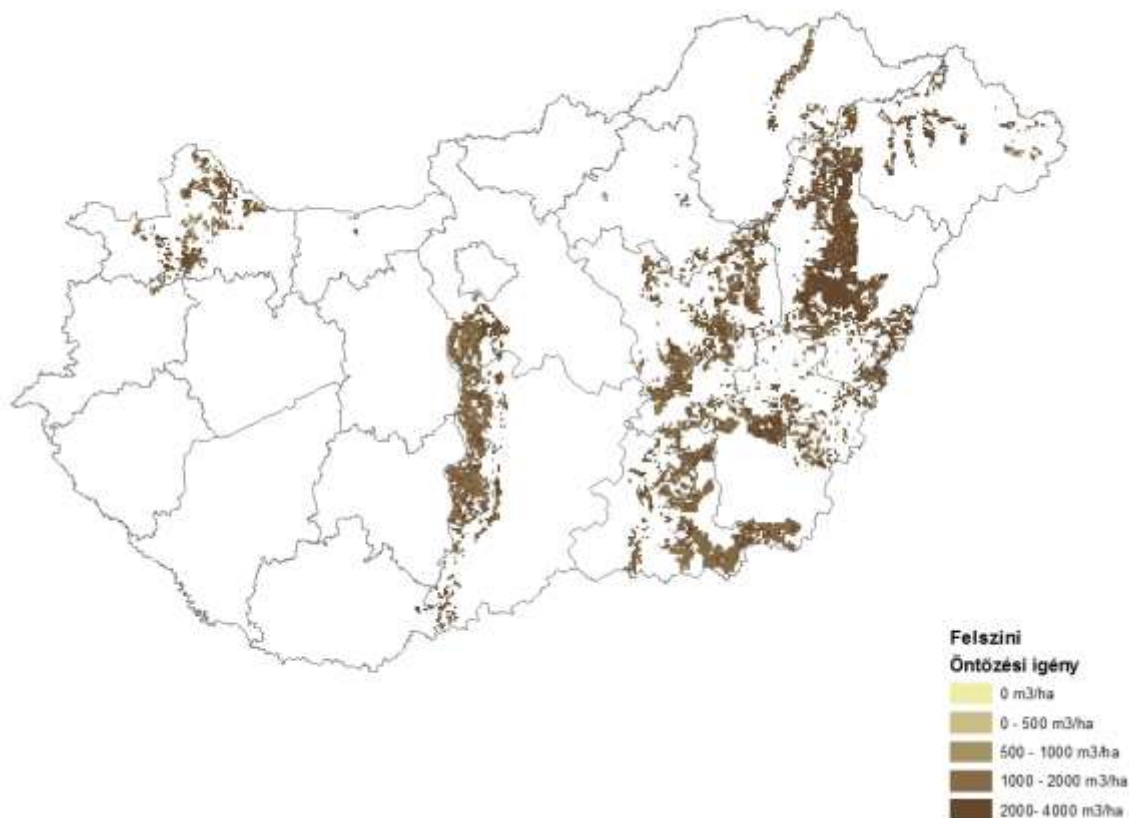


Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A felszíni vízkészletek által lehatárolt területek vízigényét oly módon határoztuk meg, hogy a vízkezelés által lefedett öntözhető területre (amely meghaladja a 900 ezer hektárt) kalkuláltuk az ott

termeszthető növények vízigényét (1,6 millió köbméter). Azután ezt szembe állítottuk a rendelkezésre álló felszíni vízkészlet által lefedett (300 ezer hektár) területtel, és így becsültük meg a reális vízigényt, amely 546,8 millió köbméter lett összességében (41. ábra). Mindezek után növénykultúránként is meghatároztuk felszíni vizekből szükséges öntözési vízmennyiségeket.

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



Forrás: NAK adatok felhasználásával készült az AKI Horizontális és Elemzési Osztályán

Az egyes növénykultúrákat nézve megállapítható, hogy a legnagyobb vízmennyiséget, 546,8 millió köbmétert a szántóföldi növények igényelnek, ezt követik a szántóföldi zöldségnövények 13,1 millió köbméter szükséglettel, majd a gyümölcsösök 11,2 millió, illetve a szőlő 300 ezer köbméterrel. A szántóföldi növényeken belül az árukukorica vízigénye a legmagasabb, a kategórián belül a teljes vízszükséglet 60 százalékát jelenti. A gyümölcsösöknél az egyéb gyümölcskategória rendelkezik a legmagasabb vízigénnyel, 6,3 millió köbméter. A meggy és az alma vízigénye 2,8 millió köbméter felett alakul. A szántóföldi zöldségnövényeknél a fűszerpaprika vízigénye kiemelendő (2,6 millió köbméter), amely hetedét jelenti a szántóföldi zöldségnövények teljes vízigényének (13. táblázat).

13. táblázat: A felszíni vizekből öntözhető területek vízigénye az öntözhető növényeknél

millió köbméter

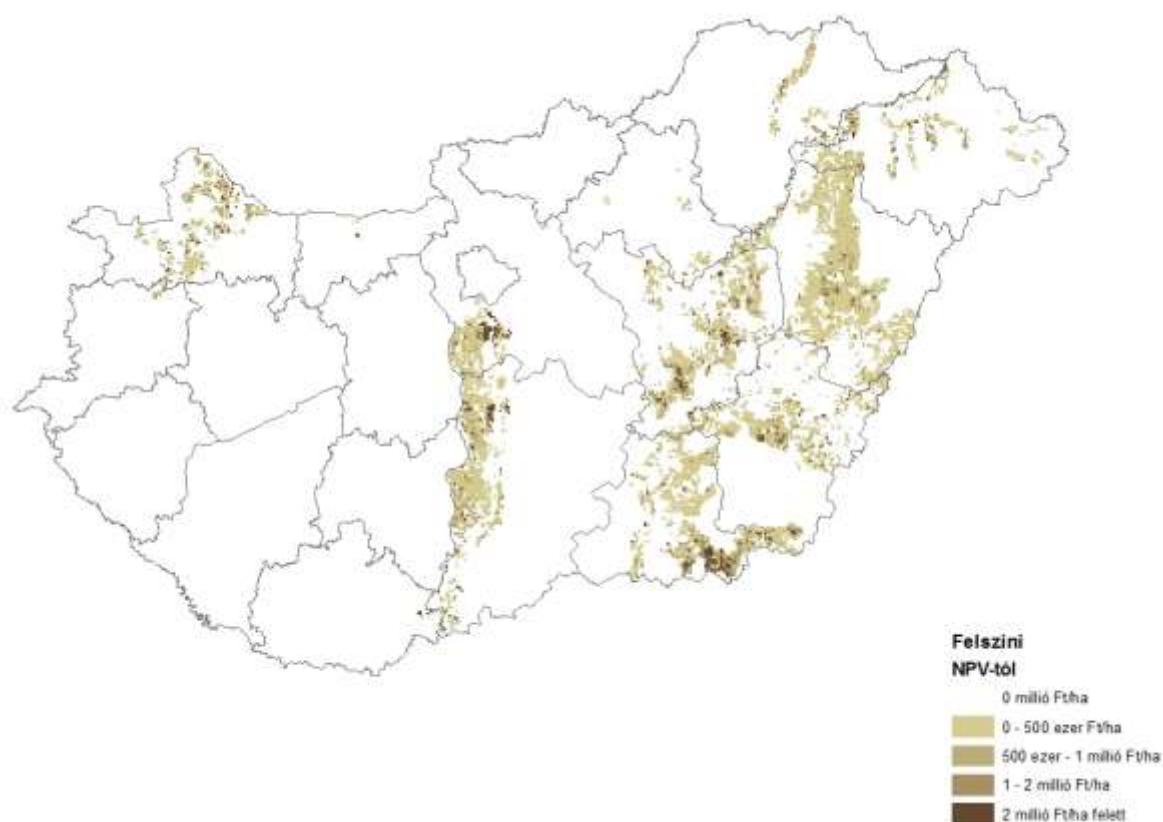
| Öntözési növény-kategória   | Április-május   | Június       | Július       | Augusztus    | Szeptember-október | Összesen     |
|-----------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|
| <b>Összesen</b>             | <b>88,7</b>     | <b>104,0</b> | <b>171,9</b> | <b>156,2</b> | <b>1,5</b>         | <b>522,2</b> |
| Szántóföldi növények        | hibridkukorica  | 3,0          | 9,0          | 10,0         | 6,0                | 28,0         |
|                             | árukukorica     | 39,1         | 65,2         | 130,4        | 130,4              | 365,2        |
|                             | csemegekukorica | 3,9          | 11,8         | 13,1         | 7,9                | 36,7         |
|                             | silókukorica    | 1,0          | 2,9          | 2,9          | —                  | 6,9          |
|                             | zöldborsó       | 1,6          | 3,2          | —            | —                  | 4,8          |
|                             | zöldbab         | —            | 0,1          | 0,2          | —                  | 0,3          |
|                             | szója           | 1,3          | 1,9          | 3,9          | 1,9                | 9,0          |
|                             | lucerna         | 3,1          | 3,1          | 3,1          | 3,1                | 12,2         |
|                             | búza            | 32,0         | —            | —            | —                  | 32,0         |
|                             | burgonya        | 0,7          | 1,8          | 2,0          | 0,7                | 5,2          |
|                             | cukorrépa       | 1,5          | 2,3          | 3,0          | 4,6                | 12,9         |
|                             | egyéb           | 1,5          | 2,6          | 3,3          | 1,6                | 9,0          |
|                             | <b>Összesen</b> | <b>1,7</b>   | <b>3,7</b>   | <b>5,3</b>   | <b>2,3</b>         | <b>13,1</b>  |
| Szántóföldi zöldségnövények | paradicsom      | 0,1          | 0,2          | 0,3          | 0,2                | 0,7          |
|                             | paprika         | 0,1          | 0,3          | 0,3          | 0,2                | 1,0          |
|                             | fűszerpaprika   | 0,4          | 0,7          | 1,0          | 0,5                | 2,6          |
|                             | sárgarépa       | 0,0          | 0,1          | 0,2          | 0,1                | 0,4          |
|                             | fejeskáposzta   | 0,1          | 0,3          | 0,4          | 0,2                | 0,9          |
|                             | vöröshagyma     | 0,2          | 0,4          | 0,7          | —                  | 1,3          |
|                             | egyéb           | 0,8          | 1,7          | 2,5          | 1,1                | 6,1          |
| Gyümölcsösök                | <b>Összesen</b> | <b>1,6</b>   | <b>3,2</b>   | <b>4,3</b>   | <b>2,1</b>         | <b>11,2</b>  |
|                             | alma            | 0,3          | 0,7          | 1,0          | 0,5                | 2,5          |
|                             | meggy           | 0,5          | 0,7          | 1,3          | 0,3                | 2,8          |
|                             | egyéb           | 0,8          | 1,8          | 2,0          | 1,2                | 5,9          |
| Szőlő                       | <b>Összesen</b> | <b>0,0</b>   | <b>0,2</b>   | <b>0,1</b>   | <b>0,0</b>         | <b>0,3</b>   |
| <b>Összesen</b>             | <b>92,0</b>     | <b>111,1</b> | <b>181,7</b> | <b>160,6</b> | <b>1,5</b>         | <b>546,8</b> |

Forrás: NAK adatok felhasználásával készült az AKI Horizontális és Elemzési

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 növénykultúrák esetében.

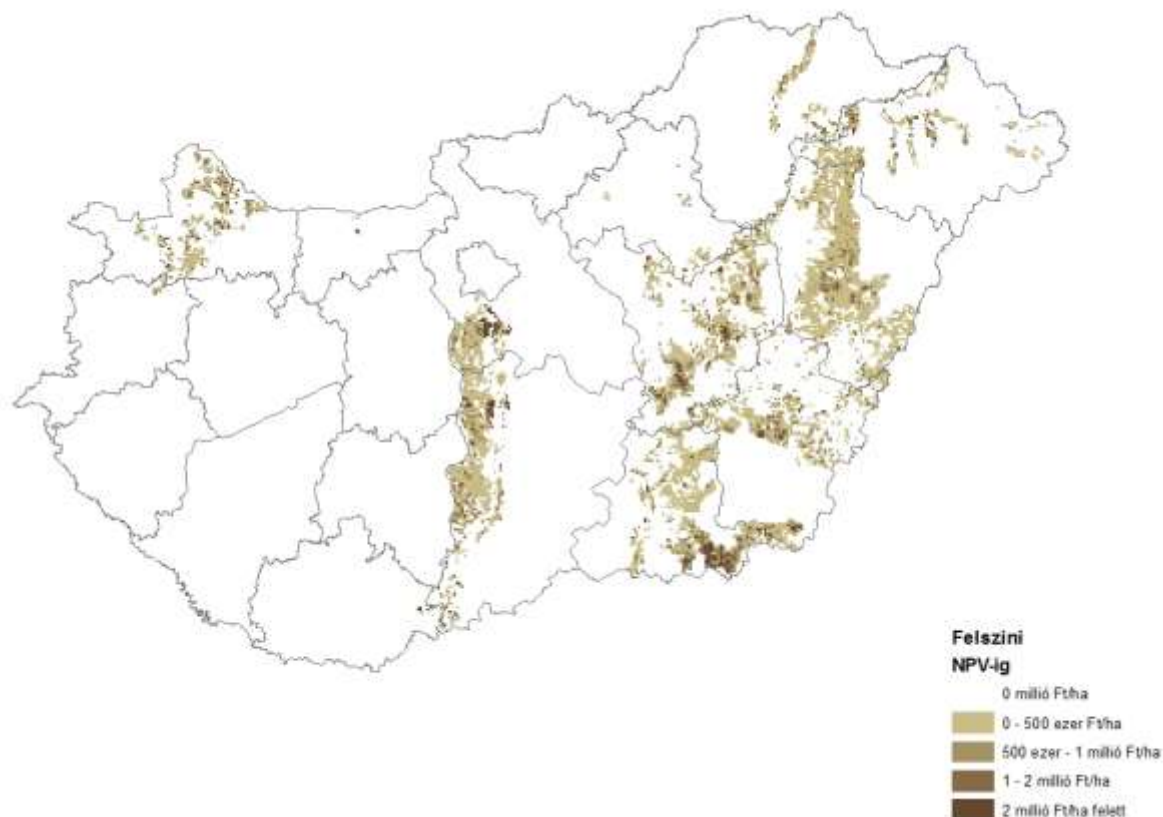
A nagyobb beruházási összeg kisebb NPV-értékeket, az alacsonyabb beruházás magasabb megtérülést jelent. A 42-43. ábráról leolvasható, hogy a minimális és maximális fajlagos NPV-értékek esetében a legnagyobb, 1-2 millió forint közötti, valamint 2 millió forint feletti értékek elsősorban az Alföld keleti és déli részén, valamint a Duna mentén helyezkednek el. Ezeken túl Győr-Moson-Sopron megyében is jelentős többletjövedelmek érhetőek el.

42. ábra: **Minimális fajlagos NPV értékek nagysága és elhelyezkedése a felszíni vízkészletekből öntözhető területeknél**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályon

43. ábra: **Maximális fajlagos NPV értékek nagysága és elhelyezkedése a felszíni vízkészletekből öntözhető területeknél**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályon

A 14. táblázatból jól látható, hogy a 300 ezer hektárnyi terület öntözésbe vonásához szükséges 88-101 milliárd forint beruházásból a szántóföldi növények öntözése több mint 93 százalékos arányt jelent (82-94 milliárd forint). Ezen belül az árukukorica beruházási költsége 34-43, a búzáé 30-35 milliárd forint közé tehető. Az NPV érték minimálisan 54, maximálisan 65 milliárd forint között alakulhat az összes szántóföldi növényt tekintve, ami egy hektárra vetítve 188-228 ezer forintot jelent, vagyis az öntözésbe vonásával ekkora többletjövedelem keletkezhet. A legnagyobb fajlagos NPV-értékkel a szántóföldi növényeknél a burgonya és a hibridkukorica rendelkezett.

14. táblázat: **Beruházási költség, nettó jelenérték és egy hektárra vetített nettó jelenérték az öntözhető növényeknél**

| Öntözési növénykategória    |                 | Beruházási költség |         | NPV-érték |         | Egy hektárra vetített NPV-érték |          |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|---------|-----------|---------|---------------------------------|----------|
|                             |                 | milliárd HUF       |         |           |         | ezer HUF/ha                     |          |
|                             |                 | minimum            | maximum | minimum   | maximum | minimum                         | maximum  |
| Szántóföldi növények        | Összesen        | 82,1               | 93,6    | 54,2      | 65,6    | 188,0                           | 227,8    |
|                             | hibridkukorica  | 2,9                | 3,3     | 26,6      | 27      | 2 652,9                         | 2 692,8  |
|                             | árúkukorica     | 37,2               | 42,4    | 12,1      | 17,3    | 93,1                            | 132,9    |
|                             | csemegekukorica | 3,7                | 4,3     | 13,2      | 13,7    | 1 007,3                         | 1 047,1  |
|                             | silókukorica    | 0,9                | 1,1     | -3,1      | -3      | -953,9                          | -914,3   |
|                             | zöldborsó       | 1,5                | 1,7     | 0,1       | 0,4     | 27,5                            | 67,4     |
|                             | zöldbab         | 0,1                | 0,1     | 0,3       | 0,4     | 857,4                           | 897,0    |
|                             | szója           | 0,9                | 1       | -0,8      | -0,7    | -256,2                          | -216,5   |
|                             | lucerna         | 1,7                | 2       | -5,1      | -4,9    | -839,9                          | -800,2   |
|                             | búza            | 30,4               | 34,7    | -7,1      | -2,9    | -66,8                           | -27,0    |
|                             | burgonya        | 0,5                | 0,6     | 11,6      | 11,7    | 6 427,2                         | 6 466,8  |
|                             | cukorrépa       | 1,1                | 1,2     | 1,6       | 1,7     | 417,5                           | 457,2    |
|                             | egyéb           | 1,1                | 1,3     | 4,8       | 4,9     | 1 223,6                         | 1 262,2  |
| Szántóföldi zöldségnövények | Összesen        | 2,9                | 3,4     | 61,5      | 62      | 9 466,0                         | 9 545,4  |
|                             | paradicsom      | 0,1                | 0,1     | 2,9       | 3       | 12 673,9                        | 12 753,2 |
|                             | paprika         | 0,1                | 0,2     | 5,8       | 5,8     | 19 191,0                        | 19 270,0 |
|                             | fűszerpaprika   | 0,5                | 0,5     | 1,6       | 1,7     | 1 566,3                         | 1 645,8  |
|                             | sárgarépa       | 0,1                | 0,1     | 1,2       | 1,2     | 4 971,0                         | 5 050,9  |
|                             | fejeskáposzta   | 0,2                | 0,2     | 3         | 3       | 6 717,0                         | 6 796,2  |
|                             | vöröshagyma     | 0,5                | 0,6     | 24,1      | 24,2    | 22 236,2                        | 22 315,9 |
|                             | egyéb           | 1,4                | 1,7     | 22,9      | 23,2    | 7 169,4                         | 7 248,8  |
| Gyümölcsösök                | Összesen        | 3                  | 3,4     | 9,9       | 10,2    | 1 863,9                         | 1 928,6  |
|                             | alma            | 0,6                | 0,6     | -0,5      | -0,4    | -510,3                          | -445,4   |
|                             | meggy           | 1                  | 1,1     | 6,4       | 6,5     | 3 859,0                         | 3 923,7  |
|                             | egyéb           | 1,5                | 1,7     | 4         | 4,2     | 1 507,2                         | 1 571,8  |
| Szőlő                       | Összesen        | 0,2                | 0,2     | -0,2      | -0,2    | -724,1                          | -659,2   |
| Összesen                    |                 | 88,3               | 100,7   | 125,3     | 137,6   | 417,4                           | 417,4    |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályon

A felszíni vízkészletekből öntözött szántóföldi növényeknél is hozambővüléssel számolhatunk, összességében 708,9 ezer tonnával növekedhetnek az egyes növények hozamai együttesen (15. táblázat). Az árukukoricánál 392,4 ezer tonna többlet keletkezhet 19,6 milliárd forintnyi termelésiérték növekedés mellett. A búzánál 110,0 ezer tonna hozamemelkedés jelentkezik, a termelési érték ebben az esetben 5,8 milliárd forinttal emelkedhet (7. melléklet).

A szántóföldi zöldségnövények öntözése a teljes 88-101 milliárd forintnyi beruházásból több mint 3 százalékot tesz ki (2,9-3,4 milliárd forint), ebből a fűszerpaprika 451-531, a vöröshagyma beruházási költsége 487-574 millió forintra tehető. Az NPV érték minimálisan 61,5, maximálisan 62,0 milliárd forint között alakulhatnak a vizsgált szántóföldi zöldségnövényt tekintve, ami egy hektárra vetítve 9,4-9,5 millió forintot jelenthet. A legmagasabb fajlagos NPV értékek a fejeskáposztánál és sárgarépánál realizálódhatnak. Megállapítható az is, hogy a szántóföldi zöldségnövényeknél elérhető többletjövedelem fajlagosan és összesen is meghaladja a nagy területen termesztett szántóföldi növénykultúrákét (15. táblázat). A szántóföldi zöldségnövények hozama összességében 61,3 ezer tonnával emelkedhet az öntözés hatására, így a termelésiérték többlet 8,3 milliárd forint lehet. A legnagyobb hozamemelkedést a vöröshagyma érheti el (+20,3 ezer tonna), amelynek hatására a termelésiérték 2,9 milliárd forinttal bővíthet (7. melléklet).

A gyümölcsösök részesedése a teljes 88-100 milliárd forintnyi beruházásból több mint 3,4-3,5 százalékos részarányú (3-3,4 milliárd forint), ebből az alma 569-633 millió, a meggy beruházási költsége 950 millió és 1 milliárd forint közé tehető. Az NPV érték minimálisan 9,8, maximálisan 10,2 milliárd forint felett alakulhat az összes gyümölcsöst nézve, ami egy hektárra vetítve 1,8-1,9 millió forintot jelenthet, vagyis az öntözésbe vonásával ekkora többletjövedelem keletkezhet (15. táblázat). A gyümölcsösöknél a hozamemelkedés 26,5 ezer tonna lehet, 2,6 milliárd forintnyi termelésiérték gyarapodás mellett. Az almánál a hozamok 8,7 ezer tonnával, meggyénél 5,9 ezer tonnával növekedhetnek, miközben a termelésiértékek 0,3-1,1 milliárd forinttal bővíthetnek (7. melléklet).

Összefoglalva a felszíni vízkészletekből rendelkezésre álló vízkínálatot megállapítható, hogy a jelenleg felszíni öntözőrendszerekből öntözött kicsivel több mint 51 ezer hektár mezőgazdasági területet 300,2 ezer hektárral lehetne bővíteni az általunk számolt NPV-értékek alapján. Ennek minimális beruházási igénye 88,2, maximális beruházási igénye 100,7 milliárd forint lenne. Összességében a beruházás 125,3-137,6 milliárd forint többletjövedelmet, azaz a beruházás 10 éves időtávjában hektáronként 417,4-458,5 ezer forintot hozna összességében. A szántóföldi növények öntözési beruházása 82-94 milliárd forint felett alakulna, azaz 54-66 milliárd forint többlethozam keletkezne, amennyiben megvalósulna a beruházás. A legnagyobb fajlagos megtérülés a szántóföldi zöldségnövényeknél érhető el, 9,4-9,5 millió forint hektáronként (15. táblázat).

