



Szent István Egyetem

Gazdálkodás és Szervezéstudományok Doktori Iskola

Magyarország vízgazdálkodásának optimalizációs lehetősége a vízlábnyomon keresztül

Doktori (PhD) értekezés

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

BEVEZETÉS.....	7
1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	9
1.1. A víz közgazdasági attribútumai.....	9
1.2. A vízgazdálkodás makrogazdasági kérdései.....	11
1.2.1. Természeti tényezők	11
1.2.2. Emberi tényezők	12
1.2.2.1. Társadalmi felhasználás	12
1.2.2.2. Globális erőforrás, spekulatív eredő	13
1.2.3. Gazdasági érték.....	17
1.2.3.1. Használattal össze nem függő érték.....	19
1.2.3.2. Használattal összefüggő érték.....	20
1.2.3.3. Költség alapú értékelési módszerek	23
1.2.3.4. A vízjáradék értelmezése	24
2.2.4. Piacteremtés	25
1.2.4.1. A vízellátási és higiéniai szolgáltatások természete a piacon.....	26
1.2.4.2. Az ausztrál példa.....	28
2.3. A víztermelékenység-növelés döntéstámogató eszközei.....	31
1.3.1. Vízlábnyom.....	32
1.3.1.1. Vízlábnyomhálózat	34
1.3.1.2. A vízlábnyom korlátai.....	37
1.3.2. Vízlábnyomtípusok	39
1.3.2.1. Zöld- és kékvíz-lábnyom	39
1.3.2.2. Szürkevíz-lábnyom	41
1.3.2.3. Néhány vízlábnyomcsökkentési lehetőség.....	46
1.3.3. Vízlábnyomszámítással kapcsolatos főbb eredmények	50
1.3.3.1. Nemzetközi vízlábnyomkülönbségek	50
1.3.3.2. Az egy főre vetített vízlábnyomérték meghatározó tényezői.....	51
1.3.3.3. Globális virtuális vízáramlások.....	54
1.3.3.4. Vízmegtakarítások	56
1.3.3.5. Globális vízlábnyombecslések hazai vonatkozásai.....	59
1.3.4. A vízlábnyommódszer kihívásai	62
2. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	67
2.1. Anyag.....	67
2.2. Módszer.....	67

2.2.1. Strukturálatlan interjú	67
2.2.2. SWOT-elemzésen alapuló rendeltetésvizsgálat	67
2.2.3. Vízlábnymszámítás	68
2.2.3.1. Zöld- és kékvízlábnym-számítás.....	72
2.2.3.2. Szürkevízlábnym-számítás.....	74
2.2.4. Korrelációs számítás.....	75
2.2.5. Klaszterelemzés	76
3. EREDMÉNYEK.....	77
3.1 A szakirodalmi feldolgozás eredményei	77
3.1.1. A vízerőforrás jellemzőinek elemzése	77
3.1.2. A vízerőforrás makrogazdasági jelenlétének elemzése	78
3.1.3. A vízlábnym elemzése	81
3.1.4. A vízlábnymmal kapcsolatos eredmények.....	84
3.2. Az alkalmazott módszerek során kapott eredmények.....	85
3.2.1. Vízáradék-együttható.....	85
3.2.1.1. Hozzárendelt vízérték	88
3.2.1.2. Számítások a vízáradék-együtthatóval.....	89
3.2.1.3. Mezőgazdasági vízérték Magyarországon	91
3.2.2. Korrelációs számítás.....	93
3.2.3. Klaszterelemzés	93
3.3. Új tudományos eredmények.....	100
4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	103
5. ÖSSZEFOGLALÁS.....	107
6. SUMMARY	109
MELLÉKLETEK	111
M1: Irodalomjegyzék.....	111
M2: Korrelációs számításhoz és klaszterelemzéshez kapcsolódó eredmények	117
M3. Ábrák és táblázatok jegyzéke	136
M3.1. Ábrák jegyzéke.....	136
M3.2. Táblázatok jegyzéke	136
M3.3. Keretek jegyzéke	137
M3.4. Matrikák jegyzéke	138
UTÓSZÓ.....	139
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	141

JELÖLÉSEK

Gm ³	Giga köbméter (1 Gm ³ =10 ²⁷ m ³)
Mm ³	Mega köbméter (1 Mm ³ =10 ¹⁸ m ³)

RÖVIDÍTÉSEK

AquaCrop	FAO által fejlesztett terményhozam szimulátor
AquaStat	FAO globális vízügyi adatbázis
CropWat	FAO által fejlesztett öntözéstámogató szoftver
ENSZ	Egyesült Nemzetek Szervezete (UN – United Nations)
EU	Európai Unió
EuroStat	EU statisztikai adatbázis
FAO	az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (Food and Agricultural Organisation of the United Nations)
FAOStat	FAO statisztikai adatbázis
FertiStat	FAO trágyázási adatbázis
GNI	Bruttó Nemzeti Jövedelem (Gross National Income)
IAASTD	az ENSZ Környezeti Programjában a Mezőgazdasági Tudás, Tudomány és Technológia Nemzetközi Értékelése a Fejlődésért (UNEP International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development)
IWMI	International Water Management Institute
KSH	Központi Statisztikai Hivatal
UNCTAD	az ENSZ Kereskedelmi és Fejlesztési Kongresszusa (United Nations Conference on Trade and Development)
UNDP	az ENSZ Fejlesztési Programja (United Nations Development Programme)
UNEP-Geo Data Portal	az ENSZ Környezeti Programjának Adatportálja (United Nations Environmental Programme Global Environmental Outlook)
V4-ek	Visegrádi négyek: Magyarország, Csehország, Lengyelország, Szlovákia
VEh	Vízjáradék-együttható hozzárendelt értéke
VJE	Vízjáradék-együttható
WTO	World Trade Organisation

BEVEZETÉS

A téma jelentősége, a kutatás indoklása

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 időjárási 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 szükségszerű, 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.

Célkitűzések

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 vízlábnyombeccslés gyakorlati megvalósítása igen adat- és időigényes feladat. Ezeket a tulajdonságokat fokozza az igény, ha a számítás nem csak primer mezőgazdasági termékre 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 vízlábnomkutatás.

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 vízlábnommutató 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.

Hipotézisek

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

H2: A hazai vízlábnombecslésre 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.

Vízlábnomszámítással kimutathatók azok a területek, amik vízhasználat-optimalizálásra szorulnak és meghatározhatók ezek okai is. A vízlábnomeredmények 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.

1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A szakirodalmi áttekintésben elsőként a víz természeti erőforráskénti tulajdonságaival kapcsolatos hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintése a célom, hogy bemutassam a vízerőforrás gazdasági megjelenését, annak természet és társadalom oldaláról történő megközelítésével. A társadalmi megközelítésben, szintén hazai és nemzetközi forrásokból rávilágítok az élelmezésbiztonság és a vízbiztonság kapcsolatára. A szakirodalom alapján továbbá felsorolom a víz természeti erőforráskénti értékelésére használt módszereket, azok alapvető megállapításait, valamint kritikáit. A vízerőforrás-szűkösség lehetséges gyakorlati megoldására bemutatok az ausztrál vízpiac felépítését, valamint néhány vízhasználat-optimalizációs döntéstámogató eszközt. Ezek közül a vízlábnymot kiemelten részletezem és a szakirodalom alapján bemutatok néhány a módszer által napvilágot látott eredményt, összefüggést és kritikát hazai és nemzetközi vonatkozásban egyaránt.

1.1. A víz közgazdasági attribútumai

A víz az egész ország területén megtalálható természeti kincs. Területi és időbeni differenciáltság a mennyiségében és a minőségében van, így a szükségletek is különbözőképpen jelentkeznek ezekben a dimenziókban (Ress, 1988).

Amellett, hogy a víz tulajdonságai szerint a természeti erőforrásokhoz sorolható, sajátos karakterisztikával is jellemezhető. Általánosan elmondható róla, mint természeti erőforrás, hogy létfenntartó funkciója van, olyan természeti adottság, amit az ember vagy a társadalom, a termelés adott fejlettségi szintjén sajátos tulajdonságainál fogva anyagi szükségleteinek kielégítésére hasznosít. A víz megújuló, azaz flow jellegű természeti erőforrás. Ez azt jelenti, hogy a használat ellenére a természet törvényei szerint, az ember által érzékelhető idő alatt képes regenerálódni (Bora, 2001). De ez a megújuló erőforrás kimerülésig is kihasználható, ha a felhasználás vagy szennyezés aránya meghaladja az újratermelődés vagy tisztulás arányát. A megújuló erőforrásokon belül ezt a csoportot hívják kritikus zónának. Jellemzően azok a természeti erőforrások tartoznak ebbe a kategóriába, amiknél az ellátási folyamatok helyreállítására nem kerülhet sor akkor sem, ha az erőforrás felhasználása már befejeződött (Rees, 1985).

1. táblázat: A természeti erőforrások osztályozása (részlet)

Megújuló (flow) erőforrások	
Kritikus zóna kockázata nélkül	Kritikus zóna kockázatán belüliek
napenergia	növényvilág
geotermikus energia	erdő
léghő, légköri energiák (szél)	állatvilág
víz (vízi energia)	vizek élővilága
tengerjárás	a vízkészletek egy része
hullámozás	talaj
tengeri áramlatok	
biomassza	

Forrás: Bora (2001, p.16.)

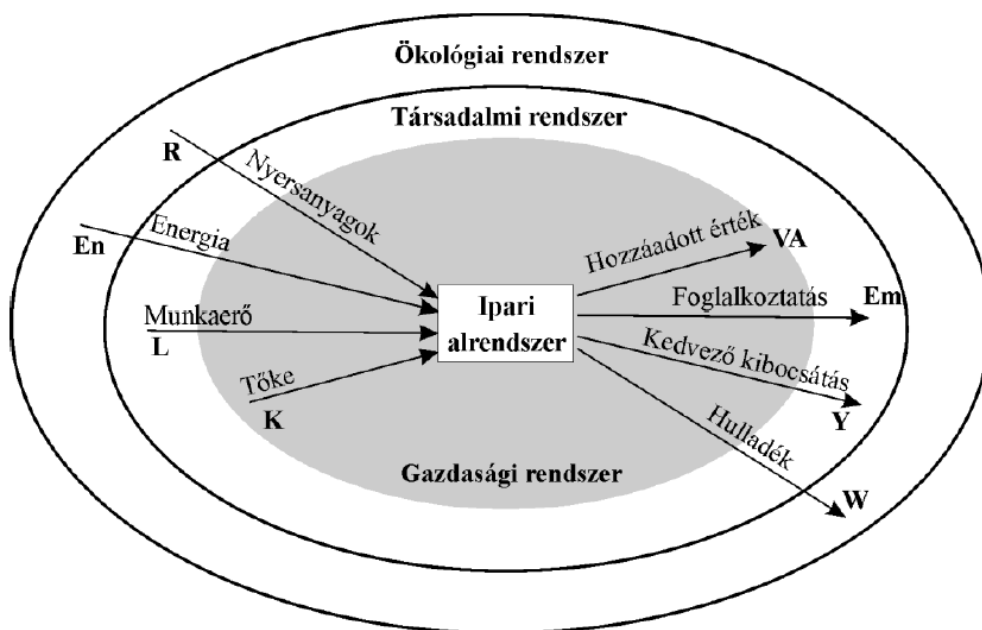
Az 1. táblázat a vízzel kapcsolatosan tehát azt üzeni számunkra, hogy a víz természeti törvényekből fakadó mozgási tevékenységei jelenlegi ismereteink szerint semmilyen túlhasználattal vagy túlszennyezéssel nem méríthetők ki. Valamint, hogy a vízkészletek egy része és a vízi élőlények képesek ugyan megújulni, de túlhasználattal vagy túlszennyezéssel elérhetik megújuló képességük

határát, és ha ezt túllépik, akkor már nem megújuló erőforrásokként viselkednek. Ismeretes példa ezekre a túlhalászat, a túlzott karsztvíz-kitermelés, a vegyszerek sekély tavakba vagy bizonyos folyószakaszokba való bemosódása, ami csökkenti az asszimilációt, valamint algásodást, eliszaposodást és elhalást okozhat (Bora, 2001).

Rendszer-szemléletű megközelítésben Tyteca (2001) nyomán a gazdaságot a társadalmi és a természeti környezetbe ágyazottan képzelhetjük el, méghozzá úgy, hogy ezek a rendszerek kölcsönös kapcsolatban vannak egymással (1. ábra).

A víz mindhárom rendszerben megjelenik, az ökológiai rendszerben a víz körforgása elengedhetetlen makro- és mikro-szintű közvetítő közeg és élettér. A fő vízfolyások mentén az ember kialakította társadalmát, fejlesztette kultúráját, gazdaságát. Ez a gazdaság a vízhasználatra épül, mivel minden gazdasági szektor közvetett és közvetlen módon, alapvetően használja a vizet.

A kölcsönös kapcsolat mellett ezeknek a rendszereknek a léte egymással függőségi viszonyban is van, méghozzá jellemzően az 1. ábra szerint belülről kifelé haladva. Tehát az ökológiai rendszerre épül a társadalmi rendszerünk, előbbi nélkül az utóbbi nem létezhet. A társadalmi rendszerünkre épül a gazdasági rendszerünk, ez viszont már sem a társadalmi sem pedig az ökológiai rendszer együttes jelenléte nélkül nem létezhet (Fogarassy – Neubauer, 2014).



Forrás: Tyteca (2001) in: idézi Kerekes – Fogarassy (2007, p.47.)

1. ábra: A gazdasági, társadalmi és ökológiai rendszerek egymásba ágyazódása

Mivel alapvető fontosságú és véges, egyes gyűjtőterületeken vízhiány lép fel. Ez a szűkösség azt erősíti meg, hogy a víz gazdasági javak közé sorolandó, abban az értelemben, hogy nem képes teljesen kielégíteni különféle célokra irányuló keresletét. Komplexitását tekintve is kezelhető gazdasági modellként, hiszen Savenije-t követve (2002) a víz nélkülözhetetlen, nem helyettesíthető semmivel, véges, mindig mozgásban van (ebből kifolyólag oszthatatlan), rendszerben jelenik meg és igen terjedelmes.

A vizet közjavak közé soroljuk, helye határok közé szorul, tehát helyhez kötött, szállítása és raktározása bonyolult és költséges (inkább termék formájában történik, még nemzeti vagy regionális szinten is – pl.: gabona, gyümölcsök, hús s a többi). Érdemi értéke azonban nagy (sokszor nem is pénzben kifejezve), hiszen kapcsolatban van a szépséggel, a jóléttel, az

egészséggel. Az emberek szeretik a víz közelségét. A vizet gazdaságossági szempontból ott és úgy kell használni, ahol és ahogy megjelenik, a gravitációs hatást is figyelembe véve (van der Zaag – Savenije, 2006).

Mivel a közjavakat senki nem birtokolja és ellenőrzi, az emberek nem mérlegelik cselekedeteik költségét, akár felhasználásról, akár szennyezésről van szó, hiszen a következmények költségei más embereket sújtanak (Samuelson – Nordhaus, 1998). Probléma azonban, hogy a közjavakra, mint az ivóvíz a tulajdonjogokat nem lehet szabatosan definiálni, mert fogyasztásuk oszthatatlan, azaz egy személy fogyasztása nem befolyásolja a többiek fogyasztását, hozzáférését (Kerekes – Fogarassy, 2006). Ugyan ez a környezetszennyezés esetében is igaz, egy szennyező nem befolyásolja a többiek szennyezését. A racionálisan gondolkodó ember arra a belátásra jut, hogy a szennyezőanyag közjóságba juttatása (legyen az víz, levegő, közterület vagy akár a látómező) miatt őt kisebb kár éri, mint a tisztítási költség. A probléma megoldása, hogy olcsóbbá kell tenni a szennyezőanyag megtisztítását, vagy a szennyezés megelőzését, mint a tőle kezelés nélkül való megszabadulást (Hardin, 2003).

1.2. A vízgazdálkodás makrogazdasági kérdései

A vízkészlet-gazdálkodásban bizonyos hajtóerőket vesznek figyelembe a döntéshozók stratégiai tervezésük során, amik összességében meghatározhatják Európán belüli versenyképességünket. Ezek tág értelemben például a demográfiai, a technológiai, a gazdasági, a társadalmi, a környezeti és az intézményi hajtóerő, vagy akár a változó szemlélet és a nemzetközi folyamatok. Ezek a tényezők lehetnek külsők, amikre nincs befolyásunk, belsők, ami a jelenlegi állapot és a tradíciók, valamint vegyesek (Somlyódy, 2011/a). A vízkészletet a területi differenciáltság vagy az éghajlatváltozás okozta szélsőséges időjárás határozza meg, míg az igényeket alapvetően az olyan emberi tevékenységek, mint például az alkalmazott mezőgazdasági és öntözési módszerek, szokások, a városiasodás és a megvárosok elszaporodása vagy a középosztály gazdagsága és kultúrája. Az ezekből fakadó konfliktusokat a víz virtuális kereskedelme növelheti, mélyítheti, mely a termékár-képzésben megjelenő egységes, szabályozó tényezőhöz vezethet (Somlyódy, 2011/b).

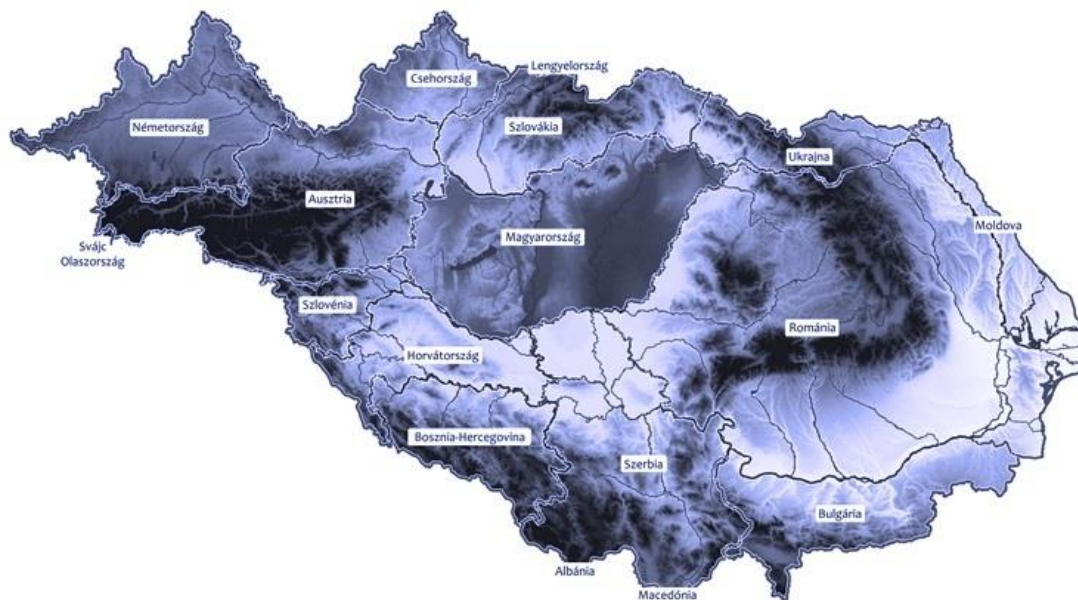
1.2.1. Természeti tényezők

A víz az organizmusokon kívül és belül, mint szállító- és oldószer szolgál, cirkulál a szárazföldek és óceánok között, a csapadék- és a talajvíz mennyisége révén meghatározza a Földön a növényzet kiterjedését és alakulását. A víz az élet születési helye (Reichhofs, 1988). Világos megállapítás az is, miszerint a levegővel ellentétben a vizet nem 'csupán' tisztán kell tartanunk, gazdálkodni is kényszerülünk vele. A víz nem csak biológiai létünkhöz elengedhetetlen, hanem csaknem valamennyi gazdasági ágazatban is nélkülözhetetlen. Amikor az emberi tevékenység a vizet, érdekeinek megfelelően (települési, városi, ipari, mezőgazdasági vagy egyéb célokra) mesterséges pályára tereli, egy új, úgynevezett „*víz társadalmi körforgást*” hoz létre. Ezzel alapvetően befolyásolja életünk alakulását (Nyilasi, 1976).

A víz megfigyelése történelmileg, spirituálisan és tudományosan is régóta foglalkoztatja az emberiséget. Tevékenységünk szempontjából a lényeges természeti adottságokkal kapcsolatban Hoekstra et al. (2011) például a következőket fogalmazza meg.

A víz a Földön állandó mozgásban van. A talajból és nyílt vízfelületekről a nap- és széltevékenység következményeként elpárolog. A növények is vizet vesznek fel a talajból és kibocsátják leveleik pórusain keresztül a légkörbe. E két folyamat együttesét evapotranspirációnak is nevezik. A kipárolgás növekedésével a légköri víz mennyisége megnő, a csapadékkal csökken. A légkörben jelenlévő vízpára összetett rendszerek nyomán vándorol a földgolyó körül, így az a víz, ami az egyik helyen kipárolog, nem feltétlenül ugyanott csapódik le. A szárazföldi víz mennyisége csapadék hatására nő, de kipárolgás hatására csökken. Hosszútávon a szárazföldi csapadék mértéke

meghaladja a kipárolgás mértékét, ezért víztöbblet jön létre, ami óceánban végződő vízfolyásokhoz vezet. Míg a szárazföldnek csapadéktöbblete, addig az óceánnak kipárolgási többlete van. Összességében tehát az óceánok felől vízszállítás történik a légkörben a szárazföldre felé, amiket felszín feletti és felszín alatti vízfolyások szállítanak vissza. A Földön visszamaradó víz mennyisége többé-kevésbé egyenlő.



Forrás: Szűcs, 2012.

2. ábra: Magyarország elhelyezkedése a Duna vízgyűjtő területén belül a Kárpát-medencében

Emberi felhasználásra jellemzően a szárazföldön jelentkező édesvíz szükséges. (Hazánk esetében ezt a Duna vízgyűjtője biztosítja (2. ábra).) Az óceánokban lévő sós víz a legtöbb emberi szükségletre felhasználhatatlan sótalanítás nélkül, de az drága, energiaigényes folyamat, és a szárazföld belsejébe történő eljuttatása magas tranzakciós költségekkel jár. Bár az édesvíz ellátása állandó, elérhetősége korlátozott. Az éves háztartási, mezőgazdasági és ipari vízigény nem haladhatja meg a természetes, évenkénti vízfeltöltés mennyiségét. Így a legfőbb kérdés az, hogy bizonyos időszakokra mennyi az elérhető édesvízmennyiség és ebből mennyi lehet az aktuális kisajátítás mértéke.

1.2.2. Emberi tényezők

1.2.2.1. Társadalmi felhasználás

A vízkészlet gazdasági fogalmát elfogadhatjuk Ress (1988, p.9.) nyomán, aki úgy érti mint a természeti erőforrás azon elemeit és tulajdonságait, amelyek a társadalom szükségleteinek kielégítésére az adott vagy várható technológiai fejlettség mellett hasznosíthatók. Ez a fogalom két alaptételből indul ki:

- „A víz objektíve adott fizikai, kémiai, biológiai jellemzői határozzák meg a társadalom számára előnyös és hátrányos tulajdonságait, amelynek hordozója a víz anyaga. Ez a vízkészlet potenciál értéke.”
- „Az ember, a gazdaság és környezet szükséglet kielégítése gazdasági, ökológiai szempontból értékelhető tulajdonságokhoz (mennyiséghez, minőséghez, energiához, biológiai mozgásformák életterének fenntartásában kockázati minimumra való törekvéshez) kapcsolódik.”

A felhasználást tehát kultúrákból fakadó tényezők határozzák meg, amelyek a gazdasági döntésekre vannak hatással. Ezek:

- a szükségletek,
- az árak és
- a társadalmi felhasználási irányok.

Ezek átrendezésével differenciálni lehet az egyes felhasználási irányok értékét, amelyek aztán összeadódva később jellemző értéket mutathatnak a vízerőforrásra nézve. Ezen tényezők közös sajátossága ember általi befolyásolhatóságuk.

A minőség és mennyiség tükrében, Resst (1988) kiegészítve a felhasználás irányai a társadalmi igények szerint alakulnak: kommunális szféra, ipar, mezőgazdasági öntözés, víztermék-termelés, szennyezőanyag-elhelyezés, hajózás, üdülés, vízienergia-termelés és hévízhasznosítás.

Szintén társadalmi igényekből fakadóan szóba jöhetnek olyan értékmódosító tényezők, melyek a szükségleteket, az árakat és a társadalmi felhasználási irányokat is átjárhatják, beléjük épülnek. Ilyenek lehetnek Mizseiné (2010) nyomán például a fekvés, elhelyezkedés (lakott területtől, élelmiszer feldolgozótól való távolság), megközelíthetőség, útviszonyok, használatot gátló tereptárgyak, demográfiai viszonyok, gazdálkodási tradíciók, esztétikai benyomás, gazdasági környezet, infrastruktúra, közműellátottság, a terület természeti védettsége s a többi. Ezek a tényezők a víz mint természeti erőforrás járadékát meghatározó helyzeti járadékelemekként értelmezhetők.

1.2.2.2. Globális erőforrás, spekulatív eredő

Érdemes elgondolkodni Somlyódy (2011/b) áttekintésén, amelyben a vizet globális jelenséggént kezelve szociális, társadalmi és gazdasági vonatkozásban közelíti meg olyan erőforrásként, amely *„az élet sok területén semmivel nem váltható ki”*. Egyetérthetünk vele abban, miszerint a megújuló, hozzáférhető és hasznosítható vízkészletnek vésszes esetben egyenlőnek, optimálisan inkább nagyobbak kell lennie a felmerülő igényeknél. A vízproblémák egyik fő indikátora tehát az egy főre jutó vízkészlet-hányad csökkenése. Ha az értékek közelítenek egymáshoz feltételezhetően főként a népesség növekedéséből fakadóan, akkor az áttekintésben, egyébként Kínára aktualizált példa szerint, két fő stratégia folytatható leszögezve, hogy *„a táplálkozásbiztonság előfeltétele a vízbiztonság”*. Az egyik szerint a növekvő élelmezéssel kapcsolatos igények kezelésére az önfenntartást a saját termelés növelésével kell fokozni, ami végső soron az élelmiszerárak fokozott emelkedéséhez vezet. A másik szerint az ország új típusú, régió- és országhatárokon átnyúló kapcsolatokat alakít ki és az importot választja, ha van honnan. Ennek hatása az exportáló térségben, országban is megjelenik mint növekvő vízkivétel.

A fenntartható kiút tehát a *„fokozott hidroszolidaritás, a nemzetközi törvényi szabályozás és annak hatékony alkalmazása”*. Vízilemmáink a természet-, a gazdaság- és a társadalomtudományokat összefogják, horizontálisan (mezőgazdasági, ipari vagy lakossági szinten) és vertikálisan (mikro-, makro-, és globális szinten) egyaránt kezelendők, nem csak kizárólagosan vízmérnöki problémaként. Kulcs az újrafelhasználás és a körforgások zárása, ami megfelelő intézményi háttérrel is követel. A megoldások intézményi rendszeren keresztül valósulhatnak meg. Úgy tűnik tehát, hogy az *„intézményi szennyezettség”* kulcstényező.

1. keret: „Globális piacok: egy, kettő, sok...”

„[...] az egyetlen, egységes globális piac még nem létezik, ehelyett négy, részben átfedő és kölcsönösen kapcsolódó piac van:

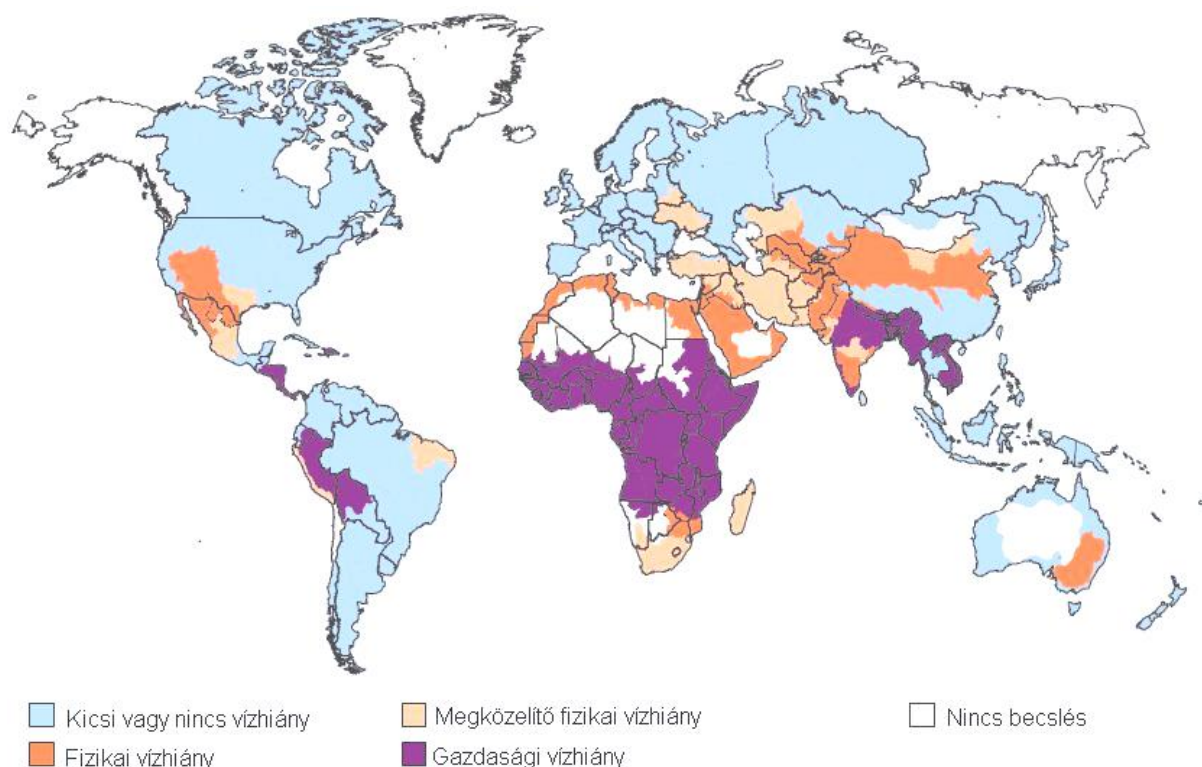
- a termékek és szolgáltatások hagyományos piaca;
- a munkaerőpiac;
- a pénzpiac;
- a kevésbé ismert "környezeti" piac (amely a földet, a valóságos és virtuális fizikai erőforrásokat, valamint a természetnek "ingyenes" vagy a környezetszennyezés és a hulladékkezelés miatt megfizetett használatát foglalja magában).

Egy transznacionális vállalat rutinszerűen és szimultán működik mindezen piacokon. Keresi a legtermelékenyebb munkaerőt a legjobb áron, jövőbeli tranzakcióinak értékét folyamatosan bebiztosítja több pénznemben is; felhasznál természeti tőkét, és használ hulladéktárolókat; elad termékeket és szolgáltatásokat. Ezek a tevékenységek nem helyezhetők légmentesen elkülönített tartályokba, még ha a vállalat könyveiben elkülönítve szerepelnek is.

A "piac" sok olyan "termék"-kel foglalkozik, mint az emberi munka, szervek szervátültetéshez, genetikai anyagok, víz, föld, levegő, biztosítási alapok, garanciák és opciók. Szigorúan véve, ezek egyikét sem gyártotta senki.

[...] a négy, egymással kölcsönhatásban álló piac közül egyedül a termékek és a szolgáltatások piaca dicsekedhet olyasmivel, ami emlékeztet a globális szintű szabályozásra, a Világkereskedelmi Szervezetnek köszönhetően. A másik három piac – a munkaerő, a pénzügy és a természet piaca – szabályozása többnyire a véletlenre és a több-kevesebb nemzeti erőforrás-ellátottságra és -igényre van bízva.” George, 2003, p.25.

Ezt támasztja alá az IWMI (2007/a) jelentés vonatkozó része. Eszerint a vízkereslet kielégítéséhez szükséges vízügyi befektetések vagy az emberi teljesítőképesség hiánya gazdasági vízhiányt okoz. Ekkor a vízhiány a legtöbb esetben azon múlik, hogy az intézmények hogyan működnek, hogyan kedveznek némelyeknek másokkal szemben és mennyire nem hallják meg a különféle csoportok hangjait, különösen a nőkéit. A gazdasági vízhiány jelei között szerepel az akár kis-, akár nagyléptékű gyér infrastrukturális fejlettség, ami miatt az embereknek gondot okoz a mezőgazdasági öntözés vagy pusztán az ivás. És még ahol létezik is az infrastruktúra a vízelosztás ott valószínűleg méltánytalan. Fekete-Afrika nagy részére a gazdasági vízhiány jellemző (3. ábra), ezért a további vízügyi fejlesztés nagyban csökkenthetné a szegénységet.



Forrás: IWMI, 2007/b, p.63. alapján saját fordítás

3. ábra: A fizikai és gazdasági vízhiány területeinek sematikus ábrázolása

A 3. ábrán a legkedvezőbb területeken (kicsi vagy nincs vízhiány) „kiadós vízkészletek állnak rendelkezésre, a folyóvizek kevesebb, mint 25%-át használják fel emberi célokra.” Azokon a területeken, ahol fizikai vízhiány észlelhető „a készletek felhasználása elérte vagy meghaladja a fenntartható mértéket. A folyóvizek több, mint 75%-át felhasználják a mezőgazdaságban, az iparban és a háztartásokban. [...] A száraz területek nem feltétlenül vízhiányosak.” Ahol megközelítő a fizikai vízhiány, ott „a folyók vizét több, mint 50%-ban felhasználják. Ezek a területek a fizikai vízhiány állapotába kerülnek a közeljövőben.” Végül a gazdasági vízhiány, ami, ahogy az fentebb is olvasható, akkor jelentkezik, ha az „emberi, intézményi és pénzügyi források hiánya korlátozza a vízhez jutást, noha a természetben előfordul annyi, amennyi a helyi, emberi igények kielégítéséhez kellene” (IAASTD, 2009, p.18.).

A fenti tényezők más, később sorolt emberi tevékenységekből eredő hatásokkal kiegészülve okozhatták a világméretű élelmezési válságot, melynek eredményeként 2008–2009-ben addig soha nem látott számra növekedett az alultáplált és éhező emberek száma a világon. A becslések azt mutatják, hogy az alultáplált emberek száma akkor csökkent 2010-ben, amikor az élelmiszerárak a csúcstól lejjebb estek és a globális gazdasági feltételek javulni kezdtek. Az alultápláltság szintjei azonban nagyon magasak maradtak a korábbiakhoz képest, ami érinti mind a világ gazdaságát, mind pedig a világ mezőgazdaságát.

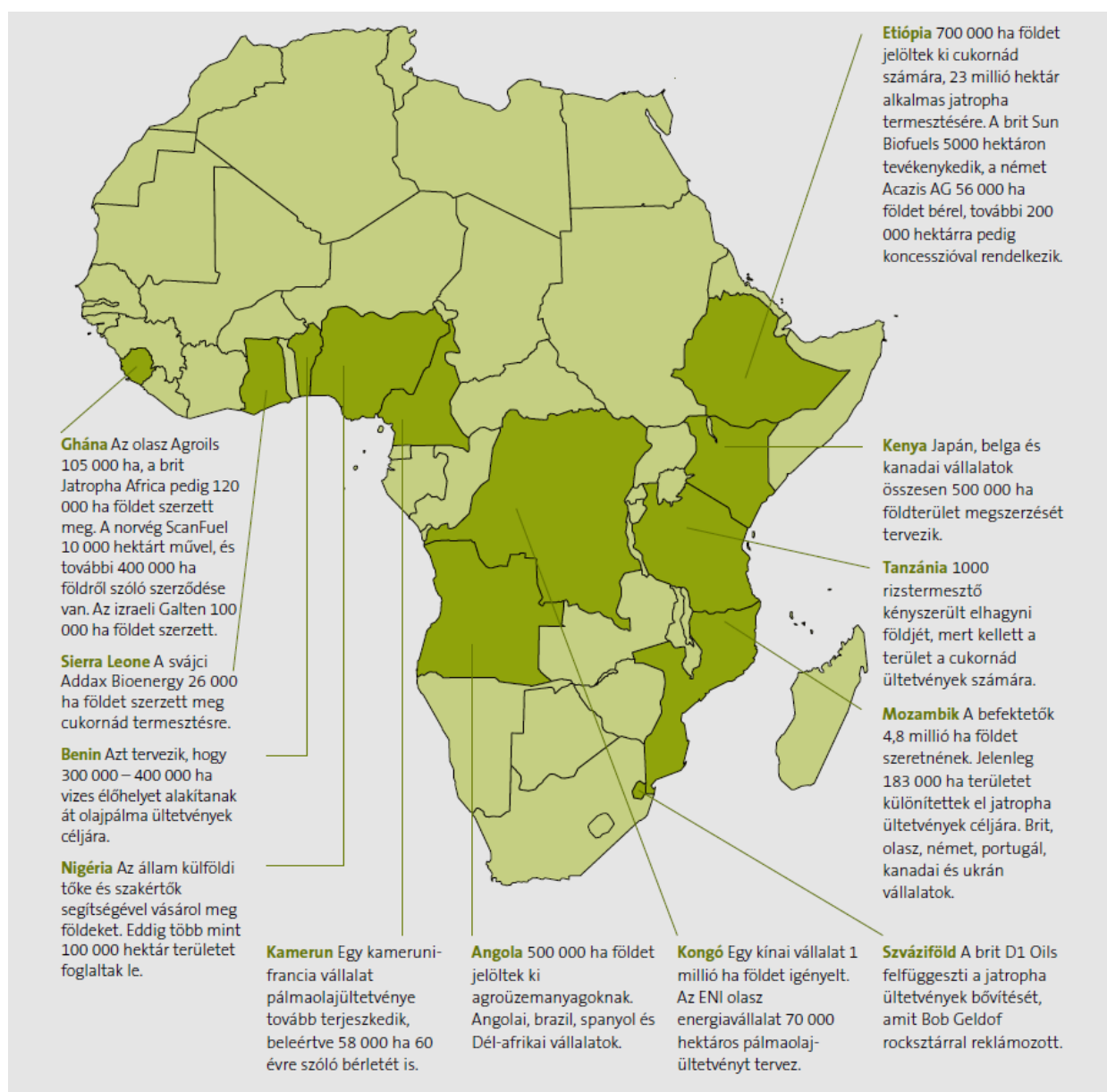
Az élelmiszerár-válság és a pénzügyi válság tapasztalatai kemény emlékeztetőül szolgálnak számunkra a világ élelmiszer biztonságának sebezhetőségével kapcsolatosan a globális élelmiszer rendszerben és a világ gazdaságban, valamint, szemléltették milyen gyorsan tud a világban az élelmiszerbiztonság hiánya elfogadhatatlan szintre fajulni az ilyen eseményekkel szemben. Hangsúlyossá vált mind a megfelelő biztonsági hálók és az élelmiszerbiztonság hiányától védelmező szociális programok jelentősége az ezekhez hasonló megrázkódtatások hirtelen hatásai ellen, mind pedig a fejlődő országokban a termelékenység kapacitás fellendítésének és a megrázkódtatásokkal szembeni ellenálló képességük növelésének kritikus és sürgős szükségessége. Mára széles körben elismert az igény, hogy jelentősen megnöveljék a mezőgazdasági beruházásokat

annak érdekében, hogy környezeti szempontból fenntartható termelékenységnövekedést és termelésbővítést idézzenek elő, amivel egyidejűleg lehet fokozni a mezőgazdaság hozzájárulását a gazdasági növekedéshez és a szegénység enyhítéséhez.

A nemzetközi élelmiszertermékek piacain a globális élelmezésbiztonság és éhezésszorítás erőfeszítéseinek a jelentősége mára jól látszik. Szükség van a kormányfeladatok megnevezésére, a globális mezőgazdasági piacok kapcsán az áringadozás problémájával való szembenézésre és a nem-termelékeny, kontra-produktív *'beggar-thy-neighbour'*, vagyis a többi résztvevő számára ártó politikai válaszok elkerülésére. A szükséges lépések közé tartozik a piacok tökéletesített szabályozása, a fokozott piaci átláthatóság, az élelmiszeráru-piacokon a fejlesztett és időszerű statisztikák alkalmazása, a megfelelő szintű biztonsági készletek, valamint a kielégítő, helyes tartalék biztonsági hálók létesítése (FAO, 2011).

A világméretű élelmezési válság legfontosabb kirobbantó tényezőinek együttállása mára jellemezhető. Egyetlen természeti hatásként a szélsőséges időjárás említhető meg, melynek következtében a gabonaexport mennyisége számos országban csökkent, így hiány keletkezett a világpiacra, ami legvégül az élelmiszerárak elszabadulásához, az exportélelmiszerek visszatartásához és a kínálat csökkenéséhez vezetett, amelyet utóbb fokozott a tartalékok felhalmozásának igénye is.

Emberi tevékenységből eredő hatásokból jóval több járult hozzá ehhez a globális, történelmi jelentőségű válsághoz. Meghatározó szerepet játszott a globális élelmiszerpiacon résztvevő fajsúlyos országok és „kereskedelmi tömbök”, mint az USA vagy az EU mezőgazdasági és kereskedelmi politikája, melynek része volt például a szubvencionált export, a mesterségesen alacsony árak, vagy a rossz európai Közös Agrárpolitika. A népességnövekedés következtében megnövekedett a globális kereslet, mivel egyes országok, például Kína társadalmának szerkezete is átalakult. Az emberek a városiasodás miatt boltban vásárolnak élelmiszert, elszakadnak a mezőgazdaságtól, az életszínvonal emelkedésével nő az állati termékek iránti kereslet, ami növeli a növényi (takarmány)termékek árát. A magas időjárási kockázat és a viszonylag lassú megtérülés a mezőgazdasági befektetések csökkenését hozta, ami az országok szerepét a világpiaci termékek támogatásaira csökkentette a szükséges kutatások és beruházások helyett. Ezek mellett szintén ismert jelenség a bioüzemanyagok előállításának az élelmiszertermékekkel szemben. Ennek előzménye a fosszilis energiahordozók árának emelkedése, ami olcsóbb alternatíva felé terelte a világpiaci igényeket, például a kukorica vagy a repce termesztése kapcsán, és felhajtotta az élelmiszerárakat. Az a kedvezőtlen gazdasági körülmény, hogy a dollár jelentősen gyengült szintén tetézte a helyzetet, mert ez volt sok ország és vállalkozás tartalék valutája. Továbbá, az Amerikai Egyesült Államok ingatlanpiacát elhagyva, a spekulatív tőke a mezőgazdasági termékek határidős piacán keresett magának új teret. Ez azt jelenti, hogy az így piacra áramló tőke nem járult hozzá a termeléshez, mert a kereskedés és a termelés elszakadt egymástól, sőt forrásokat vont el a likviditási problémák kellős közepén. A fent felsorolt tényezők mellett meg kell említeni az újkori gyarmatosítást is. Néhány kormányzat és magánbefektető földterületeket vásárolt vagy bérelt más országoktól élelmiszer- és bioüzemanyag-termelésre (4. ábra). E tevékenységük folytán adott területeken, kiszorítva a helyieket az anyaország számára vagy más exportra termelnek.



Forrás: Burley – Bebb, 2010, p.6.

4. ábra: Dokumentált területfoglalások és agroüzemanyag-fejlesztés Afrikában

Megoldásként javasolható az országok élelmiszer-önrendelkezésének, belső piacainak támogatása, a fenntartható és hatékony mezőgazdaság megteremtése, az átlátható élelmiszerkereskedelmi rendszer kiépítése, az élelmiszertartalékok létrehozása és a helyi földeken a helyi élelmiszerek termesztésének támogatása (Sarbu, 2011).

1.2.3. Gazdasági érték

A gazdasági fejlődés során a változó szükségletekhez mérten a víz gazdasági értékészletét különböző felépítésű elemek képzik. Ebből következik, hogy adott időszakban a jelenlévő termelőerők fejlettségi szintje és az általuk meghatározott természeti, gazdasági és emberi vízszükségletek, tehát a vízhasználatok iránti szükségletek jelölik ki gazdasági készletként a vízerőforrásokat. Ezek felhasználásának történetileg változó felépítését három értéktényező határozza meg: az erőforrás értéke, a hasznosítási vertikum értéke és az igénybe vett externális költségek. Naturális oldalról az erőforrásmérlegek, a kapacitásmérlegek és a szükségletkielégítés-mérlegek (Ress, 1988).

Marjainé (2005) nyomán elfogadhatjuk továbbá, hogy a természetierőforrás-értékelés gazdasági megközelítései mind olyan becslések, amiknek célja, hogy a minőségében bekövetkezett változás társadalmi értékét pénzben kifejezzék, a sok területen jelentkező előnyöket és hátrányokat egy dimenzióra redukálják.

Más szóval a víz fizikai, kémiai és biológiai jellemzőinek térben és időben meghatározott, előnyös és hátrányos tulajdonságainak, pozitív és negatív hatásainak az értékelése ez. Objektív meghatározásokon alapszik és a hasznosítás irányait is kijelöli. Az egyes tulajdonságokat és hatásokat több szintű kategorizálással fel lehet osztani. Ez lehet például, a teljesség igénye nélkül, a hasznosítás (anyagként, energiaként, élettérként), a térbeli megjelenés, az időbeli változások, a kockázatok a többi. A változó szükségletekhez igazítva a vízelőfordulások, azaz potenciálértékek rendszere meghatározható pénzegység, pontszám a többi értékdimenzióban (Ress, 1988).

A vízkészlet összességében véve tehát megújulási arányát tekintve értelmezhető korlátozott természeti erőforrásnak. Ez olyan abszolút korlát, mely a malthusi korlátok megfelelője, tehát a mennyiség és a megújulási arány állandó. A szintetikus előállított víztől jelen esetben el kell tekinteni. Emellett megjelenik a hasznosítást meghatározó relatív korlát, melynek szintjét a hely, az idő és a felhasználás célja határozza meg. Ezek között a meghatározók között az összefüggéseket a szállítási és raktározási költségek képviselik. Végezetül a korlátok lehetnek állandó statikusak vagy változó dinamikusak. (Ress, 1988).

A víz értékelésekor találkozhatunk az érték vagy más néven víz-gyémánt paradoxonnal is, amit legkorábban Kopernikusz nevéhez kötnék, de később például Adam Smith (1776) is részletezi. Az ellentmondás lényege, hogy a termékek értékének meghatározásakor két megközelítést különböztetünk meg. Az egyik a használati érték, a másik a csereérték. A legnagyobb használati értékkel bíró dolgoknak gyakran alig van vagy egyáltalán nincs csereértéke, míg ezzel szemben a legnagyobb csereértékkel bíró dolgoknak gyakran alig van vagy egyáltalán nincs használati értéke. Semmi sem hasznosabb a víznél, mégis szűkösen cserélhető bármire is. Ezzel szemben a gyémántnak alig van valami használati értéke, ugyanakkor termékek sokasága nagyon is cserélhető lenne rá. Smith ezt az egyes jószágok kitermeléséhez szükséges munka különbségével magyarázta. Ennél sokkal pontosabb indoklás azonban Gossen első törvénye, amiben megállapította, hogy a szükségletkielégítésben, és ebből kifolyólag esetünkben mondjuk a víz és a gyémánt értékelésében, nem a jószág hasznossága, hanem az utoljára elfogyasztott egység által okozott élvezet számít (például in: Farkasné – Molnár, 2007). Az érték paradoxon a víz esetében csak addig áll fenn, amíg a víz könnyedén elérhető. Amint szűkülni kezd a rendelkezésre állás keresztmetszete, azonnal emelkedni kezd az értéke.

Egy a Ress Sándorral¹ történt személyes beszélgetés rávilágított a vízvagyoneértékelés gyakorlati oldalára és az értékeléshez alapul szolgáló tényezők sokféleségére, valamint a felelősségre, amely ezen elemek következetes körülhatárolását kíséri. Tapasztalatai szerint a valószínűségi változó tulajdonképpen a rendelkezésre állás mértéke és a vízszükséglet nem egyenlő a vízkereslettel, mivel ha bekerül az ár a képbe, akkor az értékkülönbség szűkül.

A víz esetében a munkaérték-elmélet nem működik abban az értelemben sem, ha a víz kitermeléséről van szó. Ez alól csupán az az eset kivétel, amikor mesterségesen állítanak elő vizet.

Viszonylag új tényezők is megjelennek a potenciális érték kiszámításánál, mégpedig a *létezési érték* és az *örökségi érték*. Előbbi reprezentálására jó példa lehetne például, ha értéket próbálnánk adni a nagymamánknak, utóbbi pedig a minket követő generáció(ka)t képvisel(het)i.

¹ Dr. Ress Sándor az Öko Zrt. elnök-vezérigazgatója. 1988-ban jelent meg sokéves vízvagyoneértékeléssel kapcsolatos munkája, mely a víz gazdasági értékelésének egyik alapjául is szolgál. Beszélgetésünkre 2012. augusztus 27-én került sor.

Az értékelés során meg kell határozni, hogy döntően mire alkalmas a víz, mint természeti tényező. Ennél a lépésnél az egzakt tényezők nem igazán értelmezhetők. Például a biológiai folyamatok alakulása nagyon nehezen, költségesen és pontatlanul vagy leginkább sehogy sem számszerűsíthetők. Az értékelés során szorítkozni kell a jóléti tényezőkre, az ember biológiai szükségleteivel konkrétan nem lehet számolni.

A korrigáló, értéket csökkentő tényezők figyelembe vételénél meg kell határozni a költségeket. Ezek tulajdonságai között ismeretes, hogy általában véve minél költségesebb valami, annál kisebb az értéke. Érdekes elgondolkodni azon, hogy például árvíz esetén nem, míg aszály esetén fizetnünk kell, holott a vízfolyási viszonyainak beavatkozása esetén gazdaságilag befektetett tárgyas tőkével nézünk szembe. Mégis, például a karbantartási költségek viszonylatában végtelen időhorizont mellett ez nem értékelhető.

Az egyenkénti értékelés kiindulási pontja a kardinális hasznosság alapelve, vagyis az, hogy bizonyos tulajdonság-összetételek nem helyettesíthetők mással. Példa erre a gyógyvíz gyógyászati értéke és energiája. Külön-külön mindkét tulajdonságot lehet ilyen-olyan költséggel helyettesíteni. Ez a két helyettesített rész azonban nem nyújthat soha olyan hasznosságot, mint az eredeti gyógyvíz, mert az egész mindig több mint a részek összessége. Vegyük például a parádi gyógyvizet. A palackozott Parádi kénes gyógyvíz értékelése piaci alapon történik, viszont a parádi gyógyfürdő már a kardinális hasznosságot képviseli, mert nem helyettesíthető, még egy ugyanolyan nincs. Továbbá helyettesítés esetén utazási költséggel vagy haszonátvitellel korrigálandó az érték, valamint a kármentesítési vagy tisztítási költséggel is számolni kell. Ezeket a vektorokat önmagukban és csoportosan is értékelni kell. A vízerőforrással kapcsolatosan az értékelés történhet a jelenre vagy a jövőre vonatkozóan. Ress (1988) nyomán tulajdonképpen a vízerőforrás, mint nemzeti vagyon része értékelése képezheti az alapját a vízgazdálkodási döntéseknek és a távlati értékeléseknek is.

A víz természeti erőforráskénti gazdasági értékeléséhez a szakirodalomban az alábbi értékelési módszerek találkozhatnak a kutató, amik négy főcsoportra oszthatók:

1.2.3.1. Használattal össze nem függő érték

- Létezési, eszmei érték

Ebben az esetben a létezési értékre Kerekes – Szilávik (1996) nyomán úgy tekintünk, mint a létezés önmagában való értékére. Ebben a felfogásban a vízvagyonnak akkor van értéke, ha a társadalom a létezési érték mértékében gondoskodik a víz tartós létezéséről. A képlet így írható fel:

$$\text{Létezési érték} = \text{Egyedszám} \cdot \text{Eszmei érték} \quad (1)$$

ahol:

- Létezési érték = A létezés önmagában való értéke.
- Egyedszám = Adott területen megtalálható biocönózis.
- Eszmei érték = Az elemi objektum természetvédelmi értéke.

Ebből:

$$\text{Eszmei érték} = K \cdot [R + T \cdot (A + e)] \quad (2)$$

ahol:

- Eszmei érték = Az elemi objektum természetvédelmi értéke.
- K = Kategória szorzó (0,1–1,0).

R	= Ritkaság (0–50 pont).
T	= Típus szorzó (0,1–1,0).
A	= Alapérték (5–45).
e	= Egyedi index (-10 – +5).

Az elemi objektum természeti értékét körültekintő objektivitással kell felmérni. A létezési érték gondolatsorát követve tehát az 1. egyenlet alkalmazható egy alegységre, egy részvízgyűjtőre vagy az országra nézve. Ez azonban rendkívül adat és időigényes feldolgozás sok bizonytalan tényezővel.

- Örökségi érték

Marjainé (2001, 117. p.) nyomán Freemant (1994, 137. p.) idézve az örökségi értékek létezésére számos magyarázat adható: „1. az a szándék, hogy bizonyos erőforrásokat örökül hagyjunk leszármazottainknak, illetve a jövő generációknak; 2. felelősséget érzünk a természeti erőforrások, illetve azok bizonyos tulajdonságainak megőrzésével kapcsolatban; 3. az az óhaj, hogy megőrizzük a kérdéses természeti erőforrás mások által történő használatának lehetőségét”. Ez kiegészülhet azzal az elgondolással, hogy az örökségi érték a „vanság” értékéből származik, és ki kellene fejeznie, hogy adott vízerőforrás akár több ezer év tükröződése is lehet. Ez az az érték, aminek hasznát a mai társadalom becsüli, élvezi, és az azonos technikai feltételek mellett ezer év múlva is rendelkezésre áll.

