

XXI. SZÁZADI VÍZGAZDÁLKODÁS A TUDOMÁNYOK METSZÉSPONTJÁBAN

II. Víz tudományi Nemzetközi Konferencia

Konferencia kötet

Szarvas, 2019. március 22.

Kiadó:

Szent István Egyetem Agrár- és Gazdaságtudományi Kar
5540 Szarvas, Szabadság út 1-3.
honlap: www.gk.szie.hu

Felelős kiadó:

Dr. Futó Zoltán
egyetemi docens, Szent István Egyetem Agrár- és Gazdaságtudományi
Karának megbízott dékánja

Rácz Istvánné dr.
főiskolai tanár, szakmai vezető EFOP 3.6.1-16-2016-00016 projekt

Szerkesztette:

Dr. Jakab Gusztáv – Csengeri Erzsébet

A kiadvány megjelenését támogatta:

Az **EFOP 3.6.1-16-2016-00016** számú, SZIE Szarvasi Campusának kutatási és képzési profiljának specializálása intelligens szakosodással: mezőgazdasági vízgazdálkodás, hidrokultúrás növénytermesztés, alternatív szántóföldi növénytermesztés, ehhez kapcsolódó precíziós gépkezelés fejlesztése című ESZA által finanszírozott EU projekt.

Nyomda:

Digitális Kalamáris Kiadó és Gyorsnyomda
5540 Szarvas, Fűzfa u. 27.

ISBN 978-963-269-809-0

Szarvas, 2019

A konferencia tudományos és lektori bizottsága:

Rácz Istvánné dr. főiskolai tanár, EFOP szakmai vezető, SZIE AGK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

Prof. Dr. Helyes Lajos egyetemi tanár, intézetigazgató, SZIE MKK Kertészeti Intézet

Dr. Skutai Julianna egyetemi docens, SZIE MKK Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Intézet

Dr. Jakab Gusztáv egyetemi docens, mb intézetigazgató, SZIE AGK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

Dr. Jakabné Dr. Sándor Zsuzsanna tudományos főmunkatárs, NAIK Halászati Kutató Intézet

Dr. Gombos Béla főiskolai docens, SZIE AGK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

Dr. Virág Sándor főiskolai tanár, SZIE AGK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

Dr. Mészáros Miklós főiskolai docens, SZIE AGK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

Dr. Tirczka Imre egyetemi docens - SZIE MKK Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Intézet

Dr. Centeri Csaba egyetemi docens, intézetigazgató, SZIE MKK Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Intézet

Dr. Bodnár Károly főiskolai tanár, SZIE AGK Agrártudományi és Vidékfejlesztési Intézet

Dr. Egri Zoltán főiskolai docens SZIE AGK Agrártudományi és Vidékfejlesztési Intézet

Dr. Grónás Viktor egyetemi docens, SZIE MKK Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Intézet

Tartalomjegyzék

Bányai Gréta - Gulyás Nikolett - Lemmer Balázs – Jákói Zoltán - Hodúr Cecília: Ultrahangos előkezelés hatása az enzimkinetikára	10
Bártfai Z. - Bognár I.-Faust D.-Lágymányosi A. - Tóth L. - Blahunka Z.: Robotok a precíziós mezőgazdaságban	16
Bártfai Zoltán – Kátai László – Szabó István – Gárdonyi Péter - Mezőgazdasági ékszíjhajtások precíziós gépüzemeltetés szempontjából lényeges üzemi paraméterei.....	29
Jákói Zoltán – Berta Adrienn – Papp Viktória – Hodur Cecília – Beszédes Sándor: Mikrohullámú előkezelés alkalmazási lehetőségei a szennyvíz és iszapkezelési eljárásokban	34
Bognár István – Bártfai Zoltán – Szabó István - Blahunka Zoltán Szakaszvezérlés teljesítményoptimalizálása	40
Czellér Krisztina – Tuba Géza – Kovács Györgyi – Sinka Lúcia – Zsembeli József– Percze Attila: A <i>Miscanthus giganteus</i> vízfelhasználási hatékonyságának vizsgálata liziméteres kísérletben	48
Csengeri Erzsébet – Takács Sándor - Csányi Dániel – Barna Sándor – Jakab Gusztáv: Integrált vízgyűjtő modellezés: MIKE SHE	56
Fazekas Ákos Ferenc – Veréb Gábor – Kertész Szabolcs – Beszédes Sándor – Hodur Cecília – László Zsuzsanna: Valós termálvíz nagyhatékonyságú oxidációs eljárásokkal való kezelésének költségbecslése.....	61
Futó Zoltán - Kruppa József - Orosz Szilvia - Bencze Gábor - Ifj. Kruppa József: Gabonaszilázs előállítás lehetőségei kis vízigényű tritikálé fajták alkalmazásával a klímaváltozás tükrében	68
Gombos Béla – Hudák Roland: Csabacsúd község belterületén folytatott nagy területi sűrűségű csapadékmérések tapasztalatai.....	76
Grónás Viktor - Molnár Dániel - Skutai Julianna - Mohari Barbara: Térinformatikai és tájmetriai eljárásokon alapuló módszertan kidolgozása az agrárterületekhez kötődő madárfajok elterjedésének értékelésére	83