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

| Megnevezés                   | Mértékegység    | Összesen  | Szántóföldi növények | Szántóföldi zöldségnövények | Gyümölcsösök | Szőlő   |
|------------------------------|-----------------|-----------|----------------------|-----------------------------|--------------|---------|
| Országos terület             | hektár          | 752 363,0 | 727 785,0            | 8 710,0                     | 10 611,0     | 5 258,0 |
| Öntözött terület             | hektár          | 51 097,0  | 48 718,0             | 1 530,0                     | 849,0        | 0,0     |
| Nem öntözött terület         | hektár          | 701 265,0 | 679 066,0            | 7 180,0                     | 9 762,0      | 5 258,0 |
| Öntözhető terület            | hektár          | 300 173,0 | 288 042,0            | 6 497,0                     | 5 297,0      | 336,0   |
| Minimális beruházási költség | milliárd HUF    | 88,3      | 82,1                 | 2,9                         | 3,0          | 0,2     |
| Maximális beruházási költség | milliárd HUF    | 100,7     | 93,6                 | 3,4                         | 3,4          | 0,2     |
| Hozamtöbblet                 | millió tonna    | 797,2     | 708,9                | 61,3                        | 26,5         | 0,5     |
| Termelésiérték többlet       | milliárd HUF    | 48,1      | 37,2                 | 8,3                         | 2,6          | 0,1     |
| Öntözési igény összesen      | millió köbméter | 547,0     | 522,0                | 13,0                        | 11,0         | 0,0     |
| Minimális NPV                | milliárd HUF    | 125,3     | 54,2                 | 61,5                        | 9,9          | -0,2    |
| Maximális NPV                | milliárd HUF    | 137,6     | 65,6                 | 62,0                        | 10,2         | -0,2    |
| Minimális fajlagos NPV       | ezer HUF/hektár | 417,4     | 188,0                | 9 466,0                     | 1 863,9      | -811,3  |
| Maximális fajlagos NPV       | ezer HUF/hektár | 458,5     | 227,8                | 9 545,4                     | 1 928,6      | -681,7  |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

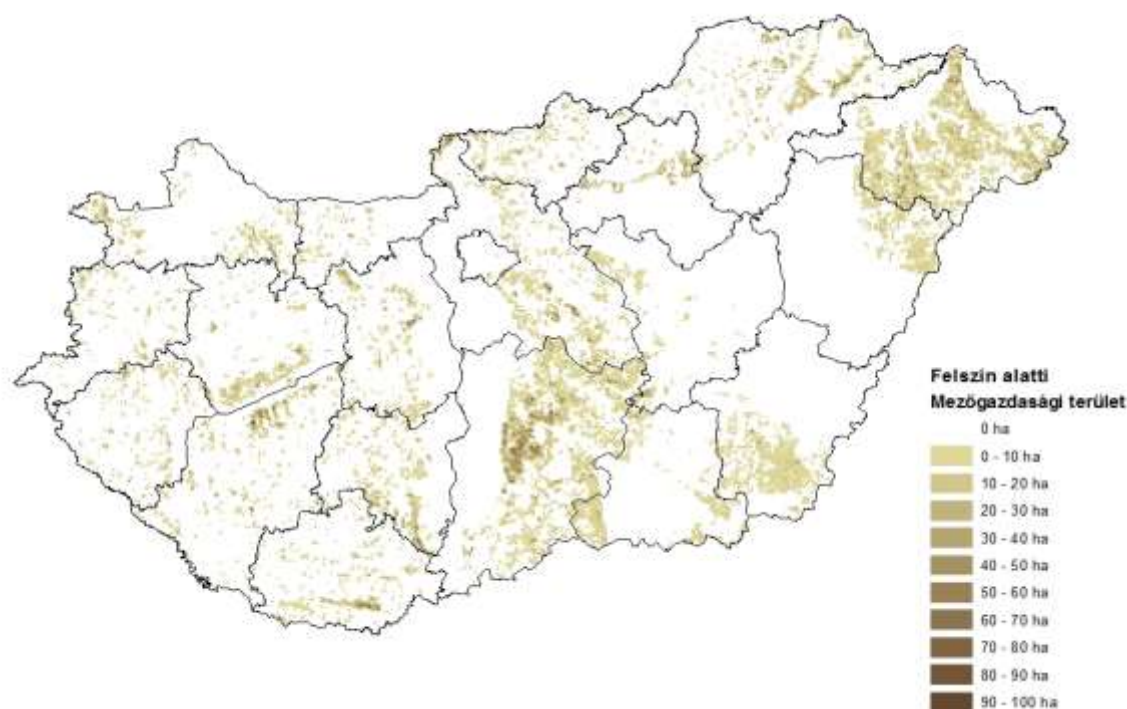
### 5.3.1. Felszín alatti vízkészletek

Azokon a területeken, ahol a felszíni vízkészletekből nem elégíthető ki a vízigény, felszín alatti vízkészletekre támaszkodhatunk. A felszín alatti vízkészletek származhatnak a talaj- illetve a rétegvíz-ből. A felszín alatti vízkészleteket több fedvény metszetéből kapjuk. Első lépésben az öntözhető növények által lefedett 2,7 millió hektár terület (30. ábra) és a rendelkezésre álló felszíni öntözőrendszerek által kimetszett területet határoltuk le (ld. 5.1-5.2. alfejezet), ami 752,4 ezer hektár jelentett (37. ábra). Azt vizsgáltuk, hogy ahol nincs felszíni öntözésre lehetőség, ott rendelkezésre áll-e felszín alatti vízkészlet, amelyek segítségével a vizsgált növényeket öntözésbe vonhatjuk. Vagyis ebben az esetben csak azokat a felszín alatti vízkivételi helyeket kerestük, ahol nincs más öntözési lehetőség. Ennek okán a 37. ábra fedvényére rátettük a felszín alatti vízkészletek területi elhelyezkedését mutató fedvényt és az így kimetszett részt tekintettük a továbbiakban a becslés alapjának (44. ábra). Mivel a felszín alatti készletekből csak mikroöntözési technológiával lehet vizet felhasználni, így a mikroöntözéssel ellátható növénykultúrákat vettük figyelembe (ültetvények és zöldségnövények).

A felszín alatti jó mennyiségi állapottal rendelkező víztestek által lefedett kertészeti terület zöme a Dunántúlon, a Duna-Tisza közén, Észak-Magyarországon, illetve az Alföld északi és déli területein helyezkedik el. Ebből a gyümölcsösökre eső terület 53,9 százalékot képvisel. A szántóföldi zöldségnövények aránya 8,8, a szőlőé 37,3 százalékot jelent a 105 ezer hektár felszín alatti vízkészlettel lefedett kertészeti területből (44. ábra, 16. táblázat).

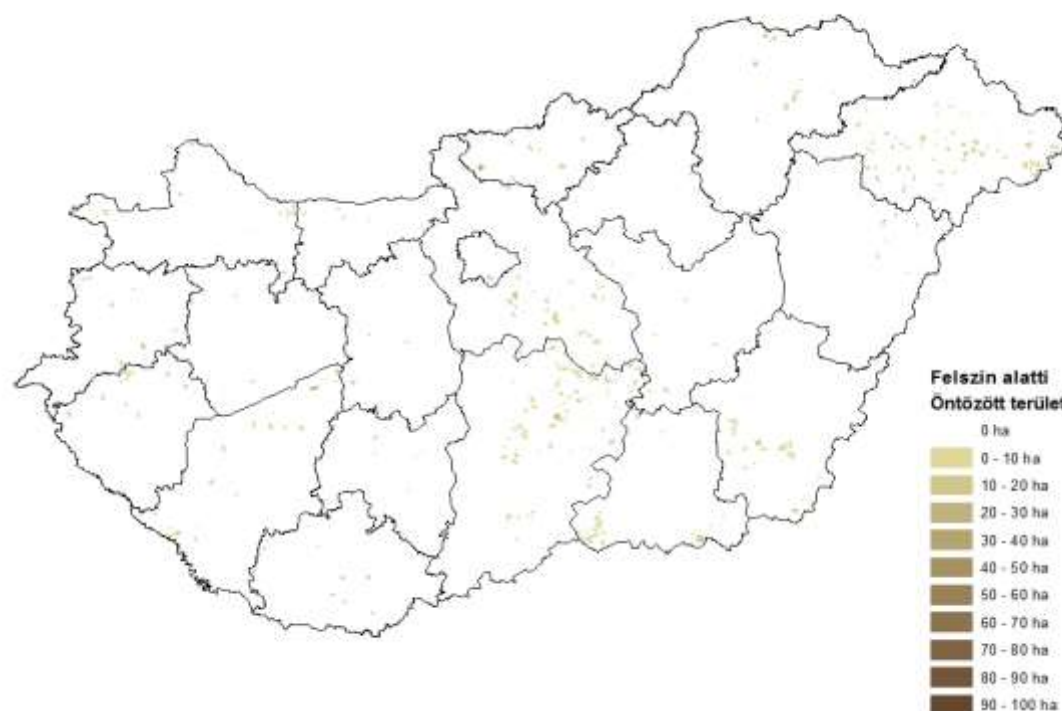
A felszín alatti vízkészletből lefedett kertészeti területből az öntözött területek nagysága 3 ezer hektárt jelent, ami az öntözhető növények által lefedett mezőgazdasági terület (68 ezer hektár) közel 4,5 százalékát teszi ki. A vizsgált szántóföldi zöldségek arány az összes öntözött területből 3,8, a gyümölcsösöké 3,8 százalékot, a szőlőé 0,01 százalékot ad (45. ábra).

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



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

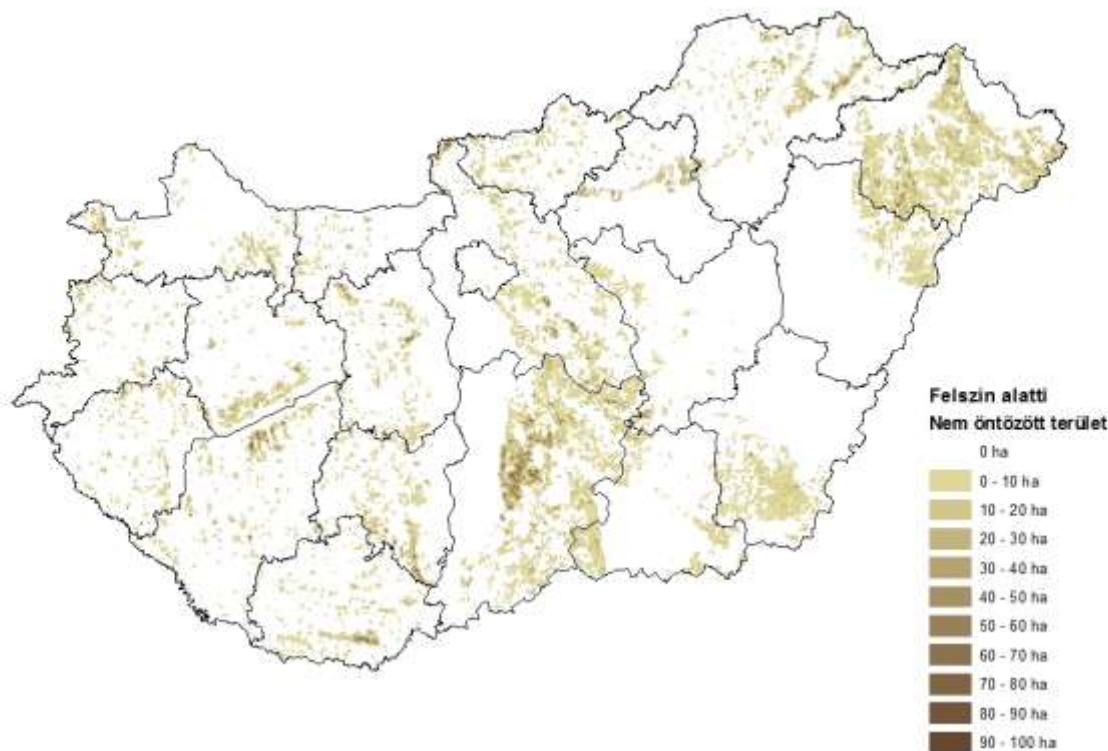
45. ábra: **A felszín alatti vízkészleteiből öntözött területek nagysága és elhelyezkedése az öntözhető növényeknél**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A felszín alatti vízkészletekből nem öntözött területek nagysága a vizsgált növénykultúráknál összességében több mint 102 ezer hektár tett ki 2011-2014. évek átlagában Magyarországon. Ebből a szántóföldi zöldségnövényeké 8,8 ezer, a gyümölcsösöké 54,4 ezer és a szőlőé 39,4 ezer hektár volt (46. ábra, 16. táblázat).

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



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályon

A felszín alatti vízkészletek esetében megvizsgáltuk, hogy hol vannak azok a nem öntözött területekből öntözésbe vonható újabb területek növénykultúránként, amelyeknél az NPV eléri a nullát, vagy meghaladja azt, vagyis ahol az öntözési beruházás megtérül. Az 19. táblázatból leolvasható, hogy a jelenlegi 3 ezer hektár felszín alatti vízkészletből öntözött területet több mint 31 ezer (31983,4) hektárral lehetne bővíteni. Így a több mint 105 ezer hektár felszín alatti vízkészletből a nem öntözött terület 30,2 százalékkal csökkenne az öntözött terület javára.

A vizsgált növénykultúrákat elemezve elmondható, hogy összességében a szántóföldi zöldségnövényeknél több mint tizenhétszeresére lehetne növelni az öntözött területek nagyságát. A gyümölcsösöknél a megtérülő beruházásokkal a vizsgált időszakban öntözött területekhez képest több mint kilencszeres területnövekedést lehetne elérni. Az 19. táblázatból jól látható, az is, hogy a szántóföldi zöldségnövényeknél a fejeskáposzta területe 27,4-szeresére bővíthetne, a paprikáé és fűszerpaprikáé ugyancsak megtöbszörözödhetne (24-35-szörös növekedés). Gyümölcsösöknél a meggy felszín alatti vízkészletből történő öntözése tizenhétszeres területnövekedést hozna.

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

hektár

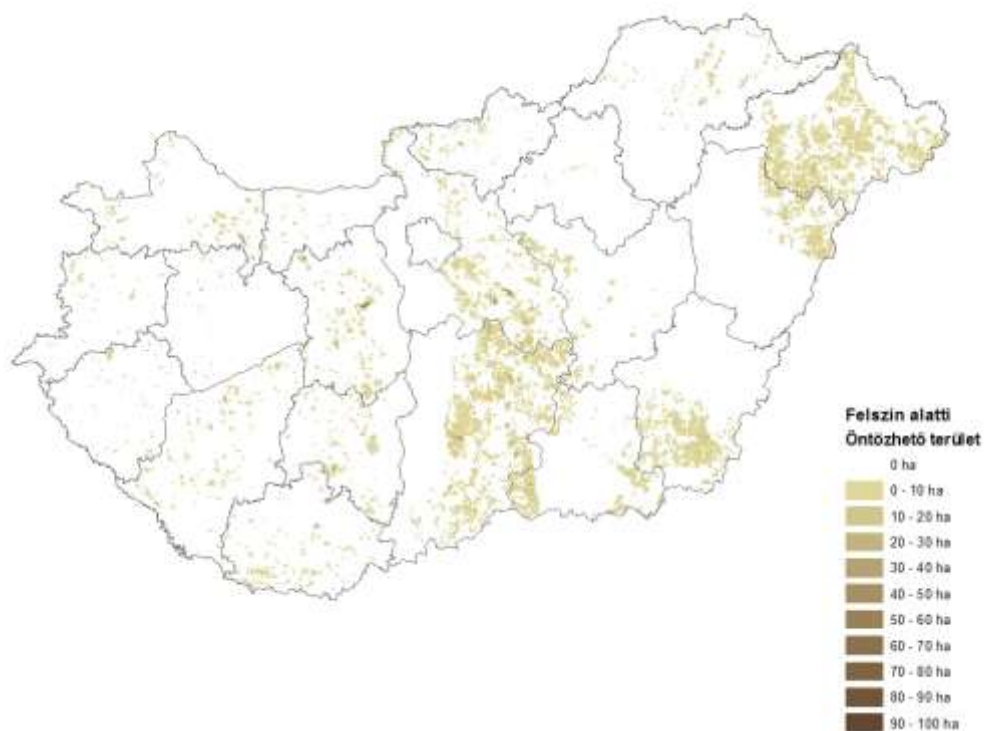
| Öntözési növénykategória           | Országos terület | Öntözött terület | Nem öntözött terület | Öntözésbe vonható |
|------------------------------------|------------------|------------------|----------------------|-------------------|
| <b>Összesen</b>                    | <b>9 287</b>     | <b>454</b>       | <b>8 833</b>         | <b>7 825</b>      |
| <b>Szántóföldi zöldségnövények</b> | paradicsom       | 357              | 50                   | 307               |
|                                    | paprika          | 998              | 39                   | 959               |
|                                    | fűszerpaprika    | 702              | 19                   | 683               |
|                                    | sárgarépa        | 370              | 38                   | 332               |
|                                    | fejeskáposzta    | 1 037            | 33                   | 1 004             |
|                                    | vöröshagyma      | 555              | 51                   | 503               |
|                                    | egyéb            | 5 268            | 223                  | 5 045             |
|                                    | <b>Összesen</b>  | <b>57 044</b>    | <b>2 624</b>         | <b>54 420</b>     |
| <b>Gyümölcsösök</b>                | alma             | 18 911           | 1 105                | 17 806            |
|                                    | meggy            | 9 506            | 466                  | 9 040             |
|                                    | egyéb            | 28 628           | 1 053                | 27 575            |
|                                    | <b>Összesen</b>  | <b>39 414</b>    | <b>7</b>             | <b>39 407</b>     |
| <b>Szőlő</b>                       | <b>Összesen</b>  | <b>39 414</b>    | <b>7</b>             | <b>39 407</b>     |
| <b>Összesen</b>                    | <b>105 746</b>   | <b>3 084</b>     | <b>102 661</b>       | <b>31 983</b>     |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályon

Az 47. 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.

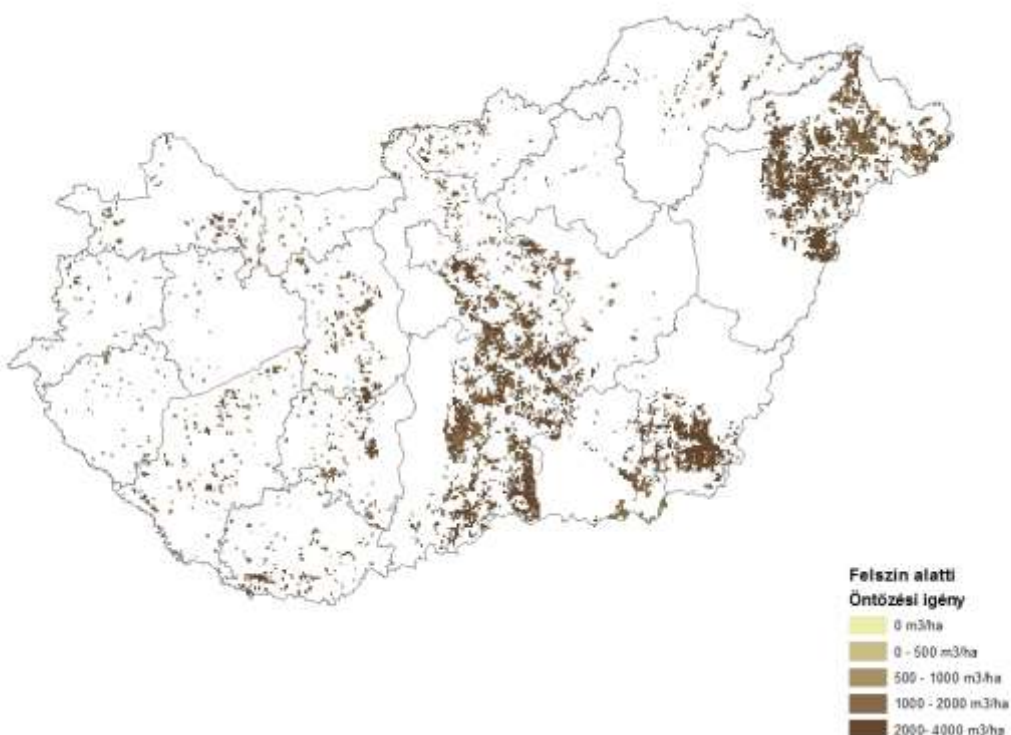
A felszín alatti vízkészletekből öntözhető területek vízigényét a felszíni öntözési vízigény számításához hasonlóan becsültük, vagyis a vízkereslet által lefedett öntözhető területhez kalkuláltuk a vízigényt. A kertészeti kultúrák esetében rendelkezésre álló felszín alatti vízkészlet által lefedett 105 ezer hektár területre becsültük meg az öntözési vízigényt, amely 70,9 millió köbméter lett összességében (48. ábra). Végül növénykultúránként is meghatároztuk felszín alatti vizekből kiöntözhető vízmennyiséget.

47. ábra: **A felszín alatti vízkészleteiből öntözhető területek nagysága és elhelyezkedése a vizsgált kertészeti kultúráknál**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

48. ábra: **A felszín alatti vízkészleteiből lehatárolt öntözhető kertészeti területek vízigénye köbméter/hektárban**



Forrás: NAK adatok felhasználásával az AKI Horizontális és Elemzési Osztályán

A vizsgált növénykultúrákat nézve megállapítható, hogy a legnagyobb vízmennyiséget, 50,4 millió köbmétert a gyümölcsösök igényelnek, ezt követik a szántóföldi zöldségnövények 20,2 millió köbméter szükséglettel, majd a szőlő 0,3 millió köbméterrel. A szántóföldi zöldségnövényeken belül az paprika vízigénye a legmagasabb, a kategórián belül a teljes vízszükséglet 14,8 százalékát jelenti. A gyümölcsösöknél az egyéb gyümölcskategória rendelkezik a legmagasabb vízigénnyel 36,7 millió köbméter, még a meggy vízigénye meghaladja a 13,7 millió köbmétert (17. táblázat).

17. táblázat: **A felszín alatti vízkészletből öntözhető kertészeti kultúrák vízigénye**

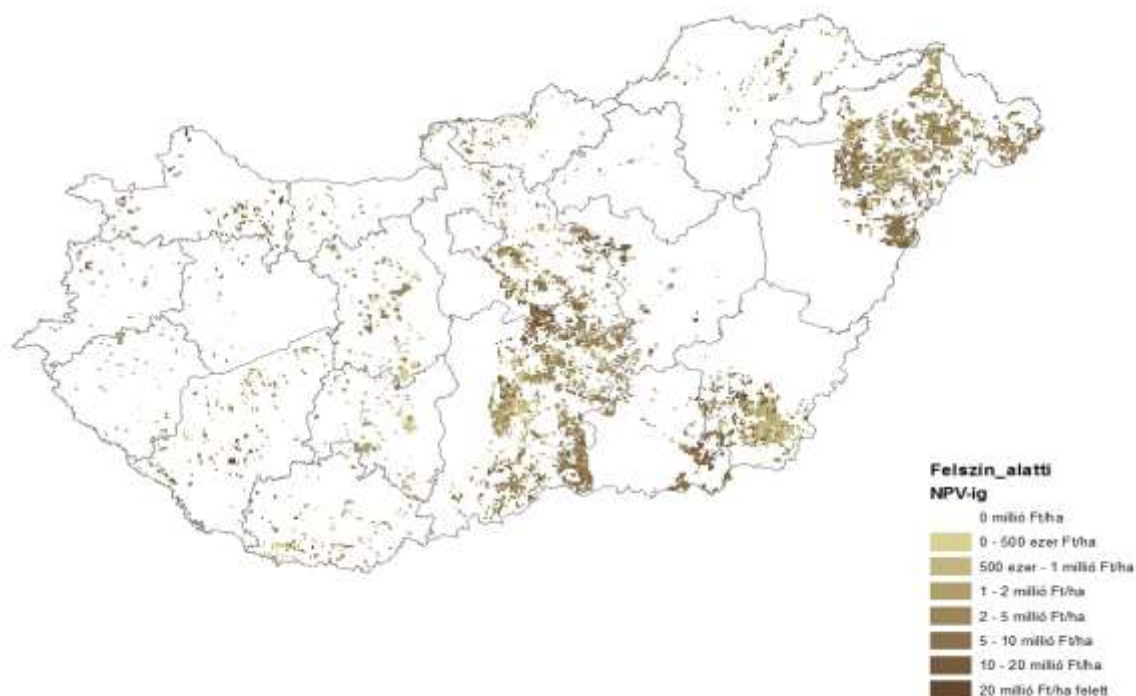
|                             |               | millió köbméter |        |           |                    |          |      |
|-----------------------------|---------------|-----------------|--------|-----------|--------------------|----------|------|
| Öntözési növénykategória    | Április-május | Június          | Július | Augusztus | Szeptember-október | Összesen |      |
| Szántóföldi zöldségnövények | Összesen      | 2,7             | 5,7    | 7,4       | 4,4                | 0,0      | 20,2 |
|                             | paradicsom    | 0,1             | 0,3    | 0,3       | 0,2                | 0,0      | 1,0  |
|                             | paprika       | 0,4             | 0,8    | 1,0       | 0,7                | 0,0      | 3,0  |
|                             | fűszerpaprika | 0,3             | 0,5    | 0,7       | 0,3                | 0,0      | 1,7  |
|                             | sárgarépa     | 0,1             | 0,2    | 0,3       | 0,1                | 0,0      | 0,6  |
|                             | fejeskáposzta | 0,2             | 0,5    | 0,7       | 0,5                | 0,0      | 1,9  |
|                             | vöröshagyma   | 0,1             | 0,2    | 0,3       | 0,0                | 0,0      | 0,6  |
|                             | egyéb         | 1,6             | 3,3    | 4,1       | 2,5                | 0,0      | 11,4 |
| Gyümölcsösök                | Összesen      | 7,7             | 14,6   | 18,9      | 9,2                | 0,0      | 50,4 |
|                             | alma          | 0,0             | 0,0    | 0,0       | 0,0                | 0,0      | 0,0  |
|                             | meggy         | 2,4             | 3,2    | 6,5       | 1,6                | 0,0      | 13,7 |
|                             | egyéb         | 5,3             | 11,4   | 12,4      | 7,6                | 0,0      | 36,7 |
| Szőlő                       | Összesen      | 0,0             | 0,2    | 0,1       | 0,0                | 0,0      | 0,3  |
| Összesen                    |               | 10,4            | 20,6   | 26,4      | 13,6               | 0,0      | 70,9 |

Forrás: NAK adatok felhasználásával készült az AKI Horizontális és Elemzési Osztályán

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

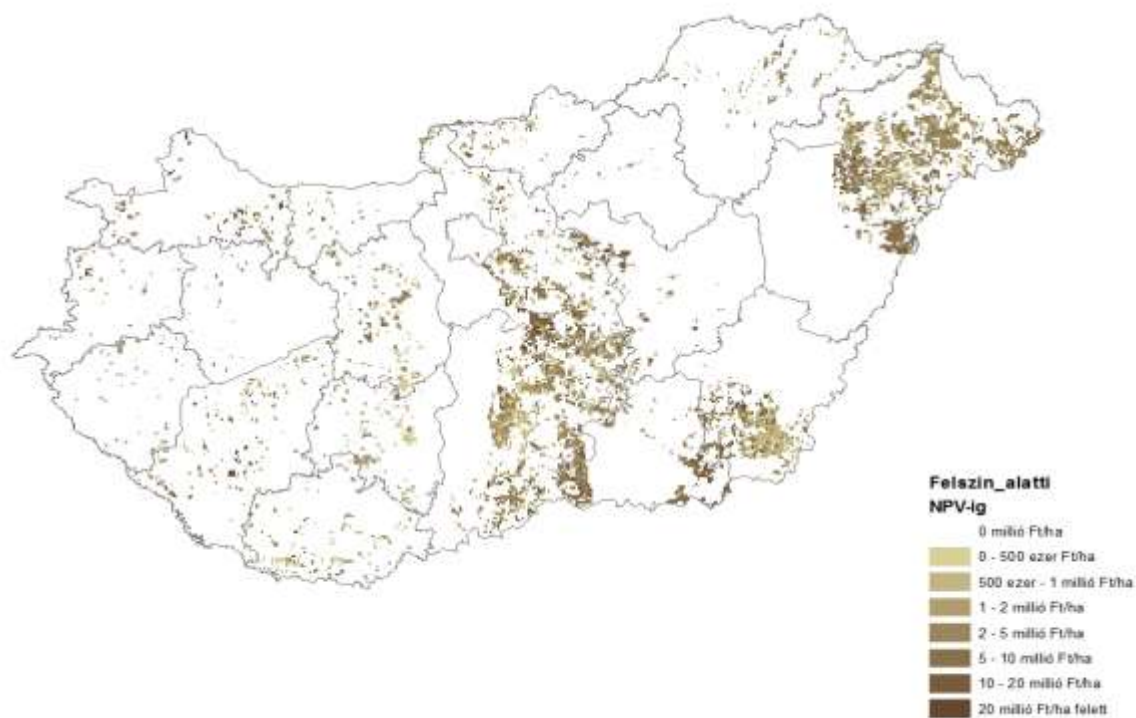
A 49-50. ábrákról leolvasható, hogy a minimális és maximális fajlagos NPV-értékek 1-2 millió forinttól 20 millió forint feletti értékig terjedhetnek, elsősorban a Nyírségben, a Duna-Tisza közén, Dél-Békésben, valamint a Dunántúlon elszórtan helyezkednek el.

