

DIPLOMADOLGOZAT

Demeter Norbert

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Kaposvári Campus
Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet
Regionális és környezeti gazdaságtan mesterképzési szak

**Az EU körkörös gazdasághoz fűződő politikájának értékelése
a hazai szennyvíztisztítási ágazat alakulásának tükrében**

Belső konzulens: Kponicsné Dr. Györke Diána
Egyetemi adjunktus

Belső konzulens intézete:
Vidékfejlesztés és
Fenntartható Gazdaság
Intézet

Készítette: Demeter Norbert

Kaposvár
2024

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS.....	5
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
2.1. A körkörös gazdaság története.....	7
2.2. A körkörös gazdasághoz kapcsolódó definíciók és fogalmak.....	8
2.3. Az Európai Unió környezetvédelmi politikája.....	9
2.3.1. A kezdetek	9
2.3.2. Általános elvek.....	10
2.3.3. Vízvédelem és vízgazdálkodás	11
2.3.4. A körforgásos gazdaságról szóló 2018. évi csomag.....	12
2.4. A körkörös gazdaság megközelítése a víz- és szennyvízágazatban	14
2.5. A körkörös gazdasági modell keretrendszere a víz- és szennyvízágazatban.....	18
2.5.1 Csökkentés (reduce)	18
2.5.2. Rekultiváció (eltávolítás) (removal)	19
2.5.3. Újrafelhasználás (reuse).....	20
2.5.4. Újrahasznosítás (recycling).....	20
2.5.5. Visszanyerés (recovery).....	21
2.5.6. Újragondolás (rethink).....	21
2.6. A Szennyvíz felhasználása világszerte	22
2.7. A körkörös gazdaság megközelítése a hazai szennyvízágazatban.....	22
2.7.1. Tisztított szennyvíz újrahasznosítása.....	23
2.7.2. A szennyvíziszapok kezelése és elhelyezése	23
2.8. Magyarország szennyvízelvezetési- és tisztítási helyzete	24
2.8.1. Szennyvíztisztítás hazánkban	25
2.9. Környezet- és Energetikai Hatékonysági Operatív Program (KEHOP 2014-2020).....	25
2.9.1. A szennyvizek okozta környezetterhelések csökkentése, megelőzése a 2000 LE feletti agglomerációkban	26
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	28
4. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK.....	29
4.1. Háztartásokból közcsatornán elvezetett szennyvíz (1000 m3).....	29
4.2. Közcsatornán elvezetett, III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz (1000 m3)	30
4.3. Összes tisztított szennyvíz (mechanikailag tisztított szennyvíz; biológiailag is tisztított szennyvíz; III. tisztítási fokozattal is tisztított szennyvíz).....	32
4.4. Közcsatorna hálózatba bekapcsolt lakások (db).....	35
4.5. Közcsatorna hálózat hossza (km).....	37

4.6. Települési szennyvíztisztítási index (%) (Magyarország 2000-2020).....	39
4.7. Megyei települési szennyvíztisztítási index % (2020)	40
4.8. Európai települési szennyvíztisztítási index (%).....	41
4.9. Magyarországi szennyvíztisztító telepek száma kiépítési kapacitás (LE) szerinti bontásban 2020.....	42
4.10. A KEHOP 2.2. keretösszeg hasznosulása	43
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	45
6. ÖSSZEFOGLALÁS	48
8. TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE	55
9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	56

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A körkörös gazdaságra (circular economy- CE) való átállás az elmúlt években népszerű és fontos kérdéssé vált a környezetgazdálkodásban. A CE koncepció egy globális stratégia, amelyet 2002-ben vezettek be Kínában, mint a nemzeti fejlesztési terv kulcsfontosságú stratégiáját. Az Európai Unió (EU) körforgásos gazdaságra vonatkozó cselekvési terve, egy olyan stratégia, amely az európai polgárok fogyasztási modelljét klímasemleges, fenntartható irányába kívánja változtatni, ami minimálisra csökkenti a környezetre gyakorolt káros hatásokat. Ez a terv főként a hulladék csökkentésére, újrahasznosítására összpontosít (papír, vasfémek, alumínium, üveg, műanyag és fa) (Zhu et al. 2010).

A víz nem csak a bolygó lakóinak életében kulcsfontosságú elem, de nagyon fontos szerepet játszik a gazdaság számos ágazatában, például a mezőgazdaságban, a termelésben, a turizmus és más szolgáltató szektorokban. Mivel rendkívül értékes forrásról van szó, fenntartható módon kell használni. Az emberi tevékenység és a gazdasági fejlődés következtében azonban a globális vízkészletekre hatalmas nyomás nehezedik.

A körkörös gazdaság a szennyvízkezelési szektorban is alkalmazható. Például a szennyvíz visszanyerése és újrafelhasználása kiváló lehetőség a vízkészletek növelésére a környezeti hatások csökkentésével. A technológia a szennyvizet olyan mértékben képes kezelni, hogy akár emberi fogyasztásra is alkalmassá válik. Mivel ez az ötlet a legtöbb ember számára még mindig elfogadhatatlan („yuck-factor”- undor tényező), a visszanyert szennyvíz leggyakoribb felhasználási módjai a mezőgazdasági, ipari, városi, környezetvédelmi vagy rekreációs célokra szolgálnak (Mauchauffee et al. 2012).

Ha azonban nemcsak a víz, mint erőforrás értékére gondolunk, hanem a szennyvizekben található anyagokra is, akkor a körforgásos gazdaság alkalmazási lehetőségei széles skáláját láthatjuk. A tápanyagok és az energia hasznosításán túl, biomolekulák, fémek, szerves és szervetlen vegyületek kinyerése is megoldható. Az erőforrások visszanyerése és újrafelhasználása kulcsfontosságú tényező, amely a nyersanyag-felhasználás csökkenéséhez, a hulladékcsökkentéshez és az energiahatékonyság javításához vezet. Ez az oka annak, hogy a körforgásos gazdaság koncepciója bármely ipari tevékenységben alkalmazható, így a szennyvízkezelési ágazatban is. Az Európai Unióban 27 országból 18 már valamilyen szinten újrahasznosítja a visszanyert szennyvizet. Sőt, sok szennyvíztisztító telep elérte az energia-önellátást, és energiaszükségletének akár 150%-át is megtermeli (Guerra-Rodríguez et al 2020).

Az európai CE -modellre való áttérés miatt a közvélemény tudatossága az egyik legfontosabb hajtóerő egyike, így egyre nagyobb figyelmet fordítanak a társadalom gondolkodásmódjának változására összpontosító intézkedésekre. Ezért új oktatási és promóciós tevékenységeket végeznek a vízvédelem fontosságáról, a közvélemény ismereteinek növelése érdekében. Fontos lenne minél több fogyasztó viselkedésének és szemléletének átformálása, így biztosított lenne a lineáris gazdaságról a körkörös gazdaságra való átállás (Smol et al. 2020).

Célul tűztem ki, hogy a dolgozatomban bemutathassam az Európai Unió környezetvédelmi politikáját, és a körkörös gazdaság jelentőségét, céljait. Ismertetem a körkörös gazdaság magyarországi helyzetét összevetve a külföldi eredményekkel. Továbbá felvázolom a KEHOP keretében megvalósult (2014-2020) szennyvíztisztítással kapcsolatos beruházásokat.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A körkörös gazdaság története

Az ENSZ Éghajlat-változási Keretegyezményére válaszul 196 ország stratégiát dolgozott ki az alacsony szén-dioxid-kibocsátás érdekében. Ezen országok közül Kína több üvegházhatású gázt (ÜHG) bocsát ki évente, mint a világ bármely más országa, ugyanakkor az egy főre jutó szén-dioxid (CO₂) kibocsátása kevesebb, mint Oroszország és az OECD (Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet) országainak 68%-a (http 1). Kína történelme során többször is az egyik leggyorsabban fejlődő gazdasággal rendelkezett. Napjainkban is a legtöbb ipari terméket állítja elő. Ez a növekedési ütem és az ebből adódó környezeti károk, és azok egészségre gyakorolt hatásai, valamint a társadalmi igazságtalanságok problémái, nem csak Kínában, hanem a világ más részein is arra ösztönözte a gazdasági és társadalmi szereplőket, hogy egy stratégiát állítsanak fel egy csökkentett szén-dioxid-kibocsátású termelés irányába. Amelynek szerves részét képezi a körkörös gazdaság koncepciójának alkalmazása is (Wu et al. 2014; Fujii et al. 2016).

A körkörös gazdaság gondolatát már az 1990-es években felvetették Kínában, a természeti erőforrások korlátozottsága miatt (Naustdalslid 2014; Wang et al. 2013; Zhijun & Nailing 2007). A körkörös gazdaság fő célja az anyagáramok újrahasznosítása, valamint a gazdasági növekedés és fejlődés egyensúlyba hozása a környezeti- és természeti erőforrások figyelembevételével (Zhu et al. 2010). Manapság a körkörös gazdaság koncepcióját szélesebb körben alkalmazzák, és világszerte olyan szervezetek, mint az Európai Bizottság és az Ellen MacArthur Alapítvány népszerűsítik (Peck et al. 2015).

Nincs egyértelmű bizonyíték a körkörös gazdaság eredetére vagy létrehozójára, de annyi bizonyos, hogy a közreműködők között volt John Lyle amerikai professzor; tanítványa William McDonough; a német vegyész, Michael Braungart; és az építész és közgazdász, Walter Stahel (Winans et al. 2017).

A CE-koncepciót több mű is inspirálta: Rachel Carson „Néma tavasz” című könyve (Winans et al. 2017), a Római Klub 1970-es évekbeli „Növekedés határai” tézise, a Barbara Ward és Kenneth Boulding által bemutatott „spaceship earth” metaforája, valamint a Herman Daly ökoközgazdász munkája (Naustdalslid 2014). A CE koncepció alapelvei közé tartozik a 3R (reduce-csökkent, reuse-újrahasznál, recycle-újrahasznosít) (Wu et al. 2014) és a '6R' (reuse-újrafelhasználás, recycle-újrahasznosítás, redesign-újratervezés, remanufacture-újragyártás, reduce-redukálás, recover-visszanyerés) fogalmak (Jawahir & Bradley 2016).

A CE-elgondolásával számos más fogalom is megjelenik, mint például az ipari szimbiózis (Chertow & Ehrenfeld 2012; Erkman 1997; Peck et al. 2015), vagy az ököváros elnevezés is egy amely gyors fejlődést mutat például Japánban és Szingapúrban (Dong et al. 2016).

Számos tudományos terület is kapcsolódhat hozzá, mint például az ipari ökológia a rendszerelmélet a termodinamika és az ökológiai közgazdaságtan. (Andersen 2007; Naustdalslid 2014). A rendszerelmélet és a termodinamika szerint a CE elméletének alkalmazása olyan módon befolyásolja a termelési és fogyasztási modelleket, hogy a gazdasági rendszer „növekedési fázisát” okozza, nem pedig „növekedés-orientált fázist” (George et al. 2015; Ghisellini et al. 2016; Rammelt & Crisp 2014).

A CE-koncepció a különböző kulturális, társadalmi és politikai rendszerek fényében eltérően fejlődött (Yu et al. 2015). Németországban az 1990-es évek elején a CE elvét bevezették a környezetvédelmi politikába azzal a céllal, hogy a fenntartható gazdasági növekedés érdekében a nyersanyag- és természeti erőforrás-felhasználással kapcsolatos kérdéseket kezeljék (Geng & Doberstein 2008).

Kínában a CE fogalmát a nyereséges termékfejlesztés, az új technológia fejlesztése, a berendezések korszerűsítése és az ipar irányítása javításának mechanizmusaként használják (Yuan et al. 2006). A CE-koncepciót elsősorban az Egyesült Királyságban, Dániában, Svájcban és Portugáliában alkalmazzák a hulladékgazdálkodás terén (Costa et al. 2010). Egyes CE-vel kapcsolatos kezdeményezések célja a fogyasztók anyaghasználattal és hulladékkal kapcsolatos felelősségének növelése, ami Korea és Japán egyes részein már megvalósult (Prendeville & Sherry 2014). Észak-Amerikában és Európában a vállalatok a körkörös gazdaságot azzal a céllal alkalmazzák, hogy fokozzák a '3R' programokat, valamint termékszintű életciklus-tanulmányokat végezzenek (Hunt et al. 1996).

2.2. A körkörös gazdasághoz kapcsolódó definíciók és fogalmak

A körkörös gazdaság gondolatának két hosszú szála van, az első az anyagok gazdaságon keresztüli áramlására vonatkozik, a második pedig azokra a gazdasági feltételekre, amelyek egy ilyen folyamatot előidézhetnek. Ez a két irányzat a modern környezetvédelmi mozgalom korai napjaira nyúlik vissza, az 1960-as és 1970-es évekre. (Ekins et al. 2020).

A körkörös gazdaság olyan gazdasági modellként definiálható, amely az erőforrások hatékony felhasználását célozza meg a hulladékminimalizálással, a hosszú távú érték megtartással, az elsődleges erőforrások csökkentésével. A CE potenciálisan fenntartható fejlődéshez vezethet, miközben elválasztja a gazdasági növekedést az erőforrások kimerülésének és a környezetromlás negatív következményeitől (Babbitt et al. 2018; Hofmann 2019).

Az újrahasznosítás kezdettől fogva kulcseleme volt a körforgásos gazdaság gondolatának. Ahogy telt az idő, az „R”-ek száma megsokszorozódott. A japán kormány „3R kezdeményezése” (csökkentés, újrafelhasznál, újrahasznosítás) 2004-ből származik. Az Európai Unió hulladékhierarchiája a 2008-as hulladék-keretirányelvben 4R-t tartalmaz (csökkentés, újrafelhasználás, újrahasznosítás, hasznosítás).

2017-re 10 különálló R-t (visszaautasítás, csökkentés, megújulás, újrafelhasznál, megjavítás, felújítás, újragyártás, továbbhasznosítás, újrahasznosítás, visszanyerés) azonosítottak, amelyek hozzájárulnak a körforgáshoz (Ekins et al. 2020).

A legfontosabb, hogy a körforgásos gazdaság felé való elmozdulás célja a szűkös természeti erőforrások kimerülésének lassítása, a nyersanyagok kitermeléséből és feldolgozásából eredő környezeti károk csökkentése, valamint az anyagok feldolgozásából, felhasználásából és élettartamuk végéről származó szennyezés csökkentése. Ennek fő eszköze az erőforrás-felhasználás hatékonyságának és termelékenységeinek növelése, valamint az ártalmatlanított anyagok mennyiségének csökkentése. Ehhez viszont új üzleti modellekre lesz szükség, amelyek az erőforrás-felhasználás egész rendszerre kiterjedő perspektívájának részét képezik, és zárt ellátási láncokat, regeneratív tervezést és fordított logisztikát foglalnak magukban, amelyek meghosszabbítják a termékek élettartamát, ezáltal hosszabb ideig maradnak fenn, tehát életciklusuk tovább tart, így kevesebb anyag kerül hulladékként kibocsátásra. (Ekins et al. 2020).

2.3.Az Európai Unió környezetvédelmi politikája

Az elmúlt két évtizedben az EU a nemzetközi környezetvédelmi politika globális vezetőjévé nőtte ki magát. Az Unió vezető szerepet vállalt a többoldalú környezetvédelmi megállapodások (MEA) előmozdításában, tehát olyan meghatározó ügyek mellett állt ki, mint például az éghajlatváltozás, biodiverzitás, a mérgező hulladékok kereskedelme, a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagok szabályozása, vagy éppen a pari balesetek országhatárokon áttérjedő hatásaihoz fűződő teendők, tanulva a csernobili katasztrófa eseményeiből. Az EU emellett erőfeszítéseket tett a „zöld” nemzetközi kereskedelmi intézmények, például a Kereskedelmi Világszervezet (WTO) felé (Faragó, 2018).

2.3.1. A kezdetek

Sem maga az EU, sem tagállamai nem mindig voltak vezetők a nemzetközi környezetvédelmi politikában. Az 1970-es évek elején a környezetvédelmi kérdésekben még az Egyesült Államok vállalt vezető szerepet, és az ENSZ 1972-es emberi környezetről szóló konferenciáján olyan szerződéseket szorgalmazott, mint az 1973-as egyezmény a veszélyeztetett fajok nemzetközi

kereskedelméről (CITES- Convention on International Trade in Endangered Species) (Kelemen 2011).

Az Egyesült Államok az 1980-as évek közepén ismét vezető szerepről tett tanúbizonyságot, és az ózonréteget lebontó anyagokról szóló 1987-es Montreali Jegyzőkönyv hajtórugójaként működött. Az EU elődje, az Európai Gazdasági Közösség (EGK) akkoriban nem volt jelentős szereplője a nemzetközi környezetpolitikának, de tagállamai az ezen időszakban létrejött egyezmények tagjaivá váltak (pl. 1979-es, határokon átlépő légszennyezésről szóló egyezmény és a Montreali jegyzőkönyv) (Kelemen, 2011).

Az elmúlt két évtizedben azonban az EU vitathatatlanul vezető szereplője a nemzetközi környezetvédelmi politikának. Az EU vezetése nem egyszerűen az Egyesült Államok vagy más államok lemaradó magatartásának eredménye. Kétségtelen, hogy az Egyesült Államok 1970-es és 1980-as években kialakult vezető pozíciója a 90-es és 2000-es években már nem volt jelentős, így az Európai Unió, átlépve korábbi árnyékát, és felnőve e hatalmas feladathoz máig is a legmeghatározóbb szereplője a környezetvédelemnek. A Maastrichti Szerződésben (1993) a környezetpolitika hivatalos uniós politikai terület lett, majd később az Amszterdami Szerződés (1999) elrendelte, hogy a környezetvédelmet be kell építeni minden uniós ágazati politikába a fenntartható fejlődés elősegítése érdekében. Az „éghajlatváltozás elleni küzdelem”, valamint a harmadik országokra vonatkozó célkitűzések a Lisszaboni Szerződés (2009) tartalmazza. A Lisszaboni Szerződés jogi személyiséggel is felruházta az EU-t, ami lehetővé teszi az EU számára, hogy nemzetközi megállapodásokat kössön. Ezek az előrelépések megerősítették az EU globális környezetvédelmi kulcsszerepét, és megnyitották az utat az olyan fontos kezdeményezések előtt, mint az európai zöld megállapodás és az Unió éghajlat változási törvény (http 2).

2.3.2 Általános elvek

Az EU környezetpolitikája az elővigyázatosság és a megelőzés elvén, a környezeti károk forrásuknál történő elhárításának elvén, valamint a „szennyező fizet” elven alapul. Az elővigyázatosság elve olyan kockázatkezelési eszköz, amelyet akkor alkalmaznak, ha a tudomány bizonytalan egy adott intézkedésből vagy politikából fakadó, az emberi egészségre vagy a környezetre gyaníthatóan káros kockázat tekintetében. Például, ha kétely merül fel egy termék esetlegesen káros hatásával kapcsolatban, és ha – objektív tudományos értékelést követően – továbbra is fennáll a bizonytalanság, ezen elv alapján leállítják a termék forgalmazását. Az ilyen intézkedéseknek megkülönböztetéstől mentesnek és arányosnak kell

lenniük és felülvizsgálat tárgyát kell képezniük, amint rendelkezésre áll több tudományos információ.

A „szennyező fizet” elvet a környezetvédelmi felelősségről szóló irányelv hajtja végre, amelynek célja a védett fajok vagy természetes élőhelyek, a víz és a talaj környezeti károsodásának elkerülése vagy orvoslása. Bizonyos foglalkozásokat űző szereplőknek, például akik veszélyes anyagokat szállítanak vagy vizekbe beleengednek különböző anyagokat, megelőző intézkedéseket kell tenniük a környezetet érintő közvetlen veszély esetén. Ha a kár már bekövetkezett, kötelesek intézkedni a helyreállításról, valamint fedezniük kell a költségeket. Az irányelv hatályát háromszor terjesztették ki a nyersanyag-kitermelésből származó hulladék kezelésére, a geológiai tárolóhelyek működtetésére és végül a tengeri olaj- és gázipari tevékenységek biztonságára ([http 2](#)).

2.3.3. Vízvédelem és vízgazdálkodás

A víz olyan korlátozottan rendelkezésre álló forrás, amely védelemre szorul, és amelyet fenntartható módon kell felhasználni. A vízre azonban számos ágazat– például a mezőgazdaság, az ipar, az idegenforgalom, a közlekedés és az energiaipar– hat. A Bizottság 2012-ben közzétette. Az európai vízkészletek megőrzésére irányuló tervet, amely olyan hosszú távú stratégia, amely a hatályos uniós vízügyi politika jobb végrehajtása, a vízügyi politikai célkitűzéseknek egyéb szakpolitikai területekbe való integrálása, valamint a jelenlegi keret hiányosságainak megszüntetése révén kívánja biztosítani, hogy valamennyi jogszerű felhasználás céljára megfelelő minőségű víz álljon rendelkezésre ([http 3](#)).

2.3.3.1. Célkitűzések és eredmények

- Víz-keretirányelv és egyedi támogató víz-irányelvek:

Az Unió *víz keretirányelve* a szárazföldi felszíni vizek, az átmeneti vizek, a parti tengervizek és a felszín alatti vizek védelméről szól. Célja, hogy megakadályozza és csökkentse a szennyezést, elősegítse a fenntartható vízfelhasználást, megóvja és javítsa a vízi környezetet, valamint mérsékelje az árvizek és aszályok hatásait. Az általános cél valamennyi víztest jó környezeti állapotának megvalósítása ([http 3](#)).