Jákói Zoltán - Hodúr Cecília - László Zsuzsanna - Szalay Dóra - Beszédes Sándor: Mikrohullámmal intenzifikált Fenton-eljárás alkalmazása szennyvízkezelésre	84
Kajári Balázs – Bozán Csaba: A belvízelöntések tartósságának elemzési lehetőségei néhány integrált hidrológiai modell összehasonlítása alapján	91
Kardos Máté Krisztián: Víz keretirányelv szerinti fiziko-kémiai minősítés alacsony mintaszám esetén	98
Kerezi György – Kajári Balázs – Túri Norbert – Körösparti János – Bozán Csaba: Vízvisszatartás tervezése belvizes területen UAV légifelvételből készített digitális magassági modell alapján	111
Kertész Szabolcs – Garai Dzszenifer – Apáti-Nagy Petra – Seres Zita – Veréb Gábor – Beszédes Sándor – László Zsuzsanna – Szalay Dóra – Hodúr Cecília: Biológiai- és kétfélcős előkezelések vizsgálata membránszeparációnál	117
Kun Ágnes – Oncsik B. Mária – Szőke Anita – Bozán Csaba: Magas nátrium tartalmú öntözővíz hatása réti talajon kialakuló Al-oldható nátrium akkumuláció intenzitására	123
Lemmer Balázs - Jákói Zoltán – Stefán Márk – Deák József – Hodúr Cecília: Cellulózfermentumok szeparációja membrántechnikával	128
Mészáros Miklós – Virág Sándor: A precíziós öntözés helyzete az európai mezőgazdaságban	134
Molnár András - Módos Rita – Vári Enikő – Kiss Andrea: Az öntözés jövedelmezőségének vizsgálata a főbb szántóföldi növényeknél	140
Molnár Petronella – Nagy László – Hegedűs Szilárd: Magyar és szlovák közfeladatot ellátó vállalatok számviteli elemzése	147
Nagypál Virág - Mikó Edit – Hodúr Cecília: Vízlábnym: egy új szemlélet.....	157
Ördög Dorottya - Jákói Zoltán – Lemmer Balázs - Hodúr Cecília: Cukoroldatok fermentálása	165
Rákóczi Attila – Urbán Klaudia: A Vidékfejlesztési Program öntözésfejlesztési pályázatai és azok Békés megyei jellemzése	171
Ribács Attila: Alga felhasználása a halak takarmányozásában	179

Zakar Mihály - Farkas Dániel Imre - Szabó Anna - Hanczné-Lakatos Erika - Keszthelyi-Szabó Gábor - László Zsuzsanna: A Fenton-reakció és az ózonos előkezelés hatásának vizsgálata modell tejipari szennyvíz membránszűrése során	186
Szalókiné Zima Ildikó: Víz- és tápanyagellátás hatása a kukorica aminosav tartalmára ...	193
Szerencsés Szabolcs Gyula - Veréb Gábor - Beszédes Sándor- Lászlói Zsuzsanna-Hodúr Cecilia - Csanádi József - Kertész Szabolcs: Vibrációs membránszűrés működtetési paramétereinek vizsgálata a szennyvíztisztításban	201
Szőke Anita – Bozán Csaba – Jancsó Mihály – Kolozsvári Ildikó – Bíróné Oncsik Mária – Kun Ágnes: Fenológiai megfigyelések mezőgazdasági eredetű szennyvízzel öntözött alternatív növényeken	207
Szpisják-Gulyás Nikolett - Lemmer Balázs – Czupy Imre – Hodúr Cecilia: Ultraszűrés modellezése.....	213
Tuba Géza – Kiss Judit - Garcia A. Rivera - Czeller Krisztina - Kovács Györgyi - Zsembeli József: A fák és a köztesnövény vízfelhasználási konkurenciájának vizsgálata egy agrárerdészeti rendszer első évében	219
Túri Norbert – Körösparti János – Kerezsi György – Kajári Balázs – Bozán Csaba: Belvízkárokkal érintett területek kiterjedésének felmérése és termés kiesés becslése drónnal készült légifelvételek felhasználásával	225
Virág Sándor – Mészáros Miklós – Csengeri Erzsébet: A Szarvas – Békésszentandrás Holt-Körös öntözési célú hasznosítása.....	231
Minoarimanana Ny Ania - István Waltner: Drought and its effects in Madagascar Rakotoarivony.....	238
Szandra Baklanov - Ágota Horel - Zsófia Bakacsi Eszter Tóth - Györgyi Gelybó - Márton Dencső - Imre Potyó: Investigation of changes in nitrogen cycling processes under different land use types in a small catchment	249
Betim Bresilla - Adam Csorba - Marta Fuchs - Tamas Szegi: Charecteization of hydromorphological features of some kosovo Soils	250
Zita Birkás - Dzszenifer Német - Gábor Balázs - Katalin Fekete - Zoltán Kókai: Sensory quality and chemical composition of different types of sweet pepper (<i>Capsicum annuum</i> L.) hybrids.....	251