49. ábra: **A felszín alatti vízkészletekből öntözhető kertészeti területek nagysága és elhelyezkedése minimális fajlagos NPV értékeknél**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

50. ábra: **A felszín alatti vízkészletekből öntözhető kertészeti területek nagysága és elhelyezkedése maximális fajlagos NPV értékeknél**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

18. táblázat: **Az NPV-értékek összesen és egy hektárra vetítve, valamint a beruházási költségek alakulása**

| Öntözési növénykategória    |               | Beruházási költség |         | NPV-érték |         | Egy hektárra vetített NPV-érték |         |
|-----------------------------|---------------|--------------------|---------|-----------|---------|---------------------------------|---------|
|                             |               | milliárd HUF       |         |           |         | millió HUF/ha                   |         |
|                             |               | minimum            | maximum | minimum   | maximum | minimum                         | maximum |
| Szántóföldi zöldségnövények | Összesen      | 3,52               | 4,15    | 72,78     | 73,40   | 9,30                            | 9,38    |
|                             | paradicsom    | 0,14               | 0,16    | 3,95      | 3,97    | 13,10                           | 13,18   |
|                             | paprika       | 0,42               | 0,50    | 18,67     | 18,75   | 20,00                           | 20,08   |
|                             | fűszerpaprika | 0,30               | 0,35    | 1,24      | 1,30    | 1,87                            | 1,95    |
|                             | sárgarépa     | 0,14               | 0,17    | 1,57      | 1,60    | 5,01                            | 5,09    |
|                             | fejeskáposzta | 0,41               | 0,49    | 6,46      | 6,53    | 7,06                            | 7,14    |
|                             | vöröshagyma   | 0,21               | 0,25    | 10,28     | 10,32   | 21,76                           | 21,84   |
|                             | egyéb         | 7,04               | 8,29    | 30,60     | 30,93   | 7,25                            | 7,33    |
| Gyümölcsösök                | Összesen      | 13,71              | 15,26   | 68,23     | 69,77   | 2,86                            | 2,93    |
|                             | alma          | 0,00               | 0,00    | 0,00      | 0,00    | 0,00                            | 0,00    |
|                             | meggy         | 4,65               | 5,17    | 32,08     | 32,60   | 3,97                            | 4,04    |
|                             | egyéb         | 9,06               | 10,09   | 36,15     | 37,17   | 2,29                            | 2,36    |
| Szőlő                       | Összesen      | 0,18               | 0,20    | 0,07      | 0,10    | 0,23                            | 0,30    |
| Összesen                    |               | 17,41              | 19,61   | 141,08    | 143,26  | 12,40                           | 12,61   |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A vizsgált szántóföldi zöldségnövények öntözése a teljes 17-20 milliárd forintnyi beruházásból több mint 20-22 százalékot tesz ki (3,5-4,1 milliárd forint), ebből a fűszerpaprika 300-353 millió, a vöröshagyma beruházási költsége 213-250 millió forintra tehető. Az NPV érték minimálisan 72,8, maximálisan 73,4 milliárd forint között alakulhatnak az összes szántóföldi zöldségnövényt tekintve, ami egy hektárra vetítve 9,3-9,4 millió forintot jelenthet, vagyis az öntözésbe vonásával ekkora többletjövedelem keletkezhet (18. táblázat). A szántóföldi zöldségnövényeknél a felszín alatti vizekből való öntözés hatására szintén hozamemelkedés következik be, azaz 75,5 ezer tonna gyarapodásra lehet számítani 9,9 milliárd forintos termelésiérték bővülése mellett (19. táblázat). A paprikánál és a fejeskáposztánál 14 ezer tonna feletti hozamemelkedés következhet be, ennek hatására a termelési érték fejeskáposztánál 0,9 milliárd forinttal, paprikánál 2,4 milliárd forinttal növekedhet (8. melléklet).

A gyümölcsösök részesedése a teljes 17-20 milliárd forintnyi beruházásból több mint 70 százalékos részarányú (13-15,3 milliárd forint), ebből a meggy beruházási költsége 4,6-5,2 milliárd forint közé tehető. Az NPV érték minimálisan 68,2, maximálisan minimálisan 70 millió forintot érhet el az összes gyümölcsöst nézve, ami egy hektárra vetítve jelentős 2,8-2,9 millió forintot jelenthet (19. táblázat). A felszín alatti vizekből történő öntözés hatására gyümölcsösöknél 119,5 ezer tonnával bővíthet a termés összességében, mindehhez 14,1 milliárd forintnyi termelésiérték gyarapodás társul. Meggy-nél a hozam 29,5 ezer tonnával emelkedhet, ami 5,5 milliárd forinttal növelheti a termelésiértéket (8. melléklet).

Összefoglalva a felszín alatti vízkészletekből megvalósuló öntözést megállapítható, hogy a kertészeti kultúrákból felszín alatti vízkészlettel lefedhető 105 ezer hektárnyi területből öntözéssel 31983 hektárnyi területet lehetne gazdaságosan öntözni az általunk számolt NPV-értékek alapján. Ennek

minimális beruházási igénye 17,4, maximális beruházási igénye 19,6 milliárd forint lenne. Összességében a beruházás 141,1-143,3 milliárd forint többletjövedelmet, azaz a beruházás 10 éves időtávjában hektáronként 4,4-4,5 millió forintot hozna összességében. A vizsgált szántóföldi zöldség-növények öntözési beruházása 3,5-4,1 milliárd forint között alakulna, ami 72-74 milliárd forint többlethozamot jelentene, amennyiben megvalósulna a beruházás. A legnagyobb fajlagos megtérülés a zöldségeknél jelentkezne hektáronként több mint 9 millió forinttal (19. táblázat).

19. táblázat: **A kalkulált vízkínálat felszín alatti vizekből 10 éves megtérülésre számolva**

| Megnevezés                   | Mértékegység      | Összesen | Szántóföldi zöldségnövények | Gyümölcsösök | Szőlő |
|------------------------------|-------------------|----------|-----------------------------|--------------|-------|
| Országos terület             | hektár            | 10 5746  | 9 287                       | 357          | 998   |
| Öntözött terület             | hektár            | 3 084    | 454                         | 50           | 39    |
| Nem öntözött terület         | hektár            | 102 661  | 8 833                       | 307          | 959   |
| Öntözhető terület            | hektár            | 31 983   | 7 825                       | 301          | 933   |
| Minimális beruházási költség | milliárd HUF      | 17,4     | 3,5                         | 0,1          | 0,4   |
| Maximális beruházási költség | milliárd HUF      | 19,6     | 4,1                         | 0,2          | 0,5   |
| Hozamtöbblet                 | ezer tonna        | 196      | 75,5                        | 120          | 0,4   |
| Termelésiérték többlet       | milliárd HUF      | 24       | 9,9                         | 14,1         | 0,1   |
| Öntözési igény összesen      | millió köbméter   | 70,9     | 20,2                        | 50,4         | 0,3   |
| Minimális NPV                | milliárd HUF      | 141,1    | 72,8                        | 68,2         | 0,07  |
| Maximális NPV                | milliárd HUF      | 143,3    | 73,4                        | 69,8         | 0,1   |
| Minimális fajlagos NPV,ezer  | millió HUF/hektár | 12,40    | 9,3                         | 2,8          | 0,2   |
| Maximális fajlagos NPV       | millió HUF/hektár | 12,61    | 9,4                         | 2,9          | 0,3   |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

## 5.4. Makroökonómiai elemzés

A makroökonómiai elemzés tulajdonképpen az első három alfejezetben becsült azon területi, költség és jövedelem adatokat foglalja össze, amelyek az újabb területek öntözésbe vonásának hatására keletkeznek. Előjáróban a számok pontosabb részletezése nélkül megállapítható, hogy az öntözésbe vonható területek jelentősen növelhetők lennének. Ennek azonban a felszín felszínen és 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 20. táblázat a fentebb leírtakat számszerűsíti területi, vízigény szerinti, valamint a beruházási költségek és annak megtérülései alapján.

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

| Megnevezés                | Országos                    | Öntözött  | Nem öntözött | Öntözhető    | Beruházási költség |              | Hozam-<br>többlet | Termelésiér-<br>ték-többlet | Öntözési víz-<br>igény | NPV     |                 | Fajlagos NPV |          |          |
|---------------------------|-----------------------------|-----------|--------------|--------------|--------------------|--------------|-------------------|-----------------------------|------------------------|---------|-----------------|--------------|----------|----------|
|                           |                             |           |              |              | Minimum            | Maximum      |                   |                             |                        | Minimum | Maximum         | Minimum      | Maximum  |          |
|                           | terület                     |           |              |              |                    |              |                   |                             |                        |         |                 |              |          |          |
|                           | hektár                      |           |              |              |                    |              |                   |                             |                        |         |                 |              |          |          |
|                           |                             |           |              | milliárd HUF |                    | millió tonna | milliárd HUF      | millió köbméter             | milliárd HUF           |         | ezer HUF/hektár |              |          |          |
| Vízkereslet               | Összesen                    | 2 696 086 | 68 460       | 2 627 626    | 896 549            | 272,8        | 310,6             | 2,5                         | 147,1                  | 1 672,0 | 361,3           | 398,3        | 403,3    | 444,3    |
|                           | Szántóföldi növények        | 2 542 310 | 62 232       | 2 480 078    | 829 589            | 236,4        | 269,6             | 2,1                         | 102,2                  | 1 530,0 | 116,6           | 149,0        | 140,5    | 179,6    |
|                           | Szántóföldi zöldségnövények | 21 007    | 2 102        | 18 905       | 17 369             | 7,8          | 9,2               | 0,2                         | 21,1                   | 40,0    | 155,5           | 156,8        | 8 950,5  | 9 030,0  |
|                           | Gyümölcsösök                | 80 468    | 4 110        | 76 358       | 44 609             | 25,7         | 28,5              | 0,2                         | 23,0                   | 97,0    | 92,8            | 95,7         | 2 079,6  | 2 144,2  |
|                           | Szőlő                       | 52 301    | 16           | 52 285       | 4 982              | 2,9          | 3,2               | 0,0                         | 0,7                    | 5,0     | -3,5            | -3,2         | -703,5   | -638,7   |
| Felszíni vízkészlet       | Összesen                    | 752 363   | 51 097       | 701 265      | 300 173            | 88,3         | 100,7             | 0,8                         | 48,1                   | 547,0   | 125,3           | 137,6        | 10 706,6 | 11 020,0 |
|                           | Szántóföldi növények        | 727 785   | 48 718       | 679 066      | 288 042            | 82,1         | 93,6              | 0,7                         | 37,2                   | 522,0   | 54,2            | 65,6         | 188,0    | 227,8    |
|                           | Szántóföldi zöldségnövények | 8 710     | 1 530        | 7 180        | 6 497              | 2,9          | 3,4               | 0,1                         | 8,3                    | 13,0    | 61,5            | 62,0         | 9 466,0  | 9 545,4  |
|                           | Gyümölcsösök                | 10 611    | 849          | 9 762        | 5 297              | 3,0          | 3,4               | 0,0                         | 2,6                    | 11,0    | 9,9             | 10,2         | 1 863,9  | 1 928,6  |
|                           | Szőlő                       | 5 258     | 0            | 5 258        | 336                | 0,2          | 0,2               | 0,0                         | 0,1                    | 0,0     | -0,2            | -0,2         | -811,3   | -681,7   |
| Felszín alatti vízkészlet | Összesen                    | 105 746   | 3 084        | 102 661      | 31 983             | 17,4         | 19,6              | 0,2                         | 24,1                   | 70,9    | 141,1           | 143,3        | 9 300,8  | 9 380,4  |
|                           | Szántóföldi zöldségnövények | 9 287     | 454          | 8 833        | 7 825              | 3,5          | 4,1               | 0,1                         | 9,9                    | 20,2    | 72,8            | 73,4         | 2 861,9  | 2 926,5  |
|                           | Gyümölcsösök                | 57 044    | 2 624        | 54 420       | 23 840             | 13,7         | 15,3              | 0,1                         | 14,1                   | 50,4    | 68,2            | 69,8         | 233,5    | 298,5    |
|                           | Szőlő                       | 39 414    | 7            | 39 407       | 319                | 0,2          | 0,2               | 0,0                         | 0,1                    | 0,3     | 0,1             | 0,1          | 12 396,2 | 12 605,4 |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A vizsgált növények által lefedett mezőgazdasági terület 2,7 millió hektár, ebből 68 ezer hektáron öntöznek és 2,6 millió hektáron nem. Az NPV-értékek alapján a nem öntözött területből az öntözhető területek nagysága közel 900 ezer hektárral lenne bővíthető. Az öntözéses gazdálkodás megvalósulásához 1,6 milliárd köbméter víz szükséges. A beruházás minimális költsége 272,8, maximális költsége 310,6 milliárd forint lenne, ami 361,3-398,3 milliárd forint nettó jelenértéket eredményezne. Legnagyobb beruházási költség a vizsgált szántóföldi növénykultúráknál keletkezik (236,4-269,6 milliárd forint), mindehhez 116,6-149,0 milliárd forint nettó jelenérték járulna, amely alapján elmondható, hogy az öntözési beruházás jelentősen megtérülne 10 évet tekintve. Kérdés azonban az, hogy ebből a maximális területből mekkora terület vízigénye elégíthető ki a felszíni és felszín alatti készletekből. Mivel a felszín alatti vízkészleteknél leírtuk, hogy csak mikroöntözéses technológiában valósítható meg, ezért itt fontos megjegyezni, hogy ebben az esetben a szántóföldi növények felszín alatti vízkészletekből történő öntözése nem valósulhat meg. Összességében az öntözés hatására a hozamok 2,1 millió tonnával bővíthetnek 102,2 milliárd forintos termelésiérték növekedése mellett (20. táblázat).

A vizsgált növények mezőgazdasági területe és a felszíni öntözőrendszerek által lefedett területmetszete utáni öntözhető területnagyság 752,4 ezer hektárt jelent. Ebből 51,1 ezer hektáron öntöztek és 701,3 ezer hektáron nem. Az NPV-értékek alapján a 701,3 ezer hektárból az öntözhető területek nagysága kicsivel több mint 300 ezer hektárral lenne növelhető. Az öntözéses gazdálkodás megvalósulásához 0,5 milliárd köbméter vízigény párosul. A beruházás minimális költsége 88,3, maximális költsége 100,7 milliárd forint lenne, azaz 107,7-110,2 milliárd forint nettó jelenérték keletkezne. A legmagasabb beruházási költsége a szántóföldi növénykultúráknál jelentkezne (82,1-93,6 milliárd forint), mindehhez 188-227,8 milliárd forint nettó jelenérték járulna. A minimum és maximum fajlagos NPV értékek alapján azonban megállapítható, hogy beruházás a szántóföldi zöldségkultúráknál eredményezne kimagasló, 9,4-9,6 millió forint NPV-t hektáronként. Szőlő esetében a beruházás nem térülne meg. A felszíni vízkészletekből való öntözés hatására a hozamok összességében 0,8 millió tonnával bővíthetnek 48,1 milliárd forintos termelésiérték növekedése mellett (20. táblázat).

A vizsgált növényeknél a felszín alatti vízkészletek által lefedett területnagyság 105,8 ezer hektár, ebből 3,1 ezer hektáron öntöztek és 102,6 ezer hektáron nem. Az NPV-értékek alapján az öntözhető területek nagysága kicsivel több mint 31 ezer hektárral lenne bővíthető. Az öntözéses gazdálkodás megvalósulásához 70,9 millió köbméter vízhez lenne szükség. A beruházás minimális költsége 17,4, milliárd forint, maximális költsége pedig 19,6 milliárd forint lenne, ami fajlagosan 4,4-4,5 millió forint/hektár nettó jelenértéket jelentene. A vizsgálatba vont szántóföldi zöldségkultúráknak lenne a legmagasabb a beruházás költsége (3,5-4,16 milliárd forint), ugyanakkor jelentős, 9,3-9,4 millió forint NPV keletkezne hektáronként. A gyümölcsösök fajlagos NPV-értéke 2,8-2,9 millió forintot jelentene hektáronként, ami meggyőzően támasztja alá az esetleges öntözési beruházás megtérülését. A felszín alatti vízkészletekből egyedüli esetben a szőlő beruházási költsége is megtérülne, azaz 200-300 ezer forint többlet keletkezne hektáronként. A felszíni alatti vízkészletekből való öntözés hatására a hozamok összességében 0,2 millió tonnával bővíthetnek 24,0 milliárd forintos termelésiérték növekedése mellett (20. táblázat).

Összességében az öntözhető növények teljes területe 2,7 millió hektár, ezzel szemben a vízkínálati oldal összességében 858,1 ezer hektárt fed le. Az NPV értékek alapján ugyan közel 900 ezer hektárral bővíthetne az öntözött területek nagysága a 2,6 millió hektárból, azonban a vízkínálati korlátot figyelembe véve „csak” kicsivel több mint 331 ezer hektáros növekedés képzelhető el, úgy, hogy a felszíni öntözőrendszerekből 96 százalékban a szántóföldi növények öntözhető területe bővíthető,

a felszín alattiból pedig elsősorban a szántóföldi zöldségnövényeké. Számszerűen a szántóföldi növényeknél ez további 288,0 ezer hektár öntözésbe vonását jelentené a jelenlegi 48,7 ezer hektár öntözött területhez képest, a szántóföldi zöldségeknél pedig még 14,3 ezer hektárt a jelenlegi 2 ezer hektárhoz képest. Összességében a szántóföldi kultúrák öntözött területe 50,7 ezer hektárról csaknem hatszorosára növekedhetne az öntözésfejlesztésnek köszönhetően. Ez egyben azt is jelenti, hogy 4. hipotézisünk beigazolódott, ugyanakkor túlságosan óvatossá bizonyult, hiszen jóval nagyobb arányban növelhetők az öntözött területek, mint az feltételeztük.

## 6. Érzékenységvizsgálat

Az érzékenységvizsgálat célja annak megállapítása, hogy néhány lehetséges változás milyen mértékben befolyásolja az öntözésbe vonható területekre vonatkozó számítások eredményeit. A vizsgálatok során a 4. fejezetben bemutatott modell futtatására került sor, ahol is a beruházási támogatás, a vízdíj, a terményért kapható magasabb piaci ár, az aszály, valamint az öntözésre alkalmas talajok változására készültek forgatókönyvek. Az áttekinthetőség kedvéért egyszerre mindig csak egy paraméter értékében történt változtatás, a többi érték a jelenlegi jellemzőknek megfelelően változatlan maradt. A vizsgálatok nem terjedtek ki a változó körülmények miatti esetleges vetésszerkezet változásra.

Az összehasonlítás alapját minden esetben az aktuális körülmények közt öntözésbe vonható – jelenleg nem öntözött – területek jelentik, amelyek bemutatására az 5. fejezetben került sor.

Terjedelmi korlátok miatt a beruházási támogatás megszűnése, valamint az aszály hatásának elemzésére térünk ki legrészletesebben, a többi tényező hatásának értékelése kevésbé részletes.

### 6.1. Beruházási támogatás változása

Az alapszámítások 50 százalékos beruházási támogatás figyelembevételével készültek. Az érzékenységvizsgálat során a támogatás kismértékű, +/- 10 százalékos változtatására került sor, valamint a támogatás megszűnését szimuláltuk.

#### 6.1.1. Területi változások

A támogatás teljes megszűnése jelentősen visszafogná az öntözési beruházásokat. A kereslet alapján számított öntözhető területek esetén 63,8 százalékkal (több mint 570 ezer hektár), a felszíni vízkészletekből öntözhető területeknél közel 60 százalékkal (174 ezer hektár) csökkenne a gazdaságosan öntözésbe vonható területek nagysága. Legkisebb hatása – 23,8 százalékos csökkenés (7612 hektár) – a felszín alatti vízkészletekből való öntözésre lenne (21. táblázat). Az öntözhető terület potenciális növekedése elsősorban azoknál a növényeknél maradna el, amelyeket jelenleg is nagyrészt öntözetlen körülmények közt termesztene. A szántóföldi növények közül elsősorban a búza és az árukukorica öntözésbe vonható területe lenne jelentősen kevesebb, a vízkereslet alapján 75,6, illetve 75,1 százalékkal (228 ezer, illetve 310 ezer hektár), a felszíni öntözés esetén 68,9, illetve 70,18 százalékkal (73,5 ezer, illetve 91,5 ezer hektár). Beruházási támogatás nélkül az alma és a szőlő öntözése is nehezen valósítható meg. Erre utal, hogy alma esetén, a kereslet alapján számított öntözésbe vonható terület 47,3 százalékkal, a felszíni vízkészletből öntözhető terület 46 százalékkal lenne kevesebb, mint a jelenlegi feltételek mellett bevonható, a szőlőnél ugyanez 51,7, valamint 63,4 százalékos csökkenést jelentene. A felszín alatti vízkészletből való öntözés esetén a szőlőnél, dinnyénél és bodzánál a támogatás megszűnése 100 százalék csökkenést jelentene, vagyis nem tenné lehetővé az öntözésbe vonható területek bővítését. A beruházási támogatás megszűnése legkevesebb a vízigényes, sok esetben jelenleg is nagyobb arányban öntözött növények öntözésbe vonható területét befolyásolja. A hibridkukorica, zöldbab, burgonya, paradicsom, paprika, sárgarépa, fejes káposzta, vöröshagyma, valamint a meggy esetén gyakorlatilag nincs különbség a támogatással vagy anélkül számított öntözésbe vonható területek mérete közt.

A beruházási támogatás 10 százalékos csökkentése, illetve növelése nem teljesen szimmetrikus módon változtatja az öntözésbe vonható területek nagyságát. A vízkereslet alapján végzett számításnál a támogatás csökkentése hasonló arányban csökkenti a szántóföldi növények (15,2 százalék), valamint a szőlő (13,9 százalék) öntözésbe vonható területét, ami a területek méretét tekintve

126 ezer hektár szántót, illetve 696 hektár szőlőt jelent. A támogatás 10 százalékos növelése nagyobb hatással van a szőlő (22,1 százalék, 1100 hektár), mint a szántóföldi növények (11,3 százalék, 93,7 ezer hektár) öntözésbe vonható területének növekedésére. A beruházási támogatás +/- 10 százalékos változtatása nagyságrendileg kisebb változást eredményezne a gyümölcsösök (5 százalék körüli), valamint a zöldségfélék (0,5 százalék alatti) öntözésbe vonható területében. Hasonló tendenciák figyelhetők meg a felszíni vízkészletből öntözhető területek esetén is, de ebben az esetben az öntözhető szőlőterületek kicsit érzékenyebben reagálnak a támogatás csökkentésére (23,8 százalék csökkenés), mint a támogatás növekedésére (20,6 százalék). A felszín alatti vízkészletek esetén a fő zöldség- és gyümölcsfajoknál gyakorlatilag nincs szerepe a támogatás kismértékű változtatásának. Érzékenyebb reakciót mutat a támogatás csökkentésekor a vízigényes dinnye (25,5 százalék csökkenés a tökre oltott, 42,7 százalék a nem oltott esetén), a támogatás növelésekor pedig kiugró növekedést a körte (969 hektár, 536 százalék).

