

# Új rendszerkialakítás a kistelepülések szennyvízkezelési problémáinak megoldására

Dr. Buzás Kálmán

címzetes egyetemi tanár, BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék

## Kivonat

A Városi szennyvíztisztításról szóló (91/271/EEC) irányelv módosítására új tervezet készült, ami érinti a kistelepülési kört is. Az agglomerációs határ 1000 LE-re csökken, és korlátozódik az egyedi szennyvízkezelési megoldások lehetősége is, előtérbe helyezve a csatornázásos megoldást. A csatornarendszer módosításával az új hálózati konfiguráció a hagyományosnál kedvezőbb üzemeltetési körülményeket teremt ebben a méretkategóriában, a beruházási költségek nem jelentős növekedése mellett.

**Kulcsszavak:** Kistelepülési szennyvízkezelés üzemeltetése, új agglomerációk jellemzői, ÜHG emisszió, talajvízkutak, közegészségügy kockázat.

## BEVEZETÉS

A Városi szennyvíztisztításról szóló (91/271/EEC) irányelv (a továbbiakban Irányelv) 1991-es hatálybalépése óta napjainkig 32 év telt el. Ezalatt a hosszú idő alatt Európa szerte, így hazánkban is jelentős változások történtek ebben az ágazatban. A változást jól jellemzi a csatornázottság mértékének (a közcsatornával és legalább biológia szennyvíztisztítással ellátott háztartások számának) a növekedése, illetve a közüzemi vízellátás és a csatornázottság közötti eltérés csökkenése. Az irányelv a központi létesítményekben összegyűjtött és eltávolított, elsősorban a háztartási forrásokból származó szennyezésre összpontosított. A fennmaradó szennyezés elleni védelem, a növekvő súlyú egyéb városi eredetű szennyezőforrások kevesebb figyelmet kaptak. Ezek jellemzően a 2000 főnél kevesebb lakossal rendelkező települések, a decentralizált szennyvíztisztító létesítmények és a települési felszíni csapadékvíz lefolyások. Egyes szennyező anyagok eltávolítására vonatkozó határértékek mára elavultak és új szennyező anyagok jelentek meg. Például a mikroműanyagok és mikroszennyezők.

Az Irányelv elfogadása óta új társadalmi kihívások merültek fel. Időszerűvé vált az Irányelv összehangolása az (i) Európai Zöld Megállapodással (European Green Deal), ami ambiciózus politikai célokat tűz ki az éghajlatváltozás elleni küzdelemben, az (ii) uniós gazdaság körforgásos jellegének fokozásában és a (iii) környezetállapot romlásának csökkentésében. Ezért úgy ítélték meg, hogy a szennyvízágazatban további erőfeszítésekre van szükség az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának, és az energiafogyasztásnak a csökkentésében, valamint a körforgásos gazdálkodás érvényesítésében az iszapkezelés javításával (N, P és a szervesanyagok jobb visszanyerésével), továbbá a tisztított szennyvíz biztonságos újra felhasználási arányának növelésében.

Az Irányelv felülvizsgálata alapján készült javaslat érinti a kistelepülési szennyvízkezelés területét is. Csökken az agglomerációnak tekintendő településméret. A települési szennyvízgyűjtő rendszerek kialakításának kötelezettsége minden 1000 vagy több lakosegyenértékkel (LE) rendelkező agglomerációra fog vonatkozni. Ebből következően a környezetbe való kibocsátás előtt ebben a körben is megjelenik a biológiai tisztítás kötelezettsége.

Megváltozik az agglomeráció definíciója is: az „agglomeráció” olyan terület, ahol a települési szennyvíz eredetű terhelés kellően koncentrált ahhoz, hogy a szennyvizet összegyűjtsék és a települési szennyvíztisztító telepre vagy egy végső kibocsátási helyre elvezessék. Kellően

koncentráltnak azok az agglomerációk minősülnek, ahol a fajlagos terhelés eléri, vagy meghaladja a 10 LE/ha értéket.

Az egyedi megoldások használatának lehetősége a javaslat szerint csak korlátozottan, kivételes esetekben marad meg. Ilyen eset az, amelynél igazolható, hogy a központosított települési szennyvízgyűjtő rendszer létrehozása nem járna környezeti előnyökkel vagy túlzott költségeket okozna. A túlzott mértékre nincs definíció. Az egyedi megoldásoknak azonban ezekben a kivételes esetekben is biztosítaniuk kell a másodlagos és harmadlagos kezelést.