- Európai Unió tengerparti politika és tengerpolitika:

A tengervédelmi stratégiáról szóló keretirányelv célja az EU tengervizei jó környezeti állapotának 2020-ig való elérése, védelmének és megőrzésének folytatása, valamint további romlásának megakadályozása volt. Az irányelv a hatályos regionális tengeri egyezményekben

lefektetett földrajzi határokon belül európai tengeri régiókat (a Balti-tenger, az Atlanti-óceán észak-keleti térsége, a Földközi-tenger és a Fekete-tenger) és alrégiókat állapít meg.

A jó környezeti állapot 2020-ig való elérése érdekében minden tagállamnak ökoszisztéma-alapú stratégiákat kellett kialakítania tengervizei vonatkozásában, melyet hatévenként felül kell vizsgálnia (http 3).

- A regionális vizekről szóló nemzetközi megállapodások:

A tengervizek védelmét Európában négy nemzetközi együttműködési struktúra („regionális tengeri egyezmények”) szabályozza, melyek a közös vízterületekkel rendelkező tagállamok és szomszédos országok között jöttek létre. Az Atlanti-óceán észak-keleti körzete tengeri környezetének védelméről szóló, 1992-es OSPAR egyezmény (a korábbi oslói és párizsi egyezmények alapján); a Balti-tenger térségéről szóló, 1992-es Helsinkii egyezmény (HELCOM); a Földközi-tengerrel kapcsolatos 1995-ös barcelonai egyezmény (UNEP-MAP); valamint a Fekete-tengerrel kapcsolatos 1992-es bukaresti egyezmény.

Az EU folyóvizeit olyan nemzetközi egyezmények védik, mint például a határokat átlépő vízfolyások és nemzetközi tavak védelméről és használatáról szóló, 1992. évi egyezmény (Határvízi Egyezmény), a Duna védelméről szóló, 1996. évi egyezmény, az Odera szennyezés elleni védelméről szóló, 1999. évi egyezmény és a Rajna védelméről szóló, 1999. évi egyezmény (http 3).

2.3.4. A körforgásos gazdaságról szóló 2018. évi csomag

A Bizottság 2015. decemberben benyújtotta a körforgásos gazdaságra vonatkozó cselekvési tervet, valamint négy jogalkotási javaslatot: a) a hulladékokról szóló keretirányelv, b) a hulladéklerakókról szóló irányelv, c) a csomagolásról és a csomagolási hulladékról szóló irányelv, valamint d) az elhasznált járművekről, az elemekről és akkumulátorokról, valamint a hulladékelemekről és -akkumulátorokról, továbbá az elektromos és elektronikus berendezések hulladékairól szóló irányelveket.

A négy irányelv [(EU) 2018/849, (EU) 2018/850, (EU) 2018/851 és (EU) 2018/852)] 2018 májusában került elfogadásra, és többek között a következő kulcsfontosságú elemeket foglalják magukban:

- a települési hulladék tekintetében 2035-re 65%-os közös uniós újrafeldolgozási célérték (2025-re 55% és 2030-ra 60%);
- a csomagolási hulladék tekintetében 2030-ra 70%-os közös uniós újrafeldolgozási célérték;

- a hulladéklerakók igénybevételének csökkentésére vonatkozóan kötelezően meghatározott célérték (2035-ra legfeljebb 10%) a települési hulladék tekintetében;
- az elkülönítetten gyűjtött hulladék hulladéklerakókban való elhelyezésének tilalma, amelyhez szükséges 2023-ra a biohulladék, 2025-re pedig a háztartásokban keletkező textil- és veszélyes hulladék elkülönített gyűjtése ([http 9](http://9)).

- A műanyagok körforgásos gazdaságban játszott szerepe:

2018. január 16-án a Bizottság közleményt adott ki a műanyagok körforgásos gazdaságban betöltött szerepével kapcsolatos európai stratégiáról. A stratégia azonosítja a legfontosabb kihívásokat, többek között a műanyag hulladék alacsony újrafelhasználási és újrafeldolgozási arányát, a műanyag gyártásához és égetéséhez kapcsolódó üvegházhatású gáz-kibocsátást, valamint a műanyag hulladék jelenlétét az óceánokban. A Bizottság azt javasolja, hogy 2030-ig valamennyi műanyag csomagolást újrafeldolgozható vagy újrafelhasználható módon kelljen megtervezni. Az EU-ban betiltott termékek közé tartoznak a műanyag evőeszközök (villák, kések, kanalak és evőpálcikák), a műanyag tányérok és szívószálak, valamint az expandált polisztirolból készült étel- és italdobozok, továbbá a fültisztító pálcikák. 2025-től kezdődően a tagállamokban kötelező erejű célkitűzés lesz érvényben arra vonatkozóan, hogy minden PET-palack legalább 25%-ban újra feldolgozott műanyagot tartalmazzon. 2030-ra az összes műanyag palacknak legalább 30%-ban újrahasznosított anyagot kell tartalmaznia.

- A körforgásos gazdaságra vonatkozó új cselekvési terv az európai zöld megállapodás keretében:

A körforgásos gazdaságra vonatkozó új cselekvési tervet, amelynek célja a tisztább és versenyképesebb Európa, 2020. március 11-én tették közzé, és az európai zöld megállapodás, vagyis az EU fenntartható növekedésre vonatkozó új programjának egyik pillére. Az Európai Parlament és a Tanács 2023. július 12-én elfogadta az elemekről szóló új rendeletet. Ez minimálisra csökkenti az akkumulátorágazat környezeti hatását. A Bizottság 2021. november 17-én javaslatot fogadott el a hulladékszállításról, amelyben szigorúbb szabályokat javasolt a hulladékexportra vonatkozóan, hatékonyabb rendszert javasolt a hulladék erőforrásként való áramlására, valamint konkrét intézkedéseket javasolt a hulladékkereskedelem ellen. A Bizottság 2022. november 30-án javaslatot tett a csomagolásról és a csomagolási hulladékról szóló irányelv felülvizsgálatára annak biztosítása érdekében, hogy az EU-ban rendelkezésre álló csomagolás 2030-ig pénzügyileg fenntartható módon újrafelhasználható vagy újrafeldolgozható legyen. A Bizottság emellett elfogadta a bioalapú, biológiailag lebomló és komposztálható műanyagokra vonatkozó szakpolitikai keretről szóló közleményt is ([http 9](http://9)).

2.4. A körkörös gazdaság megközelítése a víz- és szennyvízágazatban

A körforgásos gazdaságra való átállás egyik kulcseleme a fenntarthatóbb gyakorlatok biztosítása az erőforrások és a hulladékgazdálkodás terén. A CE-re való átállásra összpontosító fejlesztési intézkedéseknek az anyagok és hulladékok minden csoportjára kell irányulniuk. Mivel a víz nélkülözhetetlen az emberi élethez és jólétéhez, és jelentős szerepet játszik a fenntartható fejlődésben is, meg kell tenni a víz újrafelhasználásával, valamint a szennyvízből és egyéb vízalapú hulladékokból származó nyersanyagok hasznosításával kapcsolatos intézkedéseket (Smol et al. 2020). A gyakorlatban számos hulladékmegelőzési módszer áll rendelkezésre, és ezeket az úgynevezett 'R'-ként foglalják össze.

Smol és munkatársai (2020) tanulmányukban javaslatot tettek egy új CE modell keretrendszerre a víz- és szennyvízágazatban, amely a következő hat intézkedést ('6R') tartalmazza:

- Csökkentés (reduce): a szennyvízképződés megelőzése elsősorban a vízhasználat és a szennyezés forrásnál történő csökkentésével;
- Rekultiváció (eltávolítás) (removal): hatékony technológiák alkalmazása a szennyező anyagok vízből és szennyvízből történő eltávolítására;
- Újrafelhasználás (reuse): a szennyvíz újrafelhasználása a vízellátás alternatív forrásaként (nem ivóvíz felhasználás);
- Újrahasznosítás (recycling): a szennyvízből származó víz visszanyerése ivóvíz céljára;
- Visszanyerés (recovery): erőforrások, például tápanyagok és energia visszanyerése a vízalapú hulladékból;
- Újragondolás (rethink): újra kell gondolni az erőforrások felhasználásának módját egy fenntartható gazdaság létrehozása érdekében, amely "mentes" a hulladéktól és károsanyag-kibocsátástól.

Munkájuk célja egy modell keretrendszer kidolgozása volt, amely lefedi a körforgásos gazdaság elveinek víz- és szennyvízágazatban való alkalmazásának lehetőségeit. A javasolt CE-modell keretrendszer újdonsága, hogy bemutatja a CE-elvek víz- és szennyvízágazati megvalósításának lehetséges módjait, nagy hangsúlyt fektetve nemcsak a technológiai, hanem a szervezeti és társadalmi változásokra is. A javasolt modell alkalmazása elősegítheti az európai gazdaság további átalakítását a CE-modellre. Ezen túlmenően a jelzett modell jelentős eszköz lehet a víz- és szennyvízágazatban a CE irányába tett helyi vagy regionális előrehaladás értékeléséhez, valamint a további környezetgazdálkodáshoz és tervezéshez (Smol et al. 2020). A víz- és szennyvízgazdálkodás az egyik legnagyobb kihívás a körforgásos gazdaság számára, mivel sokféle iparág függ a víztől (Mauchauffee et al. 2012), és a tiszta vízforrásokhoz való

korlátozott hozzáférés limitálhatja a termelési kapacitást és a nyereséget egyaránt. Ezenkívül a szennyvíz elhelyezése/ártalmatlanítása (amely környezeti károkat okozhat) a vízgazdálkodás velejárója (Kowalewski et al. 2018), mivel a globális édesvíz több mint fele (évente 2212 km^3 : $1,0 \times 10^9$ köbméter [m^3]) szennyvízként kerül a környezetbe kommunális-, ipari- és mezőgazdasági szennyvíz formájában. A globális édesvíz fennmaradó 44%-át (évente 1716 km^3) főként a mezőgazdaság használja fel öntözésre ([http 10](#)). A nem megfelelően tisztított, természetes befogadóba juttatott szennyvíz által okozott környezetszennyezés megelőzése érdekében az Európai Unió (EU) szisztematikus változtatásokat vezet be a vízgazdálkodás fontos elemeinek számító vízalapú hulladékelhelyezési gyakorlat szerkezetében. Európai szinten az Európai Bizottság közös elveken dolgozik annak érdekében, hogy összehangolja a tagállamok erőfeszítéseit az európai vizek mennyiségi és minőségi védelmének javítására, a fenntarthatóbb vízhasználat előmozdítására, a vízi ökoszisztémák és a szárazföldi ökoszisztémák és a vizes élőhelyek közvetlen védelmére. Az intézkedés kiterjedne a határokon átnyúló vízproblémák kezelésére, valamint a közösségi vizek potenciális felhasználásának megőrzésére és fejlesztésére ([http 11](#)).

Az elmúlt évtizedekben a megnövekedett urbanizáció és az éghajlat változás következményeként kialakult vízhiány arra kényszerítette az embereket, hogy lépéseket tegyenek a vízkészletek kiaknázása ellen, elsősorban a vízigény csökkentésén keresztül. Ausztráliában a csökkenő csapadék és a hőmérséklet növekedése miatt egyre szűkebb az édesvíz mennyisége. A víz kulcsfontosságú a Kwinana ipari terület működése szempontjából, amely Nyugat-Ausztrália legnagyobb nehézipari régiója, ahol mintegy 30 vállalat több mint $35.000.000 \text{ m}^3$ édesvizet fogyaszt évente. Az elmúlt évtizedben jelentős előrelépés történt a vízfogyasztás csökkentése, valamint a szennyvízelvezetés javítása érdekében Kwinanában. A fenntartható vízhasználat előmozdításának másik módja a regionális együttműködés megvalósítása. Ezek a víz és az energia melléktermékeinek elkülönítésére, visszanyerésére és újrafelhasználására vonatkoznak más iparágak közvetlen közelében. A Kwinana ipari park a világ vezető példájaként ismert, mint a kb. 50 meglévő vállalt együttműködésének megvalósításával. Van Beers és munkatársai (2008) tanulmányukban bemutatják, hogy akár több lehetőség is lehet a vízfelhasználó vállalatok között. További kutatások folynak e partnerség továbbfejlesztésére Kwinanában, valamint egy célzott és testreszabott eszköztár létrehozására (van Beers et al. 2008).

Ezért további erőfeszítésekre van szükség, amelyek lehetővé teszik a vízkészletekre nehezedő nyomás csökkentését, miközben korlátozzák a szennyvíz előfordulását, és ha ez felmerül, a kezelés leghatékonyabb módszereit alkalmazzák az emberek egészségének és életének-,

valamint a környezet védelme érdekében. Ezenkívül a víz- és szennyvízelvezetés és helyes kezelése a körkörös gazdaság alapját képezi, mivel a különböző minőségű ipari vizek bővelkednek olyan tápanyagokban mint például foszfor vagy a nitrogén, melyek kivonva a szennyvízből újra felhasználhatóvá válnának, a megtisztított vízzel együtt (Smol et al. 2020). Ahhoz, hogy a körkörös gazdasági módszer alkalmazhatóvá váljon ebben az esetben, integrált kezdeményezésekre van szükség. A vízkészletekkel való fenntartható gazdálkodás sok esetben nem elegendő, mert a termelés, a szolgáltatás és a háztartási tevékenység továbbra is nagy mennyiségű szennyvizet termel, amelyet kezelni kell. Ezért kiemelt figyelmet kell fordítani a szennyvízelvezetési gyakorlatra.

Ezért a vízkészletek védelme számos környezetvédelmi tanácskozás fontos témájává vált, és számos dokumentumban és fejlesztési stratégiában szerepel regionális, nemzeti, európai, sőt globális szinten is. A vízzel kapcsolatos kérdések számos aspektusát beépítették a 2015-ben elfogadott Fenntartható Fejlődési Célokba (Sustainable Development Goals: SDGs), mint az SGD2 – az éhezés felszámolása (az élelmezésbiztonság és a jobb táplálkozás elérése, valamint a fenntartható mezőgazdaság előmozdítása), az SDG6 – a tiszta víz és higiénia/közegészségügy (a víz és a higiénia elérhetőségének és fenntartható kezelésének biztosítása mindenki számára), SGD7 – megfizethető és tiszta energia (mindenki számára megfizethető, megbízható, fenntartható és modern energiához való hozzáférés biztosítása), SGD14 – víz alatti élet (az óceánok, tengerek megőrzése és fenntartható használata a fenntartható fejlődés érdekében) (http 12). Európai szinten a vízgazdálkodás az elmúlt 30 évben jelentős változásokon ment keresztül. Az EU-tagállamok jelentős előrelépést értek el az európai édesvíztározók vízminőségének javítása terén, elfogadva az uniós jogszabályokat, különösen a vízügyi keretirányelvet (http 11), a települési szennyvíz kezeléséről - (http 13) és az ivóvízről szóló irányelvet (http 14). Ezek a kulcsfontosságú jogi lépések képezik az EU azon kötelezettségvállalásának alapját, hogy javítsák Európában a vizek állapotát. Az egyik előrelépés, hogy az elmúlt négy évtizedben jelentősen javult a vízminőség az európai édesvízi és tengerparti fürdőhelyeken. 2017-ben az EU 13 országában több mint 21.500 fürdőhelyet ellenőriztek, ezek 85%-a megfelelt a víz kiváló állapotát megerősítő legszigorúbb előírásoknak. A fürdőzés és szennyvíz minőségére vonatkozó uniós jogszabályokban foglalt rendelkezéseknek köszönhetően az uniós tagállamoknak sikerült megoldaniuk az emberi egészségre és a vízi ökoszisztémára veszélyt jelentő szennyvizek vagy mezőgazdasági területekről származó vizek által okozott szennyezésének problémáját. Ennek ellenére azonban sok európai vízkészlet általános állapota még mindig bizonytalan. Jelenleg az EU megújuló édesvízkészlete évi 2 billió m³-re tehető (Smol et al. 2020).

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (European Environmental Agency: EEA) Water Europe legfrissebb jelentése szerint az európai tavak, folyók, folyótorkolatok és part menti vizek túlnyomó többségének problémái vannak az EU-ban meghatározott minimum jó ökológiai állapotra vonatkozó uniós cél elérésével, vagyis az EU vízügyi keretirányelv megvalósításával. Az EU politikájának célja a szennyezés, a túlzott vízkivétel és egyéb, a vízre nehezedő tényezők negatív hatásainak jelentős csökkentése, valamint a megfelelő mennyiségű jó vízminőség biztosítása mind az emberek, mind a környezet számára ([http 15](#)).

A fejlesztési intézkedések a szennyvízkezelésre is összpontosítottak. Az elmúlt években a szennyvízkezelés, valamint a nitrogén (N) és foszfor (P) mezőgazdasági felhasználásának csökkentése a vízminőség jelentős javulását eredményezte.

Fontos kiemelni, hogy az Európai Bizottság igyekszik európai szinten harmonizálni a tagországok helyzetét, hogy az egyes országokban, sőt régiókban ne legyenek eltérések a vízkészletek helyes használatában. Például Lengyelországban a 2014–2020 közötti időszak pénzügyi perspektívájában számos lehetőség kínálkozik a víz- és szennyvízágazati beruházások finanszírozására. Ezen túlmenően a kevésbé fejlett régiók (főleg vidéki közösségek) megnövelt támogatásban részesültek, ami lehetővé teszi, hogy a régió víz- és szennyvízgazdálkodási helyzetét más, fejlettebb régiókhoz igazítsák, hogy ezzel is támogassák a felzárkózást a többi uniós országhoz. Az Európai Bizottság (EB) a körforgásos gazdaságra való átállás egyik elemeként hangsúlyozza a fenntartható víz- és szennyvízgazdálkodás fontosságát. Az Európai Bizottság első közleménye a CE-ről szorosan kapcsolódik a hulladékgazdálkodáshoz, mivel a „zéró hulladék” stratégiára összpontosít. A fenntartható erőforrás-gazdálkodás magában foglalja a hulladék, a víz, az energia és a nyersanyagok kölcsönhatásait. Vagyis olyan intézkedésekre kell javaslatot tenni, amelyek a vízgazdálkodásban, de a vízbázisú hulladék kezelésében is, a benne előforduló nyersanyagok és energia visszanyerése tesznek kísérletet. Az EB arra is rámutatott, hogy a víz- és szennyvízágazatban keletkező hulladék, mint szennyvíz, szennyvíziszap vagy szennyvíziszap hamu, a biogén nyersanyagok fontos forrása ([http 16](#)).

Az egyik legfontosabb biogén nyersanyag a foszfor, amely korlátozott forrásként áll rendelkezésre, így ennek, mint nyersanyagnak nagy gazdasági és stratégiai jelentősége van. Európa nagyon korlátozott mennyiségben rendelkezik csak elsődleges foszfor forrásokkal, és külső behozatalra szorul (88%-ban a foszfát és 100%-ban a foszfor esetében). Ezért az Európai Bizottság fontolóra vette a foszforra vonatkozó szakpolitikai keret kidolgozását: az újrahazsnosítás fokozása, az innováció előmozdítása, a piaci feltételek javítása és a fenntartható használat általános érvényesítése érdekében (Smol et al. 2016).

Az Európai Bizottság 2015-ben 54 intézkedést javasolt, köztük a víz- és szennyvízágazattal kapcsolatos kezdeményezéseket. A vízhiány az EU egyes részein a korábbi évtizedekben súlyosbodott, és káros hatással volt az európai környezetre és gazdaságra, ezért a másodlagos nyersanyagok piacának fellendítése és a víz újrafelhasználása- és a tisztított szennyvíz biztonságos és költséghatékony körülmények között történő tárolása javasolt. Valamint a jövőben a körkörös gazdasági mutatók listáját ki kell terjeszteni a szennyvízből, szennyvíziszapból, szennyvíziszap-hamuból és egyéb vízbázisú hulladékból származó nyersanyagok- és az energia hasznosításával kapcsolatos kérdésekre ([http 17](http://17)).

A fentiek alapján megállapítható, hogy a víz kritikus szerepet játszik abban, hogy a világ a lineáris erőforrás-felhasználásról a körkörös felhasználásra térjen át. A vízzel kapcsolatos kérdések beépülnek a CE-modellbe, mivel a víz anyag- és energiahordozó is. Ezért fontos a víz újrafelhasználására vagy az erőforrások és az energia víz- és szennyvízgazdálkodásban történő visszanyerésére összpontosító technológiák kifejlesztésére és bevezetésére a „tápanyag-energia-víz” paradigmával (‘nutrients- energy- water’) összhangban (Smol et al. 2020).

2.5. A körkörös gazdasági modell keretrendszere a víz- és szennyvízágazatban

Az európai gazdaság CE-modelljére történő átalakításához fenntarthatóbb erőforrás- és hulladékgazdálkodási gyakorlatokat kell biztosítani ([http 17](http://17)). Ez vonatkozik a víz- és szennyvízágazatra is, és annak alapvető elemeire – vízre, szennyvízre, szennyvíziszapra, szennyvíziszap hamura és egyéb maradványokra. A gyakorlatban már alkalmaznak bizonyos módszereket (xR technikák) a CE-elvek megvalósításához a víz- és szennyvízágazatban (Smol et al. 2020).