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

| Megnevezés                                   | Aktuális        | 0% támogatás    |                    | -10% támogatás  |                    | +10% támogatás  |                    |
|----------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|
|                                              | terület, hektár | terület, hektár | változás, százalék | terület, hektár | változás, százalék | terület, hektár | változás, százalék |
| <b>Kereslet alapján összesen</b>             | <b>896549</b>   | <b>324800</b>   | <b>-63,77</b>      | <b>767861</b>   | <b>-14,35</b>      | <b>993785</b>   | <b>10,85</b>       |
| Szántóföldi növények                         | 829589          | 269935          | -67,46             | 703650          | -15,18             | 923295          | 11,30              |
| Szántóföldi zöldség-<br>növények             | 17369           | 16833           | -3,09              | 17317           | -0,30              | 17445           | 0,43               |
| Gyümölcsösök                                 | 44609           | 35627           | -20,13             | 42608           | -4,49              | 46962           | 5,28               |
| Szőlő                                        | 4982            | 2406            | -54,71             | 4286            | -13,97             | 6082            | 22,09              |
| <b>Felszíni vízkészletből összesen</b>       | <b>300173</b>   | <b>125998</b>   | <b>-58,02</b>      | <b>260707</b>   | <b>-13,15</b>      | <b>332613</b>   | <b>10,81</b>       |
| Szántóföldi növények                         | 288042          | 115475          | -59,91             | 248895          | -13,59             | 320038          | 11,11              |
| Szántóföldi zöldség-<br>növények             | 6497            | 6325            | -2,65              | 6473            | -0,38              | 6500            | 0,04               |
| Gyümölcsösök                                 | 5297            | 4075            | -23,07             | 5084            | -4,03              | 5670            | 7,03               |
| Szőlő                                        | 336             | 123             | -63,43             | 256             | -23,85             | 406             | 20,64              |
| <b>Felszín alatti vízkészletből összesen</b> | <b>31983</b>    | <b>24372</b>    | <b>-23,80</b>      | <b>30514</b>    | <b>-4,59</b>       | <b>35925</b>    | <b>12,32</b>       |
| Szántóföldi növények                         | –               | –               | –                  | –               | –                  | –               | –                  |
| Szántóföldi zöldség-<br>növények             | 7825            | 7520            | -3,90              | 7824            | -0,79              | 7913            | 1,13               |
| Gyümölcsösök                                 | 23840           | 16852           | -29,31             | 22372           | -6,16              | 27693           | 16,16              |
| Szőlő                                        | 319             | 0               | -100,00            | 319             | 0,00               | 319             | 0,06               |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A hibridkukorica, zöldbab, burgonya, cukorrépa, paradicsom, paprika, fűszerpaprika, sárgarépa, fejes káposzta, vöröshagyma, meggy, valamint néhány kisebb területű egyéb zöldségfaj esetén nem

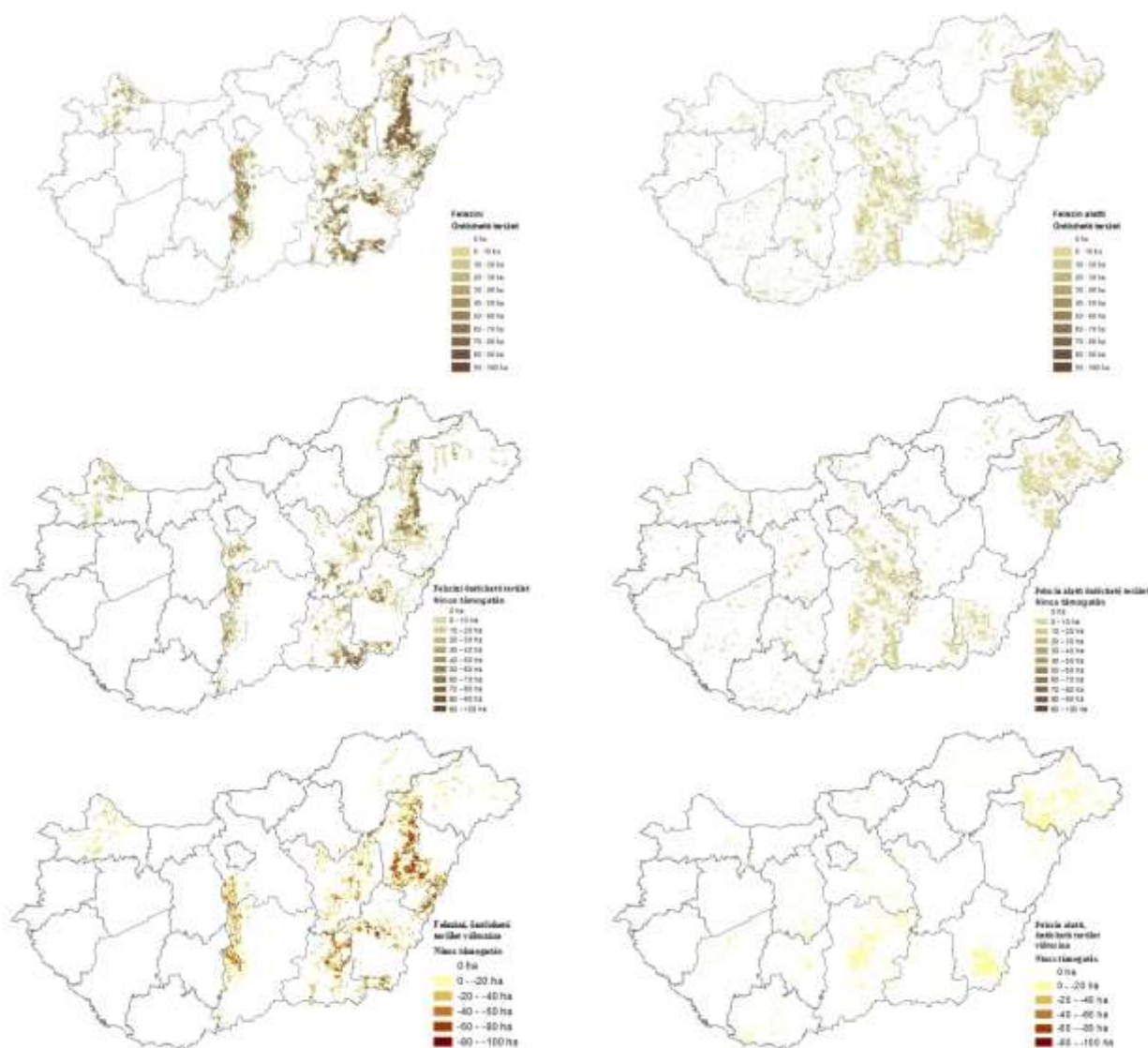
csak a támogatás csökkentése, de kismértékű növelése sincs hatással az öntözésbe vonható terület méretére.

A felszíni, illetve felszín alatti vízkészletekből a kereslet szerint öntözésbe vonható területeknek kevesebb, mint felét lehetne öntözésbe vonni. A felszíni vízkészletek esetén a támogatás hiánya a Hajdúság és a Körösök környékén fogná vissza legnagyobb mértékben az öntözhető területek bővítését (51. ábra). A vizsgálataink során használt 100 hektáros rácsokra vonatkoztatva ez akár 80 hektár (80 százalék) feletti csökkenés is lehet. Ennek oka az, hogy az ezeken a területeken nagy arányban termesztett kukorica a támogatás nélkül negatív NPV értékkel rendelkezik, így nem gazdaságos az öntözhető területük bővítése.

51. ábra: **Az öntözésbe vonható területek változása a beruházási támogatás megszűnésekor**

**Felszíni vízkészlet**

**Felszín alatti vízkészlet**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Felszín alatti vízkészletekből csak a zöldség- és ültetvények mikroöntözési 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, a Körös-Maros köze, valamint a Duna-Tisza közí hátság egyaránt hátrányba kerülne, de a 100 hektáros rácsokra vonatkoztatva a csökkenés jellemzően 20 hektárnál kisebb.

### 6.1.2. Gazdasági hatások

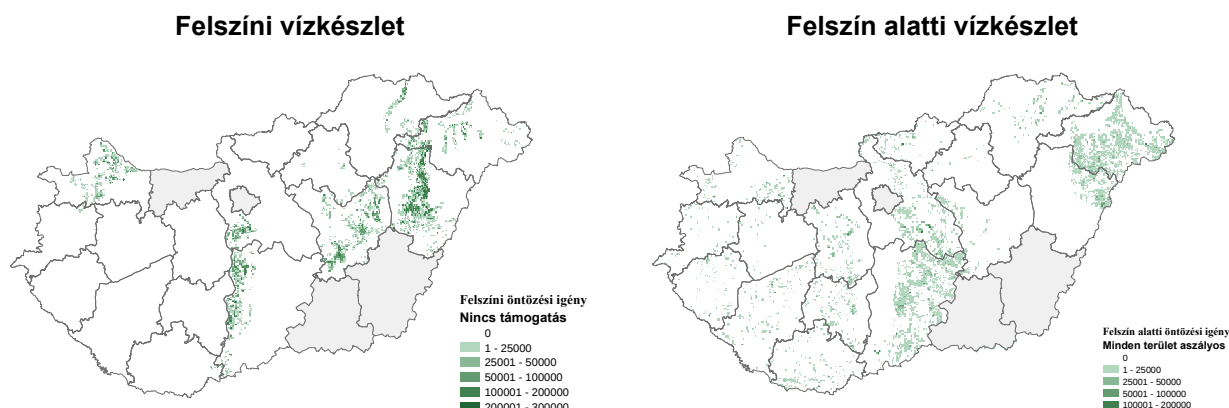
A felszíni vízkészletek által lefedett, beruházási támogatás nélkül is öntözésbe vonható 126 ezer hektárnyi területen közel 249 millió köbméter, míg a felszín alatti vízkészletre alapozva öntözésbe vonható 24,4 ezer hektár területen 50,5 millió köbméter öntözővízre lenne szükség.

A jelenlegi támogatások mellett (lásd 5. fejezet) a felszíni vízkészletekből 300 ezer hektár öntözésbe vonható területen 546,8 millió köbméter, míg a felszín alatti vízkészletből öntözésbe vonható 32 ezer hektár területen 70,9 millió köbméter volt a számított vízigény. Az összehasonlításból látható, hogy a felszíni vízkészletnél az öntözésbe vonható területek mérete nagyobb arányban csökken, mint a vízigény, mert elsősorban a kisebb vízigényű, de nagyobb területű szántóföldi növényeknél – búza, kukorica – lenne a legnagyobb változás. A felszín alatti vízkészleteknél fordított a helyzet, a vízigény csökkenése meghaladja a terület csökkenésének arányát, mert a vízigényes gyümölcsfajok öntözhető területében lenne a legnagyobb visszaesés (21. táblázat).

A felszíni vízkészletek hasznosításakor a beruházási támogatás nélkül öntözésbe vonható területek közel felén több mint 2000 köbméter/hektár öntözővízre lenne szükség, ami azt mutatja, hogy az öntözés csak a nagyobb vízigényű növények termesztése esetén gazdaságos. Néhány helyen – Szil, Kunszentmárton, Kiskunlacháza, Szentes és Hódmezővásárhely környékén – 3000 köbméter/hektár feletti vízigényű területek is találhatók, azonban ez alig több mint 2500 hektárnyi területet jelent. A 100 hektáros rácsokra számított összes vízigény 0-224 ezer köbméter közt változik, amiből a nagy termőterületű Hajdúsági területek emelkednek ki, 150 ezer köbméter feletti vízigénnyel (52. ábra).

A felszín alatti vízkészleteknél legnagyobb arányban (56,7 százalék) 1000-2000 köbméter/hektár vízigényű területek találhatók, és a kis területek miatt a 100 hektáros rácsokra számított összes vízigény jellemzően 25 ezer köbméter alatti.

52. ábra: **Az öntözésbe vonható területekhez kapcsolódó vízigény (köbméter) a beruházási támogatás megszűnése esetén**

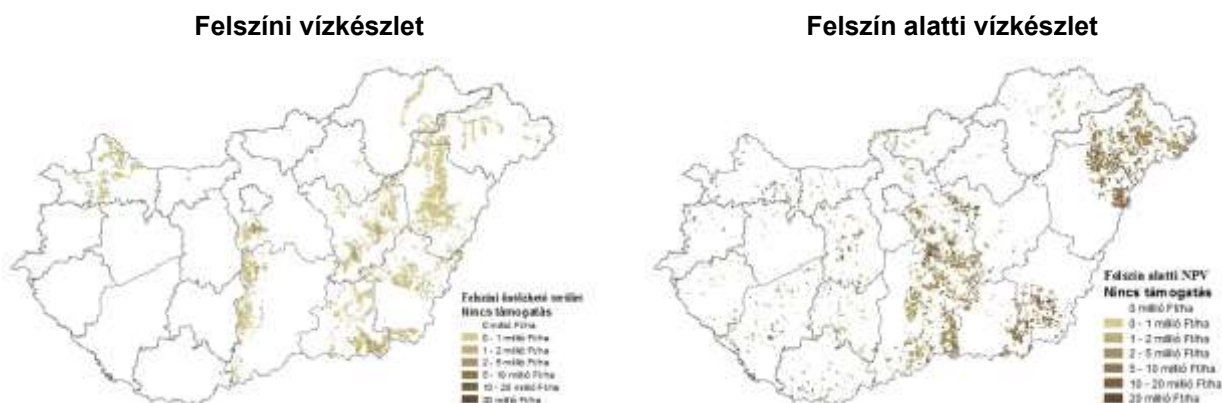


Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Beruházási támogatás nélkül, a felszíni vízkészlet hasznosításával öntözésbe vonható terület 80,1 százalékán igen alacsony (1 millió forint/hektár alatti) a beruházások megtérülése (53. ábra). Az 5 millió forint/hektár feletti fajlagos NPV értékkel rendelkező területek mintegy 1000 hektárt fednek le, és jellemzően a zöldségtermesztő körzetekben – nagyrészt Bugyi és Solt környékén, valamint a

makói kistérségben – helyezkednek el. A felszín alatti vízkészletekből öntözhető területeknél fordított a helyzet, a támogatás nélkül is öntözésbe vonható 24,4 ezer hektárnak csupán 10 százalékán 1 millió forint/hektár alatti a fajlagos NPV értéke, és ezek a területek elsősorban a Duna-Tisza közén helyezkednek el. A területek 30,6 százalékán (közel 7500 hektár) 5 millió forint/hektár feletti megtérülést is el lehet érni, ezek nagyrészt a Nyírségben és a Körös-Maros vidékén helyezkednek el.

53. ábra: **Az öntözésbe vonható területek minimális fajlagos NPV értéke a beruházási támogatás megszűnése esetén**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A támogatás megszűnése esetén is gazdaságos az öntözhető területek bővítése (pozitív marad a fajlagos NPV) például a hibridkukorica, csemegekukorica, burgonya, a fő zöldségfajok és a meggy esetén. A legnagyobb (10 millió forint/hektár feletti) fajlagos NPV értékkel a vöröshagyma, paprika és a paradicsom rendelkezik, a felszíni és a felszín alatti vízkészletek hasznosításánál egyaránt. Veszteségessé válna (pozitívból negatívba vált a fajlagos NPV) az árukukorica, a zöldborsó, a dinnye, szilva és őszibarack felszíni vízkészletből való öntözése. A felszín alatti vízkészletek esetén a vizsgált növények NPV értéke csökken, de egyik sem válik negatívvá, legfeljebb nulla értékűvé, ilyen a dinnye, körte és bodza.

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 370 ezer tonna többlethozam csökkenés lenne, 18,4 milliárd forint hozamérték csökkenéssel. Ebből 278 ezer tonna (13,9 milliárd forint) az árukukorica, 76,6 ezer tonna (4 milliárd forint) csökkenés a búza termeléséhez kapcsolódik. A gyümölcsfajok közt legnagyobb az alma mintegy 4000 tonna többlethozam csökkenése, ami 132,8 millió forint hozamérték csökkenésnek felel meg.

Szőlőnél a támogatás megszűnése 60 százalékkal csökkentené a többlethozam értékét a felszíni vízkészletek esetén, a felszín alatti vízkészletből öntözhető területek bővülését pedig lehetetlenné tenné, ami 446 tonna (81,2 millió forint) többlethozam elmaradását jelentené. A felszín alatti vízkészleteknél hasonló a helyzet a dinnye és a tökoltott dinnye esetén, ez összesen 38,7 ezer tonna termés elmaradását jelentheti, mintegy 1,1 milliárd forint értékben.

## 6.2. Vízdíj változása

A 4. fejezetben bemutatott elvek alapján a vízdíjat a felszíni és a felszín alatti öntözésnél is egységesen, 8 forint/köbméter árral vettük figyelembe. Az érzékenységvizsgálat során a vízdíj 10, illetve 90 százalékos növekedésének, valamint ugyanilyen mértékű csökkenésének hatását vizsgáltuk. A

vízdíj növelése értelemszerűen csökkentené az öntözésbe vonható területek nagyságát, míg a vízdíj csökkentése segítené az öntözhető területek növelését. A vízdíj változása azonban lényegesen kisebb hatással van az öntözési beruházásokra, mint a beruházási támogatás változtatása.

### 6.2.1. Területi változások

A vizsgált növénycsoportoknál még a 90 százalékos vízdíjváltoztatás is kevesebb, mint 10 százalékos területváltozást jelentene átlagosan, a 10 százalékos díjváltoztatás hatása pedig egy százalék alatti változást jelent az öntözésbe vonható területek nagyságára vonatkozóan (22. táblázat).

22. táblázat: Az öntözésbe vonható területek nagysága eltérő vízdíjak esetén

|                                       | Aktuális           | +90% vízdíj        |                       | +10% vízdíj        |                       | -10% vízdíj        |                       | -90% vízdíj        |                       |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| Megnevezés                            | terület,<br>hektár | terület,<br>hektár | változás,<br>százalék | terület,<br>hektár | változás,<br>százalék | terület,<br>hektár | változás,<br>százalék | terület,<br>hektár | változás,<br>százalék |
| Kereslet alapján összesen             | 896549             | 818275             | -8,73                 | 889480             | -0,92                 | 903062             | 0,73                  | 959148             | 6,98                  |
| Szántóföldi növények                  | 829589             | 753898             | -9,12                 | 822881             | -0,81                 | 835828             | 0,75                  | 889108             | 7,17                  |
| Szántóföldi zöldségnövények           | 17369              | 17200              | -0,98                 | 17364              | -0,03                 | 17381              | 0,07                  | 17478              | 0,63                  |
| Gyümölcsösök                          | 44609              | 42476              | -4,78                 | 44299              | -0,69                 | 44790              | 0,41                  | 47148              | 5,69                  |
| Szőlő                                 | 4982               | 4701               | -5,64                 | 4936               | -0,92                 | 5062               | 1,61                  | 5413               | 8,65                  |
| Felszíni vízkészletből összesen       | 300173             | 276101             | -8,02                 | 298030             | -0,71                 | 302382             | 0,74                  | 320487             | 6,77                  |
| Szántóföldi növények                  | 288042             | 264307             | -8,24                 | 285929             | -0,73                 | 290206             | 0,75                  | 307898             | 6,89                  |
| Szántóföldi zöldségnövények           | 6497               | 6415               | -1,26                 | 6493               | -0,07                 | 6497               | 0,00                  | 6514               | 0,25                  |
| Gyümölcsösök                          | 5297               | 5046               | -4,74                 | 5268               | -0,54                 | 5341               | 0,82                  | 5716               | 7,91                  |
| Szőlő                                 | 336                | 333                | -1,04                 | 340                | 0,90                  | 337                | 0,24                  | 359                | 6,65                  |
| Felszín alatti vízkészletből összesen | 31983              | 30473              | -4,72                 | 31958              | -0,08                 | 32000              | 0,05                  | 33411              | 4,46                  |
| Szántóföldi növények                  | –                  | –                  | –                     | –                  | –                     | –                  | –                     | –                  | –                     |
| Szántóföldi zöldségnövények           | 7825               | 7783               | -0,54                 | 7825               | 0,00                  | 7825               | 0,00                  | 7913               | 1,13                  |
| Gyümölcsösök                          | 23840              | 22372              | -6,16                 | 23815              | -0,11                 | 23857              | 0,07                  | 25179              | 5,61                  |
| Szőlő                                 | 319                | 319                | 0,00                  | 319                | 0,00                  | 319                | 0,00                  | 319                | 0,00                  |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A felszíni vízkészletek hasznosításakor a 90 százalékos díjemelésre érzékenyebben reagál a búza, silókukorica, lucerna és szója (16,1-23,8 százalékos csökkenés), valamint az alma (15 százalék). Ugyanezen növényeknél a vízdíj 90 százalékos csökkentése 10,1-33,7 százalékkal növelné az öntözésbe vonható területek nagyságát.

A felszín alatti vízkészletnél a szőlő öntözésbe vonható területe nem függ a vízdíj mértékétől. A zöldségféléknél csak az erőteljes, 90 százalékos vízdíjváltoztatásnak van enyhe hatása, míg a gyümölcsösöknél a 90 százalékos díjemeléssel 6,2 százalékkal csökkentenék, a díjcsökkentéssel 5,6 százalékkal növelhetnék az öntözésbe vonható területek méretét. Ezek az átlagértékek a vízdíj emelésére érzékenyen reagáló dinnye (25,5 százalékos csökkenés a tökre oltott, 42,7 százalékos a nem oltott esetén), illetve a vízdíj csökkentésére érzékenyen reagáló körte (536 százalékos növekedés) miatt alakulnak így, a legtöbb gyümölcsfaj esetén nincs, vagy elhanyagolható mértékű a változás. Érdekesség, hogy a dinnye és a körte esetén a vízdíj 90 százalékos változtatása ugyanolyan hatású, mint a beruházási támogatás 10 százalékos módosítása. A jelenlegi feltételek mellett az alma öntözött területe nem bővíthető gazdaságosan a felszín alatti vízkészletre alapozva, de a vízdíj 90 százalékos csökkentése 2514 hektár öntözésbe vonását tenné lehetővé a számítások szerint.

Összességében a vízdíj változása kapcsán végzett érzékenységvizsgálatok eredményei megerősítik a 3. hipotézist, mely szerint a vízdíj ismételt bevezetése nem csökkenti érdemben a termelők öntözési igényét.

### 6.2.2. Gazdasági hatások

Ahogy a területi adatoknál is látható, a 10 százalékos vízdíjváltoztatás hatása a legtöbb növénynél elhanyagolható. Nagyobb arányú (22 százalékos) változás figyelhető meg a zöldborsó fajlagos NPV értékében, de ez az öntözésbe vonható területére nincs hatással. Az összes vizsgált növényre együttesen nézve is csak 146,5 millió forint többlet hozamérték csökkenés lenne a vízdíj emelkedésekor, illetve 164 millió forint növekedés a vízdíj csökkenésekor a felszíni vízkészletek alapján. A felszín alatti vízkészletnél még kisebb a változás, mindössze 5,2 millió forint csökkenést, illetve 3 millió forint többlet hozamérték növekedést okozna.

A felszíni vízkészletek hasznosításakor a 90 százalékos díjemeléssel jelentősen (45 százaléknál nagyobb mértékben) csökkentenék az árukukorica, cukorrépa, dinnye és tökre oltott dinnye fajlagos NPV értékét, de az továbbra is pozitív marad, tehát gazdaságos a növények öntözése. Gazdaságtalanná válna a zöldborsó öntözése, aminek a fajlagos NPV értéke +27,5 ezer helyett -25,9 ezer forint/hektár lesz. A silókukorica, lucerna, szója és búza fajlagos NPV értéke az alapszámításnál is negatív volt, ezek értéke tovább csökken, tehát még kevésbé gazdaságos az öntözésük. A díjemeléssel az összes növényre együttesen 1,6 milliárd forint többlet hozamérték csökkenést jelentene, amiből 1,5 milliárd forintot a szántóföldi növények tesznek ki. Ezen belül legnagyobb értéket a búza képviseli (950,7 millió forint), aminek a területi változása is számottevő, valamint az árukukorica (352,8 millió forint), a csupán 2,4 százalékos területcsökkenése ellenére. A gyümölcsfajok közül az almánál jelenik meg a legnagyobb (41,4 millió forint) többlet hozamérték csökkenés.

A vízdíj 90 százalékos csökkentése mellett is gazdaságtalan lenne a silókukorica, lucerna, szója és a búza öntözése, amiknek a fajlagos NPV értéke ugyan nő, de továbbra is negatív marad. Kedvező hatású a díjcsökkentés az árukukorica, cukorrépa, zöldborsó esetén. Országosan 1,47 milliárd forint többlet hozamérték növekedést lehetne elérni az öntözésbe vonható területek növelésével, amiből 562,7 millió forintot az árukukorica tesz ki.

A felszín alatti vízkészletekre alapozva a 90 százalékos vízdíjemelésre 20 százaléknál nagyobb mértékben csökken, de továbbra is pozitív marad a termesztett bodza, őszibarack és a szilva fajlagos NPV értéke, és ez az öntözhető területük méretét alig befolyásolja. A figyelembe vett zöldség- és gyümölcsfajokra együttesen számítva 432,2 millió forint többlet hozamérték csökkenés várható, aminek nagy része (411,5 millió forint) a dinnye és tökre oltott dinnye öntözésbe vonható területének csökkenéséből adódik.

A vízdíj 90 százalékos csökkentése minden vizsgált növénynél növelné a fajlagos NPV értékeket. Lehetővé válna az alma és a körte öntözhető területének bővítését, ami almánál 854,9 millió, a körtenél 263,4 millió forint többlet hozamérték növekedést eredményezne. Összességében 1,2 milliárd forint többlet hozamérték növekedés is elérhető a modell alapján.

### 6.3. Értékesítési ár változása

Az öntözéssel elérhető többletjövedelem megállapításához a vizsgált növényfajok kárenyhítő juttatás iránti kérelemhez megjelölt, 2011-2014. évi referenciaárának átlagát vettük figyelembe (3. melléklet). Az érzékenységvizsgálat során azt vizsgáltuk, hogy az ár +/- 10 százalékos változtatása mennyire befolyásolja az öntözésbe vonható területek nagyságát.

#### 6.3.1. Területi változások

Az öntözés gazdaságossága függ a várható jövedelemtől, így értelemszerűen az árak csökkentése az öntözésbe vonható területek csökkenéséhez, míg az árak növelése az öntözésbe vonható területek növekedéséhez vezet. A számítások alapján azonban a változások nem szimmetrikusak (23. táblázat).

23. táblázat: **Az öntözésbe vonható területek nagysága eltérő árak esetén**

| Megnevezés                                   | Aktuális           | referenciaár -10%  |                       | referenciaár +10%  |                       |
|----------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
|                                              | terület,<br>hektár | terület,<br>hektár | változás,<br>százalék | terület,<br>hektár | változás,<br>százalék |
| <b>Kereslet alapján összesen</b>             | <b>896549</b>      | <b>694902</b>      | <b>-22,49</b>         | <b>1014185</b>     | <b>13,12</b>          |
| Szántóföldi növények                         | 829589             | 634634             | -23,50                | 940791             | 13,40                 |
| Szántóföldi zöldségnövények                  | 17369              | 17070              | -1,73                 | 17486              | 0,67                  |
| Gyümölcsösök                                 | 44609              | 39388              | -11,70                | 49157              | 10,20                 |
| Szőlő                                        | 4982               | 3810               | -13,52                | 6751               | 35,52                 |
| <b>Felszíni vízkészletből összesen</b>       | <b>300173</b>      | <b>242522</b>      | <b>-19,21</b>         | <b>336898</b>      | <b>12,23</b>          |
| Szántóföldi növények                         | 288042             | 231346             | -19,68                | 324001             | 12,48                 |
| Szántóföldi zöldségnövények                  | 6497               | 6393               | -1,61                 | 6512               | 0,22                  |
| Gyümölcsösök                                 | 5297               | 4545               | -14,19                | 5955               | 12,42                 |
| Szőlő                                        | 336                | 238                | -29,36                | 431                | 28,03                 |
| <b>Felszín alatti vízkészletből összesen</b> | <b>31983</b>       | <b>27282</b>       | <b>-14,70</b>         | <b>37185</b>       | <b>16,26</b>          |
| Szántóföldi növények                         | –                  | –                  | –                     | –                  | –                     |
| Szántóföldi zöldségnövények                  | 7825               | 7765               | -0,76                 | 7913               | 1,13                  |
| Gyümölcsösök                                 | 23840              | 19198              | -19,47                | 28881              | 21,15                 |
| Szőlő                                        | 319                | 319                | 0,00                  | 390                | 22,52                 |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A vízkereslet alapján végzett számításnál az árcsökkentés negatív hatása leginkább a szántóföldi növényeknél, azon belül a búza (53,9 százalék), a silókukorica (32,7 százalék) és a szója (30 százalék) öntözésbe vonható területénél tapasztalható. Ár érzékeny növénynek tekinthető az alma, valamint a szőlő is, amelyeknél 31,0, illetve 23,5 százalék csökkenés jelentkezik. Hasonló eredményt kapunk a felszíni vízkészletből öntözhető területek esetén is. Az ár 10 százalékos csökkentése 43,7 százalékkal visszafogná az öntözésbe vonható területeket a búza esetén (46,5 ezer hektár), közel 30 százalék csökkenést jelentene a silókukorica (972 hektár), a szója (932 hektár), a lucerna (1937 hektár), az alma (297 hektár) és a szőlő (99 hektár) esetén. A felszín alatti vízkészletekből való öntözésnél a dinnye (összesen 1410 hektár, 42,7 százalék a nem oltott és 25,5 százalék az oltott-nál), az őszibarack (786 hektár, 43,5 százalék) és a szilva (1205 hektár, 31,5 százalék) öntözésbe vonható területe csökkenne nagyobb arányban.