Bojana Dabić – Jasna Grabić – Emina Mladenović: Greywater in the service of horticultural crops.....	258
Egri Zoltán – Tímea Győri: Roles of country effect and country group effect in regional health inequality process of Europe and CEE.....	264
Katalin Fekete – Zoltán Pap - Zita Csapó-Birkás – Nour Alhadidi: The effect of mycorrhizal inoculation on inner content and yield in case of tomato, cucumber and potato in soilless systems and on field: A review	273
Jasna Grabić - Bojana Ivošević - Simonida Djurić - Marko Panić - Slobodan Birgermajer - Vasa Radonić: Remote sensing method for assessment of phytoplankton in aquatic environment.....	281
János Grósz – István Waltner– András Sebők – Zoltán Vekerdy: Results of a long-term data analysis for algae migration monitoring.....	287
Hella Fodor – Ádám Csorba – Bendegúz Sas – Tamás Szegi – Erika Michéli: Investigation of soils affected by inland excess water	288
Jafar Al-Omari - Gábor Soma Szerdahelyi - Júlia Radó - Sándor Szoboszlai - István Szabó: Identification of plastic-associated bacterial strains originated from fresh and seawater	289
Gusztáv Jakab: Water management in the Medieval Hungary: legacy and opportunity.....	290
Jovito L. Opeña: Growth and Drought Resistance of <i>Swietenia macrophylla</i> (King) as Affected by Arbuscular Mycorrhizal Fungi.....	291
Lamlile Khumalo – Márk Horváth – György Heltai: Sampling procedure for monitoring processes for the mobility of radioactive elements and potentially toxic elements during the recultivation of the uranium mining deposit No.1 in Mecsek	292
Lyndre Nel: Mapping River Conservation Priority Areas along the berg river, South Africa.....	293
Mohammed Ahmed Mohammed Zein - Abdelmagid Ali Elmobarak: Mapping and Assessment of Sand Dunes by Remote Sensing and GIS in Sufia Project Area, White Nile State, Sudan	294
Dániel Molnár – Julianna Skutai – Viktor Grónás: The monitoring approach of Common Agricultural Policy and the Water Framework Directive.....	295

Maryam Mozafarian Meimandi - Noémi Kappel: Role of grafted vegetables under water stress conditions	302
Németh Dzszenifer – Balázs Gábor – Kappel Noémi: Vitamin C and soluble solid content of different Melon varieties	306
Osama “Moh’d Najeeb” Gazal: Hydro-geological investigation of groundwater aquifers in arid region, Case study of Azraq basin	310
Tibor Terbe - I. Rácz – Boglárka Ágoston – Barbara Schmidt-Szantner: Development pathways of water management in Hungarian hydroponic tomato production	322
Norbert Révész – Flórián Tóth – László Berzi-Nagy – Ferenc Demény – András Rónyai – Dénes Gál – Éva Kerepeczki: Effects of sustainable fish feed on water quality in semi-intensive ponds	329
Sadiq Al Maliki: Data Integration for Modelling of Environmental Impact of Using Brackish Water for Wetlands Restoration. Case Study: Al Hammar Marshland, Southern Iraq.....	336
Saeidi Sahar - Walter István - Centeri Csaba: Application of hydrodynamic and Quality Modeling of water resources	338
Barbara Scmidtne Szantner – Péter Milotay – I. Rácz – Tibor Terbe: Impacts of irrigation and potassium supply on the yield and dry matter content of industrial tomato examined in two different years.....	343
András Sebők – Imre Czinkota – Boglárka Anna Dálnoki – István Waltner – János Grósz: Long-term reduction effects to the extractable soil chemicals	349
Taha Ibrahim: Analysis of Irrigation Efficiency Based on Remote Sensing. Test area: New Halfa scheme, Sudan	356
Terbe Tibor – I. Rácz – Barbara Schmidt-Szantner: Analysing plant monitoring data in hydroponic tomato cultivation	357
Tóth József A.: Bulk Density assessment in relation with Soil Moisture Characteristic ...	365

