



Szent István Egyetem

Gazdálkodás és Szervezéstudományok Doktori Iskola

**Magyarország vízgazdálkodásának optimalizációs lehetősége a
vízlábnnyomon keresztül**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Neubauer Éva

Gödöllő
2014

A doktori iskola

megnevezése:

Szent István Egyetem
Gazdálkodás és Szervezéstudományok Doktori Iskola

tudományága:

gazdálkodás- és szervezéstudományok

vezetője:

Prof. Dr. Lehota József
egyetemi tanár, MTA doktora
SZIE, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar,
Közgazdaságtudományi, Jogi és Módszertani Intézet

Témavezető:

Dr. habil. Fogarassy Csaba
egyetemi docens
SZIE, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar,
Regionális Gazdaságtani és Vidékfejlesztési Intézet,
Klímagazdaságtani Elemző és Kutatóközpont

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, KITŰZÖTT CÉLOK.....	5
2. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	9
2.1. Anyag.....	9
2.2. Módszer.....	9
3. EREDMÉNYEK.....	11
3.1. Vízjáradék-együttható.....	11
3.2. Hozzárendelt vízérték	12
3.2.1. Számítások a vízjáradék-együtthatóval.....	13
3.2.2. Mezőgazdasági vízérték Magyarországon	15
3.3. Korrelációs számítás.....	18
3.4. Klaszterelemzés	19
3.3. Pontokba szedett új tudományos eredmények	21
4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK.....	23
5. TÉMÁHOZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK	29

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, KITŰZÖTT CÉLOK

A vízgazdálkodással kapcsolatos feladatok optimalizálása, a hatékony stratégia kidolgozása történelmi korokba nyúlik vissza, mivel az emberiség civilizációs vagy más szóval kulturális központjai valamilyen víztest mellett vetettek gyökeret és fejlődtek emberöltőkön át. A vízgazdálkodással kapcsolatos gazdasági megközelítés mára fokozottan jelentkezik. Az emberiség számának és igényeinek általános növekedése, a fenntarthatóság prioritásának a piaci mechanizmusokban egyre növekvő, de még kis aránya, az időjárás viszonyok globális átalakulása és még sorolhatnám, mind felelős döntéseket kívánnak tőlünk a jelen mellett a jövőre nézve vízügyi tekintetben is. A vízhasználattal kapcsolatban jelentős a külső gazdasági hatások, az externáliák jelenléte a lakossági fogyasztási szokások, az ipari vízkitermelések, valamint a mezőgazdasági öntözés és állattartás tekintetében a használt víz kezelésének vonatkozásában is.

Ez globális jelenség. Azokon a helyeken, ahol a vízkitermelés és -felhasználás marginális költségei – vagyis ott, ahol a legkedvezőtlenebb költségek ellenére még a kitermelés vagy felhasználás mellett döntenek – adott ország politikai határain kívül esnek, külföldről biztosítható gazdaságosabban a fellépő vízigény kielégítése. Ez kényes diplomáciai együttműködésekhez és piaci kapcsolatokhoz vezethet, megjelenítve ezzel a nemzeteken átívelő gazdasági és társadalmi folyamatokat, akár a függőséget is. De országhatárokon belül a térségek közötti kapcsolatokra is igaz lehet ugyanez. A szektorokat tekintve például a mezőgazdasági öntözésben a központi támogatási, adózási és szabályozási rendszer, valamint a piaci ösztönzők is nagy hatást gyakorolnak a vízfogyasztásra és -szennyezésre is. Így a víz vonatkozásában nem lehet eltekinteni a horizontális és vertikális keresztkapcsolatoktól sem. Ez azt jelenti, hogy a vízgazdálkodással kapcsolatos optimalizálások és hatékonyságnövelések további kedvező hatásokat mutathatnak például az energiafelhasználás csökkentésében, a szén-dioxidkibocsátás leszorításában, az ún. *low-carbon* mechanizmusok terjedésében, vagy a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás elősegítésében.

Szükségszerű tehát a víz szemszögéből is tekintve, hogy a gazdasági jövedelmezőség mellett az ökológiai és a társadalmi hasznok is jelentős mértékben megjelenjenek. A vízgazdálkodás és vízhasználat optimalizálása mindenkor szükséges, és ahol az állami módszerek kevésbé hatékonyak, ott a piac által is értelmezhető kereslet által irányított vízkészlet-gazdálkodásnak is teret lehet engedni. Ekkor elfogadható, hogy a rendelkezésre állás és a felhasználhatóság között gazdasági értékek és árak jelentkeznek.

Disszertáció célkitűzései

A vízlábnyomszámítás interpretációja:

Az első célkitűzés összefoglalni a vízlábnyommal kapcsolatos vízerőforrás-optimalizálási lehetőségeket, módszereket, hiányosságokat a kapcsolódó nemzetközi hatások tükrében. A vízlábnyommutató egy viszonylag fiatal index, a holland Hoekstra professzor és kollégái körülbelül 10–15 éve publikálják a mutató kidolgozásával és gyakorlati alkalmazásával kapcsolatos eredményeiket. Célravezető és ajánlatos ezért a vízlábnyom társadalomtudományi, gazdasági oldalról való megközelítése, tisztázása. A vízlábnyombecslés gyakorlati megvalósítása igen adat- és időigényes feladat. Ezeket a tulajdonságokat fokozza az igény, ha a számítás nem csak primer mezőgazdasági termékekre vonatkozik. Ezeknek a becsléseknek a pontosabb és könnyebb elvégezhetősége végett cél a hazai alkalmazhatóság tanulmányozása.

A vízlábnyomeszköz hazai megvilágítása:

A hazai vízgazdálkodásnak és vízügypolitikának sajátos kihívásai vannak a Magyarország területén jelenlévő víz mennyiségének és minőségének térbeli és időbeli elszórtsága miatt. Második célkitűzés, hogy bemutatásra kerüljön az az álláspont, miszerint a hazai jelenségek – termelés, fogyasztás, vállalkozás, bel- és külkereskedelem – vízügyi modellezésével hazánkra szabható a vízlábnyomkutatás.

Ha a további kutatások kiterjednek a hazai felhasználás konkrét lehetőségeinek minél szélesebb körű kritikai bemutatására a vízgazdálkodás mikro- és makrogazdasági szintjén, akkor ez megadja a lehetőségét a vízfelhasználáshoz kapcsolódó környezeti és gazdasági elemeket (valamint ezek által a társadalmi elemeket is) összhangba hozni a vízlábnyommutató segítségével. Olyan döntéstámogató, helyzetfeltáró, erőforrás-optimalizáló és stratégia előkészítő módszer ismertetése a cél, amely a döntéshozók és a piac által is elfogadott termelési-fejlesztési folyamatokat gerjeszthet; vagyis a tudományos eredmények gyakorlatban való alkalmazhatósága megvalósításának előtérbe helyezése.

Disszertáció hipotézisei

H1: A vízlábnyomeredmények alkalmasak a régiókat a vízügyi kereslet megközelítéséből ábrázolni.

H2: A hazai vízlábnyombecslésre alapozva a régiók szintjén kialakítható egy vízértékmérő-rendszer.

H3: A vízértékmérő-rendszer piaci árral korrigálva új funkciót kap, így pillanatnyi képet ad a vízerőforrás-rendelkezésreállítás pénzben kifejezett értékéről, hozzájárulva ezzel a víz valódi értékének megsejtéséhez.

H4: Az eredmények korrelációelemzése és klaszteranalízise kimutatja összefüggéseiket és hozzájárul a hazai helyzetkép mélyebb megismeréséhez.

Vízlábnymószámítással kimutathatók azok a területek, amik vízhasználat-optimalizálásra szorulnak és meghatározhatók ezek okai is. A vízlábnymóeredmények önmagukban nem beszédesek, de segítségükkel az élet társadalmi-gazdasági vetülete 'vízdimenzióból' szemlélve közelíthető meg. Jelen hipotézisek vizsgálata sokatmondó lehet, azonban ennyivel nem szabad megelégedni a téma kutatását illetően. A víz ugyanis olyan különleges, esszenciális és alapvető része és közege életünknek, és az ember által működtetett rendszereknek, folyamatoknak is, hogy rövid és hosszú távon egyaránt törődnünk kell vele.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. Anyag

Disszertációm szakmai megalapozottságához a kutatási területhez illeszkedő, magyar és idegen nyelvű, internetes és nyomtatott forrásokat tanulmányoztam. A célkitűzéseimre és a hipotéziseim vizsgálatára vonatkozó részeket, mint például a víz tulajdonságainak közgazdasági jellemzőit, a víz makrogazdasági megjelenésének főbb sajátosságait valamint a vízlábnyomeszköz és az arról eddig megjelent főbb kutatások eredményeinek vizsgálatát összegeztem, tárgyilagosan értékeltem, azokat eddigi tanulmányaim, ismereteim és értékrendem alapján értelmeztem és a munka céljaként logikailag rendszereztem. Az új eredmények a vízlábnyommódszerre épülve és korábbi, a hazai búzavíz-lábnyommal kapcsolatos kutatásaim szakszerű továbbgondolásaként születtek meg. Ennek kialakítását témavezetőm iránymutatásai mellett Szücs István professzor úrral történt személyes konzultációk és egy Ress Sándorral készített strukturálatlan interjú is segítette. Ahol szükséges volt ott KSH-ból származó statisztikai adatokat használtam.