A vízkereslet alapján végzett számításnál a többletár erős pozitív hatással van a Virginia dohány (53,5 százalék), a silókukorica (43,4 százalék), a szőlő (35,5 százalék), valamint az alma (31,5 százalék) öntözésbe vonható területének változására. A felszíni vízkészletből öntözhető területeknél érdemes kiemelni a silókukorica (1116 hektár, 34,1 százalék), a lucerna (2061 hektár, 33,7 százalék) és az alma (416 hektár, 42,1 százalék) öntözhető területének növekedését. A Virginia dohány öntözött területe nagyarányú, de kisebb területű (255 hektár, 129 százalék) növekedést mutat a modell alapján. A felszín alatti vízkészletekből való öntözésnél jelentős változás mutatkozik a bodza (1154 hektár, 93,8 százalék) és a körte (969 hektár, 535,6 százalék) öntözésbe vonható területében.

Az ár 10 százalékos növekedése mindhárom esetben pozitívan hat a szőlő öntözésbe vonható területének növekedésére is, de ez a felszíni, illetve felszín alatti vízkészletből való öntözésnél egyaránt 100 hektárnál kisebb változást jelent. A zöldségféléknél – néhány kisebb területű fajt kivéve – gyakorlatilag nincs változás.

### 6.3.2. Gazdasági hatások

Az értékesítési ár csökkentése esetén minden növénynél csökken a fajlagos NPV érték, kedvezőtlenebbé válik a beruházás megtérülése. Felszíni öntözésnél pozitívból negatívvá válik az árukukorica (+93,1 ezer helyett -27,2 ezer forint/hektár), a zöldborsó (+27,5 ezer helyett -48,2 ezer forint/hektár), valamint a dinnye fajlagos NPV értéke, így ezek öntözése nem lesz gazdaságos. A felszín alatti öntözésnél a zöldségfélék fajlagos NPV értéke viszonylag egyenletesen, átlagosan 11,2 százalékkal csökken. A gyümölcsfajoknál nagyobbak az eltérések, például a körte fajlagos NPV értéke 63,3 százalékkal csökken, a bodzáé pedig nulla lesz, de egyik sem lesz negatív.

Az ár 10 százalékos növekedése minden vizsgált növénynél a fajlagos NPV érték emelkedéséhez vezet, de csak a bodza és a körte felszíni öntözése esetén fordul elő, hogy negatívból pozitívba vált, vagyis gazdaságossá válik az öntözés. A silókukorica, lucerna, szója és búza fajlagos NPV értéke a felszíni öntözésnél továbbra is negatív marad, nem gazdaságos öntözni. Jelentő növekedés érhető el az árukukoricánál, a zöldborsónál, valamint a dinnyénél, és kiugró a Virginia dohány fajlagos NPV értékének 664 százalékos növekedése. A felszín alatti vízkészlet hasznosításánál a zöldségfélék fajlagos NPV értéke az áremeléssel arányosan, átlagosan 10,6 százalékkal emelkedik. A gyümölcsöknél jelentős eltérések vannak, de mindenhol pozitív a változás, ahogy a szőlőnél is.

A felszíni öntözés esetén az értékesítési ár 10 százalékos csökkentése több mint 18 százalékkal csökkentené a szántóföldi növények többlet hozamértékét. Legnagyobb arányú csökkenés a búzá-nál tapasztalható (50,7 százalék), ami 2,9 milliárd forintnyi értékcsökkenést jelent. Az árukukoricánál jóval kisebb arányú, de közel ilyen értékű (2,5 milliárd forint) a csökkenés. A gyümölcsfajok közt a

meggyénél (109,4 millió forint) és az almánál (106 millió forint) lenne a legnagyobb a többlet hozamérték csökkenése. Felszín alatti öntözésnél a gyümölcsfajoknál összesen 2,6 milliárd forint hozamérték csökkenést jelentene a kisebb öntözésbe vonható terület, amiből jelentős értéket képvisel a meggy (545 millió forint), a dinnye (oltott és nem oltott együtt 483,9 millió forint), valamint a szilva (458,2 millió forint).

A fő szántóföldi növények közt a silókukorica és a lucerna öntözésbe vonható területének növekedésére hat legnagyobb mértékben az értékesítési ár 10 százalékos növekedése, a többlet hozamérték tekintetében azonban a nagyságrendileg nagyobb területen termesztett árukukorica és búza részesedése a legnagyobb, együttesen 5 milliárd forint. A gyümölcsfajok közt a legnagyobb hozamérték növekedést az alma és a meggy mutatja, a felszíni öntözésnél együttesen 264,7 millió, a felszín alatti öntözésnél 1,5 milliárd forint többlet hozamértékkel. A szőlőnél mindkét öntözési módnál jelentős (30 százalék feletti) arányú, de a kis terület miatt 25 millió forint alatti lenne a többlet hozamérték növekedése.

Az ár +/- 10 százalékos változtatása a zöldségféléknél alig eredményez területi változást, így a hozamérték az árral arányosan változik. A számításnál használt alapadatokkal ez a felszíni vízkészleteknél +828 millió, illetve -843 millió forint, míg a felszín alatti vízkészleteknél mindkét irányban közel 1 milliárd forint változást jelent.

## 6.4. Aszály

Az alapszámítás során az aszályos területek lehatárolása a Pálfai-féle aszályindex alapján történt (28. ábra). A mezőgazdasági területek jelentős része már ma is aszályosnak tekinthető területekre esik, 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 mennyire változnak az eredmények, ha az egész országot aszályosnak tekintjük, illetve ha azt feltételezzük, hogy sehol nincs aszály.

### 6.4.1. Területi változások

Az eredmények (24. táblázat) az elvárásoknak megfelelően azt mutatják, hogy ha az egész országot aszályosnak tekintjük, akkor jelentősen megnő az öntözhető területek iránti igény. Ez több mint 638 ezer hektár (71,2 százalék) növekedést jelent az aktuális klimatikus viszonyok esetén számolt igényhez képest. Ennek nagy részét (626 ezer hektár) a szántóföldi növények fedik le, azok közt is kiemelkedik az árukukorica (407 ezer hektár, 98,6 százalék), a búza (194 ezer hektár, 64,4 százalék), valamint a szója (15 ezer hektár, 214,8 százalék) öntözhető területének potenciális növekedése. A gyümölcsösök közt az aszály az alma öntözhető területének változására hatna leginkább, közel 10 ezer hektárral nagyobb területen lenne kereslet az öntözésre (129,5 százalék). Arányában jelentős, de kisebb területi változás tapasztalható a körte (570 hektár, 59,2 százalék) esetén. A szőlőnél 623 hektárral (12,5 százalék) nőne meg az öntözhető terület iránti kereslet.

A felszíni, illetve felszín alatti vízkészletekből öntözésbe vonható területek sokkal kisebb arányban (18,9, illetve 7,49 százalék) növekednek, mint amit az aszály miatt megnövekedett vízkereslet mutat, így nem tudnák az igényeket kielégíteni. A felszíni vízkészletből az árukukorica (32 ezer hektár, 24,6 százalék), a búza (közel 20 ezer hektár, 18,6 százalék) és a szója (1772 hektár, 54,9 százalék) öntözött területét lehetne a legnagyobb arányban gazdaságosan növelni. A gyümölcsösök közt az alma (1740 hektár, 175,9 százalék) öntözésbe vonható területe növekedne jelentősen. A szőlőnél 20,95 százalékkal lehetne növelni az aszály miatt öntözésbe vonható területek arányát, de ez csak 70 hektár többletet jelent. További 83,7 hektárral lehetne növelni a szőlő öntözhető területét a felszín

alatti vizekből. Országos aszály esetén gazdaságossá válhat a körte, valamint a bodza öntözött területének bővítése is, mind a felszíni, mind a felszín alatti vízkészletre alapozva.

A hibridkukorica, csemegekukorica, zöldbab, paradicsom, paprika, fűszerpaprika, sárgarépa, fejes káposzta, vöröshagyma, meggy, valamint néhány kisebb területű egyéb zöldség- és gyümölcsfaj esetén nincs változás az aktuális, illetve aszályos körülmények alapján számított öntözésbe vonható területek közt, mert már a jelenlegi körülmények közt is érdemes lenne őket szinte mindenhol öntözni. Ez egyaránt jelentkezik a kereslet, a felszíni vízkészlet, valamint a zöldség- és gyümölcsfajoknál a felszín alatti vízkészlet alapján végzett számításnál is.

24. 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 |
| <b>Kereslet alapján összesen</b>             | <b>896 549</b>  | <b>1 534 905</b>        | <b>71,20</b>       | <b>416 957</b>     | <b>-53,49</b>      |
| Szántóföldi növények                         | 829 589         | 1 455 442               | 75,44              | 354 895            | -57,22             |
| Szántóföldi zöldségnövények                  | 17 369          | 17 453                  | 0,48               | 17 043             | -1,88              |
| Gyümölcsösök                                 | 44 609          | 56 406                  | 26,45              | 41 945             | -5,97              |
| Szőlő                                        | 4 982           | 5 605                   | 12,51              | 3 073              | -38,31             |
| <b>Felszíni vízkészletből összesen</b>       | <b>300 173</b>  | <b>357 077</b>          | <b>18,96</b>       | <b>151 075</b>     | <b>-49,67</b>      |
| Szántóföldi növények                         | 288 042         | 343 046                 | 19,10              | 139 626            | -51,53             |
| Szántóföldi zöldségnövények                  | 6 497           | 6 515                   | 0,27               | 6 391              | -1,64              |
| Gyümölcsösök                                 | 5 297           | 7 110                   | 34,22              | 4 891              | -7,66              |
| Szőlő                                        | 336             | 407                     | 20,95              | 167                | -50,36             |
| <b>Felszín alatti vízkészletből összesen</b> | <b>31 983</b>   | <b>34 380</b>           | <b>7,49</b>        | <b>30 164</b>      | <b>-5,69</b>       |
| Szántóföldi növények                         | –               | –                       | –                  | –                  | –                  |
| Szántóföldi zöldségnövények                  | 7 825           | 7 825                   | 0,00               | 7 769              | -0,71              |
| Gyümölcsösök                                 | 23 840          | 26 152                  | 9,70               | 22 395             | -6,06              |
| Szőlő                                        | 319             | 402                     | 26,30              | 0                  | -100,00            |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

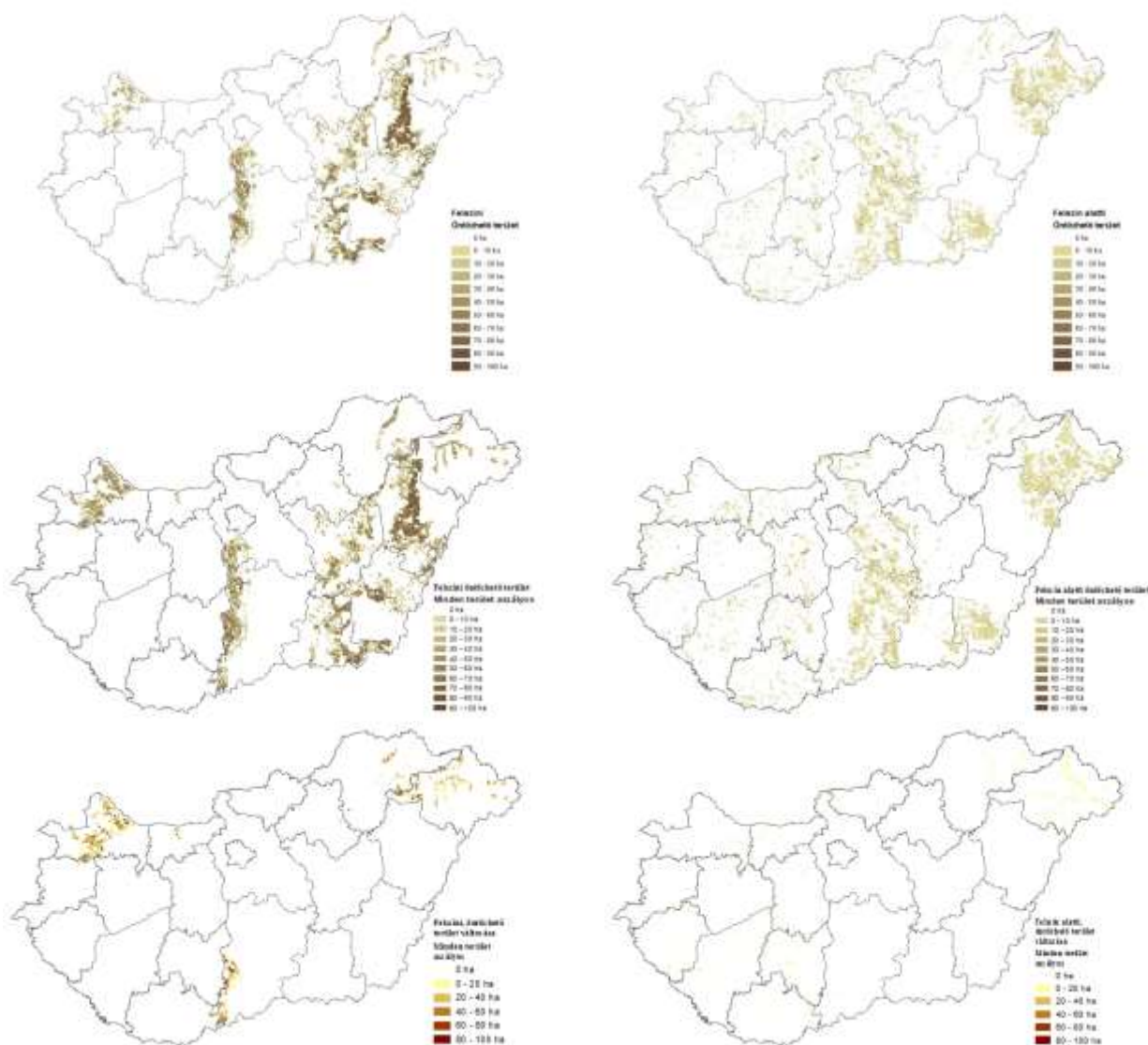
Ha sehol nem lenne aszály, akkor a vízkereslet közel 480 ezer hektárral (53,5 százalék) csökkenne a jelenlegi körülményekhez képest, és ennek nagy része a (475 ezer hektár) a szántóföldi növényeket, azon belül is az árukukoricát és a búzát érintené. Mintegy 1900 hektárral (38,3 százalék) kisebb lenne 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 6 százalékos csökkenés látható, és a szőlő öntözése egyáltalán nem lenne gazdaságos.

Országos aszályt feltételezve azokon a területeken is erőteljesen megjelenik az öntözés igénye, ahol a jelenlegi körülmények közt kevésbé vagy nincs szükség (54. ábra). A felszíni vízkészletek hasznosítása során a Kisalföldön, a Duna alsó szakasza mellett, valamint a Felső-Tisza-vidéken 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 és a Dunántúl területén bővíthet, jellemzően 20 hektár alatti területekkel.

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

Felszíni vízkészlet

Felszín alatti vízkészlet



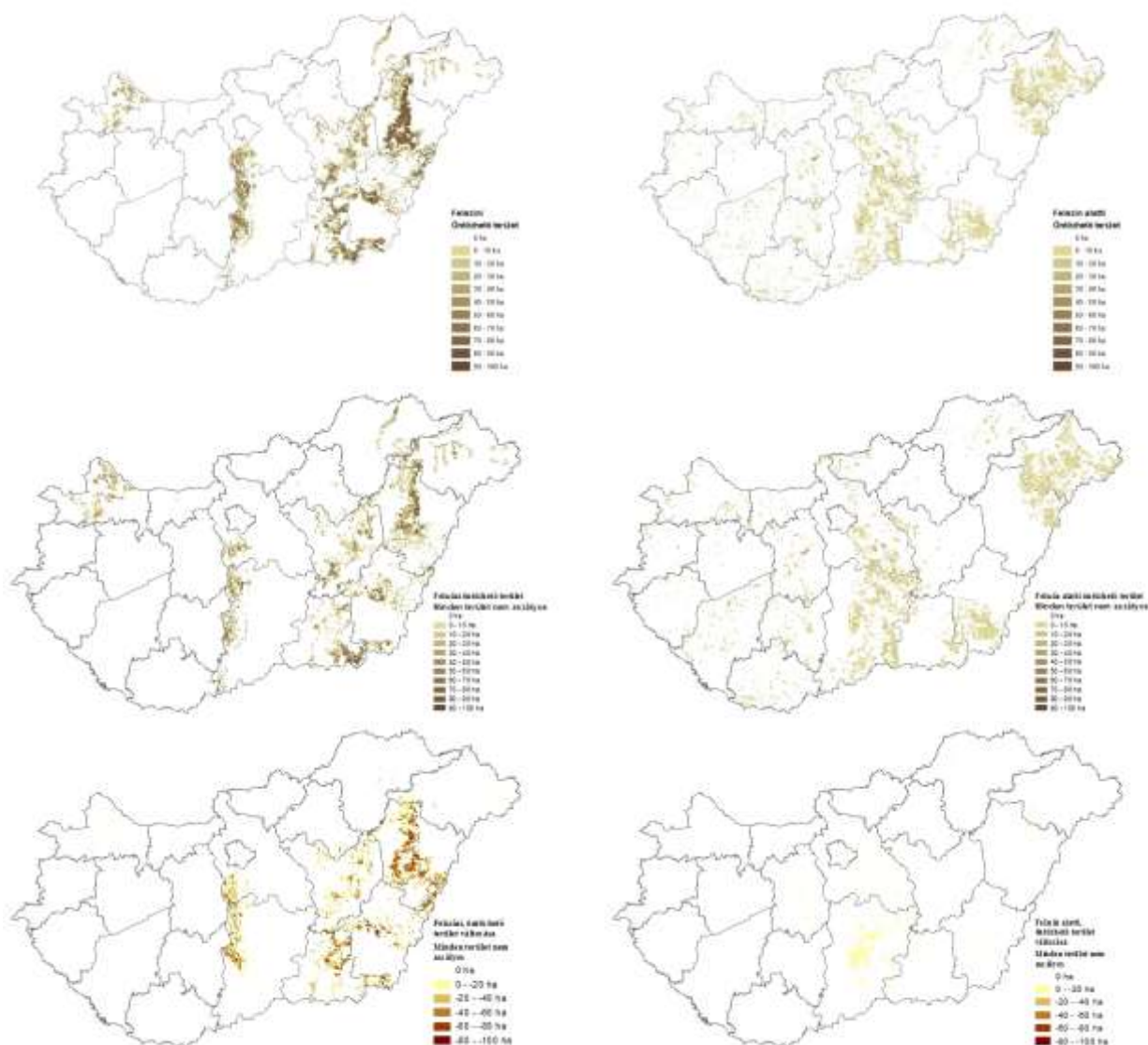
Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

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 közti hátságon tapasztalható (55. ábra).

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

Felszíni vízkészlet

Felszín alatti vízkészlet



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

#### 6.4.2. Gazdasági hatások

Aszályos körülmények közt (56. ábra) országos szinten a felszíni vízkészletek által lefedett 357,1 ezer hektárnyi öntözésbe vonható területen 654,9 millió köbméter, míg a felszín alatti vízkészletekből öntözhető 34,4 ezer hektár területen 75,9 millió köbméter öntözővízre lenne szükség.

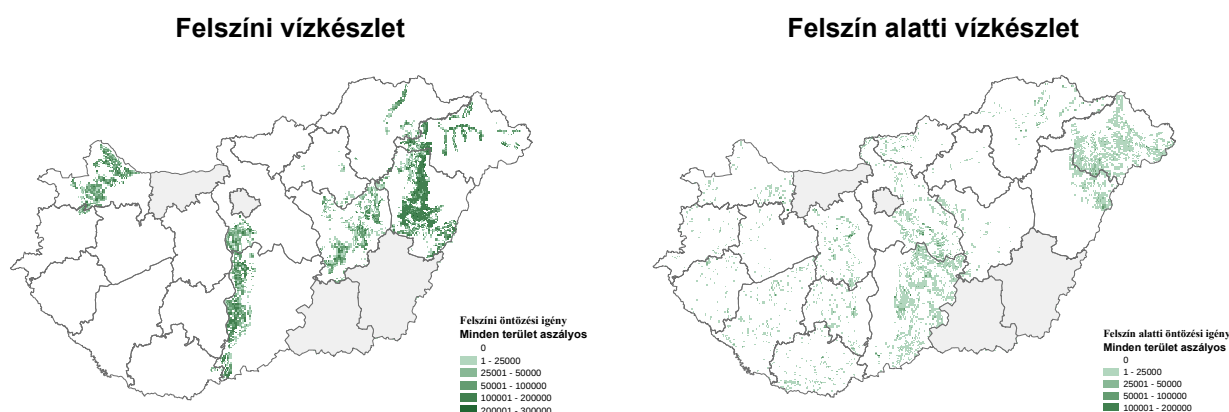
A jelenlegi körülményekre vonatkozó számításokkal (lásd 5. fejezet) összehasonlítva a felszíni vízkészletekből 57 ezer hektárral nagyobb területet lenne érdemes öntözésbe vonni, ami 108,1 millió köbméter plusz vízmennyiséget jelent. A felszín alatti vízkészletek hasznosítása esetén közel 2400 hektárral nagyobb terület öntözésbe vonására lenne lehetőség, ami 5 millió köbméter víztöbbletet jelent. 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 56,5 százalékán 1000-2000 köbméter/hektár, közel 40 százalékán pedig 2000-3000 köbméter/hektár a vízigény, ami többnyire 150 ezer

köbméter/hektár alatti vízmennyiséget jelent a 100 hektáros rácokra számítva. Ennél nagyobb víz-igény elsősorban a Hajdúságra jellemző.

A felszín alatti vízkészletekre alapozott számítás eredményeként az öntözésbe vonható területek 52 százalékán 2000 köbméter/hektár feletti a vízigény, és 47,6 százalékán 1000-2000 köbméter/hektár vízigényű területek találhatók. 3000 köbméter/hektárnál nagyobb vízigényű területek elsősorban Békés megyében – Mezőkovácsháza és Újkígyós környékén –, valamint a Nyírségben találhatók. A kis területek miatt a 100 hektáros rácokra számított összes vízigény jellemzően 50 ezer köbméter alatti.

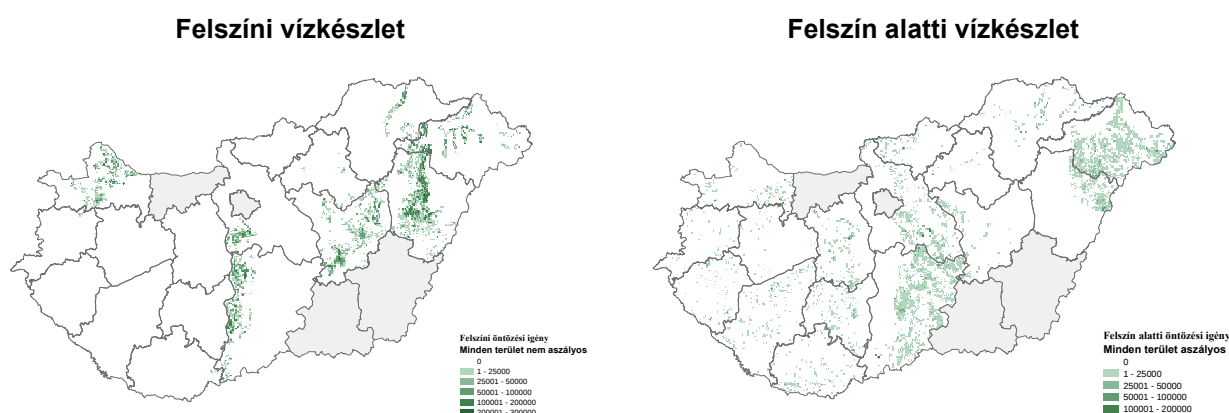
56. ábra: **Az öntözésbe vonható területekhez kapcsolódó vízigény (m<sup>3</sup>), ha minden terület aszályos**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Nem aszályos körülmények közt (57. ábra) a felszíni vízkészletek által lefedett 151 ezer hektárnyi öntözésbe vonható területen 262 millió köbméter, míg a felszín alatti vízkészletekből öntözhető 30,2 ezer hektár területen 67,7 millió köbméter öntözővízre lenne szükség. A felszíni vízkészletek esetén ez a jelenlegi feltételek alapján öntözésbe vonható területek vízigényének közel a fele, míg a felszín alatti vízkészletből öntözhető területeknél kevesebb, mint 5 százalékos csökkenést jelent.

57. ábra: **Az öntözésbe vonható területekhez kapcsolódó vízigény (m<sup>3</sup>), ha sehol nincs aszály**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Az aszályos körülményekre számolt értékekhez képest a felszíni vízkészlet hasznosítása esetén a jelentős változást az öntözésbe vonható területek mérete jelenti. Az egy hektárra vonatkozó öntöző-

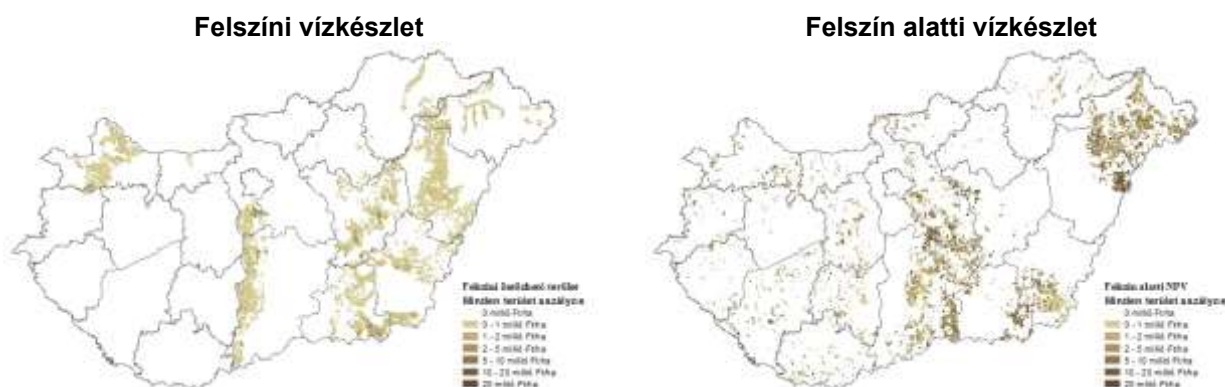
víz átlaga (1735 köbméter/hektár) 100 köbméter/hektárral kevesebb (5,5 százalék eltérés), mennyiségi és területi eloszlása hasonló ahhoz. A felszín alatti vízkészleteknél azonban kicsit nagyobb (1,6 százalék eltérés) az egy hektárra jutó átlagos vízigény, mint az aszályos körülmények közt, ennek oka a csökkenő öntözött területen belül a nagyobb vízigényű kultúrák előtérbe kerülése.