1.2.3.2. Használattal összefüggő érték

- A hasznok betudásán alapuló számítás (Ress (1988) nyomán)

Gazdaságmatematikai módszerekkel kimutatható, hogy egy értékelendő készlethányad egységnyi elemei milyen eredményességgel hasznosulnak a közvetlen – vagy végfelhasználóknál. Kiszámítható tehát, hogy a termelési folyamat során képződött haszonból mennyi tudható be a vízkészlet egységnyi mennyiségének. A számítások alapját módosított Cobb – Douglas termelési függvények képezik, amikben a vízre vonatkozó elaszticitási együttható képezheti a vízvagyon értékelésének alapját (f_{ij}). Ennek alapján a vízvagyon értéke:

$$E = \sum_i \sum_j x_{ij} \cdot f_{ij} \quad (3)$$

ahol:

- E = A felhasznált vízkészletek, hasznosított hidrológiai adottságok értéke. A vízkészletnek betudható éves eredmény.
- i = Lelőhely.
- j = Hasznosítási irány.
- x_{ij} = A j-edik felhasználónál hasznosítandó vízkészletmennyiség az i-edik készletösszetevő vonatkozásában. Tehát az i-edik lelőhelyről igénybe vett vízkészlet j-edik felhasználónál felhasználásra kerülő mennyisége.
- f_{ij} = A készlethányad egységnyi elemének betudható haszon, a vízre vonatkozó rugalmassági együttható.

Ez a módszer elsősorban azoknál a vízfelhasználási irányoknál célravezető, ahol értelmezhető és számszerűsíthető a haszon és a felhasznált víz mint termelési tényező közti kapcsolati összefüggés.

- A helyettesíthetőség elvéből kiinduló haszonszámítás (Ress (1988) nyomán)

A felhasználónál az egyes készletegységek helyettesíthetősége feltárható, és ez által meghatározhatók a helyettesítés arányszámai (h_{ij}) a vizsgált helyettesítési alternatívákra nézve. Az értékelés a helyettesítő változatok eredményeivel vagy ráfordításaival szemben kimutatható eredménytöbbletek vagy ráfordítás-megtakarítások számszerűsítésével végezhető el.

Egyetlen helyettesítő változat esetén, ha a változatnak betudható eredmény a *hasznok betudáson alapuló számítása* szerint értékelhető, az alábbi összefüggés használható:

$$E = \sum_i \sum_j x_{ij} \cdot H_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots) \quad (4)$$

ahol:

- E = A felhasznált vízkészletek, hasznosított hidrológiai adottságok értéke. A vízkészletnek betudható éves eredmény.
- i = Lelőhely.
- j = Hasznosítási irány.
- x_{ij} = A j -edik felhasználónál hasznosítandó vízkészletmennyiség az i -edik készletösszetevő vonatkozásában. Tehát az i -edik lelőhelyről igénybe vett vízkészlet j -edik felhasználónál felhasználásra kerülő mennyisége.
- H_{ij} = A felhasznált vízkészlet egy egységre jutó, a helyettesítő változattal szemben kimutatható eredménytöbblete.

Ebből:

$$H_{ij} = h_{ij} \cdot (g_{ij} - k_{ij}) \quad (5)$$

ahol:

- H_{ij} = A felhasznált vízkészlet egy egységre jutó, a helyettesítő változattal szemben kimutatható eredménytöbblete.
- h_{ij} = Helyettesítési arány-mutató. Azt jelöli, hogy az adott felhasználást helyettesítő változat hány készletegysége képes kiváltani a vizsgált i -edik típusú vízkészlet egy egységét (általában egynél kisebb).
- g_{ij} = Az i -edik típusú vízkészletegység j -edik felhasználónál történő helyettesítő változat egy egységének betudható éves tiszta eredmény.
- k_{ij} = Az i -edik típusú vízkészletegység j -edik felhasználónál történő hasznosítására jutó kitermelési, bevonási költség.

Amennyiben a helyettesítő változat egységének betudható eredmény (g_{ij}) nem számszerűsíthető, úgy a változat egységére vetített ráfordításokat kell figyelembe venni. Ez esetben tehát g_{ij} ráfordításokat jelöl.

Több változat esetén a viszonyított eredménytöbblet (H_{ij}) az alábbi összefüggéssel számolható:

$$H_{ij} = \min_k \left\{ h_{ij} (g_{ij} - k_{ij}) \quad (i, j, k = 1, 2, \dots) \right\} \quad (6)$$

ahol:

- H_{ij} = A felhasznált vízkészlet egy egységre jutó, a helyettesítő változattal szemben kimutatható eredménytöbblete.
- h_{ij} = Helyettesítésarány-mutató. Azt jelöli, hogy az adott felhasználást helyettesítő változat hány készletegysége képes kiváltani a vizsgált i -edik típusú vízkészlet egy egységét (általában egynél kisebb).
- g_{ij} = Az i -edik típusú vízkészletegység j -edik felhasználónál történő helyettesítő változat egy egységének betudható éves tiszta eredmény.
- k_{ij} = Az i -edik típusú vízkészletegység j -edik felhasználónál történő hasznosítására jutó kitermelési, bevonási költség.
- k = A változatok száma.
- i = Lelőhely.
- j = Hasznosítási irány.

A módszer használata azokban az esetekben javasolt, amikor a vízhasznosítás egyéb megoldási alternatívákkal hasonlítható össze.

- A különbözeti járadék keletkezéséből levezetett haszonszámítás (Ress (1988) nyomán)

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

$$D_{ij} = \max_j \{ D_{ij}(i, j, k = 1, 2, \dots) \} \quad (7)$$

ahol:

- D_{ij} = Az a maximális ráfordítás, amely mellett a víz beszerzésének költségei társadalmi szinten még megtérülnek. (A marginális vízlelőhelyek költségei.)
- k = A változatok száma.
- i = Lelőhely.
- j = Hasznosítási irány.

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

$$E = \sum_i \sum_j x_{ij} \cdot (D_i - D_{ij}) \quad (8)$$

ahol:

- E = A felhasznált vízkészletek, hasznosított hidrológiai adottságok értéke. A vízkészletnek betudható éves eredmény.
- i = Lelőhely.
- j = Hasznosítási irány.
- x_{ij} = A j -edik felhasználónál hasznosítandó vízkészletmennyiség az i -edik készletösszetevő vonatkozásában. Tehát az i -edik lelőhelyről igénybe vett vízkészlet j -edik felhasználónál felhasználásra kerülő mennyisége.
- $D_i - D_{ij}$ = Az (i, j) típusú vízfelhasználásra jutó különbözeti járadék.

A hasznok számszerűsítésén alapuló módszerek közül bármelyik alkalmazható a vizsgálat céljától, kivitelezhetőségétől, valamint a rendelkezésre álló adatoktól függően.

A pozitív hatású komponensek vagyoneértékelésének alapját a kitermelt vízi erőforrások felhasználásából adódó eredményhányad adja adott fejlettségi szint mellett. Ezzel szemben a negatív, veszélyeztető komponens vagyoneértékelésének alapját a ki nem épített védelmi kapacitásokból származó károk értéke adja szintén adott fejlettségi szint mellett. Ilyenek a *kieső termelési értékek*, a *mentés és kárelhárítás* érdekében fellépő többletköltségek és a *károsodott nemzeti vagyon összetevők értéke*. Ezeknek a negatív komponenseknek a mértéke függ a kár típusától, jelentkezésétől, fellépésétől, az ellene való védelem mértékétől, adott terület gazdasági és földrajzi struktúrájától. A belvizeket a csapadékviszonyokhoz hasonlóan inkább a termőföld-értékelésben kalkulálják (Ress, 1988).

1.2.3.3. Költség alapú értékelési módszerek

Marjainé (2005) szerint ezek a módszerek abból a feltételezésből indulnak ki, hogy a természeti erőforrás, esetünkben a víz értéke akkora, amekkora az általuk az ember számára biztosított hasznosság, ami megegyezik a megőrzéséhez/helyreállításához szükséges költségek nagyságával.

Ő a természeti erőforrások értékelésénél két feltételezést fogad el. Az egyik szerint az emberek jövedelme és a természeti erőforrásokban bekövetkező változások helyettesíthetők egymással, vagyis az emberek elfogadják a környezet állapotának romlását, amennyiben ezért kompenzációt kapnak, és fordítva, a jövedelmük csökkenése mellett jobb környezeti feltételek között élhetnek. A másik, hogy csak az ér valamit, amiért az emberek hajlandóak fizetni (Marjainé, 2010).

A költség alapú értékelési módszereknek az a hibája, hogy nem tudnak az alternatívák között valódi különbséget tenni, mivel csak a megőrzés költségeit tekintik az erőforrással kapcsolatos hasznok mértékének. A természeti erőforrás által kapott tényleges haszon valószínűleg nem egyezik meg a fenntartás költségeivel, ezért ez a csoport jelentősen torzított eredményt ad.

A csoportba az alábbi módszerek tartoznak: *termelőkenység változása módszer*, *védekezési költségek módszere*, *árnyékprojekt módszer*, *helyreállítási költségek módszere*, *helyettesítő piaci árak módszere*. Ezek az eljárások nagyon hasonlítanak egymáshoz. Előnyük, hogy viszonylag egyszerűen végrehajthatóak, az adatok viszonylag könnyen hozzáférhetőek, viszonylag rövid időt (néhány hónap) vesz igénybe egy-egy bekövetkezett változás értékének kialakítása. Ezekkel szemben általában csak használattal összefüggő értékrészek meghatározására alkalmasak, használattól független értékek dominanciája esetén nem javasolt az alkalmazásuk, a költségek alapján becsült erőforrásérték, illetve haszon torz lehet (ha kétszer akkora a ráfordítás valamire, az nem jelenti, hogy a haszon is kétszer annyi lesz), az alapul szolgáló természeti erőforrás kiinduló értéke gyakran csak közvetett kapcsolatban van az értékelt jószággal (Marjainé, 2005).

Ezek mellett használhatunk úgynevezett keresleti görbe alapján becsülő módszereket. Ezeknek egyik nagy csoportja a kinyilvánított preferencia módszerek. Ezek jellemzője, hogy a fogyasztásban beálló változások alapján következtetnek a termékhez vagy szolgáltatáshoz kapcsolódó természeti erőforrások keresletére, tehát utólagosak, nem pedig hipotetikusak. Itt olyan események feltárása a cél, amelyeknél a természeti erőforrás változása hatással van a piaci szereplők viselkedésére és az árakra (Marjainé, 2005). Ress Sándor is rávilágított arra, hogy a víz esetén megvizsgálható az egyes víztestek gazdasági hasznosításának mértéke. Minél nagyobb ez az érték, annál preferáltabb adott víztest természeti erőforráskénti használata.

Ebben a csoportban a leggyakrabban alkalmazott módszerek az *utazási költség módszer* és a *hedonikus ármódszer*. Ez a két értékelés is inkább bizonyos értékrészek meghatározására alkalmas,

de az egész természeti erőforrást nem képesek értékelni, az eredmények kutatása pedig a kvalitatív kutatás alapvető nehézségeibe ütközik, ezért kell számolni ezekben az esetekben is torzulással (Marjainé, 2005).

A harmadik módszercsoport szintén a keresleti görbe alapján becsülő módszerekhez tartozik, elnevezése feltárt preferencia eljárások. Ezeknek a módszereknek hipotetikus helyzetek felvázolása a jellemzője, ahol a válaszadók piaci magatartással nem fejezik ki preferenciájukat. Az ebbe a csoportba tartozó módszerek a *feltételes értékelés*, a *feltételes választás* és a *feltételes rangsorolás*. Ezek a módszerek hipotetikuságukból fakadóan is pontatlanok lehetnek, szakmai ismereteket és gyakorlatot követelnek, gyakran költségesek és időigényesek. Ugyanakkor például a vízerőforrás értékelésére alkalmasak, mivel azoknak az értékítélete is kiderülhet, akik közvetlenül nem érintettek, valamint lehetővé teszik az átváltások (*trade-off*) értékének feltárását, így pénzben történő meghatározását (Marjainé, 2005).

A fentieket összefoglalva tehát ezeket a módszereket jellemzően vegyesen alkalmazzák a szakértők az egyes esetekben, hogy teljesebb, a valósághoz jobban közelítő értéket kaphassanak a vízerőforrásra vagy valamely más természeti erőforrásra nézve (Marjainé, 2005). Ezeknek a módszereknek már számolnia kellene valamilyen módon a víz természeti értékével. Ez kizárná azt a feltételezést, hogy csak az ér valamit, amiért az emberek hajlandók fizetni.

1.2.3.4. A vízjáradék értelmezése

A vízjáradék értelmezésekor Szűcs Istvánnal² történt egyeztetés után abból indulhatunk ki, hogy a vízvégtermék termelői ára (V_{up}) függ a termelői átlagprofiton és a tulajdonosi járadékon felül a marginális lelőhely hozzájárulási költségétől is. Ebből következhet az alábbi összefüggés:

$$\text{Vízjáradék} = V_{up} - \text{a marginálisnál jobb helyek hozzájutási költsége} + \text{az átlagprofit} \quad (9)$$

Vagyis hasznosítási végtermékenként értelmezhetők a marginális lelőhelyek előállítási költségei és azok összetevői, illetve az egy kedvezőtlen lelőhelyen nyert vízegységre jutó átlagköltség, ami a vízjáradék kalkulálásának az alapja.

A hasznosítási irányok szerinti járadék országos (sőt nemzetközi) szinten is egy rendszerben értelmezi és értékeli a vízkészletet. Eszerint a víz vagyoneértékét hasznosítási végtermékenként (V_u) az alábbi 10. egyenlet mutatja:

$$V_u = \frac{\text{vízjáradék} \pm \text{externáliák} \pm \text{helyzeti járadék}}{\text{tőkésítési reálkamatláb}} \quad (10)$$

Ebből az összesített, országos vízvagyoneérték a következőképpen alakul:

$$V = \sum g_u \cdot V_u \quad (11)$$

ahol:

- V = Összesített, országos vízvagyoneérték.
- V_u = A vízvagyon értéke hasznosítási végtermékenként.
- g_u = Az egyes vízhasznosítási irányok relatív súlyaránya.

² Dr. Szűcs István professzor emeritus, az MTA doktora, a természetierőforrás-értékelés, a földértékelés és a földjáradék szakértője. Vele 2013 tavaszán történt a témában egyeztetés.

2.2.4. Piacteremtés

Néhány ország (például Kína vagy Szaud-Arábia) már lépéseket tett, hogy felvásároljon nagy és termékeny helyeket Afrikában, Ázsiában vagy Latin-Amerikában. Étel helyett földvásárlás. Ez biztosítja a vízhez való hozzáférést a jövőben. A földfelvásárló országok nincsenek egyedül, közvetlenül az élelmiszertermelő óriásokkal versenyeznek, mint például a Nestlé vagy a Coca-Cola, melyek évek óta vásárolják fel a víztározójogokat (Spiegel Online International, 2009).

A piaci kudarcok veszélye mindig fennáll a vízellátásban, így annak homogén piaca sincs, túl költséges – illetve az árképzés, a vízdíj-meghatározás rendkívüli ellentéteket és feszültségeket okoz(hat) (van der Zaag – Savenije, 2006). A külső tényezők azonban különlegesen erős készletet váltanak ki a helyzet megoldására.

2. keret: Az ősiség

„Nagy Lajos ősiségi törvénye (1351) félévezreden át a történeti alkotmánygazdasági alapját képezte. Az ősiség mint jogi alapelv az alábbiakban foglalható össze:

Az ingatlanok és az alapvető termelőeszközök felett fennálló tulajdonjog, különösen a rendelkezési jog korlátozott volt. (Ebbe a földön kívül beletartozott minden olyan eszköz, amely az önálló gazdálkodás nélkülözhetetlen kelléke volt.) A „tulajdonosokat” valójában csak a birtoklás és használat joga illette meg. Azokat eladni, jelzáloggal megterhelni, nagyon korlátozottan, szabadon örökölni pedig egyáltalán nem lehetett. Ezen javak tulajdonosa ugyanis a Szent Korona volt. Azok tőle származtak, reá áramlottak (szálltak) vissza magszakadás vagy hűtlenség, hazaárulás esetén. Miért? Mert ezeknek a gazdasági javaknak nemcsak a múltban és jelenben, hanem a végtelen időben meghatározott jövőben is biztosítani kellett a nemzetség fizikai fennmaradását, jólétét, gazdasági és politikai függetlenségét. Az ősiség elve kizárta, hogy a jelenben élvezett rövid távú előnyökért (ültetvények kivágásáért fizetett juttatások, állatállomány felszámolása, termőföld-értékesítés stb.) a nemzet maga számolja fel a jövő generációk anyagi létalapját.” Zétényi, 2012. p.274.

A konkrét vízpiacok a világ különböző tájain egyedi tulajdonságokkal és körülményekkel rendelkeznek, így meghatározásuk minden esetben különleges. A WWF (2007) szerint van azonban néhány tényező, amellyel közös mederben tarthatók e jellemzők. Ezek a következők:

- Növeli a vízhasználatból származó összhasznot a vízkereskedelem engedélyezése a kevésbé termelékeny területek felé.
- A vízmegőrzés ösztönzése adott, ha a vizet be kell szerezni a vízhasználatához és a vízmegtakarítások eladhatóvá válnak. Ezek erős érvek a hatékony vízhasználat maximalizálásához.
- A vízerőforrás elosztása és újra elosztása politikai beavatkozás nélkül valósulhat meg. Ahol ugyanis ezeket a közigazgatási szervek vagy helyi önkormányzatok végzik, ott az ellenőrzést a társadalmi és politikai elit gyakorolhatja. A vízpiacok biztosíthatják az elosztás átláthatóságát.
- Ahol a vízgyűjtők túlzott elosztásra kerültek, ott a vízjogok vásárlása talán a leghatékonyabb és politikailag legelfogadhatóbb módszer a vízerőforrás megóvására. A piac által felélénkített vízhatékonysági mérések talán további vízelérhetőséget adhatnak a környezet számára a gazdasági aktivitás csorbítása nélkül.
- A vízhasználatban bekövetkező hatékonyságnövekedés csökkentheti a környezetszennyezést (például az öntözés során visszaáramló víz kemikáliákkal való telítettségét).

- A jövedelmi szintekbeli és a tőkéhez való hozzáférésbeli eltérések jelentősen eltérő tranzakciós költségeket és információhoz való hozzáférést eredményeznek. Ennek következtében a vízpiacok akár kedvezőtlen hatások, például monopóliumok felé is vezethetik a szegényebb és perifériákon lévő közösségeket.
- Míg a helyszíni tranzakciók gyakoriak a vízpiacokon, addig a vízjogok piacán ez nem annyira aktív.
- A harmadik félre gyakorolt hatás az egyének szintjén jelentkezik, de az ő tranzakciókba történő bevonásuk nem jellemző. Például a mezőgazdasági tevékenység csökkenésének következménye, hogy néhány termelő eladja vízjogait, így a többi, még fennmaradó mezőgazdasági vállalkozásnak a helyi öntöző, termelő és forgalmazó infrastruktúra fenntartása megengedhetetlenné válhat.
- Szegényebb közösségekben a vízjogok kereskedelmének rövid távú rendkívüli hatása lehet, hogy eladják a termeléshez és állattartáshoz szükséges eszközöket. Míg ez közgazdaságilag talán racionális lépés, addig az egyenlőség és társadalmi fejlődés feltételeinek szempontjait tekintve szociálisan igazságtalan.

Samuelson – Nordhaus (1998) szerint a tulajdonjogok kiterjesztése erőteljes ösztönzés a környezetszennyezés hatékony csökkentéséhez, mert a pénzügyi piacokon egyesek megtakarításai mások tőkéjévé válnak.

1.2.4.1. A vízellátási és higiéniai szolgáltatások természete a piacon

Egy széleskörű ENGREF (2003) összefoglaló alapján elmondható, hogy természetüket tekintve a vízellátási és higiéniai szolgáltatások nagyon egyediek, nehezen hasonlíthatók össze a többi közüzemi hálózattal.

- Kvázi közjavak

A vízellátási és higiéniai szolgáltatások jellemzésének egyik nehézsége, hogy gyakorta összemossák a vízerőforrás jellemzésével. Egyfelől a vízerőforrásokat akkor lehet kivonni, ha már véglegesen kitermelték őket, míg a vízinfrastruktúrát akkor, ha elérték teljesítőképességük határát. Másfelől a vízerőforrás használatából akkor zárható ki a fogyasztó, ha a kivétel vagy elvezetés engedélyhez kötött és a helyszínen ellenőrzött, míg a vízinfrastruktúra használatából akkor zárható ki a fogyasztó, ha a csatlakozási pontok könnyedén azonosíthatók, például egy háztartás esetén. Ez azt jelenti, hogy teljesítőképességüket figyelembe véve elméletileg majdnem az összes vízinfrastruktúra magán vagy díjköteles szolgáltatás. Ez ugyan az, mint a hálózati közművek esetén. Viszont a hálózati közművekkel ellentétben a piaci bukásnak itt magas a kockázata és erős kormányzati beavatkozást igényel. Sőt, a fontos külső gazdasági hatások és társadalmi célok a gyakorlatban korlátozhatják a kizárólagosságot. Ezért, amikor elegendő az infrastruktúra teljesítőképessége, akkor a vízügyi és higiéniai szolgáltatások kvázi közjóként viselkednek.

- Meritokratikus javak

A vízellátási és higiéniai szolgáltatásoknak erős meritokratikus jellemzőik vannak, értve ez alatt a társadalmi előnyeit, amik meghaladják a magán előnyöket erős külső gazdasági hatásuk miatt. Éppen ezért, ha a vízellátás és higiéniai kínálat teljes egészében a magánszektorra lenne bízva, akkor valószínűleg alulkinálat lépne fel a piacon belőle, főleg az alacsonyabb jövedelemmel rendelkezők számára. A központi hatóságok gyakran jobban megértik a tiszta víz és megfelelő higiénia a fogyasztók egészségére és jólétére, valamint a világ környezetére mért előnyeit, mint maguk a fogyasztók. Valójában a kormányok korlátozhatják a lehetséges vízközműveket, hogy fogyasztókat zárhassanak ki (akár a közműre való csatlakozásból, akár az arról való leválásból) nemzeti-szociális célok alapján. Amint ez előfordul, akkor a vízügyi és higiéniai ellátások egyre

jobban hasonlítanak kvázi- vagy tiszta-közjavakhoz (a besorolás a kereslet és kínálat egyensúlyától függ, ami időről időre változhat).

- Természetes és helyi monopóliumok

Míg a telekommunikációs ágazatban technológiaváltások mehetek végbe a versenyképesség okán, addig a vízszektor természetes monopólium maradt. Az elektromos árammal szemben a víz szállítása a jelentős és visszafordíthatatlan elsüllyedt-költségek miatt nagyon drága magához a termékértékhez képest. Sőt, a vízhálózatok megkettőzése, a nyers vagy iható víz szállítása okán valószínűtlen és valós korlátja a lehetséges versenytársak belépésének. A minőségi kötelezettség megköveteli a víz kezelési és fogyasztási helye közti közelséget. Így hagyományosan helyileg termelik ki és kezelik. Bármilyen drámai technológiaváltás hiányában valószínűtlen, hogy ezt a helyzetet belátható időn belül megváltozzon.

A hozzávetőlegesen magas szállítási költségek ellenére néhány, például a helyi ellátásban akadályozott regionális vízügyi vállalattal vagy nagyvárossal rendelkező brit tagállamban gyakori, hogy a kitermelt és elraktározott nyers vizet nagymennyiségben szállítják el több, mint 100 km távolságra kezelésre. Dél-Európában is gyakori, hogy ezeket a nagymennyiségű nyersvíz-szállítmányokat az ivóvíz-ellátásért felelős önkormányzatok helyett más szervezetek kezelik. Valójában tehát így szállítják, és talán értékesítik és használják is nyers vizet több különböző célra, például mezőgazdasági öntözésre, ipari hűtésre vagy ivóvízellátásra. A nyersvíz-készletek ilyen regionalizációja (és diverzifikációja) az elérhetőség fejlesztését és így szárazság idején az ügyfelek szolgálatát segítette.

Ezzel tehát van némi, a regionalizáció felé mutató olyan tendencia, mind a vízgazdálkodás mind pedig a távoli erőforrás-fejlesztés terén (vagyis az ivóvízigény növekedése és a helyi vízerőforrások teljes kiaknázása terén), ami kiterjeszti ennek az úgynevezett helyi monopóliumnak a földrajzi hatásait. Ez a legfőbb különbség a többi, például elektromos- vagy távközlési hálózat szolgáltatásával szemben, amik helyi vagy regionális szint helyett történelmileg nemzeti szinten lettek megtermelve. Következésképpen a vízellátási és higiéniai szolgáltatások menedzsmentje az országok között nagyban eltér, mivel számos helyi vagy regionális megoldás létezik. A menedzsment módosulatok ilyenén sokfélesége a vízszektor egyik jellegzetessége.

A szennyvíz tisztítóba szállításának magas költségeire is hasonló érvek vonatkoznak. Valójában a gravitáció törvényein alapuló szennyvízrendszer a kis helyi monopóliumok fejlesztését ösztönzi tovább. Viszont a szomszédos önkormányzatoknak mindig lesz lehetőségük rá, hogy méretgazdaságosságot elérve közösen építsenek szennyvíztisztító létesítményeket. Ezek a méretgazdaságossági viták az iszapkezelésre még jobban alkalmazhatók, mivel a regionális iszapkezelő központok eléggé elterjedtek az Unióban.

- Externáliák

A vízellátás rendszerint a közüzemek között szerepel, mivel az egészséghez köthetően erős a pozitív és negatív külső gazdasági hatásuk. A tiszta víz ellátása óriási pozitív közegészségügyi externáliát biztosít a víz útján terjedő betegségekkel szemben. Másfelől viszont a víz egy körforgás része, így tisztán kell visszavezetni a környezetbe. A szennyvíz szabályozatlan vízközümi felszámolása betegségeknek vagy környezeti szennyezésként hatalmas negatív externáliákat okozhat.

- Társadalmi célok

Az ivóvíz és higiéniai szolgáltatás elsődleges példája a közérdekű tevékenységeknek. A víz ugyebár elengedhetetlen az élethez, az élszervezeteknek és a különféle gazdasági tevékenységekhez. A legtöbb ország egységes hozzáférést biztosít a vízhez és/vagy annak minimális szolgáltatását garantálja. Mi több, a környezeti szempontok számbavétele is egyre terjed. Ez kiegészíti azt a kockázatot, amit a gyenge vízminőség jelent az emberi egészségre nézve. Azért hogy fejlesszék és garantálják a népesség egészségének magas szintjét megjelent a vízügyi és higiénias oktatás szüksége. De a hatékonyság eléréséhez szükséges volna a nagynyilvánosság részvétele is.

- Keresletrugalmasság

A vizet elsődlegesen használók számára annak rugalmassága a nullához közelít, rugalmatlan, mivel alapvető szükségletei a felhasználóknak. Az ivóvíz legalapvetőbb használatának kevés helyettesítője van. Az ipari vagy mezőgazdasági ágazatokban a víz keresletrugalmassága nagyobb, mivel ott létezik választás (például víztakarékos technológiák bevezetése, kevésbé vízigényes termékek előállítás). A városi vízellátás árrugalmassága alacsony. A szegény fogyasztók gyakran csak nagyon kevés víz használatát engedhetik meg maguknak, ezt viszont az árak bármilyen mértékű emelkedése sem csökkenti, mivel kevesebb vízzel már tudnak élni. A módosabb fogyasztók fizetőképessége, azoké akik a kertjüket öntözik vagy az autójukat mossák, már olyan, hogy számukra a vízen történő pénzmegtakarítás a korlátozott. A tömbtarifa-rendszereket néhányan a hatékony és méltányos háztartási vízhasználat közti megalkuvásként figyelembe veszik. Amikor a víz kereslet-árrugalmassága alacsony, mint a városi víz esetén, akkor szabályozatlan vízszolgáltató (például monopólium) árakat emelhet, mivel a fogyasztók foglyok.

- Aránytalan információáramlás

A tökéletlen piaci berendezkedés miatt az információ áramlása is tökéletlen. Ez két téren nyilvánulhat meg. Az egyik eset, amikor a gyártó jobban ismeri a víz minőségét és annak hatásait, mint maga a fogyasztó. A másik eset, amikor a magán- vagy közszolgáltató és a helyi vagy nemzeti ellenőrzőhatóság információi között van eltérés, különösen a költségek tekintetében.

1.2.4.2. Az ausztrál példa

Az ausztrál vízpiac számos, vízrendszereiket és közigazgatási határaikat tekintve különböző vízpiacból képzett vízpiac. Ezek méretei nagyon eltérők a független kis vízpiacoktól egészen a kiterjedt, összefüggő rendszerekig, mint például a Murray–Draling medence, ami a legnagyobb kereskedelmi terület Ausztráliában. Az ausztrál vízpiac magába foglalja a különféle víztermékekkel való kereskedelmet az elkülönült vízerőforrásokon belül és közöttük egyaránt. Ezek a víztermékek általában beleférnek a vízhozzáférési jogosultságok és a vízelosztás széles kategóriáiba. Minden állam és terület a saját vízjogokkal és vízkereskedelemmel kapcsolatos törvényi és közigazgatási intézkedéseikért felelős.

Az ausztrál vízpiac szereplői lehetnek vízhasználók vagy víztulajdonosok (gazdálkodók, vidéki vízhasználók, öntözőrendszerek kezelői, ipari vízhasználók, városi vízhasználók és környezetvédelmi csoportok), közvetítők (alkuszok, szállítványozók, ügyvédek, bankok, hitelezők és értékbekslők), kutatók (környezetvédők, tudósok, közgazdászok és hidrológusok), a kormányzat (az Ausztrál Kormány, önkormányzatok és kereskedelmet jóváhagyó hatóságok), valamint a nyilvánosság (befektetők, közösségi csoportok és a nagyközönség).

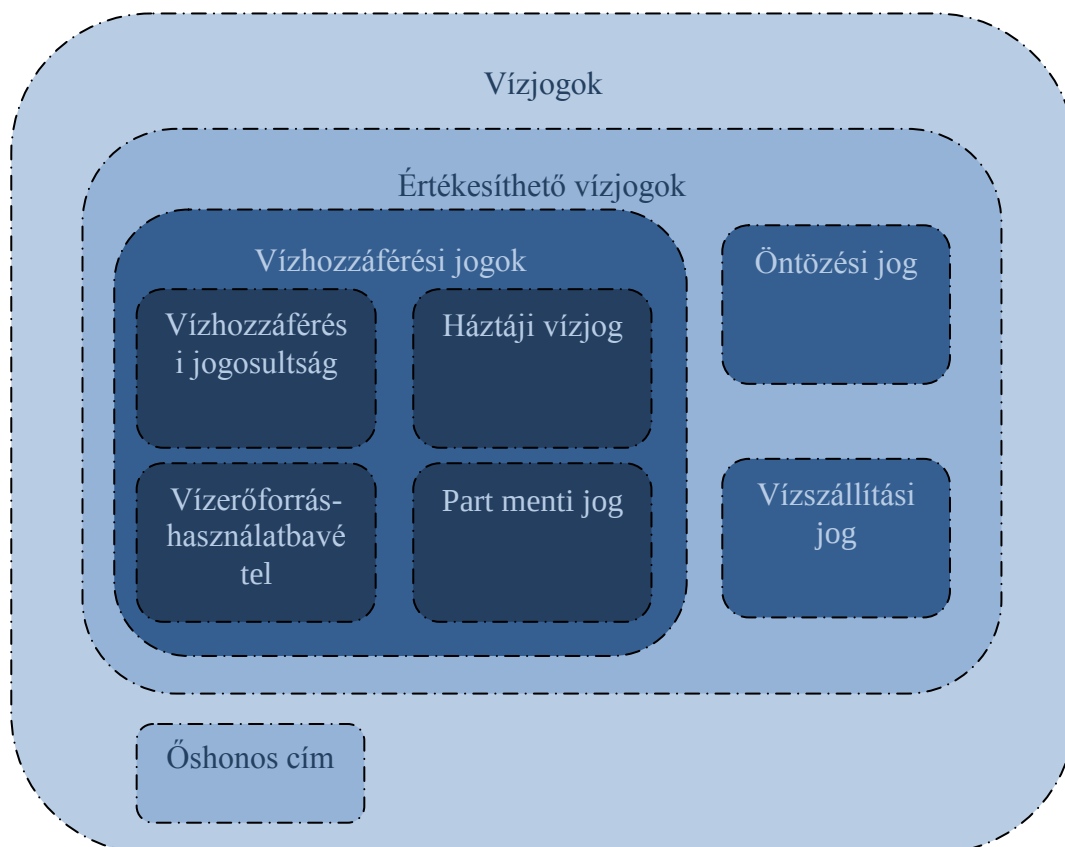
Az ausztrál vízpiac hatékonyságát meghatározza a kormány által létrehozott vízjogi rendszer átláthatósága, annak működtetése, valamint a meghatározó piaci információkhoz való hozzáférés.

Minden államnak és önkormányzatnak van vízügyi nyilvántartása, ahová a vízhozzáférési jogosultságokat jegyzik a tulajdoni adatokkal és az ügyletekkel együtt. A vízkereskedelem a hatékony nyilvántartási rendszeren nyugszik csak úgy, mint az ingatlankereskedelem vagy az Ausztrál Tőzsde. A hatékony, pontos és teljes körű víznyilvántartási rendszerek elengedhetetlenek a virágzó vízpiachoz (www.nationalwatermarket.gov.au).

Az Ausztrál Kormányok Tanácsa (*Council of Australian Governments*) a Nemzeti Vízügyi Kezdeményezéssel (*National Water Initiative*) vízpiaci reformokra törekszik annak érdekében, hogy megszüntesse a vízzel való kereskedelem akadályait és így csökkentse a piaci torzulásokat és megkönnyítse a szabadabb kereskedelmi folyamatokat. A Kezdeményezés 2004-ben jött létre, de gyökerei 1994-ig nyúlnak vissza. 2014-ben ötödik alkalommal dolgozták ki, idén három éves időtartamra a legfrissebb Nemzeti Vízreform Értékelésüket. Ez tartalmaz egy értékelést a Nemzeti Vízügyi Kezdeményezés intézkedéseinek joghatósági végrehajtását, valamint az Ausztrál Kormányok Tanácsa által jóváhagyott további vízügyi reformokat illetően. Értékeli továbbá a Nemzeti Vízügyi Kezdeményezés és a kapcsolódó vízügyi reformok azon hatásait, amik az Nemzeti Vízügyi Kezdeményezés azon törekvései ellen hatnak, amik gazdasági, társadalmi és környezeti optimalizálást eredményeznek. Tartalmazza továbbá a fejlődő vagy módosuló vízgazdálkodási kihívásokat a jövőbeli reformprioritások ajánlásával.

Az ausztrál Nemzeti Vízügyi Bizottság elkötelezettséget vállal az Nemzeti Vízügyi Kezdeményezés felei, az Ausztrál Kormányzati szervek, az ágazatban érintettek és a nyilvánosság felé, hogy megkezdje az információk és a bizonyítékok begyűjtését. A Bizottság tervezi, hogy 2014 második felében benyújtja 2014-es Nemzeti Vízreformértékelőjét a miniszterelnöknek, aki egyben az Ausztrál Kormányok Tanácsának elnöke is, valamint az állami és területi minisztereknek (www.nwc.gov.au).

Ausztráliában a vízhez való hozzáférést és a vízhasználatot az államok és területi kormányzatok által igazgatott, törvényen alapuló vízjogok szabályozzák. Ezek az alábbi 5. ábra szerint ágyazódnak egymásba:



Forrás: www.nationalwatermarket.gov.au alapján saját fordítás

5. ábra: Az ausztrál vízjogok összetételének sematikus ábrázolása

A vízjogok halmazán belül megjelenik az őshonos cím és az úgynevezett értékesíthető vízjogok. Az őshonos címet különleges személyek vagy csoportok számára hozták létre néhány kijelölt helyre vonatkozóan. Az ezzel rendelkezők a vizet személyes, háztartási és nem-kereskedelmi célokra használhatják. Emellett jelenik meg az értékesíthető vízjogok csoportja, ami öntözési, szállítási és hozzáférési jogokból tevődik össze. Akinek öntözési joga van, annak joga van az Öntözési Infrastruktúra Üzemeltetőjétől³ történő vízhasználatra. Öntözési jog mellett vízszállítási joggal kell rendelkeznie annak, aki az Öntözési Infrastruktúra Üzemeltetőjétől az ő hálózatán keresztül szállíttatja vizet. Harmadik csoport a vízhozzáférési jogok csoportja, ami az állam által a vízerőforrásból nyerhető víz birtoklására vagy használatára biztosított jog. A vízhozzáférési jog az alábbi tényezőket foglalja magában:

- Vízhozzáférési jogosultság (*water access entitlement*): olyan örökös vagy folytonos jogosultság, ami kizárólagos hozzáférést jelent egy meghatározott fogyasztói medencében lévő víz egy részéhez, amit a vonatkozó vízügyi terv határoz meg.
- Vízerőforrás-használat (*water allocation*): egy adott víz évadban a hozzáférési jogosultságokhoz kiosztott vagy a vízerőforrás tervezetben meghatározottak szerint juttatásra került víz konkrét mennyiségét méri.
- Part menti jog (*riparian right*): olyan vízjog, ami háztartási és háztáji céllal vidéki földbirtokosok tulajdona lehet. Ez a jog azoknak a földbirtokosnak biztosít méltányos ivóvíz, háztartási célú vagy horgászati használatot, akiknek a földjén víztest található.

³ Az ausztrál Öntözési Infrastruktúra Üzemeltetője (Irrigation Infrastructure Operator) olyan szervezet, amely vízszolgáltatási infrastruktúrát működtet vízszállítás céljából elsődlegesen öntözésre.

- Háztáji vízjog (*stock and domestic right*): olyan vízjog, amely háztartási és háztáji céllal vidéki földbirtokosok tulajdona lehet. Ez a jog a háztartási célú használatot, a háztáji állattartás és növénytermesztés vízigényének biztosítását szolgálja. Kizárja tejüzemeket, sertéstelepeket, takarmánytermelőket vagy bármilyen más intenzív vagy kereskedelmi célú vízhasználatot (www.nationalwatermarket.gov.au).

2.3. A víztermelékenység-növelés döntéstámogató eszközei

3. keret: „Zárszó”

„Beszélhetünk vízválságról vagy sem? A válasz szubjektív megítélésünkötől függően sokféle lehet. Néhány dolog azonban bizonyos. ... A kiváltó okok egyre jobban kívül esnek a vízgazdálkodás területéről: alapvetően társadalmi, gazdasági és politikai eredetűek, és ennek megfelelő kezelést igényelnek. Különösen súlyos a helyzet a fejlődő világban, ahol a sokrétű vízproblémák a szegénységgel, az élelmezési bajokkal, a demográfiai változásokkal, a kapacitáshiánnyal, a korrupcióval és a kormányzás gyengeségeivel együtt halmozottan jelentkeznek. A jövő bizonytalan és kérdések sokaságával találkozunk. Melyek lesznek például az éghajlatváltozás és a globalizáció hatásai? Vagy mi lesz a következménye Kína, India és a kapcsolódó térség fejlődésének? Látszólag a fejlett világban minden rendben van. De tényleg így van ez? Hiba lenne tévhitekben ringatni magunkat: a Föld túl picinnyé kezd válni ahhoz, hogy a 'megúszás' reményében kívül maradjunk. Cselekedni kell, és ebben a fejlett világnak – beleértve saját magunkat is – vezető szerepet kell vállalnia. Az idő szorít.” Somlyódy, 2008, 472. p.

Számos, a döntéshozók által is elérhető vízértékelési eszköz áll már rendelkezésre nemzetközi és világ szinten. A teljesség igénye nélkül ezek közül néhány:

Életciklus-elemzés (Life Cycle Assessment – LCA)

Egy termék, folyamat vagy szolgáltatás teljes életútja során vizsgálja annak környezetre gyakorolt feltételezhető hatásait az alapanyag-előállítástól a hulladékhasznosításig (www.lcacenter.hu). Az elemzés azonosítja a felmerülő környezeti hatásokat az értéklánc különböző szakaszain. Korábban nem igazán vették figyelembe a vízfogyasztást az életciklus-elemzések során, de igazodva a súlyos vízügyi, környezeti, társadalmi, gazdasági és politikai problémákhoz ezt a hiányosságot pótolták. Az Életciklus-elemzés tehát egy átfogó módszer (www.ceowatermandate.org/a).

Üzleti Világtanács a Fenntartható Fejlődésért: Globális Vízügyi Eszköz (World Business Council for Sustainable Development Global Water Tool – WBCSD GWT)

Ez az ingyenes online eszköz segít összehasonlítani a vállalati vízfelhasználást, szennyvízkibocsátást és létesítményi információkat a vízgyűjtő és országos szintű adatokkal. Ezzel teszi lehetővé a vállalatoknak, hogy a vízkészlethez viszonyítva értékeljék és közölhessék vízügyi kockázataikat és az eredményeket beépítsék műveleteikbe és ellátási láncukba (www.ceowatermandate.org/b).

Globális Környezetgazdálkodási Kezdeményezés: Vízfenntarthatósági Eszközök (Global Environmental Management Initiative – GEMI – Water Sustainability Tools)

A Kezdeményezés online eszközei segítenek a szervezeteknek vízstratégiájuk kiépítésében. Az első eszköz 2002-ben jelent meg *Connecting the Drops Towards Creative Water Strategies* (A Cseppek Összefogása az Ötletes Vízügyi Stratégiák Irányába) néven. Ez a vállalati szintet célozza lehetővé

téve számukra, hogy a kockázatfelismerés szempontjából értékeljék kapcsolatukat a vízzel és megállapítsák azokat a vállalati intézkedéseket, amelyek a vállalat sajátos igényeivel és körülményeivel foglalkoznak. A második eszköz 2007-ben jelent meg *Collecting the Drops: A Water Sustainability Planner* (A Cseppek Összegyűjtése: Vízfenntarthatóság Tervező) néven. Ez a vállalat egésze helyett a létesítményi szint felhasználására összpontosít. A mennyiségi adatok helyett mindkét GEMI-eszköz inkább minőségi útmutatást biztosít a kockázatokról és kiemel néhányat a legégetőbb kérdések közül. Ez a két eszköz olyan vállalatok és létesítmények számára a legalkalmasabb, amelyek most kezdik megérteni hogyan befolyásolják a vízügyi kérdések a közeli ökoszisztémákat, a közösségeket, valamint saját üzletük kockázatait. Az eszközökből nyert információk felhasználhatók a vonatkozó kérdések átfogó értékelésére, de nem adnak számszerű adatokat a különböző vízhasználatok, termékek vagy készségek összehasonlítására ([www.ceowatermandate.org /c](http://www.ceowatermandate.org/c)).

Erőforrások Világintézete – Aqueduct (World Resource Institute – WRI – Aqueduct)

Ez az eszköz a helyi vízkockázati mutatók és a globális szabványok online adatbázisa, amely a földrajzi vízkockázatok mérését célozza, és beszámolók készítéséhez nyújt segítséget. Értékeli a kockázatot vízmennyiség és -minőség, szabályzási leterheltség, kormányzás, éghajlatváltozás, társadalmi-gazdasági összetevők és még sok más tényező alapján. Az eszköz keretein belül három fő vízkockázati intézkedést vizsgálnak: a hozzáférés és növekedés korlátait, a költségkockázatokat, valamint a rendszer megbomlásának lehetőségét. Az eszköz négy elsődleges részből tevődik össze: Vízkockázati Atlasz, Vízkockázat Gyűjtő, Vízkockázati Beszámoló és Vízkockázati Hírek ([www.ceowatermandate.org /d](http://www.ceowatermandate.org/d)).

1.3.1. Vízlábnym

A víztermelékenységet növelő eszközök közül kiemelt helyen szerepel a vízlábnym, ami az édesvíz-erőforrás emberi kisajátításának mértéke. Három része van. A kékvíz-lábnym a felszíni és felszín alatti kékvízerőforrás-fogyasztásra utal. A zöldvíz-lábnym az felhasznált esővíz, zöldvíz mennyiségére utal, ami különösen lényeges a növénytermesztésben. A szürkevíz-lábnym pedig az édesvízszennyezés mértékének a mutatója, és úgy határozható meg, mint az a környező vízminőségsszabványokon alapuló édesvízmennyiség, ami a szennyezőanyagok telítettségének feldolgozásához szükséges (Mekonnen – Hoekstra, 2011/a).

A vízlábnymot mint eszközt átfogóan megfogalmazza az alábbi idézet:

„A vízlábnym egy multiszektorális, több dimenziós vízfelhasználási becslés. Megmutatja a termék vagy szolgáltatás előállításához használt abszolút vízmennyiséget a teljes életpályán nézve. Olyan pillanatnyi becslés, mely figyelembe veszi a termelési lánc minden elemének vízfogyasztását és vízszennyezését. Ezzel a módszerrel megállapítható a termékláncban részt vevő szereplők vízigénye, melynek következtében vízfogyasztással kapcsolatos felelősségük mértéke is nyilvánvalóvá válhat” (Fogarassy – Neubauer, 2011, p.225.).

A vízlábnym tehát egy földrajzilag kifejezett mutató, ami nem csak vízfogyasztás és szennyezés mennyiségét, hanem a helyét is kimutatja (Mekonnen – Hoekstra, 2011/a). Ebből következően a nemzeti vízlábnym keretét az alábbi 6. ábra mutatja.



Megjegyzés: Az ábra a nemzeti vízfogyasztással, a nemzet területének vízlábnyomával, a teljes virtuális vízexporttal és a teljes virtuális vízimporttal kapcsolatos mérlegeket mutatja.

Forrás: Hoekstra et. al., 2011, p.56. alapján saját fordítás

6. ábra: A nemzeti vízlábnyom kiszámításának sematikus kerete

Ebből kiindulva egy nemzet belső vízlábnyoma azt hazai forrásból származó vízfelhasználást mutatja meg, amelyből a lakosok által felhasznált termékeket és szolgáltatásokat állítják elő. A külső vízlábnyoma pedig azt a vízmennyiséget mutatja, amit más ország használ fel termékek és szolgáltatások előállítására és importálás során használják fel a vizsgált ország lakosai (Chapagain – Hoekstra, 2004). A 7. ábra ezt szemlélteti.



Forrás: Mekonnen – Hoekstra, 2011/a, p.32. alapján saját fordítás

7. ábra: A különböző fogyasztási kategóriákkal kapcsolatos globális belső és külső vízlábnyom megoszlása, 1996–2005.

Ahhoz hogy kiszámolhassuk egy termék átlagos vízlábnyomát adott országra nézve, meg kell szoroznunk a termék összes származási helyének vízlábnyomát súlyozva az ezekről a helyekről érkező termékek arányos eloszlásával. Például nézzük egy német fogyasztó által elfogyasztott paradicsom vízlábnyomát. 1996–2005 között a német paradicsomtermelés 47 000 tonna/év volt 36 m³/t/év átlagos vízlábnyommal. Németország azonos időszakban 667 000 tonnát importált évente, amiből 252 000 t/év érkezett Hollandiából 10 m³/t vízlábnyommal, 244 000 t/év Spanyolországból 83 m³/t vízlábnyommal és 72 000 t/év Olaszországból 109 m³/t vízlábnyommal. Súlyozva a különféle paradicsomokat a német fogyasztói piacon átlagosan 57 m³/t átlagos vízlábnyomot kapunk (Mekonnen – Hoekstra, 2011/a).

1.3.1.1. Vízlábnymhálózat

A vízlábnymmal és a hozzá tartozó módszerekkel kapcsolatos érdeklődés abban a felismerésben gyökerezik, hogy az édesvízrendszerekre mért emberi hatások, amelyek végső soron az emberi fogyasztáshoz és olyan kérdésekhez köthetők, mint a vízhiány és -szennyezés jobban megérthetők és kezelhetők a termelés és ellátási láncok egészét figyelembe véve. Egyre elismertebb a felismerés, hogy a helyi vízkimerülés és -szennyezés gyakran szorosan köthető a globális gazdaság szerkezetéhez. Számos ország jelentősen kiszervezte vízlábnymát, más országból importálva ezzel vízigenyes termékeket. Ez olyan exportrégiók vízerőforrásaira helyez nyomást, ahol a bölcs vízügyi irányítás és megőrzés mechanizmusai gyakran hiányoznak. Növekvő mértékben felismervén szerepüket a vízhasználatban és vízgazdálkodásban részt vevő szereplők kölcsönhatásában, a kormányok mellett vállalkozások és közszolgálati szervezetek is elfogadják szerepüket egy jobb vízerőforrás-gazdálkodás elérésében.

Mára több száz intézmény alkalmazza aktívan a vízlábnymértékelést és járul hozzá ennek fejlesztéséhez. Olyan kérdésekre keresik a választ, mint:

- Hogyan valósítható meg a helyes vízlábnymszámítás a saját országom vagy szervezetem esetében?
- Hogyan azonosíthatók azok a helyek, ahol a legnagyobb hatása van a vízlábnymnak?
- Hogyan lehet csökkenteni, esetleg ellensúlyozni ezeket a hatásokat?

Nagy lett a különbség az alkalmazás és kivitelezés támogatási igénye és e támogatás ellátása között. Emellett szükség van strukturáltan összehozni a módszerek és eszközök fejlesztőit és azokat az intézményeket, akik alkalmazni kívánják ezeket. A vízlábnym fogalmai, módszerei és eszközei további fejlesztésére és az ismeretek terjesztésére tett erőfeszítések összehangolása érdekében számos intézmény kezdeményezte a Vízlábnymhálózat létrehozását. A hálózat abban egyedülálló, hogy különféle eredetű partnereket hoz össze: oktatási intézmények, civilek, magánszektor, kormányok és az ENSZ (www.waterfootprint.org/a).

A Vízlábnymhálózat tehát egy tanulásra szakosodott nemzetközi szervezet, a fenntartható, méltányos és hatékony vízhasználatban érdekelt különféle közösségek összekapcsolódásának a tere. Mivel tagjai a nyitottságban és megosztásban hisznek, ingyen teszik elérhetővé az adatokat, a módszereket és az eszközöket. Számos nézőpontot fognak össze különféle társadalmi, kulturális, gazdasági és környezeti háttérrel rendelkező érdekeltjeik széles köréből (www.waterfootprint.org/b).

A Vízlábnymhálózat küldetése, hogy világszerte elősegítse az átmenetet a fenntartható, méltányos és hatékony édesvízkészlet-használat felé:

- a vízlábnym eszme ajánlásával, ami egy térben és időben nyílt mutatója a fogyasztók és termelők közvetlen és közvetett vízhasználatának;
- közösségekben, kormányzati szervekben és vállalkozásokban a vízlábnym éberség, valamint annak megértésének növelésével, hogy hogyan kapcsolódik a vízhasználatához és az édesvízrendszerekben tett hatásokhoz a termékek és szolgáltatások fogyasztása és a különféle termelési láncok;
- azon vízügyi vezetők biztatásával, akik csökkentik a közösségek, országok és vállalkozások vízlábnymainak negatív környezeti és társadalmi hatásait.

A Vízlábnyomhálózat ezért konkrét tevékenységként vállalja, hogy:

- támogatja azokat vízügyi vezetőket, akik csökkentik a közösségek, országok és vállalkozások vízlábnyomainak negatív környezeti és társadalmi hatásait;
- szabványokat dolgoz ki (eljárások, iránymutatások, kritériumok) vízlábnyomszámításhoz, vízlábnyomhatás-vizsgálathoz és a negatív vízlábnyomhatások csökkentéséhez és kiegyenlítéséhez;
- gyakorlati eszközöket dolgoz ki olyan emberek és szervezetek támogatására, akik vízlábnyomszámításokban, hatásvizsgálatokban, valamint vízlábnyomcsökkentésben és vízlábnyom-kiegyenlítésben érdekeltek;
- a vízlábnyom tekintetében találkozókat, kiadványokat, oktatást, kutatást és fejlesztést biztosít, vagy külsős partnereket támogat ezek megszervezésére;
- elősegíti a vízlábnyommal kapcsolatos ismeretek cseréjét, közlését és terjesztését;
- állami szerveket, nemzetközi intézményeket, civil szervezeteket, vállalkozásokat vagy más szervezeteket támogat vízlábnyomszámítások végrehajtásában, valamint a fenntartható és igazságos vízügypolitika kifejlesztésében;
- vízlábnyomszámítások alkalmazásával, valamint ellenőrzés és igazolás révén vízlábnyom használatával kapcsolatos tanácsokat biztosít (www.waterfootprint.org /a).

• Szereplők

A világ számos országából csatlakoztak már különféle szervezetek a Vízlábnyomhálózathoz. Például az Amerikai Egyesült Államok, Argentína, Ausztrália, Ausztria, Banglades, Belgium, Brazília, Chile, Ciprus, Costa Rica, Dél-Afrika, az Egyesült Királyság Ecuador, Finnország, Franciaország, Fülöp-szigetek, Görögország, Hollandia, India, Írország, Japán, Kanada, Kína, Kolumbia, Korea, Malajzia, Mexikó, Németország, Olaszország, Pakisztán, Portugália, Románia, Spanyolország, Sri Lanka, Svájc, Svédország, Szerbia, Szingapúr, Tajvan, Togo, Törökország és Új-Zéland.