2.5.1 Csökkentés (reduce)

A csökkentés az első lehetőség a bemutatott koncepcióban, és a legjobb módja a környezet minőségének megőrzésében. A szennyvízképződés megelőzésének első eleme a vízfelhasználás és a szennyezés forrásnál történő csökkentés. Jelenleg az összes hozzáférhető vízforrás több mint felét emberi tevékenység használja fel. A teljes vízfelhasználás 90%-a ipari célokra, kevesebb, mint 10%-a háztartási célra hasznosul. A háztartások a legkisebb vízfogyasztók, azonban nagy potenciális hatásuk van, mivel olyan stratégiákkal kísérletezhetnek, amelyek az otthonokon kívül is megvalósíthatóvá válhatnak, segítve ezzel a víztakarékossági szokások kialakítását. A háztartási vízfelhasználás a legnagyobb mértékben növekvő ágazat (az elkövetkező 25 évben 80%-kal is emelkedhet), egyfajta próbaterepe a

mezőgazdaságban és az iparban a vízhasználat csökkentéséhez szükséges stratégiák és társadalmi magatartások kidolgozásában. A vízfelhasználás csökkentésének számos előnye van, mint például az egyéni kiadások csökkenése, a vízellátó rendszerek és létesítmények bővítésének redukálása, költséges szennyvíztisztító telepek iránti igény csökkenése, valamint a víz rendelkezésre állásának javítása más felhasználásra és célra (Gutierrez-Escolar et al. 2014). Előrelépést jelenthet, ha az emberek otthoni környezettudatos attitűdjeit és környezeti magatartását átültetik a munkahelyekre is. Szükségszerű lenne felhívni az emberek figyelmét a változtatások fontosságára az élet minden területén, a háztartásokban és a munkahelyeken egyaránt. A társadalom egyre inkább környezettudatosává válik, és feltételezhető, hogy a „zero waste” kezdeményezések hatására az emberek a közeljövőben megpróbálnak valamilyen változást bevezetni a háztartásukban és a munkahelyeiken (Silva et al. 2017).

2.5.2. Rekultiváció (eltávolítás) (removal)

A rekultiváció a szennyvízből származó szennyezőanyagok eltávolításának módszere, amelyre már rendkívül hatékony technikák állnak rendelkezésre (dos Santos et al. 2018). A szennyvizet a lehető legtöbb városban és településen tisztítják, amelynek biztonságos elhelyezése, vagy kijuttatása a környezetbe megkívánja a hulladékkezelési előírások betartását. Az EU szabályozás és a nemzeti törvények értelmében a szennyvíz tisztítása kötelező. A kezeletlen szennyvíz víztestekbe való kibocsátása eutrofizációhoz-, egészségügyi kockázatokhoz- és ÜHG kibocsátásához vezet dinitrogén-oxid és metán formájában. Ezenkívül a tisztított szennyvizet szükség esetén újra fel kell használni (Salgot & Folch, 2018).

A tisztított szennyvíz újrafelhasználásához a veszélyes anyagok és szennyeződések, például mikrobiális kórokozók, részecskék, tápanyagok, toxikus szerves vegyületek és egyéb anyagok lebontása vagy eltávolítása szükséges. Számos olyan tisztítási lehetőség létezik, amelyek a különböző szennyvíztípusok (ipari, kommunális) miatt eltérnek egymástól, ebből fakadóan különböző tisztítási módszereket igényelnek. Biológiai, fizikai, kémiai és e módszerek kombinációját alkalmazzák a szennyvíztisztító telepeken a meghatározott vízminőségi célkitűzések teljesítése érdekében. Az európai szennyvíztisztító telepeken a terhelés 3,1%-át elsődleges -, 28,5%-át másodlagos - és 68,4%-át harmadlagos szinten kezelik (Smol & Włodarczyk, 2017).

Az elsődleges tisztítás a kezdeti (fizikai és kémiai) tisztítási folyamatokhoz kapcsolódik, a másodlagos kezelés a szennyvíz biológiai tisztításával foglalkozik, a harmadlagos tisztítási folyamatokban pedig a (elsődleges és másodlagos folyamatokban már kezelt) szennyvizet jó minőségű vízzé alakítják, amely így már különböző típusú célokra használható (ivóvíz vagy

ipari) fel. A harmadlagos folyamat során a szennyeződések közel 100%-át eltávolítják, és a vizet a meghatározott felhasználáshoz igazítva biztonságos minőségűvé alakítják (Gupta et al. 2012). A tisztított szennyvíz alternatív vízforrást jelent, ami rendkívül fontos azokon a területeken, ahol kevés a víz. Ezen túlmenően, az öntözéstől az ipari célokra át az ivóvízellátásig a megfelelő minőségű szennyvíz pótolhatja a vízkészletet, és csökkentheti a rendelkezésre állás/kereslet közötti különbséget (Voulvoulis, 2018).

2.5.3. Újrafelhasználás (reuse)

A tisztított szennyvíz alternatív vízellátási forrásként történő újrafelhasználása jól ismert és beépült a nemzetközi, uniós és nemzeti stratégiákba. Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Vízügyi Célja (SDG 6) kifejezetten a biztonságos újrafelhasználás jelentős növelését tűzi ki célul világszerte 2030-ig ([http 18](#)). Ezenkívül a víz újrafelhasználása kiemelt terület a vízügyi európai innovációs partnerség stratégiai végrehajtási tervében, a víz újrafelhasználásának maximalizálása pedig az „Európa vízkészleteinek védelmét szolgáló terv” című közlemény konkrét célkitűzése ([http 19](#)).

A víz újrafelhasználása jelentős potenciált jelenthet új zöld munkahelyek létrehozásában a vízzel kapcsolatos iparban (becslések szerint a vízipar növekedési ütemének 1%-os növekedése az EU-ban akár 20 ezer új munkahely megteremtését is vonhatja maga után). A szennyvíz újrahasznosítható például az úgynevezett „szürke víz” (háztartások mosogató- és fürdő vizéből) formájában, amelyet öntözésre használhatnak fel. A „fekete víz” hagyományosan az elsődleges vagy másodlagos szennyvízkezelési eljárás (pl. szűrés vagy fertőtlenítés) után öntözésre használható. Az így tisztított szennyvíz 100%-ban újrahasznosítható, és felhasználható golfpályák, temetők, parkok és egyéb terepek öntözésére. Egy másik példa a víz újrafelhasználására a csapadékvíz-elvezető rendszerekből összegyűjtött esővíz felhasználása (Gupta et al. 2012).

2.5.4. Újrahasznosítás (recycling)

A víz-újrahasznosítás a szennyvízből származó víz visszanyerésén alapul, amely során iható víz előállítása valósítható meg. Bár az újrahasznosítás segít az erőforrások megőrzésében és a hulladék csökkentésében, meg kell jegyezni, hogy a szennyvízgyűjtés és -újrahasznosítás magas gazdasági és környezetvédelmi költségekkel jár. Ezért gazdasági szempontból az újrahasznosítás csak olyan minőségű szennyvíz esetében megfontolandó, amelynél a már fentebb bemutatott csökkentés vagy újra felhasználás nem lehetséges (Sala & Serra, 2004). A víz -újrahasznosítás során a szennyező anyagok eltávolítására magas effektív technológiákat kell alkalmazni, például a membrán szűrő technikát (nanofiltration- NF), a fordított ozmózist

(reverse osmosis- RO) vagy a természetes ozmózist (forward osmosis- FO). Membránszűrési technológiát alkalmaztak a pálmaolaj -malom szennyvizének újrahasznosításához. A membrán technológia nagy potenciált mutat a környezeti problémák kiküszöbölésére, és emellett egy alternatív kezelési rendszert jelenthet a víz újrahasznosítására. Az így kezelt víz olyan kiváló minőségű és kristálytisza, amely felhasználható ivóvízként vagy a kazánok vízforrásaként (Ahmad et al. 2003).

2.5.5. Viisszanyerés (recovery)

Az anyagok visszanyerése szennyvízből jelentős potenciállal rendelkezik a körkörös megközelítések támogatására, mivel a szennyvízre úgy is tekinthetünk, mint potenciális erőforrás hordozó, hiszen szervesen (nitrogént, foszfort)- és szerves tápanyagokat tartalmaz. Emellett kinyerhető még biogáz, biopolimer, hő, cellulóz, vagy akár nehézfémek is. Az egyik legfontosabb elem a foszfor, amelyet vissza lehet nyerni a szennyvíz üledékes folyadékából vagy a dehidrált (víztelenített) szennyvíziszapból. A szennyvíziszap komposztként is kijuttatható, például a városi mezőgazdaságban és az ökológiai gazdálkodásban, de kertekben, tereprendezésben vagy kertészetben is. Itt fontos megemlíteni, hogy a szennyvíziszap gazdag a mikro- és makroelemekben, de tartalmazhat mérgező vegyületeket és patogén mikroorganizmusokat is. Ezért a szennyvíziszap kezelése elengedhetetlen (Krüger et al. 2016).

2.5.6. Újragondolás (rethink)

Az újragondolás az utolsó, de egyben a legfontosabb eleme a körforgásos gazdasági modellben, amely megköveteli a víz- és a szennyvíz minden értékláncának átfogó átgondolását az összes korábban említett xR elemeire. A CE teljes koncepciója arról szól, hogy újragondolja az erőforrásokat a fenntartható gazdaság megteremtéséhez, amely mentes a hulladéktól és a kibocsátástól (Smol et al. 2020). Az újrahasznosítás-orientált társadalom a tudás és megoldások (technológiai, szervezeti, társadalmi és pénzügyi) átadásán alapulnak, annak érdekében, hogy a CE célok megvalósítása lehetséges legyen (http 16).Valamennyi említett vízvédelmi, megőrzési, újrafelhasználási és újrahasznosítási módszer, az anyagok visszanyerési megoldásai mellett jelentős környezeti előnyökkel jár, amelyek a vízelvezetések és a szennyvízkibocsátás környezeti vízminőségre gyakorolt hatásainak csökkenéséből fakadnak. Ezek a hulladék- és szennyvízgazdálkodási irányok összhangban vannak mind a CE-koncepcióval, mind a 7. Környezetvédelmi Akcióprogramban (EAP, elfogadva 2013-ban) felvázolt uniós környezetvédelmi politika stratégiai irányvonalával, valamint a fordulatot tervező Európa 2020 Stratégiában megfogalmazott célokkal. A CE-re való áttérés elősegíti a 2030-ig tartó Fenntartható Fejlődési Agenda célkitűzéseinek teljesítését is, mivel ösztönzi a víz és a vízbázisú

hulladék hatékonyabb felhasználását. Ebben az összefüggésben a CE-perspektíva víz- és szennyvíz innovációt hozhat, amely támogatja a javasolt CE modell keretrendszer megvalósítását a víz- és szennyvízágazatban (Casiano et al. 2018).

2.6. A Szennyvíz felhasználása világszerte

A tisztított szennyvíz sok felhasználási módja ismert és alkalmazott, mint például a mezőgazdaság, öntözés, talajvíz feltöltése, golfpályák öntözése, járműmosás, WC-öblítés, tűzoltás és az épületépítési tevékenységek, valamint hűtési célokra is használható hőerőművekben (Kumar et al. 2021). Katsoyiannis és munkatársai (2017) egy modern, csúcstechnológiás ipari víztisztító üzem működését és hatékonyságát vizsgálták. A tisztított vizet a hőerőmű kazánjainak ellátására használták fel, gőzt termelve az erőmű gőzturbinájának táplálására. A belépő víz Bari város (Olaszország) települési szennyvíztisztító telepének elfolyó vize volt. A kezelési lépések a következőkből álltak: (1) koaguláció vas (III)-kloriddal, (2) mészlágyítás, (3) porított aktív szén, mindezt ülepítő tartályban adagolták. A kezelt vizet ezután kettős közegű szűrésnek, majd ultraszűrésnek (ultra -filtration- UF) vetették alá. Az ultraszűrés végtermékét ezt követően fordított ozmózissal (reverse osmosis- RO) és végül ioncserével (IX- ion exchange) kezelték. Figyelemre méltó, hogy ez az üzem nulla folyékony kibocsátás körülmények között működött, és végrehajtotta a keletkező folyékony hulladék kezelését, amely így már alkalmas lett az ipari célú felhasználásra. A tisztított szennyvíz mezőgazdasági célokra történő globális újrafelhasználása széles, mintegy 1,5-6,6%-os ingadozást mutat. Ázsiában, Kína kiemelkedik a szennyvíz újrafelhasználásában, amely 1,3 millió ha területet érint, beleértve Vietnámot, Indiát és Pakisztánt. Tunézia, Jordánia és Szaúd-Arábia is használ tisztított szennyvizet öntözésre. A visszanyert víz 90%-ának felhasználásával Izrael a mezőgazdasági talajöntözéshez használt tisztított szennyvíz legnagyobb felhasználója (Kumar et al. 2021). Kuvait az az ország, ahol a vízkészletek kivonása tekintetében a legnagyobb az újrafelhasználás aránya (35,2%) (Guerra-Rodríguez et al. 2020). A szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználása országonként eltérő. A talajra való kijuttatást széles körben alkalmazzák Franciaországban, Spanyolországban és az Egyesült Királyságban. Hollandiában és Svájcban ezt az eljárást nem alkalmazzák, itt az iszapot elégetik. Görögországban, Máltán és Romániában a hulladéklerakás a domináns ártalmatlanítási lehetőség (Kirchmann et al. 2017).

2.7. A körkörös gazdaság megközelítése a hazai szennyvízágazatban

A körforgásos gazdaság részeként elengedhetetlen a vízkészleteinkkel való tudatos gazdálkodás. A klímaváltozás hatásai hazánkban is érezhetőek, amely az aszályos időszakok gyakoriságában is jelentkezik. A víz- újrahasznosítása segítséget adhat abban, hogy a

vízhiányos időszakokat a mezőgazdaság jobban átvészelhesse az öntözés segítségével. A természetes vízkészletek csökkenésével járó teher nagyban csökkenhetne, ha Magyarország ki tudná használni a tisztított szennyvíz adta lehetőségeket, a mezőgazdasági célú kijuttatással. Az öntözött terület aránya Magyarország területéhez képest hozzávetőlegesen 1%-ot tesz ki. A víz-újrahasznosítás öntözésfejlesztésbe történő integrálása elősegíthetné a körforgásos gazdaság megvalósítását és egyúttal növelhető lenne az öntözött területek száma (Tóth, 2021).

2.7.1. Tisztított szennyvíz újrahasznosítása

Az éghajlatváltozás következtében előtérbe került Magyarország édesvízkészleteinek megóvása. Több régióról is elmondható, hogy a vízkészletek nem állnak elegendő mennyiségben rendelkezésre. A víz újrahasznosítás hozzájárul a klímaváltozás hatására egyre gyakoribb és szélsőségesebb viszonyokhoz való rugalmas alkalmazkodáshoz. Magyarországon a „Tisztított szennyvíz újrahasznosítása Magyarországon” című projekt fő célkitűzése a költségmegtérülés elvén alapuló víz újrahasznosítási projektek feltételrendszerének megalapozása volt három mintaprojekt előkészítésével. A projekt a víz újrahasznosítás ösztönzését – az egészségügyi és környezetvédelmi szempontok maradéktalan érvényesítésének biztosítása mellett – hivatott elősegíteni. A projekt megvalósítása megalapozza a költséghatékony víz újrahasznosítás gyakorlati megvalósításának lehetőségét, amely elősegíti a munkahelyteremtést, munkahelymegőrzést, támogatva a vidéki közösségek fenntarthatóságát (http 20).

2.7.2. A szennyvíziszapok kezelése és elhelyezése

A szennyvizek megfelelő tisztításának természetes mellékterméke a szennyvíziszap. Amennyiben a csatornába vezetett szennyvizek jogszabályoknak megfelelő minőségűek és a követelményeknek megfelelő tisztítási mechanizmusokon estek át, a keletkező iszap mezőgazdasági szempontból értékes szerves tápanyag, amelyet célszerűen vissza kell forgatni a termőtalajba. Az EU vonatkozó irányelvével harmonizáló hazai szabályozásnak megfelelően továbbra is fokozatosan csökkenteni kell a biológiailag lebomló szerves anyag tartalmú hulladékok lerakókon történő elhelyezését (http 21). A szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének előírásait a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól szóló 50/2001. (IV. 3.) Korm. rendelet tartalmazza. A rendeletnek megfelelően a mezőgazdaságban csak megfelelően kezelt, a határértéknek megfelelő szennyvíziszap helyezhető el. A tápanyagok természeti körfolyamatba való visszaforgatását, a szennyvíziszapok mezőgazdasági területen történő elhelyezését támogatja Magyarország, de szigorú feltételekhez köti a talajok fokozott védelme és a

környezetbiztonság fokozása érdekében. A jövőre nézve fontos az egészségre ártalmatlan szennyvíziszapok és a szennyvíziszapból előállított komposztok és termékkomposztok mezőgazdasági felhasználásának további ösztönzése, tekintettel arra, hogy a felhasználás e formája komoly szerepet kaphat a talajok tápanyagpótlásán kívül a klímaváltozás hatásainak enyhítésében, az iszapok víztartalmának egyidejű hasznosításával (http 20).

A „Stratégia felülvizsgálat, szennyvíziszap hasznosítási és – elhelyezési projektfejlesztési koncepció készítés” (KEOP-7.9.0/12-2013-0009) projekt keretében 2017-ben elkészült az országos szintű szennyvíziszap hasznosítási és – elhelyezési középtávú (10 évre, 2014-2023) szakpolitikai stratégia, a rövidtávú (4 évre, 2014-2017) szakpolitikai program, valamint a stratégiai környezeti vizsgálat (SKV). A körforgásos gazdálkodás igényei, az energia-hatékonyság növelése, a talajerő-utánpótlás szerepe, az aszály és a klímaváltozás mérséklése miatt a kommunális szennyvíztisztító telepekről kikerülő szennyvíziszap hasznosításának jelentősége megnövekszik, az ehhez szükséges beruházásokat Magyarország a KEHOP Pluszban tervezi finanszírozni (http 20).

2.8. Magyarország szennyvízelvezetési- és tisztítási helyzete

Magyarország felszíni vizeinek 96%-a az ország határain kívülről érkezik. Ennek következtében a vízkészlet mennyisége és minősége alapvetően függ a felvízi országokban végrehajtott beavatkozástól. Élővizeink szennyezettségéhez azonban jelentős mértékben hozzájárulnak a hazai ipari, mezőgazdasági és háztartási szennyező források is. A felszíni vizek terhelésében jelentős hányadot képvisel a tisztított kommunális szennyvíz. Felszín alatti vízkészleteink védelme stratégiai feladat, mivel az ivóvízellátás több mint 90%-a a felszín alatti vízkészletre támaszkodik. Ezek minőségét leginkább a mezőgazdasági (növényvédőszer-felhasználás), valamint a kommunális eredetű szennyező források veszélyeztetik. A csatornázatlan lakóterületeken az egyedi szennyvízelhelyezés hagyományos, elszikkasztásos módja jelentős terhelést okozhat a felszín alatti vizekben, talajokban. Összhangban a Víz Keretirányelvvel, az elkövetkező években továbbra is fontos feladat a települések csatornázási, szennyvíztisztítási fejlesztéseinek folytatása, a szennyezések megállítása és megelőzése és a talajok fokozott védelme (http 20).

Az Európai Unió a települési szennyvizek kezelését a 91/271/EGK irányelvben szabályozza, hogy megóvja a környezetet a települési és egyes ipari szennyvízkibocsátások káros hatásaitól. Az Irányelv 2 000 lakosegyenérték (LE) szennyezőanyag-terhelés felett kötelező feladatként írja elő a tagállamok részére a települések szennyvizeinek gyűjtését és tisztítását és az egységes végrehajtás érdekében meghatározza az alkalmazandó fogalmakat is (http 21). Az Irányelv a

követelményeket a szennyvízelvezetési agglomerációk szennyezőanyag- kibocsátásának és a befogadó érzékenységeinek függvényében határozza meg.

Magyarországon a települési szennyvíztisztítás szempontjából érzékeny felszíni vizek és vízgyűjtőterületük kijelöléséről szóló 240/2000. (XII. 23.) Korm. rendelet rendelkezik a települési szennyvíztisztítás szempontjából érzékeny felszíni vizek és vízgyűjtőterületek kijelöléséről (Balaton, Velencei-tó, Fertő tó). E rendelet fő célja a felszíni vizek eutrofizációja elleni védelem. A tápanyagok (különösen a foszfor- és nitrogénvegyületek) vízben való feldúsulása (az algák és a magasabb rendű növényi életformák növekedésének felgyorsulása miatt) eutrofizációt eredményez. Ez előnytelenül befolyásolja a vízben lévő organizmusok egyensúlyi helyzetét, valamint a vizek minőségét ([http 20](http://20)).