Aszályos körülmények vizsgálatakor a felszíni vízkészlet hasznosításával öntözésbe vonható 357,1 ezer hektárnyi terület 87,7 százalékán igen alacsony (1 millió forint/hektár alatti) a beruházások megtérülése (58. ábra). A 3 millió forint/hektár feletti fajlagos NPV értékkel rendelkező területek 1262 hektárt fednek le Bugyi és Makó környékén, valamint elszórtan az ország más területein. A felszín alatti vízkészletekből öntözhető területeknél fordított a helyzet, az öntözésbe vonható 34,4 ezer hektárnak csupán 21 százalékán 1 millió forint/hektár alatti a fajlagos NPV értéke, és több mint 4200 hektárnyi területen (12,4 százalék) 10 millió forint/hektár a beruházás megtérülése. Ezek a területek elsősorban a Nyírség déli részén, Lajosmizse, Makó, Ásotthalom környékén helyezkednek el, intenzív zöldségtermesztő körzetekben.

Aszályos körülményeket feltételezve a vizsgált növények fajlagos NPV értéke nőtt, ami az öntözés gazdaságosságának növekedését mutatja. A felszíni vízkészlet esetén a silókukorica, lucerna, szója, búza és a szőlő negatív maradt, azonban a bodza és a körte fajlagos NPV értéke negatívból pozitívba vált, tehát gazdaságossá válik az öntözésük. Jelentősen nő az árukukorica (30,2 százalékkal) és a zöldborsó (46,5 százalék) fajlagos NPV értéke is, ami azt jelzi, hogy aszályos körülmények közt érdemes őket öntözni. A legnagyobb megtérülési értéket a szántóföldi növények közt a burgonya (6,7 millió forint/hektár) és a hibridkukorica (2,8 millió forint/hektár), zöldségféléknél a vöröshagyma és a paprika (22,5 millió, illetve 19,7 millió forint/hektár) mutatja.

A felszín alatti vízkészletek hasznosításánál minden fajlagos NPV érték pozitív, legnagyobb növekedés (50 százalék feletti) az őszibaracknál és a dinnyénél látható, a legnagyobb érték pedig a vöröshagyma és a paprika éri el (22, illetve 20,5 millió forint/hektár).

58. ábra: **Az öntözésbe vonható területek minimális fajlagos NPV értéke, ha minden terület aszályos**



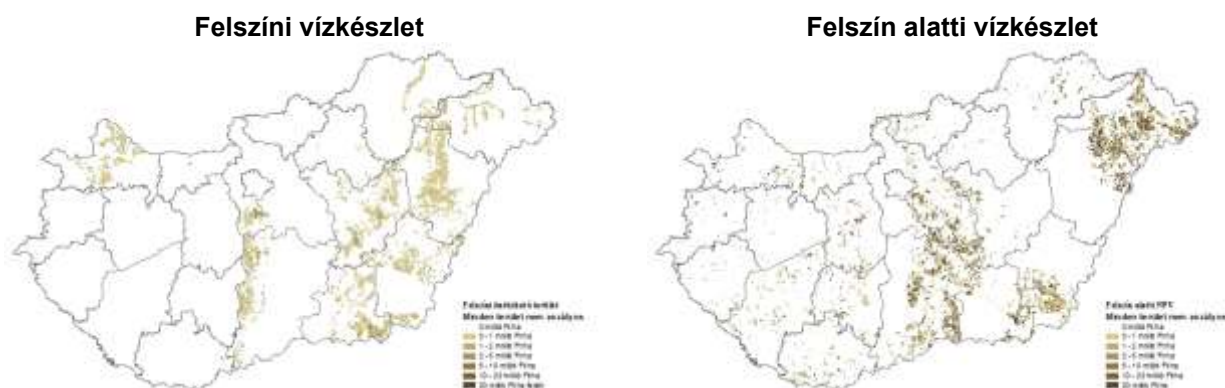
Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Nem aszályos körülmények feltételezésekor a felszíni vízkészlet hasznosításával öntözésbe vonható 151 ezer hektárnyi terület 84 százalékán mutatkozik igen alacsony (1 millió forint/hektár alatti) NPV érték (59. ábra). A 3 millió forint/hektár feletti fajlagos NPV értékkel rendelkező területek mintegy 3000 hektárt fednek le, ez esetben is Bugyi és Makó környékén, valamint elszórtan az ország más területein. A felszín alatti vízkészletekből öntözhető területeknél az öntözésbe vonható 30 ezer hektár 20 százalékán 1 millió forint/hektár alatti a fajlagos NPV értéke, ami hasonló az aszályos

körülményekhez, de csak 2200 hektáron (7,3 százalék) haladja meg a 10 millió forint/hektárt a beruházás megtérülése, ami közel fele az aszályos körülményeknél számítottnak. Ez is visszatükrözi, hogy aszályos körülmények közt nagyobb az öntözési beruházás szerepe. A kiemelkedő fajlagos NPV értékű területek közt található Újfehértó, Lajosmizse, Makó és Jászberény környéke.

Azt feltételezve, hogy sehol nincs aszály, a növények fajlagos NPV értéke, vagyis az öntözés beruházás megtérülése csökken. Ebből adódóan a jelenlegi körülmények közt is negatív fajlagos NPV értékű silókukorica, lucerna, szója, búza és a szőlő értéke még inkább negatív lesz. Pozitívból negatív értékbe megy át – nem lesz gazdaságos a felszíni vízkészletből való öntözés – például az árukukorica (+93,1 ezer helyett -247,1 ezer forint/hektár) és a zöldborsó (+27,5 ezer helyett -78,4 ezer forint/hektár) esetén sem. A felszín alatti vízkészlet hasznosításánál is csökkennek az NPV értékek, de egyik növénynél sem lesz negatív.

59. ábra: **Az öntözésbe vonható területek minimális fajlagos NPV értéke, ha sehol nincs aszály**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Aszályos körülmények közt az öntözés jelentős többlethozamot, ezáltal többlet hozamértéket eredményezhet az öntözés nélküli termesztéshez képest. A vizsgált növények alapján a felszíni vízkészletekre alapozva összességében 8,2 milliárd forint többlet hozamértéket lehetne az öntözött területek bővítésével elérni. Ennek nagy részét (7,2 milliárd forint) a kisebb értékű, de nagy területű szántóföldi növények adják, a zöldség-növények részesedése mintegy 134 millió forint, a gyümölcsöké több mint 855 millió forint, míg a szőlőé 11,8 millió forint. A felszíni vízkészletek esetén a zöldségféléknél átlagosan 4,6 százalék, a gyümölcsöknél 13,3 százalék, a szőlőnél 24,8 százalék többlet hozamérték változás várható a modell alapján. Kiemelhető a meggy (563,5 millió forint), a torma (184,3 millió forint), a sárgabarack (148,4 millió forint), a spárga (79,8 millió forint) és a paprika (61,1 millió forint) hozamérték növekedése.

Nem aszályos körülmények közt többlet hozamérték csökkenéssel lehet számolni. A számítások alapján a felszíni vízkészlet hasznosítására alapozott öntözésnél ez közel 50 százalékos többlethozam csökkenést jelent, összesen 22 milliárd forint többlet hozamérték csökkenéssel. A legnagyobb csökkenést a korábban említett negatív fajlagos NPV értékkel rendelkező növények adják, így 20,7 milliárd forint a szántóföldi növények többlet hozamérték csökkenése. Bár a fajlagos NPV értéke pozitív, a meggy öntözésbe vonható területe sem bővülne, az így elmaradó többlethozam pedig több mint 135 millió forintot jelent.

## 6.5. 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 4. 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.

### 6.5.1. Területi változások

Ha csak az öntözésre leginkább javasolt, jó talajokat vesszük figyelembe, akkor az öntözésbe vonható területek nagysága a kereslet alapján számolva 6,8, a felszíni vízkészletek által lefedett területeknél 12,1, míg a felszín alatti vízkészletek hasznosításánál 4,4 százalékkal csökken az alapszámításhoz képest (25. táblázat). Ezzel igazolható a 2. hipotézis, mivel látható, hogy nem csak a jó, hanem az öntözésre kevésbé alkalmas területek esetében is pozitív nettó jelenértéket eredményez az öntözési beruházás már a modell alapverziójában is – ez csökken le a csak a jó talajokat figyelembe vevő verzióban.

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

| Megnevezés                                         | Aktuális           | Csak a jó talajok öntözése |                         | Minden talaj öntözhető |                       |
|----------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
|                                                    | terület,<br>hektár | terület,<br>hektár         | változás, szá-<br>zalék | terület,<br>hektár     | változás,<br>százalék |
| <b>Kereslet alapján összesen</b>                   | <b>896549</b>      | <b>835882</b>              | <b>-6,77</b>            | <b>1155566</b>         | <b>28,89</b>          |
| Szántóföldi növények                               | 829589             | 774263                     | -6,67                   | 1079864                | 30,17                 |
| Szántóföldi zöldségnövények                        | 17369              | 15296                      | -11,94                  | 18474                  | 6,36                  |
| Gyümölcsösök                                       | 44609              | 41472                      | -7,03                   | 51589                  | 15,65                 |
| Szőlő                                              | 4982               | 4851                       | -2,63                   | 5638                   | 13,18                 |
| <b>Felszíni vízkészletből összesen</b>             | <b>300173</b>      | <b>264011</b>              | <b>-12,05</b>           | <b>453440</b>          | <b>51,06</b>          |
| Szántóföldi növények                               | 288042             | 253933                     | -11,84                  | 440013                 | 52,76                 |
| Szántóföldi zöldségnövények                        | 6497               | 5181                       | -20,26                  | 7093                   | 9,16                  |
| Gyümölcsösök                                       | 5297               | 4581                       | -13,53                  | 5959                   | 12,49                 |
| Szőlő                                              | 336                | 316                        | -5,96                   | 376                    | 11,77                 |
| <b>Felszín alatti vízkészletből össze-<br/>sen</b> | <b>31983</b>       | <b>30567</b>               | <b>-4,43</b>            | <b>36538</b>           | <b>14,24</b>          |
| Szántóföldi növények                               | –                  | –                          | –                       | –                      | –                     |
| Szántóföldi zöldségnövények                        | 7825               | 7291                       | -6,82                   | 8191                   | 4,68                  |
| Gyümölcsösök                                       | 23840              | 22957                      | -3,70                   | 28011                  | 17,50                 |
| Szőlő                                              | 319                | 319                        | 0,00                    | 335                    | 5,29                  |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

Legnagyobb változás minden esetben a szántóföldi zöldségnövényeknél, majd ezt követően a gyümölcsösöknél tapasztalható. Érzékenyen reagál a változásra (minden számításnál 20 százaléknál

nagyobb csökkenés) az uborka, vöröshagyma és fokhagyma, valamint a felszíni vízkészlet hasznosításakor a fűszerpaprika (32,7 százalék csökkenés). A felszíni vízkészlet hasznosításakor 20 százalék feletti csökkenés látható a csemegekukorica, silókukorica és szója esetén is. A gyümölcsfajok között kiemelhető a meggy, aminél a felszíni vízkészlet hasznosításakor 16,4, felszín alattiál 5,5 százalék csökkenés tapasztalható az öntözésbe vonható terület méretében, ha csak a jó talajokat vesszük figyelembe.

Ha minden talajt öntözésre alkalmasnak tekintünk, és nem számolunk a többlethozam 25, illetve 50 százalékos csökkentésével (lásd 4. fejezet), akkor a kereslet alapján számolva 28,89, a felszíni vízkészletek által lefedett területeknél 51,06, míg a felszín alatti vízkészletek hasznosításánál 14,24 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 (69,7 ezer hektár, 65,35 százalék) és az árukukoricánál (74,9 ezer hektár, 57,45 százalék). A gyümölcsfajok közt a felszíni vízkészletből több lehetne az alma öntözhető területe (123 hektár, 12,38 százalék), a felszín alatti vízkészletből pedig a szilva (1012 ezer hektár, 26,44 százalék), a meggy (935 hektár, 11,57 százalék), a kajszi (807 hektár, 33 százalék), valamint az egyéb ribiszke (379 hektár, 55,38 százalék) esetén lenne jelentősebb változás.

### 6.5.2. Gazdasági hatások

Ha csak az öntözésre javasolt talajokat vesszük figyelembe, akkor kisebb terület vonható öntözésbe, de a legtöbb vizsgált növényenél nő a fajlagos NPV értéke, jobban megtérül a beruházás, mint a jelenlegi körülmények közt. A felszíni vízkészletek hasznosítása esetén negatívból pozitívba megy át a bodza fajlagos NPV értéke (-11,3 ezer helyett 16,2 ezer forint/hektár), de továbbra is negatív marad pl. a silókukorica, lucerna, szója és a búza esetén. Legnagyobb megtérülési értékkel a szántóföldi növények közt a burgonya (6,7 millió forint/hektár) rendelkezik, a zöldségfélék közt kiemelkedik a vöröshagyma (23,7 millió forint/hektár) és a paprika (20,5 millió forint/hektár). A felszín alatti vízkészletek hasznosításakor nincsenek negatív fajlagos NPV értékű növények. A zöldségféléknél 9,4 millió forint/hektár az átlagos megtérülési érték (kiemelkedik a paprika és a vöröshagyma 20 millió forint/hektár feletti értéke), a gyümölcsökénél 2,8 millió forint/hektár az átlagos megtérülési érték, amit többek közt a meggy (4 millió forint/hektár) és a cseresznye is (3 millió forint/hektár) meghalad.

Ha minden talajt öntözésre alkalmasnak tekintünk, akkor is nő a fajlagos NPV értéke, mert nem számolunk a gyengébb talajok miatti hozamkieséssel. A felszíni vízkészletek hasznosítása esetén gazdaságossá válik a körte (-131,3 ezer helyett 42,1 ezer forint/hektár) és a bodza (-11,3 ezer helyett 13,4 ezer forint/hektár) öntözése, de továbbra is negatív marad az előbb említett szántóföldi növények fajlagos NPV értéke. Mind a felszíni, mind a felszín alatti vízkészletek hasznosításakor a fajlagos NPV értékek az előbbihez hasonlóak, a legtöbb növényenél 10 százaléknál kisebb az eltérés köztük.

Az öntözésre javasolt talajok alapján végzett számításnál a kisebb öntözésbe vonható terület miatt kisebb lesz az öntözés hatására várható többlethozam. Ez a felszíni vízkészletek hasznosításakor összességében mintegy 71 ezer tonna többlethozam elmaradását jelentené (11,3 százalék), 5,4 milliárd forint értékben. Ahogy a többi esetben is, ennek legnagyobb része (közel 4 milliárd forint) a szántóföldi növényekhez kapcsolódik, de azon belül a hibridkukorica (1,3 milliárd forint) és az árukukorica (1,0 milliárd forint) termesztéséhez, a búza ez esetben a harmadik helyre került az 547,1 millió forintos többlet hozamérték csökkenésével. A zöldségnövények közt 101,6 millió forint többlet

hozamérték csökkenéssel a paprika emelkedik ki, a fűszerpaprikánál nagyobb arányú, de kicsit kisebb értékű (0,9 millió forint) a csökkenés. A gyümölcsök közt a meggy (141,8 millió forint) hozamérték csökkenése a legnagyobb. A felszín alatti vízkészletek esetén kevésbé csökkenne az öntözésbe vonható területek nagysága, így a hozamérték csökkenés is kisebb (4,5 százalék) arányú, és összességében 1,1 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 eredményeképp az alapszámításhoz képest 41,0 százalékkal nőhet a többlet hozamérték a felszíni vízkészletek hasznosítása esetén. Az összesen 19,7 milliárd forint többlet hozamérték növekedésében jelentős az árukukorica (12,0 milliárd forint), a búza (4,2 milliárd forint), a fejes káposzta (136,2 millió forint) és a paprika (109 millió forint) többlet hozamértéke. A gyümölcsök közt arányaiban az alma, a hozamérték növekedését tekintve a meggy (84,3 millió forint) változása is jelentős. A felszín alatti vízkészletek esetén kevésbé növekedne az öntözésbe vonható területek nagysága, így a hozamérték növekedése is kisebb, összességében 11,9 százalék, ami 2,8 milliárd forintot tesz ki. Kiemelhető a meggy (624,7 millió forint), a vöröshagyma (195,2 millió forint) és a paprika (114,1 millió forint) többlet hozamértékének növekedése.

## 6.6. Az érzékenységvizsgálat fő eredményeinek összefoglalása

A vizsgált paraméterek eltérő hatásúak az öntözésbe vonható területek méretére, ha a felszíni, illetve felszín alatti vízkészletre alapozzuk az öntözést. A modellszámítások során elsősorban az öntözésbe vonható területek nagysága változik a paraméterek szerint, ennek következménye a szükséges öntözővízmennyiség változása. Erre utal, hogy az átlagos vízigény, valamint a hektáronkénti vízigény megoszlása nem változik jelentősen.

A felszíni vízkészletek esetén a területek változására legnagyobb hatása a beruházási támogatás megszűnésének van (58,0 százalékos csökkenés), de majdnem ennyire erős annak a hatása, ha a gyenge talajokat is jónak tekintjük (51,1 százalék növekedés), valamint annak, ha eltekintünk az aszályos körülményektől (49,7 százalék csökkenés). Legkisebb hatása (1 százalék alatti) a vízdíj +/- 10 százalékos változtatásának van.

A beruházási támogatás megszűnése azonban a területi változásnál kisebb arányú csökkenést okozna a többlet hozamérték tekintetében. Ennek oka, hogy az öntözött területeken a nagy termelési értékű, nagyobb fajlagos NPV értékkel rendelkező zöldség- és gyümölcsfajok termesztése kerülne előtérbe.

A felszíni vízkészletre alapozott öntözés bővítése több növénynél – silókukorica, szója, lucerna, búza, szőlő – az alapszámítás szerint sem gazdaságos, erre utal a negatív fajlagos NPV értékük. Az érzékenységvizsgálat során azt is vizsgáltuk, hogy a paraméterek hogyan befolyásolják a fajlagos NPV értékét, vagyis a beruházás megtérülését. Néhány esetben egy-egy növény öntözési beruházása a változó körülmények miatt gazdaságossá vagy éppen gazdaságtalanná válik, ahogy a 26. táblázatban látható.

Felszín alatti vízkészletekből csak a zöldség- és ültetvények mikroöntözéssel technikájához lehet vizet felhasználni, ezért ez esetben az öntözésbe vonható területek nagyságrendileg kisebbek. A területi változások aránya is kisebb, mint a felszíni vízkészlet esetén, a legnagyobb változás – beruházási támogatás megszűnése – is csak 23,8 százalékos csökkenést mutat az összes növény átlagában.



26. táblázat: **Az érzékenységvizsgálat eredményei a felszíni vízkészletek esetén**

| Jellemző                                                            | Aktuális | Beruházási támogatás nélkül                                                                              | Mindenhol aszály | Sehol nincs aszály                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Öntözésbe vonható terület, ezer hektár                              | 300,2    | 126,0                                                                                                    | 357,1            | 151,1                                                                                |
| Összes vízigény, millió köbméter                                    | 546,8    | 249,0                                                                                                    | 654,9            | 262,0                                                                                |
| Átlagos vízigény, köbméter/hektár                                   | 1822     | 1976                                                                                                     | 1835             | 1735                                                                                 |
| Többlethozam, ezer tonna                                            | 797,2    | 418,8                                                                                                    | 958,2            | 379,0                                                                                |
| Többszázhozamérték, milliárd HUF                                    | 48,1     | 29,3                                                                                                     | 56,2             | 26,1                                                                                 |
| Többszázhozamérték változás, százalék                               | –        | -39,0                                                                                                    | 16,98            | -45,7                                                                                |
| Min. fajlagos NPV ≤1 millió HUF, az öntözött területek százalékában | 88,6     | 80,1                                                                                                     | 87,7             | 84,0                                                                                 |
| Min. fajlagos NPV >5 millió HUF, az öntözött területek százalékában | 0,4      | 0,8                                                                                                      | 0,4              | 0,3                                                                                  |
| Fajlagos NPV pozitívból negatívba vált                              | –        | árúkkorica, zöldborsó, Burley és Virginia dohány, dinnye, tökre oltott dinnye, bodza, szilva, őszibarack | –                | árúkkorica, zöldborsó, Burley és Virginia dohány, dinnye, tökre oltott dinnye, bodza |
| Fajlagos NPV negatívból pozitívba vált                              | –        | –                                                                                                        | bodza, körte     | –                                                                                    |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

A fajlagos NPV az alapszámításnál minden növénynél pozitív vagy nulla, és a paraméterek változtatásakor sem váltott át negatívba, így az öntözési beruházás minden esetben megtérül (27. táblázat). A megtérülés mértéke jóval magasabb, mint a felszíni vízkészletek esetén, és az új területek öntözésbe vonása – a nagy értékű növények miatt – kisebb területen is jelentős többlet hozamérték növekedést hozhat.

27. táblázat: **Az érzékenységvizsgálat eredményei a felszín alatti vízkészletek esetén**

| Jellemző                                  | Aktuális | Beruházási támogatás nélkül | Mindenhol aszály | Sehol nincs aszály |
|-------------------------------------------|----------|-----------------------------|------------------|--------------------|
| Öntözésbe vonható terület, ezer hektár    | 32,0     | 24,4                        | 34,4             | 30,2               |
| Összes vízigény, millió köbméter          | 70,9     | 50,5                        | 75,9             | 67,7               |
| Átlagos vízigény, köbméter/hektár         | 2215     | 2070                        | 2207             | 2244               |
| Többlethozam, ezer tonna                  | 195,5    | 142,8                       | 214,1            | 174,1              |
| Többszázhozamérték, milliárd HUF          | 24,0     | 21,7                        | 26,4             | -2,7               |
| Többszázhozamérték változás, százalék     | –        | -9,7                        | 9,76             | -11,2              |
| Min. fajlagos NPV ≤1 millió HUF, százalék | 19,9     | 10,0                        | 21,2             | 20,0               |
| Min. fajlagos NPV >5 millió HUF, százalék | 24,8     | 30,6                        | 23,9             | 23,9               |
| Fajlagos NPV pozitívból negatívba vált    | –        | –                           | –                | –                  |
| Fajlagos NPV negatívból pozitívba vált    | –        | –                           | –                | –                  |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

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

## 7. Összefoglaló

### 7.1. Megállapítások

- 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 kevésbé elterjedt öntözés okai olyan tényezőkre vezethetők vissza, mint a szétaprózott tulajdonosi szerkezet, a termelői együttműködések hiánya, a rövid távú bérleti szerződések, a vízjogi engedélyezési rendszer bonyolultsága, nehezen hozzáférhető, nem megfelelő mennyiségű öntözővíz, illetve a fejlesztéshez szükséges források hiánya.
- A globális klímaváltozással összefüggő 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 fel kell készülnünk a szárazodás folyamatának térbeli és időbeli kiterjedésére.
- A tervszerű öntözéses gazdálkodás ellensúlyozza a szélsőséges időjárási anomáliák kedvezőtlen hatását, csökkenti a hozamok ingadozását, növeli annak mennyiségét, ezáltal értékét és legtöbb esetben javítja a termék minőségét, kiszámíthatóvá téve a növénytermesztés biztonságát.
- Magyarországon az öntözési igényt meghatározó legfontosabb tényezők a talajtani viszonyok, a klimatikus viszonyok, a domborzat, a belvíz-veszélyeztetettség, valamint a természet- és környezetvédelmi kijelölés alá eső területek. A talajtani viszonyok az ország több mint 40 százalékán nem kedvezőek, viszont a domborzati viszonyok kedveznek az öntözésnek (kevés a meredek lejtésű terület), csakúgy, mint az éghajlati viszonyok (mivel az aszályhelyzetek fokozódása okán nő az öntözéses gazdálkodás jövedelmezősége). Az ország mezőgazdasági területeinek több mint 20 százaléka közepesen vagy erősen veszélyeztetett belvízzel, a súlyos belvízveszély pedig nagyságrendileg 4 százalékot fenyeget. A természetvédelmi területek aránya a termőterület 27 százaléka, míg a nitrátérzékeny területek aránya a mezőgazdasági terület több mint 70 százalékára rúg. Összességében azonban elmondható, hogy az öntözési igényt az ország területének túlnyomó részén nem lehetetleníteni el egy tényező sem.
- Az öntözési igényekkel szemben vízkínálatként felszíni és felszín alatti vizek állnak rendelkezésre. 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 a Rába vízgyűjtőjére koncentrálódik. Az egyéb felszíni vízfolyások jelentős részének mennyiségi állapota jó, azonban jelentős mértékű kiaknázásuk nem lehetséges. A felszín alatti készletek alapvetően ívóvíz-bázist jelentenek, sem mennyiségi, sem minőségi állapotuk nem teszi lehetővé a nagyarányú mezőgazdasági célú kitermelést.
- Az öntözésfejlesztés kulcsszereplői a mezőgazdasági termelők, akik jelentős mértékben nyilvánították ki öntözési szándékukat, bár ez az öntözési igény jelentős mértékben nem esik egybe a jelenlegi vízkészletekkel.
- Világtendencia, hogy fokozódik a vízkészletek iránti verseny a humán fogyasztás, a mezőgazdaság és az ipar között. Ezt a tendenciát a klímaváltozás tovább erősíti. Ennek okán az

összes édesvíz-kivétel 70 százalékát felhasználó mezőgazdaság irányában egyre nő a nyomás, hogy fenntartható módon történjen a vizek felhasználása. Ezen elvek alapján készült el az európai vízgazdálkodásban meghatározó irányvonalat fogalmazó EU Víz Keretirányelve, amelynek célja a felszíni és felszín alatti vizek állapotának megőrzése a vizek mennyiségi és minőségi védelme.