Néhány a csatlakozott intézmények közül:

- Aqua ClimaxKanada
- Asociación de Amigos de la PatagoniaArgentína
- Austrian Institute of TechnologyAusztria
- Beijing Forestry UniversityKína
- Carbon Consulting CompanySri Lanka
- CEIGRAM – Research Centre for the Management of Agricultural and Environmental Risks, Technical University of MadridSpanyolország
- Coca-Cola HellenicGörögország
- Ecosistemas Sustainable SolutionsBrazília
- EMWIS - Euro-Mediterranean Information System on know-how in the Water sectorFranciaország
- GAIA Servicios Ambientales S.A.S.Kolumbia
- Gheorghe Asachi Technical University of IasiRománia
- HeinekenHollandia
- Jain Irrigation SystemsIndia
- KPMGHollandia
- Natura CosméticosBrazília
- New World Hope Organization (NWHO)Pakisztán
- NestléSvédország
- PepsiCoUSA
- Plant and Food ResearchÚj-Zéland

- SABMillerUK
 - Sustainova Sustainability ConsultingTörökország
 - Taiwan Institute of Economic ResearchTajvan
 - The Coca-Cola CompanyUSA
 - Universiti Kebangsaan MalaysiaMalajzia
 - University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU)
.....Ausztria
 - Waterscan Ltd.UK
 - Yasin Knittex IndustriesBanglades
- (www.waterfootprint.org /c)

• Információáramlás

Számos lehetőség van arra, hogy a Vízlábnymhálózat tagjai találkozhassanak egymással. Ezek közül a legfontosabb a Szemtől Szemben Fórum évente (Annual Face-to-Face Partner Forum), amelyen a résztvevők bővíthetik tudásukat, hozzájárulhatnak és kiterjeszthetik az ismereteket és tapasztalatokat a vízlábnymelemzések és –stratégiák kapcsán. Emellett kéthavonta vannak webináriumok, ahol a legfrissebb információkat és eredményeket adhatják át egymásnak a tagok. A harmadik ilyen lehetőség a munkacsoportokban való részvétel. 2012–2013-ban például a szürkevízlábnym-értékelés fejlesztésén egy nemzetközi tudósokból álló csoport dolgozott azzal a céllal, hogy a víztestek, valamint a kifolyási és lefolyási szakaszok diffúz szennyezése kapcsán a helyes megengedett legnagyobb és természetes telítettségi adatok kiválasztásához könnyedén használható eljárásokat biztosítson. A munkacsoportok eredményei bővítik tudásunkat és annak megértését, hogy különböző körülmények között és különböző céllal hogyan alkalmazható a vízlábnym (www.waterfootprint.org /d).

A Vízlábnymhálózatnak jelenleg két munkaprogramja van. Az egyik technikai, ami lefedi a vízlábnymértékelés módszertani előmozdítását, a naprakész statisztikák szállítását és a gyakorlati útmutatók és eszközök fejlesztését. Ennek legfőbb részei például a vízlábnymértékelés módszerével kapcsolatban a globális vízlábnymszabvány gondozása, az adatokat és statisztikát illetően a Vízlábnymhálózat saját vízügyi adatbázisai, a különféle termékvízlábnym-statisztikák és nemzeti vízlábnymszámok, a nemzetközi virtuális vízáramlások, a vízhiány és a vízszennyezettségi szint statisztikáinak kezelése, az eszközöket és anyagokat illetően pedig például az Egyéni Vízlábnymkalkulátor⁴, vagy a Vízlábnymértékelési Eszköz (Water Footprint Assessment Tool) (www.waterfootprint.org /e). A másik munkaprogram eljárásmodbéli, amely annak a gyakorlati ismeretnek a fejlesztésére összpontosít, hogy hogyan lehet a vízlábnymelemzést a kormányzati és vízgyűjtő irányelvekbe, a környezeti és társadalmi felelősséget való vállalati stratégiákba, valamint a környezeti szabványok és tanúsítási rendszerek kezdeményezésébe bele foglalni. Ezek jellemzően kísérleti vízlábnymprojektek nemzeti, regionális, helyi és folyómeder szinten, vagy vállalati és ágazati kísérleti vízlábnymprojektek, esetleg a termékekről készített vízlábnymtanulmányok, vagy a vízlábnym jelentésekbe, szabványokba, tanúsítványba és szabályozásba történő belefoglalása a vállalati szektor számára, illetve vízlábnymadatok és -statisztikák beillesztése a már meglévő globális adatbázisokba. Az elkészült projektek közül a legtöbbet a partnerek kezdeményezték és csupán néhányat a Vízlábnymhálózat (www.waterfootprint.org /f).

⁴ Magyarország az online kalkulátorban nem érhető el. Erre Hoekstra professzor úr figyelmét 2010-ben felhívtam egy e-mailben, amire akkor élő választ is kaptam. Változás azóta nem történt. A kalkulátor webhelye: http://www.waterfootprint.org/?page=cal/waterfootprintcalculator_indv (www.waterfootprint.org /g)

1.3.1.2. A vízlábnyom korlátai

A vízlábnyom olyan egydimenziós eszköz, ami csupán a vizet kezeli input elemként anélkül, hogy egyéb tényezőket figyelembe venne. A kritikusok rámutattak arra, hogy a vízlábnyom politikailag elfogult, mivel befolyással van egy ország mezőgazdaságára, iparára és megélhetésére. Valójában pusztán egyetlen eszköz használata csak akkor lehet befolyással az élelmiszerbiztonságra, ha az intézkedések kizárólagos módja az, hogy az országnak kellene vagy nem kellene bizonyos növényeket termesztie. Például, ha egy ország víz- és élelmiszerhiánnyal néz szembe, akkor csak azt az élelmiszert termeszti vagy importálja, amire a lakosságának szüksége van tekintet nélkül annak vízlábnyomára (Nitya, 2013).

A vízlábnyom alapján véve szűk, mivel kizárólag a vízre összpontosít. A politikai elemzéseknek több inputtényező és kölcsönhatás átgondoltabb figyelembevételére van szüksége mikro- és makroszinten. A vízlábnyom nem méri fel a feladatot. A vízerőforrásokra nehezedő növekvő nyomásra nézve ez haszontalan indikátor, ezért nem ajánlatos használni szakpolitikai döntések irányításához vagy a vízkiosztás és kapcsolódó stratégiák meghatározására. Sem a cégeket, sem pedig a fogyasztókat nem kellene meggyőzni, hogy tevékenységükkel igazodjanak vízlábnyomuk csökkentéséhez. Az ilyen intézkedése jelentős, szándékos károkat teremtenek. A vízlábnyom helytállósága korlátozott a politikailag fontos kérdések vitáiban. Az optimális vízhasználat és a hatékony elosztás több kérdést és következményt foglal magába, mint amennyi a vízlábnyomban tükröződik. Átgondoltabb és tudományosan megalapozott megközelítésre van szükség. Sokkal okosabb stratégia az országonkénti, vízgyűjtőnkénti, víztározónkénti, vagy helyzeti vízelérhetőség-értékelés, ezt követően pedig a hiány és szűkösség körülményeinek hatékony közlése a termelők és a fogyasztók felé. A megfelelő árak és elosztás arra biztat mindenkit, hogy bölcsen használja a víz és energia erőforrásokat, de egy szabványokon alapuló program vagy a vízlábnyomra alapozott célok nem teszik ezt (Wichelens – Raina, 2013).

Nitya (2013) nyomán (szintén) Dennis Wichelens⁵ szerint a vízlábnyom a növényi hozam vagy az ipari kibocsátás vízhasználat-, vízteltetés- vagy vízfogyasztás-beclsésének aránya. A vízre összpontosít a termelés egyéb tényezőinek figyelembe vétele nélkül, mint például a földrajzi adottságok, a föld lehetőségköltsége, foglalkoztatás, energiafelhasználás és erőforrásbeli korlátok. Például az ellátásláncban sok más tényező is szerepet játszik, úgymint a foglalkoztatás, az energiahasználat és olyan hatékonysági tényezők, amiket a vízlábnyom nem képes megragadni.

A vízlábnyom tehát nem írja körül a víz szerepét és relatív fontosságát a termelésben, egy kvantitatív módszer. A mutató nem terjed ki sem a vízforrás vízhiányára vagy a fenntarthatóságára, sem pedig a megélhetés termelékenységére. *„A vízlábnyom egy egydimenziós arány, ami nem képes hasznos betekintést biztosítani a bonyolult politikai kérdésekbe.”*

A vízlábnyom, attól függetlenül, hogy mennyire fontos bizonyos terméknek és más változóknak a termelékenységre gyakorolt hatása, ugyanazt az értéket adhatja a víznek. Például a mezőgazdaságban sok más inputtényező is meghatározza a kibocsátást, de a vízlábnyom ezeket figyelmen kívül hagyja. Az arány ugyanaz marad: víz (m³) / kibocsátás (tonna). A számításban azonban nem szerepelnek olyan tényezők, mint föld, talaj, műtrágya, kártevők és növényvédők, munka és időjárás. A kibocsátási különbség a nem-víz inputtényezők nyomán is kialakulhat, azonos növények vízlábnyoma két külön gazdaságban természetve azonban változhat. Így összehasonlításuk értelmetlen.

⁵ Dennis Wichlesns professzor: vendégprofesszor és igazgató a Szingapúri Nemzeti Egyetem Lee Kuan Yew Államigazgatási Iskola Vízpolitikai Intézetében (Institute of Water Policy, Lee Kuan Yew School of Public Policy, National University of Singapore). Egy a témához kapcsolódó videó az alábbi linken érhető el 2014.07.09-én *The great water footprint connundra* címmel: <http://wle.cgiar.org/blogs/2013/06/17/the-great-water-footprint-connundra/>

Egy másik gond Wichelns szerint, a vízlábnyom összetevőikhez kapcsolódik, a kék, zöld és szürke elemekhez. Nincs ugyanis tudományos alapja az effajta tagozásnak és a talajnedvesség lehetőségköltsége, ami ugye zöld víz, elég nagy lehet. A szürke összetevő nem ad semmilyen információt a szennyezés típusáról.

Szintén Nitya (2013) nyomán Mahtab Bamji⁶ szerint például az úgynevezett szárazon termesztett növényeknek, amikről úgy vélik, hogy kevesebb a vízigényük, magasabb a vízlábnyomuk, mivel közel 300%-os különbség van a lehetséges és tényleges termelékenységük között. Ennek fő okai az optimálisnál rosszabb öntözés és a gyenge talaj. Ez talán megmagyarázza, hogy a termelők miért részesítik előnyben még a száraz területeken is a rizs termesztését, amíg csak víz van. Vagyis a víz egy kicsi része a termesztés teljes költségének és más tényezők a meghatározók ott, ahol a növényeket termesztik vagy fogyasztják.

Ugyanez a logika érvényesül az iparban, ahol gépek, vegyi anyagok, munkaerő, energia és szervezeti hatékonyságok határozzák meg a termelést; a vízlábnyom ezeket nem fedi le. A hatékonyabb folyamat kihozhatja alacsonyabb vízlábnyommal a terméket, de a számítás ezt nem tükrözi. Ugyanígy, egy alacsony vízlábnyomú termelési folyamat több energiát használhat és ezért, nagyobb a környezetkárosító hatása. Éppen ezért a különböző vállalatok ipari kibocsátásainak összehasonlítása is értelmetlen.

A változásokat a vízlábnyom a legalacsonyabb szinten vizsgálja. Például *A gazdaság* 1 100 m³ víz használatával termeli búzája tonnáját, *B gazdaság* pedig 900 m³ használatával. Ennek ellenére *A gazdaság* talán jobban gépesített, míg *B gazdaságnál* esetleg jobban időzített a csapadék. Így lépnek tehát fel a gazdaságok közötti ingadozások, amiknek kevés köze van a vízhasználatához. Ugyanez vonatkozik a regionális és a nemzeti szintre is.

Időbeni változások is csökkenthetik a vízlábnyom hasznosságát. Adott évben egy termelő egy tonna almát 600 m³ víz használatával termelhet, de a következő évben már 800 m³-re lesz szüksége a tavaszi fagy okozta késői virágzás miatt. Összegezve tehát, a vízlábnyom nem mond számunkra semmit a termelékenységről, az értékekről vagy a megélhetésről. Csak a felhasznált víz mennyiségét közli egy adott elem egy bizonyos összefüggésében.

A maga korlátai ellenére a vízlábnyom esetleg egy eszköz lehet a mezőgazdasági vagy ipari folyamatok vízfogyasztásnak mérésére, de nem az egyetlen. Indiában például más kényszerítő tényezők is megjelennek, például a megélhetés vagy az egészség, amik meghaladhatnak egy egydimenziós és összefüggés-specifikus megközelítést. Bár kíváncsi, hogy a vízhasználat értékelésére legyen egy mérce, szükséges, hogy a helyi fejlődés összefüggésében forgassák azt és nem elkülönítve, mert az téves következtetésekhez vezethet (Nitya, 2013).

A módszer kidolgozói sem teljesen elfogultak. Hoekstra (2014) nyomán kiderül ugyanis, hogy óvatosan kell összpontosítani a vízhiányos területekre, kiragadottan nem lehet őket kezelni. A vízhiánymegoldás különböző helyeken tapasztalt jelentős része pusztán abban rejlik, hogy a vízhasználatot hatékonyabbá teszik a világ vízben gazdagabb területein. A növekvő vízhasználat-hatékonyság környezeti sikereivel kapcsolatos túlzottan optimista elvárásokkal azonban szintén óvatosnak kell lenni. Az energiakutatásokból ugyanis ismert az a jelenség, amit 'visszapattanó hatásnak' neveznek (például in: Binswanger, 2001, Sorrell et al., 2009, Terry et al., 2009). Ez egy tipikus piaci válaszreakció, amikor egy természetierőforrás-használat-hatékonyságot növelő új technikát igyekeznek elfogadtatni. Ha az erőforrás védett, akkor a tipikus válasz az, hogy további termelésre elérhetővé válik, így a végén a kezdeti környezeti haszon részben vagy teljesen eltolódik.

⁶ Mahtab S. Bamji professzor: a hyderbadi Nemzetközi Táplálkozási Intézet vezető fokozatú nyugalmazott tudósa, az indiai Dangoria Charitable Trust tiszteletbeli tudósa.

Néha a hatékonyságnövelés eredményeként a fogyasztás a csökkenés helyett még növekszik is. A visszapatlanó hatásnak ez a konkrét esete Jevons-paradoxonként ismert. Még csupán néhányan vizsgálták ez a hatást a vízerőforrás terén (például in: Ward – Pulido-Velazquez, 2008, vagy Crase – O’Keefe, 2009), de egyáltalán nem kizárható az előfordulása. Elképzelhetők a világon azok a hatalmas területek, ahol a föld könnyen elérhető, de a víz nem. Ha egy ilyen helyen a mezőgazdasági termelő szivattyúzza a vizet földje öntözéséhez és rájön, hogy ugyanazt a hozamot kevesebb vízzel is elérheti, akkor racionálisan dönthet úgy, hogy több földet öntöz, így inkább teljes hasznát növeli a hatékonyabb öntözéstechnológia használatával azonos vízmennyiség mellett. Általános a feltételezés tehát, hogy az élelmiszerellátásban bekövetkező víztermelékenységnövekedések megkönnyítik a bioüzemanyag-termelésre történő még gyorsabb átállást.

A vízlábnyom nem csodaszer, számos olyan vízügy-politikai és vízerőforrás-gazdálkodási kérdés van, ami túlmutat látókörén. A módszerek tökéletlenek és még fejlődnek. A vízlábnyomelemzések eredményei segíthetnek ugyan rámutatni a kölcsönös kapcsolatokra és kockázatokra, de megoldást nem biztosítanak, más eszközök sokkal hasznosabbak e téren. Ezeket a hiányosságokat fokozza időnként néhány kritikus, aki a vízlábnyomeredményeket helytelenül nem a megfelelő környezetbe teszi, vagy kifejezetten azt felejt el, hogy a vízlábnyom csak egy darabkáját adja az elemzés teljes kirakásának. A vízlábnyomelemzés fényében fejlesztett új vízerőforrás-gazdálkodási irányelvekre helyezett hangsúly, a világ bizonyos tájain, még el is térítheti a fennálló és nagyon érzékeny vízügyi irányelveket azok jelenlegi és fontos kihívásainak végrehajtásától. A vízlábnyomelemzésekre adott válaszokat kifejezetten árnyalni kell ahhoz, hogy széles körben figyelembe vegye a környezetet, a társadalmi és gazdasági kérdéseket, beleértve a helyi hidrológiai viszonyokat és a vízhasználat lehetőségköltségét. A vízlábnyom elsődleges értékét, hogy megerősítse a kockázat- és fenntarthatóság-értékelés alapjait és, hogy a vállalati és kormányzati vezetőket jobb döntésekre ösztönözze, a víztudományok vízlábnyomszeptikus szakértői is félreérthetik, akik azért utasítják el a vízlábnyomeszközt, mert módszertanai még nem tökéletesek vagy mert az elemzések a fenntarthatósági mutatóból csupán a vízügyi részhalmazt veszik figyelembe. A kételkedők azon aggodalma, miszerint a térfogattal történő vízlábnyommérés túlegyszerűsíti a fenntarthatósági mutatókat technikailag indokolt, de a szűklátóterűség kirekeszti a vízlábnyom adatok gondos közlésének hasznát a, bár tudományos életen kívüli, de jelentős hallgatóság felé (Chapagain – Tickner, 2012).

1.3.2. Vízlábnyomtípusok

1.3.2.1. Zöld- és kékvíz-lábnyom

A zöldvíz-lábnyom az emberi zöldvíz-használat mutatószáma. A zöldvíz arra a szárazföldi csapadékra utal, ami nem kerül vízfolyásokba és nem tölti újra a talajvizet, hanem a talajban vagy átmenetileg a talaj vagy növényzet felszínén raktározódik. Végül a csapadék ezen része elpárolog a talajból vagy kipárolog a növényekből. A zöldvíz hasznossá tehető a növénytermesztésben, de a növények nem tudják az összes zöldvizet felvenni, mivel a talajpárolgás örökös és az év nem minden időszaka és nem minden terület alkalmas a növénytermesztésre.

A zöldvíz-lábnyom a termelés során felhasznált esővíz mennyisége. Ez szinte csak a mezőgazdasági és erdészeti termékeknél lényeges, ahol az a mezőkről és ültetvényekről a teljes evapotranspirációra és a betakarított növény és fa (eső)víztartalmára utal. Egy termelési folyamat zöldvíz-lábnyoma az alábbi összetevőkből áll (12. egyenlet):

$$WF_{\text{foly,zöld}} = \text{Zöldvíz-evapotranspiráció} + \text{Zöldvíztartalom (mennyiség/idő)} \quad (12)$$

A kékvíz-lábnyom a felszíni és felszín alatti édesvíz fogyasztó-használatát jelöli az alábbi négy szempont alapján:

- vízkipárolgás,
- termékben megtestesülő víz,
- más vízgyűjtőbe vagy tengerbe visszaáramló víz és
- más időszakban visszaáramló, például szárazidőszakban kitermelt, de esősidőszakban visszakerülő víz.

A legelső összetevő általában a legjelentősebb. Éppen ezért fordulhat elő, hogy a fogyasztással kapcsolatos használat megegyezik az evapotranspirációs értékkel és a másik három összetevőt csak akkor vonják be, ha az lényeges. Minden egyes a termeléssel kapcsolatos kipárolgás számít, az is, amely tárolás (például mesterséges tározók használata), szállítás (például nyílt csatornák használata), feldolgozás (például a felmelegített víz össze nem gyűjtött kipárolgása), összegyűjtés vagy semlegesítés (például vízelvezető csatornák vagy szennyvíztisztító telepek használata) közben történik.

A fogyasztással kapcsolatos vízhasználat tehát nem jelenti azt, hogy a víz eltűnik, mert a vízkörforgásban benn marad és mindig visszatér valahol. Bár a víz megújul, ez koránt sem jelenti, hogy rendelkezésre állása korlátlan. Bizonyos időszakonként az a víz, amely újra feltölti a felszíni víztartályokat és áramlik a folyókon, mindig bizonyos mennyiségre korlátozódik. A folyókban és víztározókban lévő víz öntözésre, ipari vagy háztartási célra vehető igénybe, de az elérhetőnél többet nem lehet használni. A kékvíz-lábnyom az egy bizonyos időszakban elérhetőből felhasznált víz mennyiségét méri, azt, ami nem azonnal került vissza a vízgyűjtőbe. Így nyújt mértéket az ember által elhasznált kékvízre. A fennmaradó, az emberek által el nem használt felszíni és felszín alatti vizek biztosítják az ezektől a vízfolyásoktól függő környezeti rendszer fenntartását.

Egy előállítási folyamatra nézve számítása az alábbi 13. *egyenlet* szerint történik:

$$WF_{\text{foly,kék}} = \text{Kékvíz-evapotranspiráció} + \text{Kékvíz-tartalom} + \text{Elvesztegetett visszaáramlás} \\ (\text{mennyiség/idő}) \quad (13)$$

Az utolsó összetevő arra a visszaáramlásra utal, ami ugyanabban a vízgyűjtőben és ugyanabban az időszakban már nem kerülhet újra felhasználásra, mint amelyikben a kivételezése történt. Ez vagy azért lehet, mert másik vízgyűjtőbe történik a visszaáramlás, vagy pedig azért, mert máskor történik.

Egy folyamat kékvíz-lábnyoma felmérése közben, a tanulmány kiterjedésétől függően, lényeges lehet különbséget tenni a kékvíz-erőforrások fajtái között. Az egyik és legfontosabb osztályozás szerint ez lehet felszíni víz, áramló talajvíz (megújuló) és fosszilis talajvíz⁷. Ekkor beszélhetünk kékfelszíni víz-lábnyomról, kékmegújuló talajvíz-lábnyomról és kékfosszilis talajvíz-lábnyomról vagy a színek használatánál maradva esetleg világoskékvíz-lábnyomról, sötétkékvíz-lábnyomról és feketevíz-lábnyomról. A gyakorlatban a legtöbbször igen nehéz különbséget tenni az adatok elégtelensége okán, ami miatt gyakran ez a fajta megkülönböztetés el is marad.

Mikor erőforrásra nézve jelölik meg a kékvíz-lábnyomot, akkor néhányan kifejezetten szeretnék a fogyasztásra használt gyűjtött esővizet is megkülönböztetni. Az esővízgyűjtés kissé különös, mivel vitára ad okot, hogy kékvíz-ként vagy zöldvíz-ként tartható számon. Többnyire az esővízgyűjtés a máskülönben elfolyó csapadék összegyűjtését jelenti. Mivel az összegyűjtött esővíz

⁷ A fosszilis talajvíz olyan rétegvíz, aminek nincs utánpótlása.

fogyasztóhasználata az elfolyásból vonható ki, ezért javasolt kékvíz-lábnymkénti figyelembevétele. Az ivóvíz, az állattartáshoz szükséges víz, és növénykultúrák vagy kertek öntözésének biztosítására sokféle esővízgyűjtő módszer létezik. Amíg a vízfolyások helyi összegyűjtéséről beszélünk, például az esővíz tetőről és más szilárd felületről való összegyűjtése vagy tavacskába vezetése, addig a fogyasztó-vízhasználatot értelmezhetjük kékvíz-lábnymként. Ellenkezőleg viszont, amikor a talaj növekvő víztartó képességéről beszélünk vagy zöldtetőkről, amelyek megtartják az esővizet, akkor annak a víznek növénytermesztésre történő fogyasztóhasználata már a zöldvíz-lábnym alá tartozik.

A kék- és zöldvíz-lábnym közötti különbség hidrológiai, környezeti és társadalmi hatásai miatt lényeges, csak úgy, mint ahogy a termeléshez használt felszíni és felszín alatti vizek lehetőségkölsége is kivehetően eltér az esővízhasználat hatásaitól és költségeitől (Hoekstra et al. 2011).

1.3.2.2. Szürkevíz-lábnym

Egy folyamat szürkevíz-lábnyma a folyamattal összekapcsolható édesvízszennyezés mértékének mutatószáma. Meghatározható akként az édesvízmennyiségként, ami a szennyezők telítettségének elnyeléséhez szükséges a természetes háttértelítettségre és a környező vízminőségi szabványokra alapozottan. Ez a fogalom abból a felismerésből nőtt ki, hogy a vízszennyezés mértéke kifejezhető a szennyezők ártalmatlanítása célján a hígításukhoz szükséges víz mennyiségének megadásával.

Bár a szürkevíz-lábnym értelmezhető mint 'hígítási víz igény', de ez kerülendő, mivel zavart okozhat azokban, akik azt gondolják, hogy a fogalom arra utal, hogy hígítanunk kell a szennyezőanyagokat ahelyett, hogy a kibocsátásukat csökkentenénk. A szürkevíz-lábnym egy szennyezési mutatószám, amiből az következik, hogy a kevesebb szennyezés jobb. A szennyvíz megsemmisítés előtti kezelése nyilvánvalóan szürkevízlábnym-csökkenést eredményez, esetlegesen meg is szünteti azt.

A szürkevíz-lábnym számítása szerint a szennyezőtelítettséget elosztjuk az adott szennyezőre vonatkozó környező vízminőségi szabvány (megengedett legnagyobb telítettségi szint) és a befogadó víztest adott szennyezőre vonatkozó természetes telítettsége különbségével (14. egyenlet).

$$WF_{foly,szürke} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}} \text{ (mennyiség/idő)} \quad (14)$$

ahol:

- $WF_{foly,szürke}$ = A folyamat szürkevíz-lábnyma (mennyiség/idő).
- L = Szennyezőanyag-telítettség (tömeg/idő).
- C_{max} = A környező vízminőségi szabvány szerint megengedett legnagyobb telítettség (tömeg/mennyiség).
- C_{nat} = A befogadó víztest természetes telítettsége adott szennyezőanyagra nézve (tömeg/mennyiség).

A befogadó víztest természetes telítettsége az a telítettség, ami emberi háborgatás nélkül lenne jelen a vízgyűjtőben. A mesterséges vegyi anyagok természetes telítettsége nulla. Amikor a természetes telítettség pontatlanul ismert és alacsonyra becsült, akkor az egyszerűség kedvéért a természetes telítettség értéke szintén nulla lehet. Ez viszont alulbecsült szürkevíz-lábnymhoz vezethet akkor, ha a valóságban a természetes telítettség mégsem nulla.

Felmerülhet a kérdés, hogy a befogadó víztestnek hivatkozásul miért a természetes telítettsége használt a pillanatnyi telítettségi értéke helyett. A szürkevíz-lábnym a megfelelő asszimilációs,

azaz beolvadási képesség mutatószáma. A befogadó víztest ezen képessége függ a vegyi anyagok megengedett legnagyobb és természetes telítettségének különbségétől. Ha a megengedett legnagyobb telítettséget a pillanatnyi telítettséggel vetnénk össze, akkor a fennmaradó telítettségi képességet kapnánk, ami nyilvánvalóan időről-időre változik, mint a szennyezés pillanatnyi szintje az egyes időszakokban.

A szürkevíz-lábnym a befogadó víztestre vonatkozó környező vízminőségi szabványok használatával került kidolgozásra, vagyis olyan szabványokkal, amik a megengedett legnagyobb telítettséget figyelembe vették. Ez azért van, mert a szürkevíz-lábnym célja, hogy kimutassa a kémiai anyagok asszimilációjához szükséges környező víz mennyiségét. A környező vízminőségi szabványok a vízminőségi szabványok egy különleges osztálya. Másfajta szabványok is léteznek, mint például az ivóvíz-minőségi, az öntözési vagy a kibocsátási szabvány. A környező vízminőségi szabványt óvatosan kell használni. Egy konkrét kémiai anyagra nézve ugyanis eltérő lehet a különböző víztestek esetén. Emellett a természetes telítettség is helyről-helyre változhat. Ennek következménye, hogy azonos szennyezőanyag-terhelés különböző szürkevízlábnym-eredményt hozhat más-más helyeken. Ez azért van, mert a szennyezőanyag-terhelés asszimilációjához szükséges vízmennyiség valóban a megengedett legnagyobb és a természetes telítettség különbségének függvénye.

Annak ellenére nem terjednek ki minden kémiai anyagra és minden helyre, hogy a környező vízminőségi szabványok gyakran léteznek nemzeti vagy állami törvényekben, meg kellett fogalmazni őket vízgyűjtőre vagy víztestre nézve a nemzeti törvénykezés keretirányelveként vagy a regionális egyezményekben, mint például az EU Vízkör Irányelv. A legfontosabb természetesen, annak meghatározása, hogy melyik vízminőségi szabványt és melyik természetes töltöttséget használják a szürkevíz-lábnymszámítás előkészítésében.

Mind a környező vízminőségi szabványok, mind pedig a természetes háttértelítettségi értékek eltérnek a felszíni és felszín alatti víztestek esetén. A talajvíz küszöbértékei gyakran ivóvíz követelményekre épülnek, míg a felszíni vizek megengedett legnagyobb telítettségét jellemzően környezeti szempontok határozzák meg. Ezért célszerű lehet a szürkevíz-lábnymot külön kiszámítani a felszíni és felszín alatti vízrendszerekre. Ezzel az a gond, hogy, bár a talajvíz általában a felszínre tör, úgy teszi mindezt, hogy a szennyezőanyag közben a talajban maradó vizet terheli. Így jobb lehet különbséget tenni a leglényegesebb változást hozó víztest vízminőségi szabványa és természetes háttértelítettsége között (akár talajvízrendszer, akár felszíni vízrendszer az). A felszíni vízrendszerek terhelésére lényeges felszíni vizeket illető adatok általában hozzáférhetők. Amikor pontosan ismert, hogy melyik terhelés érkezik először a talajvízrendszerbe és melyik a felszíni vízrendszerbe, akkor értelmet nyer a szürkevíz-lábnym két összetevőjének kimutatása, a szürketalajvíz-lábnymé és a szürkefelszínivíz-lábnymé.

Abból, ha a szürkevíz-lábnym nagyobb nullánál nem következik automatikusan az, hogy a környező vízminőségi szabványok sérülnek, csupán azt mutatja, hogy az asszimilációs képesség egy részét már elfogyasztották. Amíg a kiszámolt szürkevíz-lábnym kisebb a folyó vagy a talajvíz vízhozamánál, addig még van elegendő víz a szennyezőanyagok hígításához annak érdekében, hogy a szabványérték alatt maradjon a telítettség. Amikor a kiszámított szürkevíz-lábnym pontosan megegyezik a környező vízhozammal, akkor az eredő telítettség éppen a szabvány értékén van. Amikor a kiömlő víz a vegyi anyagok nagyon magas terhelését mutatja, akkor előfordulhat, hogy a számított szürkevízlábnym-érték meghaladja a folyó vagy a talajvíz vízhozamát. Ebben az esetben a szennyező anyag meghaladja a befogadó víztest asszimilációs képességét. Az a tény tehát, hogy a szürkevíz-lábnym nagyobb lehet a vízhozamnál azt mutatja, hogy a szürkevíz-lábnym nem az elszennyezett vízmennyiséget mutatja, mivel annál a mennyiségnél, ami ténylegesen van, nem lehet nagyobb a szennyezés. Ehelyett a szürkevíz-lábnym inkább a szennyezés súlyosságának a

mutatószáma, ami abban az édesvízmennyiségben fejezhető ki, amely a szennyezések valódi terhelésének asszimilációjához szükséges.

A szürkevíz-lábnym számításához használt megközelítés azonos az úgynevezett kritikus terhelésnek nevezett megközelítéssel. Itt az alapfelismerés az, hogy a megengedett legnagyobb és természetes telítettség különbségével korlátos a víztestben a hulladékfelvétel helye. A kritikus terhelés arra a helyzetre utal, amikor a hulladékfelvétel helye teljesen elfogy. Kritikus terhelésnél a szürkevíz-lábnym megegyezik a rendelkezésre álló vízhozammal, ami teljes egészében szükséges ahhoz, hogy a kémiai anyagokat elfogadható telítettségre hígítsa (Hoekstra et al., 2011).

- Pontszerű vízszennyezők

Pontforrások vízszennyezése esetén a vegyi anyagok szennyvízelhelyezés gyanánt közvetlenül a felszíni víztestben jelennek meg. Ekkor a terhelést a kiáramló vízmennyiség és a kiáramló vízben lévő kémiai anyag telítettségének mérésével becsülhetjük meg. Pontosabban úgy, hogy a szennyvíz kiáramlási mennyisége ($Effl$) és a kiáramlásban lévő szennyezőanyag-telítettsége (c_{effl}) szorzatából kivonjuk az elvont víz mennyisége ($Abstr$) és a befogadó víz pillanatnyi telítettsége (c_{act}) szorzatát. Így a szürkevíz-lábnym számítása az alábbi 15. egyenlet szerint alakul:

$$WF_{foly,szürke} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}} = \frac{Effl \cdot c_{effl} - Abstr \cdot c_{act}}{C_{max} - C_{nat}} \quad (\text{mennyiség/idő}) \quad (15)$$

ahol:

$WF_{foly,szürke}$	=	A folyamat szürkevíz-lábnyma (mennyiség/idő).
L	=	Szennyezőanyag-telítettség (tömeg/idő).
C_{max}	=	A környező vízminőségi szabvány szerint megengedett telítettség maximuma (tömeg/mennyiség).
C_{nat}	=	A befogadó víztest természetes telítettsége adott szennyezőanyagra nézve (tömeg/mennyiség).
$Effl$	=	A szennyvízkiáramlás mennyisége (mennyiség/idő).
c_{effl}	=	A kiáramló vízben lévő szennyezőanyag-telítettség (tömeg/mennyiség).
$Abstr$	=	Az elvont víz mennyisége (mennyiség/idő).
c_{act}	=	A befogadó víz pillanatnyi telítettsége (tömeg/mennyiség).

A szennyezőanyag-terhelés így meghatározható mint a befogadó víztestben a beavatkozás előtt már meglévő szennyezőanyag-terhelésre rájövő pluszterhelés. Általános körülmények között a víztestbe töltött vegyi anyagok mértéke ($Effl \cdot c_{effl}$) megegyezik vagy nagyobb, mint a kitermelt vegyi anyagok mennyisége ($Abstr \cdot c_{act}$), így a terhelés pozitív. Kivételes körülmények között (azért, mert a kiáramló vízben lévő szennyezőanyag-telítettség kisebb, mint a befogadó víz pillanatnyi telítettsége ($c_{effl} < c_{act}$), vagy azért, mert a kiáramló szennyvízmennyiség kisebb, mint az elvont víz mennyisége ($Effl < Abstr$)) negatív telítettség is kiszámítható, amit a vízlábnymszámításokkor nulla értéket hozzárendelve figyelmen kívül kell hagyni. A negatív terhelés különleges helyzetének hozzájárulása a környezethez bár méltányos, mégsem vonható be a vízlábnymszámításokba a többi vízlábnymérték kárpótlásaként, mivel ezek a lehetséges vízlábnymkárpótlások elkülönítendőek a valódi pozitív vízlábnymértékektől. A vízlábnymkárpótlás vagy kiegyenlítés (*offsetting*) önmagában képezi olyan vita tárgyát, amit a burkolt számítások helyett nyíltan kell vállalni. Azt is meg kell jegyezni, hogy amikor bizonyos folyamatokért a vizet *A vízgyűjtőből* termelik ki és *B vízgyűjtőbe* áramlik vissza a szennyvíz, akkor *B vízgyűjtőre* nézve szürkevízlábnym-számításkor az elvont víz mennyisége ($Abstr$) nulla.

Amikor nincsen fogyasztóvízhasználat, tehát amikor a szennyezőanyag-kiáramlás mennyisége megegyezik a kitermelési mennyiséggel, akkor a 15. egyenlet az alábbi 16. egyenletté egyszerűsödik:

$$WF_{\text{foly,szürke}} = \frac{C_{\text{effl}} - C_{\text{act}}}{C_{\text{max}} - C_{\text{nat}}} \cdot \text{Effl (mennyiség/idő)} \quad (16)$$

ahol:

- $WF_{\text{foly,szürke}}$ = A folyamat szürkevíz-lábnyoma (mennyiség/idő).
 C_{effl} = A kiáramló vízben lévő szennyezőanyag-telítettség (tömeg/mennyiség).
 C_{act} = A befogadó víz pillanatnyi telítettsége (tömeg/mennyiség).
 C_{max} = A környező vízminőségi szabvány szerint megengedett telítettség maximuma (tömeg/mennyiség).
 C_{nat} = A befogadó víztest természetes telítettsége adott szennyezőanyagra nézve (tömeg/mennyiség).
 Effl = A szennyvízkiáramlás mennyisége (mennyiség/idő).

Az egyenlet jobb oldalának első felét hígítási tényezőnek nevezik, ami azt mutatja, hogy a szennyezett víz mennyiségét hányszor kell hígítani a környező vízzel ahhoz, hogy az elérje a megengedett legnagyobb telítettségi szintet (Hoekstra et al., 2011).

A kémiai szennyezőanyagoknál alkalmazott megközelítés azonos hőszennyezés esetén is. A szürkevíz-lábnyom ilyenkor úgy számolható ki, hogy a kiáramló víz hőmérséklete és a befogadó víztest hőmérséklete közötti értéket elosztjuk a megengedett legnagyobb hőmérsékletnövekedéssel és az eredményt a kiáramló vízmennyiséggel szorozzuk (17. egyenlet):

$$WF_{\text{foly,szürke}} = \frac{T_{\text{effl}} - T_{\text{act}}}{T_{\text{max}} - T_{\text{nat}}} \cdot \text{Effl (mennyiség/idő)} \quad (17)$$

ahol:

- $WF_{\text{foly,szürke}}$ = A folyamat szürkevíz-lábnyoma (mennyiség/idő).
 T_{effl} = A kiáramló víz hőmérséklete (C°).
 T_{act} = A befogadó víz hőmérséklete (C°).
 T_{max} = A környező vízminőségi szabvány szerint megengedett legnagyobb hőmérséklet (C°).
 T_{nat} = A befogadó víztest természetes hőmérséklete (C°).
 Effl = A szennyvízkiáramlás mennyisége (mennyiség/idő).

A megengedett legnagyobb hőmérsékletnövekedés a helyi feltételektől és a víztípustól függ. Ha nincs elérhető irányelv rá, akkor ajánlatos az alapértelmezett 3 C°-os értéket számolni (EU, 2006, Hoekstra et al., 2011).

- Szétszórt, diffúz vízszennyezők

A szétszórt szennyezések vegyi anyagokkal való terheltségének becslése korántsem olyan egyszerű, mint a pontszennyezők esetén. Amikor a vegyszereket a talaj felszínén vagy a talajban alkalmazzák, mint a szilárdhulladék-kezelés, trágyázás vagy növényvédő szerek használata esetén, akkor megtörténhet, hogy csupán egy részük szivárog át a talajvízbe vagy csak egy részük folyik a felszínen valamilyen felszíni vízáramba. Ez esetben a szennyezőanyag-terhelés csupán az a része az alkalmazott vegyszerek összességének, ami eléri a felszíni vagy felszín alatti vizeket. Az alkalmazott vegyszerek mennyisége mérhető, de ezeknek az a része, ami eléri a felszíni vagy felszín

alatti vizeket mérhetetlen, mivel szétszórta lépnek be a víztestekbe, így nem egyértelmű mikor és hol kell a méréseket végrehajtani. Megoldás lehet a vízminőséget a vízgyűjtőből való kilépésnél mérni, de ott a különféle szennyezőanyagok egybegyűlnek, így a mért telítettségek különféle szennyezőforrások közötti felosztása válik kihívássá. Ezekből kifolyólag a bevett gyakorlat és az ajánlás is az, hogy egyszerű vagy fejlettebb minták használatával határozzák meg a vegyszerek alkalmazásának vízbe jutó részét. A legegyszerűbb modell azt feltételezi, hogy bizonyos változatlan része az alkalmazott vegyszereknek végül eléri a felszíni vagy felszín alatti vizet (18. egyenlet).

$$WF_{\text{foly,szürke}} = \frac{L}{C_{\text{max}} - C_{\text{nat}}} = \frac{\alpha \cdot \text{Appl}}{C_{\text{max}} - C_{\text{nat}}} \text{ (mennyiség/idő)} \quad (18)$$

ahol:

$WF_{\text{foly,szürke}}$	=	A folyamat szürkevíz-lábnyoma (mennyiség/idő).
L	=	Szennyezőanyag-telítettség (tömeg/idő).
C_{max}	=	A környező vízminőségi szabvány szerint megengedett telítettség maximuma (tömeg/mennyiség).
C_{nat}	=	A befogadó víztest természetes telítettsége adott szennyezőanyagra nézve (tömeg/mennyiség).
α	=	Dimenziómentes rész a vegyszerekimosódáshoz és -lefolyáshoz. Az alkalmazott vegyszerek azon része, ami eléri az édesvíz-testeket.
Appl	=	A bizonyos folyamat során a felszínen vagy talajban alkalmazott vegyszerek (tömeg/idő) (Hoekstra et al., 2011).

- A kipárolgás vízminőségre gyakorolt hatása

A szennyezés különleges esete lép fel akkor, amikor a vízminőség a kipárolgás eredményeként romlik. Amikor a vízáram egy része elpárolog, akkor a vegyszerek telítettsége a megmaradó vízáramban növekszik, mivel a víz ugyan párolog, de a vegyszerek visszamaradnak a vízben. Példaként végiggondolandó az öntözött területekről lecsapolt víz magas sótartalma. Ha folyamatos öntözés mellett kevés a lecsapolás az elpárolgott víz mennyiségéhez képest, akkor az öntözővíz természetes sótartalma felhalmozódik a talajban, mivel a víz elpárolog onnan, de a só nem. Ennek következtében a lecsapolt víznek is viszonylag magas a sótartalma. Vannak, akik ezt szennyezésnek nevezik, de nyilvánvalóan ez másféle szennyezés, mint amikor az emberek vegyszerezik a vizet, mivel ebben az esetben nincs ember által hozzáadott vegyszer, csak a természetben jelenlévő anyagok telítődnek a vízpárolgás következtében.

A vízpárolgás által megnövekedett szennyezőanyag-telítettség ugyanolyan hatású, mint ha hozzáadottan terhelnék a víztestet. Így $x \text{ m}^3$ víz eltávolítása esetén a terhelhetőségi egyenérték a víztest természetes telítettségének $x \text{ m}^3$ -szerese. Itt a terhelhetőségi egyenértéket egy másik víz által kell természetes módon asszimiláltatni. A terhelhetőségi egyenértékkel kapcsolatos szürkevíz-lábnyom a 14. egyenletből megadható, amiben a szürkevíz-lábnyomot úgy kapjuk meg, hogy a terhelhetőségi egyenértéket osztjuk a megengedett legnagyobb és természetes telítettség különbségével (Hoekstra et al., 2011).

- Időbeli beilleszkedés és különböző szennyezők

Az éves szürkevíz-lábnyomhoz a napi értékek összeadhatók. Amikor a hulladékáram több, mint egy féle szennyezőt érint, ahogy ez általában lenni szokott, akkor a szürkevíz-lábnyomot a leg súlyosabb szennyező határozza meg. A kritikus anyagtartalom alapján számított szürkevíz-lábnyom megfelelő ahhoz, hogy a vízszennyezés átfogó mutatója legyen. Természetesen a különféle szennyezőanyagokra nézett vizsgálatokhoz az értékekkel külön-külön kell számolni. Az elhárítási

intézkedések kialakításához elengedhetetlen ez a fajta célzott szennyezőanyag-vizsgálat. A teljes képhez viszont elég a leglényegesebb változást hozó szennyezővel számolni.

A szürkevíz-lábnym-becslések alapja az édesvíztestekbe belépő terhelések vizsgálata és nem azoké, amik a talajvízáram vagy folyó alsóbb szakaszain jelentkeznek. Mivel természetes folyamatoknak köszönhetően a vízminőség az idő múlásával és a víz áramlása okán javul, ezért bizonyos vegyi anyagok terhelése az alsóbb szakaszokon határozottan különbözhet az összes terheléshez képes, ami egyszer felsőbb szakaszon belekerült a vízáramba. A szennyezőanyag belépéskor történő vizsgálatával a szürkevíz-lábnym egyszerűsödik, mivel nincs szükség a folyó vízminőségváltozásainak a modellezésére, és biztonságos, mivel a vízminőség javulhat az áramlás mentén a lebomlás miatt. Ezzel szemben alsóbb szakaszon vizsgálva a szürkevíz-lábnymot az nem számol a természetes folyamatokkal, amik javíthatják az áramláson lefelé haladva a vízminőséget, és a szennyezőanyagok egyesített hatásaival sem számol, ami gyakran nagyobb, mint amit a szennyezőanyagok külön történő számbavételével el lehet képzelni. A szürkevíz-lábnym erősen függ a környező vízminőségi szabványoktól (megengedett legnagyobb telítettség), ami amiatt a tény miatt értékelendő, hogy a hasonló szabványok az elérhető legjobb tudáson nyugszanak a vegyi anyagok lehetséges káros hatásait tekintve, beleértve a más vegyszerekkel történő reakcióba lépésüket is (Hoekstra et al., 2011).

1.3.2.3. Néhány vízlábnymcsökkentési lehetőség

Összességében elmondható, hogy a vízlábnym csökkentésére nincs általánosan adható válasz, éppen azért, mert függ a terméktől, az elérhető technológiától és a helyi keretektől. Emellett észben kell tartani, hogy a kérdés normatív elemeket tartalmaz, ami magában hordozza, hogy megválaszolásukhoz társadalmi-politikai összetevőkre van szükség. Van azonban néhány dolog, ami legtöbbször elmondható. Mindenekelőtt különbséget kell tenni a zöld-, a kék- és a szürkevíz-lábnym csökkentése között. A szürkevíz-lábnym esetében hosszú távon megjelenhet az igény, hogy nullára csökkentsék az összes termékre nézve. A szennyezés nem szükségszerű. A zéró szürkevíz-lábnym elérhető megelőzéssel, újrahasznosítással és kezeléssel. Egyedül az ipari hűtésre használt víz hőszennyezését nehéz nullára csökkenteni. A kékvíz-lábnym a termelés mezőgazdasági szakaszában gyakran kétszeresével redukálható a fogyasztói vízvesztesség csökkentésével; az ipari szakaszában ez nagyban függ az ágazattól, és attól hol tart éppen a termelés. Technikailag az ipar képes teljesen újrahasznosítani a vizet, így a kékvíz-lábnymot mindenhol lecsökkenthetik a termékbe valójában beépült víz mennyiségére. Ezáltal a legjobb termelők teljesítménye alapján referenciaalapokat lehetne kidolgozni meghatározott termékekre hivatkozásként. Egy másik általános szabály bármely vízlábnymmérséklő-stratégiához, hogy el kell kerülni a vízlábnym lenyomását azokon a területeken, vagy azokban az időkben ahol, és amikor a környezet áramlási feltételei megsérültek. Egy vízlábnymmérséklő-stratégia végső értelme a vízkészletek méltányos elosztása lehet (www.waterfootprint.org /h).

- Kékvízlábnym-optimalizálás

Újrahasznosítás és újrafelhasználás (recycle és reuse):

Ez a két fogalom gyakran összemosódhat, mégis néha különböző tartalom kerülhet mögéjük. A víz helyben és azonos céllal történő ismételt használatát vízújrahasznosításnak nevezhetjük. A víz máshol és esetleg más céllal történő ismételt használatát vízújrafelhasználásnak nevezhetjük. Újrahasznosítás esetén újabb megkülönböztetést lehet tenni a szennyvíz-újrahasznosítás és a kipárolgás-újrahasznosítás között előbbi esetén a kezelést követő újrafelhasználással, utóbbinál pedig a lecsapódó vízgőz újrafelhasználásával (Hoekstra et al. 2011).

Vízgyűjtőmedencék közötti vízszállítás:

A vízgyűjtőmedencék közötti kölcsönös vízszállítás azt jelenti, hogy a vizet *A vízgyűjtőmedencében* termelik ki és vezetékekkel, csatornákkal és nagy mennyiségű, például komppal vagy hajóval történő szállítással átmozgatják egy másik, *B vízgyűjtőmedencébe*. A meghatározás szerint az elszállított víz kékvíz-lábnymként jelentkezik a kitermelés helyén, mivel az fogyasztóhasználatnak tekinthető. A teljes szállítás kékvíz-lábnyma a fogadó vízgyűjtőmedence vízhasznélvezőit terheli. Így *B vízgyűjtőmedencében* azoknak a folyamatoknak, amik *A vízgyűjtőmedencéből* származó vizet használnak a kékvíz-lábnyma *A vízgyűjtőmedencében* található, ami megegyezik a kapott víz mennyiségével az út közbeni lehetséges veszteséggel kiegészülve. Amennyiben a fogadó *B vízgyűjtőmedencéből* a felhasznált víz egy része visszakerül saját vízgyűjtőmedencéjébe, akkor látszólag *B vízgyűjtőmedence* vízerőforrásai kiegészülnek a kapott vízzel. Ez a 'hozzáadott' víz kárpótolhat a többi felhasználó által fogyasztott *B vízgyűjtőmedencebeli* víz kékvíz-lábnymáért. Ebben az értelemben lehet azon vitatkozni, hogy a medencék közötti kölcsönös vízszállítás negatív kékvíz-lábnymot hoz létre a fogadó vízgyűjtőmedencében, amennyiben a víz nem párolog el, hogy ténylegesen hozzáadódjon a fogadó vízgyűjtőmedence vízrendszeréhez. A negatív kékvíz-lábnym részben kárpótolja a *B vízgyűjtőmedencében* lévő többi vízhasznélót a pozitív kékvíz-lábnymért. Ez azonban nem kárpótlás az *A vízgyűjtőmedencében* jelentkező kékvíz-lábnymért. Ezért csak amikor a *B vízgyűjtőmedencebeli* emberek teljes vízlábnymának a megállapítása a cél akkor javasolt a negatív kékvíz-lábnymot figyelembe venni, amikor folyamatok, termékek, fogyasztók vagy termelők esetén a teljes bruttó kékvíz-lábnymról és a lehetséges kárpótlásról folytatott viták elkülönítése a cél, akkor nem. A kárpótlás kérdése (kivonási képesség) vitatható és külön kezelendő a számítási szakasztól. Az érvek amellet szólnak, hogy az egyik vízgyűjtőmedencében a negatív kékvíz-lábnym árán tett jó nem képes kárpótolni a másik vízgyűjtőmedencében tett kékvíz-lábnym növekedést, mivel a vízkitermelés és annak következményei az egyik helyen megoldhatatlanok egy másik helyre adott vízzel. A negatív kékvíz-lábnym és pozitív kékvíz-lábnym összeadása tehát félrevezető eredményt mutat (Hoekstra et al. 2011).

- Szürkevízlábnym-csökkentés (pontoszerű szennyezők esetén)

Újrahasznosítás és újrafelhasználás (recycle és reuse):

A 16. egyenletből az látszik, hogy az újrahasznosítás és az újrafelhasználás hatással van a szürkevízlábnymra. Amikor a szükséges kezelések után a víz teljesen újrahasznosított vagy újra felhasználásra kerül akár ugyanarra, akár más célra, akkor nincs szennyvízkiáramlás a környezetbe, tehát a szürkevízlábnym nulla. Bár az egyszeri vagy néhányszori újrafelhasználás után a víz még ártalmatlanul kerül a környezetbe, a szennyezett víz kiáramlásának mértékében majd ismét lesz szürke-vízlábnym (Hoekstra et al., 2011).

Szennyvízkezelés:

Amikor a szennyvizet kezelik a környezetbe való visszahelyezés előtt, az nyilvánvalóan csökkenti a szennyezőanyagok telítettségét a végső szennyvízkiáramlásban, így a szürkevízlábnymot is csökkenti. Meg kell jegyezni, hogy egy folyamat szürkevízlábnyma a szennyezett víz végső kihelyezésekor minőségétől függ, nem pedig a kezelése előtti minőségétől. A szennyvízkezelés nullára csökkentheti a szürkevízlábnymot, ha a kiáramlásban lévő szennyezőanyagok telítettsége megegyezik vagy alacsonyabb, mint a víz kitermeléskori telítettsége. Széljegyként megemlítendő, hogy a szennyvízkezelés folyamatában kékvíz-lábnym keletkezik, ha a kezeléshez használt nyílt vízgyűjtőben párolgás megy végbe a szennyvízkezelés ideje alatt.

- A hárompillérű rendszer

Hoekstra (2014) egyik legfrissebb tétele szerint a méltánytalan és fenntarthatatlan vízügyi állapotokra megoldást jelenthet egy három pillérből álló rendszer, ami felelősen használva kivezetheti az országokat és a közösségeket a vízzel kapcsolatos problémákból.

Először is ehhez elengedhetetlen az, hogy a kormányok megegyezzenek a fenntartható vízhasználat biztosítása érdekében a vízlábnym maximalizálásában a világ összes vízgyűjtőmedencéjére nézve. Ez, számolva a környezet vízszükségletével, lefekteti a különféle emberi célokra kiosztható víz mennyiségének maximumát. Lefekteti továbbá a vízgyűjtőmedence adott asszimilációs képessége melletti szennyezési maximumot. Így az egyes felhasználókhoz rendelt 'vízlábnymjogok' teljes mennyisége a maximális felhasználási szint alatt maradhat. [Ez az alapja az un. „*cap-and-trade*” vagyis „*korlátozz és kereskedj*” rendszernek, ahol adott források összesített kibocsátását maximalizálják.]