2.2. Módszer

A disszertációmban kapott eredmények kialakítását a strukturálatlan interjú mellett a vízlábnyomszámításra alapoztam. Az így kapott eredményeket SWOT-elemzésen alapuló rendeltetésvizsgálat, korrelációs számítás és klaszterelemzés segítségével értékeltem és vizsgáltam.

A kutatás során a nem strukturált interjúra azért kerülhetett sor, mert a módszer megengedi, hogy a válaszadó személyes szakmai tapasztalataira hagyatkozzunk a beszélgetés közben, így azok a kérdések kerülhettek részletezésre, amiket a kérdező érzett fontosnak a kutatás tárgya kapcsán. A vízlábnyomszámítás, ami az édesvízkisajátítás komplex, bár csupán a víz oldaláról értékelő módszere, volt a kutatás legfőbb módszertani alapja. Az összes vízlábnyomszámítás a termelési és előállítási folyamatok vízlábnyomaira épül, amik aztán kiegészülnek az egyes lépések feldolgozási vízigényével. A vízlábnyommutató a víz oldaláról széles körű rálátást biztosít az emberi gazdasági tevékenységekre, így újszerű összefüggéseket látat, amiknek hazai elterjesztése is hozzájárulhat a változó igényekhez igazodó méltányos és ésszerű döntések meghozatalához. A módszer rugalmasan alkalmazható a hazai körülményekre és háromféle vízfajta között tesz különbséget. A zöldvíz-lábnyom az esővízre, a kékvíz-lábnyom a felszíni és talajvízre, a szürkevíz-lábnyom pedig a termelés során keletkező szennyezett víz hígításához szükséges édesvízre utal. Mélyebb részletezés igénye esetén a zöld, kék és szürke összetevők további, az első kettő esetén összesen öt, a szürke esetén pedig szennyezőanyag-fajtánkénti kategóriára bonthatók. A módszerhez szükséges adatok általában elérhetők az általános statisztikákból (KSH, FAO, FertiStat, EuroStat s a többi), szükség esetén becsléssel kerülnek bele a számításba.

A szakirodalmi feldolgozásból következő eredményeket SWOT-elemzésen alapuló rendeltetésvizsgálattal hatékonyan foglaltam össze. A vízerőforrással, annak makrogazdasági kérdéseivel és a vízlábnyommutatóval kapcsolatos ismeretek mátrixokba történő kivonatolása fejezte ki a vizsgált tényezők jellemzőit. A vizsgálat tárgyai egytől-egyig összetett jelenségek, így a mátrixok feltöltése szakmai tudásomra alapozottan határozhatta meg a legfontosabb feladatokat az érintett részterületekre nézve.

Új kutatási eredményeimet a változók metrikus jellege végett korrelációs számítással elemeztem, amihez a széles körben elfogadott és az oktatásban legelterjedtebb vezető adatelemző szoftvert, az SPSS-programcsomagot használtam. A metrikus változók megadása után boxplot ábrán vizsgáltam típusonkénti szóródásuk homogenitását a dobozok mérete alapján. A változókkal Pearson-féle korrelációs együtthatókat számítottam kétoldali próbával. Az eredményeket továbbá, klaszterelemzéssel csoportokba rendeztem. Az összevonó hierarchikus módszerek közül Ward-féle eljárást alkalmaztam. Ahol szükséges volt, ott az adatokat standardizálással egyneműsítettem. A klaszterelemzés eredményeit összevonási táblázattal, annak ábrázolásával, jégcsapdiagrammal és dendrogrammal elemeztem. Megállapításaimat klasztercentroidok és szórásnégyzet alapján tettem meg. A klaszterelemzéssel rávilágítottam a vízzel és vízgazdálkodással kapcsolatos makrogazdasági keretek és stratégiák területileg optimalizált kialakításához szükséges adatok és módszerek alkalmazhatóságára. A régiók vízhasználattal, víztermelékenységgel vagy vízhozzáféréssel kapcsolatos versenyeztetése nem volt céлом.

3. EREDMÉNYEK

3.1. Vízjáradék-együttható

Disszertációmban a vízlábnyom becslési rendszerét továbbgondolva kerülhetett kidolgozásra a vízjáradék-együttható (VJE), ami az édesvízerőforrás rendelkezésre állásának lehetőségeként is megfogalmazható. Ennek alapját Magyarországra nézve főként országos búzatermesztési vízlábnyombecsléseim előzték és alapozhatták meg (in: Neubauer, 2010).

A vízlábnyomértékelés során általában elmondható, hogy minél alacsonyabb a vízlábnyomérték annál kedvezőbb adott termék előállításának vízerőforrás-felhasználása. A vízlábnyomalakulások bizonyos régiókban tehát az országos értékhez viszonyítva kedvezőbb értéket vesznek fel, míg más régiókban kedvezőtlenebb eltérést mutatnak. Ezek alapján olyan vízjáradék-együttható következtethető, ami meglévő búzavízlábnyom-számításra alapozva határozható meg, elsősorban regionális szinten. A vízjáradék-együttható az alábbi 1. egyenlet szerint alakul.

$$VJE_i = \frac{100}{WF_{búza,i} \%} \quad (1)$$

ahol:

VJE_i = Búzavízlábnyom-alakuláson alapuló vízjáradék-együttható az i -edik régióban.

$WF_{búza,i}$ = A búzatermesztés vízlábnyomalakulása az i -edik régióban, %.

A VJE régiónkénti értéke nulla és egy közé esik ($0 < VJE_i < 1$), ha a régióban termesztett búzavízlábnyom-érték magasabb, kedvezőtlenebb az országosénál ($WF_{búza,i} > WF_{búza,nemzeti}$). Ha a régiós búzavízlábnyom alacsonyabb, kedvezőbb, mint az országos becslés értéke ($WF_{búza,i} < WF_{búza,nemzeti}$), akkor egy fölötti értéket mutat ($VJE_i > 1$). Minél kisebb a vízjáradék-együttható értéke egy régióban, vagyis minél jobban közelít a nullához, annál kedvezőtlenebb az adott régióban elérhető vízerőforrások értékelése. Más szavakkal, a nagyobb VJE-értékek növelik az adott régióban elérhető vízerőforrások monetáris értékét (1. táblázat).

Mivel a vízjáradék-együtthatók alakulása változó a régiók között, ezért rangsor felállításával eltűnnének a régiók értékei közötti távolságok. Ezt kiküszöbölendő közvetlenül a kapott vízjáradék-együttható-értékekkel lehet tovább dolgozni. Ez tehát azt jelenti, hogy a búzavízlábnyom-alakuláson alapuló vízjáradék-együttható (VJE) az országos átlaghoz képest kedvező értékeket vesz fel a Dél-Dunántúlon, a Nyugat-Dunántúlon, a Közép-Dunántúlon és Észak-Magyarországon (az 1. táblázatban zöld háttérrel). Ezekben a régiókban a VJE tehát összességében csökkenti a vízértéket. Ezzel szemben az országos átlaghoz képest kedvezőtlen értékekkel találkozhatunk a Dél-Alföldön, az Észak-Alföldön és Közép-

Magyarországon (az 1. táblázatban piros háttérrel). Ezekben a régiókban a VJE kedvezőtlenül alakítja majd a vízértéket.