Tsedekch G. Weldmichael – Lubangakene Denish – Tamás Szegi – Erika Michéli –
Barbara Simon: Soil moisture content is governed by a combination of soil texture and
soil organic matter in selected soils of Hungary 366

VÍZLÁBNYOM: EGY ÚJ SZEMLELET

NAGYPÁL Virág¹ – MIKÓ Edit¹ – HODÚR Cecília²

¹Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Kar

²Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar
miko.joszeffe.jonas.edit@mgk.u-szeged.hu

Bevezetés

A fenntarthatóság a gazdaság, környezet és társadalom egyensúlyát jelenti, ami egy adott szegmenset három alappillére külön-külön vagy együttes értelmezésével közelít meg. Az ENSZ által megfogalmazott fenntartható fejlődési célok közül kettő is vízzel kapcsolatos. A 6. Tiszta víz és alapvető köztisztaság, illetve a 14. mely az óceánok és tengerek védelmére hívja fel a figyelmet (UNIS, 2019). Azonban ezek alakulását befolyásolják a jelenleg tapasztalható szélsőséges időjárási jelenségek, mint például az aszály, belvíz és árvíz mely mind nagy kihívást jelent a mezőgazdaság számára. A növénytermesztés és állattenyésztés termelési kapacitásának növeléséhez alapfeltétel a víz okszerű használata különösen, hogy édesvíz készleteink kimerülőnek látszanak. A magasabb hőmérséklet, kevesebb csapadék, extrém időjárási körülmények mind befolyásolják a víz elérhetőségét, csökkentik az ökoszisztémák vízszolgáltató képességét a társadalom számára. Mindezek alapján tehát kijelenthetjük, hogy víz erőforrásaink fenntartható módon történő kezelése az egyik legnagyobb kihívás a 21. században. A vízlábnyom egy újszerű, átfogó, minden részletre kiterjedő indikátor, melynek megértésével pontosabban értékelhetjük a globális vízfogyasztással és vízhasználattal kapcsolatos problémákat. Ehhez azonban tisztáznunk kell a vízlábnyom és komponenseinek fogalmát, hogy segítségükkel pontosabb elemzéseket végezhessünk, így hatékonyabb vízfogyasztást és vízfelhasználást eredményező megoldásokat dolgozhassunk ki; munkánk célja ennek segítése.

1. Vízlábnyom

Az emberiség vízfogyasztásának megértéséhez Hoekstra és Hung 2002-ben bevezette a vízlábnyom fogalmát (VL), amely mennyiségi és minőségi indikátor egyszerre. Az ötlet a virtuális víz (Allen, 1993) és a környezeti lábnyom (Wackernagel és Rees, 1996) együttes értelmezéséből született. A virtuális víz azt a vízmennyiséget jelenti, amelyet egy termék előállítása során felhasználnak, az ökológiai lábnyom pedig az a terület, ami károsodás nélkül meg tudja termelni az aktuális életvitelünkhöz szükséges javakat (élelem, energia). A vízlábnyom mennyiségi mutató tehát, mivel elemzi a termék előállítás vízfogyasztását a teljes termékláncon keresztül. A vízlábnyom azonban minőségi mutató is, mivel meghatározza azt a vízmennyiséget, ami befogadója lesz vagy asszimilálja a szennyezőanyagokat oly mértékben, hogy azok az adott ökoszisztéma vízminőségi kritériumainak megfeleljenek (Chapagain és Hoekstra, 2004, Mekonnen és Hoekstra, 2011a, b). A vízlábnyom elemzi az édes víz készleteket, emellett hagyományos és behatárolt módon méri a vízkivételt. Egy termék vízlábnyoma a termék előállítása során felhasznált vízmennyiséget jelenti a teljes gyártásiláncon keresztül, így tekinthetjük egy multi dimenziós tényezőnek, ami megmutatja a vízfogyasztás mennyiségét a vízerőforrás alapján és kiterjed a vízszennyezés típusaira