Másodszor szükséges megalapítani a legvízigényesebb termékek vízlábnym-referenciaértékeit, például élelmiszeripari termékekre, italokra, gyapotra, vágott virágokra, és bioüzemanyagokra nézve. A vízlábnym ilyenén mércézése arra ösztönző, hogy a termelők ésszerű szintre csökkentsék termékeik vízlábnymait és így a vizet sokkal hatékonyabban használják. Egy termék referenciaértéke függ a termék ellátási lánc minden egyes lépésének az ésszerű maximum vízfogyasztástól. Így a termelők, akik vizet használnak, a kormányok, akik kiosztják a vizet, és a gyártók, a kiskereskedők és legvégül a végső fogyasztók információt osztanak meg arról, hogy az előállítás különböző lépéseinek és a végső termékeknek milyen a 'méltányos vízlábnyma'. Az egyes felhasználóknak megadott bizonyos vízlábnymjogokkal a kormányok számára értelmet nyer, hogy számításba vegyék a különböző haszonélvezőkre irányuló lényeges vízlábnym-referenciaértékeket.

Harmadszor pedig a közösségen belüli tisztességes vízlábnymmegosztást kell előtérbe helyezni. A vízkiosztás talán környezetileg fenntartható és hatékony az erőforrás szemszögéből nézve, de ez nem jelenti automatikusan azt, hogy szociális szempontból is igazságos. Szükséges tehát közös egyetértésre jutni abban, hogy mi teszi egy fogyasztói közösség vízlábnymát tisztességesé vagy méltányolhatóvá. Így lehet adott a korlátozott és maximálisan fenntartható vízlábnym egy világpolgárra nézve. A fogyasztók az Amerikai Egyesült Államokban és Dél-Európában közel kétszer annyi vizet használnak, mint a világátlag (például in: Hoekstra – Mekonnen, 2012). Nemzetközi szintű politikai megvitatásra van szükség a világ édesvízkészleteinek méltányos elosztásáról. Ez azt kezdeményezi, hogy felül kell vizsgálnunk fogyasztási szokásainkat.

A fenntartható, hatékony és igazságos vízhasználat felé vezető úton kiegészítő intézkedésként szolgál a vízlábnym vízgyűjtőnkénti maximalizálása, a termékek alacsonyabb vízlábnymát ösztönző méltányos referenciaszintek kialakítása, valamint a fogyasztási szokásaink kevésbé vízigényessé változtatása. Mivel a vízelosztás alapvetően politikai ügy, így itt az ideje, hogy a politikusok fokozottabban foglalkozzanak a vízhiánnyal és a vízkiosztás kérdéseivel. A gondolatmenet részletesebben kerül kifejtésre Hoekstra (2013) erről szóló könyvében.

- Intelmek

A vízlábnym-alkalmazások kapcsán van néhány arany szabály Chapagain – Tickner (2012) nyomán, amiket érdemes lehet figyelembe venni.

1. A vízlábnymelemzés máris a vízhiány globális, regionális és nemzeti, valamint a vízbiztonság kihívásai és élelmiszerbiztonság közötti kapcsolat jobb megértéséhez vezetett. A kutatóknak kiemelten kellene kezelni a vállalatok, a politikusok és az érintettek által használatra alkalmazott eszköz fejlesztését és finomítását, mivel ők igyekeznek kezelni az ehhez hasonló kihívásokat. A vállalatok kockázatra adott válaszainak további kritikai vizsgálata szükséges a vízlábnymértékelés szempontjából.
2. Az érintettek használhatnák a vízlábnymértékelést a szakértőkön túli, szélesebb hallgatóság felé történő közlésre. Tudományos elemzések és látványos eszközök, mint például a virtuálisvíz

áramlási térképei, gyorsan fejleszthetnék a globális vízbiztonság, a kereskedelem, a nemzeti élelmiszer- és energiabiztonság és a társadalmi vagy gazdasági fejlődés törekvéseinek körében jelen lévő figyelmet.

3. Az ilyen közléseket gondosan meg kellene tervezni. A teljes mennyiségi vízlábnymmutató-számra helyezett hangsúly megkaparinthatja a címlapokat, de magyarázat és megfelelő összefüggésbe helyezés nélkül félreértelmezhetik a kérdést és várhatóan visszas válaszokat adhatnak. Az üzenetnek legalább minimális magyarázatot kellene magában foglalnia a vízlábnym környezeti hatásairól és a vízhasználat társadalmi és gazdasági hasznáról.

4. Az összefüggésbe helyezés közlési igénye miatt különösen nagy gonddal kellene a súlyozott vízlábnymadatokkal eljárni. A fogyasztási cikkekre aggatott egyszámú vízlábnymmutató-számok használata csak ritkán szükséges és hasznos, a vállalkozásoknak szintén vigyázniuk kellene velük.

5. A vállalkozásoknak azért kellene használni a vízlábnymelemzést, hogy megértsék a stratégiai vállalatok vízügyi kockázatát. Ebben a vállalkozásban a cégeket egy sor elérhető vízlábnymeszköz képes irányítani. Sok szabadon elérhető az interneten és használatuk egyre egyszerűsödik. A vállalatok olyan eszközöket is figyelembe vehetnek, amik útmutatást nyújtanak a vízlábnym alapú kockázat értékelésére adott válaszokhoz, azokat is beleértve, amik az érintettek bevonását, a partnerkapcsolatok fejlesztését és a közpolitikáról szóló párbeszédet javasolják a kormányzatokkal.

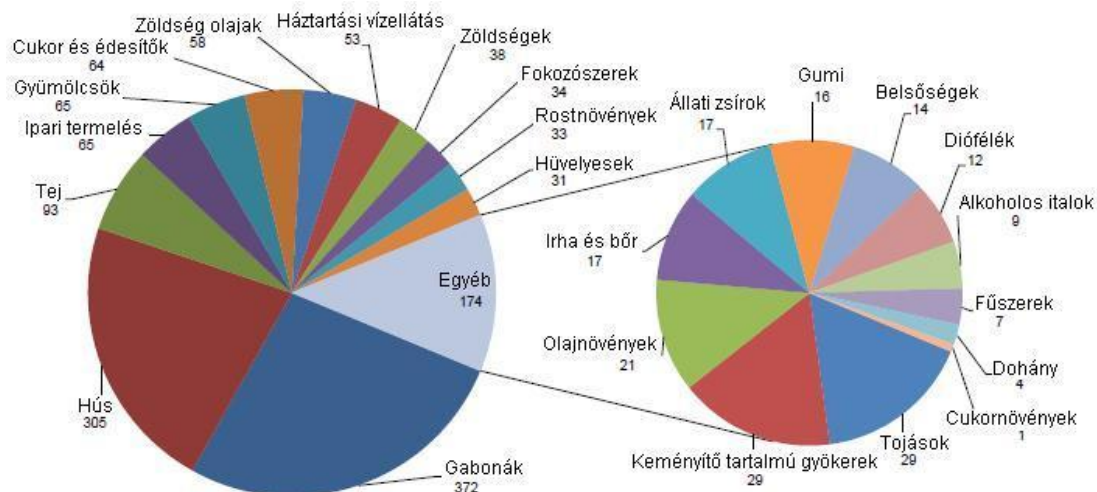
6. A kormányok és a kutatók tovább vizsgálhatnák a vízlábnymeszköz használatát azért, hogy jobban megértsék a vízerőforrások és a gazdasági fejlesztési tervezés kapcsolatát. A vízlábnymalkalmazások ötvözése a gazdasági és társadalmi elemzési eszközökkel támogathatja a kifinomultabb és vízügyileg fenntarthatóbb lehetőségek fejlesztését a társadalmi és gazdasági eredményekért.

7. A vízlábnymelemzés talán alkalmatlan az új közpolitikai fejlesztések serkentésére a vízügy, a kormányok és más érintettek, például a civilek kapcsán, de megcélozhatja a vízlábnymadatok közlését, ösztönözve az új politikai és gazdasági szereplők párbeszédbe történő bevonását a meglévő vízügyi irányelvek végrehajtásának támogatásához. Például a vállalati ágazat egy szélesebb keresztmetszete ösztönözhető lehet a vízerőforrás-gazdálkodás hatásaihoz való hozzájárulás mérséklésére, a vízügyi ellenőrzést is beleértve, ha megmutatják nekik azokat az adatokat, amik összekapcsolják az ellátási lánc vízhiányt vagy szennyezést növelő kockázatait abban a vízgyűjtőben, amelyik termékeik és szolgáltatásaik forrása.

8. A vízlábnymadatokat hasznos lehet arra használni, hogy felhívják a figyelmet a fenntarthatóbb globális kereskedelemre és a gazdasági fejlesztési keretrendszerre. Arra is felhívja a figyelmet, hogy a cselekvéskor tekintetbe kell venni a vízzel kapcsolatos szélesebb körű környezeti, társadalmi és gazdasági kérdéseket, vagy legalábbis el kellene ismerni méltányolásuk szükségét. Ezekben a kérdésekben a szükséges és elkerülhetetlen politikai megalkuvással kötött egyezségeket is fel kellene ismerni.

9. Bármelyik szervezet számára, amelyik vállalja a vízlábnymelemzéseket világosnak kellene lennie, hogy miért csinálja azt és az eredményeit hogyan fogja felhasználni. A cél lehet az alkalmazás vagy a feltárás, azért hogy megértsék a vízlábnym megközelítéseit és segítsenek eldönteni, hogy például hasznosak lehetnek-e. Az önmagában való vízlábnymelemzés ritkán hasznos.

10. A vízlábnymelemzés tehát egy eszköz. Mint bármelyik másik eszköz, ennek is megvan a maga meghatározott hasznossága. Az a nemzedék, amelyik a vállalkozások és mások által is helyes válaszokat ad a vízlábnymelemzésekre más eszközöket vár majd el, különösen olyanokat, amik megfelelő környezetbe helyezik a vízlábnymadatokat.



Forrás: Mekonnen – Hoekstra, 2011/a, p.26. alapján saját fordítás

9. ábra: A fogyasztás globális vízlábnyoma a különféle termékkategóriák kapcsán, 1996–2005. (m³/év/fő)

A termékkategóriákat megvizsgálva derült ki, hogy a gabonafélék fogyasztása teszi ki a legnagyobb részét (27%) a globális vízlábnyomnak, ezt a hús (22%), és a tejtermékek (7%) követik. Az alábbi, 9. ábra jól szemlélteti a mezőgazdasági termékekkel kapcsolatos egy főre eső globális vízlábnyomot.

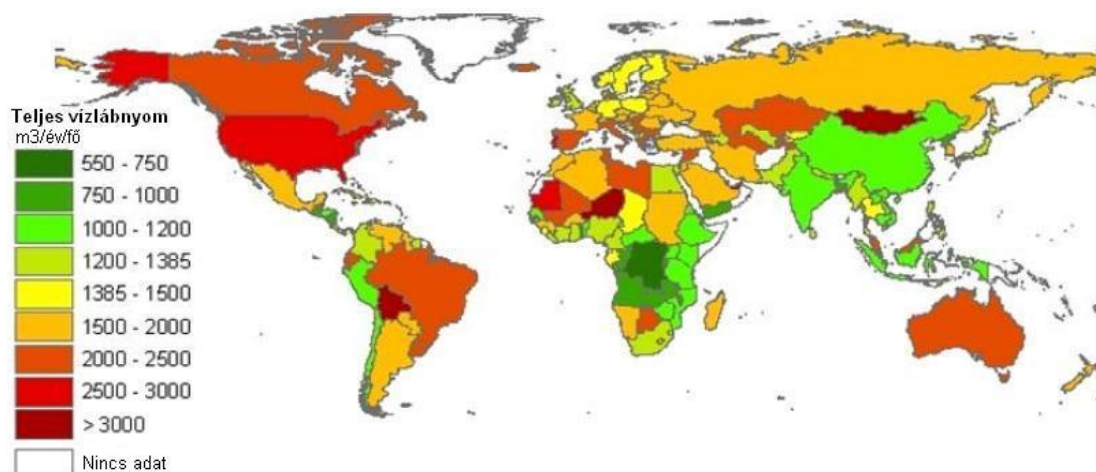
1.3.3.2. Az egy főre vetített vízlábnyomérték meghatározó tényezői

A nemzeti szinten egy főre levetített vízlábnyomra az alábbi tényezők hatnak:

- egy főre vetített átlagos fogyasztás, általában az egy főre vetített bruttó nemzeti jövedelemhez (GNI) viszonyítva,
- az ország lakosainak fogyasztási szokásai,
- éghajlat, különösen a párolgási igény,
- mezőgazdasági gyakorlat.

A gazdag országokban az emberek általában több terméket és szolgáltatást fogyasztanak, amit azonnal megnövelt vízlábnyomként fordíthatunk. De nem csak a fogyasztás mértéke határozza meg az emberek vízkeresletét. A jószágkosarak fogyasztása is lényeges, mert néhány jószág különösen sok vizet igényel (marhahús, rizs). Sok szegény országban ez a kedvezőtlen éghajlati viszonyokkal (magas párolgási igény) és rossz mezőgazdasági gyakorlattal (alacsony víztermelékenység eredményezve) párosul, ami hozzájárul a magas vízlábnyomhoz. A tényezők változékonysága országról országra alakul. Amerika és Kanada vízlábnyoma részben azért magas, mert az egy főre eső húsfogyasztás és az ipari termékek fogyasztása magas. Irán vízlábnyoma is viszonylag magas, viszont részben az alacsony hozamú növények termesztése és a magas evapotranspiráció miatt. Ezekkel szemben Kína vízlábnyoma egy főre levetítve alacsony. Azokban az országokban, ahol magas az evapotranspirációs arány és az egy főre eső bruttó nemzeti jövedelem (GNI) is (utóbbi gyakran eredményez magas hús- és iparitermék-fogyasztást), ott magasabbak a vízlábnyomértékek, mint például Portugáliában, Olaszországban és Görögországban.

Más országokban ezzel szemben az egy főre eső magas GNI-értékkel alacsony vízlábnyomérték párosul a növénytermesztés számára kedvező éghajlati viszonyoknak köszönhetően, például az Egyesült Királyság, Hollandia, Dánia és Ausztria esetén. Az egy főre vetített országokénti vízlábnyomot a 10. ábra szemlélteti (Chapagain – Hoekstra, 2004).

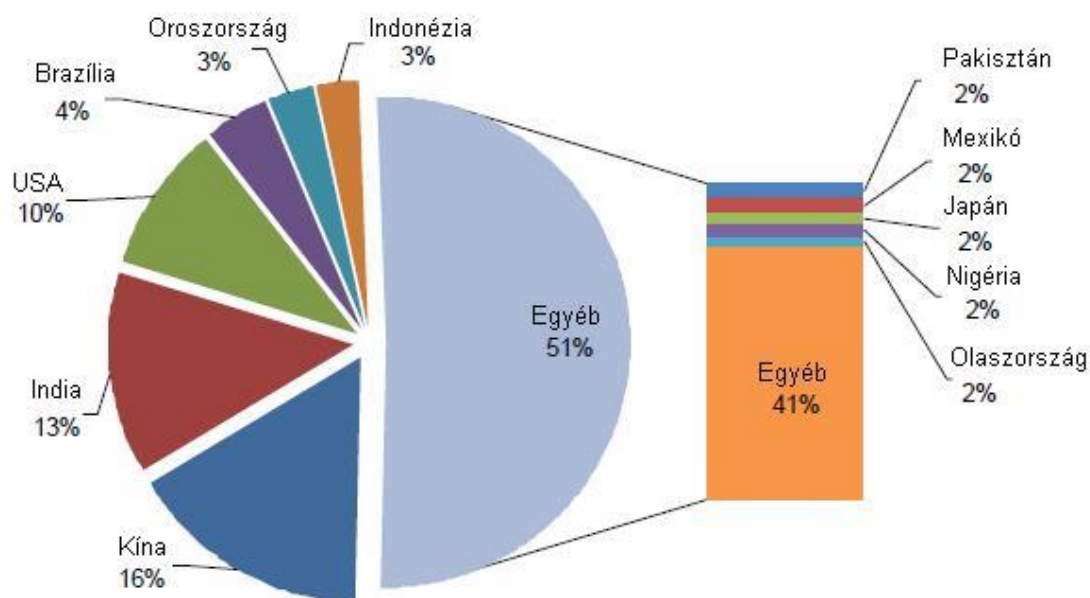


Megjegyzés: A zölddel jelzett országoknak világátlag alatti, a pirosaknak világátlag feletti a vízlábnyomértéke.

Forrás: Mekonnen – Hoekstra, 2011/a, p.29. alapján saját fordítás

10. ábra: Az országonkénti fogyasztás vízlábnyoma, 1996–2005. (m³/év/fő)

Kiderült, hogy a globális vízlábnyom értékéhez csupán hat ország járul hozzá összesen közel 50%-ban (11. ábra): Kína (16%), India (13%), Amerika (10%), Brazília (4%), Oroszország (3%) és Indonézia (3%). Kína, India és Amerika a legnagyobb fogyasztói a globális vízkészleteknek (Mekonnen – Hoekstra, 2011/a).



Forrás: Mekonnen – Hoekstra, 2011/a, p.27. alapján saját fordítás

11. ábra: A különböző országok hozzájárulása a globális fogyasztási vízlábnyomhoz

Kiderült továbbá, hogy az egy főre eső nemzeti vízlábnyom háztartásokra eső vízfogyasztása és az egy főre eső bruttó nemzeti jövedelem (GNI) között pozitív kapcsolat van, akárcsak az egy főre eső nemzeti vízlábnyom ipari termékek fogyasztása és az egy főre eső GNI között. A vízlábnyom mezőgazdasági részének vonatkozásában az éghajlat, a mezőgazdasági gyakorlat és a fogyasztási minták vizsgálata külön-külön számításokat igényel. Ez azt jelenti, hogy az egy főre eső akár külföldről, akár belföldről realizált jövedelem nagysága kapcsolatban van a háztartási vízfogyasztással és a külföldön vagy belföldön előállított és nemzeti szinten felhasznált ipari termékek vízigényével (Chapagain – Hoekstra, 2004). Hasonló összefüggést támaszt alá Marjainé – Kocsis (2012) tanulmánya is, melyből kiderül a vízlábnyom, a GDP és az ökológiai lábnyom közötti kapcsolatot vizsgálva, hogy azokban az országokban van a világátlag értéke fölött a

vízlábnyom, ahol az ipar fejlett. A fejlődő országok értékei változók éghajlatuktól és export- és importszokásaiktól függően. Az ökológiai lábnyomot is figyelembe véve azonban még az alacsony vízhatékonyságú országok is fenntarthatóbbak, mint a fejlettek.

Hoekstra professzor egyik jelentése, az alábbi négy kérdést igyekszik megválaszolni:

- A nemzetközi kereskedelemnek milyen hatása van a hazai vízerőforrásokra?
- A víz elérhetőségének milyen hatása van a nemzetközi kereskedelemre?
- Vajon a nemzetközi kereskedelem növelheti a globális vízhasználat-hatékonyságot?
- Milyen típusú nemzetközi szabályok támogatnák a bölcsebb vízhasználatot világszerte?

Kiderült, hogy a vízigényes termékek importja csökkenti a nemzeti vízkeresletet, ami vonzó a vízszűkös országoknak például a Közel-Keleten vagy Észak-Afrikában. A vízigényes termékek exportja ezzel ellentétben növeli a nemzeti vízkeresletet és így növeli a nemzeti vízhiányt. Egy ideje ez már megmutatkozik az Amerikai Egyesült Államokban és Ausztráliában. A kereskedelmi minták így befolyásolják a vízhasználat és -hiány mintáit is. Megfordítva viszont, a vízhiány területi különbségei úgy tűnik, nincsenek erős befolyással a kereskedelmi mintákra. Ennek oka az, hogy a víz általában erősen alulárázott. Úgy tűnik, a vízhiány csak abban az esetben van hatással a kereskedelmi mintákra, amikor az abszolút vízhiány rákényszeríti a vízhiányos országokat a vízigényes termékek importálására, mert azokat hazai szinten már egyszerűen nem tudják megtermelni. A tanulmányból kiderül, hogy a jelenlegi nemzetközi kereskedelem 5%-kal csökkenti a globális vízhasználatot a mezőgazdaságban, ami annak a ténynek az eredménye, hogy a vízigényes termékekkel általában a magas víztermelékenységű országoktól az alacsony víztermelékenységűek felé kereskednek. A globális vízhasználat-hatékonyság a vízhiánnyal mint faktorról emelhető a kereskedelmi döntésekbe. Ugyanakkor a vízigényes termékek kereskedelmének megnövekedése valószínűleg számos árnyoldallal is jár, mint például a vízfüggőség megnövekedése.

Jelenleg nincs egyensúly a nemzetközi kereskedelmi egyezmények és a fenntartható vízhasználattal kapcsolatos nemzetközi egyezmények között, mivel az előbbi erősebb az utóbbinál. A fenntartható vízhasználattal kapcsolatos nemzetközileg kötelező érvényű egyezmények tulajdonképpen nem is léteznek. Nincsenek olyan nemzetközi egyezmények, amik elég erősek ahhoz, hogy korlátozzák a kereskedelmet azokban az esetekben, amikor az negatívan hat a helyi vízrendszerekre. Vitatott, hogy az igazságos nemzetközi kereskedelem szabályainak tartalmaznia kellene-e olyan rendelkezést, amely a fogyasztóknak a kormányaikon keresztül engedélyezi, hogy kereskedelmi határokat emeljenek olyan termékekkel szemben, amelyeket felelősnek tartanak olyan vízrendszerek és közvetlenül olyan ökológiai rendszerek vagy közösségek károsításában, amik azoktól a vízrendszerektől függenek. A tanulmány ismerteti az alábbi néhány mechanizmust annak bizonyosságául, hogy a kereskedelem és a fenntartható vízhasználat kéz a kézben járnak: termékátláthatóság például vízcímkézéssel keresztül, egy nemzetközi vízárzási protokoll és egy nemzetközi vízlábnyom-engedélyezési rendszer.

A mezőgazdasági termékek liberalizált kereskedelméről szóló nemzetközi egyezménynek tartalmaznia kell olyan rendelkezéseket, amik a mezőgazdaságban a fenntartható vízhasználatot segítik elő. Napjainkban tisztázatlan az, hogy hogyan is kellene az ilyen rendelkezéseknek kinézniük, mivel a WTO kifejezetten tartózkodik a környezeti egyezmények megalkotásától. A kereskedelem globális szabályainak egyensúlytalansága akkor kerül megoldásra, amint a szabadkereskedelmi megállapodások hatékonyak, amíg a fenntartható termék- és vízhasználat-egyezmények a nemzetközi kereskedelem korlátozására még nem léteznek. Ez komoly kockázat, mivel nincsenek előkészülőben sem nemzetközi egyezmények a fenntartható vízhasználattal vagy fenntartható termékekkel kapcsolatban (Hoekstra, 2010).

1.3.3.3. Globális virtuális vízáramlások

Kirajzolódott, hogy fennáll egyfajta nemzetközi vízfüggőség. Az exportra termelt javak globális vízlábnyomértéke 1 762 Gm³/év. A mezőgazdasági szektorban ennek aránya 19%, az iparban pedig 41%. A háztartások vízellátásával kapcsolatos vízlábnyom egyáltalán nem tartozik az exporthoz. A három vízhasználó szektor átlagát nézve elmondható, hogy a globális vízlábnyomnak 19%-a exportfogyasztás.

A nemzetek külső vízlábnyoma a globálisnak 22%-át teszi ki. Bár ennek az értéknek a megoszlása országról országra változik. Néhány európai országban, mint például Olaszország, Németország, az Egyesült Királyság vagy Hollandia 60–95% között mozog ez az arány teljes vízlábnyomukhoz képest. Japán nemzeti vízlábnyomértékének külsővízlábnyom-része például nagyon magas (65%) a többi országhoz képest. Másfelől viszont egyes országoknak, mint például Csád, Etiópia, India, Nigéria, Kongó, Mali, Argentína és Szudán nagyon kicsi a külső vízlábnyomuk, a teljeshez képest kevesebb, mint 4%, egyszerűen, mert kevés az importjuk.

A magas külső vízlábnyomú országok látszólag más országokban lévő édesvízforrásoktól függenek. Erősen vízhiányos országok, akiknek magas a külső vízfüggőségük például Málta (függősége 92%), Kuvait (90%), Jordánia (86%), Izrael (82%), Egyesült Arab Emírátsok (76%), Jemen (76%), Mauritius (74%), Libanon (73%) és Ciprus (71%). Ezek közül nem mindegyiknek magas a külső vízlábnyoma, viszont egytől-egyig vízhiányosak. A magas külső vízlábnyomú országok csoportjába tartozik sok észak-európai ország is, mint például Hollandia és az Egyesült Királyság. Máshonnan származó édesvízforrásoktól függenek, de a magas függőség nem szükségszerű, mivel ezen országoknak bőséges területük van, hogy kiterjesszék mezőgazdasági termelésüket és így csökkentsék külső vízfüggőségüket. A mezőgazdaságból leginkább a marhahús, a szójabab, a búza, a kakaó, a rizs, a gyapot és a kukorica ad hozzá a külső vízlábnyomértékhez (Chapagain – Hoekstra, 2004, Mekonnen – Hoekstra, 2011/a).

A 1996–2005-ös időszakra nézve a nemzetközi virtuális vízáramlások összege 2 320 Gm³/év volt (68% zöld, 13% kék és 19% szürke). A virtuális vízlábnyom országok közötti legnagyobb megosztása (76%) a nemzetközi növénykereskedelemmel kapcsolatos és a növénytermesztésből származik. Az állati és ipari termékek kereskedelme 12–12%-kal járul hozzá a globális virtuális vízáramlásokhoz. A belföldi termékek termelése pedig 1 762 Gm³/évvel járult hozzá a globális virtuális vízáramlásokhoz. Kiderült, hogy az exporttermékek sokkal szorosabb kapcsolatban vannak a vízfogyasztással és a felszíni és felszín alatti vizek szennyezésével, mint a nem export termékek. A nemzetközi kereskedelemben részt vevő termékek teljes vízlábnyomának zöld összetevője 68% (2. táblázat), míg a teljes globális termelésnek ez az összetevő a 74%-a.

2. táblázat: Növényi, állati és ipari termékekkel kapcsolatos virtuális vízáramlások, 1996–2005. (Mm³/év)⁹ részlet (V4-ek)

Ország	Teljes virtuális vízáramlás								
	Import			Export			Nettó virtuális vízimport		
	Zöld	Kék	Szürke	Zöld	Kék	Szürke	Zöld	Kék	Szürke
Magyaro.	4 206,6	1 005,9	2 249,4	8 018,4	705,2	3 165,0	-3 811,8	300,7	-915,6
Cseho.	4 872,3	1 523,5	2 492,2	3 306,1	755,8	1 772,4	1 566,2	767,7	719,8
Lengyelo.	12 217,1	2 530,1	4 056,7	6 515,7	1 407,9	3 547,7	5 701,4	1 122,2	509,0
Szlovákia	2 205,0	666,6	1 362,3	1 749,4	350,1	1 069,7	455,5	316,5	292,5
Teljes	1 585 550	301 129	433 458	1 585 550	301 129	433 458	0,0	0,0	0,0

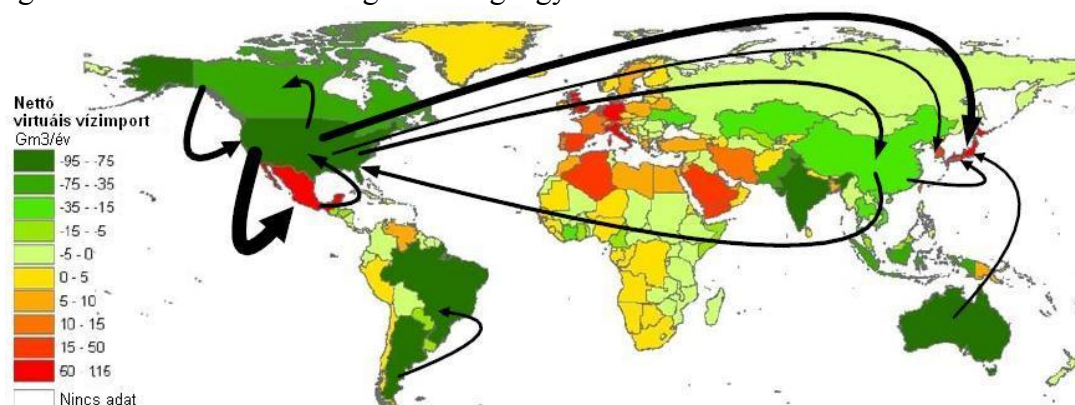
Forrás: Mekonnen – Hoekstra, 2011/b appendix II. alapján saját fordítás

⁹ Mm³: mega köbméter. 1 Mm³=1 000 000 000 000 000 m³, máshogyan 1 Mm³=10¹⁸ m³

A legfőbb bruttó virtuális vízexportőrök a következők: Amerika (314 Gm³/év), Kína (143 Gm³/év), India (125 Gm³/év), Brazília (112 Gm³/év), Argentína (98 Gm³/év), Kanada (91 Gm³/év), Ausztrália (89 Gm³/év), Indonézia (72 Gm³/év), Franciaország (65 Gm³/év) és Németország (64 Gm³/év). Amerika, Pakisztán, India, Ausztria, Üzbegisztán, Kína és Törökország a legnagyobb virtuális kékvízexportőr, 49%-át elszámolva a globális virtuális kékvízexportnak. Ezeknek az országoknak mindegyike részlegesen ki van téve vízhiánynak. Ez felveti azt a kérdést, hogy a korlátos nemzeti kékvízforrások exporttermékeként való fogyasztáshoz a hallgatóságos, implicit vagy a nyílt, explicit választás a fenntartható és leghatékonyabb. Szorosan kapcsolódik ehhez, hogy a szűkösség kiterjesztése tükröződik-e ezeknek az országoknak a vízárában. Tény, hogy az externáliák és a szűkösség bérleti díja nem vagy alig épülnek bele a vízárba. Különösen a mezőgazdaságban nem várható el, hogy a termelési és kereskedelmi minták automatikusan számoljanak a regionális vízhiánymintákkal.

A legfőbb bruttó virtuális vízimportőrök Amerika (234 Gm³/év), Japán (127 Gm³/év), Németország (125 Gm³/év), Kína (121 Gm³/év), Olaszország (101 Gm³/év), Mexikó (92 Gm³/év), Franciaország (78 Gm³/év), az Egyesült Királyság (77 Gm³/év) és Hollandia (71 Gm³/év).

Az országonkénti virtuális vízmérleget és a legnagyobb virtuális vízáramlásokat a 12. ábra mutatja.



Megjegyzés: az ábra csak a nagyobb, 15 Gm³/év feletti áramlásokat mutatja. Minél vastagabb a nyíl, annál nagyobb a virtuális vízáramlás.

Forrás: Mekonnen – Hoekstra, 2011/a, p.21. alapján saját fordítás

12. ábra: Országos virtuális vízmérleg és a virtuális vízáramlások irányai a mezőgazdasági és ipari termékek kapcsán, 1996–2005.

A legnagyobb virtuális vízáramlatok jellemzően az olajnövények kereskedelméhez kapcsolhatók: gyapot, szójabab, olajpálma, napraforgó, repce és egyebek, valamint származtatott termékeik (3. táblázat). Ez a kategória a teljes nemzetközi virtuális vízáramlás 43%-át számolja el. Több mint fele ennek az értéknek a gyapotkereskedelmhez kapcsolódik, körülbelül egy ötöde pedig a szójababhoz. A többi termék, amelyek még nagy megoszlásban szerepelnek a globális virtuális vízáramlásokban a gabonák (17%), az ipari termékek (12,2%), a serkentők (7,9%) és a marhahústermékek (6,7%) (Mekonnen – Hoekstra, 2011/a).

3. táblázat: Termékkategóriák nemzetközi virtuális vízáramlása, 1996–2005. (Mm3/év), részlet

Termékcsoport	Zöld	Kék	Szürke	Teljes	Megoszlás a globális áramlás %-ában
Gyapotmag	327 310	166 997	74 523	568 830	24,5
Ipari termékek	0	22 123	260 031	282 154	12,2
Szójabab	194 634	5 606	2 659	202 899	8,7
Búza	174 869	7 849	17 901	200 619	8,6
Szarvasmarha	141 413	9 799	5 377	156 589	6,7
Kakaóbab	86 132	12	751	86 895	3,7
Zöld kávé	80 807	514	3 590	84 911	3,7
Olajpálma gyümölcs	67 629	2	3 314	70 945	3,1
Kukorica	51 501	4 623	12 661	68 785	3,0
Hántolatlan rizs	38 058	25 398	5 129	68 585	3,0
Cukornád	49 273	13 732	3 517	66 523	2,9
Árpa	32 220	1 649	4 597	38 466	1,7
Tej	26 412	8 305	2 381	37 097	1,6
Napraforgómag	33 162	1 033	2 654	36 849	1,6
Repcemag	29 287	549	4 448	34 284	1,5
Sertés	27 939	2 397	3 914	34 250	1,5
Kókuszdió	24 536	2	84	24 622	1,1

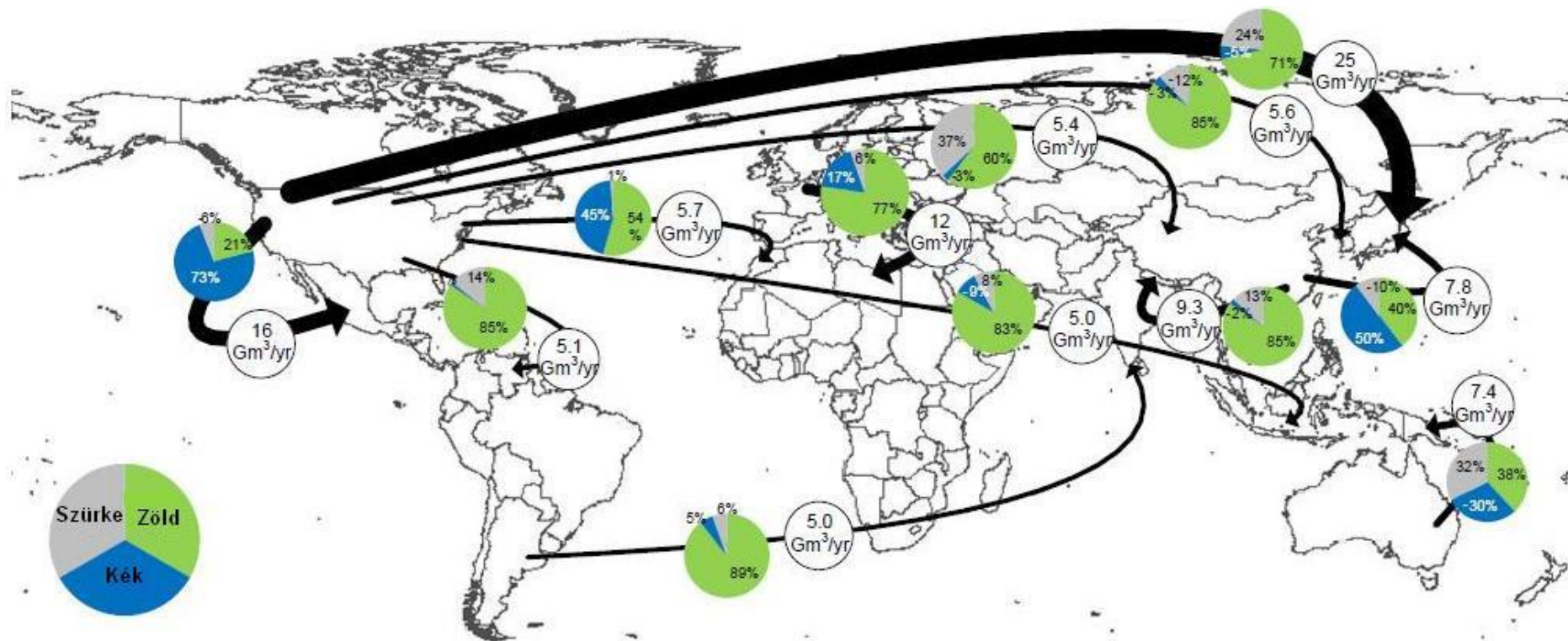
Megjegyzés: Az összes többi termék 1% alatti megoszlással szerepel a globális virtuális vízáramlásokban.

Forrás: Mekonnen – Hoekstra, 2011/b appendix III. alapján saját fordítás

1.3.3.4. Vízmegtakarítások

A nemzetközi kereskedelem egyik eredménye, hogy vízmegtakarításokat generál bizonyos országokra nézve. A megtakarítás kifejezést itt fizikálisan kell érteni, nem közgazdaságilag. Emellett a 'víztakarékosság' nem feltétlenül jelenti azt, hogy a megtakarított vizet más jótékony célra különítik el. A vízszegény országokban azonban, az e fajta vízmegtakarítás valószínűleg pozitív környezeti, szociális és gazdasági hatású.

Számos ország csökkenti nemzeti vízerőforrásainak felhasználását a mezőgazdasági termékek importálásán keresztül. Japán 134 Gm³-t takarít meg évente (80% zöld, 9% kék, 11% szürke) a belföldi vízerőforrásaiból, Mexikó 83 Gm³-t (69% zöld, 26% kék, 5% szürke), Olaszország 54 Gm³-t (83% zöld, 10% kék, 7% szürke), az Egyesült Királyság 53 Gm³-t (75% zöld, 15% kék, 10% szürke) és Németország 50 Gm³-t (83% zöld, 14% kék, 3% szürke). Kékvíz-megtakarítás szempontjából Mexikó, Spanyolország, Japán, az Egyesült Királyság és számos ország a Közel-Keleten a lista élére kerül. A 13. ábra jól szemlélteti a mezőgazdasági termékek globális kereskedelméből eredő vízmegtakarításokat.



Megjegyzés: az ábra csak a nagyobb, 5 Gm³/év feletti áramlásokat mutatja. Minél vastagabb a nyíl, annál nagyobb a virtuális vízáramlás.

Forrás: Mekonnen – Hoekstra, 2011/a, p.24. alapján saját fordítás

13. ábra: Globális vízmegtakarítások a mezőgazdasági termékek nemzetközi kereskedelme kapcsán, 1996–2005.

Kiderült, hogy csak bizonyos vízelérhetőségi küszöb alatt állapítható meg kapcsolat az ország egy főre eső vízelérhetősége és gabonaimportja között. A legtöbb esetben a virtuális vízimport jelen van a nemzeti vízmegtakarítások kapcsán a viszonylag vízszegény, például észak-afrikai, közel-keleti, dél-európai országokban és Mexikóban. Az észak-európai országoknál talált nemzeti vízmegtakarítások azonban nem értelmezhetők a vízszegénység szemszögéből.

A mezőgazdasági kereskedelemmel kapcsolatos globális vízmegtakarítások több mint negyede (27%) kékvíz, ami azt jelzi, hogy a virtuális vizet importáló országok általában jobban függnek növénytermelésükben a kékvíztől, mint a virtuális vizet exportáló országok. Az Amerikából Mexikó és Japán felé exportált mezőgazdasági termékek (főleg kukorica- és szójababtermékek) tartalmazzák a legnagyobb globális vízmegtakarításokat több, mint 11%-kal hozzájárulva a teljes globális vízmegtakarításhoz.

A legnagyobb vízmegtakarítás a gabonanövények kereskedelme következtében jelentkezik, 196 Gm³/év, ezt az olajnövények (82 Gm³/év, főként szójabab) és az állati termékek (56 Gm³/év) követik. A gabonanövények közül a kukoricakereskedelemnek köszönhető a legnagyobb megtakarítás (71 Gm³/év), amit a búza (67 Gm³/év), a rizs (27 Gm³/év), az árpa (21 Gm³/év) és más gabonák (10 Gm³/év) követnek (4. táblázat). A rizs esetében a kereskedelemmel társulva a zöld, kék és szürke összeget tekintve globális vízmegtakarításról beszélhetünk, de csak a kék tényezőre összpontosítva globális kékvíz-vesztésről tapasztalunk. Az állati termékek közül a baromfitermékek (25 Gm³/év), a tejtermékek (16 Gm³/év), a szarvasmarhatermékek (16 Gm³/év) és a sertéstermékek (2 Gm³/év) eredményeznek jelentős globális vízmegtakarítást, míg a ló-, bárány- és kecske-termékek kereskedelme 3 Gm³/év globális vízvesztést okoznak.

A kereskedelemmel kapcsolatos megtakarítások számítása a növény hozamán és azokon a vonatkozó vízlábnymokon alapulnak, amik az exportáló és importáló országban jelenleg vannak. Éppen ezért óvatossá kell lenni, ha a kereskedelmi áramlások fokozódásakor kivetítjük a vízmegtakarításokat. A vízhiány ösztönözi fogja az országokat, hogy fejlesszék a víztermelékenységet, különösen az alacsony hozamú országokban. A vízigényes termékeknek a magas víztermelékenységgű országokból az alacsony víztermelékenységgűek felé történő kereskedelme, ami a jelenlegi globális vízmegtakarításokat eredményezi, akkor fog csökkenni, ha az utóbbi országok megnövelik víztermelékenységet.

A bemutatott nemzetközi kereskedelemmel kapcsolatos globális vízmegtakarítás úgy tűnik, jelentős: a mezőgazdasági és ipari termelés globális vízlábnyma 4%-kal magasabb lenne, ha az országok mind maguk állítanák elő termékeiket saját határaikon belül a már létező hazai termelékenységre alapozva, ahelyett, hogy részlegesen importálják azokat más országokból. A nemzetközi kereskedelem optimalizálásának lehetősége a további vízmegtakarításokért addig talán csekély, amíg az alacsony víztermelékenységgű legfontosabb importőrök nem növelik termelékenységet. A globális vízlábnym világszinten jelentősebben csökkenthető a magas víztermelékenységek elérésével, mint a kereskedelem magastól az alacsony termelékenységgű területek felé történő optimalizálásával. Ez nagyságrendekkel nagyobb globális vízmegtakarítást jelenthet a jelenlegi, kereskedelem által elérténél. Ezért a vízszegény országok első teendője kellene, hogy legyen víztermelékenységet olyan magasra emelni, amilyenre csak lehetséges, így a virtuális vízimportot arra fordíthatnák, hogy megoldják vízhiánnyal kapcsolatos gondjaikat (Mekonnen – Hoekstra, 2011/a). Ezzel a témakörrel más, például a vízerőforrás-gazdálkodás vagy a regionális rendszerek vonatkozásában is foglalkozott a kutató és munkatársai is.

4. táblázat: Mezőgazdasági és ipari termékek nemzetközi kereskedelmével kapcsolatos vízmegtakarítások termékenként, 1996–2005. (Mm³/év), részlet

Termék	Zöld	Kék	Szürke	Teljes
Növényi termékek				
Kukorica	49 036	13 156	9 062	71 254
Búza	26 643	31 507	8 519	66 669
Szójabab	23 715	26 649	9 831	60 195
Hántolatlan rizs	21 554	-2 781	7 990	26 764
Árpa	13 790	4 963	1 978	20 730
Napraforgómag	2 479	3 170	3 865	9 514
Gyapotmag	8 955	3 431	-3 186	9 200
Cukornád	1 796	5 961	1 279	9 035
Olajpálma gyümölcs	6 587	12	162	6 761
Banán	2 488	1 778	598	4 863
...				
Articsóka	-25	-113	-60	-197
Olajos magvak	-183	-18	-1	-203
Datolya	65	-295	-7	-237
Mák	-274	-10	-19	-303
Cukornövények	-295	0	-34	-329
Papaya	-93	-358	2	-449
Kajsziarack	752	-1 411	203	-456
Cukorrépa	-10	-397	-246	-653
Héjas földimogyorófélék	-660	-60	6	-714
Mogyorófélék	-1 658	129	144	-1 385
Szezám	-1 818	225	49	-1 544
Oliva	-3 140	-133	555	-2 718
Kókuszdió	-2 863	11	91	-2 761
Gyep	-97	-231	-41	-368
Állati termékek				
Szarvasmarha	11 454	2 783	1 934	16 171
Kecske	-179	8	0	-172
Ló	-2 380	-47	216	-2 212
Tojó	19 757	4 288	906	24 952
Tej	13 017	2 184	1 217	16 418
Szárnyas	-261	13	11	-237
Bárány	-424	57	79	-288
Sertés	1 021	578	-42	1 557
Ipari termékek				
Ipari termékek	0	-331	-16 044	-16 374
Teljes	216 939	97 835	38 196	352 970

Forrás: Mekonnen – Hoekstra, 2011/b appendix V. alapján saját fordítás

1.3.3.5. Globális vízlábnyombecslések hazai vonatkozásai

Az eddigi kutatások során Magyarországra vonatkozó eredmények is születtek, bár a konkrét esettanulmányok a nemzetközi szakirodalomban még váratnak magukra. A forrásként használt értékek becslése során azonos adatokkal és módszertannal dolgoztak, így azok ebből a megközelítésből összehasonlíthatók egymással.

Az eddigi eredmények alapján elmondható, hogy virtuális vízimportunkat tekintve a zöld- és a szürkevizeink exportja és a kékvíz importja van jelen a mérlegben (2. táblázat). Ez leegyszerűsítve

azt jelenti, hogy nemzetközi tevékenységünkre a növényi, állati és ipari termékekbe ágyazottan az eső és szennyezett víz exportja, valamint a felszíni és felszín alatti vizek importja jellemző. A mezőgazdaság és az ipar által előállított termékek nemzetközi kereskedelmén keresztül hazánk, a környező országokkal ellentétben, csak kékvíz tekintetében realizál megtakarításokat, zöld- és szürkevíz vonatkozásában nem (5. táblázat).

5. táblázat: Mezőgazdasági és ipari termékek nemzetközi kereskedelmével kapcsolatos nemzeti vízmegtakarítások országonként, 1996–2005. (Mm³/év), részlet (V4-ek)

Ország	Növényi termékek			Állati termékek		
	Zöld	Kék	Szürke	Zöld	Kék	Szürke
Magyaro.	-815,5	387,6	-276,8	-1 717,0	-37,5	-123,0
Cseho.	2 584,1	465,1	-109,9	-98,1	-27,9	-15,0
Lengyelo.	9 698,5	935,8	371,5	-1 866,0	-153,3	-124,3
Szlovákia	780,9	234,1	55,0	86,1	5,9	6,8
Ország	Ipari termékek			Teljes		
	Zöld	Kék	Szürke	Zöld	Kék	Szürke
Magyaro.	-	29,9	304,5	-2 532,5	379,9	-95,3
Cseho.	-	13,9	144,1	2 486,0	451,1	19,1
Lengyelo.	-	131,0	1 205,3	7 832,4	913,6	1 452,5
Szlovákia	-	3,9	58,7	867,0	243,9	120,5

Megjegyzés: Az ipari termékeknek nincsen zöldvízigénye.

Forrás: Mekonnen – Hoekstra, 2011/b appendix IV. alapján saját fordítás

Becslésre került ezek mellett nemzetek szintjén a termékek vízlábnyoma is, melyből kiderül például, hogy hazánkban viszonylag magas az árpára, a burgonyára, valamint a szarvasmarha-, a juh- és kecskehúsra becsült szürkevíz-lábnyom értéke. Ezzel szemben ugyanez az érték rizsre, kukoricára, rozsra, zabra, kölesre, cirokra és egyéb gabonákra viszonylag alacsony. A zöldvíz-lábnyomot nézve a szarvasmarha-, a juh- és kecske- és az egyéb hús kiemelkedően magas, a rozs, a köles, a cirok és a sertéshús magas, a zab alacsony és az árpa kiemelkedően alacsony értéket mutat. A kékvíz-lábnyomot tekintve viszonylag magas értéket becsültek a rizsnek, a többi éték nem kiemelkedő. A fenti becslés egy főre vetített változatát az 6. táblázat mutatja.

6. táblázat: A nemzeti fogyasztás egy főre eső vízlábnyoma termékenként, 1996–2005. (m³/év/fő), részlet (V4-ek)

Ország	Lakosság (e fő)	Termékek egy főre eső vízlábnyoma								
		Búza			Rizs (hántolttal egyenértékű)			Árpa		
		Zöld	Kék	Szürke	Zöld	Kék	Szürke	Zöld	Kék	Szürke
Magyaro.	10 200	112,22	0,22	38,15	8,05	5,32	0,60	0,02	0,00	0,01
Cseho.	10 228	80,67	0,00	25,40	7,75	3,74	1,02	0,05	0,00	0,01
Lengyelo.	38 408	132,71	0,13	59,12	3,64	1,79	0,53	5,75	0,00	0,09
Szlovákia	5 377	112,31	0,47	19,32	6,38	4,21	0,70	1,55	0,01	0,12
Ország	Lakosság (e fő)	Rozs			Egyéb gabona			Burgonya		
		Zöld	Kék	Szürke	Zöld	Kék	Szürke	Zöld	Kék	Szürke
Magyaro.	10 200	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,77	0,64	11,36
Cseho.	10 228	9,76	0,01	2,45	0,88	0,02	0,12	14,11	0,28	3,61
Lengyelo.	38 408	52,16	0,01	0,15	2,47	0,00	0,00	31,01	0,18	12,79
Szlovákia	5 377	2,54	0,00	1,41	0,02	0,00	0,00	21,01	1,07	2,38
Ország	Lakosság (e fő)	Juh- és kecskehús			Sertéshús			Szárnyashús		
		Zöld	Kék	Szürke	Zöld	Kék	Szürke	Zöld	Kék	Szürke
Magyaro.	10 200	10,52	0,09	0,33	196,62	6,78	27,85	105,71	1,71	15,90
Cseho.	10 228	1,54	0,07	0,01	152,53	6,15	33,45	64,33	0,98	15,11
Lengyelo.	38 408	0,30	0,02	0,02	158,01	8,82	26,65	53,71	1,15	7,35
Szlovákia	5 377	1,84	0,18	0,00	143,27	7,60	18,72	47,38	1,54	6,75
Ország	Lakosság (e fő)	Kukorica			Szarvasmarhahús			Egyéb hús		
		Zöld	Kék	Szürke	Zöld	Kék	Szürke	Zöld	Kék	Szürke
Magyaro.	10 200	0,40	0,00	0,03	233,93	1,09	6,55	47,96	0,85	1,17
Cseho.	10 228	0,00	0,00	0,00	99,31	1,62	8,42	113,00	2,94	5,52
Lengyelo.	38 408	0,00	0,00	0,00	60,86	3,07	3,74	5,10	0,15	0,06
Szlovákia	5 377	0,00	0,00	0,00	76,46	2,48	5,06	24,88	1,55	0,82

Forrás: Mekonnen – Hoekstra, 2011/b appendix VII. alapján saját fordítás

Ebből a részletből kiderül, hogy a viszonyított országokhoz képest hazánkra vonatkoztatva kiemelkedően magas értéket mutat a kukorica szürkevíz-lábnyoma, valamint a kukorica, a szarvasmarha-, a juh-, a kecske-, és a szárnyashús zöldvíz-lábnyoma. Viszonylag magas értékre becsülték továbbá a juh-, kecske- és szárnyas hús szürkevíz-lábnyomát, a rizs és a szárnyashús kékvíz-lábnyomát, valamint a rizs és a sertéshús zöldvíz-lábnyomát. Ezek mellett a vizsgált országokhoz képest kimagaslóan alacsony értéket kapott az árpa és a rozs szürke- és zöldvíz-lábnyoma, valamint az árpa kékvíz-lábnyoma.

7. táblázat: A nemzeti fogyasztás egy főre eső vízlábnyoma fő külső és belső fogyasztási kategóriánként, 1996–2005. (m³/év/fő), részlet (V4-ek)

Orsz.	Mezőgazdasági termékek fogyasztásának vízlábnyoma						Ipari termékek fogyasztásának vízlábnyoma				Háztartások fogyasztásának vízlábnyoma	
	Belső			Külső			Belső		Külső			
	Zöld	Kék	Szürke	Zöld	Kék	Szürke	Kék	Szürke	Kék	Szürke	Kék	Szürke
Mo.	1 547,2	7,2	200,0	369,2	34,6	24,5	10,3	66,2	6,6	73,9	7,0	37,3
Cso.	818,6	1,0	149,2	418,2	56,2	40,8	3,9	15,0	8,3	90,1	10,3	39,1
Lo.	778,0	1,7	151,8	232,6	36,2	23,6	11,4	80,2	4,0	50,0	5,5	30,4
Sz.	704,2	11,0	75,7	310,0	44,4	32,8	2,8	17,0	7,2	73,6	8,0	48,7

Forrás: Mekonnen – Hoekstra, 2011/b appendix VIII. alapján saját fordítás

A 7. táblázatból az is kiderül, hogy a becslések alapján a globális kereskedelmi rendszereken keresztül hogyan áramlik ki és be vagy marad határokon belül a virtuális víz hazánkban. Az egyik legszembetűnőbb érték a mezőgazdasági termékek fogyasztásának belső zöld- és szürkevíz-

lábnyomértéke, mivel ez viszonylag kiemelkedően magas. Ugyanennek a termékcsoporthoz a külső szürke- és kékvíz-lábnyoma viszonylag alacsony, ami arra utal, legalábbis a többi országhoz képest, hogy kevésbé szervezzük ki mezőgazdasági termékigényünk kékvízszükségletét és szürkevíztermelését külföldi kielégítésre.

1.3.4. A vízlábnyommódszer kihívásai

Hoekstra és társai (2011) öt fő csoportba sorolják a vízlábnyommal kapcsolatos pillanatnyi kihívásokat. Ezek a vízlábnyomértékeléssel kapcsolatos további kutatások kiindulópontjaiként is értelmezhetők.

1. Módszerek és adatok

A gyakorlati útmutatók további fejlesztésére van szükség. Az egyik legfőbb kérdés az, hogy bizonyos adatok hiánya hogyan kezelendő. Milyen alapértelmezett adatok használhatók és milyen körülmények között, valamint milyen egyszerűsítések tehetők meg ésszerűen?