- Általánosan elfogadott tény, hogy a fokozódó vízhiánnyal érintett területeken nagy hangsúlyt kell helyezni az integrált vízgazdálkodásra és az azt támogató közgazdasági eszköztárra (pl.: speciális vízár-képzés), amely biztosítani tudja a hatékony mezőgazdasági vízfelhasználást, csökkentve a pazarló öntözési technológiák használatát.
- Az öntözési beruházások hazai gazdaságossági vizsgálatai azt mutatták, hogy alapvetően elsősorban a kedvező termőhelyi adottságú területeken érdemes elvégezni az öntözési beruházást, mivel csak ezen területeken várható a beruházás megtérülése.
- A technikai megoldások lehetőségeit tekintve többféle öntözési módot különböztethetünk 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.
- Az öntözés megvalósítására nem úgy kell tekinteni, mint egy szokványos beruházásra, egyfelől mert hosszú távú gondolkodást, nagyfokú szervezettséget, és a gazdálkodók közötti együttműködést követeli meg, másfelől mert számos olyan része van a beruházási folyamatnak, amely nem a technológia telepítését jelenti, hanem olyan feltételek megteremtését, melyek nélkül a beruházást nem lehet megvalósítani.
- 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 pozitív az öntözési beruházás nettó jelenértéke (1. hipotézis igazolása).
- Az elmúlt évek (2011-2014) átlagadatai alapján Magyarországon az öntözhető növények által lefedett 2696 ezer hektáros mezőgazdasági területből mindössze 68 ezer hektárt öntöznek.
- A nem öntözött területből beruházás-gazdaságossági számításaink szerint – melyeknél az öntözés beruházási költségeit és többletjövedelmét a talajadottságok, az aszály elfordulása, és domborzati viszonyoknak megfelelően vettük figyelembe – felszíni vizekből további 701,3 ezer hektárt, felszín alatti vizekből 102,7 ezer hektárt megérné öntözni.
- A felszíni vizekből megvalósítható öntözésfejlesztés legnagyobb része (96 százaléka, 679,1 ezer hektár) a szántóföldi növények termesztését segíthetné, de a szántóföldi zöldségek öntözött területe is növekedhetne 7,2 ezer hektárral, a gyümölcsösöké 9,8 ezer hektárral, a szőlőé pedig 5,3 ezer hektárral.
- A felszín alatti vizekből történő öntözés tekintetében elsősorban a gyümölcsösök 54,4 ezer hektáros területe érdemel kiemelés, de a szőlő vízzel ellátott területe is érdemben bővíthetne akár 39,4 ezer hektárral, miközben a szántóföldi zöldségnövények területe becslésünk szerint 8,8 ezer hektárral emelkedne.

- A felszíni vízkészletek terhére a jelenlegi minegy 51 ezer hektár öntözött mezőgazdasági területet 300,2 ezer hektárral lehetne bővíteni. Ez utóbbiból 288,0 ezer hektárt a szántóföldi növények, 6,5 ezer hektárt a szántóföldi zöldségek, 5,3 ezer hektárt a gyümölcsösök, 0,3 ezer hektárt a szőlő tenne ki.
- A felszín alatti vízkészletekből a már most is öntözött 3 ezer hektár terület nagyságrendileg 32,0 ezer hektárral emelkedhetne. A gyümölcsösök területe 23,8 ezer hektárral, a szántóföldi zöldségnövények 7,8 ezer hektárral a szőlőé pedig 0,3 hektárral nőne.
- Összességében a szántóföldi kultúrák öntözött területe 50,7 ezer hektárról csaknem hatszorosára növekedhetne az öntözésfejlesztésnek köszönhetően, amely jóval nagyobb arány mint hipotézisünkben feltételeztük (4. hipotézis igazolása)
- Az öntözésfejlesztés megvalósításához a gazdálkodók részéről a felszíni öntözőrendszereknél 88,3-100,7 milliárd forint beruházásra, a felszín alatti vizeknél 17,4-19,6 milliárd forint fejlesztésre volna szükség, vagyis együttesen 105,7-120,3 milliárd forintba 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 millió tonnával nagyobb termést realizálhatna az ágazat, melynek becsült értéke 72,2 milliárd forint. A többlethozamból 0,8 millió tonna a felszíni öntözés hozadéka, míg 0,2 millió tonna a felszín alatti öntözésé. A termelési érték-többletből 48,1 milliárd forint a felszíni öntözőrendszerek fejlesztésének tulajdonítható, míg 24,1 milliárd forint a felszín alattiak.
- A javasolt öntözésfejlesztés vízigénye a felszíni öntözőrendszereknél 547 millió köbméter, a felszín alattiaknál 70,9 millió köbméter, vagyis együttesen 617,9 millió köbméter.
- A támogatás teljes megszűnése jelentősen visszafogná az öntözési beruházásokat. A kereslet alapján számított öntözhető területek esetén 63,8 százalékkal (több mint 570 ezer hektár), a felszíni vízkészletekből öntözhető területeknél közel 60 százalékkal (174 ezer hektár) csökkenne a gazdaságosan öntözésbe vonható területek nagysága. Legkisebb hatása – 23,8 százalékos csökkenés (7612 hektár) – a felszín alatti vízkészletekből való öntözésre lenne
- A beruházási támogatás 10 százalékos csökkentése, illetve növelése nem teljesen szimmetrikus módon változtatja az öntözésbe vonható területek nagyságát. A vízkereslet alapján végzett számításnál a támogatás csökkentése hasonló arányban csökkenti a szántóföldi növények (15,2 százalék), valamint a szőlő (13,9 százalék) öntözésbe vonható területét, ami a területek méretét tekintve 126 ezer hektár szántót, illetve 696 hektár szőlőt jelent. A támogatás 10 százalékos növelése nagyobb hatással van a szőlő (22,1 százalék, 1100 hektár), mint a szántóföldi növények (11,3 százalék, 93,7 ezer hektár) öntözésbe vonható területének növekedésére.
- Számításainkban a vízdíjat a felszíni és a felszín alatti öntözésnél is egységesen, 8 forint/köbméter árral vettük figyelembe. Az érzékenységvizsgálat során a vízdíj 10, illetve 90 százalékos növekedésének, valamint ugyanilyen mértékű csökkenésének hatását vizsgáltuk. A vizsgált növénycsoportoknál még a 90 százalékos vízdíjváltoztatás is kevesebb, mint 10 százalékos területváltozást jelentene átlagosan, a 10 százalékos díjváltoztatás hatása

pedig egy százalék alatti változást jelent az öntözésbe vonható területek nagyságára vonatkozóan. Mindezek megerősítik azt a hipotézist, mely szerint a vízdíj ismételt bevezetése nem csökkenti érdemben a termelők öntözési igényét (3. hipotézis igazolása).

- Az érzékenységvizsgálat során azt vizsgáltuk, hogy az ár +/- 10 százalékos változtatása mennyire befolyásolja az öntözésbe vonható területek nagyságát. A vízkereslet alapján végzett számításnál az árcsökkenés negatív hatása leginkább a szántóföldi növényeknél, azon belül a búza (53,9 százalék), a silókukorica (32,7 százalék) és a szója (30 százalék) öntözésbe vonható területénél tapasztalható. Ár érzékeny növénynek tekinthető az alma, valamint a szőlő is, amelyeknél 31,0, illetve 23,5 százalék csökkenés jelentkezik. Hasonló eredményt kapunk a felszíni vízkészletből öntözhető területek esetén is.
- A mezőgazdasági területek jelentős része már ma is aszályosnak tekinthető területekre esik, a klímaváltozási forgatókönyvek pedig a nyári időszak melegeledését és a csapadék csökkenését, ezzel az aszály növekedését vetítik előre Magyarországra. Az eredmények az elvárásoknak megfelelően azt mutatják, hogy ha az egész országot aszályosnak tekintjük, akkor jelentősen megnő az öntözhető területek iránti igény. Ez több mint 638 ezer hektár (71,2 százalék) növekedést jelent az aktuális klimatikus viszonyok esetén számolt igényhez képest.
- Az öntözésbe vonható területek számításánál figyelembe vettük a talajtypust 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 a kereslet alapján számolva 6,8, a felszíni vízkészletek által lefedett területeknél 12,1, míg a felszín alatti vízkészletek hasznosításánál 4,4 százalékkal csökken az alapszámításhoz képest. Legnagyobb változás minden esetben a szántóföldi zöldszén-növényeknél, majd ezt követően a gyümölcsösöknél tapasztalható. Ezzel igazolható a 2. hipotézis, mivel látható, hogy nem csak a jó, hanem az öntözésre kevésbé alkalmas területek esetében is pozitív nettó jelenértéket eredményez az öntözési beruházás már a modell alapverziójában is.

## 7.2. Következtetések

- A mezőgazdasági termelés szempontjából az öntözésfejlesztés megvalósításának feltétele, hogy a szükséges vízmennyiség rendelkezésre álljon. Habár a mezőgazdaságban az ökonómiai szempontok alapján összesen több mint 800 ezer hektár lehetne öntözni, a meglévő magyarországi felszíni és felszín alatti öntözőrendszerek a mezőgazdasági vízigényt csak részben tudják fedezni. A vízkínálat az említett több mint 800 ezer hektáros öntözhető területből mindössze 332,2 ezer hektár területen biztosít reális öntözési lehetőség.
- A meglévő öntözött területek (68 ezer hektár) ugyanakkor messze elmaradnak a meglévő, gazdaságosan öntözhető mezőgazdasági területektől (+330 ezer hektár), ami azt jelenti, hogy hiába áll rendelkezésre az öntözővíz, és hiába áll rendelkezésre a kedvező termőhelyi adottság, mégsem történik meg az öntözésfejlesztés.
- A modell érzékenységvizsgálatából megállapítható, hogy az öntözésfejlesztés jövedelmezőségét legnagyobb mértékben a támogatások megvonása befolyásolja, ezt követi az aszály által befolyásolt hozamkülönbség-változás a szárazművelés és az öntözéses gazdálkodás

között, harmadikként pedig az értékesítési ár jelenik meg olyan tényezőként, amely a változásánál jóval nagyobb mértékű változást okoz az öntözési beruházási iránti termelői igényekben.

- A talajtani adottságok meghatározó voltát jelzi, hogy a jelenlegi felszíni öntözőrendszerek által lefedett 750 ezer hektáros területen – amennyiben az öntözésre nem javasolt talajú területek is figyelembe vételre kerülnek, további 50%-kal lenne növelhető az öntözhető terület.

### 7.3. Javaslatok

- A mezőgazdaság öntözési igénye (több mint 800 ezer hektár) jelenleg lényegesen meghaladja az öntözőrendszerek kínálta lehetőségeket (mintegy 300 ezer hektár), ezért szükséges ez utóbbiak fejlesztése, vagyis új öntözőcsatornák és öntözőfürtök építése.
- A meglevő gazdaságosan öntözhető területekhez képesti 330 ezer hektáros elmaradás jól jelzi, hogy a jelenlegi lehetőségek kihasználása érdekében szükség van a gazdálkodók ösztönzésére olyan új jogszabályi környezet kialakításával, illetve megfelelő beruházási környezet kialakításával, ami a jelenlegi intézményi környezetnél nagyobb támogatást biztosít számára.
- Ennek a támogató környezetnek a kialakításához az egyik első lépést jelentheti a vízjogi engedélyezési rendszer átalakítása. A jelenlegi vízjogi engedélyezési rendszer egy 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 nem tudnak felvállalni, ezért meg sem próbálják a legális vízhez jutást. Az öntözés-fejlesztés megvalósításához elengedhetetlen az engedélyezési folyamat egyszerűsítése, a jogi környezet rugalmasság tétele, és az adminisztratív terhek csökkentése, amelyet mindeképpen a folyamat elektronizálásának kell kísérnie.
- A támogató környezet kialakításának másik fontos lépése, hogy a termelő képes legyen felszíni vízhez jutni, ha öntözni akar. A jelenlegi intézményi-jogszabályi környezetben kimondható, hogy a víz tábla széléig való eljuttatására gyakorlatilag csak az állam képes. Ezen állami szolgáltatás biztosítása érdekében egy Öntözési Hivatal létrehozását javasoljuk, amely komplett öntözési beruházásokat tervez meg és felvállalja az adminisztrációt egészen az engedélyezési fázisig, amennyiben a tervezett öntözőtelepet a jövőben használni kívánó termelők köre vállalja, hogy öntözni fog.
- A támogató környezet harmadik lépése 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.
- 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.

## Melléklet

### 1. melléklet: Öntözési technológiák

| Megnevezés             | Domborzat                                                           | Talajviszonyok<br>(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                                                                                     |                                                                                                                          |                                                                                                                              |
| csörgedezettő          | 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 |                                                                     |                                                                                                                             |                                                                                                                 |                                                                                                                          |                                                                                                                              |
| 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) |
| mikro-szórófejes       |                                                                     |                                                                                                                             |                                                                                                                 |                                                                                                                          |                                                                                                                              |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

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

| Növényfajok                     | Mezőgazdasági terület (ha) | Öntözött terület (ha) | Öntözött terület aránya (%) |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
|                                 | 2011-2014 átlaga           |                       |                             |
| Hibrid kukorica (vetőmag célra) | 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                   | 60,4                        |
| 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                    | 8,9                         |
| Szárazbab                       | 513                        | 222                   | 43,3                        |
| Karfiol                         | 444                        | 14                    | 3,0                         |
| Zeller                          | 254                        | 19                    | 7,5                         |
| Fejessaláta                     | 91                         | 7                     | 7,2                         |
| Fokhagyma                       | 1 115                      | 146                   | 13,1                        |
| Spenót                          | 350                        | 192                   | 54,9                        |
| Spárga                          | 1 274                      | 47                    | 3,6                         |
| Petrezselyem                    | 2 268                      | 223                   | 9,8                         |
| Édeskömény                      | 89                         | -                     | 0,0                         |
| Édeskömény                      | 566                        | 4                     | 0,6                         |
| Uborka                          | 156                        | 5                     | 2,9                         |
| 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 Horizontális Elemzési 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                    | 3,4                         |
| Földieper (szamóca)  | 627                        | 26                    | 4,1                         |
| Piros ribiszke       | 787                        | 1                     | 0,1                         |
| Egyéb ribiszke       | 1 345                      | 43                    | 3,2                         |
| Málna                | 221                        | 19                    | 8,4                         |
| Szeder               | 148                        | 5                     | 3,4                         |
| Homoktövis           | 97                         | 1                     | 0,5                         |
| 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                     | 0,2                         |
| Szelídgesztenye      | 269                        | -                     | 0,0                         |
| Körte                | 2 532                      | 186                   | 7,3                         |
| Cseresznye           | 2 378                      | 151                   | 6,4                         |
| Birs                 | 182                        | 20                    | 10,7                        |
| Borszőlő ültetvény   | 51 478                     | 9                     | 0,0                         |
| Egyéb szőlőültetvény | 824                        | 7                     | 0,8                         |
| Összesen             | 2 590 420                  | 66 235                | 500                         |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

3. melléklet: A vizsgált növénykultúrák referenciaára

ezer HUF

| Megnevezés                     | Referenciaár 2011 | Referenciaár 2012 | Referenciaár 2014 |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Hibridkukorica (vetőmag célra) | 2 145             | 6 175             | 3 870             |
| Kukorica                       | 490               | 620               | 500               |
| Csemegekukorica                | 300               | 440               | 470               |
| Silókukorica                   | 85                | 95                | 95                |
| Zöldborsó                      | 780               | 890               | 890               |
| Zöldbab                        | 570               | 800               | 740               |
| Szójabab                       | 1 130             | 1 100             | 1 180             |
| Lucerna                        | 168               | 190               | 190               |
| Búza                           | 500               | 630               | 500               |
| Burgonya                       | 620               | 350               | 850               |
| Cukorrépa                      | 73                | 112               | 92                |
| Rizs                           | 625               | 675               | 640               |
| Dohány- Burley                 | 2 350             | 4 200             | 3 800             |
| Dohány- Virginia               | 2 350             | 4 200             | 3 800             |
| Olajtökmag                     | 8 475             | 6 650             | 6 650             |
| Pattogatni való kukorica       | 950               | 1 100             | 1 370             |
| Paradicsom                     | 510               | 570               | 1 310             |
| Paprika                        | 1 250             | 1 470             | 1 890             |
| Fűszerpaprika                  | 1 050             | 970               | 1 100             |
| Sárgarépa                      | 510               | 440               | 390               |
| Fejes káposzta                 | 540               | 370               | 950               |
| Vöröshagyma                    | 1 600             | 860               | 1 600             |
| Cukorborsó                     | 780               | 890               | 890               |
| Szárazbab                      | 2 620             | 2 100             | 2 650             |
| Karfiol                        | 750               | 1 210             | 1 230             |
| Zeller                         | 1 305             | 1 300             | 1 470             |
| Fejessaláta                    | 1 645             | 1 835             | 1 990             |
| Fokhagyma                      | 5 100             | 3 950             | 3 950             |
| Spenót                         | 255               | 285               | 410               |
| Spárga                         | 3 930             | 4 040             | 4 450             |
| Petrezselyem                   | 1 887             | 1 780             | 2 080             |
| Édeskömény                     | 800               | 345               | 350               |
| Édeskömény                     | 800               | 345               | 350               |
| Uborka                         | 800               | 950               | 1 250             |
| Tök (kivéve olajtökmag)        | 600               | 620               | 390               |
| Cukkini                        | 610               | 610               | 610               |
| Cékla                          | 440               | 460               | 430               |
| Torma                          | 2 475             | 1 500             | 1 380             |
| Pasztinák                      | 1 850             | 1 750             | 1 750             |
| Alma                           | 380               | 329               | 338               |
| Meggy                          | 2 250             | 2 360             | 1 970             |
| Dinnye                         | 160               | 320               | 360               |
| Tökre oltott dinnye            | 160               | 320               | 360               |
| Földieper (szamóca)            | 3 970             | 5 240             | 5 830             |
| Piros ribiszke                 | 860               | 1 020             | 1 280             |
| Egyéb ribiszke                 | 2 180             | 2 310             | 1 960             |
| Málna                          | 3 790             | 6 210             | 5 650             |

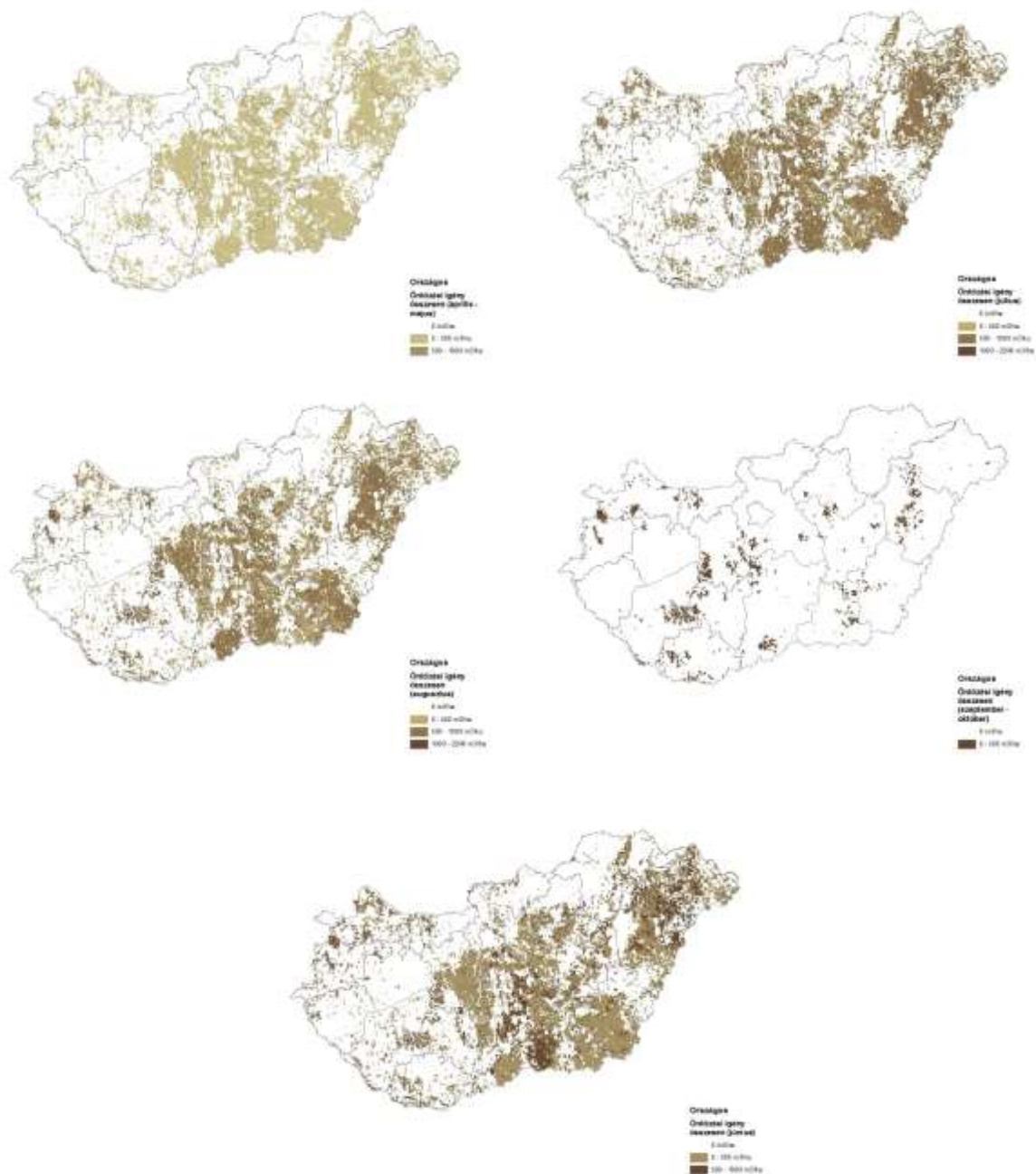
3. melléklet folytatása: **A vizsgált növények referenciaára**

ezer HUF

| Megnevezés           | Referenciaár 2011 | Referenciaár 2012 | Referenciaár 2014 |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Szedér               | 230 000           | 337 500           | 369 000           |
| Homoktövis           | 650 000           | 1 200 000         | 1 200 000         |
| Termesztett bodza    | 160 000           | 160 000           | 160 000           |
| Őszibarack           | 49 000            | 80 000            | 78 000            |
| Sárgabarack          | 145 000           | 192 000           | 120 000           |
| Szilva               | 70 000            | 83 000            | 61 000            |
| Dió                  | 300 000           | 405 000           | 500 000           |
| Mogyoró              | 450 000           | 450 000           | 751 000           |
| Mandula              | 500 000           | 775 000           | 302 000           |
| Szelidgesztenye      | 250 000           | 250 000           | 234 000           |
| Körte                | 99 000            | 59 000            | 100 000           |
| Cseresznye           | 226 000           | 269 000           | 269 000           |
| Birs                 | 130 000           | 150 000           | 106 000           |
| Borszőlő ültetvény   | 80 000            | 102 000           | 110 000           |
| Egyéb szőlőültetvény | 190 000           | 179 000           | 210 000           |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

4. melléklet: **Vízszükségelt alakulása az év egyes időszakában**



Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

5. melléklet: Kijuttatandó víz mennyisége a vizsgált növénykultúráknál

m<sup>3</sup>/ha

| Növényfajok                 | Kijuttatandó víz mennyisége    |        |        |           |                    |          |       |
|-----------------------------|--------------------------------|--------|--------|-----------|--------------------|----------|-------|
|                             | április-május                  | június | július | augusztus | szeptember-október | összesen |       |
| Szántóföldi növények        | Hibridkukorica (vetőmag célra) | 300    | 900    | 1 000     | 600                | -        | 2 800 |
|                             | Kukorica                       | 300    | 500    | 1 000     | 1 000              | -        | 2 800 |
|                             | Csemegekukorica                | 300    | 900    | 1 000     | 600                | -        | 2 800 |
|                             | 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 |
|                             | Fejessaláta                    | 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 |

5. melléklet: folytatása: **Kijuttatandó víz mennyisége a vizsgált növénykultúráknál**

m<sup>3</sup>/ha

| Növényfajok         | Kijuttatandó víz mennyisége |        |        |           |                    |          |
|---------------------|-----------------------------|--------|--------|-----------|--------------------|----------|
|                     | április-május               | június | július | augusztus | szeptember-október | összesen |
| 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    |
| Földieper (szamóca) | 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    |
| Gyümölcsösök        | Homoktövis                  | -      | 300    | 300       | -                  | 900      |
|                     | Termesztett bodza           | -      | 600    | 900       | -                  | 1 800    |
|                     | Őszibarack                  | 300    | 500    | 800       | -                  | 2 200    |
|                     | Sárgabarack                 | 300    | 800    | 400       | -                  | 1 700    |
|                     | Szilva                      | 300    | 500    | 800       | -                  | 2 200    |
|                     | Dió                         | 300    | 600    | 600       | -                  | 2 100    |
|                     | Mogyoró                     | 300    | 600    | 600       | -                  | 1 800    |
|                     | Mandula                     | 300    | 600    | 600       | -                  | 1 800    |
|                     | Szelídgesztenye             | 300    | 600    | 600       | -                  | 1 800    |
|                     | Vegyes gyümölcsös           | 300    | 600    | 600       | -                  | 1 800    |
|                     | Körte                       | 300    | 700    | 1 000     | -                  | 2 500    |
|                     | Cseresznye                  | 300    | 800    | 400       | -                  | 1 700    |
|                     | Birs                        | 300    | 700    | 1 000     | -                  | 2 500    |
|                     | Egyéb gyümölcsültetvény     | 300    | 800    | 400       | -                  | 1 700    |
| Szőlő               | Borszőlő ültetvény          | -      | 600    | 400       | -                  | 1 000    |
|                     | Egyéb szőlőültetvény        | -      | 600    | 400       | -                  | 1 000    |

Megjegyzés: Az adott időszak vízigénye a növény időszaki fajlagos vízszükséglete és az időszak átlagos csapadék viszonyainak különbsége, területi differenciálás nélkül.