1. táblázat: A búzavízlábnym-alakulásán alapuló vízjáradék-együttható típusonként és régióként, Magyarország = 1

Régió	Vízlábnymalakuláson alapuló vízjáradék-együttható (VJE)			
	VJE _{green}	VJE _{blue}	VJE _{grey}	VJE _{total}
	100	100	100	100
	WF _{green} %	WF _{blue} %	WF _{grey} %	WF _{total} %
Dél-Alföld	1,01	0,76	0,99	0,91
Észak-Alföld	0,88	0,94	0,86	0,89
Dél-Dunántúl	1,04	1,23	1,23	1,14
Nyugat-Dunántúl	1,12	1,39	1,11	1,19
Közép-Dunántúl	1,12	0,96	1,04	1,05
Észak-Magyarország	1,03	1,45	0,93	1,11
Közép-Magyarország	0,76	0,81	0,81	0,79
Magyarország átlagosan	1,00	1,00	1,00	1,00

Megjegyzés:

VJE_{green}, VJE_{blue}, VJE_{grey}: zöld-, kék- és szürkevíz-járadékegyüttható

Forrás: saját számítás

Megkülönböztethetünk a különféle vízfelhasználások szerinti VJE-típusokat. Ezek szerint a talajban raktározódott esővíz, a talajnedvesség (zöldvíz) mezőgazdasági használata VJE_{green}-nel jelölhető. Az öntözővíz (kékvíz) VJE_{blue}-val, míg a szennyezőanyagok hígításához szükséges szürkevíz VJE_{grey}-jel. Fontos, hogy ezek a VJE-típusok nincsenek a teljes együttható értékkel szinkronban, ezért sem arányaikban, sem irányukban nem azonos mértékben változtatják a vízértéket.

3.2. Hozzárendelt vízérték

A KSH (2013/a) adatai szerint a 2012-es évben a vízfogyasztás fogyasztói átlagára 331 Ft/m³ volt. Mivel a visszamenőleges adatokból látható, hogy az évek előre haladtával ez az érték egyre emelkedett, ezért jelen esetben átlagszámítás nélkül ezen az áron mérhetjük a vízdíj m³ árát. Ezzel az értékkel kiegészítve a KSH (2013/b) adatai alapján összeállítható az alábbi, 2. táblázat, ami tulajdonképpen egy technikai segéd tábla a vízértékek kiszámításához az alábbi, 2. egyenlet alapján:

$$\bar{X}_{p,\text{önt},i} = \bar{X}_{\text{önt},i} \cdot \bar{X}_{p,\text{fogy}} \quad (2)$$

ahol:

$\bar{X}_{p,\text{önt},i}$ = Az öntözővíz piaci átlagára az i -edik régió egy hektárára nézve (Ft/ha).

$$\bar{X}_{\text{önt},i} = \text{Az öntözés átlagmennyisége az } i\text{-edik régióban (m}^3\text{/ha).}$$

$$\bar{X}_{p,\text{fogy}} = \text{A vízdíj fogyasztói átlagára (Ft/m}^3\text{).}$$

2. táblázat: Egy hektárra felhasznált öntözővíz mennyiségének régiókénti átlaga (m³/ha) (2004–2012.) a vízfogyasztás átlagos fogyasztói átlagárával kiegészítve (Ft/ha)

Régió	Öntözési átlag (m ³ /ha) (2004–2012.)	Átlagár (Ft/ha)
	$\bar{X}_{\text{önt}}$	$\bar{X}_{p,\text{önt}}$
Közép-Magyarország	1 213	401 613
Közép-Dunántúl	687	227 287
Nyugat-Dunántúl	805	266 308
Dél-Dunántúl	623	206 213
Észak-Magyarország	741	245 234
Észak-Alföld	1 195	395 508
Dél-Alföld	1 133	375 097
Magyarország átlagosan	1 099	363 659

Megjegyzés: A vízdíj átlagára ($\bar{X}_{p,\text{fogy}}$) 331 Ft/m³ áron került meghatározásra.

Forrás: KSH alapján saját számítás

A 2. táblázat középső oszlopa a régiók hektáronkénti öntözési átlagát mutatja a 2004–2012. időszakban. Az oszlop értékeit megszorozva a vízfogyasztás fogyasztói átlagárával (331 Ft/m³) kaphatók meg a harmadik oszlop értékei. Ezeket az adatokat hozzárendelve az adott régióra vonatkozó vízjáradék-együtthatóhoz, korrekciós faktorként kaphatjuk meg a mezőgazdasági termelésre vonatkozó értékmódosító tényezőket. Az országos átlagösszeg hektáronként közel 365 000 forint, ami a VJE-alakulás és -típusok függvényében változik az egyes régiókban.

3.2.1. Számítások a vízjáradék-együtthatóval

A vízerőforrás mezőgazdasági felhasználási irányát alapul véve a vízjáradék-együttható (1. táblázat) és a hozzárendelendő vízérték (1. egyenlet és 2. táblázat) előző pontokban leírt eredményeit összekapcsolva kaphatjuk meg a 3–6. egyenletet és a 3. táblázat értékeiként a vízjáradék-együtthatóval korrigált régiókénti eredményeket, kiegészítve a zöld-, kék- és szürkeegyütthatós értékekkel.

$$VEh_{\text{green},i} = VJE_{\text{green},i} \cdot \bar{X}_{p,\text{önt},i} \quad (3)$$

$$VEh_{\text{blue},i} = VJE_{\text{blue},i} \cdot \bar{X}_{p,\text{önt},i}$$

$$VEh_{grey,i} = VJE_{grey,i} \cdot \bar{X}_{p,\acute{o}nt,i} \quad (4)$$

$$VEh_{total,i} = VJE_{total,i} \cdot \bar{X}_{p,\acute{o}nt,i} \quad (5)$$

$$VEh_{total,i} = VJE_{total,i} \cdot \bar{X}_{p,\acute{o}nt,i} \quad (6)$$

ahol:

$VEh_{green,i}$, $VEh_{blue,i}$, $VEh_{grey,i}$, $VEh_{total,i}$ = A vízjáradék-együttható hozzárendelt zöld, kék, szürke és teljes vízértékei az i -edik régióban (Ft/ha).

$VJE_{green,i}$, $VJE_{blue,i}$, $VJE_{grey,i}$, $VJE_{total,i}$ = Zöld, kék, szürke és teljes vízjáradék-együttható az i -edik régióban.

$\bar{X}_{p,\acute{o}nt,i}$ = Az öntözővíz piaci átlagára az i -edik régió egy hektárára nézve (Ft/ha) (1. egyenlet).

3. táblázat: A vízjáradék-együttható hozzárendelt, korrekciós értékei régióként és típusonként (VEh) (Ft/ha)

Régió	A vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei (Ft/ha) (VEh)			
	VEh _{green}	VEh _{blue}	VEh _{grey}	VEh _{total}
Közép-Magyarország	305 226	325 307	325 307	317 275
Közép-Dunántúl	254 561	218 195	236 378	238 651
Nyugat-Dunántúl	298 265	370 168	295 602	316 906
Dél-Dunántúl	214 462	253 642	253 642	235 083
Észak-Magyarország	252 591	355 590	228 068	272 210
Észak-Alföld	348 047	371 778	340 137	352 002
Dél-Alföld	378 848	285 073	371 346	341 338

Megjegyzés:

VEh_{green}, VEh_{blue}, VEh_{grey}, VEh_{total}: zöld, kék, szürke és teljes vízérték a vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei alapján.

A kapott eredmények kismértékű kerekítési torzulást mutathatnak.

Forrás: 1. táblázat és 3–6. egyenlet alapján saját számítás

A 3. táblázat adatainak alakulása eltér a vízlábnyomértékek regionális alakulásának irányától. Nem ugyanazok a kedvező és kritikus régiók, mint az alapozó számítások eredményei esetén. Ennek oka a vízlábnyomértékek és a vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei között beiktatott értékekben és azok eltérő, régiókénti súlyaiban keresendő, például a hektáronkénti öntözési átlagok eltéréseben.

A fenti táblázatból kiderülnek további VEh-típusokkal kapcsolatos értékek is, amiket fogyasztói átlagárrakkal képeztünk egy hektárra nézve. Ezekből láthatjuk például, hogy a csapadékvíz értéke a Dél-Dunántúlon a legkevesebb és a Dél-Alföldön a legtöbb. Kiderül továbbá, hogy a Közép-Dunántúlon fogyasztói átlagárral mérve az öntözővíz értéke igen kedvező a többi régióhoz és értékhez viszonyítva, 218 195 Ft/ha. A következő kedvező érték ebben a típusban körülbelül 35 000 Ft/ha-ral drágább értékű, a legdrágább pedig a Nyugat-Dunántúlon és az Észak-Alföldön az öntözővíz VEh-értéke (370 168 és 371 778 Ft/ha). Az is jól látható a táblázatból, hogy a szennyezőanyag hígításhoz szükséges víz, ami tulajdonképpen egy közvetett vízigény, Észak-Magyarországon a legalacsonyabb és Dél-Alföldön a legmagasabb. A 3. táblázatban ezek a színessel jelölt értékek.

A régiószintű számításokhoz a vízlábnyomon alapuló teljes képlet a következőképpen alakul (7. egyenlet):

$$VEh_i = \left(\frac{100}{WF_{búza,i} \%} \right) \cdot (\bar{X}_{önt,i} \cdot \bar{X}_{p,fogy}) \quad (7)$$

ahol:

- VEh_i = A vízjáradék-együttható hozzárendelt értéke az i -edik régióban (Ft/ha).
 $WF_{búza,i}$ = A búzatermesztés vízlábnyomalakulása az i -edik régióban, %.
 $\bar{X}_{önt,i}$ = Az öntözés átlagmennyisége az i -edik régióban (m^3/ha).
 $\bar{X}_{p,fogy}$ = A vízdíj fogyasztói átlagára (Ft/ m^3).