A tagállamoknak nemzeti nyilvántartásokat kell létrehozniuk a területükön alkalmazott egyes rendszerek azonosítására, és minden szükséges intézkedést meg kell tenniük annak biztosítására, hogy az ilyen rendszerek kialakítása és karbantartása megfelelő legyen. A megfelelést rendszeres, meghatározott időközönként elvégzett ellenőrzéssel kell igazolni. Ehhez egyelőre kidolgozás alatt álló új kötelezettségeket vezetnek be, ami egyaránt kiterjed a tervezés, az engedélyezés és az ellenőrzés területére.

Az egyedi megoldások alkalmazásához részletes indoklást kell adni, ha azok a 2000 LE-ű agglomerációkra jelentett kezelt terhelés több mint 2%-át képviselik. Rendszeres ellenőrzés és az erről készítendő jelentéstétel 2025-ig kötelező lesz minden olyan tagállamban, ahol az egyedi megoldások jelenléte eléri a fenti arányt (*Proposal COM (2022) 541 final*).

## **AZ ÚJ AGGLOMERÁCIÓS TELEPÜLÉSEK FŐBB JELLEMZŐI**

Új agglomerációknak azokat a településeket tekintjük, amelyeknek a lakosszáma 1000 és 1999 közé esik. Az OVF adatbázisa szerint ilyen településből 597 db található az országban. Ezek közül a csatornázás-szennyvíztisztítás fejlesztési programban 463 településen már létesült csatornahálózat, ami valamelyik szennyvízelvezetési agglomeráció tisztítótelepéhez csatlakozik. Ebben a tekintetben tehát ezek megfelelnek az új irányelv előírásának. Jelen cikkben csak azzal a 134 településsel foglalkozunk, amelyek a 2021-es OVF adatbázis szerint nem rendelkeznek csatornázással és szennyvíztisztítással. Ebben a körben 183 971 állandó lakos él 82 909 ingatlanban. Az ingatlanok átlagos lakosszáma 2.22 fő, 1.38-4.0 szélsőértékekkel.

Kérdés, hogy a 134 településből hányban éri el a fajlagos terhelés a 10 LE/ha értéket, amelynél már csatornahálózat kiépítése válik szükségessé. Ezt elvileg egyszerűen meghatározhatjuk a települések lakosszámnak és belterületének a hányadosaként. Ezzel számolva 44 település elégíti ki egyszerre a települési mérethatár és a kellően koncentrált terhelés kritériumát. A tényleges, fajlagos környezetterhelés azonban a beépített területen jelentkezik. Információ hiányában azt feltételeztük, hogy a beépített terület átlagosan 90%-a belterületnek. Ekkor 60 település kerül a csatornázandók körébe, ahol 2021-ben összesen 89 062 lakos élt 40 574 ingatlanban. A 60 településen az átlagos, fajlagos terhelés 13.8 LE/ha, 10.0-24.2 szélsőértékekkel. Az újonnan létesítendő csatornák hosszának becsléséhez a már csatornázott kistelepüléseken meglévő átlagos, ingatlanonkénti gyűjtőcsatorna hosszát (21 m) vettük figyelembe. Ennek alapján a 60 településen legalább 850 km-re adódik a kiépítendő gyűjtőcsatornahossz, amiben az agglomerációs szennyvíztisztítóhoz csatlakozó nyomóvezeték nem is szerepel. Hasonló módon számítható a bekötőcsatornák hossza is, ami 268 km-re adódott. A hosszak némileg valószínűleg alulbecsültek, mivel nem biztos, hogy a már csatornázott kistelepüléseken minden ingatlan csatlakoztatva van. Tehát jelentős beruházási, és csak a vezetékadóból jelentős működési költségigény is keletkezik.