2.8.1. Szennyvíztisztítás hazánkban

Magyarországon 1948-ban már 23 városban és 4 községben volt kiépített szennyvízcsatorna hálózat országosan mintegy 10%-os csatornázottságot eredményezve. A fejlesztések központi támogatásai ellenére a települési szennyvizek közcsatornán történő elvezetése az 1990-es évek elejére jelentősen elmaradt a fejlett európai országokétól, és a szennyvíztisztítás területén is voltak hiányosságok. A bekötött lakások száma alig haladta meg a 40%-ot, és az elvezetett szennyvíz sok esetben tisztítás nélkül került a befogadóba. A települési szennyvízelvezetés és -tisztítás intenzív fejlesztése 1993-ban kezdődött el, amelynek eredményeként a települési csatornázási és szennyvíztisztítási fejlesztések támogatása nagyobb lendületet vett. Az önkormányzati törekvések és az állami támogatások eredményeként 2000 óta a Program (Nemzeti Települési Szennyvízelvezetési és -tisztítási Megvalósítási Program) folyamatosan bővült. Az önkormányzatok kezdeményezései számos esetben vezettek új szennyvízelvezetési agglomeráció létrehozásához, illetve a meglévő agglomerációk bővítéséhez ([http 20](http://20)).

2.9. Környezet- és Energetikai Hatékonysági Operatív Program (KEHOP 2014-2020)

A program célja a fenntartható növekedés támogatása, valamint, hogy hozzájáruljon az Európa 2020 stratégia céljainak eléréséhez az intelligens, fenntartható és integratív növekedés érdekében. Javítaná az árvízvédelmet, valamint több lakos számára biztosítana jobb hulladék- és szennyvízgazdálkodási szolgáltatásokat és jó minőségű ivóvizet, segítene a természetes élőhelyek és fajok megóvásában, illetve javítaná az energiahatékonyságot és a megújuló energiaforrások felhasználását.

A program öt fő prioritásra épül:

- Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás
- A vízellátás, a szennyvízelvezetés és a szennyvíztisztítás, valamint a szennyvízgazdálkodás fejlesztése
- Hulladékgazdálkodással és környezeti helyreállítással kapcsolatos fejlesztések
- Természetvédelemmel és vadvédelemmel kapcsolatos fejlesztések
- A jobb energiafelhasználás és a megújuló energiaforrások használatának előmozdítása (http 22).

Várt hatások:

- Az árvízvédelmi intézkedések (1 100 000 lakost érintve);
- A továbbfejlesztett vízellátás (további 340 000 lakost érintve);
- A továbbfejlesztett szennyvízkezelés (további 800 000 embert érint);
- A szilárdhulladék-újrafeldolgozási kapacitás növelése évi további 60 000 tonnával;
- Az ÜHG kibocsátásának éves csökkenése 1 544 000 tonna CO₂ egyenértéknek megfelelően (http 22).

2.9.1. A szennyvizek okozta környezetterhelések csökkentése, megelőzése a 2000 LE feletti agglomerációkban

A 2000 lakos egyenérték (LE) fölötti szennyvíz- elvezetési agglomerációkban a megfelelő szintű szennyvíz-elvezetés és –tisztítás megvalósítása volt a cél, továbbá a szennyvíziszap-kezelés, és -hasznosítás országosan egységes rendszerének kialakítása. A fejlesztés eredményeként valamennyi 2000 LE feletti szennyvíz-elvezetési agglomerációnál elérhetővé vált a szennyvíz közmű. 2014 márciusában mintegy 300 szennyvíz-elvezetési és –tisztítási KEOP projekt volt folyamatban. Az előzetes tervek szerint a 2007-2013 időszakban a fejlesztések megvalósulását követően az országban közel 940 db szennyvíztisztító telep üzemelése volt előirányozva, amelyek mintegy 2.000.000 t/év iszapanyaggal számoltak. Fontos feladat a magas szerves anyag tartalma miatt többcélú hasznosítási potenciállal rendelkező szennyvíziszap hasznosítási arányának növelése elsősorban az energetikai és a mezőgazdasági szektorban. (http 22).

2.10. Tisztított szennyvíz- öntözési mintaprojektek

Az időjárási előrejelzések szerint hazánkban is egyre sűrűbben alakulnak ki a jövőben csapadékmentes időszakok. A kialakult szélsőséges viszonyokhoz való alkalmazkodás elengedhetetlen, hiszen egyes iparágaknak olyan nagy a vízfelhasználási igénye, hogy félő a

vízkészleteink nagyfokú kimerülése. A vízzel, mint erőforrással hatékonyan kell gazdálkodni, amelyben nagy szerep hárulhat a víz újra hasznosításának. A Magyarországon képződő tisztított szennyvizek hasznosításában rejlő potenciál jelenleg még kihasználatlan. Az egyik legnagyobb vízfelhasználó az agrárszektor. Az öntözéses gazdálkodás során a tisztított szennyvíz alkalmas lehet egyes területek adott növénykultúráinak öntözésére. Ehhez azonban meg kell találni az ideális területeket, ahol a szennyvíz újrahasznosítása és kijuttatása (öntözési céllal) költséghatékonyan megvalósítható (Tóth, 2021).

Az 1970-es és 80-as években Magyarországon már kísérleti jelleggel alkalmazták a tisztított szennyvíz felhasználását nyárfás területek öntözésére a gyulai mintaterületen. Kezdetben a cél még nem a gazdasági haszonszerzés volt, hanem magának a szennyvíznek az elhelyezése és tisztítása. A gyulai területtel közel egyidejűleg, a kecskeméti modelltelepen, a nyárfás öntözés mellett már más növénykultúrák öntözésére is sor került. Ezek a kísérletek a rendszerváltás közeledtével fokozatosan megszűntek. Kisebb léptékű nyárfás szennyvíztisztító telepek jelenleg is működnek (pl.: Szakoly, Nagycserkesz), de a létesítmények célja a szennyvíz elszikkasztása (Tóth, 2018).

2.10.1. Nagykovács

A nagykovácsi szennyvíztisztító telep közelében korábban szintén történt nyárfás hasznosítás. A szennyvíztisztító telepet 2014-ben a „Nemzeti Települési Szennyvízelvezetési és -tisztítási Megvalósítási Program”-ban felújították. A tervek szerint, az elfolyó szennyvíz vegetációs időszakban egy energiafűz ültetvényre, vegetációs időszakon kívül pedig a másodlagos befogadó vízfolyásba került volna. A szennyvíztisztító telep közvetlen közelében elhelyezkedő öntözésre alkalmas terület önkormányzati tulajdonban van és egy részét 2015-ben betelepítették energiafűzrel, amely 2016-ban kiszáradt. A terület gyenge termőképességű homokos talaja elméletben alkalmas lenne az energiafűz termesztésére. Az önkormányzat az energiafűz újratelepítését tervezi, amely a megfelelő technológia alkalmazásával alkalmas lehetne a környékbeli közintézmények fűtésére a téli időszakban (Tóth, 2018).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A dolgozatomban bemutatom, hogy a vizsgált időszakban (2014-2020) hogyan alakult Magyarországon a csatornázottság, közcsonatna hálózatba bekapcsolt lakások száma. Valamint vizsgáltam, hogy a három tisztítási fokozaton kezelt szennyvizek aránya hogyan változott. A nyilvános adatbázisokból hozzáférhető szekunder adatok alapján láthatóvá válik, hogy a 2014-2020 programozási időszakban a KEHOP 2.2. keretében milyen változások valósultak meg a szennyvízelvezetés és- tisztítás terén. Egy diagramon szemléltetem az európai szennyvíztisztítási indexet (%) is, amely alapján képet kaphatunk hazánk helyzetéről a többi európai országhoz viszonyítva.

A felhasznált statisztikai adatokat a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) és az Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer (TEIR) nyilvánosan elérhető internetes adatbázisából gyűjtöttem ki. Az így elért statisztikai adatokat ezután Excel (Microsoft Excel) fájlban kezeltem. A térképes ábrázoláshoz a QGIS földrajzi információs rendszer szoftverét alkalmaztam.

A következő statisztikai adatokat elemeztem 2014-től 2020-ig:

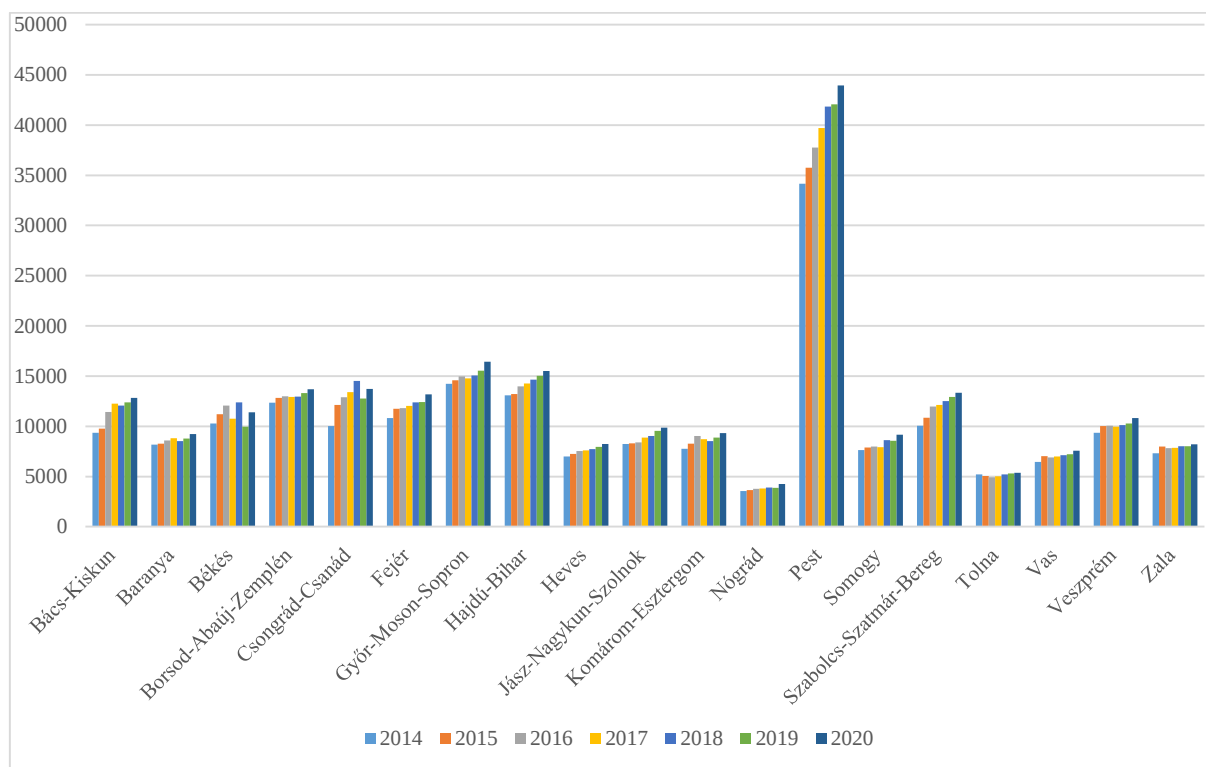
1. Háztartásokból közcsonatnán elvezetett szennyvíz (1000 m³)
2. Közcsonatnán elvezetett, III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz (1000 m³)
3. Összes tisztított szennyvíz (mechanikailag tisztított szennyvíz; biológiailag is tisztított szennyvíz; III. tisztítási fokozattal is tisztított szennyvíz)
4. Közcsonatna hálózatba bekapcsolt lakások (db)
5. Közcsonatna hálózat hossza (km)
6. Települési szennyvíztisztítási index (%) (Magyarország 2000-2020)
7. Megyei települési szennyvíztisztítási index (2020)
8. Európai települési szennyvíztisztítási index (%)
9. Magyarországi szennyvíztisztító telepek száma kiépítési kapacitás (LE) szerinti bontásban 2020
10. A KEHOP 2.2. keretösszeg hasznosulása

4. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

4.1. Háztartásokból közcsonatnán elvezetett szennyvíz (1000 m³)

Magyarországon az egyik fontos környezetvédelmi célkitűzés, hogy a felszíni- és felszín alatti vizeink környezetterhelése a lehető legkisebb mértékű legyen. A kezeletlen szennyvíz által okozott károk, nemcsak a talajban és a természetes vízkészletben okozhatnak károkat, de az emberi egészségre is veszélyes. Így elengedhetetlen, hogy az uniós irányelveket szem előtt tartva minden ország törekedjen a lehető legtöbb szennyvíz kezelésére. Ennek a célnak elérése érdekében fontos, hogy a háztartásoknak elérhetővé tegyék a közcsonatnára való rákötést. Az 1. ábrán látható hazánk vármegyéinek a háztartásokból közcsonatnán elvezetett szennyvíz mennyisége (1000 m³) 2014 és 2020 között.

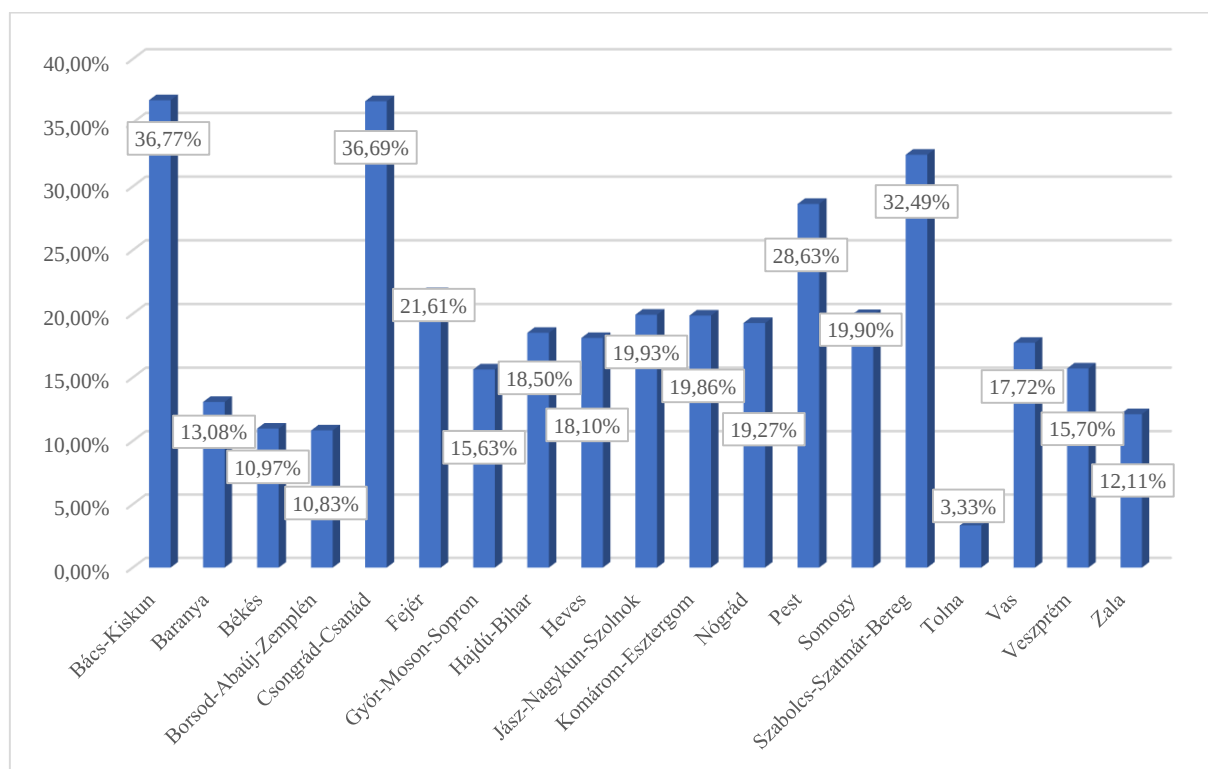
1. ábra: A háztartásokból közcsonatnán elvezetett szennyvíz (1000 m³). Forrás: (TEIR, KSH) adatok alapján saját szerkesztés.



A 2. ábrán látható, hogy 2014 és 2020 között hány %-os növekedés volt megfigyelhető az egyes vármegyék között. Látható (2. ábra), hogy három vármegye tekintetében is 30% feletti növekedés volt megfigyelhető. Bács- Kiskun 36,77%-os növekedés látható 2014 és 2020 között. Szinte ugyanabban a mértékben nőtt Csongrád- Csanád %-os növekedése is 36,69%-

kal. Szabolcs- Szatmár- Bereg is 30% feletti növekedéssel rendelkezik (32,49%). A közcatornán elvezetett szennyvíz mennyisége legkisebb mértékben Tolnában nőtt (3,33%). Mindenképp figyelemreméltó, hogy minden vármegyénk tekintetében, a közcatornán elvezetett szennyvíz növekedése volt megfigyelhető 2020-ban 2014-hez képest.

2. ábra: A közcatornán elvezetett szennyvíz %-os növekedése 2014 és 2020 között. Forrás: (TEIR, KSH) adatok alapján, saját szerkesztés.

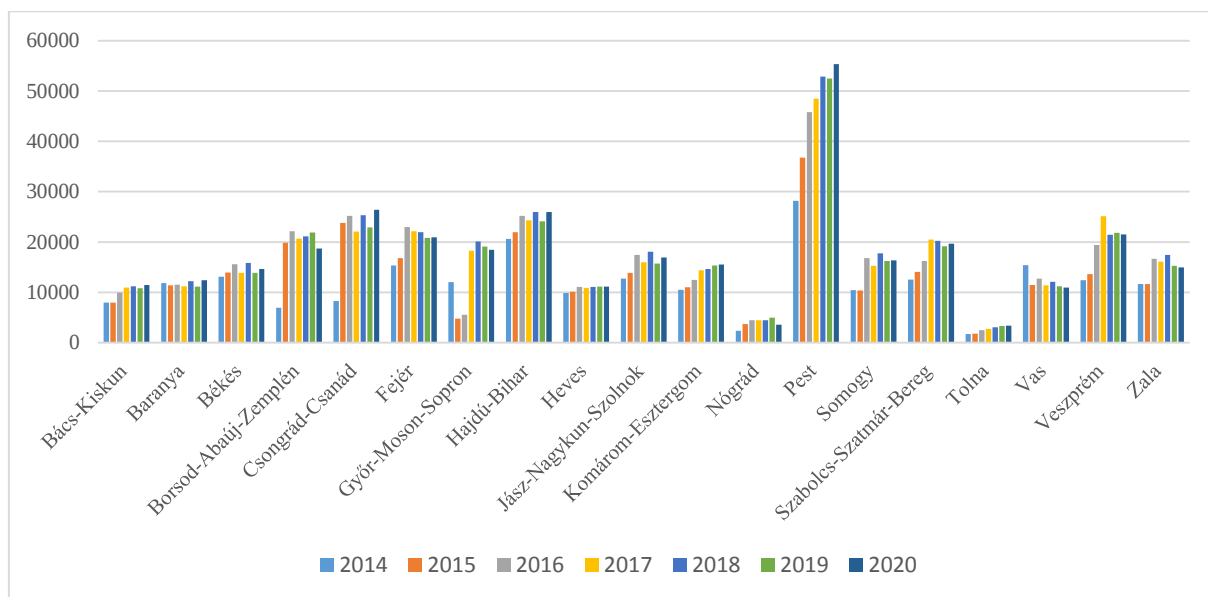


4.2. Közcatornán elvezetett, III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz (1000 m3)

A III. tisztítási fokozat a leginkább elvárt szennyvíz tisztítási módszer, hiszen ebben az esetben a foszfor és nitrogén eltávolítása is megtörténik. Pest kimagasló tendenciát mutat a többi vármegyéhez képest a 2014 és 2020 közötti időszakban, amely a Budapesten található korszerű szennyvíztisztítási telepek meglétével magyarázható. A 3. ábrán látható, hogy két vármegye, Nógrád és Tolna csekélyebb elvezetett szennyvíz mennyiséggel rendelkezik a többi vármegyével összevetve. Optimális képet azonban csak akkor tudnánk felvázolni, ha lakosegyenérték tekintetében is megvizsgálnánk a tisztított szennyvíz mennyiségét, de erre a dolgozat nem terjed ki.