3.2.2. Mezőgazdasági vízérték Magyarországon

A módszertan jellegéből adódóan nem lehet az össznemzeti vízerőforrást a regionális értékek összegeként megadni. A magyarországi vízérték ezért a következőképp alakul (4. táblázat és 8–10. egyenlet):

4. táblázat: Vízlábnyomértékre alapozott és mezőgazdasági célra felhasznált vízérték-számítás és típusai, Magyarország

Vízlábnyom típusa	Vízlábnyom-értékek (m ³ /t)	Vízlábnyom-értékek alakulása (%) (WF _{total} =100%)	Vízlábnyom-alakuláson alapuló vízjáradék-együttható (VJE) (100/WF%)	A vízfogyasztás piaci átlagárán alapuló mezőgazdasági célra felhasznált víz értéke egy hektárára nézve (Ft/ha) (VEh)	Hozzárendelt vízérték típusa
WF_{green}	593	47	0,47	170 920	VEh_{green}
WF_{blue}	407	32	0,32	116 371	VEh_{blue}
WF_{grey}	268	21	0,21	76 368	VEh_{grey}
WF_{total}	1 268	100	1	363 659	VEh_{total}

Forrás: Neubauer, 2010, p. 43. alapján saját számítás

A 4. táblázat adataival kalkulálva teljes értéként meghatározásra kerülhet Magyarországon az egy hektárra jutó mezőgazdasági célra felhasznált víz értéke, annak zöld, kék és szürke összetevőjével együtt. Országos átlagban elmondható, hogy legnagyobb értéke az esővíznek van, 170 920 Ft egy mezőgazdaságilag megművelhető hektárra nézve. Ez a teljes VEh-érték csaknem fele. A következő az öntözővíz, ami közel egyharmada a teljes értéknek. Legkisebb részt pedig a szennyezett víz hígításához szükséges víz értéke képvisel 21%-kal. A 4. táblázat értékei képletekben a következők (8–10. egyenlet):

$$VEh_{total,Mo} = VEh_{green,Mo} + VEh_{blue,Mo} + VEh_{grey,Mo} \quad (8)$$

ahol:

- VEh_{total,Mo} = A VJE hozzárendelt vízértéke, Magyarország (Ft/ha).
- VEh_{green,Mo} = A VJE hozzárendelt zöldvíz-értéke, Magyarország (Ft/ha).
- VEh_{blue,Mo} = A VJE hozzárendelt kékvíz-értéke, Magyarország (Ft/ha).
- VEh_{grey,Mo} = A VJE hozzárendelt szürkevíz-értéke, Magyarország (Ft/ha).

Másképpen:

$$VEh_{Mo} = \bar{X}_{p,Mo,Wfgreen} + \bar{X}_{p,Mo,Wfblue} + \bar{X}_{p,Mo,Wfgrey} \quad (9)$$

ahol:

- VEh_{Mo} = VJE alapján hozzárendelt vízérték Magyarországon (Ft/ha).
- $\bar{X}_{p,Mo,Wfgreen}$ = A vízfogyasztás hazai piaci átlagárán alapuló mezőgazdasági célra felhasznált zöldvíz ára egy hektárára nézve (Ft/ha).
- $\bar{X}_{p,Mo,Wfblue}$ = A vízfogyasztás hazai piaci átlagárán alapuló mezőgazdasági célra felhasznált kékvíz ára egy hektárára nézve (Ft/ha).

$\bar{X}_{p,Mo,Wfgrey}$ = A vízfogyasztás hazai piaci átlagárán alapuló mezőgazdasági célra felhasznált szürkevíz ára egy hektárára nézve (Ft/ha).

Megint másként:

$$VEh_{Mo} = \left[\left(\frac{WF_{green}}{WF_{teljes}} \right) \cdot \left(\frac{\bar{X}_{önt}}{\bar{X}_{p,fogy}} \right) \right] + \left[\left(\frac{WF_{blue}}{WF_{teljes}} \right) \cdot \left(\frac{\bar{X}_{önt}}{\bar{X}_{p,fogy}} \right) \right] + \left[\left(\frac{WF_{grey}}{WF_{teljes}} \right) \cdot \left(\frac{\bar{X}_{önt}}{\bar{X}_{p,fogy}} \right) \right] \quad (10)$$

ahol:

- VEh_{Mo} = VJE alapján hozzárendelt vízérték Magyarországon (Ft/ha).
- $WF_{green}, WF_{blue}, WF_{grey}$ = Hazánk zöld-, kék- és szürkevíz-lábnyoma (m^3/t).
- WF_{teljes} = Magyarország vízlábnyoma, esetünkben a búzára számolva (m^3/t).
- $\bar{X}_{önt}$ = Az országos öntözés átlagmennyisége (m^3/ha).
- $\bar{X}_{p,fogy}$ = A vízdíj fogyasztói átlagára (Ft/ m^3).

2012-es KSH (2013/c) adatok alapján hazánk mezőgazdasági területe 5 338 000 hektár. Ezzel az adattal kiegészítve az országos, aggregált VEh értékeket a következő becslést kapjuk (11. egyenlet és 5. táblázat):

$$AVEh = VEh \cdot T_{mg} \quad (11)$$

ahol:

- $AVEh$ = VJE alapján hozzárendelt vízérték aggregátuma Magyarországon (Ft).
- VEh = VJE alapján hozzárendelt vízérték Magyarországon (Ft/ha).
- T_{mg} = Mezőgazdasági terület nagysága (ha).

5. táblázat: A vízfogyasztás piaci átlagárán alapuló mezőgazdasági célra felhasznált víz értéke Magyarország egészére nézve

Hozzárendelt vízérték típusa	Vízlábnyom-alakuláson alapuló vízjáradék-együttható (VJE) (100/WF%)	A vízfogyasztás piaci átlagárán alapuló mezőgazdasági célra felhasznált víz értéke egy hektárára nézve (Ft/ha) (VEh)	VJE alapján hozzárendelt vízérték aggregátuma Magyarországon (Ft) (AVEh).
VEh_{green}	0,47	170 920	912 369 518 740
VEh_{blue}	0,32	116 371	621 187 757 440
VEh_{grey}	0,21	76 368	407 654 465 820
VEhtotal	1	363 659	1 941 211 742 000

Forrás: KSH és 4. táblázat alapján saját számítás

A fenti táblázat végeredményeiből leolvashatók a vízlábnyomszámításokon alapuló, vízjáradék-együtthető hozzárendelt értékeivel korrigált vízértékek Magyarország egészére nézve a mezőgazdasági vízfelhasználás alapján. E szerint az esővíz (zöldvíz) értéke megközelíti a 912,5 milliárd forintot. Az öntözővíz (kékvíz) értéke meghaladja a 621,18 milliárd forintot, a szennyezőanyag hígításához szükséges víz (szürkevíz) értéke pedig a 407,65 milliárd forintot. Ez alapján a becslés alapján a hazai aggregált vízérték meghaladja az 1 941,211 milliárd forintot.

3.3. Korrelációs számítás

Ennek a módszernek a segítségével kerestem választ arra, hogy a búza vízlábnyoma ($WF_{búza}$), a vízjáradék-együtthető (VJE) és a vízjáradék-együtthető hozzárendelt értéke (VEh) típusonkénti változói között van-e összefüggés a regionális adatokat vizsgálva. Ha igen, akkor a kapcsolat milyen jellegű?

A vizsgálatok során nem zártam ki a kiugró értékeket, mert a teljes sokasággal, vagyis Magyarország összes statisztikai régiójával számoltam az adatokat, nem csak egy bizonyos módon merített mintával próbáltam leképezni az egészet. A vonatkozó boxplot ábrák dobozméreteik alapján rámutatnak az egyes változók homogenitására. A búzatermesztés kékvíz-lábnyoma ($WF_{búza,kék}$) és a kékvízjáradék-együtthető ($VJE_{kék}$) regionális értékei a többi értékhez képest kisebb mértékű egyneműséget mutatnak, míg a vízjáradék-együtthető hozzárendelt értékei (VEh) mindhárom típus esetén heterogének.