Forrás: NAK adatai alapján készült az AKI Horizontális és Elemzési Osztályán

6. melléklet: **Az öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál**

| Megnevezés                  |                          | Öntözésből származó<br>többlethozam |      | Átlagár | Öntözésből származó<br>többletjövedelem |        |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------|---------|-----------------------------------------|--------|
|                             |                          | t/ha                                |      |         | ezer HUF                                |        |
| Szántóföldi növények        | hibridkukorica           | 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    | 1816,8                                  | 1690,0 |
|                             | paprika                  | 16,5                                | 15,0 | 161,3   | 2660,6                                  | 2418,8 |
|                             | fűszerpaprika            | 3,8                                 | 3,3  | 106,8   | 405,7                                   | 352,3  |
|                             | sárgarépa                | 17,5                                | 15,6 | 44,3    | 774,4                                   | 690,3  |
|                             | fejeskáposzta            | 16,5                                | 15,0 | 62,5    | 1031,3                                  | 937,5  |
|                             | vöröshagyma              | 20,2                                | 18,2 | 143,5   | 2898,7                                  | 2611,7 |
|                             | 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   | 1067,7                                  | 887,2  |
|                             | fejessaláta              | 11,3                                | 9,7  | 183,5   | 2073,6                                  | 1780,0 |
|                             | fokhagyma                | 2,8                                 | 2,3  | 423,8   | 1186,5                                  | 974,6  |
|                             | spenót                   | 5,9                                 | 5,0  | 29,8    | 175,5                                   | 148,8  |
|                             | spárga                   | 3,3                                 | 2,6  | 426,3   | 1406,6                                  | 1108,3 |
|                             | petrezselyem             | 7,6                                 | 6,6  | 191,9   | 1458,7                                  | 1266,7 |
|                             | édesszőlő                | 3,6                                 | 3,0  | 46,1    | 166,1                                   | 138,4  |
|                             | uborka                   | 18,6                                | 13,9 | 103,8   | 1929,8                                  | 1442,1 |
|                             | 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   | 1427,9                                  | 1240,0 |
|                             | pasztinák                | 23,0                                | 20,0 | 177,5   | 4082,5                                  | 3550,0 |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

6. melléklet folytatása: **Az öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál**

| Megnevezés   |                            | Öntözésből származó többlethozam |      | Átlagár  | Öntözésből származó többletjövedelem |        |
|--------------|----------------------------|----------------------------------|------|----------|--------------------------------------|--------|
|              |                            | t/ha                             |      | ezer HUF | 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  |
|              | földieper                  | 12,1                             | 10,9 | 514,3    | 6222,4                               | 5605,3 |
|              | 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    | 1755,2                               | 1526,3 |
|              | szeder                     | 3,5                              | 3,0  | 314,9    | 1086,3                               | 944,6  |
|              | homoktövis                 | 1,9                              | 1,7  | 1062,5   | 1965,6                               | 1816,9 |
|              | 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 ültetvény         | 1,4                              | 1,2  | 98,8     | 138,3                                | 113,6  |
|              | egyéb szőlőültetvény       | 1,4                              | 1,2  | 182,0    | 254,8                                | 209,3  |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

7. melléklet: **Összes öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál**

| Megnevezés                  | Többlet hozam   | Többlet hozamérték |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|
|                             | ezer ha         | ezer HUF/ha        |
| <b>Összesen</b>             | <b>2 069,4</b>  | <b>102 159,4</b>   |
| Szántóföldi növények        | hibridkukorica  | 6 196,3            |
|                             | árukukorica     | 61 082,2           |
|                             | csemegekukorica | 4 437,1            |
|                             | silókukorica    | 244,3              |
|                             | zöldborsó       | 875,1              |
|                             | zöldbab         | 106,0              |
|                             | szója           | 618,0              |
|                             | lucerna         | 432,7              |
|                             | búza            | 16 050,1           |
|                             | burgonya        | 7 158,7            |
|                             | cukorrépa       | 2 132,6            |
|                             | egyéb           | 2 826,5            |
| <b>Összesen</b>             | <b>167,5</b>    | <b>21 149,1</b>    |
| Szántóföldi zöldségnövények | paradicsom      | 1 058,8            |
|                             | paprika         | 3 895,8            |
|                             | fűszerpaprika   | 702,8              |
|                             | sárgarépa       | 746,9              |
|                             | fejeskáposzta   | 1 677,3            |
|                             | vöröshagyma     | 4 412,3            |
|                             | egyéb           | 8 655,2            |
| <b>Összesen</b>             | <b>243,4</b>    | <b>23 022,6</b>    |
| Gyümölcsösök                | alma            | 2 287,3            |
|                             | meggy           | 7 804,4            |
|                             | egyéb           | 12 930,9           |
|                             |                 |                    |
| <b>összesen</b>             | <b>6,8</b>      | <b>733,0</b>       |
| <b>Összesen</b>             | <b>2 487,0</b>  | <b>147 064,1</b>   |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

8. melléklet: **Összes öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál felszíni vízkészletből**

| Megnevezés                  | Többlet hozam   | Többlet hozamérték |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|
|                             | ezer ha         | ezer HUF/ha        |
| <b>Összesen</b>             | <b>708,9</b>    | <b>37 154,8</b>    |
| Szántóföldi növények        | hibridkukorica  | 4 348,3            |
|                             | árukukorica     | 19 619,9           |
|                             | csemegekukorica | 3 170,2            |
|                             | silókukorica    | 99,5               |
|                             | zöldborsó       | 478,8              |
|                             | zöldbab         | 88,4               |
|                             | szója           | 291,1              |
|                             | lucerna         | 123,6              |
|                             | búza            | 5 756,6            |
|                             | burgonya        | 1 612,7            |
|                             | cukorrépa       | 566,1              |
|                             | egyéb           | 999,5              |
| <b>Összesen</b>             | <b>61,3</b>     | <b>8 257,4</b>     |
| Szántóföldi zöldségnövények | paradicsom      | 394,3              |
|                             | paprika         | 740,4              |
|                             | fűszerpaprika   | 361,6              |
|                             | sárgarépa       | 174,5              |
|                             | fejeskáposzta   | 419,0              |
|                             | vöröshagyma     | 2 916,6            |
|                             | egyéb           | 3 250,9            |
| <b>Összesen</b>             | <b>26,5</b>     | <b>2 592,7</b>     |
| Gyümölcsösök                | alma            | 287,4              |
|                             | meggy           | 1 093,8            |
|                             | egyéb           | 1 211,6            |
| <b>összesen</b>             | <b>0,5</b>      | <b>48,9</b>        |
| <b>Összesen</b>             | <b>797,2</b>    | <b>48 053,7</b>    |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

9. melléklet: **Összes öntözési többlethozam és többletjövedelem a vizsgált növénykultúráknál felszín alatti vízkészletből**

|                             | Megnevezés      | Többlet hozam | Többlet hozamérték |
|-----------------------------|-----------------|---------------|--------------------|
|                             |                 | ezer ha       | ezer HUF/ha        |
| Szántóföldi zöldségnövények | <b>Összesen</b> | <b>75,5</b>   | <b>9 872,9</b>     |
|                             | paradicsom      | 6,2           | 527,8              |
|                             | paprika         | 14,7          | 2 367,3            |
|                             | fűszerpaprika   | 2,5           | 263,7              |
|                             | sárgarépa       | 5,3           | 234,3              |
|                             | fejeskáposzta   | 14,4          | 902,2              |
|                             | vöröshagyma     | 8,7           | 1 244,8            |
|                             | egyéb           | 23,7          | 4 332,8            |
| Gyümölcsösök                | <b>Összesen</b> | <b>119,5</b>  | <b>14 054,3</b>    |
|                             | alma            | -             | -                  |
|                             | meggy           | 29,5          | 5 450,5            |
|                             | egyéb           | 90,1          | 8 603,8            |
| Szőlő                       | <b>összesen</b> | <b>0,4</b>    | <b>81,2</b>        |
| <b>Összesen</b>             |                 | <b>195,5</b>  | <b>24 008,3</b>    |

Forrás: Készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

## Irodalomjegyzék

- Bacsi et al (2011): Impacts of future climate change on Hungarian Crop Production: An Application of Crop Growth Simulation Models, Agricultural Systems 2011, Volume 37, Issue 4, 1991, 435-450
- Balázs S. (1996) : Zöldségtermesztők kézikönyve, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Becsákné Tornay, E. (2014): Az öntözési igények meghatározásának állásáról, VIZIG feladatokról. Vízkárelhárítási Országos Konferencia, Miskolctapolca, 2014. május 6-8.
- Berbel, J. Calatrava, J. Garrido. A. (2007): Water Pricing and Irrigation: A Review of the European Experience, Institut de Recherche pour le Développement, Paris, France.
- Berényi Üveges, K. – Csányi, Gy. – Keszthelyi, K. – Kujáni, K. O. – Dr. Szabados, I. – Sztahura, E. – Várszegi, G. (2015): Nitrát Gazdálkodói Kézikönyv, Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest.
- Bihari, Z. – Kovács, T. – Lakatos, M. – 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](http://www.met.hu/doc/rendezvenyek/metnapok-2014/08_BihariZ.pdf)
- 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. – Szöllősi, L. – Tóth, P. – Valentinyi, K. – Varga, E. (2011a): Vízhasználat és öntözésfejlesztés a magyar mezőgazdaságban [Water Use and Irrigation Development in Hungarian Agriculture] Budapest, Agrárgazdasági Kutató Intézet. 164 p.
- Biró, Sz. – Kapronczai, I. – Székely, E. – Szűcs, I. (2011b): A Nemzeti Vidékstratégia a mezőgazdasági vízgazdálkodás és az öntözés tükrében. Gazdálkodás 2011/3 pp. 245-252.
- Bouraoui, F. Wriedt, G. Van der Velde, M. Aloe, A. (2009): Estimating irrigation water requirements in Europe, Journal of Hydrology, Volume 373, Issues 3–4, 15 July 2009, 527–544. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.05.018>.
- Bozán, Cs. – Dobos, A. (2010): Mezőgazdasági Vízgazdálkodási K+F+I. Készült az FVM Mezőgazdasági Főosztálya megbízásából. 19 p.
- Bozán, Cs. – Hamza, E. – Körösparti, J. – Pekár, F. (2011): A mezőgazdasági vízgazdálkodás és a környezet, In.: Kapronczai, I. et. al. (2011): Vízhasználat és öntözésfejlesztés a magyar mezőgazdaságban, Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest.
- Castle, E. N. Becker, M. H. NELSON, A. G. (1987): Farm Business Management. Macmillan Publishing Company, New York. Magyar kiadás: Nemessályi Zs. (1992): Farmgazdálkodás. Kárpáti L. Kalmár F. 7. fejezet: Beruházáselemzési eljárások. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Chartzoulakis, K. Kasapakis, I. 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.
- 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 – 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.
- Csajbók, J. (2004): A növénytermesztési tér vízgazdálkodása. Egyetemi jegyzet, FVM Vízgazd. Osztály, Budapest-Gödöllő.
- Csajbók, J (2007): Az öntözéses növénytermesztés aktuális kérdései, Agrárágazat 8/3, Kiskunhalas.

Deák, A. (2002): A mikroöntözésről röviden I., Agrárágazat 2002. 3. évf. 6. sz., pp. 8-10.  
<http://www.pointernet.pds.hu/ujsagok/agraragazat/2002/06/20090318183647733000000730.html>  
(2017. 03, 21.)

D'Urso, G. Richter, K. Calera, A. Osann, M. A. Escadafal, R. Garatuza-Pajan, J. Hanich, L. Perdigão, A. Tapia, J. B. Vuolo, F. (2010): Earth observation products for operational irrigation management in the context of the PLEIADeS project. Agricultural Water Management 98, 271–282.

EC (2016). [http://ec.europa.eu/clima/change/causes/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/change/causes/index_en.htm)

EEA (2015): EEA SIGNALS 2015: Living in a changing climate. European Environment Agency (EEA), Copenhagen, Denmark. 37 pp.

El Chami, D. Knox, J.W. Daccache, A. Weatherhead, E. K. (2015): The economics of irrigating wheat in a humid climate – A study in the East of England, Agricultural Systems Volume 133, 97–108.

Fama, E. F. Miller, M. H. (1972): The Theory of Finance. Holt, Rinehart and Winston, New York.

FAO (2013): Policy Support Guidelines for the Promotion of Sustainable Production Intensification and Ecosystem Services Policy Support Guidelines for the Promotion of Sustainable Production Intensification and Ecosystem Services. Integrated Crop Management Vol.19-2013.

Füzy, J. (2002): Az öntözés gépei, berendezései, Agro Napló 2002. 6. sz. <https://www.agro-naplo.hu/szakfolyoirat/2002/6/tartalom>

Farsang B. – Limbek Zs. – Türei G. – Tóth I. J. – Verba Z. (2015): A klímaváltozás várható gazdasági hatásai Magyarországon 2020-2040. MKIK Gazdaság- és Vállalkozáskutató Intézet. Budapest 52 pp.

Giannakis, E. Bruggeman, A. Djuma, H. Kozyra, J. Hammer, J. (2016): Water pricing and irrigation across Europe: opportunities and constraints for adopting irrigation scheduling decision support systems, Water Science & Technology: Water Supply.

Giordano, R. Zaccaria, D. Passaarella, G. Dagostino, D. 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

Grasics, P. (2002): Az esőszerű öntözés alkalmazási lehetőségei, Agrárágazat, 2002. 3. évf. 3. sz. <http://www.pointernet.pds.hu/ujsagok/agraragazat/2002/03/20090310192444794000000730.html>  
(2017. 03, 21.)

Hajdú, J. (2015a): Vízpótlás esőztető öntözőberendezésekkel, Magyar Mezőgazdaság Géppiac 2015. 12. évf. 6. sz. pp. 2-3. <http://mmgpiac.hu/hu/irasok/mezogazdasagi-gepek-eszkozok/vizpotlas-esozteto-ontozoberendezesekkel>

Hajdú, J. (2015b): A vízpótlás korszerű gépei, Magyar Mezőgazdaság Géppiac, 2015. 12. évf. 5. sz. pp. 2-3.

Helyes, L. (2005): Az öntözés szerepe, jelentősége. GAZDÁLKODÁS XLIX:(5) pp. 63-69.

Illés M. (2004): Vállalkozási ismeretek I, Phare HU0105-03-01-0029, Miskolc.

IPCC, 2014: 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.

IPCC, 2014a: 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.

Karácsony I. (2007): Agrárvállalkozások beruházás-gazdaságossági vizsgálata néhány növénytermesztési ágazatban, Doktori értekezés.

Kereszturszky, J. – Pálfi, I. – Szilárd, Gy. – Thyll, Sz. – Vermes, L. (1998): Mezőgazdasági vízhasznosítás, Eötvös József Főiskola, Baja, 102.

Kirsten J. F. Zyl J van (1990). The economic impact of irrigation agriculture: Methodological aspects and an empirical application, -  
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03768359008439513?journalCode=cda20>.

Knox, J. W. Kayb M. G. Weatherhead E.K. (2012) Water regulation, crop production, and agricultural water management—Understanding farmer perspectives on irrigation efficiency, Agricultural Water Management.

Kocsis, S. (2002): Cseppnyi ismeret az öntözésről, Mezőhír 2002. 6. évf. 6. sz. pp. 30-33.

Kovács, I. (2003): Mikroszórófejes öntözés az ültetvényekben, Agrárágazat, 2003. 4. évf. 3. sz. p. 56. <http://www.agraroldal.hu/rendszer.html>

Králl, A. – Tóth, P. (2015): A Magas Természeti Értékű Területek támogatási lehetőségei, Tájékoztató Füzet gazdálkodóknak, A Földművelésügyi Minisztérium és Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület megbízásából, Budapest.

Láng, I. (2015): A Vízügy szerepe a mezőgazdasági vízgazdálkodásban. Országos mezőgazdasági vízgazdálkodási és belvízvédelmi konferencia. Szarvas, 2015. április 09.

Láng, I. – Csete, L. – Harnos, Zs. (1983): A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 265 p.

Láng, I. – Csete, L. – Jolánkai, M. (2007): A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

Lengyel, L. (2007): AZ öntözés szervezése és ökonómiája, in: Nábrádi, A. Pupos, T. Takácsné György K.: Üzemtan

Lente, Á. (2012): A legfontosabb agrotechnikai tényezők hatása a csemegekukorica hibridek agronómiai tulajdonságaira és termésére. Doktori értekezés. Debreceni Egyetem

Levidow, L. Zaccaria, D. Maia, R. Vivas, E. Todorovic, M. Scardigno, A. (2014): Improving water-efficient irrigation: prospects and difficulties of innovative practices. Agricultural Water Management 146, 84–94.

Ligetvár, F. (2000) Mezőgazdasági vízgazdálkodás 3. Vízhasznosítás. Tessedik Sámuel Főiskola, Mezőgazdasági Víz- és Környezetgazdálkodási Főiskolai Kar, Szarvas.

Ligetvari, F. (2006): Felmelegedés és vízeink. Agroinform Kiadó, Budapest.

Ligetvári, F. (2008): Öntözés. Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Gödöllő.

Lorite, I. J. García-Vila, M. Carmona, M. A. Santos, C. & 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.

Milano, M. Ruelland, D. Fernandez, S. Dezetter, A. Fabre, J. Servat, E. Fritsch, J. M. Ardoïn-Bardin, S. Thivet, G. (1993): Current state of Mediterranean water resources and future trends under climatic and anthropogenic changes. Hydrological Sciences Journal 58, 498–518.

Miskó K. – Fogarasi J. – Vígh E. Z. (2016): Ökoszisztéma szolgáltatások értékelése, AKI Jelentés 2016

Moldena, D. Oweis, T. Steduto, P. Bindraban, P. Hanjra, M. A. Kijne, J. (2013): Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution: Agricultural Water Management, Volume 97, Issue 4, 528–535; <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.023>

Montoro, A. López-Fuster, P. Fereres, E. (2011): Improving on farm water management through an irrigation scheduling service. Irrigation Science 29, 311–319.

Nábrádi, A.–Pupos, T.–Takácsné György, K. (2007): Üzemtan II. Debreceni Egyetem [http://miao.gau.hu/avir/intranet/debrecen\\_hallgatoi/tananyagok/jegyzet/30-Uzemtan-II..pdf](http://miao.gau.hu/avir/intranet/debrecen_hallgatoi/tananyagok/jegyzet/30-Uzemtan-II..pdf)

Országos Területrendezési Terv (2013): [http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A0300026.TV](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0300026.TV)

<http://www.terport.hu/teruletrendezes/teruletrendezesi-tervek/magyarorszag>

Oszkó A. (2003): Magyarországi öntözés lehetőségei és megvalósításának feladatai. MÖE Kiadvány. <http://www.moe.hu/publikaciok/oszkoandor/ontozestanulmany.pdf> (2016.11.17.)

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

Patay, I. (2015): Öntözéstechnika és –minőség, Agrárium 2015. 7. sz. <https://agrarium7.hu/cikkek/409-ontozesteknika-es-minoseg>

Pálfai, I. (2005): Belvizek és aszályok Magyarországon (Hidrológiai tanulmányok). Közlekedési Dokum. Kft. Budapest.

Pálfai, I. (2007): Éghajlatváltozás és aszály. „KLÍMA-21” Füzetek. 49. 59-65.

Rinaldi, M. He, Z. (2014): Decision support systems to manage irrigation in agriculture. In: Advances in Agronomy, Volume 123. Academic Press, Burlington, MA, 229–279.

Somlyódy, L. (2002): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. Magyar Tudományos Akadémia. Budapest.

Starkel L. (2005): Anthropogenic soil erosion since the Neolithic time in Poland. Zeitschrift für Geomorphologie (suppl.) 139. 189–201.

Stefanovits, P. – Filep, Gy. – Fülek, Gy. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Stelczer A. (2004): Vállalkozások gazdaságtana II.: Az öntözés szervezése és ökonómiája. <http://stelczer.gportal.hu/gindex.php?pg=187368&nid=44552> (2016.11.18.)

Szabolcs, I. – Darab, K. – 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. pp. 453-464.

Szabolcs, I. – Darab, K. – 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. pp. 211-220.

Szabolcs, I. – Darab, K. – 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. pp. 221-234.

Szabolcs, I. – Darab, K. – Várallyay, Gy. – Mélyvölgyi J. (1976): Az öntözés talajtani lehetőségei és feltételei Magyarországon. 1:25000 térképlap. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest.

S

Szatlóczi, B. (2008): Energia- és víztakarékos öntözőrendszerek, Agrárágazat 2008. 9. évf. 3. sz. pp. 88-90. <http://www.pointernet.pds.hu/ujsagok/agraragazat/2008/03/20080319184838219000000973.html> (2017. 03, 21.)

Szlivka, F. (2002): Vízgazdálkodás gépei, Szent István Egyetem, Gödöllő

Szűcs, I. – Bozán, Cs. – Körösparti, J. – Apáti, F. – Szöllősi, L. – Pálfi, I. (2008): A mezőgazdasági vízhasználatok felmérése, a vízhasználatok költség elemzése II. ütem. Készült az FVM Természeti Erőforrások Főosztályának megbízásából. 157 p.

Takács-Sánta A. (2007): A globális éghajlatváltozás. [http://www.vedegylet.hu/globfeszt2/anyag/%C9ghajlat\\_web.pdf](http://www.vedegylet.hu/globfeszt2/anyag/%C9ghajlat_web.pdf)

Thyssen, I. Detlefsen, N. K. (2006): Online decision support for irrigation for farmers. Agricultural Water Management 86, 269–276.

Trenberth K. E. (2011): Changes in precipitation with climate change. CLIMATE RESEARCH. Vol. 47: 123–138, 2011.

Tóth, Á. (2003a): Az öntözés hatásai, Agrárágazat, 2003. 4. évf. 2. sz. pp. 56-57. <http://www.agraroldal.hu/talaj.html> (2017. 03, 21.)

Tóth, Á. (2003b): Az esőszerű öntözés, Agrárágazat, 2003 4. évf. 3. sz., pp. 62-64. (<http://www.agraroldal.hu/rendszer-12.html>) (2017. 03, 21.)

Tóth, Á. (2006): A XXI. százada öntözőrendszerei, Budapest Vision Master Kiadó

Tóth Á. (2007): A környezetvédelmi előírásokat kielégítő, víz- és energiatakarékos öntözőtelepek paraméterei, UMVP

Tóth, Á. (2011): Öntözési praktikum. Aquarex '96 Kft.

Várallyay, Gy. (1985): Magyarország talajainak vízháztartási és anyagforgalmi típusai. Agrokémia és Talajtan, 34. 267-298.

Várallyay, Gy. (1998): Soil degradation process and their control in Hungary. In: Filep, Gy. (Ed.): „Soil Pollution”. Agric. Univ. Debrecen. 1-19.

Várallyay, Gy. (2001a): A talaj vízgazdálkodása és a környezet. Magyar Tudomány. XLVI (7): 799-815.

Várallyay, Gy. (2001b): Vizes élőhelyek visszaállításának és fenntartásának talajtani alapjai. Készült a CT-028 KöM nyilvántartási számú megbízás alapján, MTA-TAKI, Budapest.

Várallyay, Gy. (2003): A mezőgazdasági vízgazdálkodás talajtani alapjai. Egyetemi jegyzet. FVM Vízgazd. Osztály. Budapest-Gödöllő.

Várallyay, Gy. (2004): A talaj vízgazdálkodásának agroökológiai vonatkozásai. AGRO-21 füzetek 37, 50-70.

Várallyay, Gy. (2004): Talaj az agro-ökoszisztémák alap-eleme. „AGRO-21” Füzetek 2004; 37. szám: 33-49.

- Várallyay, Gy. (2005): Klímaváltozások lehetséges talajtani hatásai a Kisalföldön. AGRO-21 Füzetek. 43. 11-23.
- Várallyay, Gy. (2005): Magyarország talajainak vízraktározó képessége. Agrokémia és Talajtan. 54: 5-24.
- Várallyay, Gy. (2007): A talaj szerepe a csapadék-szélsőségek kedvezőtlen hatásainak mérséklésében. In: Orsz. Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás, Balatonfüred, 2007. okt. 15-17. Tanulmánykötet. 125-135. MTESZ, Székesfehérvár.
- Várallyay, Gy. (2007): A talaj, mint legnagyobb potenciális természetes víztározó. Hidrológiai Közöny 87. 5. 33-36.
- Várallyay, Gy. (2008a): A talaj szerepe a csapadék-szélsőségek kedvezőtlen hatásainak mérséklésében. In: KLÍMA-21 Füzetek, 52: 57-72.
- Várallyay, Gy. (2008b): Talaj-víz kölcsönhatások a klímaváltozás tükrében. In: Talajvédelem különszám (Talajtani Vándorgyűlés, Nyíregyháza, 2008. május 28-29.), 17-32. Talajvédelmi Alapítvány. Bessenyei György Könyvkiadó. Nyíregyháza.
- Várallyay, Gy. (2009): A talaj szerepe az időjárási és vízháztartási szélsőségek káros hatásainak mérséklésében. XXVII. Országos Vándorgyűlés, Baja, 2009. július 1-3.
- Várallyay, Gy. – Farkas, Cs. (2008): A klímaváltozás várható hatásai Magyarország talajaira. In: Klímaváltozás: környezet-kockázat-társadalom. (Szerk.: Harnos Zs., Csete L.), 91-129. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- Várallyay, Gy. – Németh, T. (1999): A környezetkímélő növénytermesztés agrokémiai-talajtani alapjai. In: „Növénytermesztés és Környezetvédelem”. 69-75. MTA Agrártud. Oszt., Budapest.
- Várallyay, Gy. – Szűcs, L. – Murányi, A. – Rajkai, K. – Zilahy, P. (1979): Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100.000 méretarányú térképe I. Agrokémia és Talajtan 28: 363-384.
- Várallyay, Gy. (1989): Soil water problems in Hungary. Agrokémia és Talajtan. 38: 577-595.
- Vermes, L. (1997): Vízgazdálkodás, Budapest, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó
- 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
- Weatherhead, E.K. Knox, J.W. Morris, J. Hess. T.M. Bradley, R.I. 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.

#### Internet

- I1: [www.vizeink.hu](http://www.vizeink.hu)  
 I2: [www.nebih.hu](http://www.nebih.hu)  
 I3: <http://www.ktg.gau.hu/~podma/zona/images/map1.gif>  
 I4: <http://www.mtvsh.hu/>