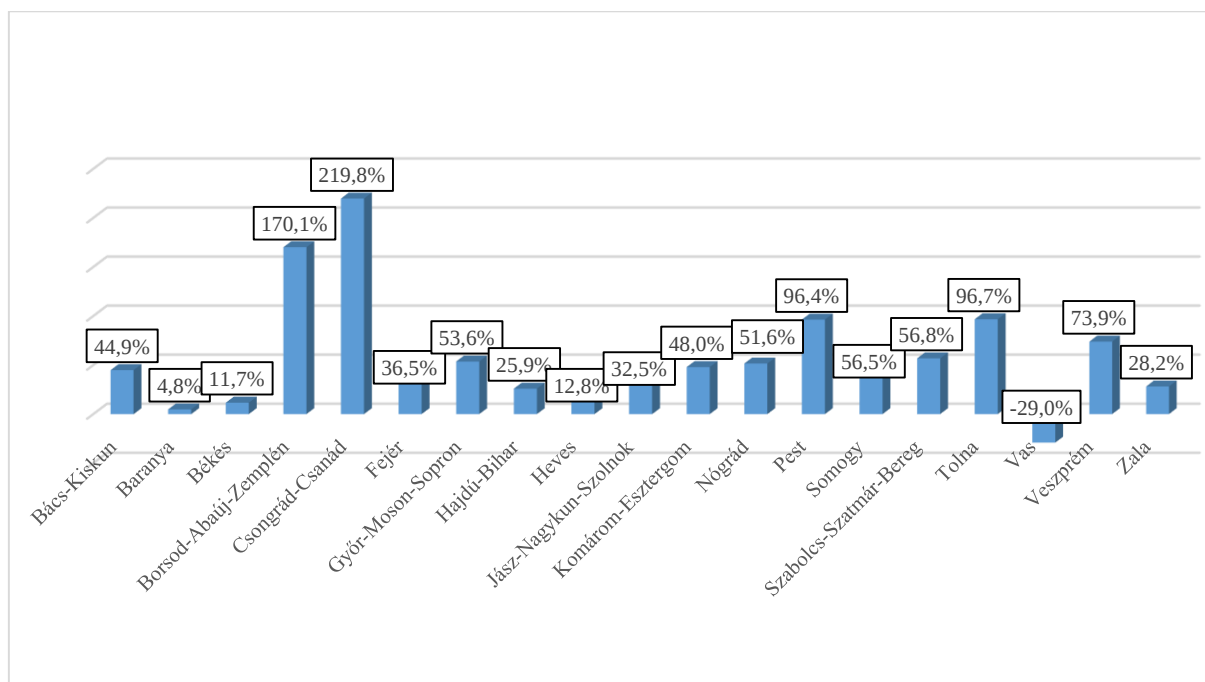
3. ábra: A közsatornán elvezetett, III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz (1000 m³).

Forrás: (TEIR, KSH) adatok alapján, saját szerkesztés.



A közsatornán elvezetett, III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz %-os alakulását 2014-2020 közötti időszakban a 4. ábra szemlélteti. Kiugró %-os növekedést mutat Csongrád-Csanád- (218%) és Borsod- Abaúj- Zemplén (170%) vármegyék a vizsgált időszakban. Pest- és Tolna vármegye 96% feletti növekedést ért el 2020-ban 2014-hez képest. Baranya vármegye csekély, alig 5%-os növekedést ért el 2020-ra. Vas vármegye viszont mintegy 30%-os negatív tendenciát mutat, tehát 30%-os csökkenés figyelhető meg 2020-ban 2014-hez képest. Ennek oka, a képződött szennyvíz mennyiségének csökkenése lehet, hiszen a statisztikai adatok alapján megfigyelhető, hogy a közsatornán elvezetett, III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz (1000 m³) Vas vármegyében, 2014-ben 15380,3, míg 2020-ban 10914,75 volt (különbség: 4.465,55).

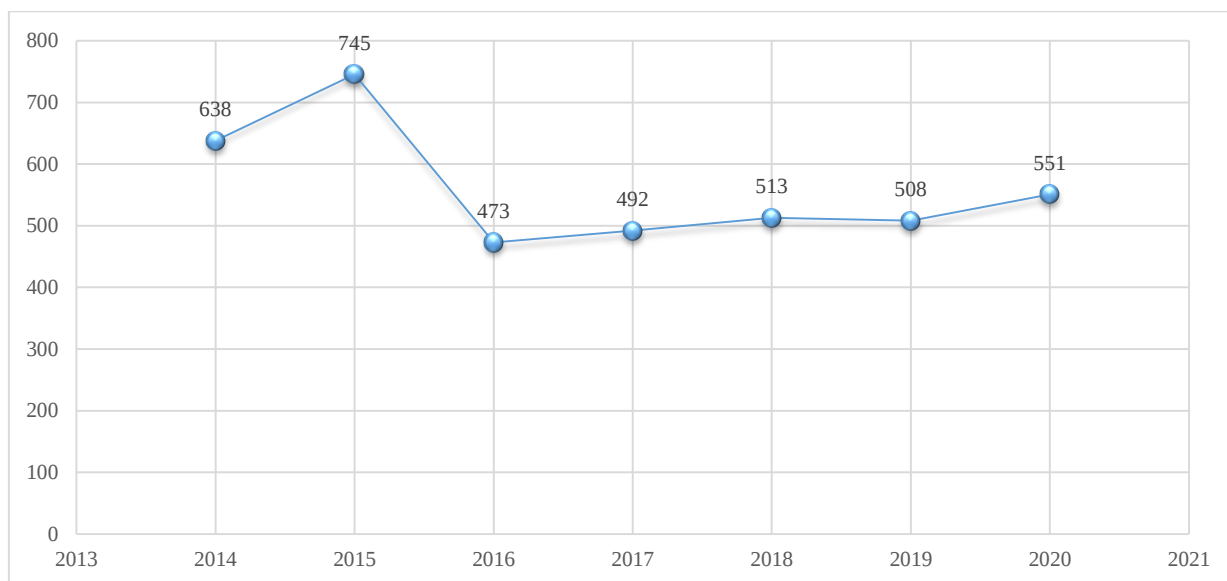
4. ábra: A közcatornán elvezetett, III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz %-os alakulása 2014 és 2020 között. Forrás: (TEIR, KSH) adatok alapján, saját szerkesztés.



4.3. Összes tisztított szennyvíz (mechanikailag tisztított szennyvíz; biológiailag is tisztított szennyvíz; III. tisztítási fokozattal is tisztított szennyvíz)

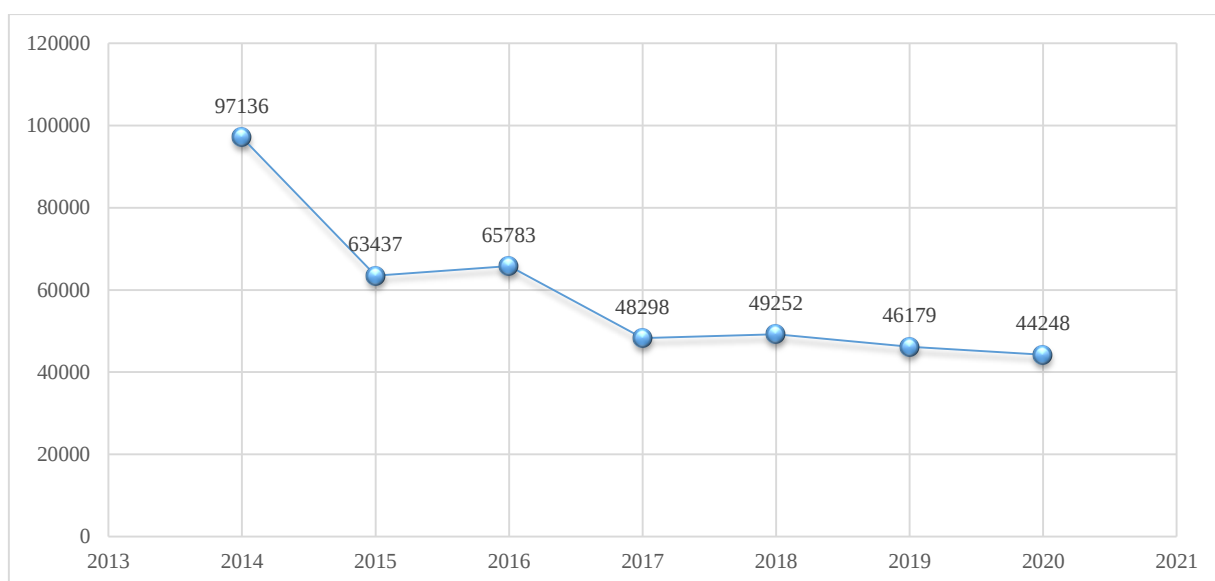
A közüzemi szennyvízgyűjtő-hálózaton, közüzemi szennyvíztisztító telepre vezetett és szállított szennyvíz mennyiségének (1000 m^3) alakulását figyelhetjük meg a következő ábrákon (5., 6., 7., 8. ábra). Külön ábrákon lett feltüntetve mind a három tisztítási folyamat által kezelt és elszállított szennyvíz mennyiségének alakulása (1000 m^3). A csak mechanikailag tisztított szennyvíz mennyisége (5. ábra) jóval elmarad a biológiailag is tisztított szennyvíz (6. ábra), és a III. tisztítási fokozattal is tisztított szennyvíz (7. ábra) mennyiségétől (1000 m^3), amely nagyon kedvező, hiszen környezetvédelmi szempontból a III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz kijuttatása jár a legkisebb környezetterheléssel a szóban forgó három tisztítási mód közül. Az 5. ábra által mutatott csökkenő tendencia a környezetterhelés szempontjából egy pozitív irány, hiszen a mechanikailag tisztított víz csak olaj- és zsírfogón, üledítésen, szűrésen (rácsok, gerebek stb.) és/vagy fiziko-kémiai (flotálás) folyamaton megy keresztül.

5. ábra: Mechanikailag tisztított szennyvíz. Forrás:(TEIR, KSH) adatok alapján, saját szerkesztés.



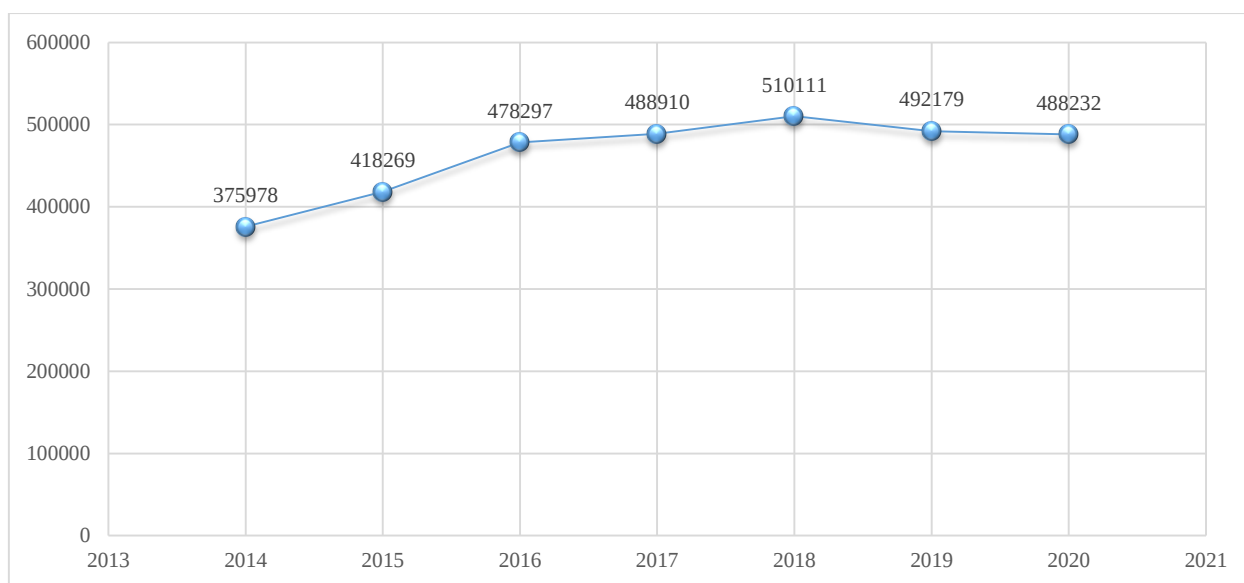
A biológiailag is tisztított szennyvíz mennyisége (1000 m³) 2014 és 2020 közötti időszakban csökkenő tendenciát mutat. Míg 2014-ben több mint 97 ezer m³ összegyűjtött szennyvizet tisztított biológiai módszerrel is, 2020-ra ez a mennyiség valamivel több, mint 44 ezer m³ lett (6. ábra). Ahogy az előzőekben már említésre került a mechanikai szűrés kapcsán, ez is egy pozitív tendenciának tekinthető, mivel a biológiai tisztítás során a természetben is előforduló aerob baktériumok segítségével távolítják el a szerves szennyezőket (BOI₅, KOI₅).

6. ábra: Biológiailag is tisztított szennyvíz. Forrás: (TEIR, KSH) adatok alapján, saját szerkesztés.



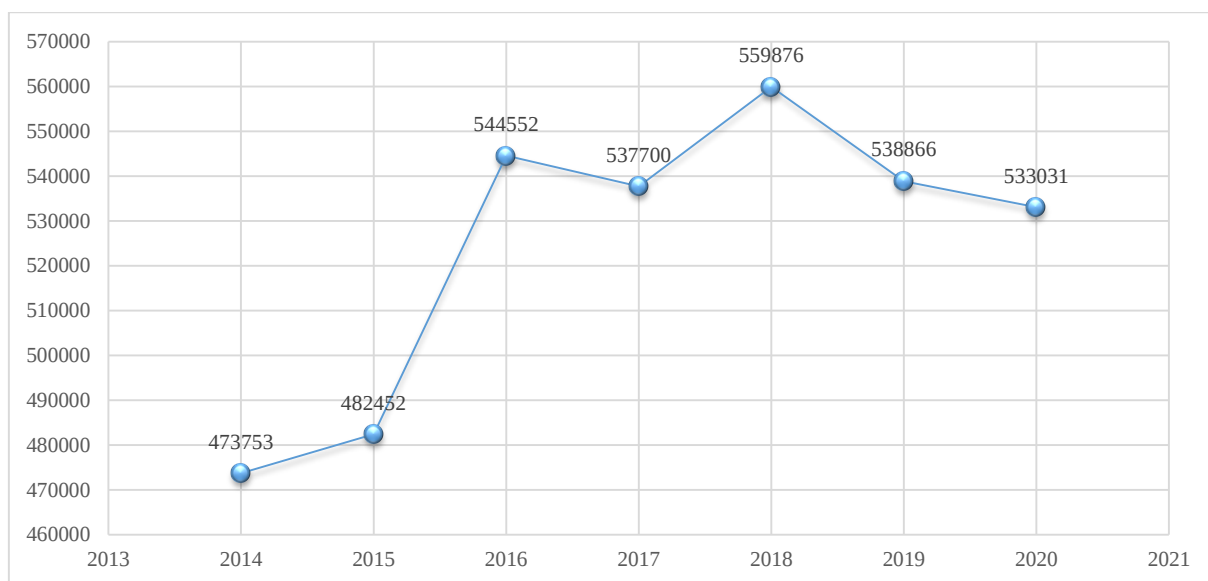
A III. tisztítási fokozattal is tisztított szennyvíz mennyiségi (1000 m³) alakulásának vizsgálata (7. ábra) alapján láthatjuk, hogy a kiinduló vizsgálati évben, vagyis 2014-ben az így tisztított szennyvíz mennyisége majdnem négyszerese volt az ugyanebben az időszakban biológiailag is tisztított szennyvíz mennyiségének (6. ábra). A 7. ábra mutatja, hogy 2018-ban a III. tisztítási fokozattal kezelt szennyvíz mennyisége meghaladta az 500 ezer m³ -t. 2019-ben és 2020-ban kisebb mennyiségi csökkenés figyelhető meg.

7. ábra: III. tisztítási fokozattal is tisztított szennyvíz. Forrás: TEIR, KSH, adatok alapján, saját szerkesztés.



A 8. ábra összesíti mind a három tisztítási folyamattal kezelt szennyvíz mennyiségét (1000 m³). Kiugró évnek számít 2018, amikor is az összes kezelt szennyvíz mennyiség csaknem eléri az 560 ezer m³ -t. 2018 után folyamatos csökken figyelhető meg az összes tisztított szennyvíz mennyiségében, amely több mint 530 ezer m³ tisztított szennyvizet jelent, amelyből számítások alapján a III. tisztítási fokozattal kezelt szennyvíz 91,6%.

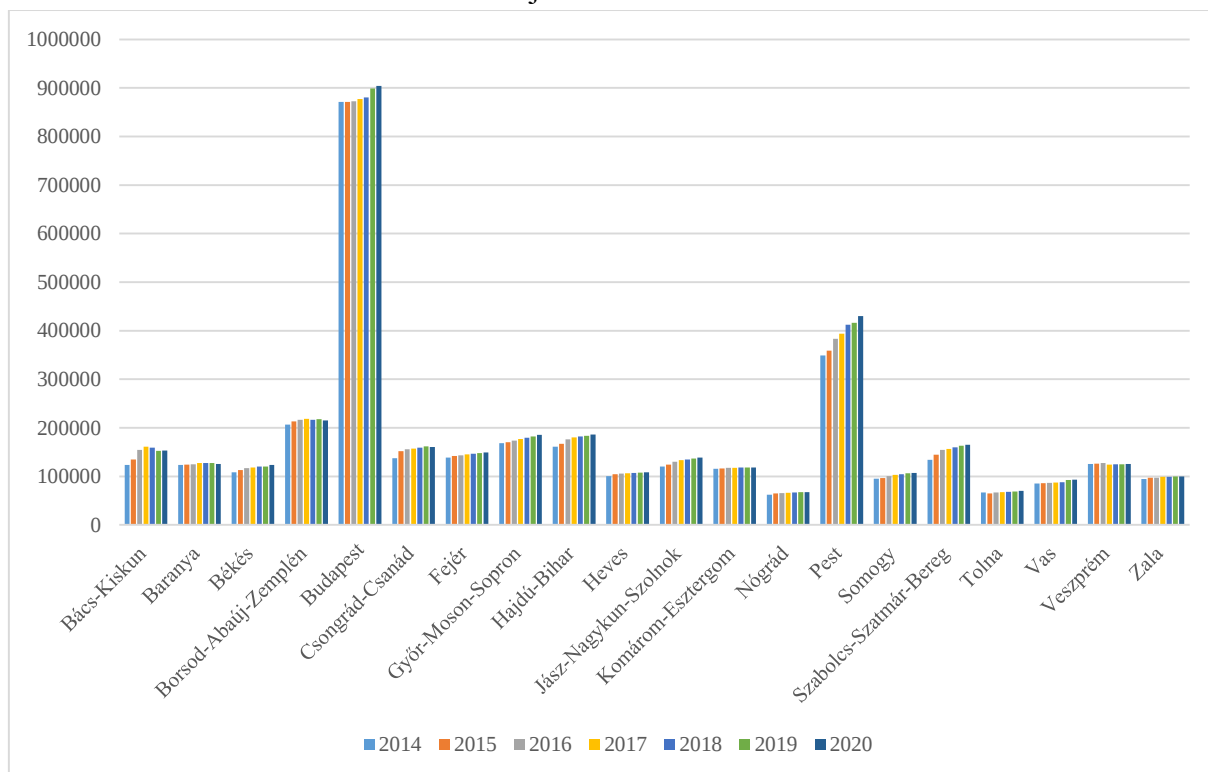
8. ábra: Összes tisztított szennyvíz. Forrás: TEIR, KSH, adatok alapján, saját szerkesztés.



4.4. Közcsatorna hálózatba bekapcsolt lakások (db)

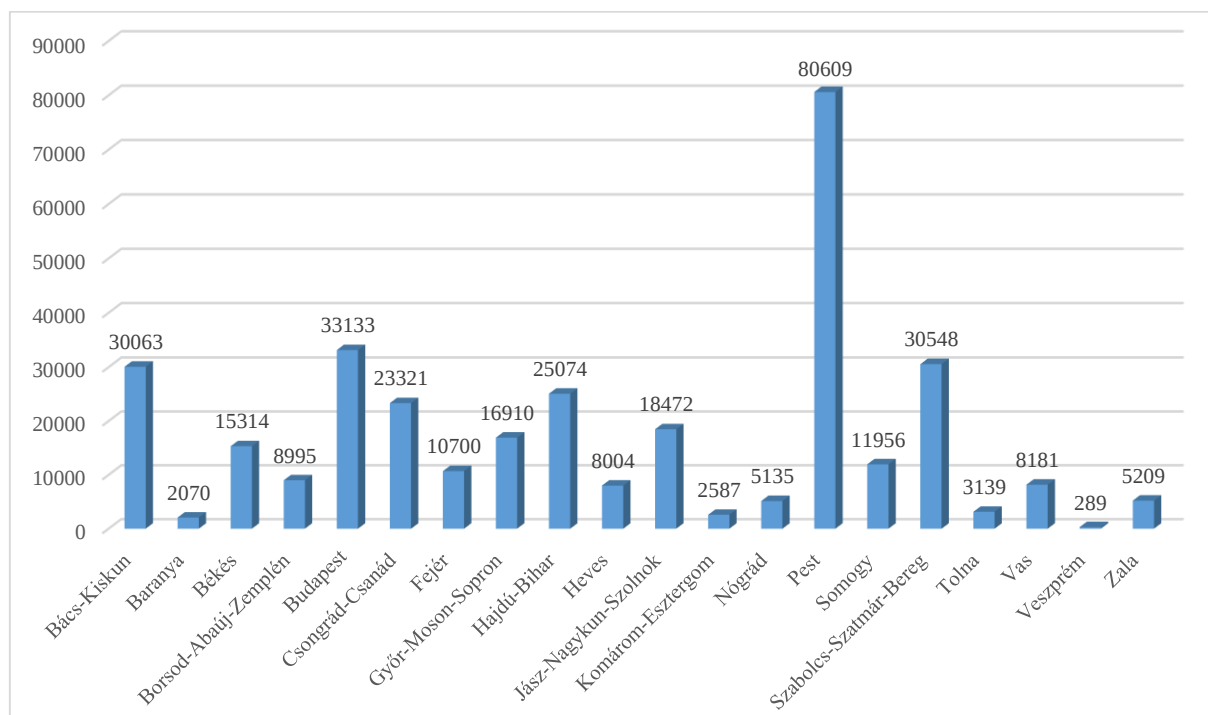
2014-től kezdve a csatornahálózatba bekötött lakások száma növekedett, amelyet a 9. ábra szemléltet. Budapest városát tekintve első látásra kiugrónak tűnik, de ha megvizsgáljuk a százalékos növekedést (11. ábra), láthatjuk, hogy ez mindösszesen csak 3,8%-os gyarapodást- és 33.133 darabszámú (10. ábra) új közcsatornába bekötött lakást jelent 2014 és 2020 között.