is. A vízlábnyom összes komponense térben és időben is értelmezhető (Hoekstra et al., 2011). Borsato és társai (2018) szerint, a termelési és fogyasztási tevékenységek által keletkezett szennyvíz mennyiségi csökkentése globális kihívás a vízlábnyommal kapcsolatban. Ez egy mennyiségi változás, ami magába foglal egy minőségbeli terhelést is, ami nyomást gyakorol a helyi édesvízkészletek elérhetőségére (Galli et al., 2012; Pfister and Bayer, 2014). Egyre több kutatás vizsgálja a víz - energia - élelmezés összefüggéseit (FAO, 2011). A szemlélet a fenntarthatóság jegyében keres összefüggéseket az élelmiszeripari termékek és azok vízkészletekre vonatkoztatott hatásuk között. Vanham és Bidoglio (2013) és (UNEP, 2012) szerint a vízlábnyom olyan tényező, ami magába foglalja a fogyasztó vagy termelő közvetlen (háztartási vízhasználatát) és a közvetett vízhasználatát (vízszükséglet ipari vagy mezőgazdasági termékek előállításához). Az egyén, egy közösség vagy egy üzlet vízlábnyoma az a teljes édesvízmennyiség, ami termékek előállításához és szolgáltatások biztosításához szükségesek, amit egyének, a közösség vagy egy üzlet/ág fogyasztanak vagy vesznek igénybe. Ahhoz, hogy megfelelő stratégiákat fejleszthessünk a fenntartható vízhasználatra a vízlábnyom zöld, kék és szürke komponenseit részleteiben is elemeznünk kell.

1.1. Kék, zöld és szürke víz

A vízlábnyomot elemző módszerek a kék, a zöld és szürke víz komponenseket veszik sorra (Ridoutt and Pfister, 2010, Hoekstra et al., 2011). A zöld víz a csapadékvíz, ami raktározódik a talajprofilban vagy felhasználják a növények. A kék víz a talajvíz készletből és felszíni vízkészletből (tavak, folyók) kinyert víz. A kék vizet öntözésen keresztül juttathatunk a növényhez. A szürke víz az a vízmennyiség, ami a szennyezőanyagokat befogadja addig a szintig, amíg az megfelel a vízminőségi kritériumoknak (Hoekstra et al., 2011). A vízlábnyomot elemző módszerek egy termék vagy folyamat közvetlen és közvetett vízlábnyomát is számba veszik. A közvetlen vízhasználat a termék előállítás során közvetlenül kerül felhasználásra úgy, mint a csapadékból származó zöld víz vagy az öntözéssel kijuttatott kék víz. A közvetett vízhasználat a műtrágya gyártáshoz, elektromossághoz közvetett módon felhasznált vizet jelenti. A globális vízfogyasztásból megközelítőleg 85 %-ot a mezőgazdaság teszi ki (Shiklomanov, 2000). A zöldvizet ott használjuk ahol keletkezik, csapadék formájában. Rockström és társai (2009) szerint a zöldvíz a telítetlen talajrétegben tárolt víz, ami csapadékkal keletkezik és elérhető a növények számára. A kék víz pedig folyókban, tavakban, vizes élőhelyeken vagy tározókban fellelhető víz. Az öntözéses mezőgazdaság a kék vizet az öntözésből, a zöld vizet a csapadékból nyeri, míg az öntözés nélküli csak a zöld vízből gazdálkodik.

1.2. Kék, zöld és szürke vízlábnyom

A kék vízlábnyom egy termék kékvíz fogyasztása a felszíni és felszín alatti vízforrásokból a teljes termékáron keresztül (Hoekstra et al., 2011). A fogyasztás vonatkozhat a felszínről elpárolgott vízre, olyan vízre, ami előbukkant egy másik vízgyűjtőben vagy termékbe integrálódott. A zöld vízlábnyom a csapadékvizet elemzi, amíg nem kerül elfolyásra a talajban. A szürke vízlábnyom pedig egy olyan vízmennyiség indikátor, ami magába foglalja egy adott víztestet vagy víztömeget elérő