A korrelációvizsgálat eredménye szerint a búza vízlábnyoma ($WF_{búza}$), a vízjáradék-együtthető (VJE) és a vízjáradék-együtthető hozzárendelt értékei (VEh) típusai négy esetet leszámítva 'külön alakulnak'. Négy szignifikáns sztochasztikus kapcsolat áll fenn, amikor is a tényezők átlagos értéke között van határozott kapcsolat, de függvényyszerű kapcsolatuk vagy annak hiánya nem bizonyított:

1. A kapcsolat 0,01 kétoldali szignifikanciaszint mellett erős pozitív a zöld- és a szürkevízjáradék-együtthető hozzárendelt értékei ($VEh_{zöld}$ és $VEh_{szürke}$) között ($r = 0,922$, $sig. = 0,003$).
2. A kapcsolat 0,01–0,05 kétoldali szignifikanciaszint között erős pozitív a búzatermesztés zöld- és szürkevíz-lábnyoma ($WF_{búza,zöld}$ és $WF_{búza,szürke}$) között ($r = 0,823$, $sig. = 0,023$).
3. A kapcsolat 0,01–0,05 kétoldali szignifikanciaszint között erős pozitív a kékvízjáradék-együtthető ($VJE_{kék}$) és a búzatermesztés szürkevíz-lábnyoma ($WF_{búza,szürke}$) között ($r = 0,778$, $sig. = 0,039$).
4. A kapcsolat 0,01–0,05 kétoldali szignifikanciaszint között erős pozitív a zöld- és szürkevízjáradék-együtthető ($VJE_{szürke}$ és $VJE_{zöld}$) között ($r = 0,762$, $sig. = 0,047$).

A magas korrelációs értékek valószínűleg az alacsony megfigyelési egységszám miatt nem utalhatnak jelentős szignifikanciára azokban az esetekben, ahol ez nagyobb elemszám mellett érvényesülhetne.

3.4. Klaszterelemzés

A búza vízlábnyoma ($WF_{búza}$), a vízjáradék-együttható (VJE) és a vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei (VEh) klaszterelemzése során az általános eljárásban megszokott első lépéstől, amikor az eredményt torzító értékek kizárása a feladat eltekintetem, mivel a megfigyelési egységek a teljes sokaságot képezik. A klaszterelemzéshez minden esetben *Ward módszert* alkalmaztam. A klaszterek elemzésekor csupán az összevonási eljárásban használt változókat vettem figyelembe.

Régiókra vonatkozó búzavízlábnyom-típusonkénti klaszterelemzés

Búzavíz-lábnyom adatokkal számolva a hét régió között két vagy három klasztert különböztethettem meg. Mivel a háromklaszteres megoldás esetén a klaszterekben a változók köré homogénebb csoportokat lehet létrehozni, ezért ezt a megoldást választottam. A számított adatok alapján az első klaszter régiói átlagos vagy ahhoz közeli vízlábnyomúak, a második klaszterei alacsony vagy ahhoz közeli vízlábnyomúak, a harmadikéi pedig magas vízlábnyomúak.

A régiók tehát:

1. klaszter – Öntözővízigényes régiók: Dél-Alföld, Közép-Dunántúl;
2. klaszter – Kis vízigényű régiók: Dél-Dunántúl, Észak-Magyarország, Nyugat-Dunántúl;
3. klaszter – Vízigényes régiók: Észak-Alföld, Közép-Magyarország.

Régiókra vonatkozó vízjáradékegyüttható-típusonkénti klaszterelemzés

Vízjáradék-együttható értékekre nézve megállapítható, hogy itt is két vagy három klaszterbe sorolhatjuk a régiókat. Mivel a kétklaszteres megoldás esetén a klaszterekben a változók homogénebb csoportokat alkotnak, ezért ezt a megoldást választottam. A számított adatok alapján az első klaszter régiói alacsony, a másodikéi pedig magas vízjáradék-együtthatójúak.

A régiók:

1. klaszter – Vízértéket csökkentő régiók: Dél-Alföld, Dél-Dunántúl, Közép-Dunántúl, Nyugat-Dunántúl,
2. klaszter – Vízértéket növelő régiók: Észak-Alföld, Észak-Magyarország, Közép-Magyarország.

Régiókra vonatkozó vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei típusonkénti klaszterelemzés

A vízjáradék-együttható hozzárendelt értékeikre nézve megállapítható, hogy itt ismételtén két vagy három klaszterbe sorolhatjuk a régiókat. A két megoldás között csupán egy lényeges eltérés a Közép-Dunántúl külön klaszterként kezelése, ami a kétklaszteres megoldás esetén a második klaszter kék összetevője miatti heterogenitását okozza. Ennek ellenére, mivel nem javasolt egyetlen régiót külön klaszterként kezelni, a kétklaszteres megoldást választottam. A számítások alapján az első klaszter régiói magas, a másodikéi pedig alacsony hozzárendelt értékűek.

A régiók:

1. klaszter – Magasabb vízértékű régiók: Dél-Alföld, Észak-Alföld, Közép-Magyarország, Nyugat-Dunántúl,
2. klaszter – Alacsonyabb vízértékű régiók: Dél-Dunántúl, Észak-Magyarország, Közép-Dunántúl.

Régiókra vonatkozó összesített, típusonkénti klaszterelemzés

Az összesített klaszterelemzéshez a különféle változókat standardizálással egyneműsítettem. Az így kapott értékekkel számolva elmondható, hogy a régiók kettő, három vagy négy klaszterbe sorolhatók. A három eset közül a négyklaszteres megoldást heterogenitása miatt elvettem. A két- és háromklaszteres eset közül pedig a kétklaszteres esetet választottam, mivel a homogenitást mindkét esetben azonos változók bontották meg, de a háromklaszteres megoldás esetén egytagú klaszter is keletkezett.

Az első klaszterben az alacsony zöldvíz-lábnyom értéktől eltekintve minden változó értéke átlagoshoz közelít, míg a második klaszter esetén a vízjáradék-együttható típusonkénti értékei változékonyak, a kékvízjáradék-együttható hozzárendelt értéke pedig alacsony. Ezt tehát azt jelenti, hogy a búzatermesztéséhez elfogyasztott esővíz mennyisége, minden egyéb változó átlagossága mellett, az átlagosnál alacsonyabb az első klaszterben szereplő régiók esetében. A második klaszterben pedig a vízjáradék-együttható-értékek változékonysága és az öntözővíz alacsony monetáris értéke jellemző a többi változó átlagossága mellett.

A régiók:

1. klaszter – Alacsony zöldvíz-lábnyomú, átlagos régiók: Dél-Alföld, Dél-Dunántúl, Észak-Magyarország, Közép-Dunántúl, Nyugat-Dunántúl,
2. klaszter – Változó vízjáradék-együtthatójú és alacsony öntözővízértékű régiók: Észak-Alföld, Közép-Magyarország.

3.3. Pontokba szedett új tudományos eredmények

1. Hazai búzavízlábnym-számításra alapozottan kidolgoztam a vízjáradék-együttható (VJE) alábbi képletét, ami a régiónkénti bontás mellett típusonkénti eredményeket is mutat.

$$VJE_i = \frac{100}{WF_{búza,i} \%}$$

ahol:

VJE_i = Búzavízlábnym-alakuláson alapuló vízjáradék-együttható az i -edik régióban.

$WF_{búza,i}$ = A búzatermesztés vízlábnymalakulása az i -edik régióban, %.

Ez az index az édesvíz rendelkezésre állásának mutatójaként értelmezhető. Eredményei hozzájárulnak az esővíz, az öntözővíz és a szennyezőanyag hígításához szükséges édesvíz (zöld-, kék- és szürkevíz) értékeléséhez nem csak Magyarország egészére nézve, hanem a statisztikai régiók szintjén is. Minél kisebb a vízjáradék-együttható értéke, vagyis minél jobban közelít a nullához, annál kedvezőtlenebb az adott régióban elérhető vízerőforrások értékelése.

2. A VJE kiegészíthető bizonyos társtényezőkkal. A VJE-t monetáris értékkel kiegészítve kialakítottam egy vízerőforrás-értékelési módszert. Az így kapott eredmények vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei (VEh) néven képesek megmutatni regionális és típusonkénti bontásban is az egy hektár mezőgazdaságilag művelhető földterületre nézett vízértéket. Ezek az értékek függnak adott VJE-től, a mezőgazdaságilag megművelhető területektől, a hektáronkénti öntözési átlagtól és a víz piaci árától.

$$VEh_i = VJE_i \cdot \bar{X}_{p,\text{önt}}$$

ahol:

VEh_i = A vízjáradék-együttható hozzárendelt vízértékei az i -edik régióban (Ft/ha).

VJE_i = Vízjáradék-együttható az i -edik régióban.

$\bar{X}_{p,\text{önt},i}$ = Az öntözővíz piaci átlagára az i -edik régió egy hektárára nézve (Ft/ha).