9. ábra: Közcsatorna hálózatba bekapcsolt lakások (db). Forrás: (TEIR, KSH) adatok alapján, saját szerkesztés.



A legtöbb hálózatba kapcsolás a vizsgált időszakban Pest vármegyében történt 80.609 db lakással (10. ábra). Bács- Kiskun- és Szabolcs- Szatmár- Bereg vármegyék, ahol a százalékos növekedés is a legmagasabb volt a vizsgált években (11. ábra), a bekötött lakások számában is a legmagasabb számokat mutatja (Pest vármegyével együtt) (10. ábra). Az előbbibe 30.063 darab, míg az utóbbiban 30.548 db hálózatba kapcsolás történt.

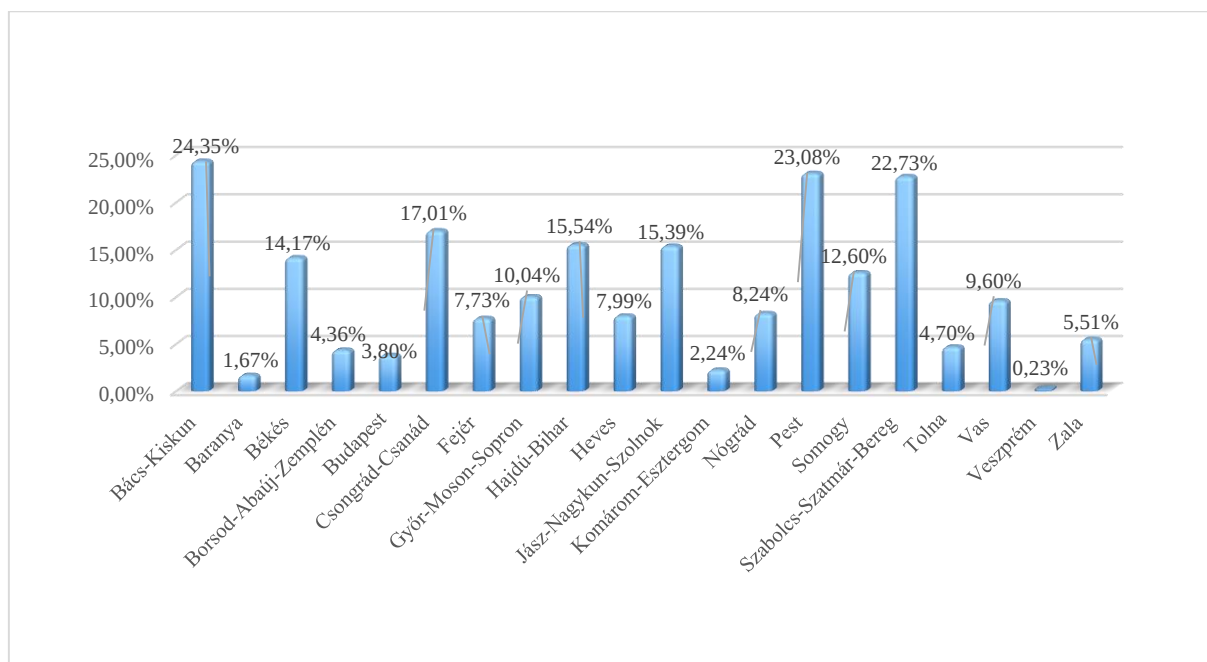
10. ábra: Közcsatorna hálózatba bekapcsolt lakások darabszáma 2014 és 2020 között. Forrás: (TEIR, KSH) adatok alapján, saját szerkesztés.



A 2014 és 2020 közötti időszakban látható (11. ábra), hogy mindegyik vármegyében növekedő tendencia volt megfigyelhető a közcsatorna hálózatba bekapcsolt lakások számában. 20% feletti növekedés volt megfigyelhető Bács- Kiskun- (24,35%), Pest- (23,08%) és Szabolcs- Szatmár- Beregben (22,73%). Baranya- (1,67%) és Komárom- Esztergom (2,24%) vármegyékben a %-os növekedés elmarad a már említett vármegyékétől, de ha csekély mértékben is, de növekedésről beszélhetünk. Veszprém a 0,23%-os növekedésével sereghajtó.

11. ábra: A közcsatorna hálózatba bekapcsolt lakások %-os változása 2014 és 2020 között.

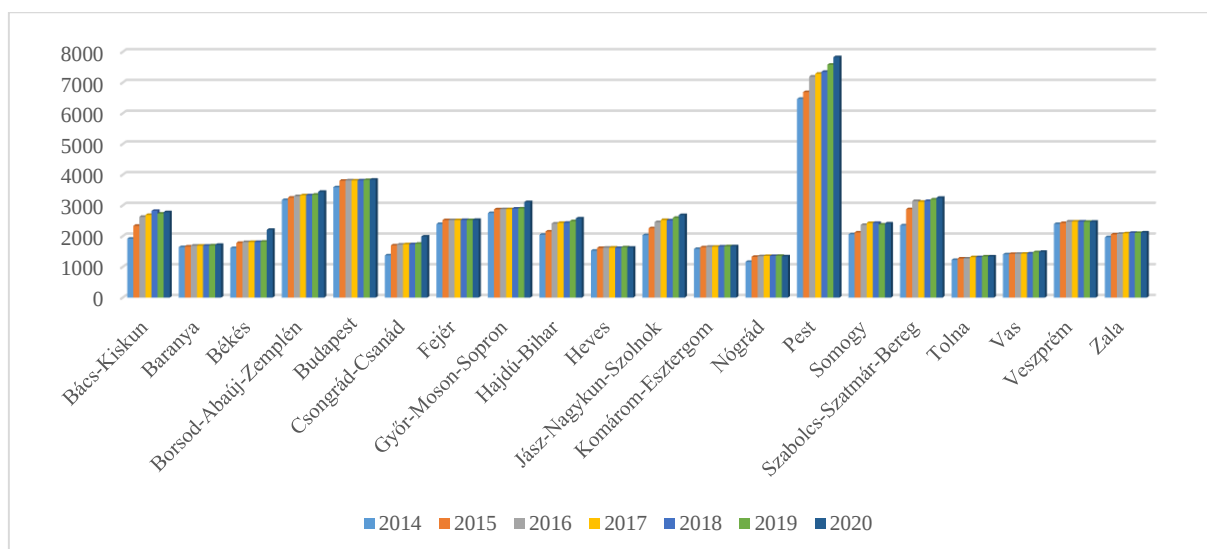
Forrás: (TEIR, KSH) adatok alapján, saját szerkesztés.



4.5. Közcsatorna hálózat hossza (km)

Magyarországi közcsatorna hálózat hosszát (km) a 12. ábra mutatja. A diagrammon láthatjuk, hogy bizonyos mértékben minden vármegye tekintetében növekedett a közcsatorna hálózat hossza (km) a vizsgált időszakban. Pest vármegye ebben a vizsgálati egységben is kiugrónak tűnik, de ha görcső alá vesszük a százalékos alakulást, láthatjuk, hogy mindösszesen 20,97%-os növekedés történt 2020-ban 2014-hez képest (13. ábra).

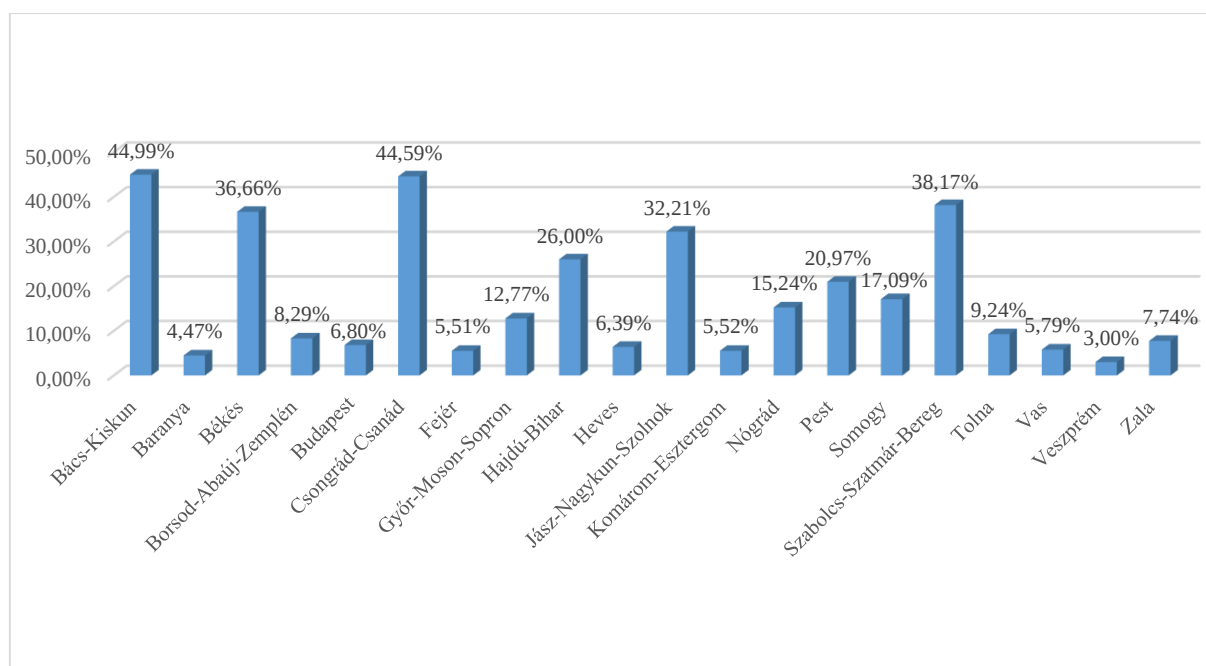
12. ábra: Közcsatorna hálózat hossza (km) hazánk vármegyéiben 2014-2020. Forrás: (TEIR, KSH) adatok alapján, saját szerkesztés.



A közcsetorna hálózati hosszának (km) százalékos növekedése a legnagyobb mértékben Bács-Kiskun- (44,99%), és Csongrád- Csanád (44,59%) vármegyékben növekedett 2020-ra 2014-hez képest (13. ábra). A legkisebb mértékben Baranya- (4,47%) és Veszprém (3,00%) közcsetorna hálózati hosszának (km) növekedett. Borsod- Abaúj- Zemplén- (8,29%), Fejér- (5,51%), Heves- (6,39%), Komárom-Esztergom- (5,52%), Tolna- (9,20%), Vas- (5,79%) és Zala (7,74%) 10% alatti gyarapodásról árulkodnak 2020-ban 2014-hez képest.

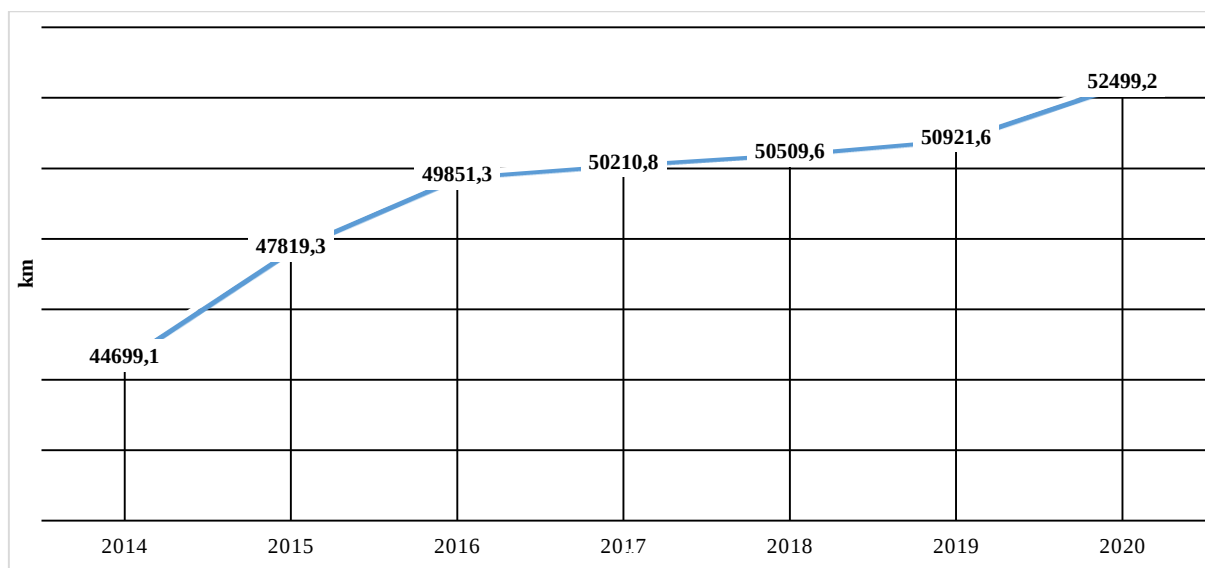
13. ábra: Közcsetorna hálózati hosszának (km) százalékos növekedése, 2014 és 2020 között.

Forrás: (TEIR, KSH) adatok alapján, saját szerkesztés.



A közüemi szennyvízgyűjtő hálózati hosszának (km) alakulását láthatjuk a 14. ábrán. 2014-től folyamatos emelkedés tapasztalható hazánkban. 2020-ra több mint 52 ezer km szennyvízgyűjtő közüemi hálózati épült ki Magyarországon (14. ábra).

14. ábra: A közüemi szennyvízgyűjtő hálózat hossza (km), országos adat 2014 és 2020 között. Forrás: (TEIR, KSH) adatok alapján, saját szerkesztés.

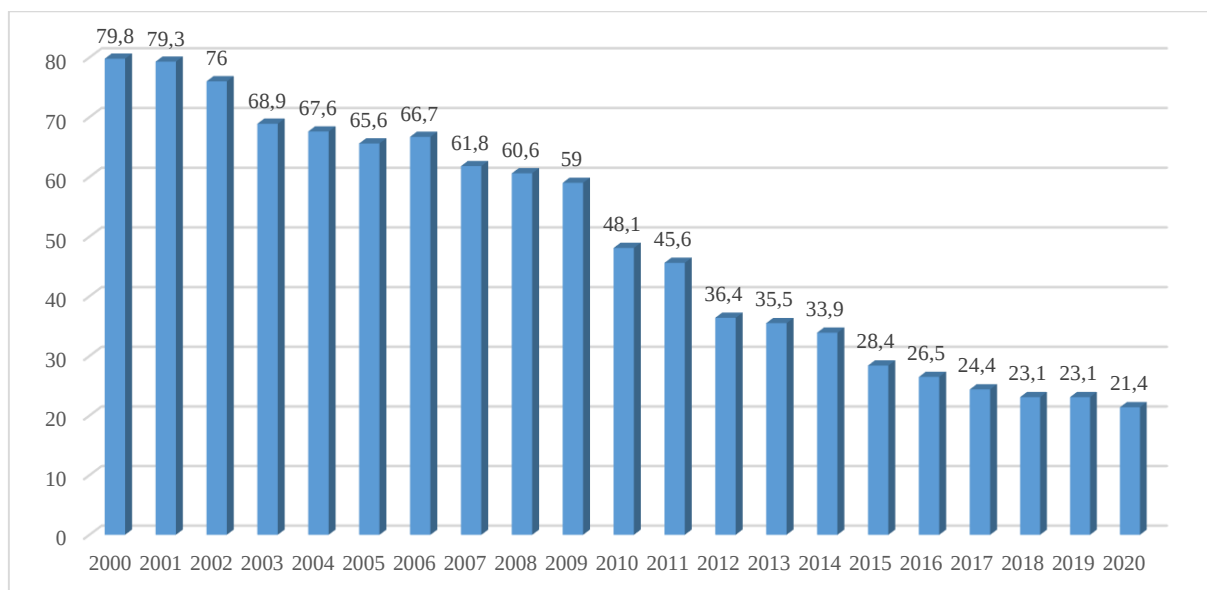


4.6. Települési szennyvíztisztítási index (%) (Magyarország 2000-2020)

A települési szennyvíztisztítási index mutatja meg, hogy a települési szennyvízkezelés milyen fejlettségi szinten áll, a tisztítási hatások figyelembevételével. A települési szennyvíztisztítás hatékonyságának jellemzésére használt átlagos súlyozók: nem tisztított szennyvíz (1,00); mechanikailag tisztított szennyvíz (0,86); biológiailag tisztított szennyvíz (0,49); III. fokozattal (nitrogén és foszfor mentesítés) tisztított szennyvíz (0,00). Ha a települési szennyvíztisztítási index 100%, ebben az esetben nincs szennyvíztisztítás. Ha minden települési szennyvizet a III. tisztítási fokozattal kezelnek, az érték 0%. Az átlagos súlyozók az Eurostat által kidolgozott tényezők (KSH).

Az 15. ábrán látható, hogy Magyarországon a települési szennyvíztisztítási index értéke a vizsgált időszakban (2000-2020) csaknem 58%-os csökkenést mutat, amely a már magasabb hatékonysági és tisztítási funkciókkal rendelkező szennyvíztisztító telepek megjelenésével magyarázható. 2020-ra 21,4 százalékpontra csökkent a települési szennyvíztisztítási index értéke.

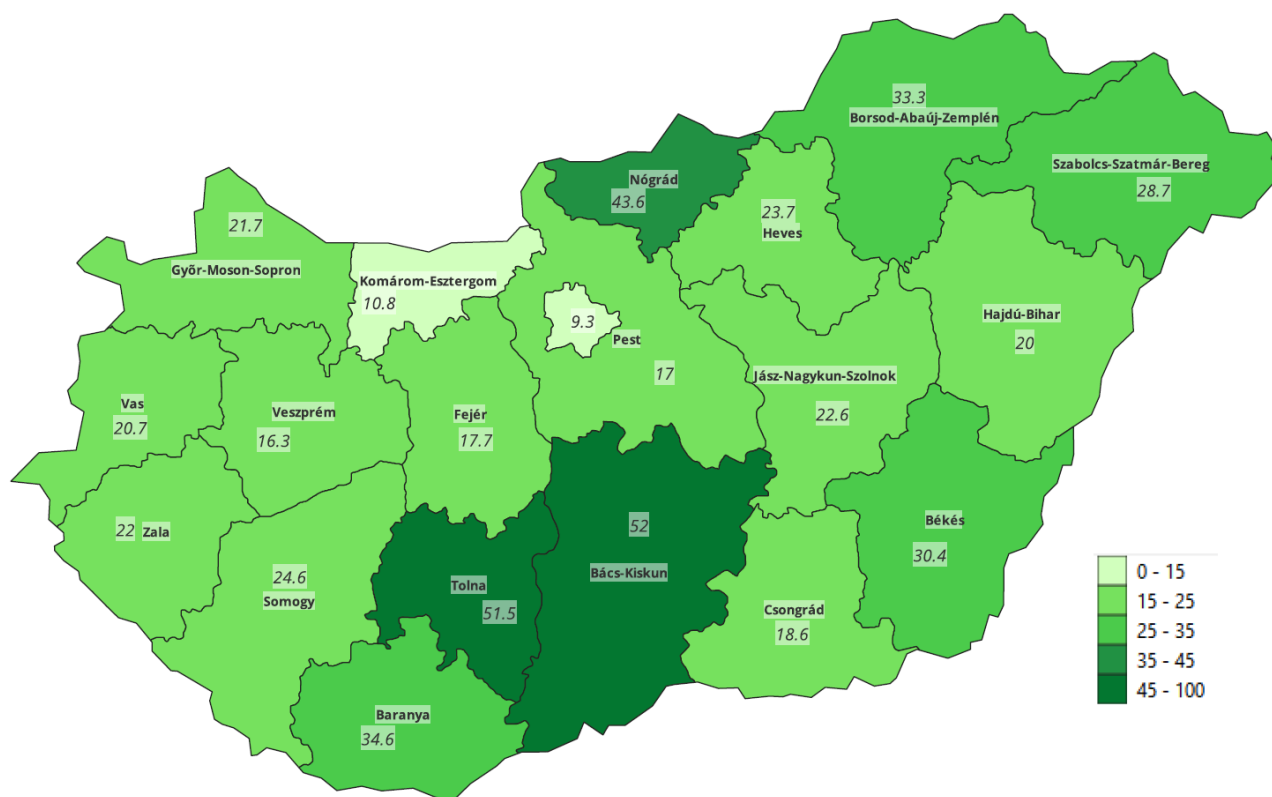
15. ábra: Települési szennyvíztisztítási index (%). Forrás: (KSH) adatok alapján, saját szerkesztés.