A legfőbb kihívás így egy pontosabb útmutató kidolgozása arra vonatkozólag, hogy milyen alapértelmezett adatok használhatók, amikor a pontos helyi becslések nem érhetők el. Ebben az összetételben lényeges egy olyan adatbázis kidolgozása, amelyik nagy választékban tartalmazza termelési régiók között különbséget téve a termékek és szolgáltatások alapértelmezett vízlábnyombecsléseit.

Gyakorlati kérdés a vízlábnyomszámításoknál az egyszerűsítés kérdése. Ebben az esetben az a kérdés, hogy mi az, amit az elemzésnek tartalmaznia kell és mi az, ami kihagyható. Egy adott termék vízlábnyomának becslésekor a nagyon széleskörű elemzés alkalmazásakor felfedezhető, hogy néhány összetevő nem járul hozzá jelentősen a termék teljes vízlábnyomához és az ellátási láncban való továbbkövetésekor nem jelent több hozzáadott értéket. Több gyakorlati tapasztalatra van szükség a különböző termékek vízlábnyomszámításában a gyakorlati útmutatók abbéli fejlesztése érdekében, hogy mik azok, amik szabályként hagyhatók ki egy termék vízlábnyomelemzéséből. Valamint azt illetően, hogy milyen fogyasztási cikkek vagy alapanyagok hagyhatók ki egy fogyasztó vagy vállalkozás vízlábnyomelemzéséből.

Az időbeli alakulás és változás kérdése sem kapott még kellő figyelmet. Sokféle vízhasználat változik az évek folyamán, például az adott év csapadékmintáitól függő mezőgazdasági öntözővízhasználat (például in: Garrido et al., 2010). Ezen felül a vízlábnyom évek során történő változékonyságát eredményezve, a víztermelékenység évről évre változhat mindenféle tényezőtől, akár olyanoktól is, amiknek semmi köze sincs a vízhez. Így nyilvánvalóan a vízlábnyom évről évre történő változásai sem értelmezhetők a vízhasználatban szerkezeti javulásként vagy rosszabbodásként. Ezért a vízlábnyom adatok gyakran több jelentéssel bírnak, ha évek átlagát mutatják. Felmerül a kérdés, hogy mit érdemes az elemzés egy időszakának tekinteni, öt évet, tízet, vagy többet. Mikor lehetséges időbeli trendet elemezni? Továbbá szóba kerül az is, hogy néhány alapadat a legjobban valószínűleg hosszú távon vehető fel, például az éghajlati adatok esetén ez általában 30 év, míg más adatok esetén évenként, vagy csak öt év átlagaként. Hasznos lenne tehát ennek figyelembevételével kidolgozni útmutatókat, elismervén, hogy a végén a választás az elemzés céljától is függ.

A változékonyság kérdésével kapcsolatban és azon túl, megjelenik a bizonytalanság kérdése is. A vízlábnyomszámításban az adatok használatának bizonytalansága nagyon észrevehető lehet, ami azt jelenti, hogy a végeredmények óvatosan értelmezendők. Egyáltalán nem tanácsos kivitelezni egy bizonytalan elemzést, de gyakran az idő sürgetése nem engedi meg a nagyon fejlett bizonytalansági és érzékenységi elemzéseket. Hasznos lenne legalább néhány durva mutató, ami megmutatja a

bizonytalanság nagyságrendjeit a különféle vízlábnyomszámításokban, és így hivatkozható lenne. Jelenleg nincs elérhető bizonytalansági tanulmány.

A részletes vízlábnyommódszer szempontjából durvának tűnő különbségek találhatók a zöld-, kék- és szürkevízlábnyom-számítás között. Kékvízlábnyom-méréskor felmerülhet a kérdés, hogy milyen felbontás és méret alkalmazható a legjobban. Mi a teendő, ha a vizet kitermelik az egyik helyről és egy lejjebbi szakaszon kerül vissza? A kékvíz-lábnyom, meghatározása szerint, arra a fogyasztó vízfelhasználásra utal, ami az evapotranspirációból, a termékbe való beépülésből vagy abból tevődik össze, hogy a kivett víz másik vízgyűjtőbe folyik vissza, mint amiből kitermelték. Az nyilvánvalóan az elemzés léptékétől függ, hogy alsóbb szakaszba való visszatérése a kivett víznek fogyasztóhasználatnak minősül-e vagy sem. Lehetnek kétséges esetek, ahol nagyon helyben vizsgálva a vízhasználatot fogyasztónak tekintik azt, de nagyobb léptékekkel nézve a víz visszatér, így használata már nem is fogyasztó. Hogy hol kerül a vonal meghúzásra, azt majd akkor kell idővel kitalálni, amikor már több vizsgálat készült el és jól megvitatható az a bizonyos legjobb lépték. További kérdés, hogy mi a teendő, ha talajvíz kerül kitermelésre és használat után felszíni vízbe kerül vissza. Ha a kékvíz, a felszíni és felszín alatti vizekre egyaránt utalva egyetlen csoportnak tekintendő, akkor ez a fajta beavatkozás nem tükröződik a vízlábnyomban. Sok cél esetén ez nem jelent gondot, de részletesebb tanulmányokban kívánatos lehet megkülönböztetni a kéktalajvíz-lábnyomot és a kékfelszínivíz-lábnyomot. A talajvíz esetén továbbá, döntő különbség van a megújuló és a fosszilis talajvíz között. Ha szükséges a kékvízlábnyom-számítás tehát felbontható, például kékfelszínivíz-lábnyomra, kékmegújulótalajvíz-lábnyomra és kékfosszilistalajvíz-lábnyomra. A szürkevíz-lábnyom esete hasonló, az pedig felbontható például szennyezőanyagokénti vízlábnyomokra.

A szürkevíz-lábnyom esetén kihívás még a természetes és megengedett legnagyobb telítettség meghatározásáról szóló iránymutatások kifejlesztése. Ideális esetben mindkettő vízgyűjtőre szabott, de sok esetben ilyen adatok nem állnak rendelkezésre. Az iránymutatások tanácsolhatnák a nullás természetes háttértelítettség használatát meghatározott [veszélyes] vegyi anyagok jegyzékére és háttértelítettségi feltételezéseket ajánlhatnának más vegyi anyagok esetére, ha a vízgyűjtőnkénti értékek nem érhetők el. Emellett egy tisztázandó kérdés, hogy például napi vagy havi átlagos telítettségi értéket kell venni. A környező vízminőség megengedett legnagyobb telítettségi értéke nem áll rendelkezésre minden anyagra nézve, így azokban az esetekben, amikor szükséges, iránymutatásokat kellene biztosítani olyan tanácsokkal, hogy melyik alapértelmezett értékeket legjobb felhasználni.

Érdekes fejlesztés a mezőgazdasági zöld- és kékvíz-lábnyom távérzékelési becslése nagy tér- és időfelbontásban (például in: Zwart et al, 2010, Romaguera et al, 2010), de további kutatásokat igényel érvényesítése és működtetése.

Több kutatásra van szükség a vízgyűjtőnkénti 'környezeti áramlás követelményei' és a 'környezeti zöldvíz-igény' számszerűsítéséhez, mivel az ilyen értékek alapvető összetevői a vízgyűjtőnkénti kék- és zöldvíz-lábnyom fenntarthatósági értékeléseknek. Szintén több kutatásra van szükség a megengedett legnagyobb talajvízszint és tószint csökkenés összefüggésenkénti számszerűsítéséhez.

A fenntarthatósági követelmények, különösen a társadalmi és a gazdasági fenntarthatóság kritériumai meghatározása több figyelmet érdemel. Kimutatták, hogy a fenntarthatósági vizsgálat elsődleges és másodlagos hatásai erősen függnek azoktól a döntésektől, hogy az értékelésbe milyen típusú hatások tartoznak bele és milyenek nem. Kívánatos lehet több iránymutatás kidolgozása azzal kapcsolatban, hogy milyen típusú hatások tartoznak a fenntarthatósági elemzésbe annak céljától függően.

Növelni kellene annak megértését, hogy a különféle politikai válaszok hogyan járulhatnak hozzá a különböző tevékenységek zöld-, kék- és szürkevíz-lábnyom csökkentéséhez, beleértve a különböző válaszformák hatékonyságába való betekintést is.

2. Alkalmazás különböző összefüggésekben

A vízlábnyomelméletek száma rohamosan nő. A legtöbb 2007 óta készült. Mivel különböző vízlábnyom tanulmányokat dolgoztak ki, így azok nehezen oszthatók az alábbiak szerint: globális tanulmányok, nemzeti tanulmányok, regionális és vízgyűjtőmedence szintű tanulmányok, általános terméktanulmányok és vállalkozás szintű tanulmányok. Néhány tanulmány a vízlábnyomértékelés egészéről szól, a legtöbb erősen vagy teljesen a vízlábnyomszámításra összpontosít. A legnagyobb kihívás a további tanulmányokra nézve, hogy azok fenntarthatósági értékeléseket és megfogalmazott válaszokat is tartalmazzanak.

3. Meglévő környezeti és vízszámlákba, jelentésekbe való beágyazás

A hagyományos vízhasználati statisztikák, akár nemzeti, akár vállalati szintűek, csupán a vízkivételezésre korlátozódtak. Az információalap így nagyon csekély, mivel figyelmen kívül hagyja a zöld- és a szürkevíz-használatot, valamint a közvetett felhasználást. Vállalati számlák esetén a hagyományos megközelítés nem fordít figyelmet az ellátási láncban történő vízfogyasztásra és vízszennyezésre. A nemzeti számláknál elkerüli a figyelmet a virtuális vízimport és -export, valamint a tény, hogy a nemzeti fogyasztás egy része az országhatáron kívülre esik. Szükséges lenne a kormányzati statisztikákba fokozatosan belefoglalni a vízlábnyomstatisztikákat és kiemelni azokat a nemzetközi statisztikákban is, úgy, ahogy az például az ENSZ-en (FAO-AQUASTAT, FAOSTAT, UNEP-Geo Data Portal, UNDP, UNCTAD), az Európai Unió (EuroStat) és a Világbankon keresztül már elérhető. Nemzeti vízlábnyomstatisztikákat már számos nemzetközi 'világ helyzete' publikációba bevontak. A vállalatok esetében viszont szükséges lesz elkezdni a társasági környezeti és fenntarthatósági jelentésekbe beépíteni a vízlábnyomszámításokat.

4. Ökológiai, energia- és karbonlábnyommal való összekapcsolása

A vízlábnyom része a 'lábnyommódszereknek'. Annak ellenére, hogy az ökológiai lábnyom, a vízlábnyom, a karbonlábnyom és a beépített energia nagyon hasonló fogalmak mindegyiknek meg van a maga sajátos gyökere. Ennek eredményeként a különféle mutatószámokat számszerűsítő módszerek egyaránt mutatnak feltűnő hasonlóságokat és különbségeket. A különböző lábnyomelméletek a természeti tőke emberi fogyasztással történő felhasználásának egymást kiegészítő mutatószámai. Egyik sem helyettesítheti a másikat, mivel mindegyik más információrészt hordoz. Nem elegendő pusztán a földterületbeli, víz- vagy energiakövetelményeket vizsgálni, mivel a rendelkezésre álló földterület lényeges változást hozó tényező lehet a fejlődésben, csakúgy, mint az édesvíz és az energia elérhetősége. A további kutatások kihívása, hogy a különféle lábnyomelméleteket és a hozzájuk kapcsolódó módszereket egyetlen egységes fogalmi és elemzési keretbe foglalja.

5. Anyagáramlás-elemzéssel, input-output modellel és életcikluselemzéssel való összekapcsolása

Bár logikusnak tűnik, hogy pont a lábnyommutatókat alkalmazzák az anyagáramlás-, az input-output és az életcikluselemzésben, ezek és a lábnyommutatók alkalmazott módszerei nem alakítanak egyetlen egységes keretet. A vízlábnyomtanulmányok adatokat biztosíthatnak a gazdasági ágazatonkénti üzemeltetési vízlábnyomról, ami szükséges adat azokhoz a környezetre kiterjesztett input-output tanulmányokhoz, amik az édesvíz-felhasználást célozzák. Egészen a közelmúltig az édesvízhasználat nem kapott kellő figyelmet az életcikluselemzésben sem. Itt két

külön témakör jelenik meg. Az egyik, hogy a világ édesvízerőforrásai korlátosak, így az édesvíz-kisajátítás mérése a mennyiségben történő vízfogyasztás és -szennyezés vizsgálatával kulcstényezője lehet az életcikluselemzéseknek. Egy termék zöld-, kék- és szürkevíz-lábnyomai jó mutatószámok ehhez a teljes édesvíz-kisajátításhoz. A másik témakör az, hogy az édesvíz-kisajátításhoz kapcsolódó helyi környezeti hatás vizsgálható. Ehhez a második célhoz a vízlábnyomszámítás és a fenntarthatósági értékelés kiszolgálhatja az életcikluselemzés-tanulmányokat. Egy termék vízlábnyom-számítása hozzájárul a termék életciklusleltárához, a vízlábnyom-fenntarthatósági vizsgálat pedig az életciklushatás-vizsgálathoz. Már léteznek törekvések a 'kékvízlábnyomhatás-mutató' használatára, amivel a vízlábnyom nem mennyiségi mérőszáma lenne az édesvíz-kisajátításnak, hanem egy helyi környezeti hatás-mutató (például in: Pfister et al., 2009, Ridoutt et al., 2009, Ridoutt – Pfister, 2010, Berger – Finkbeiner, 2010). Javasolt az is, hogy a zöldvíz-lábnyomot mellőzzék, mivel az életciklushatás nulla lenne (például in: Pfister – Hellweg, 2009). A vízlábnyomtanulmányok két témakört vetnek fel a vízerőforrás-gazdálkodásban. Az egyik, hogy a termékek, fogyasztók és termelők vízlábnyomadatai a fenntartható, méltányos és hatékony édesvízhasználatról és -elosztásról tájékoztatnak. Az édesvíz szűkös, éves rendelkezésre állása korlátos. Lényeges tudni, hogy ki melyik adagot kapja és a különféle célokra hogyan van a víz elosztva. Például a bioüzemanyag-előállításához használt esővíz nem hasznosítható az élelmiszerekénél. A másik témakör, hogy a vízlábnyomszámítások segítenek a vízgyűjtő szintű környezeti, társadalmi és gazdasági hatások becslésében. A környezeti hatásvizsgálatoknak tartalmazniuk kellene minden egyes vízlábnyomösszetevő összehasonlítását a lényeges helyeken és időben elérhető vízre nézve a környezet vízigényével is számolva. A 'kékvízlábnyomhatás-mutató' kifejezés használata azonban nagyon félrevezető, mivel a vízlábnyom nem a környezeti hatást írja le, mint például a hőmérsékletváltozás, a talajtulajdonságok változása vagy a víztestek átalakulása. Ebben az értelemben a vízlábnyom, a karbonlábnyom és az ökológiai lábnyom azonos fogalmak, mivel a karbonlábnyom az üvegházhatású gázok teljes kibocsátását méri, az ökológiai lábnyom a termékeny területek teljes használatát méri, a vízlábnyom pedig az édesvíz teljes kisajátítását méri. A terület vagy víz használata nem tükrözi a hatásokat, ahogy az üvegházhatású gázok kibocsátásának mértéke sem. A lábnyomok tehát a természetre tett emberi terhelést mutatják és nem a hatásokat.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

Ebben a fejezetben bemutatom a disszertációm elkészítéséhez felhasznált szakmai és egyéb anyagokat, amik megalapozták az alkalmazott módszerek eredményességét. Az alkalmazott társadalomtudományi elemzési módszereket részletesebben ismertetem.

2.1. Anyag

A szakirodalom feldolgozásához a kutatási területhez illeszkedő, magyar és idegen nyelvű, internetes és nyomtatott forrásokat tanulmányoztam. A 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, valamint a munka céljaként logikailag rendszereztem. Az új eredmények a vízlábnyommódszerre épülve és korábbi, a hazai búzavíz-lábnyommal kapcsolatos kutatásaim – Neubauer, 2010 – szakszerű továbbgondolásaként születtek meg. Ennek kialakítását témavezetőm iránymutatásai mellett Szűcs 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

2.2.1. Strukturálatlan interjú

A nem strukturált interjú olyan informális technika, ami az interjúkészítő és a válaszadó közötti társas helyzetre hagyatkozik (Lehota, 2001).

Dr. Ress Sándorral 2012. augusztus 27-én beszélgettem a vízvagyoneértékeléssel kapcsolatos tapasztalatairól. Az interjú körülbelül egy óráig tartott, készítéséhez ütemtervet nem használtam, de a válaszadó nem kalandozott el a vizsgálat tárgyától, a szakmaiság jelen volt.

Lehota (2001) nyomán a módszer használatának célja és az oka adott: a nem strukturált interjú arra készíti a piackutatót, hogy a válaszadó azon személyes témái felé terelje az interjút, amiket a kérdező érez fontosnak a kutatás tárgya kapcsán.

2.2.2. SWOT-elemzésen alapuló rendeltetésvizsgálat

A SWOT-elemzés két amerikai professzor, G. A. Smith Jr. és C. R. Christensen nevéhez köthető, mivel ők kezdték vizsgálni a szervezeti stratégiákat környezetükkel kapcsolatos szemszögből. Elméletük az 1950-es évek végére K. Andrews azon állításával egészült ki, hogy az összes szervezetnek tisztán meghatározott céllal kell rendelkezni, amivel lépést tart. Az 1960-as években széles körben kezdték a szervezeteket erősségeik, gyengeségeik, lehetőségeik és kockázataik oldaláról is vizsgálni. A SWOT-elemzés egyszerű módszer a helyzetelemzéshez és jó eszköz a környezeti szempontok figyelembevételére, mert rendszerezi a gondolatokat. Az idők folyamán számos változata formálódott, keresztezték is más módszerekkel és át is alakították. A módszert sokan túl egyszerűnek vélik (Panagiotou, 2003).

Ez az elemzés tehát olyan, a reális lehetőségek felmérésére alkalmazott nyitott önértékelési eszköz, ami a vizsgálat tárgyának aktuális állapotát rögzíti. Ebből kiindulva a szakirodalmi áttekintés könnyebb értelmezhetőségéért végeztem olyan rendeltetési elemzést, ami a vizsgált kérdések hajtóerejéről mutat pillanatnyi helyzetképet.

Az egyes csoportokhoz (vízerőforrás, makrogazdasági vízgazdálkodás, vízlábnyom) megfogalmazott kérdések:

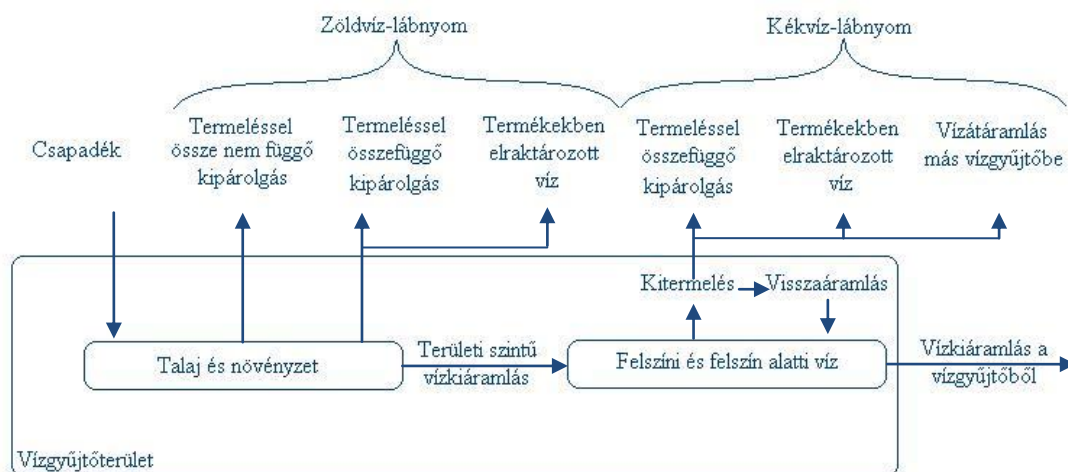
- Rendeltetést támogató tényezői:
 - Melyek azok az adottságok, amik a gazdasági hatékonyságot előmozdítják?
 - Milyen kategóriájában egyedülálló ismérvekkel rendelkezik?
 - Mik az egyéb erősségei?
- Rendeltetést akadályozó tényezői:
 - Milyen adottságainak javítása vagy kiküszöbölése emeli használatának, alkalmazásának költségeit?
 - Milyen tényezők elkerülése jelentené a kapcsolódó költségek csökkentését?
 - Mik az egyéb gyengeségei?
- Rendeltetésének megvalósítását támogató körülmények:
 - Milyen célok megvalósítása nyitott a pillanatnyi állapot szerint?
 - Milyen lehetséges irányváltozások körvonalazódnak, amik új ajtókat nyithatnak meg?
- Rendeltetésének megvalósítását akadályozó körülmények:
 - Mik akadályozzák működését, működtetését?
 - Mik az aggasztó külsőkörnyezeti tényezők?

A vízerőforrással, annak makrogazdasági kérdéseivel és a vízlábnyommutatóval kapcsolatos ismeretek mátrixokba történő összefoglalása hatékonyan fejezi ki a vizsgált tényezők jellemzőit. A vizsgálat tárgyai egytől-egyig összetett jelenségek, így a mátrixok feltöltése szakmai tudásomra alapozottan határozhatja meg a legfontosabb feladatokat az érintett részterületekre nézve.

2.2.3. Vízlábnyomszámítás

A vízlábnyom az emberi édesvízkisajátítás-mutatószáma. Kidolgozása főleg a holland Arjen Y. Hoekstra professzor nevéhez fűződik, aki 2002 óta publikálja ezzel kapcsolatos eredményeit. Tehát egy viszonylag új módszerről van szó.

A vízlábnyommal történő vízfogyasztás-értékelés jobb megértése végett Hoekstra et al. (2011) nyomán elképzelhetünk egy vízgyűjtőmedencét, amely ugye az a földrajzi terület, amit a folyó és annak mellékfolyói becsatornáznak. Szóval a vízgyűjtőmedence összes kifolyása ugyanabba a torkolatba szállítja a vizet. A vízgyűjtő teljes éves vízelérhetőségét az azonos időszakra vonatkozó kisajátítás mennyisége határozza meg. Amikor figyelmen kívül hagyják egy vízgyűjtőben raktározott víz apró, bár lehetséges változásait, akkor akár a teljes éves csapadékáramlat elhagyhatja a vízgyűjtőmedencét részben a kipárolgás, részben pedig a vízfolyások miatt, pedig a kipárolgást és a vízfolyást is eltulajdoníthatják az emberek.

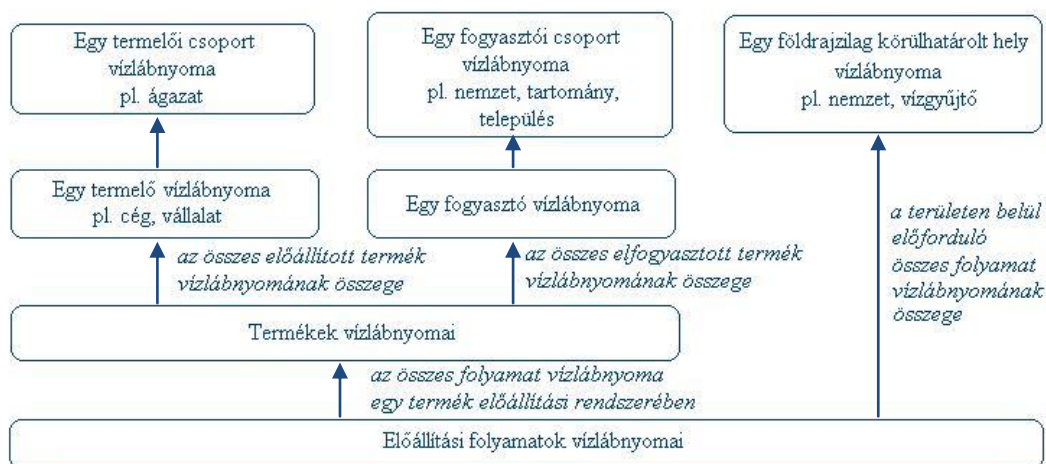


Forrás: Hoekstra et al., 2011, p.42. alapján saját fordítás

14. ábra: Kék- és zöldvíz-lábnyom sematikus ábrázolása egy vízgyűjtőterület vízmérlege kapcsán

A zöldvíz-lábnyom az emberi használatra eltulajdonított kipárolgási áramlás, amit jellemzően élelmisznövények termesztésére és erdőgazdálkodásra használnak. A kékvíz-lábnyom a vízfolyások fogyasztására utal, vagyis a vízgyűjtőben lévő vízfolyások kitermelése, amennyiben az nem kerül visszaáramlásként vissza a vízgyűjtőbe. Az összefüggést a 14. ábra mutatja.

Történelmileg a vízfolyásokat az emberek édesvízforrásként és süllyesztőcsatornaként is használták. A vízfolyások ilyen használata nyilvánvalóan korlátokba ütközik, mivel a teljes vízfolyás korlátos mennyiségű a megcsapoláshoz és korlátos képességű a szennyezők asszimilációjához. A kékvíz-lábnyom mutatja a 'kisajátított lecsapolási képességet', a szürkevíz-lábnyom pedig a 'kisajátított szennyezőanyag asszimilációs képességet'. Annak előnye, hogy vízmennyiség-kisajátításban mérjük a vízszennyezést az, hogy a különféle szennyezőanyagokat egységes nevezőre hozzuk. Emellett, ha a vízszennyezés és vízhasználat azonos feltételekkel van kifejezve, akkor összehasonlíthatóvá válik a vízkifolyás használata erőforrásként és süllyesztőként.

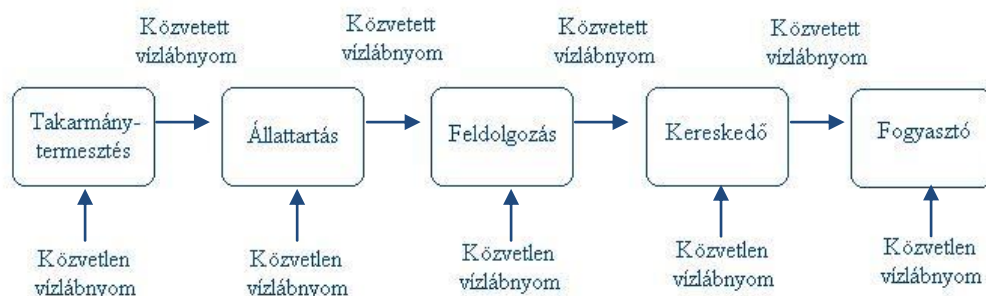


Forrás: Hoekstra et al., 2011. p.22. alapján saját fordítás

15. ábra: Az előállítási folyamatok vízlábnymai mint az összes többi vízlábnym alapköve

Az alapvető építőköve az összes vízlábnymszámításnak az 'egyetlen folyamatlépés' vízlábnyma (15. ábra). Egy félkész vagy késztermék illetve szolgáltatás vízlábnyma annak különböző folyamatlépései vízlábnymainak az összessége. Egy egyéni fogyasztó vízlábnyma az általa fogyasztott különféle termékek vízlábnymainak függvénye. Egy közösség fogyasztóinak vízlábnyma, például egy település, megye vagy nemzet esetén megegyezik a lakosok egyéni vízlábnymainak összegével. Egy termelő vagy bármilyen vállalkozás vízlábnyma megegyezik az szolgáltatott termékek vízlábnymainak összegével. Egy földrajzilag körülhatárolt terület vízlábnyma, legyen az egy tartomány, nemzet, vízgyűjtőterület vagy folyómedence, megegyezik a területen zajló összes folyamat vízlábnymának összegével. Az emberiség teljes vízlábnyma megegyezik a világ összes fogyasztója vízlábnymának összegével, ami egyenlő éves szinten a végső fogyasztók által elfogyasztott termékek és szolgáltatások vízlábnymainak összegével, ami a világ vízfogyasztási és -szennyezési folyamatainak összességével is egyenlő.

A végső, felhasználásra szánt termékek vízlábnyma 'értékkettőzés' nélkül adható össze, mivel egy folyamat vízlábnyma kizárólagosan egy végtermékhez kerül kiosztásra. Amikor egy folyamatból több végtermék származik, akkor a folyamat vízlábnyma megoszlik a különféle végtermékek között. Az értékkettőzés veszélye miatt értelmetlen köztes termékhez vízlábnymot rendelni. Ha például megadnák a pamut vízlábnymát és a gyapotét is, akkor értékkettőzés jönne létre, mivel előbbi már tartalmazza az utóbbit. Vagy, ha az egyéni fogyasztókhöz rendelik hozzá a vízlábnymot, az nem okoz értékkettőzést, de ha a különféle termelőkhez, az már igen.

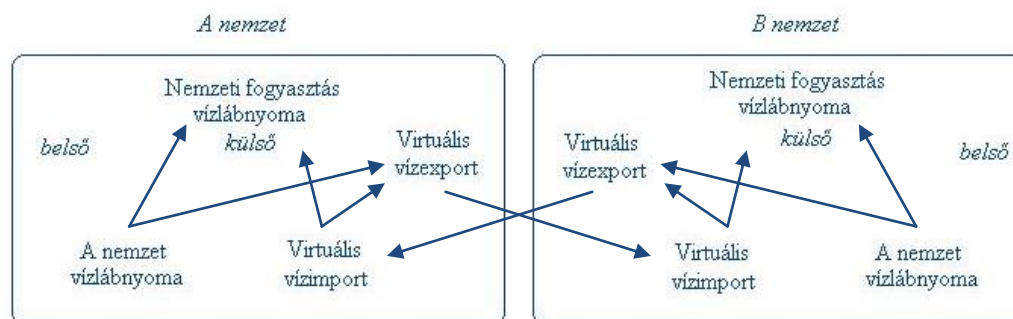


Forrás: Hoekstra et al., 2011. p.24. alapján saját fordítás

16. ábra: Egy állati termék ellátási láncán bemutatott közvetlen és közvetett vízhasználat

A fogyasztók vízlábnyoma az ellátási láncban szereplő termelők vízlábnyomaihoz kapcsolódik. A 16. ábra egy állati termék egyszerűsített ellátási láncán keresztül ezt jól szemlélteti. A fogyasztó teljes vízlábnyoma közvetlen és közvetett vízlábnyomainak összege. Ha a húsfogyasztásra összpontosítanak, akkor a fogyasztó közvetlen vízlábnyoma a hús előkészítéséhez és elkészítéséhez elhasznált víz mennyiségére utal. A húsfogyasztó közvetett vízlábnyoma az értékesítő kiskereskedő, a húst előkészítő feldolgozó, az állatot nevelő gazdaság és a jószág takarmányát termelő növénytermesztő közvetlen vízlábnyomától függ. A kiskereskedő közvetlen vízlábnyoma a feldolgozó üzem, az állattartó és a takarmánynövény-termelő közvetlen vízlábnyomától függ, és így tovább.

Annak ellenére, hogy kapcsolódnak egymáshoz, egy területen belüli fogyasztók vízlábnyoma nem azonos a területen belül jelentkező vízlábnyommal. A 17. ábra mutatja egy nemzet fogyasztása vízlábnyomának és egy nemzet vízlábnyomának a kapcsolatát két egymással kereskedő nemzet egyszerűsített kapcsolatán keresztül.



Megjegyzés: A *belső* irányok mindig a Nemzeti fogyasztás vízlábnyomát táplálják, a *külső* irányok pedig a Virtuális vízexportot.

Forrás: Hoekstra et al., 2011, p.24. alapján saját fordítás

17. ábra: A nemzet vízlábnyoma és a nemzeti fogyasztás vízlábnyoma kapcsolata két nemzet egymás közötti kereskedelmének egyszerűsített példáján keresztül

Egy nemzet fogyasztásának belső vízlábnyoma megegyezik a nemzet vízlábnyomával, amennyiben a nemzet nem foglalkozik semmilyen exporttermeléssel. A nemzeti fogyasztás külső vízlábnyoma az importtermékek és így a virtuális víz által található meg, valamint az exportáló nemzet kapcsolódó vízlábnyoma révén. Egy termelési folyamat vízlábnyoma vízmennyiség/időegységben vagy vízmennyiség/termelési egységben fejezhető ki, míg egy termék vízlábnyoma csak az utóbbiban (általában m^3/tonna vagy l/kg). Persze ez a termelési egység lehet tömeg, pénz, darab vagy akár energia is. Egy fogyasztó vagy egy vállalat esetén is mindkét kifejezőmód használható, bár a pénzbeli csak akkor, ha figyelembe vesszük fogyasztók esetén a bevételt, vállalat esetén pedig a forgalmat. Fogyasztói csoport esetén a vízlábnyomeredmények egy főre, földrajzi terület esetén pedig a terület bevételeit figyelembe véve pénzegységre vetíthetők.

Mivel számos termék mezőgazdasági vagy erdészeti alapanyagot tartalmaz, ezért indokolt a vízlábnyomszámítás növénytermesztési példán keresztül bemutatása a következőkben. A módszer egyaránt alkalmazható egyényári és évelő növényekre is. Egy növény termesztési folyamatának teljes vízlábnyoma így az alábbi 19. egyenlet szerint alakul:

$$WF_{\text{foly}} = WF_{\text{foly,zöld}} + WF_{\text{foly,kék}} + WF_{\text{foly,szürke}} \text{ (mennyiség/tömeg)} \quad (19)$$

ahol:

- WF_{foly} = A növénytermesztési folyamat vízlábnyoma (mennyiség/tömeg).
- $WF_{\text{foly,zöld}}$ = A növénytermesztési folyamat zöldvíz-lábnyoma (mennyiség/tömeg).
- $WF_{\text{foly,kék}}$ = A növénytermesztési folyamat kékvíz-lábnyoma (mennyiség/tömeg).
- $WF_{\text{foly,szürke}}$ = A növénytermesztési folyamat szürkevíz-lábnyoma (mennyiség/tömeg).

A növénytermesztést vizsgálva a mértékegység mennyiség/tömeg, általában m^3/tonna , ami megegyezik a liter/kilogramm értékkel (Hoekstra et al., 2011).

2.2.3.1. Zöld- és kékvízlábnyom-számítás

Egy növény termesztési folyamatának vízlábnyomát úgy számolhatjuk ki, hogy a növényi vízhasználat zöld összetevőit és kék összetevőit elosztjuk a növényi hozammal (20. és 21. egyenlet):

$$WF_{\text{zöld}} = \frac{CWU_{\text{zöld}}}{Y} \quad \text{és} \quad WF_{\text{kék}} = \frac{CWU_{\text{kék}}}{Y} \quad (20 \text{ és } 21)$$

ahol:

- $WF_{\text{zöld}}$ és $WF_{\text{kék}}$ = A növény zöld- és kékvíz-lábnyoma (m^3/t vagy l/kg).
- $CWU_{\text{zöld}}$ és $CWU_{\text{kék}}$ = A növény zöld- és kékvízhasználat (m³ vagy l).
- Y = Hozam (t/ha vagy kg/ha).

Ehhez szükség van a növény éves átlagos vízhasználatára az egész élettartamára nézve, valamint az éves hozamára, ami a megfelelő statisztikákból elérhető. Tovább számolva a napi evapotranspiráció felhalmozódásával elérhető a növény zöld- és kékvízhasználat a teljes termesztési szakaszban az alábbi 22. és 23. egyenlet szerint:

$$CWU_{\text{zöld}} = 10 \cdot \sum_{d=1}^{lgp} ET_{\text{zöld}} \quad \text{és} \quad CWU_{\text{kék}} = 10 \cdot \sum_{d=1}^{lgp} ET_{\text{kék}} \quad (22 \text{ és } 23)$$

ahol:

- $CWU_{\text{zöld}}$ és $CWU_{\text{kék}}$ = A növény zöld- és kékvízhasználat (m^3/ha).
- $ET_{\text{zöld}}$ és $ET_{\text{kék}}$ = Napi zöld- és kékvíz-evapotranspiráció (mm/nap).

A 10-es szorzóval a milliméterben számon tartott vízmennyiség átváltható területre nézett vízmennyiségre (m^3/ha). Az összeadás a vetés napjától ($d=1$) kezdve az aratás napjáig (lgp) számítandó. Mivel a különböző növényeknek lényegesen különbözhet a termesztési ideje, ezért ez a tényező jelentős hatással lehet a kiszámított növényi vízhasználatra. A fentiek szerint tehát a

zöldvízhasználat a területről elpárolgott esővíz teljes mennyiségét, a kékvízhasználat pedig az elpárolgott öntözővíz teljes mennyiségét mutatja a termesztési időszakra nézve.

A területről történő evapotranspiráció mérésével vagy becsléssel állapítható meg empirikus képleteken alapuló modell segítségével. Az evapotranspiráció mérése költséges és általában inkább éghajlati, talaj- és növénytani adatok alapján közvetetten modellezik becslését, amire számos lehetőség van. Az egyik leggyakrabban használat az EPIC-modell (például in: Williams et al. 1989, Williams, 1995), ami négyzethálón alapuló formában is elérhető (például in: Liu et al., 2007). Vagy például az ENSZ-által fejlesztett CropWat és AquaCrop.

A fenti számítás nem tartalmazza a növényben raktározódó víz mennyiségét. A növény víztartalma ugyanis csak nagyon kevésbé módosítja vízlábnyomát, mivel nagyságrendileg 0,1%-a, de legfeljebb 1%-a az elpárolgott vízmennyiségnek.

A növény vízigénye az az evapotranspirációhoz szükséges vízmennyiség, amit ideális növekedési körülmények között lehet mérni az ültetés és betakarítás között. Ideális körülmények szerint a megfelelő talajnedvességi szintet fenntartja az esőzés és/vagy öntözés, így a növény növekedésének és hozamának nincsenek korlátai. A növény vízigényét alapvetően úgy kapjuk meg, hogy megszorozzuk a növény evapotranspirációs referenciaértékét a növényi együtthatóval (24. *egyenlet*):

$$CWR = K_c \cdot ET_0 \quad (24)$$

ahol:

CWR	=	A növény vízigénye (tartam/idő).
K_c	=	Növényi együttható.
ET_0	=	Evapotranspirációs referenciaérték (mm/nap).

Feltételezve, hogy a növény vízigénye maradéktalanul teljesül az aktuális növényi evapotranspiráció megegyezik a növény vízigényével: $ET_c = CWR$.

A növényi evapotranspiráció referenciaértéke a referencialalajból és nem a vízfajtaból származó evapotranspirációs arány. A referencianövény egy kiterjedt, zöldfüvel borított feltételezett felszín egyedi szabványjellemzőkkel és ezért az egyetlen ET_0 -t befolyásoló tényező az éghajlat. A növényi evapotranspiráció referenciaértéke a légkör evapotranspirációs erejét fejezi ki az adott helyen és az év adott időszakában, nincs hatással sem a növény jellemzőire, sem a talajtényezőkre. Ideális körülmények között a vizsgált növény evapotranspirációja eltér a referencianövényétől, mivel a talajtakaró és a lombkorona tulajdonságai, valamint a növény légellenállása különböznek a referenciafüétől. Azon jellemzők hatásai, amik megkülönböztetik a szántóföldi növényeket a fűtől, beépültek a növényi együtthatóba (K_c). A növényi együttható a termesztési időszak során változik, értékei szakirodalomban fellelhetők.

A zöldvíz-evapotranspiráció, azaz a csapadék-evapotranspiráció megegyezik a teljes növényi evapotranspiráció minimumával és a hatékony csapadékkal (25. *egyenlet*). A kékvíz-evapotranspiráció, azaz az öntözővíz-evapotranspiráció megegyezik a növény teljes evapotranspirációja és a hasznos csapadék különbségével, de nulla is lehet, ha a hasznos csapadék meghaladja a növényi evapotranspirációt (26. *egyenlet*).

$$ET_{zöld} = \min (ET_c, P_{eff}) \text{ (tartam/idő)} \quad (25)$$

$$ET_{kék} = \max (0, ET_c - P_{eff}) \text{ (tartam/idő)} \quad (26)$$

ahol:

$ET_{zöld}$	= Zöldvíz-evapotranspiráció.
$ET_{kék}$	= Kékvíz-evapotranspiráció.
ET_c	= A növény teljes evapotranspirációja.
P_{eff}	= Hasznos csapadék.

A hasznos csapadék a teljes csapadékmennyiségnek azon része, amit a talaj visszatart, így az elérhetővé válik a növény számára, hogy lefedje vízigényét. A hasznos csapadék általában kevesebb, mint a teljes csapadék, mivel nem az összes esővizet sajátítja ki a növény, például felszíni lefolyás vagy átszivárgás miatt (például in: Dastane, 1978).

Felmerülhet még a növény öntözési vízigénye (IR), ami a növényi vízigény (CWR) és a hasznos csapadék (P_{eff}) különbsége. Az öntözési vízigény nulla, ha a hasznos csapadék meghaladja a növény vízigényét, feltételezve, hogy az öntözési igény maradéktalanul teljesül: $IR = \max(0, CWR - P_{eff})$. Minden vízáramlás kifejezése mm/nap vagy mm/modellezési időszak.

Az egy növény termesztésével kapcsolatos vízlábnyomszámítás nem tartalmazza az öntözővíztározók és a szállítócsatornák felszínéről elpárolgó vizet. A víztározás és a vízzállítás két külön folyamat, amik megelőzik a növénytermesztést, saját vízlábnyommal rendelkeznek (Hoekstra et al., 2011).

2.2.3.2. Szürkevízlábnyom-számítás

A növény vízlábnyomának szürke összetevője úgy számolható ki, hogy a vegyszerek egy hektárra nézett alkalmazási arányát megszorozzuk a kimosódási és lefolyási résszel, majd ezt elosztjuk a szennyezőanyagok megengedett legnagyobb és természetes telítettségének különbségével, amit aztán ismételt elosztunk a hozammal (27. egyenlet):

$$WF_{foly,szürke} = \frac{(\alpha \cdot AR) / (c_{max} - c_{nat})}{Y} \text{ (mennyiség/tömeg)} \quad (27)$$

ahol:

$WF_{foly,szürke}$	= A növénytermesztési folyamat szürkevíz-lábnyoma (mennyiség/tömeg).
α	= Dimenziómentes rész a vegyszerkimosódáshoz és -lefolyáshoz. Az alkalmazott vegyszerek azon része, ami eléri az édesvíz-testeket.
AR	= A területen alkalmazott vegyszerek aránya egy hektárra nézve (kg/ha).
c_{max}	= A környező vízminőségi szabvány szerint megengedett telítettség maximuma (kg/m^3).
c_{nat}	= A befogadó víztest természetes telítettsége adott szennyezőanyagra nézve (kg/m^3).
Y	= Hozam (t/ha).

A szennyezőanyagok általában műtrágyák (nitrogén, foszfor s a többi), növényvédő- és rovargyérítőszeresek. Fontos, hogy csak a víztestekbe történő 'hulladékáramlást' kell figyelembe venni, ami általában a területen alkalmazott műtrágyáknak és növényvédőszereseknek csak töredéke. Emellett csak azt a legjelentősebb változást hozó szennyezőt kell figyelembe venni, amelyiknél a fenti számítás a legnagyobb vízmennyiséget eredményezi. A nitrogén esetében például az a mennyiség, ami eléri a befogadó víztestet az alkalmazott műtrágyának feltételezhetően a 10%-a ($kg/ha/év$) (Hoekstra – Chapagain, 2008). Környező vízminőségi szabványként a nitrogén esetében például 10 mg/liter használható és adathiány miatt a természetes telítettség felveheti a nulla értéket. A műtrágyák alkalmazásának adatai például FertiStatban találhatóak (Hoekstra et al., 2011).

A vízlábnyom korlátai korábban, az 1.3.1.2. *A vízlábnyom korlátai* című alfejezetben kerültek részletezésre.

A vízlábnyommutató a víz oldaláról széles körű rálátást biztosít az emberi gazdasági tevékenységekre, így újszerű összefüggéseket láttat, amik hazai elterjesztése is hozzájárulhat a változó igényekhez igazodó méltányos és ésszerű döntések meghozatalához. A módszer rugalmasan alkalmazható a hazai körülményekre és három féle vízfajta között tesz különbséget. 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.

2.2.4. Korrelációs számítás

Sajtos – Mitev (2007) nyomán elmondható, hogy a korrelációs számítás a változók közötti lineáris kapcsolat irányát és szorosságát írja le. A kapcsolati iránya lehet pozitív vagy negatív, szorossága erős, közepes vagy gyenge és az is előfordulhat, hogy nincs kapcsolat (18. ábra). A vizsgálat eredményei nem ok-okozati összefüggések, tehát egyik tényező változása automatikusan nem oka a másik tényező változásának. A korreláció szimmetrikus fogalom, függő és független változókat nem különböztet meg, de ez nem jelenti a változók tényleges függetlenségét vagy függőségét. Korrelálatlan változók között is lehet olyan kapcsolat, amely mondjuk nem számszerűsített. A független változók azonban egyben korrelálatlanok is, tehát értékeik egymástól függetlenül alakulnak (Dinya, 2005).

A lineáris korreláció két változó közötti kapcsolatot vizsgál a következő, 28. egyenletnek megfelelően:

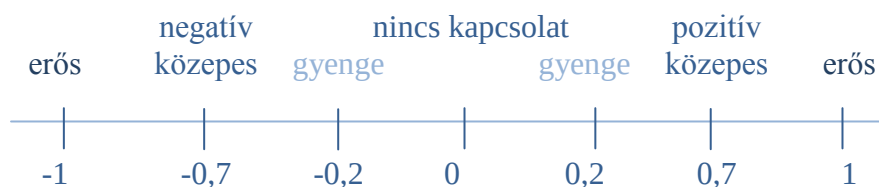
$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}}$$

(28)

ahol:

- r = Lineáris korrelációs vagy Pearson-féle együttható.
- x_i, y_i = x és y változók i -edik értékei.
- $\bar{x}, \bar{y}$ = x és y változók i -edik értékeinek átlagai.

Az r dimenzió nélküli szám, értéke a $[-1, 1]$ zárt intervallumban helyezkedik el (18. ábra).



Forrás: Sajtos – Mitev, 2007, p.205.

18. ábra: A korrelációs együttható lehetséges értékei

A módszer választását a változók metrikus jellege indokolja.

A lineáris korrelációs számításhoz a széles körben elfogadott és az oktatásban legelterjedtebb vezető adatelemző szoftvert, az SPSS-programcsomagot használtam. Az SPSS Statistics egy moduláris,

szorosan integrált teljes körű termékcsomag az elemzési folyamathoz - tervezés, adatgyűjtés, adatkezelés, adatelőkészítés, elemzés, jelentéskészítés és kiértékelés (www.spss.hu).

A metrikus változók megadása után boxplot ábrán vizsgáltam típusonkénti szóródásuk homogenitását a dobozok mérete alapján. A változókkal Pearson-féle korrelációs együtthatókat számítottam kétoldali próbával.

A módszer alkalmazásának kritikus pontja, hogy csupán a hét statisztikai régióra vetített változók kerülhettek a számításba, de mivel ez az alapsokaság, bővítésük lehetetlen. Ezzel kapcsolatos észrevételeimet a 4. *Következtetések és javaslatok* című fejezetben fogalmaztam meg.

2.2.5. Klaszterelemzés

A klaszterelemzés a megfigyelési egységek viszonylag homogén csoportokba rendezését, osztályozását jelenti, ahol az egy csoportba tartozás nem jelent minden szempontból azonosságot az elemek között. A klaszterelemzéssel való csoportalkotás után a csoportoknak ki kell adnia a teljes halmazt. Itt a vizsgált egyedekből, objektumokból, a diszkriminancia-analízistől eltérően, ismeretlen számú csoport képződik (Sajtos – Mitev, 2007, Lehota, 2001).

Az összevonó hierarchikus módszerek közül Ward-féle eljárást alkalmaztam. Ebben az esetben a változók átlagaiból a megfigyelési egységekre kiszámolt négyzetes euklidészi távolságokat összegzi a modell és a klasztereken belüli legkisebb szórásnégyzet alapján vonja azokat össze (Sajtos – Mitev, 2007).

Az elemek közötti kiugró értékeket például a legkisebb távolság elv alkalmazásával lehet szűrni (Nearest neighbor módszer). Ettől a klaszterelemzés során azonban eltekintettem, mivel a vizsgált elemek nem egy bizonyos módon merített mintából adódtak, hanem a magyarországi régiók, tehát alapsokaság. A vizsgálatban minden régiót szerepeltettem.

Mivel az elemzés során három vagy több változóval vizsgáltam a klasztereket, ezért mind a kiinduló adatmátrix, mind pedig a pontfelhődiagram, vagy ahhoz hasonló ábrázolások nagyon zavarosak lettek volna, így ezektől eltekintettem. Ahol szükséges volt, ott az adatokat standardizálással egyeneműsítettem.

A klaszterelemzés eredményeit összevonási táblázattal, annak ábrázolásával, jégcsapdiagrammal és dendrogrammal elemeztem. Megállapításaimat klasztercentroidok és szórásnégyzet alapján tettem meg.

A módszer alapvető célja a priori szegmentáció¹⁰ elkerülése lehetőleg annak figyelembevételével, hogy az egyes csoportok között átfedés ne legyen, tehát nem 'fuzzy clusterről' van szó. A módszer alkalmazásával 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 célom.

A klaszterelemzés hét elemű sokaság alapján megkérdőjelezhető lehet, de a módszer alkalmazásának és hatékonyságának bemutatására alkalmas. Ennél több a jelenleg rendelkezésre álló adatoktól nem várható el. Ezzel kapcsolatos észrevételeimet szintén a 4. *Következtetések és javaslatok* című fejezetben fogalmaztam meg.

¹⁰ Tapasztalattól független osztályozás, adatok nélküli, elképzelések alapján való csoportosítás.

3. EREDMÉNYEK

3.1 A szakirodalmi feldolgozás eredményei

A szakirodalom feldolgozása eredményének hatékony összefoglalására SWOT-elemzésen alapuló, a vizsgált kérdéskörök rendeltetésére vonatkozó mátrixokat készítettem (1–3. *mátrix*). Ezeket igyekeztem tágran megközelíteni. A SWOT-elemzés gyors és szerény vizsgálat, tényezőkkel való feltöltése szubjektív, így az értékelésekor ezt figyelembe kellett venni. Úgy gondolom, a mátrixos ábrázolás áttekinthetőbbé teszi a szakirodalomfeldolgozás eredményeit. A mátrixok továbbgondolása és a stratégiák kidolgozása túlmutat jelen disszertáció keretein. Azokat további kutatások és szakértőmunkák eredményeként vagy részeredményeként lehet felmutatni. A mátrixok az általam a szakirodalom alapján legfontosabbnak tartott tényezőket szemléltetik.

3.1.1. A vízerőforrás jellemzőinek elemzése

Nehéz megfejtetni, hogy a víznek természeti tényezőként milyen erősségei és gyengeségei lehetnek, így helyénvalóbbnak gondoltam az *1. mátrixban* a vele kapcsolatos bizonyos gazdasági szempontból támogató és gátló tényezők számításba vételét a lehetőségek és fenyegetések alapjaként. A belső összetevők itt úgy értendők, mint a természeti jellemzőkből eredő és a gazdasági hatékonyságot elősegítő vagy gátló tényezők. A külső összetevők köre ezzel szemben az emberi beavatkozás lehetőségeit és veszélyeit szemlélteti.

1. mátrix: A vízerőforrás közgazdasági jellemzőinek elemzése a szakirodalmi feldolgozás alapján

Közgazdasági attribútumok		
A vízerőforrás közgazdasági rendeltetésére hatást gyakorló befolyások		
	Gazdasági hatékonyságot növelő tényezők	Gazdasági hatékonyságot csökkentő tényezők
	Támogató tényezők	Akadályozó tényezők
Belső tényezők	– Mindenhol jelen van. – Mozgási tevékenysége kimeríthetetlen. – Körforgása elengedhetetlen. – Érdemi értéke nagy, az emberek szeretik. – Fogyasztásából senki nem zárható ki, oszthatatlan.	– Jelenléte sok szempontból differenciált. – A gazdasági szektor (is) függ tőle. – Az ember számára rugalmatlan. – Tranzakciós költségei magasak. – A közjavakra jellemző negatív környezeti és gazdasági externáliák jelentősek.
	Támogató körülmények	Akadályozó körülmények
Külső tényezők	– Stakeholderek széleskörű bevonása. – Olcsóbb tisztítás és megelőzés, mint kezelés nélküli szennyezés. – Tudatos vízhasználat.	– Irreverzibilis változások, amik az embert különösen érzékenyen érintik. – Kimerülésével más országoktól való vízfüggőség veszélye áll fenn. – Az emberi tevékenységnek beláthatatlan következményei lehetnek más rendszerben. – A racionális viselkedés tovább szennyezi a vizeket.

Forrás: saját szerkesztés

A víz az egész ország területén jelen van, mozgási tevékenységei kimeríthetetlenek, körforgása elengedhetetlen makro- és mikroszintű közvetítő közeg és élettér. A víz olyan rendszerben jelenik meg, amiben a készletek feltöltődnek, tisztulnak, szállítanak, de előfordulásának mennyisége és

minősége sajátos, a víz jelenléte területileg és időben differenciált. Ezzel is összefügg, hogy víztestek mérete nagyon különböző, általában igen terjedelmesek.

A víz az ember számára nélkülözhetetlen és a legtöbb esetben nem helyettesíthető semmivel. Érdemi értéke nagy, ami kapcsolatban van a szépséggel, jóléttel, egészséggel. Az emberek szeretik közelségét: sport, feltöltődés, kikapcsolódás s a többi.