3. Új, saját módszereimmel végzett becslési végeredményeimet kutatóelemzési módszerekkel vizsgáltam. Korrelációvizsgálattal rávilágítottam arra, hogy a búza vízlábnyma ($WF_{búza}$), a vízjáradék-együttható (VJE) és a vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei (VEh) típusai négy esetet leszámítva 'külön alakulnak', tehát négy szignifikáns sztochasztikus kapcsolat áll fenn:

- a zöld- és a szürkevízjáradék-együttható hozzárendelt értékei között ($VEh_{zöld}$ és $VEh_{szürke}$);
 - a búzatermesztés zöld- és szürkevíz-lábnyoma között ($WF_{búza,zöld}$ és $WF_{búza,szürke}$);
 - a kékvízjáradék-együttható és a búzatermesztés szürkevíz-lábnyoma között ($VJE_{kék}$ és $WF_{búza,szürke}$);
 - a zöld- és szürkevízjáradék-együttható között ($VJE_{szürke}$ és $VJE_{zöld}$).
4. Becslési végeredményeimmel klaszterelemzést is végeztem. A búza vízlábnyoma ($WF_{búza}$), a vízjáradék-együttható (VJE), a vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei (VEh) és a becslések összesített típusonkénti elemzésének eredményeként egy három- és három kétklaszteres összevonást állapítottam meg:
- A búza vízlábnyoma ($WF_{búza}$) klaszterelemzésének eredménye:
 1. klaszter – Öntözővízigényes régiók: Dél-Alföld, Közép-Dunántúl;
 2. klaszter – Kis vízigényű régiók: Dél-Dunántúl, Észak-Magyarország, Nyugat-Dunántúl;
 3. klaszter – Vízigényes régiók: Észak-Alföld, Közép-Magyarország.
 - A vízjáradék-együttható (VJE) klaszterelemzésének eredménye:
 1. klaszter – Vízértéket csökkentő régiók: Dél-Alföld, Dél-Dunántúl, Közép-Dunántúl, Nyugat-Dunántúl;
 2. klaszter – Vízértéket növelő régiók: Észak-Alföld, Észak-Magyarország, Közép-Magyarország.
 - A vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei (VEh) klaszterelemzésének eredménye:
 1. klaszter – Magasabb vízértékű régiók: Dél-Alföld, Észak-Alföld, Közép-Magyarország, Nyugat-Dunántúl;
 2. klaszter – Alacsonyabb vízértékű régiók: Dél-Dunántúl, Észak-Magyarország, Közép-Dunántúl.
 - Az összesített klaszterelemzés eredménye:
 1. klaszter – Alacsony zöldvíz-lábnyomú, átlagos régiók: Dél-Alföld, Dél-Dunántúl, Észak-Magyarország, Közép-Dunántúl, Nyugat-Dunántúl;
 2. klaszter – Változó vízjáradék-együtthatójú és alacsony öntözővízértékű régiók: Észak-Alföld, Közép-Magyarország

4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Véleményem szerint a víztakarékosság vagy a marginális lelőhelyek okán országhatárainkon kívülre helyezett gazdasági tevékenységeinket a feltétlenül szükséges értékre kell csökkenteni a hazai vízhasználat optimalizálásával. Továbbá, az ország területén megtalálható nagyobb folyók mozgási energiájának kimeríthetetlenlensége erőforrásként bizonyos fenntartható lehetőségeket biztosít. Ezeket a természeti értékek jelentős figyelembevételével a társadalmi igényeket kielégítő és a valóság viszonyaival számot vető, társadalmi, gazdasági és környezeti szélsőségektől mentes beruházásokkal kell kiaknázni. A víz és infrastruktúrája nem lehet spekuláció tárgya. Bár a vízerőforrások használata gazdasági javakként értékelve könnyebben optimalizálható azon döntéshozók számára, akik monetáris gondolkodáshoz ragaszkodnak. E mellett azonban olyan gazdasági rendszer gyakorlatba emelésén kell dolgozni, ami természeti, társadalmi és gazdasági szempontból egyaránt fenntartható és méltányos. Ehhez a vízügy területén is a tudományágak összefogása révén valósulhat meg a szereplők hatékony együttműködése. Úgy gondolom, ennek egyik feltétele, hogy a szereplők háttérintézményei biztosítsák vízügyi munkacsoportok létrehozását a különféle, például mezőgazdasági, élelmiszerbiztonsági vagy jólléttel kapcsolatos problémák és célok megvitatására, stratégiák és operatív programok kidolgozására. Az eredmények közzlése aztán történhet konferenciákon, szemináriumokon, valamint az érintettek még szélesebb köre számára webináriumokon és szabadegyetemen. Ennek célja, hogy tudatosabbá váljon a hidroszolidaritás. Egyetértek azzal, hogy a megoldások leghatékonyabban csak a tiszta intézményi rendszereken keresztül valósulhatnak meg. Ezekon felül a hazai vízstratégiák kialakításába és a döntések meghozatalába a 2008–2009-es gazdasági és élelmiszerár-válság tanulságait be kell építeni. Saját biztonsági hálónkat újra kell gondolni és hatékonyabbá kell szervezni nemzeti és regionális szinten, helyi szinten pedig az adott sajátosságoknak megfelelő közösségi terveket kell kidolgozni az emberek védelmében. Az élelmiszerbiztonság vízügyi kérdésekkel szervesen összefügg. A mezőgazdasági beruházások növelése környezeti szempontból fenntartható termelékenység-növekedést és termelésbővítést idéz elő, amivel egyidejűleg lehet fokozni a mezőgazdaság hozzájárulását a gazdasági növekedéshez és a szegénység enyhítéséhez. A mezőgazdasági beruházások azonban nagyléptékű beruházások, így megvalósulásukhoz úgy gondolom, vagy támogató tőkés rétegre, vagy tisztességes hitelezési rendszerre vagy pedig a szereplők alulról eredő összefogására van szükség. Véleményem szerint az alulról eredő összefogás nagyobb eséllyel zárna ki a jólléttet csökkentő viszonyok kialakulását. Ehhez itthon is szükséges a kormányfeladatok tisztázása, megnevezése és a felelősségre vonhatóság bevonása. Ezek célja a nem-termelékeny politikai válaszok elkerülése, a piacok teljes átláthatósága, valamint a biztonsági hálók létesítése. Szükség van továbbá a belső hazai piacok támogatására, a fenntartható és hatékony mezőgazdaság megteremtésére, az átlátható élelmiszerkereskedelmi rendszer kiépítésére, az élelmiszertartalékok létrehozására és a helyi földeken a helyi

élelmiszerek termesztésének támogatására. Ezekhez nézetem szerint helyi összefogásokkal és a gyakorlati megvalósítás példáival átformálhatók az ellehetetlenítő vagy nem-termelékeny központi intézkedések.

A hazai vízlábnyomszámítások betekintést nyújthatnak édesvíz-kisajátításunk mértékébe. Ennek érdekében úgy gondolom, Magyarországra szabott számítási útmutató kidolgozása lényegi feladat, hogy megkönnyítse és egységesítse a számítást módszertani kérdések felbukkanása esetén. Ennek célja a nemzetközi útmutatóval párhuzamosan egy intelligens vízlábnyomadatbázis létrehozása, az egyszerűsítések szabályszerűsítése, az időbeli alakulások figyelembevételének egységesítése, a részletező számítások mélységének egységesítése, szennyezőanyag-telítettségi iránymutatások kialakítása a különféle szennyezőkre, bizonyos környezeti értékek számszerűsítése és a tájékoztatás növelése kifejezetten hazánkra kidolgozottan. A hazai nagyvállalatok és oktatási-kutatási intézmények Vízlábnyomhálózatba való belépése véleményem szerint, üdvözlendő volna ismereteik bővítése és a hálózat munkacsoportjaiba való bekapcsolódással határokon túlnyúló kapcsolatok kialakítása okán. Számos fejlesztési feladat van jelen a vízlábnyomelméletben, például a lábnyommódszerek vagy más környezeti hatásvizsgálati módszerekkel való összekapcsolása. A nemzetközi kapcsolatok, mivel a felszíni és felszín alatti vízfolyások használatára vonatkozó döntések sok esetben túlmutatnak az országhatárokon, hatékonyabb döntési eredményeket hozhatnak. Hivatkozásként bizonyos termelők teljesítménye alapján vízlábnyom-referenciaalapokat hazánk esetében is ki lehetne dolgozni meghatározott termékekre, ezeket azonban úgy gondolom, kvótakereskedelemre nem célszerű alkalmazni a vízlábnyom hiányosságaiból fakadóan. A hazai vízlábnyomszámításoknak adatok szolgáltatásán túl fenntarthatósági értékeléseket és pontos válaszokat is kell adniuk annak érdekében, hogy a vízlábnyom hatékony eleme lehessen a vízügyi döntések meghozatalának. Emellett a vízlábnyommutató hazai eredményeit is a helyén kell kezelni, kizárólag ez alapján döntéseket hozni kifejezetten veszélyes lehet, ugyanis szoros kapcsolatban van például az egy főre vetített bruttó nemzeti jövedelemmel (GNI), a fogyasztási szokásokkal, az éghajlattal, különösen a párolgási igénnyel és a mezőgazdasági gyakorlattal. Úgy vélem, a KSH gondozásában feltöltendő vízszámlák kiegészítéseként a vízlábnyomszámítások beépülhetnek a nemzeti kimutatásokba, így megjelenhetnek a hazai statisztikákban is, amik nyílt hozzáférést biztosítanak az érdeklődők számára. Bizonyos vállalatok esetében pedig a fenntarthatósági vizsgálatok eleme lehet. El kell végezni továbbá a megfelelő számításokat annak érdekében, hogy kiderüljön van-e felelőssége import–export szokásaink és politikánk révén függőségi viszonyok kialakulásában. Ha van, akkor el kell döntenet, hogy ezzel mihez kezdünk a továbbiakban, mivel kényes diplomáciai kérdésekhez is vezethetnek. Így, tehát véleményem szerint a hazai export–import szokások átvilágítására van szükség, úgy, hogy az tükrözze azokat a virtuális vízáramlásokat, amik indokolatlanul teszik hazánkat vagy másokat hazánktól függővé. A fogyasztói szokásokból származó, indokolatlan vízlábnyomokat az ismeretek bővítésével és