szennyezőanyag terhelést. Oly mennyiségben tartalmazhat kémiai szennyezőanyagokat, hogy az az adott ország vagy régió vízminőségi előírásainak megfeleljen. A legtöbb kutatás a kék vízzel foglalkozik, mivel annak nagyobb a jövedelmezési lehetősége (vízdíj) mint a zöld víznek és csak limitált mennyiségben érhető el. Azonban a zöldvíz felmérés is jelentős lehet, főleg ha belegondolunk, hogy helyettesítheti a kék vizet számos esetben, elsősorban a mezőgazdaságban. Ezt csak az utóbbi időben kezdték kutatni, eddig alárendelt szerepet kapott (Falkenmark, 2003; Rockström, 2001). A legnagyobb zöld vízkészlet felhasználó a világon természetesen a mezőgazdaság, ezért egyre inkább az érdeklődés homlokterébe kerül (Glavan és társai, Willaarts és társai, 2012). A legnagyobb kékvízkészlet felhasználó pedig az öntözéses mezőgazdaság, ezért a későbbi vízlábnyom tanulmányok már együtt értelmezték a kék és a zöld vizet Aldaya et al. (2008), Sonnenberg et al. (2009), Van Oel et al. (2009), Bulsink et al. (2010), Liu and Savenije (2008), and Verma et al. (2009). A szürke vízlábnyom a szennyeződéssel kapcsolatos jellemző mennyiség, így összehasonlítható a vízfogyasztás mennyiségével (Hoekstra and Chapagain, 2008). Az édesvíz felhasználás magába foglalja az elfogyasztott vizet és azt a vizet, ami asszimilálja a szennyezőanyagokat tehát a zöld, a kék és szürke vízlábnyomot is (Mekonnen and Hoekstra, 2011). A legutóbbi kutatások a vízszennyezést a vízhiány egyik fő okaként tartják számon. Egy jelentés felfedte, hogy a vízfogyasztás mellett a szennyezés is meghatározó tényező a vízhiány fokozásában (UNDP, 2006). A szürke víz vizsgálata akkor lehet érdekes, ha szennyvízkezelés után felhasználásra kerül egyéb célokra: pl.: öntözés. Ha sikerül elérni az öntözővíz minőséget csökkenthető a környezetterhelés mértéke. Ha a kezelt szürke víz helyettesítheti a kék vizet nem csak környezeti, de ökonómiai szempontból is fenntarthatóbbá teszi a vízhasználatot.

2. Vízlábnyom elemző módszerek

2.1. Vízlábnyom Hálózat

Hastings és Pegram (2012) szerint a legtöbb kutatás a vízlábnyommal kapcsolatban a térfogat alapú elemzését használja (Water Footprint Network (WFN)/ Vízlábnyom hálózat). Vanham és Bidoglio 2013-ban készített egy elemzést a vízlábnyom indikátor alkalmazhatóságáról az EU28-ra vonatkoztatva ugyanezzel a módszerrel. Megkülönböztették a termelés vízlábnyomát és a fogyasztás vízlábnyomát adott régióra vonatkoztatva az EU 28-ban. A termelés vízlábnyoma a közvetlen és közvetett hazai víz erőforrás használat összegét jelentette, míg a fogyasztás vízlábnyoma a közvetlen és közvetett hazai és külföldi víz erőforrás használat összegét jelentette a hazai fogyasztás alapján. A kettő közötti egyensúlyt a virtuális vízárammal (import és export) határozták meg az ipari és mezőgazdasági termékek kereskedelme alapján. Az EU28 virtuális víz importőr mert több virtuális vizet importál mint amennyit exportál. A mezőgazdasági termékek vízlábnyoma 91%-át képviseli a termelés teljes vízlábnyomának és 89 %-át a fogyasztás teljes vízlábnyomának. Ez a tanulmány értékelte a régiók fenntarthatósági indikátorait környezeti szempontból is úgy, mint a zöld és kék vízhiányt és szennyezettségi szintet. A kék vízhiány indikátort úgy kapták meg, hogy elosztották a termelés kék vízlábnyomát az elérhető vízmennyiséggel a régióban. A zöld vízhiány indikátort úgy kapták meg, hogy elosztották a termelés zöld vízlábnyomát az elérhető vízmennyiséggel a régióban. A szennyezettségi szintet úgy kapták meg, hogy a termelés

összes szürke vízlábnyomát a vízgyűjtőben elosztották a tényleges elfolyással. Ez a tanulmány igazolja, hogy a kék, zöld és szürke komponens is fontos szerepet töltenek be a vízlábnyom hálózat térfogat alapú elemzésében. Az alkalmazásuk lehetővé teszi a mezőgazdasági termékek környezeti fenntarthatóságnak könnyebb megértését.

Borsato és társai 2018-ban tanulmányozták a mezőgazdasági termékek vízfogyasztását a 'nyersanyagtól az asztalig' a vízlábnyom hálózat adatbázisát alapul véve. Ez a tanulmány is igazolta, hogy egy mezőgazdasági termék fenntarthatósága szorosan összefügg a vízerőforrásra kifejtett hatásával.