A gazdasági szektor alapvetően a vízhasználatra épül, ami némi függőséget okoz, és mivel helye határok közé szorul, szállítása és raktározás bonyolult és költséges. Közjóként fogyasztásából senki nem zárható ki, oszthatatlan, vagyis egy személy fogyasztása nem befolyásolja a többiek hozzáférését. Ebből következik, hogy felhasználásának vagy szennyezésének költségei más embereket sújtanak, nem hasznának élvezőit. Szennyezése is oszthatatlan, vagyis egyetlen szennyező belépése vagy kivonása nem befolyásolja a többiek szennyezését.

Az ember különösen érzékeny a víz létfenntartó funkciójára, mivel az élet szempontjából alapvető fontosságú. Tehát a víz rendszerben megjelenő kérdései közösen, a rendszer érintettjeivel együtt válaszolhatók meg a legoptimálisabban. Az egymásba ágyazott, ember alkotta rendszerek optimalizálatlan vízhasználatának negatív hatásai ugyanis tovagyűrűznek más alrendszerekbe és a társadalmin kívüli természeti rendszerekbe is. A vízerőforrás bizonyos részei kimerülésig is használhatók és ez is kialakíthatja a más hazai régióktól vagy országoktól való közvetlen vagy közvetett vízfüggőséget.

A közjavak problémájának racionális megoldása, hogy olcsóbbá kell tenni a szennyezőanyag megtisztítását, vagy a szennyezés megelőzését, mint a tőle kezelés nélkül való megszabadulást. Ez abból ered, hogy a racionális ember közjószágot szennyez, mivel az olcsóbb, mint a tisztítási vagy a szennyezéskibocsátás csökkentési költségek, de ez fenntarthatatlan.

3.1.2. A vízerőforrás makrogazdasági jelenlétének elemzése

A második elemzés esetén a makrogazdasági erősségek és gyengeségek bizonyos részét sem lehet tárgyilagosan kezelni. A víz makrogazdasági szereplőként rendelkezik bizonyos adottságokkal és képességekkel illetve hiányosságokkal, amik gazdasági megközelítésben költségként vagy megtakarításként jelentkeznek. Ezeket az elemeket véleményem szerint képes felülírni a döntéshozók lehetőségek kiaknázásához való hozzáállása, cselekvési vagy nem-cselekvési hajlandósága. Ennek tudatában az alábbiak szerint alakul a 2. *mátrix*:

2. mátrix: A vízerőforrás makrogazdasági jellemzőinek elemzése a szakirodalmi feldolgozás alapján

Makrogazdaság		
A vízerőforrás makrogazdasági rendeltetésére hatást gyakorló befolyások		
	Gazdasági hatékonyságot növelő tényezők	Gazdasági hatékonyságot csökkentő tényezők
	Támogató tényezők	Akadályozó tényezők
Belső tényezők	– Természeti erőforrás. – A vele kapcsolatos makrogazdasági hiányosságok jellemezhetők. – A 'súlytalan' többség hangját is képviselik. – A vízgazdálkodással kapcsolatos információ és tudás kvázi-közjőként viselkedik az interneten. – Szükségletek jelölik ki a gazdasági vízkészleteket. – Jelen van az érték paradoxon. – Értékelésének kiindulási pontja a kardinális hasznosság. – A vízpiacok növelik a vízhasználatból származó összhasznot. – A vízmegtakarítások kereskedelme ösztönzi a vízmegőrzést.	– Konfliktusok jelentkeznek a vízkészlet és az igények különbségéből. – Jelentős az intézményi szennyezettség. – A népességnövekedéssel szemben adott válaszok helytelenek. – Az élelmiszertermelést támogató mezőgazdasági befektetések radikálisan csökkentek. – A spekulatív tőke és az újkori gyarmatosítás jelen van. – A természetierőforrás-értékelés főként a társadalmi értékek kifejezője, egzakt tényezőket nem értelmez. – A vízkészlet megújulási aránya korlátozott. – A vízpiacok növelik a szakadékot gazdagok és szegények között. – A vízpiacok negatív externáliái súlyos társadalmi problémákat okoznak.
	Támogató körülmények	Akadályozó körülmények
Külső tényezők	– Egységes szabályozók megjelentetése a termékár-képzésben. – Politikai és gazdasági kivételezés megszüntetése. – A 2008-as pénzügyi és élelmiszerár-válság tanulságainak beépítése a vízügyi stratégiákba is. – Az önellátás és önrendelkezés fokozása. – Fokozott hidroszolidaritás, nemzetközi törvényi szabályozás és annak hatékony alkalmazása. – A kormányfeladatok pontosítása. – Új vízértékelési módszerek kidolgozása. – Környezetszennyezést csökkentő vízpiacok működtetése.	– A virtuális vízkereskedelem konfliktusokat mélyít. – Egy ismételt világválság megvalósulása. – Helytelen válaszok a népességnövekedésre. – A gazdaságilag racionális döntések túlsúlya. – A spekulatív tőke működése és az újkori gyarmatosítás. – A víz rendelkezésreállásának csökkenése. – A vízjogok társadalmilag romboló hatása.

Forrás: saját szerkesztés

A vízkészlet természeti erőforrás, bizonyos az emberen túlmutató jelenségek hatnak rá. A vele kapcsolatos makrogazdasági hiányosságok azonban jellemezhetők és számszerűsíthetők. Sőt, már vannak olyan szakértők és intézmények is, akik a 'súlytalan' többség hangját képviselik. Mivel a vízgazdálkodással kapcsolatos információ alapuló tudás is kvázi-közjőként viselkedik az interneten, ezért nehezen lehet kizárni belőle a szereplőket, de a vízkészlet és igények különbségéből konfliktusok erednek. A vízhasználat iránti szükségletek jelölik ki ugyanis gazdasági készletként a vízerőforrásokat. A vízkészlet összességében véve megújulási arányát tekintve

értelmezhető korlátozott természeti erőforrásnak. Ez olyan abszolút korlát, mely a malthusi korlátok megfelelője, tehát a mennyiség és a megújulási arány állandó. Korunkban az érték vagy más néven víz-gyémánt paradoxon valós jelenség, de a víz esetében csak addig áll fenn, amíg a víz könnyedén elérhető. Amint szűkülni kezd a rendelkezésre állás keresztmetszete, azonnal emelkedni kezd az értéke. A vízkészlet és igények különbségéből fakadó konfliktusok feloldhatók a termékárképzésben megjelenő egységes szabályozó tényezőkön keresztül, de mélyítheti azokat a víz termékekben történő virtuális (nemzetközi)kereskedelme. Mivel bármikor megvalósulhat egy ismételt pénzügyi és élelmiszerár-válság, vagy valami annak következményeihez hasonló folyamat, azok tanulságai beépíthetők a mezőgazdasági, pénzügyi, politikai és vízügyi stratégiákba: termelékenységű képesség fellendítése, társadalmi és gazdasági ellenálló képesség növelése, biztonsági hálók kiépítése, szociális programok kialakítása.

Az intézményi szennyezettség bizonyosan jelen van. Manapság egyes országokban gazdasági vízhiány van a vízügyi befektetések vagy az emberi teljesítőképesség hiánya miatt. Ezeken a helyeken a vízinfrastruktúra (is) gyenge. A fajsúlyos makrogazdasági szereplők mezőgazdasági és kereskedelmi politikája is piszkos. A népességnövekedéssel és annak következményeivel szemben adott válaszokat is felkészületlenség jellemzi, ezért igazságtalan következményei lehetnek. A gazdaságilag racionális döntések túlsúlya sokszor a szociális és társadalmi érdekek kárára valósulhat meg. Így jellemző a mezőgazdasági befektetések csökkenése, azok ideálistól való elmaradása. Racionális döntés lehet élelmiszernövények termesztése helyett az energianövényeké.

A spekulatív tőke jelenléte így (is) nyilvánvaló, működése hatásainak fokozódása méltánytalansághoz vezet. Bizonyos országok és élelmiszertermelő óriások spekulatív céllal vásárolnak földterületeket, aminek környezeti, szociális és gazdasági, következményei beláthatatlanok. Az újkori gyarmatosítás kizsákmányolja és méltánytalan helyzetbe sodorja a 'súlytalan' közösségeket. Ennek fokozódása, a fajsúlyos országok játszmái hatásainak társadalmi-szociális rendszerbe történő tovaürrűzése nem sejtett következményekkel jár. Ezért a kivételezések megszüntetésével a gazdasági vízhiány felszámolható és a kormányfeladatok pontosításával elkerülhetők a résztvevőknek ártó politikai válaszok: piacok tökéletesített szabályozása, fokozott piaci átláthatóság, megfelelő statisztikák alkalmazása, biztonsági készletek és tartalék biztonsági hálók létesítése, helyi élelmiszerek termesztésének támogatása. Az önellátás és önrendelkezés fokozásával, szükség esetén a határokon átnyúló kereskedelmi kapcsolatok ésszerű és optimális ösztönzésével a fokozott hidroszolidaritás, a nemzetközi törvényi szabályozás és annak hatékony alkalmazása a fenntartható kiút. Ennek érdekében lényeges a különféle tudományágak összefogása és összehangolása. Az újrafelhasználás ösztönözhető, a körforgások zárhatók, az intézményi háttér megfelelően kialakítható és a környezeti szempontból fenntartható termelékenységnövekedést és termelésbővítést előidéző mezőgazdasági beruházások növelhetők.

A természetierőforrás-értékelés eszközei csupán társadalmi értéket kifejező eszközök. A vízértékelés kiindulási pontja a kardinális hasznosság alapelve, vagyis az, hogy bizonyos tulajdonság-összetételek nem helyettesíthetők mással. A vízértékelésben hasznosítási végtermékenként értelmezhetők a marginális lelőhelyek előállítási költségei és azok összetevői, illetve az egy kedvezőtlen lelőhelyen nyert vízegységre jutó átlagköltség, ami a vízjáradék kalkulálásának az alapja. De a vízértékelésben az egzakt tényezők nem igazán értelmezhetők. A költség alapú értékelési módszerek abból a feltételezésből indulnak ki, hogy a víz értéke akkora, amekkora az általuk az ember számára biztosított hasznosság, ami megegyezik a megőrzéséhez és/vagy helyreállításához szükséges költségek nagyságával. Ezzel szemben új vízértékelési módszerek dolgozhatók ki, amelyek kizárják azt a feltételezést, hogy csak az ér valamit, amiért az emberek hajlandók fizetni.

A vízpiacok jelenléte növeli ugyan a vízhasználatból származó összhaszt és a vízmegtakarítások kereskedelme esetén adott a vízmegőrzés ösztönzése. Továbbá a vízerőforrás elosztása és

újraelosztása itt feltehetően politikai beavatkozás nélkül valósulhat meg. De a vízpiacokon a jövedelmi szintekbeli és a tőkéhez való hozzáférésbeli eltérések jelentősen eltérő tranzakciós költségeket és információhoz való hozzáférést eredményeznek. Így harmadik félre gyakorolt negatív hatásuk az egyének szintjén jelentkezik. Valamint, ahol a vízgyűjtők túlzott elosztásra kerültek, ott a vízjogok vásárlását látják a szakértők a leghatékonyabb és politikailag legelfogadhatóbb módszernek a vízerőforrás megóvására, aminek a szegényebb közösségekben rövid távon rendkívül romboló hatása lehet. Olyan vízpiacok jelenléte lehet eredményes, amik a vízhasználatban bekövetkező hatékonyságnövekedéssel csökkenthetik a környezetszennyezést.

3.1.3. A vízlábnyom elemzése

A harmadik esetről a vízlábnyommódszert igyekeztem az elemzésbe bevonni, bár itt is elmondhatom, hogy bizonyos erősségei és gyengeségei olyan szubjektív tényezők lehetnek, melyek a felhasználás céljától függően változhatnak.

3. mátrix: A vízlábnyom jellemzőinek elemzése a szakirodalmi feldolgozás alapján

Vízlábnyom		
A vízlábnyom rendeltetésére hatást gyakorló befolyások		
	Gazdasági hatékonyságot növelő tényezők	Gazdasági hatékonyságot csökkentő tényezők
	Támogató tényezők	Akadályozó tényezők
Belső tényezők	– A módszer ingyenesen elérhető. – Az eddigi eredmények ingyenesen elérhetők. – A szereplők vízügyi felelőssége kimutatható. – Eredményeiből megérthető: a stratégiai vállalatok vízügyi kockázata, a vízerőforrások és a gazdasági fejlesztési tervezés kapcsolata, valamint a vízbiztonság kihívásai és az élelmiszerbiztonság közötti kapcsolat.	– Egydimenziós eszköz. – Politikailag elfogult. – Nem írja körül a víz szerepét és relatív fontosságát. – Eredményeinek összehasonlítása értelmetlen lehet. – Nincs tudományos alapja a zöld-, kék- és szürkevíz alapú tagozásnak. – A szürke összetevő nem ad információt a szennyezés típusáról. – A vízlábnyom nem mond semmit a termelékenységről, az értékekről vagy a megélhetésről. – Számos kérdés túlmutat a látókörén. – A módszerek tökéletlenek, eredményeik megoldást nem biztosítanak. – Alkalmatlan a közpolitikai fejlesztések serkentésére.
	Támogató körülmények	Akadályozó körülmények
Külső tényezők	– Vízlábnyomhálózat. – Vízlábnyomcsökkentési lehetőségek megfelelő alkalmazása a gyakorlatban. – A vállalatok kockázatra adott válaszainak kritikai vizsgálata. – Ismeretek közlése széles hallgatóság felé. – Eredmények tényleges felhasználása. – Fenntarthatósági értékelések és válaszok megjelenítése. – Környezeti és vízszámlákba való beágyazása. – Összekapcsolása a 'lábnyom-' és más környezeti hatásvizsgálati módszerekkel. – Általa az új politikai és gazdasági szereplők párbeszédbe történő bevonásának ösztönzése.	– Csak a ténylegesen megvalósuló vízhiány ösztönöz víztermelékenység-fejlesztésre. – A vízfüggőség megnövekedése. – Az egyszámos mutatók használata félrevezető. – Vízlábnyomkvóták alkalmazásának negatív hatásai. – Jevons-paradoxon. – A bioüzemanyag-termelésre történő még gyorsabb átállás. – A döntéshozók eltérnek a fennálló és nagyon érzékeny vízügyi irányelvektől azok jelenlegi és fontos kihívásainak végrehajtásától. – A vízlábnyom túlegyszerűsíti a fenntarthatósági mutatókat. – A szakmai szűklátóterűség kirekeszti a vízlábnyom adatok közlésének hasznát. – Az önmagában való vízlábnyomelemzés ritkán hasznos.

Forrás: saját szerkesztés

Sok vízlábnyomeszköz és -tanulmány szabadon elérhető az interneten. Ez olyan egydimenziós eszköz, ami csupán a vizet kezeli inputelemként, a vízügyi részhalmazt veszi figyelembe, olyan

kvantitatív módszer, ami nem írja körül a víz szerepét és relatív fontosságát a termelésben, viszont politikailag elfogult, mivel befolyással lehet egy ország mezőgazdaságára, iparára és megélhetésére.

Bizonyos szempontból a különféle vízlábnyomeredmények összehasonlítása értelmetlen és nincs tudományos alapja a zöld-, kék- és szürkevíz alapú tagozásnak. Utóbbi összetevő nem ad információt a szennyezés típusáról és a vízlábnyom összességében nem mond semmit a termelékenységről, az értékekről vagy a megélhetésről. Számos olyan vízügy-politikai és vízerőforrás-gazdálkodási kérdés van továbbá, ami túlmutat a látókörén. Ráadásul a vízlábnyommódszerek tökéletlenek és még fejlődnek. Eredményei egyáltalán nem biztosítanak megoldást, ezért más eszközök hasznosabbak e téren és alkalmatlan az új közpolitikai fejlesztések ösztönzésére a vízügy, a kormányok és más érintettek, például a civilek kapcsán.

Általa azonban a vizsgálatba bevont összes szereplő vízügyi felelőssége kimutatható. Eredményeiből megérthető: a stratégiai vállalatok vízügyi kockázata, a vízerőforrások és a gazdasági fejlesztési tervezés kapcsolata, valamint a vízbiztonság kihívásai és az élelmiszerbiztonság közötti kapcsolat.

Jelenleg egy hazai szereplő sincs hivatalos partnerként nyilvántartva a Vízlábnyomhálózatban, de az intézmények és szervezetek beléphetnek ebbe a rendszerbe, ez által a gyakorlati útmutató széleskörűen továbbfejleszthető vagy a 'lábnyommódszerek' és más környezeti hatásvizsgálati módszerek a vízlábnyommal modellszerűen összekapcsolhatók. De sajnos leginkább, valószínűleg csak a ténylegesen megvalósuló vízhiány ösztönzi az országokat a víztermelékenység-fejlesztésre. Pedig a vízigényes termékek kereskedelmének megnövekedése a vízfűggőség megnövekedésével jár és a vízlábnyomcsökkentési lehetőségek megfelelően alkalmazhatók: vízüjrahasznosítás és vízüjrafelhasználás, vízgyűjtőmedencék közötti vízszállítás, szennyvízkezelés, a hárompillérű rendszer alkalmazása (a vízlábnyom vízgyűjtőnkénti maximalizálása, vízlábnyom referenciaszintek kialakítása, fogyasztási szokásaink megváltoztatása). Továbbá a vállalatok kockázata a vízlábnyomértékelés szempontjából adott válaszai kritikailag vizsgálhatók.

Az egyszámos vízlábnyommutatók használata félrevezető lehet és ritkán hasznos, a térfogattal történő vízlábnyommérés továbbá túlegyszerűsíti a fenntarthatósági mutatókat. Valamint fennáll a vízlábnyomkvóták alkalmazása negatív hatásainak veszélye mellett a víztermelékenység-növelésben a Jevons-paradoxon veszélye is. Továbbá a víztermelékenység-növekedések megkönnyíthetik a bioüzemanyag-termelésre történő még gyorsabb átállást. Valamint a vízlábnyomelemzés fényében fejlesztett új vízerőforrás-gazdálkodási irányelvekre helyezett hangsúly, a világ bizonyos tájain, eltérítheti a fennálló és nagyon érzékeny vízügyi irányelveket azok jelenlegi és fontos kihívásainak végrehajtásától. A szakmai szűklátóterűség továbbá kirekeszti azt a hasznos, amit a vízlábnyom adatok gondos közlése jelent a tudományos életen kívüli jelentős hallgatóság felé. Pedig a vízlábnyom széles hallgatóság felé, magyarázatokkal kiegészítve nagyon is közölhető. A szereplők így is ösztönözhetők ugyanis vízerőforrás-gazdálkodásuk hatásainak mérséklésére. A vízlábnyom adatok ténylegesen felhasználhatók arra, hogy felhívják a figyelmet a fenntarthatóbb globális kereskedelemre és a gazdasági fejlesztési keretrendszerre. A tanulmányokban megjeleníthetők a fenntarthatósági értékelések és a megfogalmazott válaszok. Továbbá a vízlábnyom meglévő környezeti és vízszámlákba, jelentésekbe beágyazható, és ezzel megcélozhatja a vízlábnyom adatok közlését úgy, hogy ösztönözi az új politikai és gazdasági szereplők párbeszédbe történő bevonását a meglévő vízügyi irányelvek végrehajtásának támogatásához.

3.1.4. A vízlábnyommal kapcsolatos eredmények

A meglévő nemzeti vízlábnyombeceklésekből kiderült, hogy:

- országos szinten Kína (1 207 millió m³/év), India (1 182 millió m³/év) és Amerika (1 053 millió m³/év) területeinek van a legnagyobb vízlábnyomértéke. Körülbelül 38%-a világ vízlábnyomtermelésének ebben a három országban keletkezik;
- a termékkategóriák közül a gabonafélék fogyasztása teszi ki a legnagyobb résztét (27%) a globális vízlábnyomnak, ezt a hús (22%) és a tejtermékek (7%) követik;
- a nemzeti szinten egy főre vetített vízlábnyomra az alábbi tényezők hatnak:
 - egy főre vetített átlagos fogyasztás, általában az egy főre vetített bruttó nemzeti jövedelemhez (GNI) viszonyítva,
 - az ország lakosainak fogyasztási szokásai,
 - éghajlat, különösen a párolgási igény,
 - mezőgazdasági gyakorlat;
- a globális vízlábnyom értékének közel 50%-ához csupán hat ország járul hozzá: Kína (16%), India (13%), Amerika (10%), Brazília (4%), Oroszország (3%) és Indonézia (3%);
- az egy főre eső akár külföldről, akár belföldről realizált jövedelem nagysága kapcsolatban van a háztartási vízfogyasztással és a külföldön vagy belföldön előállított és nemzeti szinten felhasznált ipari termékek vízigényével;
- a vízigényes termékek exportja növeli a nemzeti vízkeresletet és így növeli a nemzeti vízhiányt. A kereskedelmi minták ezáltal befolyásolják a vízhasználat és -hiány mintáit is. Úgy tűnik viszont, hogy a vízhiány csak abban az esetben van hatással a kereskedelmi mintákra, amikor az abszolút vízhiány rákényszeríti a vízhiányos országokat a vízigényes termékek importálására. Ez a más országtól való vízfüggőség megnövekedésével járhat;
- jelenleg a fenntartható vízhasználattal kapcsolatos nemzetközileg kötelező érvényű egyezmények tulajdonképpen nem is léteznek;
- fennáll egyfajta nemzetközi vízfüggőség, a globális vízlábnyomnak 19%-a exportfogyasztás;
- a magas külső vízlábnyomú országok látszólag más országokban lévő édesvízforrásoktól függnék, de ez nem szükségszerű, mivel bizonyos országoknak bőséges területük van, hogy kiterjesszék mezőgazdasági termelésüket és így csökkentsék külső vízfüggőségüket;
- Amerika, Pakisztán, India, Ausztria, Üzbegisztán, Kína és Törökország a legnagyobb virtuális kékvízexportőrök, 49%-át elszámolva a globális virtuális kékvízexportnak. Ezeknek az országoknak mindegyike részlegesen ki van téve vízhiánynak;
- az externáliák és a szűkösség bérleti díja nem vagy alig épülnek bele a vízárba. Különösen a mezőgazdaságban nem várható el, hogy a termelési és kereskedelmi minták automatikusan számoljanak a regionális vízhiánymintákkal.

A globális virtuális vízáramlásokkal kapcsolatos vizsgálatok eredményeiből az derült ki, hogy:

- a legnagyobb virtuális vízáramlatok jellemzően az olajnövények kereskedelméhez kapcsolhatók, amik a teljes nemzetközi virtuális vízáramlás 43%-át számolják el. A többi termék, amelyek még nagy megoszlásban szerepelnek a globális virtuális vízáramlásokban a gabonák (17%), az ipari termékek (12,2%), a serkentők (7,9%) és a marhahústermékek (6,7%);
- a nemzetközi kereskedelem vízmegtakarításokat generál bizonyos országokra nézve. A megtakarítás kifejezést itt fizikálisan kell érteni, nem közgazdaságilag;
- csak bizonyos vízelérhetőségi küszöb alatt állapítható meg kapcsolat az ország egy főre eső vízelérhetősége és gabonaimportja között. Az észak-európai országoknál talált nemzeti vízmegtakarítások azonban nem értelmezhetők a vízszegénység szemszögéből;
- a mezőgazdasági kereskedelemmel kapcsolatos globális vízmegtakarítások több mint negyede (27%) kékvíz, ami azt jelzi, hogy a virtuális vizet importáló országok általában

jobban függenek növénytermelésükben az öntözővíztől, mint a virtuális vizet exportáló országok;

- A legnagyobb vízmegtakarítás a gabonanövények kereskedelme következtében jelentkezik, 196 Gm³/év, ezt az olajnövények (82 Gm³/év, főként szójabab) és az állati termékek (56 Gm³/év) követik. A gabonanövények közül a kukoricakereskedelemnek köszönhető a legnagyobb megtakarítás (71 Gm³/év), amit a búza (67 Gm³/év), a rizs (27 Gm³/év), az árpa (21 Gm³/év) és más gabonák (10 Gm³/év) követnek;
- A mezőgazdasági és ipari termelés globális vízlábnyoma 4%-kal magasabb lenne, ha az országok importálás helyett mind maguk állítanák elő termékeiket saját határaikon belül a már létező hazai termelékenységre alapozva.

Magyarország esetében az eddigi eredmények alapján elmondható, hogy a zöld- és a szürkevíz exportja és a kékvíz importja van jelen a mérlegben. Ez leegyszerűsítve azt jelenti, hogy a termékekbe ágyazottan az eső és szennyezett víz exportja, valamint a felszíni és felszín alatti vizek importja jellemző.

Hazánkban viszonylag magas az árpára, a burgonyára, valamint a szarvasmarha-, a juh- és kecskehússra becsült szürkevíz-lábnyom értéke. Ezzel szemben ugyanez az érték rizsre, kukoricára, rozsra, zabra, kölesre, cirokra és egyéb gabonákra viszonylag alacsony. A zöldvíz-lábnyomot nézve a szarvasmarha-, a juh- és kecske- és az egyéb hús kiemelkedően magas, a rozsa, a köles, a cirok és a sertéshús magas, a zab alacsony és az árpa kiemelkedően alacsony értéket mutat. A kékvíz-lábnyomot tekintve viszonylag magas értéket becsültek a rizsnek, a többi érték nem kiemelkedő.

Fontos hangsúlyozni, hogy egyik vonatkozó becslésből sem szabad messzemenő következtetéseket levonni, mert meg kell vizsgálni ezeknek az eredményeknek az okait és összefüggéseit más értékekkel.

A globális vízhasználat-hatékonyság a vízhiánnyal mint faktorról emelhető a kereskedelmi döntésekbe. A kereskedelem és a fenntartható vízhasználat kéz a kézben járnak, melynek eszközei például a termékátláthatóság mondjuk vízcímkézésen keresztül, egy nemzetközi vízárzási protokoll és egy nemzetközi vízlábnyom-engedélyezési rendszer. A mezőgazdasági termékek liberalizált kereskedelméről szóló nemzetközi egyezménynek tartalmaznia kell olyan rendelkezéseket, amik a mezőgazdaságban a fenntartható vízhasználatot segítik elő.

A vízhiány ösztönzi az országokat, hogy fejlesszék a víztermelékenységet, különösen az alacsony hozamú országokban. A vízigényes termékeknek a magas víztermelékenységű országokból az alacsony víztermelékenységűek felé történő kereskedelme, ami a jelenlegi globális vízmegtakarításokat eredményezi, akkor fog csökkenni, ha az utóbbi országok megnövelik víztermelékenységüket. Ezért a vízszegény országok első teendője kellene, hogy legyen víztermelékenységüket olyan magasra emelni, amilyenre csak lehetséges, így a virtuális vízimportot arra fordíthatnák, hogy megoldják vízhiánnyal kapcsolatos gondjaikat.

3.2. Az alkalmazott módszerek során kapott eredmények

3.2.1. Vízjáradék-együttható

A vízlábnyom becslési rendszerét továbbgondolva kerülhetett kidolgozásra a vízjáradék-együttható (VJE), ami az édesvízerőforrás rendelkezésre állásának lehetőségeként is megfogalmazható. Ennek alapját Magyarországra nézve főként Neubauer (2010) országos búzatermesztési vízlábnyombecslései előzték és alapozhattak meg. Ebben a meghatározott módszertani lépéseket

követve és néhány szükségszerű egyszerűsítést követően valósulhatott meg a becslés a CropWat 8.0¹¹-ás szoftver segítségével.

A búza vízigényének kiszámításához a szoftver által kért adatokat több információforrás biztosította. Az éghajlati adatokat a búzatermesztési régiókhoz legközelebb eső szinoptikus meteorológiai mérőállomások szolgáltatták. Egyéb tényezők, például páratartalom-becslés, gyökérmélység, növényi együttható vagy földtani adatok, meglévő FAO adatok alapján kerültek a szoftverbe. Az így kapott vonatkozó eredmények a referenciapárolgás értéke (ET_o), a napsugárzás mértéke (R_s), és a búza vízigénye (CWR). A búza termelésével kapcsolatos adatok forrása a KSH volt. Szükségszerű módszertani feltételezés volt, hogy a búza termesztése során a növény vízigénye teljes mértékben kielégített, tehát körülményei ideálisak voltak ahhoz, hogy növekedésében és hozamában semmi ne korlátozza. Így a búza zöld- és kékpárolgása megegyezhetett a növény teljes vízigényével ($ET_{green} + ET_{blue} = ET = CWR$). A búza zöld- és kékvízlábnym becsléséhez ebből a vízigény adatból lehetett tovább kalkulálni a végső eredményig a 20–23. *egyenletek* összefüggései okán.

A szürkevíz-lábnym becslése esetén már nem lehetett a szoftverre hagyatkozni, más módszert kellett alkalmazni. A mezőgazdaságban a trágyázáson kívül felhasznált egyéb tápanyagok, növényvédő és gyomirtó szerek környezetre mért hatásai kevésbé vagy egyáltalán nem vizsgált tényezők. Ezért bizonyos környezetvédelmi normákat kellett alkalmazni. Az alap kutatásban ez a US EPA (Egyesült Államok Környezetvédelmi Irodája) által meghatározott norma volt. Eszerint a feltételezés szerint a víztestbe visszaáramló nitrogén mennyisége 10%-a az alkalmazott trágyázás mértékének. A szürkevíz-lábnymszámításhoz a búza termesztésével kapcsolatos adatok KSH- és FAO-adatbázisból elérhetők voltak. A kalkulációk és becslések eredménye a 8. táblázatban található.

8. táblázat: A búza vízlábnyma és annak alakulása régióként és országosan, 2009.

Régió	Vízlábnym (WF) (m ³ /t)				Vízlábnymalakulás (%)			
	WF _{green}	WF _{blue}	WF _{grey}	WF	WF _{green}	WF _{blue}	WF _{grey}	WF
Dél-Alföld	589	535	270	1 394	99	131	101	110
Észak-Alföld	675	432	309	1 417	114	106	116	112
Dél-Dunántúl	569	329	216	1 114	96	81	81	88
Nyugat-Dunántúl	526	293	240	1 059	89	72	90	84
Közép-Dunántúl	527	422	257	1 206	89	104	96	95
Észak-Magyarország	574	279	290	1 143	97	69	108	90
Közép-Magyarország	777	505	330	1 612	131	124	123	127
Magyarország átlagosan	593	407	268	1 268	100	100	100	100

Megjegyzés:

WF_{green}, WF_{blue}, WF_{grey}: zöld-, kék- és szürkevíz-lábnym

WF: vízlábnym

Forrás: Neubauer, 2010, p.43.

A vízlábnymértékelés során általában elmondható, hogy minél alacsonyabb a vízlábnymérték annál kedvezőbb adott termék előállításának vízerőforrás-felhasználása. Erre utalnak a 8. táblázat

¹¹ CropWat 8.0: a FAO Föld- és Vízfelhasználási Osztálya által fejlesztett, döntést támogató számítógépes program. A növények víz- és öntözésszükségletének kiszámításához használt eszköz, mely talaj-, éghajlat- és termésadatokkal dolgozik. Használatával meghatározható a különböző növények öntözési ütemterve, értékelhető a gazdák öntözési gyakorlata. (FAO, 2010)

utolsó oszlopának zöld értékei (Dél-Dunántúl, Nyugat-Dunántúl, Közép-Dunántúl, Észak-Magyarország), amik az országos értékhez viszonyítva kedvezőbb értéket vesznek fel, míg a piros értékek (Dél-Alföld, Észak-Alföld, Közép-Magyarország) kedvezőtlenebb eltérést mutatnak. Ezek alapján olyan vízjáradék-együttható következtethető, ami meglévő búzavízlábnym-számításra alapozva határozható meg, elsősorban regionális szinten. A vízjáradék-együttható a fenti 8. táblázatból a 29. egyenlet szerint alakul.

$$VJE_i = \frac{100}{WF_{búza,i} \%}$$
(29)

ahol:

- VJE_i = Búzavízlábnym-alakuláson alapuló vízjáradék-együttható az i -edik régióban.
 $WF_{búza,i}$ = A búzatermesztés vízlábnymalakulása az i -edik régióban, %.

A VJE régiónkénti értéke nulla és egy közé esik ($0 < VJE_i < 1$), ha a régióban termesztett búzavíz-lábnymérték magasabb, kedvezőtlenebb az országosénál ($WF_{búza,i} > WF_{búza,nemzeti}$). Ha a régiós búzavíz-lábnym 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 (9. táblázat).

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

Régió	Vízlábnymalakuláson alapuló vízjáradék-együttható (VJE)			
	VJEgreen	VJEblue	VJegrey	VJEttotal
	100	100	100	100
	WFgreen%	WFblue%	WFgrey%	WFtotal%
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:

VJEgreen, VJEblue, VJegrey: zöld-, kék- és szürkevíz-járadékegyüttható

Forrás: 8. táblázat és 28. egyenlet alapján saját számítás

Mivel a vízjáradék-együtthatók alakulása változó a régiók között, ezért rangsor felállításával eltűnnének a régiók értékei közötti távolságok. Ezt kiküszöbölendő közvetlenül a kapott vízjáradékegyüttható-értékekkel lehet tovább dolgozni.

Ez tehát azt jelenti, hogy a búzavízlábnym-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 (a 9. 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 (a 9. táblázatban piros háttérrel). Ezekben a régiókban a VJE kedvezőtlenül alakítja majd a vízértéket.

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. A 9. táblázatból tehát leolvasható, hogy az esővíz (zöldvíz) a Nyugat- és Közép-Dunántúlon veszi fel a legnagyobb VJE-értéket (1,12) és Közép-Magyarországon a legkisebbet (0,76). Az öntözővíz (kékvíz) Észak-Magyarországon a legnagyobb (1,45) és Dél-Alföldön a legkisebb (0,76) VJE-értékű. A szürkevíz VJE-értéke pedig a Dél-Dunántúlon a legnagyobb (1,23) és Közép-Magyarországon a legkisebb (0,81). Fontos, hogy ezek a VJE-típusok nincsenek a teljes együtttható értékkel szinkronban, ezért sem arányaikban, sem irányukban nem azonos mértékben változtatják a vízértéket. Ezt később értékek formájában is láthatjuk (11. táblázat).

3.2.1.1. 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, 10. táblázat, ami tulajdonképpen egy technikai segédtable a vízértékek kiszámításához az alábbi, 30. egyenlet alapján:

$$\bar{X}_{p,\text{önt},i} = \bar{X}_{\text{önt},i} \cdot \bar{X}_{p,\text{fogy}} \quad (30)$$

ahol:

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

$\bar{X}_{\text{önt},i}$ = Az öntözés átlagmennyisége az *i*-edik régióban (m³/ha).

$\bar{X}_{p,\text{fogy}}$ = A vízdíj fogyasztói átlagára (Ft/m³).

10. táblázat: Egy hektárra felhasznált öntözővíz mennyiségének régiónkénti 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 (2013/a, 2013/b) alapján saját számítás

A 10. táblázat középső oszlopa a régiók hektáronkénti öntözési átlagát mutatja a 2004–2012. időszakban. Az oszlop értékeit megszorozva a vízfogyasztás fogyasztói átlagával (331 Ft/m^3) 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.

3.2.1.2. Számítások a vízjáradék-együtthatóval

A vízerőforrás mezőgazdasági felhasználási irányát alapul véve a vízjáradék-együttható (9. táblázat) és a hozzárendelendő vízérték (30. egyenlet és 10. táblázat) előző pontokban leírt eredményeit összekapcsolva kaphatjuk meg a 31–34. egyenletet és a 11. táblázat értékeiként a vízjáradék-együtthatóval korrigált régiókénti eredményeket, kiegészítve a zöld-, kék- és szürkeegyütthatós értékekkel.

$$VEh_{green,i} = VJE_{green,i} \cdot \bar{x}_{p,\text{önt},i} \quad (31)$$

$$VEh_{blue,i} = VJE_{blue,i} \cdot \bar{x}_{p,\text{önt},i} \quad (32)$$

$$VEh_{grey,i} = VJE_{grey,i} \cdot \bar{x}_{p,\text{önt},i} \quad (33)$$

$$VEh_{total,i} = VJE_{total,i} \cdot \bar{x}_{p,\text{önt}} \quad (34)$$

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.

$\bar{x}_{p,\text{önt},i}$ = Az öntözővíz piaci átlagára az i -edik régió egy hektárára nézve (Ft/ha) (30. egyenlet).

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

Régió	A vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei (Ft/ha) (VEh)			
	VEhgreen	VEhblue	VEhgrey	VEhtotal
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} , $VEhtotal$: zöld, kék, szürke és teljes vízérték a vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei alapján.

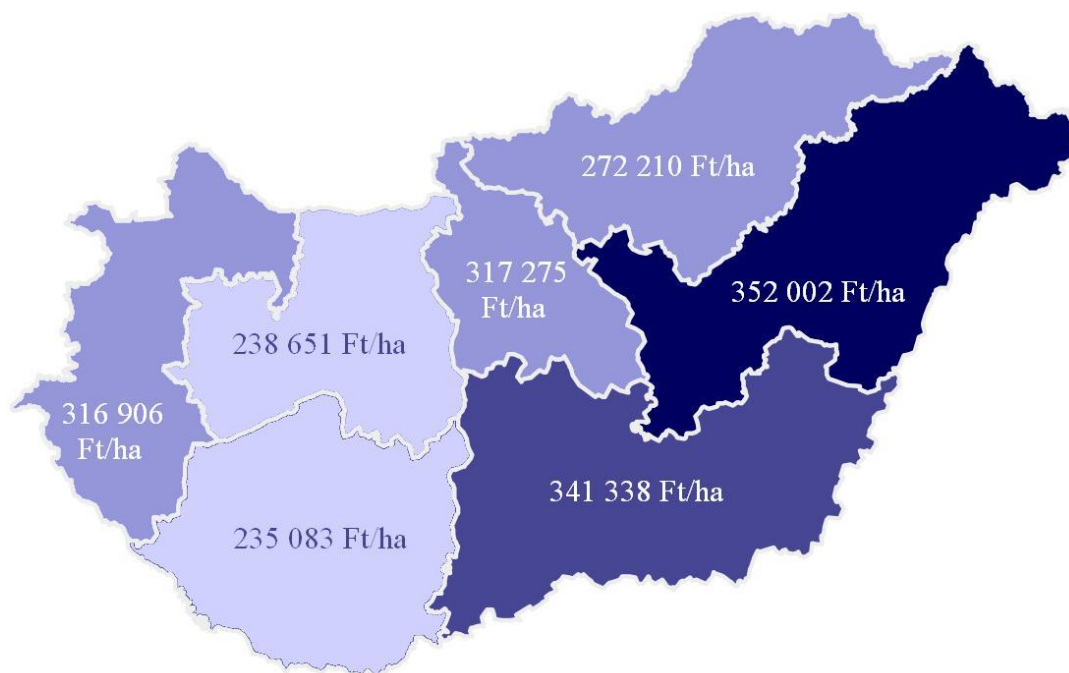
A kapott eredmények kismértékű kerekítési torzulást mutathatnak.

Forrás: 9. és 10. táblázat és 31–34. egyenlet alapján saját számítás

A 11. 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 eltérésében.

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 11. táblázatban ezek a színessel jelölt értékek.

Az alábbi 19. ábra régiókénti bontásban szemlélteti az eredményül kapott VEh-értékeket. A legvilágosabb területek értéke a legalacsonyabb és a sötétebb régiószínek felé haladva nőnek. Legkisebb VEh-értéket a Dél-Dunántúl és Közép-Dunántúl mutat. Kimagasló értéke az észak-alföldi mezőgazdasági tevékenységben elfogyasztott víznek van.



Forrás: saját számítások alapján saját szerkesztés

19. ábra: A vízjáradék-együttható hozzárendelt értékeinek sematikus, régiókénti ábrázolása

A régiószintű számításokhoz a vízlábnyomon alapuló teljes képlet a következőképpen alakul (35. egyenlet):

$$VEh_i = \left(\frac{100}{WF_{búza,i} \%} \right) \cdot (\bar{X}_{önt,i} \cdot \bar{X}_{p,fogy}) \quad (35)$$

ahol:

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

$WF_{búza,i}$ = A búzatermesztés vízlábnymalakulása 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).

3.2.1.3. Mezőgazdasági vízérték Magyarországon

A módszertan jellegéből adódóan nem lehet az össznemzeti vízerőforrást a regionális értékek összegeként megadni. A magyarországi vízérték ezért a következőképp alakul (12. táblázat és 36–38. egyenlet):

12. táblázat: Vízlábnymértékre alapozott és mezőgazdasági célra felhasznált vízérték-számítás és típusai, Magyarország

Vízlábnym típusa	Vízlábnym-értékek (m^3/t)	Vízlábnym-értékek alakulása (%) ($WF_{total}=100\%$)	Vízlábnym-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
WFgreen	593	47	0,47	170 920	VEhgreen
WFblue	407	32	0,32	116 371	VEhblue
WFgrey	268	21	0,21	76 368	VEhgrey
WFtotal	1 268	100	1	363 659	VEhtotal

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

A 12. táblázat adataival kalkulálva teljes értékűként 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 12. táblázat értékei képletekben a következők (36–38. egyenlet):

$$VEh_{total,Mo} = VEh_{green,Mo} + VEh_{blue,Mo} + VEh_{grey,Mo} \quad (36)$$

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:

$$VEh_{Mo} = \bar{X}_{p,Mo,WFgreen} + \bar{X}_{p,Mo,WFblue} + \bar{X}_{p,Mo,WFgrey} \quad (37)$$

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:

$$VEh_{Mo} = \left[\left(\frac{WF_{green}}{WF_{teljes}} \right) \cdot (\bar{X}_{önt} \cdot \bar{X}_{p,fogy}) \right] + \left[\left(\frac{WF_{blue}}{WF_{teljes}} \right) \cdot (\bar{X}_{önt} \cdot \bar{X}_{p,fogy}) \right] + \left[\left(\frac{WF_{grey}}{WF_{teljes}} \right) \cdot (\bar{X}_{önt} \cdot \bar{X}_{p,fogy}) \right] \quad (38)$$

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 (39. egyenlet és 13. táblázat):

$$AVEh = VEh \cdot T_{mg} \quad (39)$$

ahol:

$AVEh$ = VJE alapján hozzárendelt vízérték aggregátuma Magyarországon (Ft).

VEh = VJE alapján hozzárendelt vízérték Magyarországon (Ft/ha).

T_{mg} = Mezőgazdasági terület nagysága (ha).

13. 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 (2013/c) és 12. táblázat alapján saját számítás

A fenti táblázat végeredményeiből leolvashatók a vízlábnyomszámításokon alapuló, vízjáradék-együttható 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.

3.2.2. Korrelációs számítás

Ennek a módszernek a segítségével kerestem választ arra, hogy a búza vízlábnyoma ($WF_{búza}$), a vízjáradék-együttható (VJE) és a vízjáradék-együttható 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. Az *M2.1. – M2.3. melléklet* tartalmazza a vonatkozó boxplot ábrákat, amik a dobozok méretei alapján rámutatnak az egyes változók homogenitására. A búzatermesztés kékvíz-lábnyoma ($WF_{búza,kék}$) és a kékvízjáradék-együttható ($VJE_{kék}$) regionális értékei a többi értékhez képest kisebb mértékű egyenmőséget mutatnak, míg a vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei (VEh) mindhárom típus esetén heterogének.

A korrelációvizsgálat eredménye szerint a búza vízlábnyoma ($WF_{búza}$), a vízjáradék-együttható (VJE) és a vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei (VEh) típusai négy esetet leszámítva 'külön alakulnak' (*M2.4. melléklet*). Négy szignifikáns sztochasztikus¹² kapcsolat áll fenn, amikor is a tényezők átlagos értéke között van határozott kapcsolat, de függvényszerű kapcsolatuk vagy annak hiánya nem bizonyított:

1. A kapcsolat 0,01 kétoldali szignifikanciaszint mellett erős pozitív a zöld- és a szürkevízjáradék-együttható 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-együttható ($VJE_{kék}$) 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-együttható ($VJE_{szürke}$ 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.

3.2.3. 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 eltekintettem, mivel a megfigyelési egységek a teljes sokaságot képezik. A klaszterelemzéshez minden esetben *Ward módszer* alkalmaztam.

Régiókra vonatkozó búzavízlábnyom-típusonkénti klaszterelemzés

¹² A függvényszerű és független közötti kapcsolat.

Búzavíz-lábnym adatokkal számolva a hét régió között két vagy három klasztert különböztethettem meg. A kétklaszteres eset szerint az elsőt a Dél-Alföld, Észak-Alföld, Közép-Dunántúl és Közép-Magyarország alkotja, a másodikat Dél-Dunántúl, Észak-Magyarország és Nyugat-Dunántúl. A háromklaszteres eset szerint az elsőt Dél-Alföld és Közép-Dunántúl, a másodikat Dél-Dunántúl, Észak-Magyarország és Nyugat-Dunántúl, a harmadikat Észak-Alföld és Közép-Magyarország alkotja. Itt jól látszik, hogy az egyik klaszter mindkét esetben azonos (Dél-Dunántúl, Észak-Magyarország és Nyugat-Dunántúl). Ezt az eredményt jól szemléltetik a vonatkozó mellékletek (M2.5. – M2.10. melléklet).

A klasztereket klasztercentroidok alapján lehet értelmezni. Az átlagok varianciaanalízis segítségével hasonlíthatók össze. A klaszterek jellemzésekor csak a vizsgálatba bevont változókkal számoltam.

Mivel a háromklaszteres megoldás esetén a klaszterekben a változók köré homogénebb csoportokat lehet létrehozni, ezért ezt a megoldást választottam. A háromklaszteres megoldásról a 14. táblázat alapján az alábbi eredmények mondhatók el:

- az első klaszter centroidjának koordinátái 558,0; 478,5 és 263,5. A második klaszteréi 556,3; 300,3 és 248,6, ami megegyezik az előző eset második klaszter koordinátaival. A harmadikéi pedig 726,0; 486,5 és 319,5;
- az első klaszterben két, a másodikban három, a harmadikban pedig szintén két régió szerepel;
- mindhárom klaszter viszonylag egynemű.

14. táblázat: Klasztercentroidok és szórások háromklaszteres megoldás esetén a vízlábnymértékekhez (Ward módszer)

Ward Method		A búzatermesztés zöldvíz-lábnyma	A búzatermesztés kékvíz-lábnyma	A búzatermesztés szürkevíz-lábnyma
1	Mean	558,0	478,5	263,5
	N	2	2	2
	Std. Deviation	43,8	79,9	9,1
2	Mean	556,3	300,3	248,6
	N	3	3	3
	Std. Deviation	26,3	25,7	37,7
3	Mean	726,0	468,5	319,5
	N	2	2	2
	Std. Deviation	72,1	51,6	14,8
Total	Mean	605,2	399,2	273,1
	N	7	7	7
	Std. Deviation	90,6	101,5	39,6

Forrás: saját számítás SPSS segítségével

A klaszterek elemzésekor csupán az összevonási eljárásban használt változókat vettem itt is figyelembe. A számított adatok alapján az első klaszter régiói átlagos vagy ahhoz közeli vízlábnymúak, a második klaszteréi alacsony vagy ahhoz közeli vízlábnymúak, a harmadikéi pedig magas vízlábnymúak. Ennek megfelelően az alábbi 15. táblázattal jellemezhetők:

15. táblázat: A vízlábnyomklaszterekre vonatkozó eredmények

Bevont változók	1. klaszter	2. klaszter	3. klaszter
A búzatermesztés zöldvíz-lábnyoma	átlagos	átlagos	magas
A búzatermesztés kékvíz-lábnyoma	magas	alacsony	magas
A búzatermesztés szürkevíz-lábnyoma	átlagos	alacsony	magas
Elnevezés:	Öntözővízigényes régiók	Kis vízigényű régiók	Vízigényes régiók

Forrás: saját szerkesztés

A táblázatból látható, hogy az első klaszterben magasabb az öntözővíz-lábnyoma, a másodikban az esővízé, a harmadikban pedig mindhárom változóé.

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 az M2.11. – M2.15. *mellékletek* alapján megállapítható, hogy itt is két vagy három klaszterbe sorolhatjuk a régiókat. Eszerint a kétklaszteres megoldás első klaszterébe Dél-Alföld, Dél-Dunántúl, Közép-Dunántúl és Nyugat-Dunántúl, a másodikéba pedig Észak-Alföld, Észak-Magyarország és Közép-Magyarország tartozik. A háromklaszteres megoldás első klaszterébe Dél-Alföld és Közép-Dunántúl, a másodikéba Dél-Dunántúl és Nyugat-Dunántúl, és végül a harmadikéba Észak-Alföld, Észak-Magyarország és Közép-Magyarország tartozik. Ez utóbbi megegyezik a kétklaszteres megoldás második klaszterével.

Mivel a kétklaszteres megoldás esetén a klaszterekben a változók homogénebb csoportokat alkotnak, ezért ezt a megoldást választottam. A kétklaszteres megoldás eredményei a 16. táblázat alapján:

- az első klaszter centroidjának koordinátái 0,942; 0,867 és 0,925, a második klaszteréi 1,063; 1,356 és 1,090;
- az első klaszterben négy régió, a másodikban három szerepel;
- mindkét klaszterben a kékvízjáradék-együttható bontja meg a homogenitást.

16. táblázat: Klasztercentroidok és szórások kétklaszteres megoldás esetén vízjáradék-együtthatókhoz (Ward módszer)

Ward Method		Zöldvízjáradék- együttható	Kékvízjáradék- együttható	Szürkevízjáradék- együttható
1	Mean	0,942	0,867	0,925
	N	4	4	4
	Std. Deviation	0,156	0,097	0,107
2	Mean	1,063	1,356	1,090
	N	3	3	3
	Std. Deviation	0,049	0,113	0,151
Total	Mean	0,994	1,077	0,995
	N	7	7	7
	Std. Deviation	0,131	0,278	0,145

Forrás: saját számítás SPSS segítségével

A klaszterek elemzésekor itt is csupán az összevonási eljárásban használt változókat vettem figyelembe. A számított adatok alapján az első klaszter régiói alacsony, a másodiké pedig magas vízjáradék-együtthatójúak. Ennek megfelelően ezek az alábbi 17. táblázattal jellemezhetők:

17. táblázat: A vízjáradék-együttható-klaszterekre vonatkozó eredmények

Bevont változók	1. klaszter	2. klaszter
Zöldvízjáradék-együttható	alacsony	magas
Kékvízjáradék-együttható	alacsony	magas
Szürkevízjáradék-együttható	alacsony	magas
Elnevezés:	Vízértéket csökkentő régiók	Vízértéket növelő régiók

Forrás: saját szerkesztés

A 17. táblázatból jól látható, hogy az első klaszterben alacsony mindhárom együttható értéke, míg a másodikban magas. Így az első klaszterben a vízjáradék-együttható értékei csökkentik a vízértéket, a másodikban növelik.

A régiók:

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

Régiókra vonatkozó vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei típusonkénti klaszterelemzés

A vízjáradék-együttható hozzárendelt értékeire nézve az M2.16. – M2.20. melléletek alapján megállapítható, hogy itt ismételtén két vagy három klaszterbe sorolhatjuk a régiókat. A kétklaszteres megoldás első klaszterébe Dél-Alföld, Észak-Alföld, Közép-Magyarország és Nyugat-Dunántúl, a másodikéba Dél-Dunántúl, Észak-Magyarország és Közép-Dunántúl tartozik. A háromklaszteres megoldás első klaszterébe szintén Dél-Alföld, Észak-Alföld, Közép-Magyarország és Nyugat-Dunántúl, a másodikéba Dél-Dunántúl és Észak-Magyarország tartozik, harmadik klasztert pedig Közép-Dunántúl egyedül alkot.

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 kétklaszteres megoldás eredményei a 18. táblázat alapján:

- az első klaszter centroidjának koordinátái 332 596,5; 338 081,5 és 333 098,0, a második klaszteréi 240 538,0; 275 809,0 és 239 362,6;
- az első klaszterben négy régió, a másodikban három szerepel;
- az első klaszter változóinak értékei homogénebbek, a második klaszterben a kékvízjáradék-együttható hozzárendelt értéke bontja meg a homogenitást.

18. táblázat: Klasztercentroidok és szórások kétklaszteres megoldás esetén vízjáradék-együtthatók hozzárendelt értékeihez (Ward módszer)

Ward Method		A zöldvízjáradék- együttható hozzárendelt értéke	A kékvízjáradék- együttható hozzárendelt értéke	A szürkevízjáradék- együttható hozzárendelt értéke
1	Mean	332 596,5	338 081,5	333 098,0
	N	4	4	4
	Std. Deviation	37 884,5	41 384,7	31 512,4
2	Mean	240 538,0	275 809,0	239 362,6
	N	3	3	3
	Std. Deviation	22 603,9	71 329,3	13 045,6
Total	Mean	293 142,8	311 393,2	292 925,7
	N	7	7	7
	Std. Deviation	57 526,4	60 500,1	55 349,9

Forrás: saját számítás SPSS segítségével

A klaszterek elemzésekor itt is csak az összevonási eljárásban használt változókat vettem figyelembe. A számítások alapján az első klaszter régiói magas, a másodikéi pedig alacsony hozzárendelt értékűek és ennek megfelelően az alábbi 19. táblázattal jellemezhetők:

19. táblázat: A vízjáradék-együtthatóhoz hozzárendelt értéke-klaszterekre vonatkozó eredmények

Bevont változók	1. klaszter	2. klaszter
A zöldvízjáradék-együttható hozzárendelt értéke	magas	alacsony
A kékvízjáradék-együttható hozzárendelt értéke	magas	alacsony
A szürkevízjáradék-együttható hozzárendelt értéke	magas	alacsony
Elnevezés:	Magasabb vízértékű régiók	Alacsonyabb vízértékű régiók

Forrás: saját szerkesztés

A táblázatból jól látható, hogy az első klaszterben magas mindhárom együttható értéke, míg a másodikban alacsony. Pontosabban megfogalmazva ez azt jelenti, hogy a búza vízlábnymán mért hektáronkénti vízérték átlaga az országos átlaghoz képest magasabb az első klaszterben és alacsonyabb a másodikban.