A 134-60=74 településen elvileg választható a csatornahálózat elhagyása és egyedi tisztítók létesítése. Az új irányelv szerint ezek alkalmazása azonban csak kivételes lehet, elfogadható, részletes indoklás esetén. Kérdéses az uniós források bevonhatósága is. A fentiekhez

hasonlóan tehetünk becslést a költségekre. Az egyedi berendezéseket forgalmazók árajánlatai a legkisebb (4 LE) megoldásokra 800 000-2 000 000 Ft között mozognak. Vegyünk föl átlagosan 1 000 000 Ft költségigényt egy egyedi berendezés telepítésére, a 200 mm-es átmérőjű közcsatorna fajlagos fektetési költségére pedig 40-45 000 Ft/m-t. Ekkor egy berendezés árából 25-22 m csatorna létesíthető. Ez közel azonos az átlagos, egy ingatlanra jutó közcsatorna hosszával. Amennyiben a felvett fajlagos költségek elfogadhatók, az egyedi berendezések legfontosabb előnyének tekintett relatív olcsóság nem is annyira jelentős. Természetesen ez csak település léptékben érvényes, és az egyedi esetekben nagy eltérések is lehetnek.

### **ÚJ CSATORNÁZÁSI KONFIGURÁCIÓS JAVASLAT KISTELEPÜLÉSEKHEZ**

A programszerűen telepített nagyszámú egyedi berendezés egy-egy településen az új irányelv szerint komoly ellenőrzési feladatot ró az üzemeltetőre, aki ebből a szempontból már nem lehet a berendezés tulajdonosa, hiszen mind a mintavétel, mind pedig annak az analitikája szakértelmet, illetve akkreditált laboratóriumot igényel. Ennek nem csak költségei, de szakember igénye is van. Ezen kívül a keletkező fölösiszap begyűjtése és elszállítása is költség- és eszközigenyes. Az egyedi megoldás oldómedencével és talajszűrőmezővel bizonyos szempontból kedvezőbb lehet, azonban a továbbiakban részletezendő egyéb gondot okoz. Ezek miatt egy eddig még nem alkalmazott csatornázási konfigurációt javasunk, ami a szakmai üzemeltető számára kezelhetőbb rendszert eredményez.

Az új rendszer egy ponton tér el a hagyományos csatornarendszertől. Ez pedig az ingatlanok közcsatornához csatlakoztatásának módosítása oly módon, hogy az ingatlanon a bekötés előtt egy oldómedencét építünk be. A csatornába tehát az oldómedence kilépő szennyvize folyik be, amiben már csak kolloidális és oldott állapotban lévő szennyezőanyagok találhatók.

#### **A megoldás előnyei**

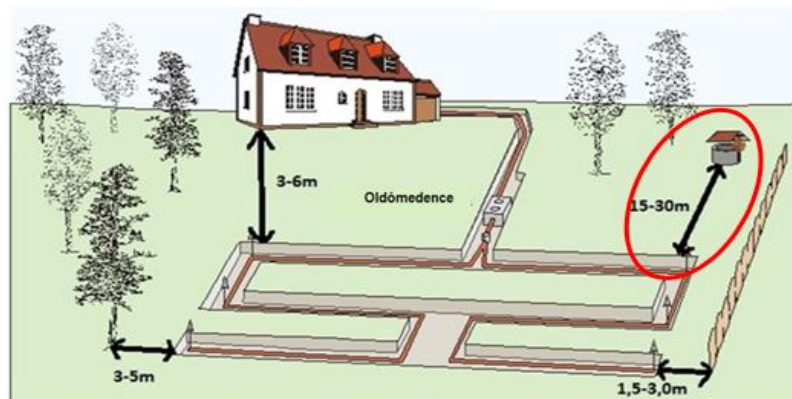
A megoldás a következő, jelentős előnyökkel jár:

- (i) A hálózaton a szokásos 200 mm-es csövek helyett, amik ebben a kistelepülési kategóriában hidraulikailag jelentősen túlméretezettek, jóval kisebb átmérőjű csövek alkalmazhatók, mivel azok eltömődése a szálanyagok és egyéb darabos szennyeződések, zsírok és olajok oldómedencében történő visszatartása következtében nem jöhet létre.
- (ii) Biztonságosabb üzemeléssel létesíthetők a nyomás alatti gyűjtőrendszerek is, hiszen az oldómedence után beépített házi beemelők ugyancsak védettek a fenti anyagoktól.
- (iii) Egy-egy településen saját kis biológiai szennyvíztisztító telep létesíthető, amelynek a mechanikai tisztítási lépcsője elmarad. Ezért ehhez olyan tisztítási technológia tervezhető, ami távoli diszpécser központból is felügyelhető, illetve üzemeltethető. A kis szennyvíztisztító telepen „csak” a fölösiszap kezelése, jellemzően időszakos elszállítása nagyobb telepre, vagy beforgatása mezőgazdasági területen oldandó meg. Megoldható a tisztított szennyvíz mezőgazdasági hasznosítása is. Nem keletkezik településenként üzemeltető szakember igény.
- (iv) Kezelhető mértékre csökken a településeken egyébként 100-as nagyságrendben elhelyezendő kisberendezésekből, sűrű időközönként eltávolítandó és elszállítandó szennyvíziszap költsége és eszközigenye, mivel az oldómedencék szippantása a nemzetközi gyakorlat szerint legfeljebb 2-3 évente szükséges.

- (v) A szennyvíz tisztítása üzembiztosan megoldható természetközeli módon is (például gyökermezős módszerrel), mivel az ilyen megoldásoknál általában a helytelen vagy hiányzó mechanikai előtisztítás okozza a problémákat.
- (vi) A szennyvíztisztító kislétesítmény-talajsűrő mezős egyedi megoldáshoz képest kisebb a keletkező ÜHG kibocsátás (részletesebben lásd később).
- (vii) Elmarad a tisztított szennyvíz ingatlanon belüli elhelyezésének területigénye. Ezek a területek egyébként korlátozottan használhatók, tehát megmarad az ingatlan teljes területén a tetszőleges hasznosítás. Tekintettel arra, hogy a kutak létesítését 2024-től már nem kötik engedélyhez, nagyszámban lehetnek/keletkezhetnek olyan ingatlanok, ahol az elhelyező/tisztítómező a védőtávolság betartásával nem is fér el.
- (viii) Megszüntethető a közegészségügyi kockázat, ami a szabad kút létesítés miatt jelentősen növekedni fog. Ez utóbbi részletesebb kifejtést igényel.

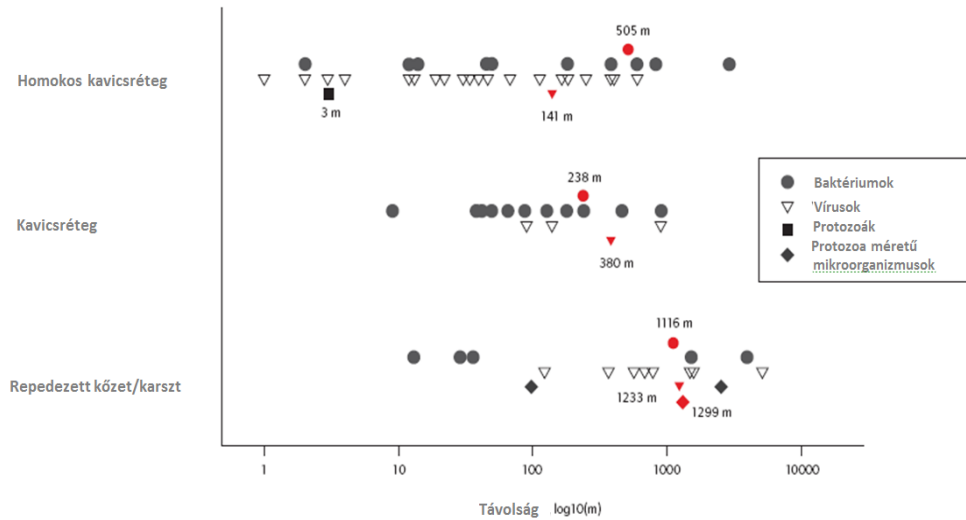
### A szabad kútlétesítés és a növekvő közegészségügyi kockázat (Buzás 2015)

Az egyedi szennyvíztisztító kislétesítmény ingatlanon belüli elhelyezésének általános korlátjait az 1. ábra szemlélteti. A kisberendezések esetében a kép hasonló.