2.2. Életciklus elemzés

Az életciklus elemzést a Life Cycle Analysis (LCA) társaság fejlesztette ki, ami a vízlábnyom súlyozott megközelítésére utal. (Vanham és Bidoglio, 2013). Az életciklus értékelés az inputok és végtermékek illetve a termelési rendszerek környezeti hatását vizsgálja, elemzi és összegzi az életciklusokon keresztül (IDF, 2017). Az életciklus elemzés azért fontos, mert a környezeti hatás vizsgálatot a teljes terméklánra vonatkoztatja. A vízfogyasztás és degradáció hatását leggyakrabban a vízlábnyom elemzés segítségével értékelik. Az IDF Guide, 2017-ben három fő szinten végzett hatástanulmányt Kounina et al. és Bayart et al. (2010) előtanulmányaira alapozva. A készlet/leltár szintjén a közvetlen és közvetett módon be és kilépő vízerőforrásokat és azok vízhasználatát vizsgálták ahhoz, hogy megállapítsák, hol történik a rendszerben jelentős csökkenés. A felezőpont szintjén indikátorokat elemeztek a víz degradációjának ok-okozati összefüggéseinek megértéséhez. A végpont elemzés során pedig a potenciális indikátorok negatív hatását konkrétan emberi egészségre és az ökoszisztéma minőségére vonatkoztatták. Emellett a víz, fő erőforrásként szolgál számos gazdasági tevékenység számára is. Így a népességnövekedés mellett a gazdasági fejlődés is nagyobb vízfelhasználást eredményez. Azonban regionális szinten a globális vízkivétel legnagyobb része olyan vízgyűjtő területen történik, ahol már eleve nagy a vízhiány. Ridoutt és Pfister (2010a) szerint az emberiség vízlábnyomát megközelítőleg 50 %-kal kellene csökkenteni ahhoz, hogy fenntartható vízhasználatot érhünk el. Így az édesvíz használat környezeti hatásainak elemzése feltétlenül szükséges. Széleskörű kezdeményezések születtek arra, hogy fejlesszék és szabványosítsák azokat az analitikai eszközöket, amik alkalmasak a vízhasználat mérésére helyi és globális szinten. Továbbá ezek a kezdeményezések megcélozzák a vízkészlet gazdálkodás fejlesztését és a termékek és műveletek környezeti hatásainak részletes elemzését. Boulay és társai 2011 szerint, a lakossági vízhasználat által okozott vízhiány alakulását befolyásolja a kivont és visszaeresztett víz mennyisége. Tanulmányukban modellezték a betegségek és alultápláltság hatását az élettartamra vonatkoztatva (elvesztett évek számával). Az úgynevezett AWARE (available water remaining: elérhető megmaradt víz) módszerük a viszonylagos elérhető víz/terület mennyiségi feltárását jelenti mihelyt az emberi és vízi élőhelyek igényei kielégültek (Boulay és társai, 2018). A WULCA (Water Use in Life Cycle Assessment/Vízhasználat az életciklus elemzésben) modellezi a vízhiányos területek vízlábnyomát: a vízfogyasztás hatását az elérhető megmaradt vízre alapozva (AWARE). Akkor beszélünk vízhiányról, ha a halmozott emberi hatások addig csökkentik a vízkészletet vagy rontják a minőségét, míg az már nem képes kielégíteni a természet és társadalom igényeit (UN-Water, 2007). A vízhiány alapvetően szélsőséges

időjárási viszonyokhoz köthető, de néha fokozza az alacsony gazdasági fejlettség is, ami akadályozza a talajvíz kinyerhetőségét vagy az optimális gazdálkodást az elérhető vízmennyiséggel. A folyamatok vízlábnym értékelésénél tehát elengedhetetlen a különböző szinteken végzett hatáselemzések összefüggéseinek megértése. Csak így vonhatunk le valószínűsíthető, helytálló következtetéseket.

2.3. Folyamatok kék, zöld és szürke vízlábnymának kiszámítása

Alapvetően egy előállítási/gyártási folyamat vízlábnymát a felhasznált víz térfogatáramával fejezünk ki. Egy termék előállításához szükséges vízmennyiség kifejezhető víztérfogat/termék egység alapján abban az esetben, ha a termék előállítást különböző termék egységekre bontjuk (Hoekstra és társai 2011).

2.3.1. Folyamatok kék-vízlábnyma

A folyamatokat elemző vízlábnym általános definíciójából következően a folyamatok kék-vízlábnyma ($VL_{\text{fkék}}$) az alábbi összefüggéssel számolható.

$$VL_{\text{folyamat kék}} = \text{Kék víz}_{\text{Evaporáció}} + \text{Kék víz}_{\text{Beépülés}} + \text{Visszaáramoltatott veszteség} \quad [\text{térfogat/idő}]$$

Az első komponens, a kék víz párolgása a legfontosabb. Többféle párolgást kell figyelembe venni úgy, mint: a tárolt víz felszíni párolgása, a víz szállítása, kezelése és gyűjtése során fellépő párolgás. Azonban a többi komponens is jelentős. A kék víz, akár az a része, ami termékbe épül be vagy a része a felhasznált kék víznek, ami nem épül be a termékbe, de nem is kerül vissza ugyanabba a vízgyűjtőbe, esetleg más vízgyűjtőbe kerül.