tájékoztatással lehet formálni. Kívánatos tehát, hogy a vízfogyasztók alacsonyabb vízérzékenységi ingerküszöböt alakítsanak ki. Úgy gondolom, ehhez hazánk is részt kell vennie a fenntartható vízhasználattal kapcsolatos nemzetközileg kötelező érvényű egyezmények, egy méltányos nemzetközi vízarázási protokoll és egy nemzetközi vízlábnym-engedélyezési rendszer létrehozásakor. Részt kell továbbá vennie a hazai szakértőknek ezek kialakításában, annak érdekében, hogy az érintettek érdekei úgy érvényesülhessenek, hogy azok ne egymás kárára valósulhassanak meg. Ehhez saját adatbázisunkból kell megvizsgálnunk a termékek kereskedelmével kapcsolatos típusonkénti virtuális vízmegtakarításainkat és ésszerű szintre kell hozni azokat, úgy hogy indokolatlan megnövelésük más népek kárára ne váljon. Azt is felül kell vizsgálni, hogy van-e olyan nép, amelyik indokolatlanul szervezi ki hazánkba vízlábnymát vagy annak valamelyik típusát. Ha ez felmerül, meg kell vizsgálni ennek okait és intézkedéseket kell tenni az igazságtalanságok kezelésére. El kell döntenünk és időről-időre felül kell vizsgálnunk azt is, hogy virtuális vízmegtakarítások kapcsán a helyi, a regionális, a nemzeti vagy a globális léptéket tekintjük irányadónak, mivel mindegyiknek más-más hatása van a nemzeti vízerőforrásra nézve. Úgy vélem, hazánkra nézve is két szinten kell vizsgálnunk a víztermelékenységet. Az egyik nemzeti szint, ahol felmerülhet a regionális és helyi víztermelékenység-növelés igénye. A másik nemzetközi szint, ahol felmerülhet az összhazai víztermelékenység-növelés igénye. Az igényeket ki kell vizsgálni, és ha valóban indokoltak, akkor lépéseket kell tenni elérésük érdekében. Ha indokolatlanok, akkor főleg nemzetközi szinten meg kell védenünk magunkat az ártó beavatkozási igényektől. Mindkét mód rendszeres felülvizsgálatot igényel. A vízlábnymódszer alkalmazása véleményem szerint is helyén kezelendő. A vízlábnymmutató alkalmazását minden lehetséges szempontból ki kell használni, de eredményeit és módszerét tovább kell gondolni a fejlődés érdekében és összhangba kell hozni a társadalmi, gazdasági és természeti környezetben lévő többi tényezővel.

A jelen disszertációban kidolgozott és alkalmazott módszer a kutatási évek során korábbi számítási eredményeimre épült. A már meglévő hazai vízlábnymszámítások aktualizálása úgy gondolom, lehetőségként adott és további összehasonlítási alkalmakat teremt, amik eredményeiből újabb következtetésekkel kerülhetünk közelebb a hazai vízhasználat optimalizálásához. A vízlábnym további módszerek kidolgozására is lehetőséget ad. Annak érdekében, hogy ezek pontos alapokon állhassanak, hozzá kell járulni a vízlábnymódszer mielőbbi tisztázásához és növelni kell a hazai vízlábnymkutatások mennyiségét. Úgy vélem, hogy a vízjáradék-együtthatóval (VJE) kapcsolatos módszer kritikai elemzése szükséges, hogy minél hatékonyabb mutató kerülhessen általa használatba. Ha vannak, akkor hibáit ki kell javítani. A vízjáradék-együttható hozzárendelt értékkel (VEh) lehetőséget ad, hogy például bizonyos részei referenciaértékként tájékoztassák a döntéshozókat a vízerőforrás mezőgazdasági felhasználásának értékéről. Erre azonban nem megfelelő kvótakereskedelmet alapozni véleményem szerint, felelőtlen döntés lehet. Kiegészítő információkkal

szolgál a régiókéntin túl zöld, kék és szürke típusonkénti bontásban is vizsgálni a vízjáradék-együttható hozzárendelt értékeit (VEh) és alakulásuk okait vagy bizonyos változókhoz kapcsolódó viszonyuk nagyságát és irányát, mint például gazdasági mutatók, népsűrűség, időtényezők, demográfiai adatok vagy alapanyagárok. Úgy gondolom továbbá, hogy a vízjáradék-együttható hozzárendelt értékeinek (VEh) egyéb vizsgálata is szükséges bizonyos társtényezők bevonásával, mint például a népsűrűség, a bevételek, a beruházások vagy valamilyen időtényező. Valamint a vízjáradék-együttható (VJE) más természetierőforrás-értékelési módszerekkel összekapcsolva korrekciós társtényezőként használható például a termőföldértékelésben.

A vízlábnym, a vízjáradék-együttható (VJE) és a vízjáradék-együttható hozzárendelt értékeinek (VEh) egymás közötti korrelációs kapcsolatainak vizsgálata még sok lehetőséget nyújt további kutatások elvégzésére. Ehhez véleményem szerint szükség van minél több külső változó bevonására például a csapadék, a napsütéses órák száma, az egy főre eső jövedelem, az egy főre eső mezőgazdaságilag művelhető terület, a népsűrűség, a lakosok korösszetétele, az alkalmazott öntözéstechnológia vagy más tényezők kapcsán. A regionális szintű korrelációs számításnál és klaszterelemzésnél a túl kevés elemszám miatt szinte magától adódónak tűnik más, mondjuk megyei vagy kistérségi szinten vizsgálni akár országhatárainkon túlnyúlóan is. Ennek feltétele azonban az egységes vízlábnym számítások elkészítése, az adatbázis megléte. Itt azonban látni kell, hogy a víz természeti erőforráskénti tulajdonságai nem az adminisztrációs határokhöz kötöttek, így felhasználásukkor, illetve felhasználásuk vizsgálatkor is figyelembe kell venni ezt mint eredménymódosító tényezőt. A klaszterek további elemzése az összevonási eljárásán kívüli változók bővítésével és megbízhatósági vizsgálatokkal egyéb, hazai viszonylatban egyedülálló összefüggésekre is fényt deríthet csakúgy, mint a korrelációelemzés esetén. Úgy gondolom, hogy a vízlábnymmal kapcsolatos értékek különféle szegmentálása egyszerűsítheti a vízhatékonyság-növelést célzó keretrendszerek kidolgozását és a terület adottságaihoz illesztett alkalmazását, a számítások harmonizálása esetén akár országhatárainkon túlnyúlóan is.

Mivel a régiókat a vízügyi kereslet megközelítéséből ábrázolták a kapott vízlábnymeredmények és ezáltal új lehetőségeket nyitottak a hazai kutatások, elemzések és a vízfogyasztási szokások megváltoztatásának terén, így disszertációmban a H1. hipotézisem igazolást nyert, csakúgy, mint a H2. és a H3.. A vízlábnym előnyeit és korlátait is figyelembe véve ugyanis hazai vízlábnymbecslésre alapozva a régiók szintjén kialakításra került egy vízértékmérő-rendszer, ami piaci árral korrigálva új funkciót kapott, így pillanatnyi képet adott a vízfelhasználás pénzben kifejezett értékéről, hozzájárulva ezzel a víz valódi értékének megsejtéséhez. Ezzel szemben viszont H4. hipotézisem csupán részben igazolódott, mert a korreláció- és klaszterelemzés ugyan alkalmazható

módszerek az új végeredmények vizsgálatára, de az országhatárokon belüli kis elemszám miatt eredményeik bizonytalanok, ezért további kutatást igényelnek.