A régiók:

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

Régiókra vonatkozó összesített, típusonkénti klaszterelemzés

Az összesített klaszterelemzéshez a különféle változókat standardizálással egyneműsítettem. Az így kapott értékekkel számolva az *M2.21. – M2.28. mellékletek* alapján elmondható, hogy a régiók kettő, három vagy négy klaszterbe sorolhatók.

A három eset közül a négyklasztteres megoldást heterogenitása miatt elvettem. A két- és háromklasztteres eset közül pedig a kétklasztteres esetet választottam, mivel a homogenitást mindkét esetben azonos változók bontották meg, de a háromklasztteres megoldás esetén egytagú klaszter is keletkezett.

A kétklasztteres megoldás eredményei az *M2.26. melléklet* alapján:

- az első klaszter centroidjának koordinátái -0,532; -0,272; -0,467; -0,124; -0,377; -0,231; -0,208; -0,393 és -0,180, a második klaszteréi 1,331; 0,681; 1,168; 0,310; 0,944; 0,578; 0,521; 0,984 és 0,450;
- az első klaszterben öt régió, a másodikban kettő szerepel;
- az első klaszter esetén a homogenitást a búzatermesztés zöldvíz-lábnyoma ($WF_{búza,zöld}$) bontja meg, a második klaszterben pedig a zöldvízjáradék-együttható ($VJE_{zöld}$), a szürkevízjáradék-együttható ($VJE_{szürke}$) és a kékvízjáradék-együttható hozzárendelt értéke ($VEh_{kék}$).

Ennek megfelelően tehát a következő, *20. táblázat* alakítható ki:

20. táblázat: Az összesített-klaszterekre vonatkozó eredmények

Bevont változók	1. klaszter	2. klaszter
A búzatermesztés zöldvíz-lábnyoma	alacsony	átlagos
A búzatermesztés kékvíz-lábnyoma	átlagos	átlagos
A búzatermesztés szürkevíz-lábnyoma	átlagos	átlagos
Zöldvízjáradék-együttható	átlagos	alacsony
Kékvízjáradék-együttható	átlagos	átlagos
Szürkevízjáradék-együttható	átlagos	magas
A zöldvízjáradék-együttható hozzárendelt értéke	átlagos	átlagos
A kékvízjáradék-együttható hozzárendelt értéke	átlagos	alacsony
A szürkevízjáradék-együttható hozzárendelt értéke	átlagos	átlagos
Elnevezés:	Alacsony zöldvíz-lábnyomú, átlagos régiók	Változó vízjáradék-együtthatójú és alacsony öntözővízártékű régiók

Forrás: saját szerkesztés

A táblázatból jól látható, hogy 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 vízjáradékegyüttható-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 és Nyugat-Dunántúl,
2. klaszter – Változó vízjáradék-együtthatójú és alacsony öntözővízértékű régiók: Észak-Alföld és Közép-Magyarország

Klaszterek összevetése a nagyrégiókkal

Hazánkban három nagyrégió kapott helyet, amit az alábbi 20. ábra szemléltet.



Forrás: KSH, 2014.

20. ábra: Magyarország nagyrégiói

Mivel Közép-Magyarország a nagyrégiók között is szerepel, ezért csak Alföld és Észak, valamint Dunántúl nagyrégiókra levetítve történt meg az összehasonlítás. A klasztereredmények és a nagyrégiók összevetése nyomán tehát két egyezés található:

1. A régiókra vonatkozó vízjáradékegyüttható-típusonkénti klaszterelemzésből:
 1. klaszter – Vízértéket csökkentő régiók: Dél-Alföld és Dunántúl,
2. Régiókra vonatkozó összesített, típusonkénti klaszterelemzés
 1. klaszter – Alacsony zöldvíz-lábnyomú, átlagos régiók: Dél-Alföld, Észak-Magyarország, és Dunántúl.

3.3. Új tudományos eredmények

1. Hazai búzavízlábnyom-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 = Búzavízlábnyom-alakuláson alapuló vízjáradék-együttható az i -edik régióban.

$WF_{búza,i}$ = A búzatermesztés vízlábnyomalakulása 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 társtényezőkkel. 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 függenek 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. Korrelációvizsgálatommal rávilágítottam arra, hogy a búza vízlábnyoma ($WF_{búza}$), 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 kék vízjáradék-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 ÉS 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 kimeríthetetlensége erőforrásként bizonyos fenntartható lehetőségeket biztosít. Ezeket a természeti értékek jelentős figyelembevétele mellett 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 közlése 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. Ezeken 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 jóllétet csökkentő viszonyok kialakulását. Ehhez itthon is szükséges a kormányfeladatok tisztázása, megnevezése és a felelősségre vonhatóság bevonása. Ezek célja a nem-termelőkeny 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-termelőkeny 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 dönteni, 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. Kíváncsús tehát, hogy a vízfogyasztók alacsonyabb vízerzékenységi ingerküszöböt alakítsanak ki. Úgy gondolom, ehhez hazánk is részt kell vennie a fenntartható vízhasználattal kapcsolatos nemzetközileg kötelező érvényű egyezmények, egy méltányos nemzetközi vízárazási protokoll és egy nemzetközi vízlábnyom-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 vízlábnyomát 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 vízlábnyommódszer alkalmazása véleményem szerint is helyén kezelendő. A vízlábnyommutató 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 vízlábnyomszámítások aktualizálása úgy gondolom, lehetőségként adott és további összehasonlítási alkalmakat teremt, amik eredményeiből újabb következtetésekkel kerülhetünk közelebb a hazai vízhasználat optimalizálásához. A vízlábnyom további módszerek kidolgozására is lehetőséget ad. Annak érdekében, hogy ezek pontos alapokon állhassanak, hozzá kell járulni a vízlábnyommódszer mielőbbi tisztázásához és növelni kell a hazai vízlábnyomkutatások 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 alapanyagárak. Úgy gondolom továbbá, hogy a vízjáradék-együttható hozzárendelt értékeinek (VEh) egyéb vizsgálata is szükséges bizonyos társ tényezők bevonásával, mint például a népsűrűség, a bevételek, a beruházások vagy valamilyen időtényező. Valamint a vízjáradék-együttható (VJE) más természetierőforrás-értékelési módszerekkel összekapcsolva korrekciós társ tényezőként 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 korrelációszámításnál 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 vízlábnymszámítások elkészítése, az adatbázis megléte. Itt azonban látni kell, hogy a víz természeti erőforráskénti tulajdonságai nem az adminisztrációs határokhoz kötöttek, így felhasználásukkor, illetve felhasználásuk vizsgálatkor is figyelembe kell venni ezt mint eredménymódosító tényezőt. A klaszterek további elemzése az összevonási eljárásen 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 vízhatékonyságnövelést 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.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Disszertációmban a vízerőforrással kapcsolatos, jellemzően közgazdasági ismeretekre építve dolgoztam ki és alkalmaztam a hazai gyakorlatban egy vízlábnyomszámításra alapozott vízoptimalizációs eszközt. Ez azért szükséges, mert általa a gazdasági jövedelmezőség mellett az ökológiai és a társadalmi hasznok jelentős mértékben megjelenjenek. És ahol az állami módszerek kevésbé hatékonyak, ott a piac által is értelmezhető kereslet által irányított vízkészlet-gazdálkodásnak is teret lehet engedni. A bevezető fejezetben megindokoltam a téma időszerűségét és jelentőségét, valamint meghatároztam négy hipotézist.

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.

A szakirodalmi feldolgozás három fejezetből tevődik össze. Az áttekintés során a vízerőforrás közgazdasági jellemzőire, azon belül is makrogazdasági sajátosságainak bemutatására fektettem a hangsúlyt. A közgazdaságtan a vizet a szabad javak közé sorolja, mely az emberi szükségletek kielégítését szolgálja. Ezzel egy időben a termelési erőforrásoknál is megjelenik, mint természeti tényező. Minden ezzel kapcsolatos kritériumnak megfelel, mert megtalálható a természetben, könnyen kimerülhet, pótlása nagyon költséges, nagyon rugalmatlan (nem helyettesíthető), általában helyhez kötött, hasznosítása függhet az időjárástól és az évszaktól, országoként eltérő minőségben és mennyiségben áll rendelkezésre. Azt, hogy az ember mire használja a vizet, saját szükségletei jelölik ki. Napjaink döntéshozói azonban jellemzően a számok nyelvén beszélnek, így erkölcsi, etikai vonatkozásától eltekintve a természeti erőforrások, azon belül is a vízvagyon értékelése elkerülhetetlen. Az eddigi irodalomban ezért a vízerőforrás értékelésének alapja az emberi igények mértéke. A legtöbb széles körben ismert közgazdasági értékelési módszer ezen az elven nyugszik, így eredményeiben, bizonyos értelemben önállóan mindegyik torz értéket képvisel. Emellett léteznek különféle vízgazdálkodás-optimalizációs eszközök, amelyek közül számos ingyenesen elérhető az interneten is, így mikro szinten a vállalkozásoknak lehetőségük van ez irányú törekvéseik megvalósítására. Azonban az optimalizációs hatások következményeinél számolni kell a Jevons-paradoxonnak nevezett visszapattanó hatással. A főfejezetben különös figyelmet szenteltem a vízlábnyommódszerrel kapcsolatos széleskörű irodalmi feldolgozásnak, valamint lehetőségeinek és hiányosságainak összefoglalásának a kapcsolódó nemzetközi hatások tükrében. A vízlábnyom társadalomtudományi, gazdasági oldalról való megközelítése és tisztázása azért célravezető és ajánlatos, mert a vízlábnyombecslés gyakorlati megvalósítása igen adat- és időigényes feladat. A vízlábnyom az ember által elfogyasztott víz abszolút mennyiségét méri egyfajta pillanatképként. Megmutatja ugyanis például egy termék esetén az előállításához szükséges összes közvetlen és közvetett vízmennyiséget a termelési lánc egészére vetítve. Ez által az indokolatlanul nagy vízlábnyomokért felelős folyamatok és szereplők meghatározhatók, felelősségre vonhatók és a víztermelékenység optimalizálható. A vízlábnyom csupán mennyiségi mutató, de három fő összetevője van. A zöldvíz-lábnyom a talajban és a felszínen raktározott esővíz használatára utal. A kékvíz-lábnyom a felszíni és felszín alatti vizekből származó öntözővízmennyiséget szemlélteti. A szürkevíz-lábnyom pedig a víztestekbe bemosódó szennyezőanyag hígításához szükséges édesvízmennyiségre utal. A számos eddigi vízlábnyomkutatás nem várt eredményeket hozott. A vízlábnyom azonban nagyon fiatal

mutatószám, a módszernek számos hiányossága van jelenleg, amikre nyílt és egyre bővülő szakértői és közreműködői kör keresi a megoldásokat.

A szakirodalmi feldolgozás eredményeit külön fejezetben összesítettem. A vízlábnyom továbbgondolásával disszertációm legfőbb eredményeként különálló fejezetben pedig kidolgoztam a vízjáradék-együtthatót (VJE), amely tulajdonképpen az édesvíz rendelkezésre állásának lehetőségeként is értelmezhető. A vízjáradék-együttható (VJE) hazai búzavízlábnyom-számításra alapozottan értékmódosító tényezőként jelentkezik regionális szinten és vízlábnyomtípusonként egyaránt. Ehhez fogyasztói értéket rendelve disszertációmban kiszámításra kerülhetett az a pénzben kifejezett érték, ami hazánkban a mezőgazdasági tevékenységre alkalmas földterületre nézve mutatja meg a vízerőforrás értékét. Ez a vízjáradék-együttható hozzárendelt értéke (VEh). Legfőbb megállapításaim szerint 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 értékeinek (VEh) további 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 vízlábnyom korábbi, valamint a vízjáradék-együttható (VJE) és a vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei (VEh) új eredményeit korreláció- és klaszterelemzéssel vizsgáltam, melyek táblázatai és ábrái főként mellékletként kerültek a disszertációmba.

A szakirodalmi feldolgozás és az új eredmények nyomán tett hazánkra vonatkozó következtetéseimet és javaslataimat külön fejezetben tettem meg a víz makrogazdasági jelenlétével, a vízlábnyommal és az új tudományos eredményekkel kapcsolatosan.

Disszertációmban három hipotézisem igazolást nyert, mert a régiókat a vízügy keresleti oldaláról sikerült bemutatni a vízlábnyommal, ami új lehetőségeket nyitott a hazai kutatások, elemzések és a vízfogyasztási szokások megváltoztatásának terén. És a vízlábnyom előnyeit és korlátait is figyelembe véve, hazai vízlábnyombecslésre alapozva a régiók szintjén kialakításra került egy vízértékmérő-rendszer, ami hozzájárulhat az édesvíz rendelkezésre állása átértékeléséhez. Ez a vízértékmérő-rendszer pedig piaci árral korrigálva új funkciót kapott, így pillanatnyi képet adott a vízfelhasználás pénzben kifejezett értékéről, hozzájárulva ezzel a víz valódi értékének megsejtéséhez. Negyedik 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.

6. SUMMARY

In my dissertation I have been created and applied a water optimization tool, which is built on water resource knowledge especially from economic and based on Water Footprint calculation. This is needed because by this ecological and social benefits significantly appear in addition to economic profitability. And where governmental methods are less effective, there demand driven water management interpreted by market can be also admitted. In the introduction I gave reasons of actuality and significance of the topic and determined the four hypotheses.

H1: Water Footprint results are able to represent regions from water demand approaches.

H2: Based on domestic Water Footprint estimations a water valuation system can be created at regions level.

H3: Adjusted water valuation system by market price gets new features, thus gives a snapshot of the monetary value of water resource availability, thereby contributing to foresee the true value of water.

H4: Correlation analysis and cluster analysis of the results show their correspondence and contribute to a deeper understanding of the domestic situation.

Processing of the available literature is made up of three chapters. During the review I laid emphasis on the presentation of macroeconomic features within economic characteristics of water resources. Economics lists water among public goods, which is used to satisfy human needs. At the same time, it is appear at production resources as natural factor. It meets all the criteria regarding to this since water can be found in nature, it can easily be depleted, its replacement is very expensive, it is very inelastic (can not be replaced), usually localized, its utilization may be depended on weather and seasons, its qualitative and quantitative availability are differ from country to country. Water usage is designated by personal needs. However, today's decision-makers typically speak the language of numbers, so disregarding moral and ethical aspects of valuation of natural resources and in particular water resources within are unavoidable. In the existing literature, therefore evaluations of water resources are based on extent of human needs. Most of widely known economic valuation methods are based on this principle, thus in their results, in a certain sense, individually each represents distorted value. In addition, there are various water management optimization tools and many of them are available free of charge also on internet, thus businesses at micro level have the opportunity to implement their endeavors in this direction. However, rebound effect, which is called Jevons paradox, should be accounted at the consequences of optimization effects. In this main chapter I have been dedicated particular attention to processing extensive literature on water footprint method, and summarizing its possibilities and shortcomings in the light of relevant international effects. Clarifying Water Footprint from the approach of social science and economics is useful and advisable, because the practical implementation of Water Footprint Assessment is very data- and time-consuming task. Water Footprint measures the absolute amount of fresh water consumed by humans as a kind of snapshot. Since it shows, for example in case of a product, the total amount of direct and indirect fresh water required to the production in the production chain as a whole. By this, responsible processes and actors for unreasonably high water footprints can be identified, held liable and water productivity can be optimized. Water footprint is only quantitative indicator, but it has three components. Green Water Footprint refers to the use of rainwater which is stored in soil and on surface. Blue Water Footprint shows the volume of irrigation water from surface and ground water bodies. And Grey Water Footprint refers to the amount of fresh water need to dilute pollutants that are washed into water bodies. The numerous Water Footprint researches so far have unexpected results. However, Water Footprint is very young

indicator; at the present the method has several shortcomings of which solutions are searched by an open and ever expanding circle of experts and contributors.

I have been summarized results of processing of literature in separate chapter. By thinking Water Footprint further, as the main result of my dissertation, I have been created in also a separate chapter Water Allowance Coefficient (WAC), which can be actually interpreted as the opportunity of availability of fresh water. Domestic wheat Water Footprint calculation based Water Allowance Coefficient occurs as a value modifying factor both at regional level and at type of Water Footprints. By assigning consumer's value to Water Allowance Coefficient calculation of the terms of money can be made in my dissertation, which shows in our country the monetary value of fresh water resource on land which is suitable for agricultural activities. This is called Adjusted Water Value (AWV). According to my main findings, critical analysis of the methodology of Water Allowance Coefficient is needed in order to apply a more effective method in practice. Further analysis of water allowance coefficient is also needed by certain co-factors, such as population density, incomes, investments, or some kind of time factors. And it can be used as correction co-factor by linking it to other natural resource valuation methods, for example in land valuation. I have been studied results of previous Water Footprint calculation, new Water Allowance Coefficient and Adjusted Water Value by correlation and cluster analysis, of which tables and diagrams are mainly annexes of my dissertation.

I have been made my conclusions and suggestions for our country according to processing literature and new findings in a separate chapter in relation to macroeconomic presence of water, Water Footprint, and new scientific results.

In my dissertation, three hypotheses have been confirmed, because regions have been successfully presented on demand side of water management by Water Footprint, thereby opening up new opportunities in the field of domestic researches, analyses, and change of water consumption patterns. Taking into account the advantages and limitations of Water Footprint, based on domestic Water Footprint estimation a water valuation system has been created in regional level, which may contribute to the revaluation of fresh water availability, with all its advantages and disadvantages. This water valuation system corrected by market price has a new feature, thus has given a snapshot about monetary value of water use, thereby contributing to suspect the true value of water. My fourth hypothesis has been only partially confirmed, because correlation and cluster analysis methods are can be used for examining new outcomes, but due to the small statistical population size in the country results are uncertain and thus require further research.

MELLÉKLETEK

M1: Irodalomjegyzék

1. **BERGER**, M. – **FINKBEINER**, M. (2010): Water footprinting: How to address water use in life cycle assessment?, *Sustainability*, vol 2, 919–944. pp.
2. **BINSWANGER**, M. (2001): Technological progress and sustainable development: what about the rebound effect? *Ecol Econ* 2001, 36. doi: 10.1016/S0921-8009(00)00214-7. 119–132. pp. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800900002147> [Utolsó letöltés: 2014. július 6.]
3. **BORA** Gy. (2001): A természeti erőforrások definíciója, 15–27. pp. In: **BORA** Gy., **KOROMAI** A. (szerk.): *Természeti erőforrások gazdaságtana és földrajza*, Budapest: Aula. ISBN 963-9345-31-8, 440 p.
4. **BURLEY**, H. – **BEBB**, A. (2010): Africa: Up for Grabs [EU: Friends of Earth Europe] (KÖVES N. ford. (2010): Afrika: aki kapja, marja [Budapest: Magyar Természetvédők Szövetsége]) 36 p. http://www.mtvsh.hu/dynamic/afrika_report_%20teljes.pdf [Utolsó letöltés: 2012. február 5.]
5. **CHAPAGAIN**, A. K. – **HOEKSTRA**, A. Y. (2004): Water footprint of nations, Volume 1: Main report [Delft: UNESCO-IHE] (Value of water research report series no. 16) 80 p. <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf> [Utolsó letöltés: 2010. augusztus 25.]
6. **CHAPAGAIN**, A. K. – **TICKNER**, D. (2012): Water Footprint: Help or Hindrance? *Water Alternatives* 5(3). 563–581. pp.
7. **CRASE**, L. – **O'KEEFE**, S. (2009): The paradox of national water savings: a critique of 'Water for the Future', *Agenda* 2009, 16. 45–60 pp. http://press.anu.edu.au/agenda/016/01/mobile_devices/ch03.html [Utolsó letöltés: 2014. július 6.]
8. **DASTANE**, N. G. (1978): Effective rainfall in irrigated agriculture, *Irrigation and Drainage Paper* No 25, Rome: Food and Agriculture Organization, <http://www.fao.org/docrep/X5560E/x5560e00.htm#Contents> [Utolsó letöltés: 2014. július 6.]
9. **DINYA** E. (2005): Korreláció és regresszió analízis, 127–145. pp. In: **FIDY** J. – **MAKARA** G. (szerk.) *Biostatistika*, Budapest: InforMed 2000 Kft. 211 p.
10. **ENGREF** (L'École nationale du génie rural, des eaux et des forêts) (2003): Analysis of the European Unions Explicit and Implicit Policies and Approaches in the Larger Water Sector (Work Package 1.: EUROMARKET project Water Liberalization Scenarios) 171 p. http://www.ecologic.de/download/projekte/1950-1999/1977/1977_d1_final.pdf [Utolsó letöltés: 2014. június 14.]
11. **EU** (Európai Unió) (2006): az Európai Parlament és a Tanács 2006/44/EK irányelve (2006. szeptember 6.) a halak életének megóvása érdekében védelmet vagy javítást igénylő édesvizek minőségéről. Brussels: EU. <http://www.LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:264:0020:0031:EN:pdf> [Utolsó letöltés: 2014. május 7.]
12. **FAO** (2010): CropWat 8.0, www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html [Utolsó letöltés: 2010. június 12.]
13. **FAO** (2011): The state of food and agriculture 2010–2011 Róma: FAO-UN. 160 p. <http://www.fao.org/docrep/013/i2050e/i2050e.pdf> [Utolsó letöltés: 2012. február 15.]
14. **FARKASNÉ** Fekete M. – **MOLNÁR** J. (2007): Közgazdaságtan I. Mikroökonomia, Debrecen: Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar. ISBN 978-963-9732-59-9, 264 p.
15. **FOGARASSY** Cs. – **NEUBAUER** É. (2011): Vízgazdaságtan, avagy a vízlábnyom mérése és gazdasági összefüggései, 215–236. pp. In: **TAMÁS**, P. – **BULLA**, M. (szerk.) *Sebezhetőség és adaptáció a reziliencia esélyei* Budapest: MTA Szociológiai Kutatóintézet, ISBN 978-963-8302-40-3, 439 p.
16. **FOGARASSY** Cs. – **NEUBAUER** É. (2014): Vízérték és vízvagyontérkékelés Magyarországon, 109–137. pp. In: **SZŰCS** I. et al. (szerk.): *Rendszerszemlélet érvényesítése a*

- természeti erőforrások egységes értékelésében*, Gödöllő: SZIE Kiadó. ISBN 978–963–269–422–1, 340 p.
17. **FREEMAN III., A. M.** (1994): *Environmental and resource values, theory and methods*, Washington, D. C.: Resources for the Future. ISBN 1–891853–63–5, 493 p.
 18. **GARRIDO, A. – LLAMAS, M. R. – VARELA-ORTEGA, C. – NOVO, P. – RODRÍGUEZ-CASADO, R. – ALDAYA, M. M.** (2010) *Water Footprint and Virtual Water Trade in Spain*, New York: Springer. 150 p.
 19. **GEORGE, S.** (2003): *The Lugano Report* [London: Pluto Press] (BÉKEFI J. ford. (2009): *Lugánói tanulmány* [Budapest: Kairosz kiadó] ISBN: 978–963–662–208–4) 213 p.
 20. **HARDIN, G.** (2003): A közlekedők tragédiája, 219–231. pp. In: LÁNYI A. (szerk.): *Természet és szabadság Humánökológiai olvasókönyv*, Budapest: ELTE Szociológiai és Szociálpolitikai Intézet Oziris. 283 p.
 21. **HOEKSTRA, A. Y. – CHAPAGAIN, A. K.** (2008): *Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources*, Oxford: Blackwell Publishing. 220 p.
 22. **HOEKSTRA, A. Y.** (2010): *The relation between international trade and freshwater scarcity*, manuscript in WTO Economic Research and Statistics Division. 26 p.
<http://www.waterfootprint.org/Reports/Hoekstra-2010-InternationalTrade-FreshwaterScarcity.pdf>
 [Utolsó letöltés: 2012. február 6.]
 23. **HOEKSTRA, A. Y. – CHAPAGAIN, A. K. – ALDAYA, M. M. – MEKONNEN, M. M.** (2011): *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*, London, Washington: Earthscan. ISBN: 978–1–84971–279–8, 228 p.
<http://www.waterfootprint.org/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual.pdf> [Utolsó letöltés: 2014. május 4.]
 24. **HOEKSTRA, A. Y. – MEKONNEN M. M.** (2012): *The water footprint of humanity*, *Proc Natl Acad Sci* 2012, 109. doi: 10.1073/pnas.1109936109. 3232–3237. pp.
 25. **HOEKSTRA, A. Y.** (2013): *The Water Footprint of Modern Consumer Society*, London: Routledge. 208 p.
 26. **HOEKSTRA, A. Y.** (2014): *Sustainable, efficient, and equitable water use: the three pillars under wise freshwater allocation*, *WIREs Water*, 2014,1. doi: 10.1002/wat2.1000. 31–40. pp.
 27. **IAASTD** (2009): *Agriculture at a crossroads, Summary for decision makers of the Global report, 2008. április 7–11-i kormányközi ülés kivonata*, Dél-Afrika, Johannesburg (SARBU, A. ford. (2011): *Válaszúton a mezőgazdaság, A világjelentés összefoglalója döntéshozók részére* [Budapest: Greenpeace és Védegylet Egyesület]) 46 p.
<http://www.greenfo.hu/uploads/dokumentumtar/iaastd-vilagjelentes-osszefoglalo.pdf> [Utolsó letöltés: 2012. február 5.]
 28. **IWMI** (2007/a): *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture (summary)*, London: Earthscan. ISBN: 978–1–84407–396–2, 48 p.
<http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/> [Utolsó letöltés: 2012. február 5.]
 29. **IWMI** (2007/b): *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, Chapter 2*. London: Earthscan. 57–89. pp.
<http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/> [Utolsó letöltés: 2012. február 5.]
 30. **KEREKES S. – FOGARASSY Cs.** (2006): *Környezetgazdálkodás, fenntartható fejlődés*, Gödöllő: Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar. 141 p.
 31. **KEREKES S. – FOGARASSY Cs.** (2007): *Bevezetés a környezetgazdaságtanba*, Gödöllő: SZIE GTK RGVI. ISBN 987–963–9483–76–7, 183 p.
 32. **KEREKES S. – SZLÁVIK J.** (1996): *A környezeti menedzsment közgazdasági eszközei*, Budapest: Közgazdasági és Jogi Kiadó. ISBN 963–222–950–9, 329 p.
 33. **LEHOTA J.** (2001): *Marketingkutató az agrárgazdaságban*, Budapest: Mezőgazda Kiadó. ISBN: 963–935–82–58, 233 p.

34. **LIU, J. G. – WILLIAMS, R. J. – ZEHNDER, J. A. B. – YANG, H.** (2007): GEPIC: Modelling wheat yield and crop water productivity with high resolution on a global scale, *Agricultural Systems*, vol 94, no 2, 478–493. pp.
35. **MARJAINÉ Szerényi Zs.** (2001): A természeti erőforrások pénzbeli értékelése, *Közgazdasági Szemle*, XLVIII. évf., 2001. február, Budapest, 114–129. pp.
36. **MARJAINÉ Szerényi Zs. (szerk.)** (2005): A természetvédelemben alkalmazható közgazdasági értékelési módszerek (A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötete) Budapest: BCE-KTT. ISBN 963–218–307–x, 155 p.
37. **MARJAINÉ Szerényi Zs.** (2010): I. Függelék A természeti erőforrások közgazdasági értékelésére szolgáló módszerek és alkalmazhatóságuk a Víz Keretirányelv végrehajtásában, 54 p. In: *Víz Keretirányelv végrehajtásának elősegítése II. fázis. Zárójelentés. 14. Melléklet. Útmutató a közvetett hatások értékelésének lehetőségeiről*, Budapest: ÖKO Zrt. vezette Konzorcium. 26 p.
38. **MARJAINÉ Szerényi Zs. – KOCSIS T.** (2012): Vízlábnym: a fenntarthatóság egy új mérőszáma?, 14 p. In: *Fenntartható fejlődés, élhető régió, élhető települési táj 1.* Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem, ISBN 978-963-503-504-5, pp. 63–75.
39. **MEKONNEN, M. M. – HOEKSTRA, A. Y.** (2011/a): National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption, Volume 1: Main report [Delft: UNESCO-IHE] (Value of water research report series no. 50) 50 p.
<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report50-NationalWaterFootprints-Vol1.pdf> [Utolsó letöltés: 2012. március 3.]
40. **MEKONNEN, M. M. – HOEKSTRA, A. Y.** (2011/b): National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption, Volume 2: [Delft: UNESCO-IHE] (Value of water research report series no. 50) 94 p.
<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report50-NationalWaterFootprints-Vol2.pdf> [Utolsó letöltés: 2012. március 3.]
41. **MIZSEINÉ Nyiri J.** (2010): A termőföld értékelése, a földértékelés jelenlegi helyzete, In: *Földminősítés és ingatlanértékelés*, TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0027 „Tananyagfejlesztéssel a GEO-ért”, Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar
42. **NITYA, J** (2013): Water Footprint: a stumbling block?, Down to Earth online: 2013. 05. 30. www.downtoearth.org.in/content/water-footprint-stumbling-block [Utolsó letöltés: 2014. május 9.]
43. **NEUBAUER É.** (2010): Vízlábnym Magyarországon, Tudományos Diákköri Konferencia dolgozat, Szent István Egyetem GTK RGVI. 84 p.
44. **NYILASI J.** (1976): A víz, Budapest: Gondolat. 126 p.
45. **PANAGIOTOU, G.** (2003): Bringing SWOT into Focus, *Business Strategy Review*, Vol 14, Issue 2, pp. 8–10.
46. **PFISTER, S. – HELLWEG, S.** (2009): The water “shoesize” vs. footprint of bioenergy, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol 106, no 35, E93–E94. pp.
47. **PFISTER, S. – KOEHLER, A. – HELLWEG, S.** (2009): Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA, *Environmental Science and Technology*, vol 43, 4098–4104. pp.
48. **REES, J. A.** (1985): Natural resources: allocation, economics, and policy, London: Methuen and Co. ISBN 0–416–31990–4, 449 p.
49. **REICHHOFL, J.** (1988): Feuchtgebiete [München: Mosaik Verlag GmbH.] (BAKONYI G., IZSÉPY I. ford. (1998): A vizek világa – Európai belvizek, patakok és mocsarak (Természetkalauz) [Budapest: Magyar Könyvklub]) 223 p.
50. **RESS S.** (1988): A víz, mint természeti erőforrás értéke és szerepe a gazdasági növekedésben [Budapest: Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Minisztérium] (A környezetvédelem és a vízgazdálkodás kutatási-fejlesztési eredményei, 12. szám) ISBN 963–602–4847, 44 p.
51. **RIDOUTT, B. G. – EADY, S. J. – SELLAHEWA, J. – SIMONS, L. – BEKTASH, R.** (2009): Water footprinting at the product brand level: case study and future challenges, *Journal of Cleaner Production*, vol 17, no 13, 1228–1235. pp.

52. **RIDOUTT**, B. G. – **PFISTER**, S. (2010): A revised approach to water footprinting to make transparent the impacts of consumption and production on global freshwater scarcity, *Global Environmental Change*, vol 20, no 1, 113–120. pp.
53. **ROMAGUERA**, M. – **HOEKSTRA**, A. Y. – **SU**, Z. – **KROL**, M. S. – **SALMA**, M. S. (2010): Potential of using remote sensing techniques for global assessment of water footprint of crops, *Remote Sensing*, vol 2, no 4, 1177–1196. pp.
54. **SAJTOS** L. – **MITEV** A. (2007): SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv, Budapest: Alinea. ISBN 978–963–9659–08–7, 402 p.
55. **SAMUELSON**, P. A. – **NORDHAUS**, W. D. (1998): Economics [New York: Mcgraw-Hill Companies Inc.] 16. kiadás (MEZEI Gy. – **BOCK** Gy. (ford.) (2005): Közgazdaságtan [Budapest: Akadémia Kiadó Rt.]) 763 p.
56. **SARBU** A. (2011): Árak az egekben, emberek a süllyesztőben, Budapest: Védegylet Egyesület. 20 p.
http://www.vedegylet.hu/doc/Arak_az_egekben.pdf [Utolsó letöltés: 2012. február 5.]
57. **SAVENIJE**, H. H. G. (2002): Why water is not an ordinary economic good, or why the girl is special, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, Elsevier, 27 (11) 741–744. pp.
58. **SMITH**, A. (1776): An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations (**BILEK** R. (ford.) (1959): Nemzetek gazdagsága: E gazdaság természetének és okainak vizsgálata [Budapest: Akadémia Kiadó]) 413 p.
59. **SOMLYÓDY** L. (2008), Töprengések a vízről – lépéskényszerben, *Magyar Tudomány*, 2008/04, Budapest, 462–473. pp.
<http://www.matud.iif.hu/08apr/09.html> [Utolsó letöltés: 2013. március 11.]
60. **SOMLYÓDY** L. (2011/a): Quo vadis a hazai vízgazdálkodás? 9–84. pp. In: **SOMLYÓDY**, L. (szerk.) (2011): *Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok, Köztisztviselői stratégiai programok*, Budapest: Magyar Tudományos Akadémia. ISBN 978–963–508–608–5, 336 p.
61. **SOMLYÓDY** L. (2011/b): A világ vízdilemmája, *Magyar Tudomány*, 2011/12. Budapest, 1411–1423. pp.
<http://www.matud.iif.hu/2011/12/02.htm> [Utolsó letöltés: 2012. február 9.]
62. **SORRELL**, S. – **DIMITROPOULOS**, J. – **SOMMERVILLE**, M. (2008): Empirical estimates of the direct rebound effect: a review, *Energy Policy* 2009, 37. doi: 10.1016/j.enpol.2008.11.026. 1356–1371. pp.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421508007131> [Utolsó letöltés: 2014. július 6.]
63. **SPIEGEL ONLINE INTERNATIONAL** (2009): Measuring the Damage of our Water Footprint, www.spiegel.de/international/world/0,1518,644867,00.html [Utolsó letöltés: 2010. augusztus 8.]
64. **SZŰCS** P. (2012): Hidrogeológia a Kárpát-medencében – hogyan tovább? , *Magyar Tudomány*, 2012/05. Budapest, 554–565. pp.
<http://www.matud.iif.hu/2012/05/06.htm#1ab> [Utolsó letöltés: 2014. június 9.]
65. **TERRY**, B. – **DAGOUMAS**, A. – **RUBIN**, J. (2009): The macroeconomic rebound effect and the world economy, *Energy Efficiency* 2009, 2. doi: 10.1007/s12053-009-9053-y. 411–427. pp.
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12053-009-9053-y> [Utolsó letöltés: 2014. július 6.]
66. **TYTECA**, D. (2001): Systematics and biostatistics of *Dactylorhiza* in Western Europe: some recent contributions, *Journal Europäischer Orchideen*, 3 (1), Stuttgart, 179–199. pp.
67. **WARD**, F. A. – **PULIDO-VELAZQUEZ** M. (2008): Water conservation in irrigation can increase water use, *Proc Natl Acad Sci* 2008, 105. doi: 10.1073/pnas.0805554105. 18215–18220. pp.
<http://www.pnas.org/content/105/47/18215> [Utolsó letöltés: 2014. július 6.]
68. **WICHELNS**, D. – **RAINA**, A. (2013): Would water footprints enhance water policy in India? Szingapúr: Water Digest. 32–45 pp.

www.lkyspp.nus.edu.sg/iwp/news/dennis-wichelns-and-aditi-raina-describe-policy-limitations-of-water-footprints [Utolsó letöltés: 2014. május 10.]

69. **WILLIAMS, J. R. – JONES, C. A. – KINIRY, J. R. – SPANEL, D. A.** (1989): The EPIC crop growth-model, *Transactions of the ASAE*, vol 32, no 2, 497–511. pp.

70. **WILLIAMS, J. R.** (1995): The EPIC model', in SINGH, V. P. (ed): *Computer Models of Watershed Hydrology*, Water Resources Publisher, CO, 909–1000. pp.

71. **WWF** (2007): Allocation Scarce Water: A primer on water allocation, water rights and water markets [Godalming: WWF] (WWF Water Security Series N° 1.) 44 p.

72. van der **ZAAG, P. – SAVENIJE, H.H.G.** (2006): Water as an economic good: the value of pricing and the failure of markets [Dleft: UNESCO-IHE] (Value of Water Research Report Series No 19.) 32 p.

www.waterfootprint.org/Reports/Report_19_Water_as_an_Econ_Good.pdf [Utolsó letöltés: 2010. július 12.]

73. **ZÉTÉNYI Zs.** (2012): Az ősi Alkotmány 2012-ből szemlélve, Nemzetstratégiai konferencia előadás: Jövő a Szent Korona jegyében – A Magyarok VIII. Világkongresszusa, Budapest, 2012. augusztus 15-20.

74. **ZWART, S. J. – BASTIAANSEN, W. G. M. – de FRAITURE, C. – MOLDEN, D. J.** (2010): A global benchmark map of water productivity for rainfed and irrigated wheat, *Agricultural Water Management*, vol 97, no 10, 1617–1627. pp.

Statisztikai források:

75. **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.]

76. **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.]

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

http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hosszu/h_omf001a.html?267 [Utolsó letöltés: 2013. október 18.]

78. **KSH** (2014): Területi atlasz megyék, régiók

http://www.ksh.hu/teruleti_atlasz_megyek [Utolsó letöltés: 2014. július 28.]

Internetes források:

79. **www.ceowatermandate.org** [Utolsó letöltés: 2011. december 12.]

80. ~/a: www.ceowatermandate.org/water-assessment-tools-methods/what-tools-are-available/life-cycle-assessment/?lang=en

81. ~/b: www.ceowatermandate.org/water-assessment-tools-methods/what-tools-are-available/wbcsd-global-water-tool/

82. ~/c: www.ceowatermandate.org/water-assessment-tools-methods/what-tools-are-available/gemi-water-sustainability-tools/?lang=en

83. ~/d: www.ceowatermandate.org/water-assessment-tools-methods/what-tools-are-available/wri-aqueduct/?lang=en

84. **www.lcacenter.hu/index.php?id=67** [Utolsó letöltés: 2011. december 12.]

85. **www.nationalwatermarket.gov.au/about/rights.html** [Utolsó letöltés: 2014. június 7.]

86. **www.nwc.gov.au/our-work/assessments/2014-ta** [Utolsó letöltés: 2014. június 7.]

87. **www.spss.hu/Termek-es-megoldasok/a-pasw-statistics-spss-termekcsalad.html** [Utolsó letöltés: 2014. július 2.]

88. **www.waterfootprint.org** [Utolsó letöltés: 2014. július 26.]

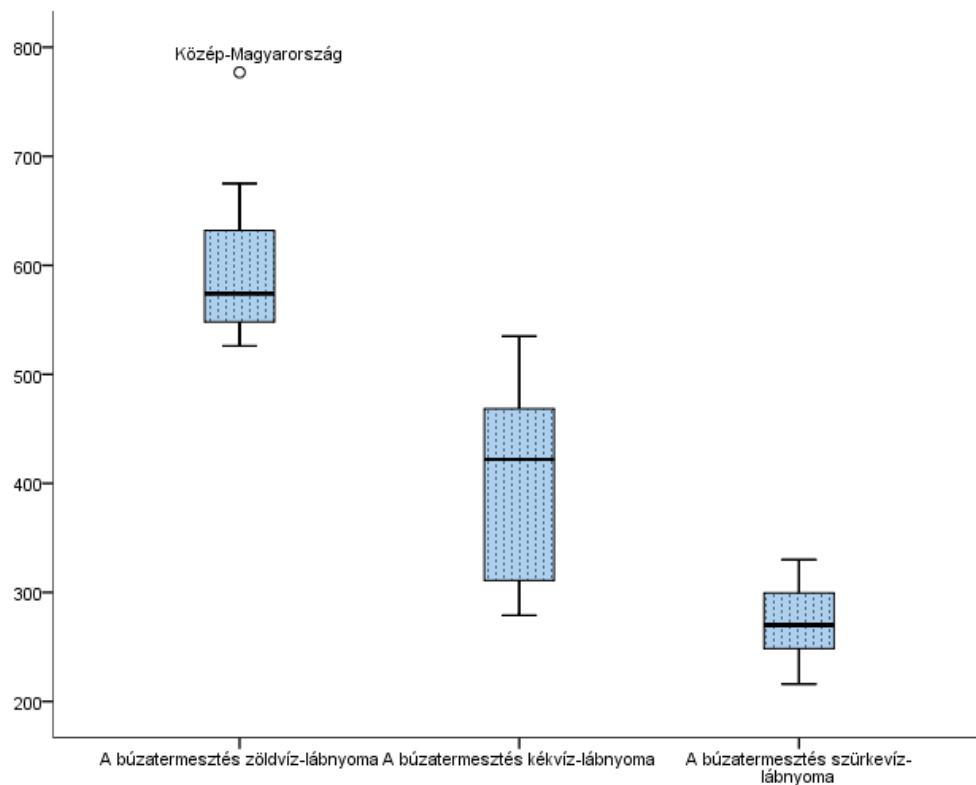
89. ~/a: www.waterfootprint.org/?page=files/WFN-mission

90. ~/b: www.waterfootprint.org/?page=files/AboutWFN

- 91. ~/c: www.waterfootprint.org/?page=files/OverviewPartners
- 92. ~/d: www.waterfootprint.org/?page=files/PartnerForum
- 93. ~/e: www.waterfootprint.org/?page=files/TechnicalWorkProgramme
- 94. ~/f: www.waterfootprint.org/?page=files/PolicyWorkProgramme
- 95. ~/g: www.waterfootprint.org/?page=cal/waterfootprintcalculator_indv
- 96. ~/h: www.waterfootprint.org/?page=files/FAQ_Why_act_and_how

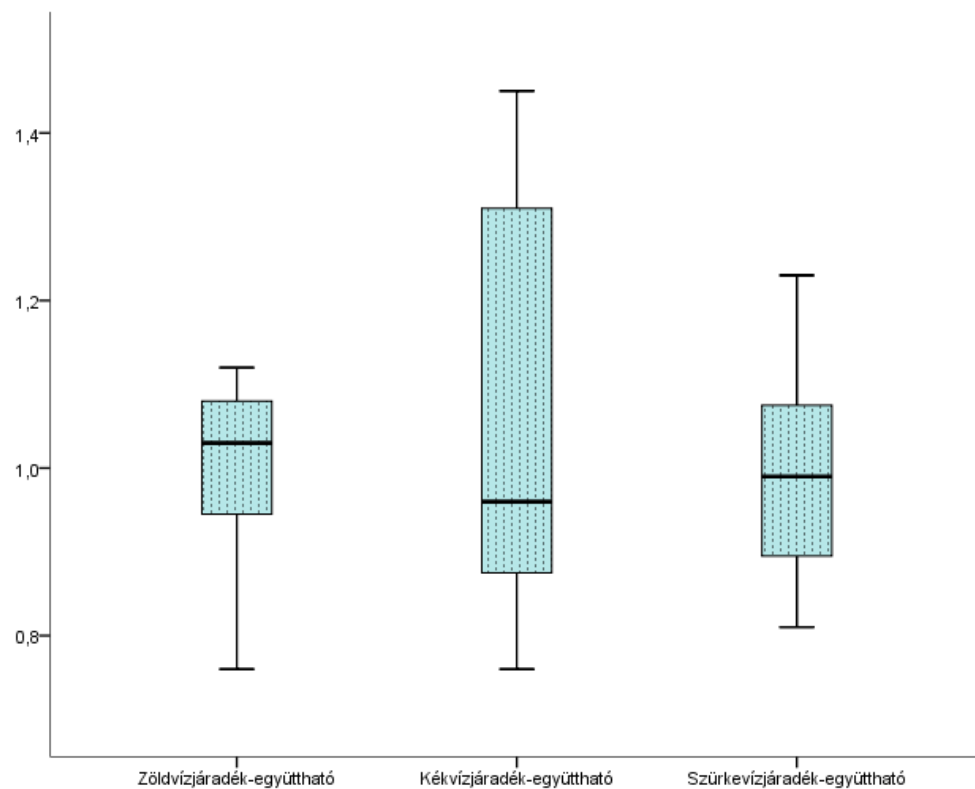
M2: Korrelációs számításhoz és klaszterelemzéshez kapcsolódó eredmények

M2.1. A régiókra vonatkozó búzavíz-lábnyom-típusonkénti boxplot ábra



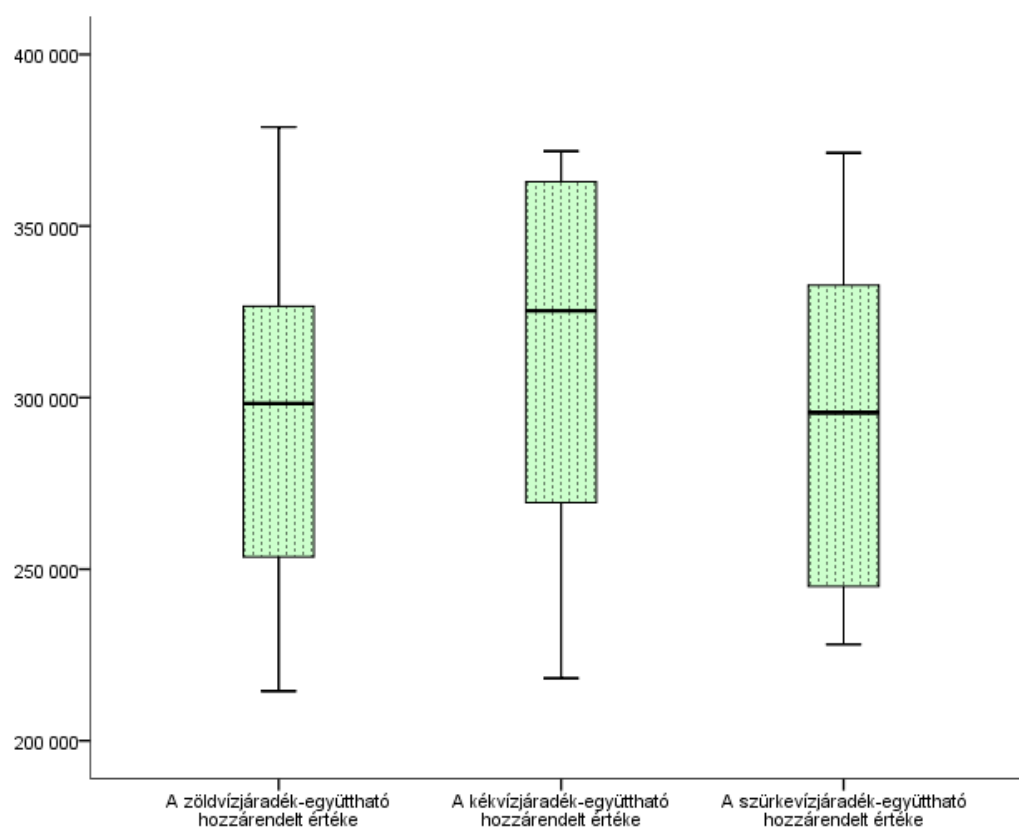
Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.2. A régiókra vonatkozó vízjáradékegyüttható-típusonkénti boxplot ábra



Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.3. A régiókra vonatkozó vízjáradék-együttható hozzárendelt értéke típusonkénti boxplot ábra



Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.4. Pearson-féle korreláció a változókra nézve

Correlations

		WFgreen	WFblue	WFgrey	VJegreen	VJblue	VJegrey	VEhgreen	VEhblue	VEhgrey
A búzatermesztés zöldvíz-lábnyoma (WFgreen)	Pearson Corr.	1	0,564	0,823*	0,252	0,696	0,224	0,314	0,549	0,329
	Sig. (2-tailed)		0,187	0,023	0,585	0,082	0,629	0,493	0,202	0,471
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
A búzatermesztés kékvíz-lábnyoma (WFblue)	Pearson Corr.	0,564	1	0,492	0,351	-0,005	0,186	0,278	0,746	0,248
	Sig. (2-tailed)	0,187		0,262	0,440	0,991	0,690	0,546	0,054	0,592
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
A búzatermesztés szürkevíz-lábnyoma (WFgrey)	Pearson Corr.	0,823*	0,492	1	0,577	0,778*	0,572	0,143	0,695	0,281
	Sig. (2-tailed)	0,023	0,262		0,175	0,039	0,180	0,759	0,083	0,542
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Zöldvízjáradék-együttható (VJegreen)	Pearson Corr.	0,252	0,351	0,577	1	0,540	0,762*	-0,625	0,424	-0,521
	Sig. (2-tailed)	0,585	0,440	0,175		0,211	0,047	0,134	0,343	0,231
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Kékvízjáradék-együttható (VJblue)	Pearson Corr.	0,696	-0,005	0,778*	0,540	1	0,460	-0,209	0,234	-0,110
	Sig. (2-tailed)	0,082	0,991	0,039	0,211		0,299	0,653	0,613	0,815
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Szürkevízjáradék-együttható (VJegrey)	Pearson Corr.	0,224	0,186	0,572	0,762*	0,460	1	-0,477	0,428	-0,350
	Sig. (2-tailed)	0,629	0,690	0,180	0,047	0,299		0,280	0,338	0,442
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
A zöldvízjáradék-együttható hozzárendelt értéke (VEhgreen)	Pearson Corr.	0,314	0,278	0,143	-0,625	-0,209	-0,477	1	0,377	0,922**
	Sig. (2-tailed)	0,493	0,546	0,759	0,134	0,653	0,280		0,404	0,003
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
A kékvízjáradék-együttható hozzárendelt értéke (VEhblue)	Pearson Corr.	0,549	0,746	0,695	0,424	0,234	0,428	0,377	1	0,302
	Sig. (2-tailed)	0,202	0,054	0,083	0,343	0,613	0,338	0,404		0,510
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
A szürkevízjáradék-együttható hozzárendelt értéke (VEhgrey)	Pearson Corr.	0,329	0,248	0,281	-0,521	-0,110	-0,350	0,922**	0,302	1
	Sig. (2-tailed)	0,471	0,592	0,542	0,231	0,815	0,442	0,003	0,510	
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7

*: Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). **: Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.5. A régiókra vonatkozó búzavízlábnyom-típusonkénti klaszterelemzés különbözőségeken alapuló viszonymátrixa (*Ward módszer*)

Proximity Matrix

Case	Squared Euclidean Distance						
	1:Dél-Alföld	2:Dél-Dunántúl	3:Észak-Alföld	4:Észak-Magyarország	5:Közép-Dunántúl	6:Közép-Magyarország	7:Nyugat-Dunántúl
1:Dél-Alföld	0,0	45 752,0	19 526,0	66 161,0	16 782,0	39 844,0	63 433,0
2:Dél-Dunántúl	45 752,0	0,0	30 494,0	8 001,0	12 094,0	87 236,0	3 721,0
3:Észak-Alföld	19 526,0	30 494,0	0,0	33 971,0	24 708,0	16 174,0	46 283,0
4:Észak-Magyarország	66 161,0	8 001,0	33 971,0	0,0	23 747,0	93 885,0	5 000,0
5:Közép-Dunántúl	16 782,0	12 094,0	24 708,0	23 747,0	0,0	74 718,0	16 931,0
6:Közép-Magyarország	39 844,0	87 236,0	16 174,0	93 885,0	74 718,0	0,0	116 045,0
7:Nyugat-Dunántúl	63 433,0	3 721,0	46 283,0	5 000,0	16 931,0	116 045,0	0,0

Forrás: saját számítás SPSS segítségével

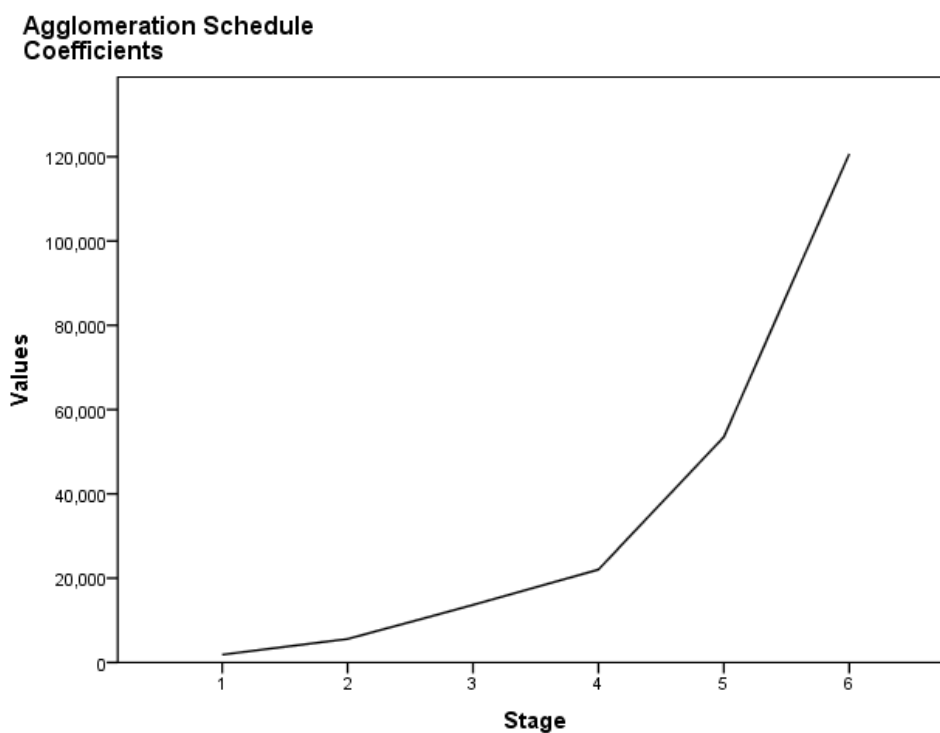
M2.6. A régiókra vonatkozó búzavízlábnyom-típusonkénti klaszterelemzés összevonási táblázata (*Ward módszer*)

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	2	7	1 860,5	0	0	2
2	2	4	5 574,0	1	0	6
3	3	6	13 661,0	0	0	5
4	1	5	22 052,0	0	0	5
5	1	3	53 512,0	4	3	6
6	1	2	120 643,7	5	2	0

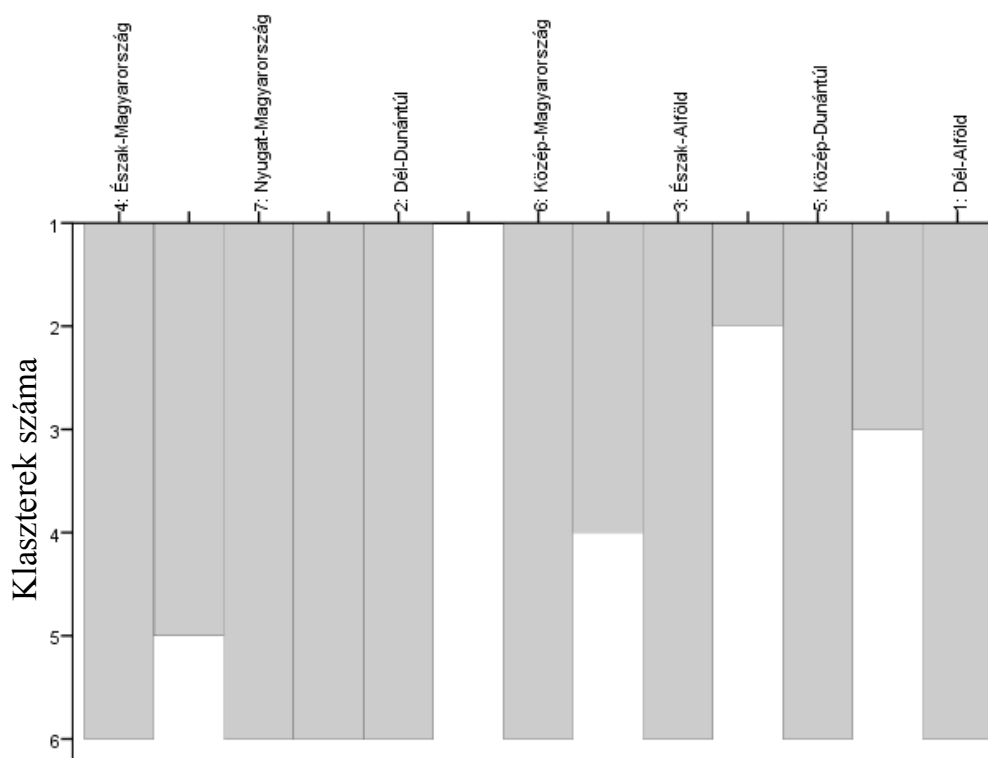
Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.7. A régiókra vonatkozó búzavízlábnyom-típusonkénti klaszterelemzés koefficienseinek ábrázolása az összevonás lépései függvényben (*Ward módszer*)



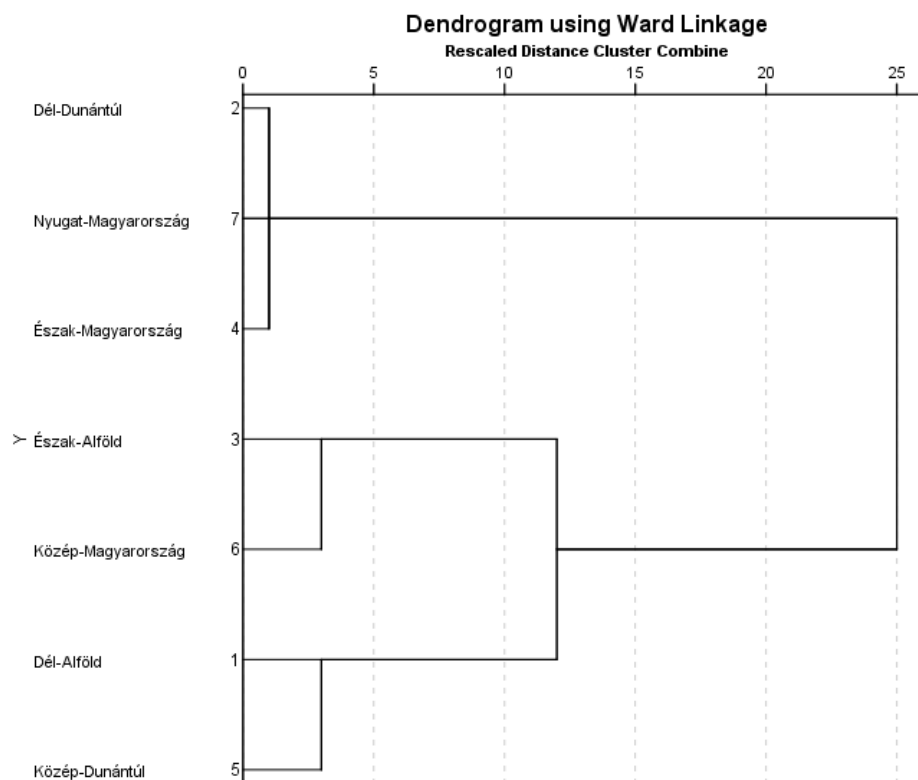
Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.8. A régiókra vonatkozó búzavízlábnyom-típusonkénti klaszterelemzés jégcsapdiagrammja (*Ward módszer*)



Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.9. A régiókra vonatkozó búzavízlábnym-típusonkénti klaszterelemzés dendrogramja (Ward módszer)



Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.10. A vízlábnymértékekhez kapcsolódó kétklaszteres megoldás

**Klasztercentroidok és szórások kétklaszteres megoldás esetén a vízlábnymértékekhez
(Ward módszer)**

Ward Method		A búzatermesztés zöldvíz-lábnyma	A búzatermesztés kékvíz-lábnyma	A búzatermesztés szürkevíz-lábnyma
1	Mean	642,0	473,5	291,5
	N	4	4	4
	Std. Deviation	108,5	55,2	33,8
2	Mean	556,3	300,3	248,6
	N	3	3	3
	Std. Deviation	26,38	25,79	37,7
Total	Mean	605,2	399,2	273,1
	N	7	7	7
	Std. Deviation	90,6	101,5	39,6

Forrás: saját számítás SPSS segítségével

A kétklaszteres megoldásról a fenti táblázat alapján az alábbi eredmények mondhatók el:

- az első klaszter centroidjának koordinátái, amit az átlagok adnak 642,0; 476,5 és 291,5, a második klaszteréi 556,3; 300,3 és 248,6;
- az első klaszterben négy régió, a másodikban három szerepel;
- az első klaszterben lévő régiók a szürke- és a kékvíz-lábnym változók mentén homogénebbek, a második klaszter összességében homogénebb csoport.