2.3.2. Folyamatok zöld-vízlábnyma (VLz)

Egy folyamat zöld vízlábnymának kiszámolása akkor fontos, ha a termék növény (lágú vagy fás szárú), mivel ezek csapadékot használják fel, építik be a szervezetükbe evapotranspiráción keresztül.

$$VL_{\text{folyamat szürke}} = \text{Zöld víz}_{\text{Evaporáció}} + \text{Zöld víz}_{\text{Beépülés}} \quad [\text{térfogat/idő}]$$

2.3.3. Folyamatok szürke-vízlábnyma (VLsz)

A szürke vízlábnymot úgy számoljuk ki, hogy elosztjuk a szennyezőanyag terhelést, vagyis a szürkevíz térfogatáramát (L , [tömeg/idő]) a fogadó víztömegben/víztestre vonatkozó, maximális, még elfogadható szennyezőanyag koncentráció c_{max} és a természetes szennyező anyag alapkonzentráció c_{nat} közötti különbséggel. A természetes szennyezőanyag alapkonzentráció arra vonatkozik, ha nincs emberi beavatkozás a vízrendszerbe, vagyis, ha pl. nincs ember által létrehozott kémiai anyag benne akkor értéke 0.

$$VL_{\text{folyamat szürke}} = \frac{L}{c_{\text{max}} - c_{\text{nat}}}$$

Pontszerű vízszennyezés

Amikor a szennyvíz közvetlen a rendszerbe kerül, a terhelés ($VL_{\text{folyamat,szürke}}$) megbecsülhető az víz térfogatárama és a benne lévő kémiai anyag koncentrációjának ismeretében.

$$VL_{\text{folyamat,szürke}} = \frac{L}{c_{\text{max}} - c_{\text{nat}}} = \frac{\text{Effl} \cdot c_{\text{effl}} - \text{Abstr} \cdot c_{\text{act}}}{c_{\text{max}} - c_{\text{nat}}}$$

L: szennyezőanyag terhelés térfogatárama [tömeg/idő]

c_{max}: maximálisan elfogadható szennyezőanyag koncentráció [tömeg/térfogat]

c_{nat}: természetes vagy alap szennyezőanyag koncentráció [tömeg/térfogat]

Effl: effluent: szennyvíz térfogatárama [térfogat/idő]; hígítási tényező: azon esetek száma, ahányszor a szennyvíz hígítva kell, hogy legyen a környező vízzel ahhoz, hogy elérje a maximálisan elfogadható szennyezőanyag koncentráció szintjét

c_{eff}: szennyezőanyag koncentráció a szennyvízben [tömeg/térfogat]

Abstr: absztrakció/kivétel víztérfogatárama [térfogat/idő]

c_{act}: intake felvett víz aktuális szennyezőanyag koncentrációja [tömeg/térfogat]

2.3.4 Egy folyamat teljes vízlábnyoma

Egy növény alapú termék vízlábnyomát a kék, zöld és szürke vízlábnyom összegéből nyerjük.

$$VL_{\text{folyamat}} = VL_{\text{folyamat,kék}} + VL_{\text{folyamat,zöld}} + VL_{\text{folyamat,szürke}}$$

[térfogat/tömeg]

Összefoglalás

Az emberi tevékenység által okozott minőségi és mennyiségi romlás édes víz készleteinkben egyre komolyabb méreteket ölt. A klímaváltozás, szociális helyzet, a vízszivárgás, vízdíj és turizmus mind befolyásolják egy egyén vízfogyasztását. Ha nem vesszük figyelembe a klímaváltozás hatását, akkor is 50 %-kal növekedő populáció élelemtermeléséhez szükséges vízfogyasztásról beszélünk a jövőre nézve (UNDP 2006). Ez fenntartható vízhasználat és vízkészlet gazdálkodás nélkül elképzelhetetlen. Jelenlegi vízkészleteinket meg kell őriznünk az utókor számára legalább olyan állapotban, mint ahogy azt örököltük elődeinktől. A vízlábnyom indikátor bevezetésével pontosabban értékelhetjük az elsődleges termelés és feldolgozás vízfelhasználását. Ha a termelők s feldolgozók meg tudják állapítani, hogy melyek azok a pontok a termelés és feldolgozás során, amik a legnagyobb vízígényűek könnyebben megoldást találnak a hatékonyabb vízgazdálkodásra az egyes műveletek vízhasználatára fókuszálva. A kék, zöld és szürke víz valamint a folyamatok kék, zöld és szürke vízlábnyomának külön-külön történő elemzése pedig átfogó és részletes értékelést tesz lehetővé, így a következtetések és javaslatok is pontosabbak lehetnek a jövő szakemberei számára.

Kulcsszavak: vízhasználat, vízlábnyom, kék víz, zöld víz, szürke víz