Felhasznált irodalom

KSH (2013/a): 3.6.3. Egyes termékek és szolgáltatások éves fogyasztói átlagára (1996–), Táblák (STADAT)

www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qsf003b.html [Utolsó letöltés: 2013. október 18.]

KSH (2013/b): 6.4.1.2. Szerves- és műtrágyázás, öntözés (2004–), Táblák (STADAT)

www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn010.html [Utolsó letöltés: 2013. október 18.]

KSH (2013/c), 4.1. *Mezőgazdaság (1960–)*, Táblák (STADAT)

http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hosszu/h_omf001a.html?267

NEUBAUER É. (2010): Víz lábnyom Magyarországon, Tudományos Diákköri Konferencia dolgozat, Szent István Egyetem GTK RGVI. 84 p.

5. TÉMÁHOZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

5.1. Publikáció folyóiratban

5.1.1. Idegen nyelven publikált

1. Fogarassy, Cs. – **Neubauer**, É. – Bakosné B., M. (2014): Food safety and water allowance coefficient, in: *Applied Ecology and Environmental Research*, Budapest, BCE (megjelenés alatt)
2. Fogarassy, Cs. – **Neubauer**, É. – Bakosné B., M. – Zsarnóczai, J. S. – Molnár, S. (2014): Water Footprint Based Water Allowance Coefficient, in: *Elsevier Water Resources and Industry*, Vol 7–8, September 2014, pp. 1–8. [DOI: 10.1016/j.wri.2014.08.001]
3. **Neubauer**, É. (2013), *Water resource evaluation on Hungary nowadays*, International Conference on Business and Management, 2013. április 26–28., Kusadasi, Törörország, in: *International Journal of Business and Management Studies*, Vol. 5, No 1, 2013 [ISSN: 1309–8047] (Online) http://www.sobiad.org/eJOURNALS/journal_IJBM/2013_no_1.htm
4. **Neubauer** É. – Fogarassy Cs. (2012), *Low-carbon water footprint concept in Hungary – Water footprint in the case of bread and pork meat* in: *Hungarian Agricultural Engineering*, Faculty of Mechanical Engineering Szent István University, Gödöllő, 24/2012, pp. 13-18. [HU ISSN 0864–7410]

5.1.2. Magyar nyelven publikált

5. Fogarassy Cs. – **Neubauer** É. (2013): Vízérték és vízvagyonértékelés, in: *Journal of Central European Green Innovation*, 1 (1), pp. 53–69. [HU ISSN 2064–3004] <http://greeneconomy.karolyrobert.hu/hu/tartalom>
6. Fogarassy Cs. – **Neubauer** É. (2013): Low-carbon gazdaság – energia és környezeti innovációk, in: *Mezőgazdasági Technika különszám*, LIV. évfolyam, 2013. tavasz, Gödöllő, pp. 24–27. [HU ISSN 0026–1890]

5.2. Konferencia kiadványban

5.2.1. Idegen nyelven megjelent

7. **Neubauer**, É. (2014): Water Allowance Coefficient as a tool for Hungarian water resource valuation, V. Báthory – Brassai Konferencia, 2014. május 21–22., Budapest (konferencia-kiadvány megjelenés alatt)

8. Fogarassy, Cs. – **Neubauer**, É. (2011): Regional distribution of the wheat production with water footprint relevancies, *International Scientific Conference of V4 – „Development Prospects Of Rural Areas Lagging Behind In The CEE Region”*, Szent István Egyetem, Gödöllő, 2011. május 24–26.

5.2.2. Magyar nyelven megjelent

9. **Neubauer** É. (2014): Vízvagyon-értékelés vízjáradék-együtthatóval, V. Báthory – Brassai Konferencia, 2014. május 21–22., Budapest (konferencia-kiadvány megjelenés alatt)
10. **Neubauer** É. (2014): Mezőgazdasági vízerőforrás-értékelés napjainkban, XIV. Nemzetközi Tudományos Napok „Az átalakuló, alkalmazkodó mezőgazdaság és vidék”, poszter szekció, 2014. március 27–28. Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös
Publikálva in: Takácsné Gy. K. (szerk.) (2014), *A tudományos napok publikációi*, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös, pp. 1149–1155. [ISBN 978–963–9941–76–2]
[http://honlap.karolyrobert.hu/sites/honlap.foiskola.krf/files/media/upload/XI V.NTN%202014.03.27-28.printable.pdf](http://honlap.karolyrobert.hu/sites/honlap.foiskola.krf/files/media/upload/XI%20V.NTN%202014.03.27-28.printable.pdf)
11. Fogarassy Cs. – **Neubauer** É. (2013): Vízjáradék együttható a vízvagyonértékelésben, (projektazonosító: *Az oktatás és kutatás színvonalának emelése a Szent István Egyetemen* (TÁMOP–4.2.1.B–11/2/KMR–2011–0003)), *Ünnepi konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából*, 2013. november 14., Szent István Egyetem, Gödöllő
12. **Neubauer** É. (2013): Napjaink élelmezésbiztonsági kérdései a vízlábnyom tükrében, IV. Báthory – Brassai Konferencia, 2013. május 22–23., Budapest (konferencia-kiadvány megjelenés alatt)
13. Fogarassy Cs. – **Neubauer** É. (2012): Vízvagyonértékelés, (projektazonosító: *Az oktatás és kutatás színvonalának emelése a Szent István Egyetemen* (TÁMOP–4.2.1.B–11/2/KMR–2011–0003)), *Ünnepi konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából*, 2012. november 30., Szent István Egyetem, Gödöllő
14. **Neubauer** É. (2011): Vízlábnyom Magyarországon, *XXX. Jubileumi Országos Tudományos Diákköri Konferencia*, Szent István Egyetem, Gödöllő, 2011. április 14–16.
Publikálva in: Baranyai Zs. – Vásáry M. (szerk.): *„XXX. Jubileumi Országos Tudományos Diákköri Konferencia Közgazdaságtudományi*

szekció, *Előadások kivonatai*”, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, p. 358. [ISBN: 978–963–269–231–9]
http://www.kgotdk2011.gtk.szie.hu/datadir/content/file/program/otdk_gtk_e loadasok_kivonatai_tn.pdf

15. **Neubauer** É. (2010): *Vízlábnyom Magyarországon, Tudományos Diákköri Konferencia*, Szent István Egyetem, Gödöllő, 2010. november 24.
Publikálva in: Pék L. – Szakál Z. (szerk): *„Tudományos Diákköri Konferencia előadásainak összefoglalói”*, SZIE Egyetemi nyomda, Gödöllő, p. 38. [ISBN: 978–963–269–206–7]

5.3. Tudományos könyv / könyvrészlet

5.3.1. Idegen nyelven

16. Fogarassy, Cs. – **Neubauer**, É. (2014): *Water value and water resource evaluation in Hungary*, in: Ugrósdý, Gy. et. al. (ed.) (2014): *The evaluation of natural resources*, Agroinform Publishing and Printing Ltd., Budapest, pp. 103–130. [ISBN 978–963–502–971–6]

5.3.2. Magyar nyelven

17. Fogarassy Cs. – **Neubauer** É. (2014): *Vízérték és vízvagyon-értékelés Magyarországon*, in: Szücs I. et al. (szerk.) (2014): *Rendszerszemlélet érvényesítése a természeti erőforrások egységes értékelésében*, Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., Gödöllő, pp. 109–137. [ISBN 978–963–8302–40–3]
18. Fogarassy Cs. – **Neubauer** É. (2011): *Vízgazdaságtan - avagy a vízlábnyom mérése és gazdasági összefüggései* (Szent István Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar Klímagazdasági Elemző- és Kutatóközpont, Gödöllő) in: Tamás P., Bulla M. (Szerk.) (2012): *Sebezhetőség és adaptáció avagy a reziliencia esélyei*, MTA Szociológiai Intézet, Budapest, pp. 215-236. [ISBN 978-963-8302-40-3]

5.4. Hivatkozások

5.5. Egyéb cikk

19. **Neubauer** É. (2013): *A vízkorszak első hullámai, virtuláis vízáramlások*, in: *Élet és Tudomány*, 2013/12, Budapest, pp. 362–363. [ISSN 0013-6077]

5.6. Kutatási jelentés

20. Projektazonosító: *Az oktatás és kutatás színvonalának emelése a Szent István Egyetemen* (TÁMOP–4.2.1.B–11/2/KMR–2011–0003)