M2.11. A régiókra vonatkozó vízjáradékegyüttható-típusonkénti klaszterelemzés különbözőségeken alapuló viszonymátrixa (*Ward módszer*)

Case	Proximity Matrix						
	Squared Euclidean Distance						
	1:Dél-Alföld	2:Dél-Dunántúl	3:Észak-Alföld	4:Észak-Magyarország	5:Közép-Dunántúl	6:Közép-Magyarország	7:Nyugat-Dunántúl
1:Dél-Alföld	0,000	0,066	0,279	0,423	0,055	0,480	0,097
2:Dél-Dunántúl	0,066	0,000	0,247	0,323	0,090	0,288	0,034
3:Észak-Alföld	0,279	0,247	0,000	0,046	0,115	0,138	0,431
4:Észak-Magyarország	0,423	0,323	0,046	0,000	0,190	0,044	0,556
5:Közép-Dunántúl	0,055	0,090	0,115	0,190	0,000	0,260	0,205
6:Közép-Magyarország	0,480	0,288	0,138	0,044	0,260	0,000	0,497
7:Nyugat-Dunántúl	0,097	0,034	0,431	0,556	0,205	0,497	0,000

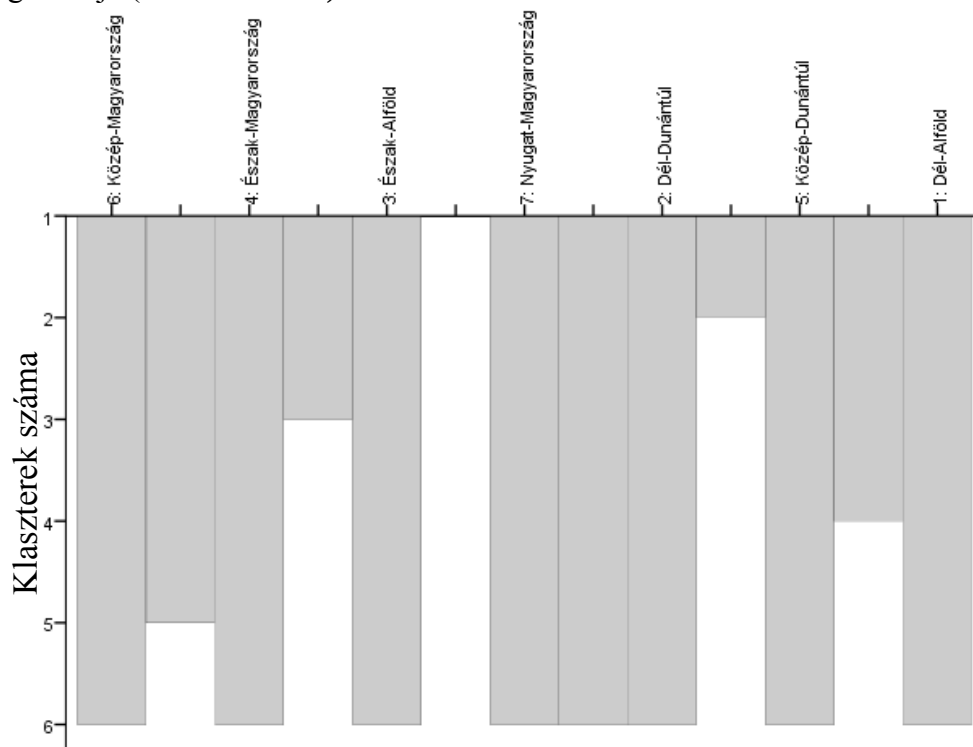
Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.12. A régiókra vonatkozó vízjáradékegyüttható-típusonkénti klaszterelemzés összevonási táblázata (*Ward módszer*)

Stage	Agglomeration Schedule					
	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	2	7	0,017	0	0	5
2	4	6	0,039	0	0	4
3	1	5	0,066	0	0	5
4	3	4	0,121	0	2	6
5	1	2	0,213	3	1	6
6	1	3	0,695	5	4	0

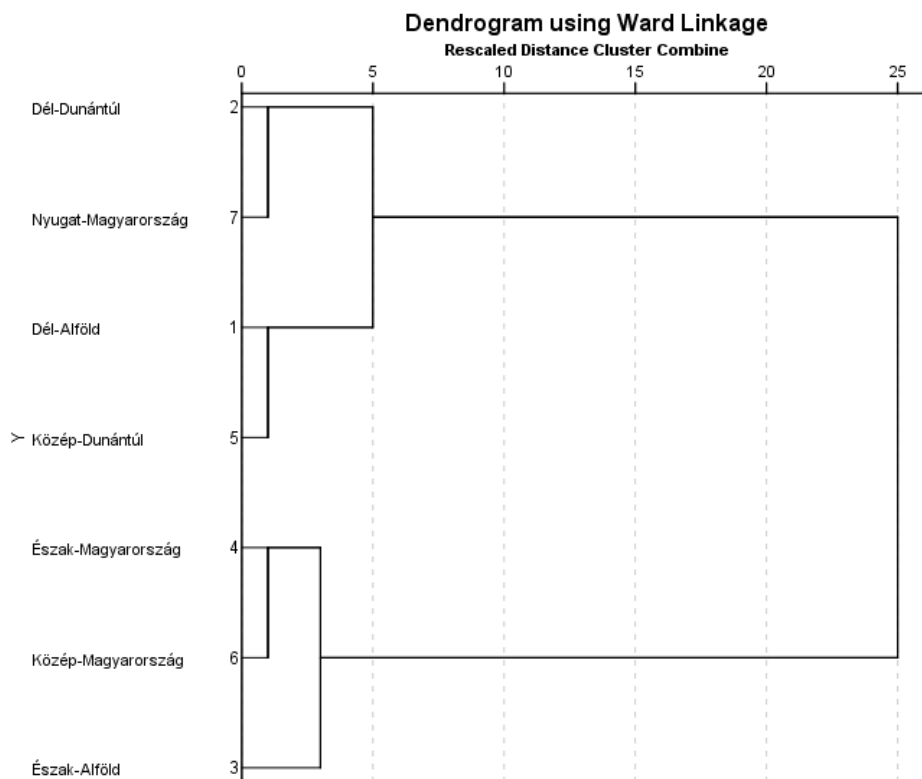
Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.13. A régiókra vonatkozó vízjáradékegyüttható-típusonkénti klaszterelemzés jégcsapdiagrammja (*Ward módszer*)



Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.14. A régiókra vonatkozó vízjáradékegyüttható-típusonkénti klaszterelemzés dendrogramja (*Ward módszer*)



Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.15. A vízjáradék-együtthatóhoz kapcsolódó háromklaszteres megoldás

**Klasztercentroidok és szórások háromklaszteres megoldás esetén vízjáradék-együtthatókhoz
(Ward módszer)**

Ward Method		Zöldvízjáradék-együttható	Kékvízjáradék-együttható	Szürkevízjáradék-együttható
1	Mean	1,065	0,860	1,015
	N	2	2	2
	Std. Dev.	0,077	0,141	0,035
2	Mean	0,820	0,875	0,835
	N	2	2	2
	Std. Dev.	0,084	0,091	0,035
3	Mean	1,063	1,356	1,090
	N	3	3	3
	Std. Dev.	0,049	0,113	0,151
Total	Mean	0,994	1,0771	0,995
	N	7	7	7
	Std. Dev.	0,131	0,278	0,145

Forrás: saját számítás SPSS segítségével

A háromklaszteres megoldás eredményei a fenti táblázat alapján:

- az első klaszter centroidjának koordinátái 1,065; 0,860 és 1,015. A második klaszteréi 0,820; 0,875 és 0,835. A harmadikéi pedig 1,063; 1,356 és 1,090;
- az első klaszterben két, a másodikban szintén két, a harmadikban pedig három régió szerepel;
- mindhárom klaszterben a kékvízjáradék-együttható bontja meg a homogenitást.

M2.16. A régiókra vonatkozó vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei típusonkénti klaszterelemzés különbözőségeken alapuló viszonymátrixa (*Ward módszer*)

Case	Proximity Matrix						
	Squared Euclidean Distance						
	1:Dél-Alföld	2:Dél-Dunántúl	3:Észak-Alföld	4:Észak-Magyarország	5:Közép-Dunántúl	6:Közép-Magyarország	7:Nyugat-Dunántúl
1:Dél-Alföld	0,0	21 948 289 810,0	2 943 351 867,0	18 509 848 146,0	13 142 926 435,0	4 213 120 782,0	9 158 563 161,0
2:Dél-Dunántúl	21 948 289 810,0	0,0	28 513 314 521,0	3 162 465 306,0	18 950 323 025,0	43 093 300 166,0	38 136 286 277,0
3:Észak-Alföld	2 943 351 867,0	28 513 314 521,0	0,0	22 361 893 085,0	6 859 473 516,0	4 464 205 849,0	19 471 932 450,0
4:Észak-Magyarország	18 509 848 146,0	3 162 465 306,0	22 361 893 085,0	0,0	12 501 244 821,0	39 282 451 746,0	41 864 896 373,0
5:Közép-Dunántúl	13 142 926 435,0	18 950 323 025,0	6 859 473 516,0	12 501 244 821,0	0,0	21 933 360 041,0	41 442 062 622,0
6:Közép-Magyarország	4 213 120 782,0	43 093 300 166,0	4 464 205 849,0	39 282 451 746,0	21 933 360 041,0	0,0	9 440 460 307,0
7:Nyugat-Dunántúl	9 158 563 161,0	38 136 286 277,0	19 471 932 450,0	41 864 896 373,0	41 442 062 622,0	9 440 460 307,0	0,0

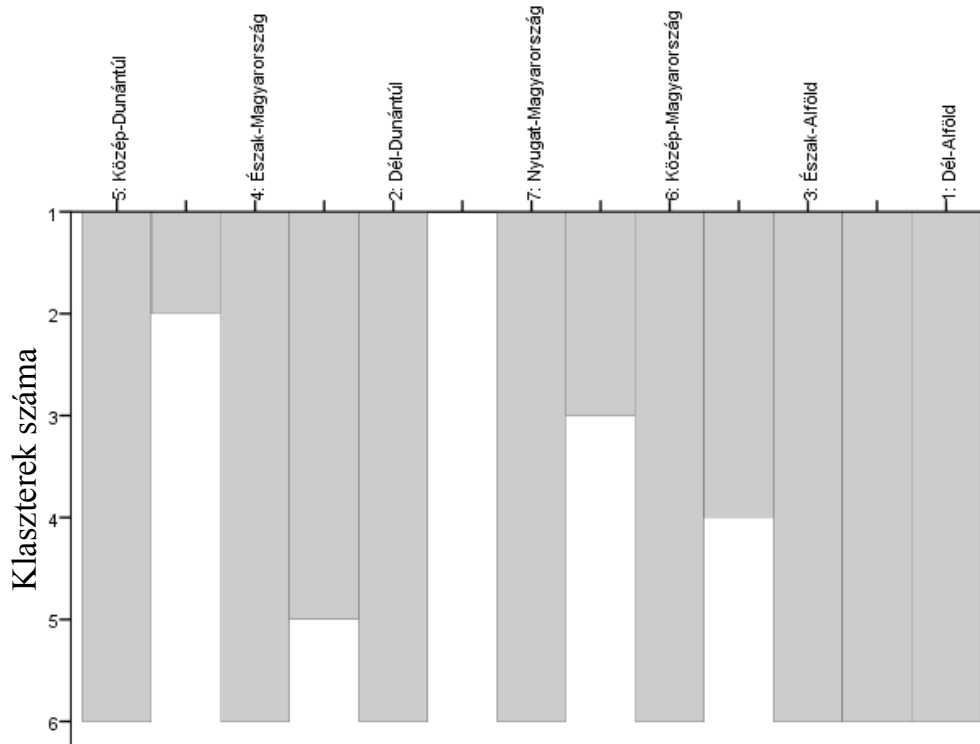
Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.17. A régiókra vonatkozó vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei típusonkénti klaszterelemzés összevonási táblázata (*Ward módszer*)

Agglomeration Schedule						
Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	1	3	1 471 675 933,5	0	0	3
2	2	4	3 052 908 586,5	0	0	5
3	1	6	5 454 792 152,3	1	0	4
4	1	7	14 004 141 257,0	3	0	6
5	2	5	23 960 919 654,6	2	0	6
6	1	2	60 199 110 043,7	4	5	0

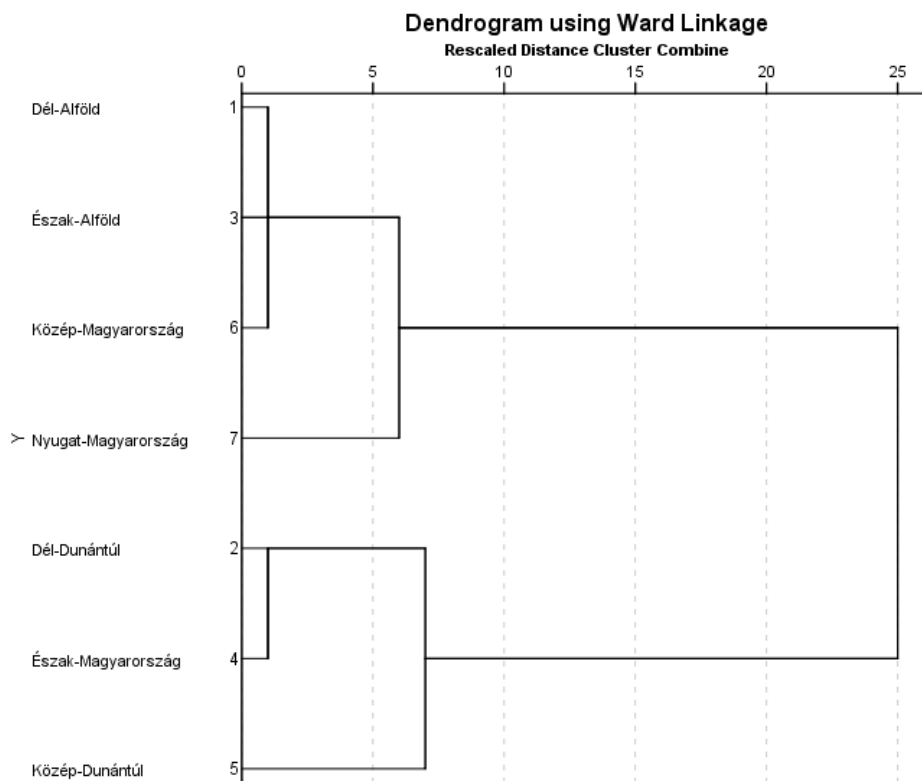
Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.18. A régiókra vonatkozó vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei típusonkénti klaszterelemzés jégcsapdiagrammja (*Ward módszer*)



Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.19. A régiókra vonatkozó vízjáradék-együttható hozzárendelt értékei típusonkénti klaszterelemzés dendrogramja (*Ward módszer*)



Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.20. A vízjáradék-együttható hozzárendelt értékeihez kapcsolódó háromklaszteres megoldás

Klasztercentroidok és szórások háromklaszteres megoldás esetén vízjáradék-együtthatók hozzárendelt értékeihez (Ward módszer)

Ward Method		A zöldvízjáradék- együttható hozzárendelt értéke	A kékvízjáradék- együttható hozzárendelt értéke	A szürkevízjáradék- együttható hozzárendelt értéke
1	Mean	332 596,5	338 081,5	333 098,0
	N	4	4	4
	Std. Dev.	37 884,5	41 384,7	31 512,4
2	Mean	234 511,5	235 918,5	245 010,0
	N	2	2	2
	Std. Dev.	28 354,2	25 064,8	12 207,4
3	Mean	252 591,0	355 590,0	228 068,0
	N	1	1	1
	Std. Dev.	.	.	.
Total	Mean	293 142,8	311 393,2	292 925,7
	N	7	7	7
	Std. Dev.	57 526,4	60 500,1	55 349,9

Forrás: saját számítás SPSS segítségével

A háromklaszteres megoldás eredményei a 23. táblázat alapján:

- az első klaszter centroidjának koordinátái 332 596,5; 338 081,5 és 333 098,0. A második klaszteréi 234 511,5; 235 918,5 és 245 010,0. A harmadikéi pedig 252 591,0; 355 590,0 és 228 068,0;
- az első klaszterben két, a másodikban szintén két, a harmadikban pedig három régió szerepel;
- az első két klaszter viszonylag homogén, a harmadikban csupán egy régió szerepel.

M2.21. A régiókra vonatkozó összesített, típusonkénti klaszterelemzés különbözőségeken alapuló viszonymátrixa (*Ward módszer*)

Proximity Matrix							
Case	Squared Euclidean Distance						
	1:Dél-Alföld	2:Dél-Dunántúl	3:Észak-Alföld	4:Észak-Magyarország	5:Közép-Dunántúl	6:Közép-Magyarország	7:Nyugat-Dunántúl
1:Dél-Alföld	0,0	14,707	9,370	18,712	7,325	14,231	14,701
2:Dél-Dunántúl	14,707	0,000	24,960	13,566	12,187	34,026	13,726
3:Észak-Alföld	9,370	24,960	0,000	11,529	9,587	8,337	28,574
4:Észak-Magyarország	18,712	13,566	11,529	0,000	9,054	24,676	30,973
5:Közép-Dunántúl	7,325	12,187	9,587	9,054	0,000	22,726	24,997
6:Közép-Magyarország	14,231	34,026	8,337	24,676	22,726	0,000	30,037
7:Nyugat-Dunántúl	14,701	13,726	28,574	30,973	24,997	30,037	0,000

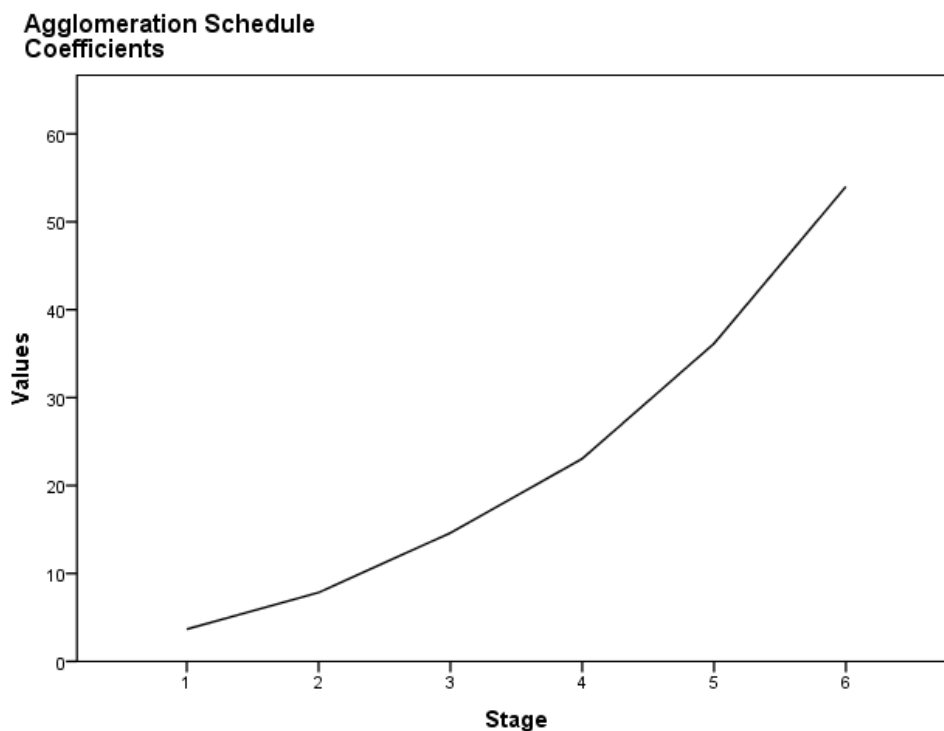
Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.22. A régiókra vonatkozó összesített, típusonkénti klaszterelemzés összevonási táblázata (*Ward módszer*)

Agglomeration Schedule						
Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	1	5	3,663	0	0	4
2	3	6	7,831	0	0	6
3	2	4	14,614	0	0	4
4	1	2	23,056	1	3	5
5	1	7	36,158	4	0	6
6	1	3	54,000	5	2	0

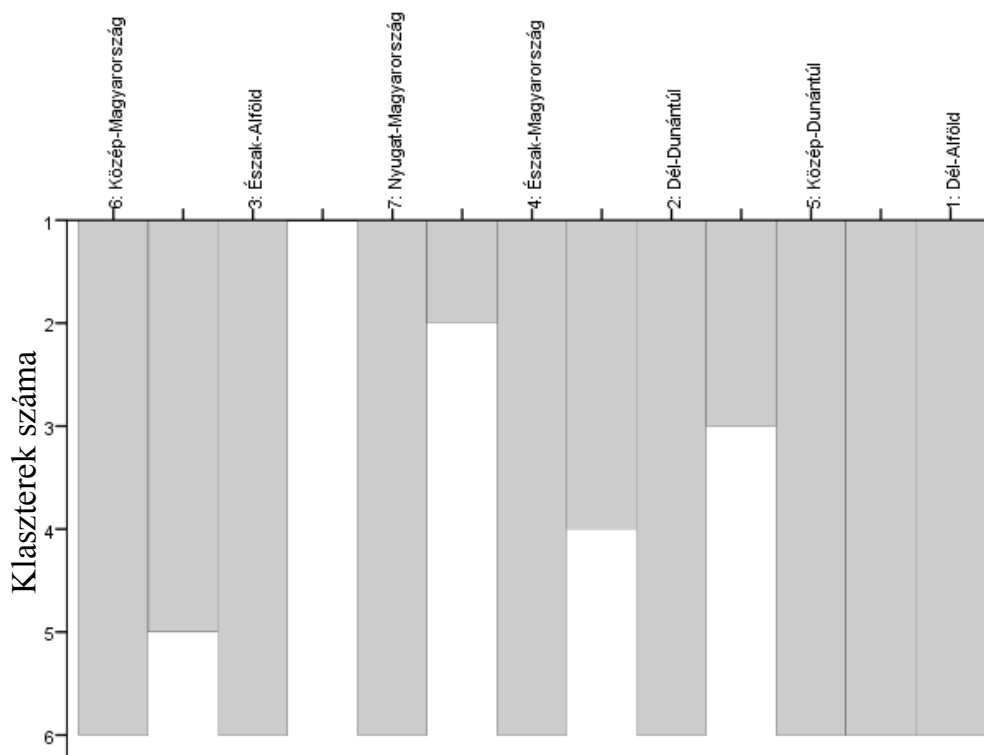
Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.23. A régiókra vonatkozó összesített, típusonkénti klaszterelemzés koefficienseinek ábrázolása az összevonás lépései függvényben (*Ward módszer*)



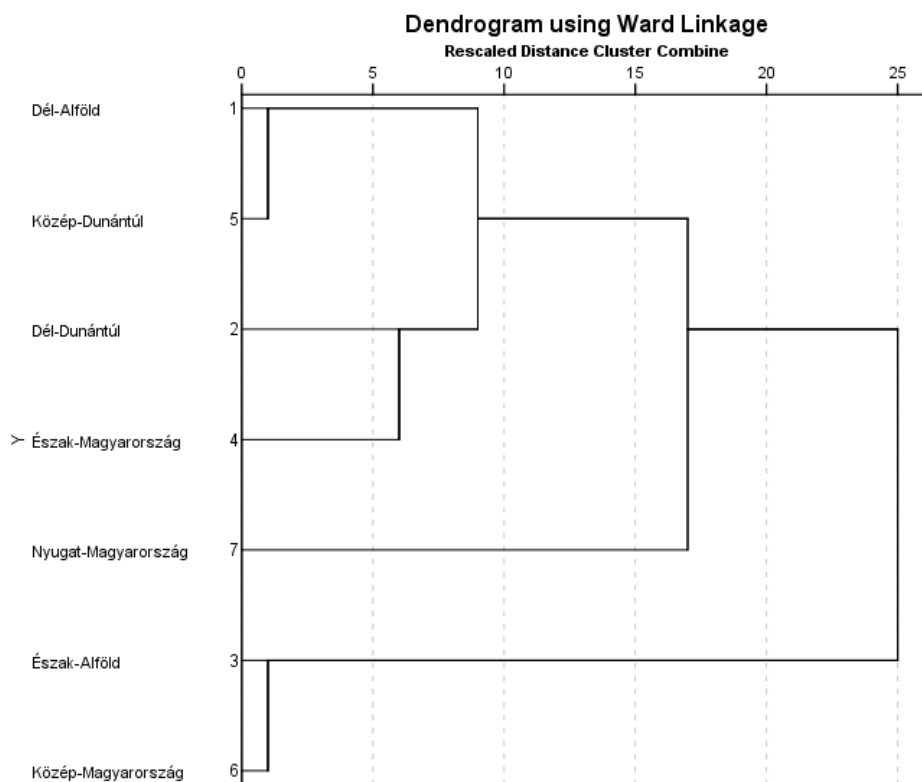
Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.24. A régiókra vonatkozó összesített, típusonkénti klaszterelemzés jégcsapdiagrammja (*Ward módszer*)



Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.25. A régiókra vonatkozó összesített, típusonkénti klaszterelemzés dendrogramja (*Ward módszer*)



Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.26. Klasztercentroidok és szórások kétklaszteres megoldás esetén az összesített, standardizált értékekhez (Ward módszer)

Zscore: $WF_{búza,zöld}$ Zscore: $WF_{búza,kék}$ Zscore: $WF_{búza,szürke}$ Zscore: $VJE_{zöld}$ Zscore: $VJE_{kék}$ Zscore: $VJE_{szürke}$ Zscore: $VEh_{zöld}$ Zscore: $VEh_{kék}$ Zscore: $VEh_{szürke}$
***Ward Method**

Ward Method		Zscore: A búzatermesztés zöldvíz- lábnyoma	Zscore: A búzatermesztés kékvíz- lábnyoma	Zscore: A búzatermesztés szürkevíz- lábnyoma	Zscore: Zöldvízjáradék- együttható	Zscore: Kékvízjáradék- együttható	Zscore: Szürkevízjáradék- együttható	Zscore: A zöldvízjáradék- együttható hozzárendelt értéke	Zscore: A kékvízjáradék- együttható hozzárendelt értéke	Zscore: A szürkevízjáradék- együttható hozzárendelt értéke
1	Mean	-0,532	-0,272	-0,467	-0,124	-0,377	-0,231	-0,208	-0,393	-0,180
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Std. Dev.	0,317	1,053	0,713	1,196	0,893	0,857	1,102	0,906	1,130
2	Mean	1,331	0,681	1,168	0,310	0,944	0,578	0,521	0,984	0,450
	N	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Std. Dev.	0,795	0,508	0,374	0,053	0,558	1,457	0,611	0,018	0,568
Total	Mean	0E-7	0E-7	0E-7	0E-7	0E-7	0E-7	0E-7	0E-7	0E-7
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Std. Dev.	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Forrás: saját számítás SPSS segítségével

M2.27. Klasztercentroidok és szórások háromklaszteres megoldás esetén az összesített, standardizált értékekhez (Ward módszer)

Zscore: WF_{búza,zöld} Zscore: WF_{búza,kék} Zscore: WF_{búza,szürke} Zscore: VJE_{zöld} Zscore: VJE_{kék} Zscore: VJE_{szürke} Zscore: VEH_{zöld} Zscore: VEH_{kék}
Zscore: VEH_{szürke}
***Ward Method**

Ward Method	Zscore: A búzatermesztés zöldvíz- lábnyoma	Zscore: A búzatermesztés kékvíz- lábnyoma	Zscore: A búzatermesztés szürkevíz- lábnyoma	Zscore: Zöldvízjáradék- együttható	Zscore: Kékvízjáradék- együttható	Zscore: Szürkevízjáradék- együttható	Zscore: A zöldvízjáradék- együttható hozzárendelt értéke	Zscore: A kékvízjáradék- együttható hozzárendelt értéke	Zscore: A szürkevízjáradék- együttható hozzárendelt értéke
1 Mean	-0,447	-0,079	-0,375	0,291	-0,232	0,0290	-0,633	-0,383	-0,579
1 N	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1 Std. Dev.	0,292	1,109	0,788	0,870	0,960	0,724	0,647	1,045	0,799
2 Mean	1,331	0,681	1,168	0,310	0,944	0,578	0,521	0,984	0,450
2 N	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2 Std. Dev.	0,795	0,508	0,374	0,053	0,558	1,457	0,611	0,018	0,568
3 Mean	-0,874	-1,046	-0,835	-1,786	-0,959	-1,275	1,489	-0,435	1,416
3 N	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 Std. Dev.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
TotalN	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Std. Dev.	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Forrás: saját számítás SPSS segítségével

A háromklaszteres megoldás eredményei a fenti táblázat alapján:

- az első klaszter centroidjának koordinátái -0,447; -0,079; -0,375; 0,291; -0,232; 0,029; -0,633; -0,383 és -0,579, a második klaszteréi 1,331; 0,681; 1,168; 0,310; 0,944; 0,578; 0,521; 0,984 és 0,450, a harmadikéi -0,874; -1,046; -0,835; -1,786; -0,959; -1,275; 1,489; -0,435 és 1,416;
- az első klaszterben négy, a másodikban kettő, a harmadikban pedig egy régió szerepel;
- az első klaszter esetén a homogenitást a búzatermesztés zöldvíz-lábnyoma (WF_{búza,zöld}) és a búzatermesztés kékvíz-lábnyoma (WF_{búza,kék}) bontja meg, a második klaszterben, csak úgy, mint a kétklaszteres eset második klasztere esetén, a zöldvízjáradék-együttható (VJE_{zöld}), a szürkevízjáradék-együttható (VJE_{szürke}) és a kékvízjáradék-együttható hozzárendelt értéke (VEH_{kék}), a harmadik klaszter pedig egytagú.

M2.28. Klasztercentroidok és szórások négyklaszteres megoldás esetén az összesített, standardizált értékekhez (Ward módszer)

Zscore: WF_{búza,zöld} Zscore: WF_{búza,kék} Zscore: WF_{búza,szürke} Zscore: VJE_{zöld} Zscore: VJE_{kék} Zscore: VJE_{szürke} Zscore: VEH_{zöld} Zscore: VEH_{kék}
Zscore: VEH_{szürke} *Ward Method

Ward Method	Zscore: A búzatermesztés zöldvíz- lábnyoma	Zscore: A búzatermesztés kékvíz- lábnyoma	Zscore: A búzatermesztés szürkevíz- lábnyoma	Zscore: Zöldvízjáradék- együttható	Zscore: Kékvízjáradék- együttható	Zscore: Szürkevízjáradék- együttható	Zscore: A zöldvízjáradék- együttható hozzárendelt értéke	Zscore: A kékvízjáradék- együttható hozzárendelt értéke	Zscore: A szürkevízjáradék- együttható hozzárendelt értéke
1 Mean	-0,521	0,779	-0,243	0,539	-0,780	0,132	-0,247	0,480	-0,293
N	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Std. Dev.	0,483	0,786	0,231	0,593	0,508	0,242	0,646	0,353	1,242
2 Mean	-0,372	-0,938	-0,507	0,043	0,315	-0,073	-1,019	-1,247	-0,865
N	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Std. Dev.	0,038	0,348	1,319	1,294	1,143	1,214	0,492	0,414	0,220
3 Mean	1,331	0,681	1,168	0,310	0,944	0,578	0,521	0,984	0,450
N	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Std. Dev.	0,795	0,508	0,374	0,053	0,558	1,457	0,611	0,018	0,568
4 Mean	-0,874	-1,046	-0,835	-1,786	-0,959	-1,275	1,489	-0,435	1,416
N	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Std. Dev.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
T. Mean	0E-7	0E-7	0E-7	0E-7	0E-7	0E-7	0E-7	0E-7	0E-7
N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Std. Dev.	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Forrás: saját számítás SPSS segítségével

A négyklaszteres megoldás eredményei a 25. táblázat alapján:

- az első klaszter centroidjának koordinátái -0,521; 0,779; -0,243; 0,539; -0,780; 0,132; -0,247; 0,480 és -0,293, a második klaszteréi -0,372; -0,938; -0,507; 0,043; 0,315; -0,073; -1,019; -1,247 és -0,865, a harmadikéi 1,331; 0,681; 1,168; 0,310; 0,944; 0,578; 0,521; 0,984 és 0,450, a negyedikéi -0,874; -1,046; -0,835; -1,786; -0,959; -1,275; 1,489; -0,435 és 1,146;
- az első három klaszterben kettő, a negyedikben pedig egy régió szerepel;
- az első klaszter esetén a homogenitást a szürkevízjáradék-együttható hozzárendelt értéke ($VEh_{szürke}$) bontja meg, a második klaszter viszonylag heterogén, a harmadik klaszterben szintén a zöldvízjáradék-együttható ($VJE_{zöld}$), a szürkevízjáradék-együttható ($VJE_{szürke}$) és a kékvízjáradék-együttható hozzárendelt értéke ($VEh_{kék}$) bontja meg, a negyedik klaszter pedig egytagú.

M3. Ábrák és táblázatok jegyzéke

M3.1. Ábrák jegyzéke

1. ábra: A gazdasági, társadalmi és ökológiai rendszerek egymásba ágyazódása	10
2. ábra: Magyarország elhelyezkedése a Duna vízgyűjtő területén belül a Kárpát-medencében	12
3. ábra: A fizikai és gazdasági vízhiány területeinek sematikus ábrázolása	15
4. ábra: Dokumentált területfoglalások és agroüzemanyag-fejlesztés Afrikában	17
5. ábra: Az ausztrál vízjogok összetételének sematikus ábrázolása	30
6. ábra: A nemzeti vízlábnyom kiszámításának sematikus kerete	33
7. ábra: A különböző fogyasztási kategóriákkal kapcsolatos globális belső és külső vízlábnyom megoszlása, 1996–2005.	33
8. ábra: A mezőgazdaságivízlábnyom-értékek megoszlása a világban, 1996–2005. (mm/év)	50
9. ábra: A fogyasztás globális vízlábnyoma a különféle termékkategóriák kapcsán, 1996–2005. (m ³ /év/fő)	51
10. ábra: Az országonkénti fogyasztás vízlábnyoma, 1996–2005. (m ³ /év/fő)	52
11. ábra: A különböző országok hozzájárulása a globális fogyasztási vízlábnyomhoz	52
12. ábra: Országos virtuális vízmérleg és a virtuális vízáramlások irányai a mezőgazdasági és ipari termékek kapcsán, 1996–2005.	55
13. ábra: Globális vízmegtakarítások a mezőgazdasági termékek nemzetközi kereskedelme kapcsán, 1996–2005.	57
14. ábra: Kék- és zöldvíz-lábnyom sematikus ábrázolása egy vízgyűjtőterület vízmérlege kapcsán	69
15. ábra: Az előállítási folyamatok vízlábnyomai mint az összes többi vízlábnyom alapkőve	70
16. ábra: Egy állati termék ellátási láncán bemutatott közvetlen és közvetett vízhasználat	71
17. ábra: A nemzet vízlábnyoma és a nemzeti fogyasztás vízlábnyoma kapcsolata két nemzet egymás közötti kereskedelmének egyszerűsített példáján keresztül	71
18. ábra: A korrelációs együttható lehetséges értékei	75
19. ábra: A vízjáradék-együttható hozzárendelt értékeinek sematikus, régiónkénti ábrázolása	90
20. ábra: Magyarország nagyrégiói	99

M3.2. Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: A természeti erőforrások osztályozása (részlet)	9
2. táblázat: Növényi, állati és ipari termékekkel kapcsolatos virtuális vízáramlások, 1996–2005. (Mm ³ /év) részlet (V4-ek)	54
3. táblázat: Termékkategóriák nemzetközi virtuális vízáramlása, 1996–2005. (Mm ³ /év), részlet ...	56

4. táblázat: Mezőgazdasági és ipari termékek nemzetközi kereskedelmével kapcsolatos vízmegtakarítások termékenként, 1996–2005. ($\text{Mm}^3/\text{év}$), részlet	59
5. táblázat: Mezőgazdasági és ipari termékek nemzetközi kereskedelmével kapcsolatos nemzeti vízmegtakarítások országonként, 1996–2005. ($\text{Mm}^3/\text{év}$), részlet (V4-ek)	60
6. táblázat: A nemzeti fogyasztás egy főre eső vízlábnyoma termékenként, 1996–2005. ($\text{m}^3/\text{év}/\text{fő}$), részlet (V4-ek).....	61
7. táblázat: A nemzeti fogyasztás egy főre eső vízlábnyoma fő külső és belső fogyasztási kategóriánként, 1996–2005. ($\text{m}^3/\text{év}/\text{fő}$), részlet (V4-ek)	61
8. táblázat: A búza vízlábnyoma és annak alakulása régióként és országosan, 2009.	86
9. táblázat: A búzavízlábnyom-alakulásán alapuló vízjáradék-együttható típusonként és régióként, Magyarország = 1	87
10. táblázat: Egy hektárra felhasznált öntözővíz mennyiségének régiókénti átlaga (m^3/ha) (2004–2012.) a vízfogyasztás átlagos fogyasztói átlagával kiegészítve (Ft/ha)	88
11. táblázat: A vízjáradék-együttható hozzárendelt, korrekciós értékei régióként és típusonként (VEh) (Ft/ha)	89
12. táblázat: Vízlábnyomértékre alapozott és mezőgazdasági célra felhasznált vízérték-számítás és típusai, Magyarország	91
13. táblázat: A vízfogyasztás piaci átlagárán alapuló mezőgazdasági célra felhasznált víz értéke Magyarország egészére nézve	92
14. táblázat: Klasztercentroidok és szórások háromklaszteres megoldás esetén a vízlábnyomértékekhez (Ward módszer)	94
15. táblázat: A vízlábnyomklaszterekre vonatkozó eredmények	95
16. táblázat: Klasztercentroidok és szórások kétklaszteres megoldás esetén vízjáradék-együtthatókhoz (Ward módszer)	96
17. táblázat: A vízjáradék-együttható-klaszterekre vonatkozó eredmények	96
18. táblázat: Klasztercentroidok és szórások kétklaszteres megoldás esetén vízjáradék-együtthatók hozzárendelt értékeihez (Ward módszer)	97
19. táblázat: A vízjáradék-együtthatóhoz hozzárendelt értéke-klaszterekre vonatkozó eredmények	97
20. táblázat: Az összesített-klaszterekre vonatkozó eredmények	98

M3.3. Keretek jegyzéke

1. keret: „Globális piacok: egy, kettő, sok...”	14
2. keret: Az ősiség	25
3. keret: „Zárszó”	31

M3.4. Mátrixok jegyzéke

1. mátrix: A vízerőforrás közgazdasági jellemzőinek elemzése a szakirodalmi feldolgozás alapján	77
2. mátrix: A vízerőforrás makrogazdasági jellemzőinek elemzése a szakirodalmi feldolgozás alapján	79
3. mátrix: A vízlábnyom jellemzőinek elemzése a szakirodalmi feldolgozás alapján.....	82

UTÓSZÓ

Disszertációm ebben a formában azért születhetett meg, mert PhD-képzésem kezdetekor még fátyol fedte szemeimet bizonyos dolgok jelentőségét illetően. A téma kutatásával töltött évek szakmai és személyes fejlődést is hoztak, ezért írom e rendhagyó zárszót.

Ebben a munkában igyekeztem az eredményeimet, következtetéseimet és javaslataimat racionális közgazdászként megtenni. Véleményem szerint méltánytalan és indokolatlan a természeti erőforrásokkal való nyereszkedés. A kutatási éveim alatt nem szálltam alá az erkölcsi, etikai bugyraiba annak, hogy vajon a Természettel szemben vagy a politikai és értelmiségi elittől eltekintve a nemzet többi részével szemben mennyire igazságos egy olyan kereskedelmi rendszer, ahol egy kisebb embercsoport nyereszkedik a többség vízkiszolgáltatottságán és meg győzi kiszolgáltait arról, hogy milyen helyesen cselekszenek. A vízzel való kereskedelem véleményem szerint a jelen állapotra olyan megoldás lehet, mint a rákos daganatra a kemoterápia. El kell jutni a probléma gyökeréig, fel kell kutatni, hogy milyen tényezők együttállása okozta azt, hogy idáig jutottunk. Például népsűrűség (születési és halálozási arány, ki-, be- és elvándorlások, ...), fogyasztási szokások (multik, külföldi termékek, ár-érték arány, minőség, megfizethetőség, elérhetőség, média hatása, intézményi kiszolgáltatottság a közétkeztetésben, hitelezési rendszer kérdése, ...), termelési szokások (a technológiák elérhetősége és ára, exportra vagy hazai fogyasztásra termel, tranzakciós költségek, bizonytalan támogatási és pályázati rendszerek, egyoldalú piaci tisztátalanság, negatív externáliák, K+F+I korlátok, oktatás kérdése, minőség, ...), 'versenyképesség' (KKV-k helyzete, multik, bizalom hiánya, beruházások hiánya, oktatás kérdése, hitelezési rendszer kérdése, nők szerepe, ...), spekulatív tőkeáramlás (spekulatív tőzsdei tranzakciók, kistermelők ellehetetlenítése, külföldi tőkének való kiszolgáltatottság, nemzeti tartozások és kintlévőségek, nemzettudat hiánya, természeti erőforrások jogokon keresztül történő kiszolgáltatása, piaci torzulások, negatív externáliák, ...) és persze mindezek jogi melegágya, az az intézményrendszer, ami hagyja, olykor még támogatja is az ártó tényezők fennállását. Ha ez megvan, akkor tiszta szándékú központi intézkedésekkel fenntartható mederbe kell terelni azokat az összetevőket, amik meghatározzák a vízügyi probléma vagy bármely más probléma fennállását.

Véleményem szerint jelenlegi körülményeinkben torzan nyilvánul meg az egészséges társadalmi berendezkedés. Itt a gazdasági rendszer saját hatáskörén túl képviseli a szabadságot például a szabad kereskedelemmel és szabad versennyel. A gazdaság teljesen kifordul önmagából mivel működtetői nem a testvériességre törekednek. Vitathatatlan, hogy a makrogazdasági intézkedések jellemzően évekkel később hoznak eredményt, és a korlátos modellek pontatlanul vetítik előre a kimenetelét egy-egy döntésnek. Ezek tehát élő kísérletek, súlyosnak tűnő feladatok, az élet azonban, tudjuk, ilyen és ennek tudatában választhatjuk meg pozíciónkat.

Évekkel ezelőtt feltettem a kérdést az egyik tanáromnak itt az egyetemen, hogy közgazdászként mi a véleménye a Butánban akkor és azóta is oly népszerű bruttó hazai boldogság indexről. Ő csak mosolyogva legyintett. És most, évekkel később egy másik tanárom ennek fontosságáról publikál. Érthető, hogy a közgazdasági értelemben vett események és tényezők sokaságát a köröttük álló közgazdászok (ifjak és idősök egyaránt) kizárólag a saját helyükről értékelhetik és szemlélhetik. Ha közel állnak egymáshoz, akkor nagyon hasonlóan láthatják az eseményeket, míg, ha valaki a túloldaltól szemlél, akkor teljesen más képét láthatja ugyan annak a dolognak. A teljes képnek mindig csak egy részét láthatjuk és ezt észben és tiszteletben kell tartanunk.

Sok munka és erőfeszítés volt az a négy kutatással töltött év, melynek eredményeként ez a disszertáció is megszülethetett. Jelentőségét annak ellenére sem kérdőjelezem meg, hogy úgy érzem egy lépést tettem vele a kemoterápia felé. Az eredmények további sorsa nem törvényszerű, csupán lehetőségek halmaza és választások kérdése, méghozzá a szerint, hogy mi az, amit a felhasználásuk vagy fel nem használásuk nyomán tapasztalni kívánunk.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Boldogsággal tölt el, hogy elkészülhetett ez a munka, az általa bejárt és idáig vezető út számomra nagyon értékes. Szeretnék most köszönetet mondani azoknak, akik ezen az úton elkísértek engem és így a kezdetektől fogva egy alig észrevehető, láthatatlan szállal vezettek idáig, örökül hagyva a szakmai és személyes kapcsolat tapasztalását.

Köszönöm Prof. Dr. Szűcs Istvánnak, a doktori iskola alapítójának és legelső vezetőjének és Dr. Fogarassy Csabának, témavezetőmnek a bizalmat, hogy hittek bennem és irányt mutattak nekem.

Köszönöm Bakosné Dr. Böröcz Máriának, Prof. Dr. Csath Magdolnának, Dr. Farkasné Dr. Fekete Máriának és Dr. Takácsné Prof. Dr. György Katalinnak a biztatásokat, amiket egy-egy pillantással vagy beszélgetéssel küldtek felém.

Köszönöm az összes oktatónak és vendégoktatónak, akinek tárgyát vagy előadását lehallgathattam a képzés során, és akikkel kapcsolatba kerültem. Mindegyikőjük vetett olyan magokat, melyek mind szakmailag, mind pedig emberileg fejlődhetnek bennem tovább.

Köszönöm Kamenszki Anita, Dr. Tarr Zsuzsanna, Törökné Hajdú Mónika, Troják Miklósné, Urbánné Dr. Malomsoki Mónika és Dr. Vinogradov Szergej támogatását. Ők hol többször, hol kevesebbszer, de valahogyan találkozhattak olyan oldallal, aminek nem volt elég egy láthatatlan szál. Ekkor kedves határozottsággal karon ragadtak és elvittek engem oda, ahová kellett.

Köszönöm hallgatótársaimnak a segítséget, a támogatást és a tapasztalást. A sok munka mögött sajátos élethelyzetek állnak és ez hol közelebb, hol távolabb sodort bennünket egymástól. Akár így, akár úgy történt mindegyik tapasztalat kölcsönösen építette azt az embert, akivé mostanra lettünk.

Köszönöm a barátnői támogatást Simon Andreának és Klement Livia Írisznek. Bizonyos beszélgetéseink mérföldkövei voltak utamnak.

Legnagyobb köszönet a családomat illeti. Szüleim, Szerelmem és Márk hagyták, hogy eljuthassak idáig, sőt túrték ennek minden kellemes és kellemetlen mivoltát, hogy lehetővé tegyék, hogy az lehessenek, akivé lenni szeretnék. Én azt hiszem ennél nagyobb szeretet nincs is a világon.

A kutatás hullámai hol összezsaptak a fejem felett, hol pedig csendesen sodortak a vágyott cél felé. Az Útnak ezen pontján állva, kezemben tartom azoknak a láthatatlan fonalaknak a sokaságát, amik segítségül szolgáltak az eddigi előrehaladásban. Számomra a legkedvesebb dolog, hogy akár kellemes, akár kellemetlen volt ezeknek a szálaknak a kézhezvétele, már örökre velem marad mind, több lettem velük.