4.7. Megyei települési szennyvíztisztítási index % (2020)

Hazánk települési szennyvíztisztítási index mutatója megyékre lebontva is jól látható a térképes ábrázoláson (16. ábra). A legkedvezőbb értékkel Komárom-Esztergom (10,8%) és Budapest (9,3%) rendelkezik. Veszprém- (16,3%), Fejér- (17,7%), Csongrád-Csanád- (18,6%) és Pest (17,0%) is optimális mutatóval rendelkeznek 20% alatti értékkel. Győr-Moson-Sopron- (21,7%), Vas- (20,7), Zala- (22 %), Somogy- (24,6%), Heves- (23,7%), Jász-Nagykun-Szolnok- (22,6%) és Hajdú-Bihar (20) vármegyék mind elfogadható %-os indexet mutatnak 25% alatti értékekkel. Szabolcs-Szatmár-Bereg- (28,7%), Békés- (30,4%), Borsod-Abaúj-Zemplén- (33,3%) és Baranya (34,6%) százalékos értékeik alapján a szennyvíztisztító telepek rosszabb hatásfokáról árulkodnak. A vizsgált index értéke Nógrád- (43,6%), Tolna- (51,5%) és Bács-Kiskun (52%) vármegyékben a legrosszabb.

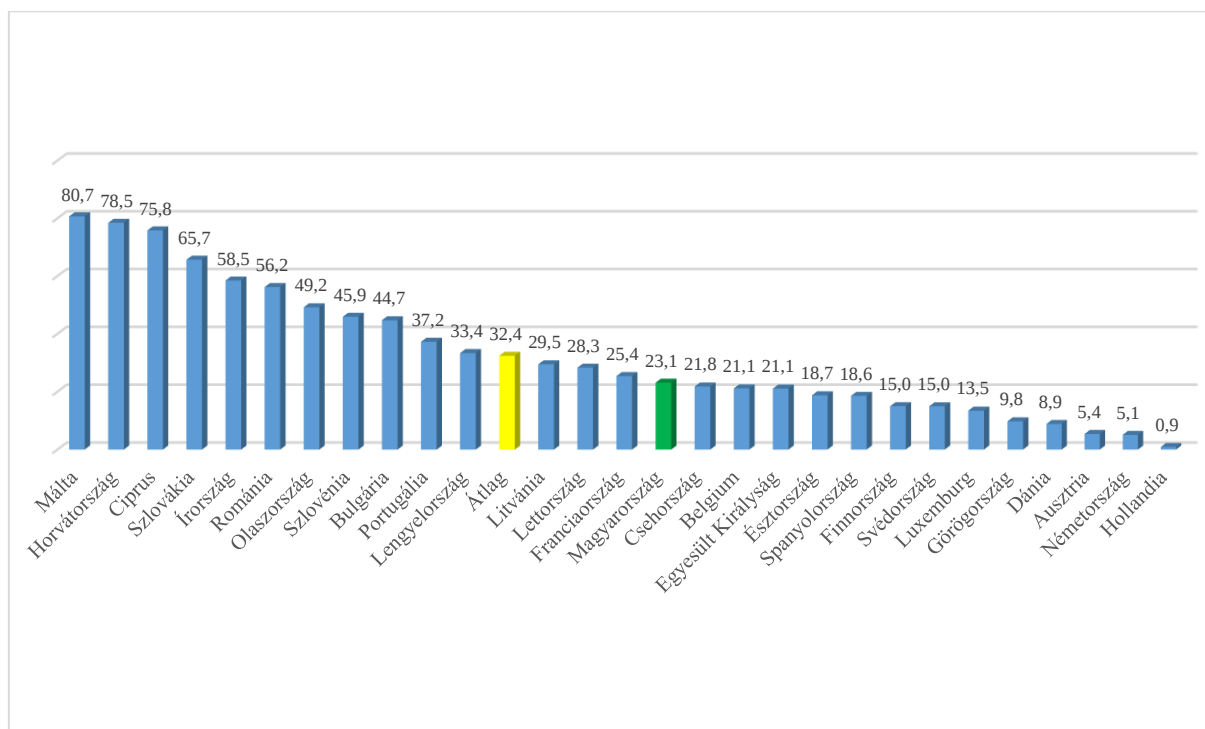
16. ábra: Megyei települési szennyvíztisztítási index % (2020). Forrás: (KSH) adatok alapján, saját szerkesztés (QGIS földrajzi információs rendszer szoftver).



4.8. Európai települési szennyvíztisztítási index (%)

Az 17. ábrán vizsgált európai országok tekintetében Magyarország települési indexe 23,1% volt 2019-ben, amely az európai országok között a középmezőnyben helyezkedik el, amely a 32,4%-os átlag alatt van. Ez környezetvédelmi szempontból előnyös, hiszen minél kisebb a szennyvíztisztítási index mutató, annál jobb a tisztítási hatékonyság, és annál kevesebb a környezetre mért terhelés mértéke. 2020-ban a szennyvíztisztítási index tovább javult, 1,7%-os elmozdulással 21,4%-ra csökkent (15 ábra).

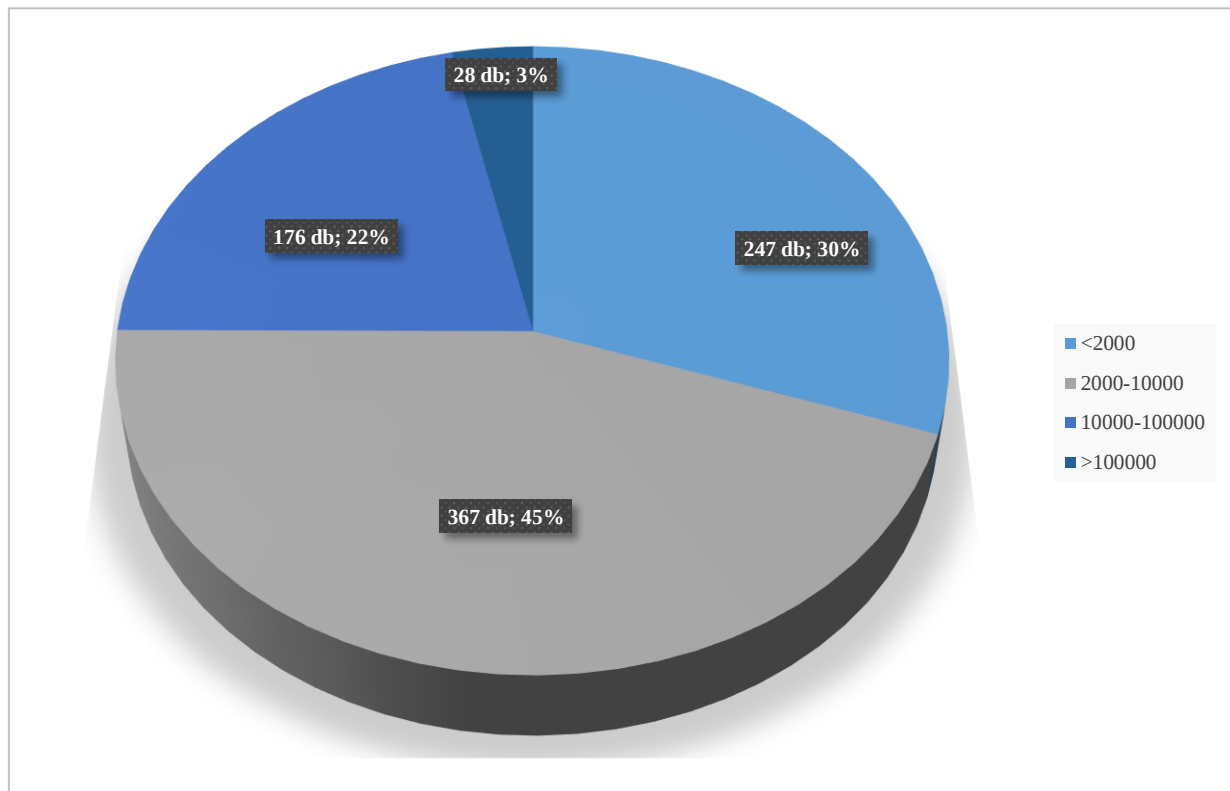
17. ábra: Európai települési szennyvíztisztítási index %. Forrás: (KSH) adatok alapján, saját szerkesztés.



4.9. Magyarországi szennyvíztisztító telepek száma kiépítési kapacitás (LE) szerinti bontásban 2020.

2020-ba Magyarországon 818 db szennyvíztisztító telep üzemelt. A 18. ábrán látható, hogy 247 olyan szennyvíztisztító telep létesült, amely <2 000 lakosegyenértékű kapacitással rendelkezett. 367 db 2 000-10 000 LE közötti- míg, 176 db 10 000-100 000 LE kapacitású. Végül 28 db olyan szennyvíztisztító telep volt ebben a vizsgálati időszakban, amely > 100 000 LE kapacitással bírt. Magyarország településszerkezetéről elmondható, hogy magas (76,3%) a 2.000 fő alatti lakosszámú települések aránya, ezekben csak a lakosság 16,8%-a koncentrálódik. Kevés nagyobb lakosszámú városunk van, Budapesten kívül mindössze 3 településünk (Szeged, Miskolc, Debrecen) népessége haladja meg a 150.000 főt. Összességében ez a helyzet a települési szennyvizek összegyűjtése és tisztítása szempontjából nem kedvező, hiszen a térben koncentráltabban elhelyezkedő lakosság közművel történő ellátása hatékonyabb és kisebb fajlagos költséggel jár (<http> 20).

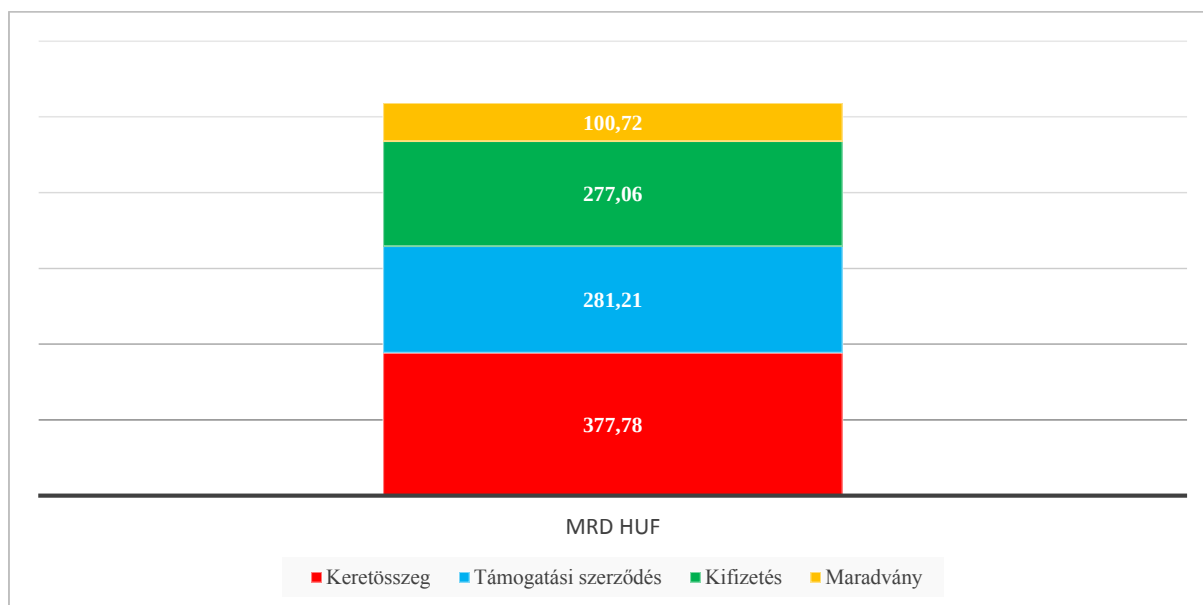
18. ábra: Magyarországi szennyvíztisztító telepek száma kiépítési kapacitás (LE) szerinti bontásban 2020. Forrás: (http 20) alapján, saját szerkesztés.



4.10. A KEHOP 2.2. keretösszeg hasznosulása

A 2014-2020 programozási időszakban a KEHOP 2.2. (szennyvízelvezetés és- tisztítás) meghirdetett felhívások keretösszege 377, 78 milliárd HUF volt. 103 darab projekt rendelkezett támogatási szerződéssel 281,21 milliárd HUF értékben, amelyből 277,06 milliárd HUF került kifizetésre (19. ábra). (http 24).

19. ábra: A KEHOP 2.2. keretösszeg hasznosulása.



5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Nyilvánvaló megállapítás, hogy víz nélkül nincs élet. Nélkülözhetetlen minden élő szervezet számára. Ráadásul a víz a gazdaság számos ágazatában elengedhetetlen erőforrás. Az előző évszázadban az emberi tevékenységek növekedése minden gazdasági ágazatban kedvezett a társadalom fejlődésének (például a várható élettartam növekedésének). Ez azonban a bolygó erőforrásainak túlzott kiaknázásának rovására ment, amit ÜHG légkörbe jutása, szerves és biológiai szennyező anyagok felszíni vizekbe történő kibocsátása, valamint szilárd hulladék keletkezése kísért. A víz tekintetében nemcsak a felszíni vizek minősége romlott az emberi tevékenységből eredő szennyeződések miatt, hanem a vízkészletek kivonása és felhasználása is megnövekedett. Ezen okok miatt a világon jelentősen megnőtt a vízhiánnyal sújtott régiók száma (Gassert et al. 2013).

A felszíni vizek minőségének javítása és az erőforrásokkal való gazdálkodás fenntarthatóságának növelése kulcsfontosságú az emberiség jövőjét tekintve. Az ENSZ 2030-ig szóló Fenntartható Fejlődési Programja konkrét Fenntartható Fejlődési Célt (SDG) határozott meg, hogy mindenki számára biztosítsa a víz és a higiénia elérhetőségét és fenntartható kezelését.

A körforgásos gazdaság kialakítása nélkül nem biztosítható a fenntartható fejlődés. A körkörös gazdaság a szennyvízkezelési szektorban is alkalmazható. A szennyvíz újrafelhasználása kiváló lehetőség a természetes vízkészletek megóvására és fenntarthatóbb kezelésére. A dolgozatban bemutattam több, már megvalósult alkalmazási lehetőséget, amelyeket a szennyvíz felhasználására dolgoztak ki, támogatva ezzel a körforgásos gazdaság koncepcióját.

A szennyvíztisztító telepek által megtisztított kommunális szennyvíz újra felhasználhatóságának első lépcsője a szennyvíz elvezetése, vagyis a közmű kiépítése (csatornázottság), majd a közműre csatlakozás feltételeinek megteremtése a lakosság számára. Minél magasabb a közműre csatlakozott települések és ingatlanok száma, annál nagyobb lehet a megtisztított vizek mennyisége, ezáltal csökken a környezetszennyező hatás és nő megtisztított vizek mennyisége, amelyek a megfelelő tisztítás után újra hasznosíthatóvá válnak. Hazánkban, a dolgozatomban is vizsgált időszakban (2014-2020) e cél elérése érdekében jelentős finanszírozási keretet a KEHOP-os beruházások nyújtottak. A Projekt (KEHOP) időszakában (2014-2020) hazánkban a közcsatorna hálózat hossza (km) (4.5. fejezet) 2014-ben 44 735,5 km volt, míg 2020-ra 52 445,9 km-re nőtt, amely 17,24%-os növekedést jelentett. A közcsatornába bekötött lakások száma (4.4. fejezet) is emelkedést mutat a vizsgált időszakban, miszerint 2014-ben 3 386 432 lakásról 3 726 141 darabszámú lakásra nőtt, amely 10,03%-os

növekedést mutat. A közüzemi szennyvízgyűjtő hálózaton a közüzemi szennyvíztisztító telepre vezetett és szállított szennyvíz alakulása a vizsgált időszakban a következő eredményeket mutatja (4.3. fejezet): 2014-ben 473 753 ezer m³ volt az összes tisztított szennyvíz (mechanikai, biológiai, III. tisztítási fokozat), amely 2020-ra egy 12,51%-os növekedés volt megfigyelhető, amely 533 031 ezer m³ tisztított szennyvizet jelent (8. ábra). A csak mechanikailag tisztított szennyvíz mennyisége a következőképpen alakult: 2014-ben 638 ezer m³, míg 2020-ban 551 ezer m³-re csökkent, amely a 13,65%-os csökkenést jelent. A biológiailag tisztított szennyvíz esetében 2014-ben 97136 ezer m³-ről 2020-ra 44248 ezer m³-re csökkent, ez 54,45%-kal kevesebb, mint 2014-ben. Ahogy a 4.3. fejezetben már említettem, ez a két csökkenő tendencia a környezetterhelés szempontjából egy pozitív irány. A III. tisztítási fokozatot tekintve elmondható, hogy 375 978 ezer m³-ről 488 232 ezer m³-re nőtt 2014-ről 2020-ra, amely 29,86%-os növekedés. Ebből láthatjuk, hogy a vizsgált hét évben körülbelül harmadával nőtt a III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz mennyisége.

A 2014-2020 programozási időszakban a KEHOP 2.2. (szennyvízelvezetés és- tisztítás) meghirdetett felhívások keretösszege 377, 78 milliárd HUF volt. 103 darab projekt rendelkezett támogatási szerződéssel 281,21 milliárd HUF értékben, amelyből 277,06 milliárd HUF került kifizetésre. A meghirdetett keretösszegeből 100 milliárd HUF nem került kifizetésre (http 24). Magyarországon 2020-ban 818 darab szennyvíztisztító telep üzemelt, amelyből 662 darab III. tisztítási fokozattal rendelkezett (Laurinyecz, 2022). A szennyvíztelepek 2/3-a (76,44%) tisztítási fokozat szempontjából megfelel a környezetvédelmi- és az újrahasznosítás normáknak. Ennek ellenére hazánkban mégsem honosult meg a szennyvíz újrahasznosításának egyetlen formája sem. A dolgozat 2.10. fejezetében kifejtettem, hogy kezdeményezések elindultak ez irányba, ahol is mintaterületeket alakítottak ki, ahol a tisztított szennyvizet öntözésre lehetne felhasználni, de ezek egyike sem mondható sikeresnek. Magyarország területe 93 030 km² ebből a potenciálisan (természetvédelmi okokból védett területek, belterület, vízbázis védőterület, karsztos területek, belvízzel és árvízzel érintett területek kizárva) öntözhető területek nagysága 38 962 km² (42%). Hazánk szántóterülete 28 088 km² (30%). A potenciálisan öntözhető területeken 108 darab olyan szennyvíztisztító található, amely 3-5 km-es körzetben helyezkedik el az öntözött terület mellett, és rendelkezik a III. fokozatú szennyvíztisztítási technológiával. 75 darab olyan szennyvíztisztító telep van, amely a potenciálisan öntözhető szántó 3-5 km-es körzetében helyezkedik el. A 3 km-es pufferterületek 7% (6323 km²) -a potenciálisan öntözhető terület, míg 5% (4550 km²) -a potenciálisan öntözhető szántó. Ha az 5 km-es körzetet nézzük, akkor ezek a számok 17 (16191 km²) - és 13% (11662 km²) -ra nőnek. (Laurinyecz, 2022). Láthatjuk tehát, hogy hazánkban a

tisztított víz körforgásos alkalmazása mezőgazdasági hasznosításra alkalmas lehet, hiszen rendelkezünk elegendő szennyvízzel, amelynek 90,82%-a III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz (2020-ban). Ez európai viszonylatban is jó, hiszen hazánk szennyvíztisztítási indexe 21,4% volt 2020-ban (15. ábra). Laurinyecz (2022) kutatása szerint rendelkezünk potenciálisan öntözhető területekkel is, tehát szinte minden feltétel adott lenne ahhoz, hogy hazánk kivegye a részét a körforgásos gazdaság- és ezzel együtt egy fenntarthatóbb víz- és szennyvíz felhasználási stratégiából. A szennyvíziszap kijuttatása értékes tápanyag forrásként is szolgálhat különböző növény kultúráknak, így a műtrágya használatát is csökkenteni lehetne, amely talajvizeinkre nézve lényegi kérdés. Ezen kívül a tisztított szennyvíz öntözési célú kijuttatása megnövelné az öntözhető területek nagyságát, amely a klímaváltozás következtében kialakuló szélsőséges, főként aszályos időszakokban igen fontos lehet. Hazánkban az elmúlt években megnövekedett azoknak a beruházásoknak a száma, amelyek kifejezetten nagy édesvíz felhasználónak tekinthetők. Talán a külföldi beruházóknak kecsegtető a még nagy mennyiségben rendelkezésre álló erőforrás (a rájuk vonatkozó gyér környezetvédelmi szabályozások mellett) korlátlan használata, de fontos lenne, sőt létfontosságú, hogy vigyázzunk, és fenntartható módon tekintsünk édesvízi készleteinkre, előtérbe helyezve azt, és nem a gazdasági beruházásoknak alárendelve. Lényeges lenne, hogy az emberek ne hulladékként tekintsenek a szennyvízre, hanem mint fontos értékre.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az erőforrások visszanyerése és újrafelhasználása kulcsfontosságú tényező a fenntartható gazdálkodás szempontjából, amely a nyersanyag-felhasználás csökkenéséhez, a hulladékcsökkentéshez és az energiahatékonyság javításához vezet. Ez az oka annak, hogy a körforgásos gazdaság koncepciója bármely ipari tevékenységben alkalmazható, így a szennyvízkezelési ágazatban is. Ezt szem előtt tartva, Guerra-Rodríguez és munkatársai (2020) tanulmányukban a körkörös gazdaság vízágazati alkalmazásának kihívásait és lehetőségeit mutatja be. Tanulmányukban bemutatják a szennyvíz visszanyerését és újrahasznosítását a vízkészletek növelése érdekében, különös figyelmet fordítva az emberi egészséget érintő kockázatokra, a tápanyagok vagy a magas hozzáadott értékű termékek (például fémek és biomolekulák) visszanyerésére. Az EU 27 országából 18 már valamilyen szinten újrahasznosítja a tisztított szennyvizet. Sőt, megannyi szennyvíztisztító telep elérte az energia-önellátást, és energiaszükségletének akár 150%-át is megtermeli.

Hazánkat tekintve a szennyvíztisztítás uniós szinten is megfelelő, hiszen a szennyvíztisztítási index 21,4% volt 2020-ban. A keletkező szennyvíz 90,82%-a III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz (2020), amely igen kedvező környezetvédelmi szempontból is. A KEHOP támogatásoknak köszönhetően, 2014 és 2020 között a közcsonna hálózat hossza (km) 17,24%-os növekedést ért el. A közcsonnába bekötött lakások száma 10,03%-os növekedést mutatott 2020-ban. A csak mechanikailag tisztított szennyvíz mennyisége 13,65%-os, míg a biológiailag tisztított szennyvíz esetében 54,45%-kal csökkenés volt megfigyelhető. A III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz mennyisége 29,86%-os növekedést mutatott (2014-2020).

Mindezek ellenére a szennyvíz újra felhasználása még gyerekcipőben jár hazánkban. Mezőgazdasági területek öntözésére elindult néhány projekt, köztük a nagyállói mintaterület, amely egy III. tisztítási fokozattal működő szennyvíztelep mellett került kialakításra, amelyet sajnálatos módon végül nem üzemeltek be. A mintaprojektek megtervezése és kialakítása lehetőséget biztosítana arra, hogy feltérképezhetővé válna a szennyvíz újra hasznosításának feltétel rendszere.

Hazánkban még sok a teendő a körforgásos gazdaság koncepciójának a szennyvízágazatban történő megvalósítására. A társadalmi változásokra is nagy hangsúlyt kell fektetni a cél elérése érdekében.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- Ahmad, L. A., Ismail, S., & Bhatia, S. (2003). Water recycling from palm oil mill effluent (POME) using membrane technology. *Desalination*, 157(1), 87–95. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(03\)00387-4](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(03)00387-4)
- Andersen, M. S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, 2(1), 133–140. <https://doi.org/10.1007/s11625-006-0013-6>
- Babbitt, C. W., Gaustad, G., Fisher, A., Chen, W. Q., & Liu, G. (2018). Closing the loop on circular economy research: From theory to practice and back again. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.012>
- Casiano, F. C., Bressers, H., Gutierrez, C., & de Boer, C. (2018). Towards circular economy – a wastewater treatment perspective, the Presa Guadalupe case. *Management Research Review*, 41(5), 554–571. <https://doi.org/10.1108/MRR-02-2018-0056>
- Chertow, M., & Ehrenfeld, J. (2012). Organizing Self-Organizing Systems. *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 13–27. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00450.x>
- Costa, I., Massard, G., & Agarwal, A. (2010). Waste management policies for industrial symbiosis development: Case studies in European countries. *Journal of Cleaner Production*, 18(8), 815–822. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.12.019>
- Dong, H., Fujita, T., Geng, Y., Dong, L., Ohnishi, S., Sun, L., Dou, Y., & Fujii, M. (2016). A review on eco-city evaluation methods and highlights for integration. *Ecological Indicators*, 60, 1184–1191. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.044>
- dos Santos, H. S., Ferrarini, S. F., Flores, F. Q., Pires, M. J. R., Azevedo, C. M. N., Coudert, L., & Blais, J.-F. (2018). Removal of toxic elements from wastewater generated in the decontamination of CCA-treated Eucalyptus sp. And Pinus canadense wood. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 20(2), 1299–1309. <https://doi.org/10.1007/s10163-017-0694-1>
- Ekins, P., Domenech Aparisi, T., Drummond, P., Bleischwitz, R., Hughes, N., & Lotti, L. (2020). The Circular Economy: What, Why, How and Where. In *The OECD Centre for Entrepreneurship: Paris, France*. [Report]. The OECD Centre for Entrepreneurship. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10093965/>
- Erkman, S. (1997). Industrial ecology: An historical view. *Journal of Cleaner Production*, 5(1), 1–10. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(97\)00003-6](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(97)00003-6)
- Faragó T. (2018). *A nemzetközi környezet- és klímapolitikai együttműködés* (o. 5–19). Mérsékelt öv? Felelős cselekvési irányok a hatékony klímavédelemért. <https://real.mtak.hu/84429/>
- Fujii, M., Fujita, T., Dong, L., Lu, C., Geng, Y., Behera, S. K., Park, H.-S., & Chiu, A. S. F. (2016). Possibility of developing low-carbon industries through urban symbiosis in Asian cities. *Journal of Cleaner Production*, 114, 376–386. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.027>
- Gassert, F., Reig, P., Luo, T., & Maddocks, A. (2013). *Aqueduct Country and River Basin Rankings*. <https://policycommons.net/artifacts/1360393/aqueduct-country-and-river-basin-rankings/1973846/>
- Geng, Y., & Doberstein, B. (2008). Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving „leapfrog development”. *International Journal of*

- Sustainable Development & World Ecology*, 15(3), 231–239.
<https://doi.org/10.3843/SusDev.15.3:6>
- George, D. A. R., Lin, B. C., & Chen, Y. (2015). A circular economy model of economic growth. *Environmental Modelling & Software*, 73, 60–63.
<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.06.014>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Guerra-Rodríguez, S., Oulego, P., Rodríguez, E., Singh, D. N., & Rodríguez-Chueca, J. (2020). Towards the Implementation of Circular Economy in the Wastewater Sector: Challenges and Opportunities. *Water*, 12(5), Article 5.
<https://doi.org/10.3390/w12051431>
- Gupta, K. V., Ali, I., A. Saleh, T., Nayak, A., & Agarwal, S. (2012). Chemical treatment technologies for waste-water recycling—An overview. *RSC Advances*, 2(16), 6380–6388. <https://doi.org/10.1039/C2RA20340E>
- Gutierrez-Escolar, A., Castillo-Martinez, A., Gomez-Pulido, J. M., Gutierrez-Martinez, J.-M., & Garcia-Lopez, E. (2014). A New System for Households in Spain to Evaluate and Reduce Their Water Consumption. *Water*, 6(1), Article 1.
<https://doi.org/10.3390/w6010181>
- Hofmann, F. (2019). Circular business models: Business approach as driver or obstructer of sustainability transitions? *Journal of Cleaner Production*, 224, 361–374.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.115>
- http 1. | *Greenhouse Gas (GHG) Emissions* | *Climate Watch*. Elérés 2024. január 22., forrás <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>
- http 2. (2023, szeptember 30). *Környezetpolitika: Általános elvek és alapvető keretek | Ismertető az Európai Unióról | Európai Parlament*.
<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hu/sheet/71/kornyezetpolitika-altalanos-elvek-es-alapveto-keretek>
- http 3. (2023, szeptember 30). *Vízvédelem és vízgazdálkodás | Ismertető az Európai Unióról | Európai Parlament*.
<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hu/sheet/74/vizvedelem-es-vizgazdalkodas>
- http 9. (2023, szeptember 30). *Erőforrás-hatékonyság és a körforgásos gazdaság | Ismertető az Európai Unióról | Európai Parlament*.
<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hu/sheet/76/eroforras-hatekonysag-es-a-korforgasos-gazdasag>
- http 10. (2017). *The United Nations world water development report, 2017: Wastewater: the untapped resource*. <https://policycommons.net/artifacts/8196309/the-united-nations-world-water-development-report-2017/9106890/>
- http 11. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy—European Environment Agency* [Policy Document]. Elérés 2024. március 28., forrás <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/directive-2000-60-ec-of>
- http 12. *Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development — European Environment*

- Agency [Policy Document]. Elérés 2024. március 28., forrás <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/resolution-adopted-by-the-general>
- http 13. *Council Directive 91/271/EEC concerning urban waste water treatment.* | FAOLEX. Elérés 2024. március 28., forrás <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC013224/>
- http 14. *Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption* [Text]. <https://Webarchive.Nationalarchives.Gov.Uk/Eu-Exit/https://Eur-Lex.Europa.Eu/Legal-Content/EN/TXT/?uri=CELEX:01998L0083-20151027>; King's Printer of Acts of Parliament. Elérés 2024. március 28., forrás <https://www.legislation.gov.uk/eudr/1998/83/body>
- http 15. *European waters—Assessment of status and pressures 2018—European Environment Agency* [Publication]. Elérés 2024. március 28., forrás <https://www.eea.europa.eu/publications/state-of-water>
- http 16. *COM(2014)398—Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe—EU monitor.* Elérés 2024. március 28., forrás <https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/vjl4tamjogxb>
- http 17. (2018, január 24). *Monitoring framework for the circular economy (communication).* European Economic and Social Committee. <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/monitoring-framework-circular-economy-communication>
- http 18. *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development* ∴ Sustainable Development Knowledge Platform. Elérés 2024. március 29., forrás <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication>
- http 19. *COM(2012)673—Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources—EU monitor.* Elérés 2024. március 29., forrás <https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/vj4mtdb7jfxj>
- http 20. *91/271/EGK szennyvízirányelv.* nyugat-dunantuli. Elérés 2024. április 3., forrás <http://www.nyuduvizig.hu/nyugat-dunantuli/eu-viz-iranyelvek/szennyviz>
- http 21. *Szennyvíz Irányelv.* Országos Vízügyi Főigazgatóság. Elérés 2024. április 3., forrás <https://www.ovf.hu/eu-viz-iranyelvek/szennyviz-iranyelv>
- http 22. *Inforegio—Környezet- és Energetikai Hatékonysági Operatív Program.* Elérés 2024. április 3., forrás https://ec.europa.eu/regional_policy/in-your-country/programmes/2014-2020/hu/2014hu16m1op001_hu
- http 23. *Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program—Pályázati Portál.* Elérés 2024. április 3., forrás <https://www.palyazat.gov.hu/programok/szechenyi-2020/kehop>
- http 24. (2021). *A Nemzeti Víziközmű-közforgalmazási Stratégia feljogosító feltételeinek teljesüléséhez szükséges intézkedésekről* (<https://cdn.kormany.hu/uploads/document/c/cf/cf6/cf6689bfe67aaa09d7524d37cea8f150d0b4f3dc.pdf>).
- Hunt, R. G., Franklin, W. E., & Hunt, R. G. (1996). LCA — How it came about. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 1(1), 4–7. <https://doi.org/10.1007/BF02978624>

- Jawahir, I. S., & Bradley, R. (2016). Technological Elements of Circular Economy and the Principles of 6R-Based Closed-loop Material Flow in Sustainable Manufacturing. *Procedia CIRP*, 40, 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.067>
- Kelemen, R. D. (2011). Globalizing European Union environmental policy. In *Europe and the Management of Globalization*. Routledge.
- Kowalewski, Z., Neverova-Dziopak, E., & Preisner, M. (2018). *An attempt to develop a regressive model for estimating the value of BOD5 municipal sewage*. 40, 3–20.
- Krüger, O., Fattah, K. P., & Adam, C. (2016). Phosphorus recovery from the wastewater stream—Necessity and possibilities. *Desalination and Water Treatment*, 57(33), 15619–15627. <https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1103315>
- KSH. *Települési szennyvíztisztítás – Fenntartható fejlődés indikátorai*. Elérés 2024. április 3., forrás <https://www.ksh.hu/ffi/3-12.html>
- Laurinyecz, P. (2022). *Tisztított szennyvízzel potenciálisan öntözhető területek és alkalmas szennyvíztisztító telepek térinformatikai lehatárolási módszertana—Öntözési mintaprojekt-javaslatokkal* (https://vtk.uni-nke.hu/document/vtk-uni-nke-hu/4%20Laurinyecz%20P%C3%A1l_221116.pdf). [https://vtk.uni-nke-hu/document/vtk-uni-nke-hu/4%20Laurinyecz%20P%C3%A1l_221116.pdf](https://vtk.uni-nke.hu/document/vtk-uni-nke-hu/4%20Laurinyecz%20P%C3%A1l_221116.pdf)
- Mauchauffee, S., Denieul, M.-P., & Coste, M. (2012). Industrial wastewater re-use: Closure of water cycle in the main water consuming industries – the example of paper mills. *Environmental Technology*, 33(19), 2257–2262. <https://doi.org/10.1080/09593330.2012.728734>
- Naustdalslid, J. (2014). Circular economy in China – the environmental dimension of the harmonious society. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 21(4), 303–313. <https://doi.org/10.1080/13504509.2014.914599>
- Peck, D., Kandachar, P., & Tempelman, E. (2015). Critical materials from a product design perspective. *Materials & Design (1980-2015)*, 65, 147–159. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.08.042>
- Prendeville, S., & Sherry, J. (2014). *Circular Economy. Is it Enough?* <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1473.1128>
- Rammelt, C., & Crisp, P. (2014). A systems and thermodynamics perspective on technology in the circular economy. *Real-World Economics Review*, 68, 25–40.
- Sala, L., & Serra, M. (2004). Towards sustainability in water recycling. *Water Science and Technology*, 50(2), 1–7. <https://doi.org/10.2166/wst.2004.0074>
- Salgot, M., & Folch, M. (2018). Wastewater treatment and water reuse. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2, 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.03.005>
- Silva, A., Rosano, M., Stocker, L., & Gorissen, L. (2017). From waste to sustainable materials management: Three case studies of the transition journey. *Waste Management*, 61, 547–557. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.11.038>
- Smol, M., Adam, C., & Preisner, M. (2020). Circular economy model framework in the European water and wastewater sector. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 22(3), 682–697. <https://doi.org/10.1007/s10163-019-00960-z>
- Smol, M., Kulczycka, J., & Kowalski, Z. (2016). Sewage sludge ash (SSA) from large and small incineration plants as a potential source of phosphorus – Polish case study.

- Journal of Environmental Management*, 184, 617–628.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.035>
- Smol, M., & Włodarczyk, M. (2017). The Effectiveness in the Removal of PAHs from Aqueous Solutions in Physical and Chemical Processes: A Review. *Polycyclic Aromatic Compounds*, 37(4), 292–313. <https://doi.org/10.1080/10406638.2015.1105828>
- TEIR, KSH. *TEIR*. Elérés 2024. április 3., forrás
<https://www.oeny.hu/oeny/teir/#/osszetettkereso>
- Tóth T. (2018). A tisztított szennyvíz mezőgazdasági hasznosítására alkalmas területek meghatározása Magyarországon. *Hadmérnök*, 13(3), Article 3.
- Tóth, T. (2021). A körforgásos gazdaság koncepciójának integrálása a magyarországi öntözésfejlesztésbe. *Hadmérnök*, 16, 157–168. <https://doi.org/10.32567/hm.2021.2.11>
- van Beers, D., Bossilkov, A., & van Berkel, R. (2008). A regional synergy approach to advance sustainable water use: A case study using Kwinana (Western Australia). *Australasian Journal of Environmental Management*, 15(3), 149–158.
<https://doi.org/10.1080/14486563.2008.9725197>
- Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2, 32–45. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.01.005>
- Wang, H., Hashimoto, S., Yue, Q., Moriguchi, Y., & Lu, Z. (2013). Decoupling Analysis of Four Selected Countries. *Journal of Industrial Ecology*, 17(4), 618–629.
<https://doi.org/10.1111/jiec.12005>
- Winans, K., Kendall, A., & Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 825–833.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123>
- Wu, H., Shi, Y., Xia, Q., & Zhu, W. (2014). Effectiveness of the policy of circular economy in China: A DEA-based analysis for the period of 11th five-year-plan. *Resources, Conservation and Recycling*, 83, 163–175.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.003>
- Yu, F., Han, F., & Cui, Z. (2015). Evolution of industrial symbiosis in an eco-industrial park in China. *Journal of Cleaner Production*, 87, 339–347.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.058>
- Yuan, Z., Bi, J., & Moriguchi, Y. (2006). The Circular Economy: A New Development Strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*, 10(1–2), 4–8.
<https://doi.org/10.1162/108819806775545321>
- Zhijun, F., & Nailing, Y. (2007). Putting a circular economy into practice in China. *Sustainability Science*, 2(1), 95–101. <https://doi.org/10.1007/s11625-006-0018-1>
- Zhu, Q., Geng, Y., & Lai, K. (2010). Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation and the performance implications. *Journal of Environmental Management*, 91(6), 1324–1331.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.02.013>

Jelölések, rövidítések jegyzéke:

BOI₅- biokémiai oxigénigény

CE- circular economy (körkörös gazdaság)

CITES- Convention on International Trade in Endangered Species (veszélyeztetett fajok nemzetközi kereskedelme)

EAP- Environmental Action Programme (Környezetvédelmi Akció Program)

EB- Európai Bizottság

EEA- European Environmental Agency (Európai Környezetvédelmi Ügynökség)

EGK- Európai Gazdasági Közösség

ENSZ- Egyesült Nemzetek Szervezete

EU- Európai Unió

FO- forward osmosis (természetes ozmózis)

IX- ion exchange (ioncsere)

KEHOP- Környezet- és Energetikai Hatékonyági Operatív Program

KOI₅- kémiai oxigénigény

KSH- Központi Statisztikai Hivatal

LE- lakosegyenérték

MEAs- Multilateral Environmental Agreements (többoldalú környezetvédelmi megállapodások)

NF- nanofiltration (membrán szűrő technika)

OECD- Organisation for Economic Co-operation and Development (Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet)

RO- reverse osmosis (fordított ozmózis)

SDGs- Sustainable Development Goals (Fenntartható Fejlődési Célok)

SKV- Stratégiai környezeti vizsgálat

TEIR- Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer

UF- ultra -filtration (ultraszűrés)

ÜHG- üvegházhatású gáz

WTO- World Trade Organization (Kereskedelmi Világszervezet)

8. TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: A háztartásokból közcatornán elvezetett szennyvíz (1000 m³).
2. ábra: A közcatornán elvezetett szennyvíz %-os növekedése.
3. ábra: A közcatornán elvezetett, III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz (1000 m³).
4. ábra: A közcatornán elvezetett, III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz %-os alakulása 2014-2020 között.
5. ábra: Mechanikailag tisztított szennyvíz.
6. ábra: Biológiaiilag is tisztított szennyvíz.
7. ábra: III. tisztítási fokozattal is tisztított szennyvíz.
8. ábra: Összes tisztított szennyvíz.
9. ábra: Közcatorna hálózatba bekapcsolt lakások (db).
10. ábra: Közcatorna hálózatba bekapcsolt lakások darabszáma 2014 és 2020 között.
11. ábra: A közcatorna hálózatba bekapcsolt lakások %-os változása 2014 és 2020 között.
12. ábra: Közcatorna hálózat hossza (km) hazánk vármegyéiben 2014-2020.
13. ábra: Közcatorna hálózat hosszának (km) százalékos növekedése, 2014-2020.
14. ábra: A közüzemi szennyvízgyűjtő hálózat hossza (km), országos adat 2014-2020 között
15. ábra: Települési szennyvíztisztítási index (%).
16. ábra: Megyei települési szennyvíztisztítási index % (2020).
17. ábra: Európai települési szennyvíztisztítási index %.
18. ábra: Magyarországi szennyvíztisztító telepek száma kiépítési kapacitás (LE) szerinti bontásban 2020.
19. ábra: A KEHOP 2.2. keretösszeg hasznosulása.

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőmnek Koponicsné Dr. Györke Diánának, hogy nagyfokú szakmai segítségével folyamatosan végig kísérte és segítette a dolgozat elkészülését.

Köszönettel tartozom csoporttársaimnak: Borondics Biankának, Lengyel Petronellának, Herke Csabának és Takács Gergelynek az elmúlt két évben nyújtott segítségükért, tanácsaikért és támogatásukért.

Köszönet illeti jelenlegi munkahelyem, az ATEV Zrt. vezetőségének és munkatársaimnak a támogatását. Külön köszönöm Kovács Lajos Vezérigazgató Úr támogatását, hogy tanulmányaimat elvégezhettem.

Nagy hálával tartozom családomnak, feleségemnek Adriennek és két gyermekemnek Zennának és Normannak türelmükért, támogatásukért és biztató szavaikért.

A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal „A körforgásos gazdaság megvalósíthatósága a honvédelmi tevékenységek során” című, TKP2021-NVA-22 azonosítószámú Témaerületi Kiválósági Program támogatásával valósult meg, a Körforgásos Gazdaság Elemző Központ (KGEK) vezetésével.

NYILATKOZAT

Demeter Norbert (hallgató Neptun azonosítója: USKRDQ) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024. április 18.



Koponicsné Dr. Györke Diána
belső konzulens

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és
eredetiségéről

A hallgató neve: Danota Norbert
A Hallgató Neptun kódja: USKRDA
A dolgozat címe: Az EU helyi önkormányzatokhoz fűződő politikai viszonyok
A megjelenés éve: 2024 Elteherelési és helyi önkormányzatok közötti
együttműködési viszonyokról
A konzulens intézetének neve: Vidékfejlesztési és Terméktervezési Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Vidék- és területfejlesztési Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott
záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi
alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen
megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a
záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását
engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás
felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor
szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár-
és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitóri rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a
megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után
nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: 2024 év 04 hó 19 nap

Danota Norbert
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.