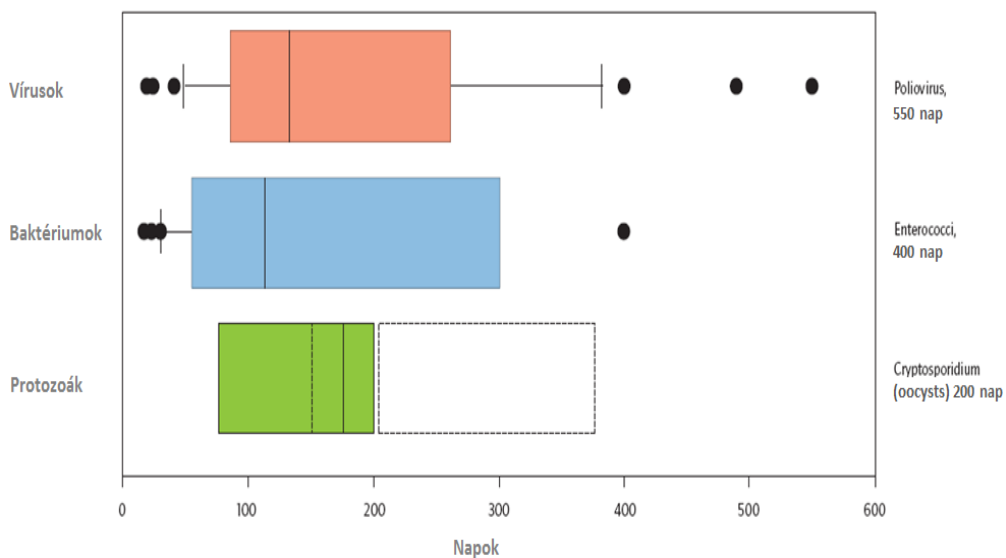
1. ábra: Hagyományos szennyvíztisztító kislétesítmény kialakításának elvi ábrája

Vessük össze az 1. ábrán látható, kutakra vonatkozó védőtávolságot a 2. ábra jellemzőivel, ahol az egyes, fertőző mikroorganizmusok azon detektált terjedési távolságai látható, amelyek mentén még fennmaradt a virulens állapot (DAT, 2011). A jelenlegi tervezői gyakorlat (előírás?) meglehetősen rövid expozíciós útvonallal számol a tisztított szennyvíz kibocsátási pontja és a saját, vagy éppen a szomszédos ingatlan kútja között, ami közegészségügyi kockázatot hordoz. A kockázat mértéke a jövőben jelentősen növekedni fog a szabadon létesíthető kutak miatt.



2. ábra: A patogén mikroorganizmusok detektált terjedési távolságai a virulens állapot megmaradásával porózus és repedezett talajban/kőzetben (DAT, 2011)

Ismeretes, hogy a betegség esetén a szennyvízben megjelenő patogén mikroorganizmusok számát a biológiai szennyvíztisztítás ugyan jelentősen csökkenti, de azokat nem távolítja el teljesen. A 2. és 3. ábrák egy széleskörű nemzetközi szakirodalmi értékelő munkából származnak, (DAT, 2011).



3. ábra: A patogének virulens állapotban maradásának észlelt időtartamai a talajvízben (DAT, 2011)

Mint látható a patogének talajvízbeli mozgása, illetve a virulens állapot fennmaradásának időtartama sokszorososan meghaladja a szokásos hazai, kistelepülési településszerkezetekre jellemző méreteket, így a kutak és kisberendezések/kislétesítmények között betartható távolságokat is. Bár kisberendezéseknél léteznek megoldások a tisztított szennyvíz fertőtlenítésére, ennek megbízhatósága és ellenőrzése erősen korlátozott. Még körülményesebb a helyzet a kislétesítményeknél, ahol a talajrétegben fenn kell tartani a bakteriális élővilágot az oldómedence kifolyó szennyvizének tisztításához.

## A megoldás hátrányai

Az új csatornázási konfigurációnak az alábbi hátrányai emelhetők ki:

- (i) A csatornarendszerbe a hagyományos bekötőakna helyett/mellett beépítendő oldómedence többletköltséggel jár. A kereskedelemben kapható műanyag oldómedencék a kimutatható 1.38-4 fő/ingatlan lakószám, 70-100 l/fő, nap fogyasztás és 3-6 napos hidraulikai tartózkodási idő felvételével 1-2 m<sup>3</sup>-es (legfeljebb 3 m<sup>3</sup>-es) méretben szükségesek, ami ingatlanonként becsülhetően 350-500 ezer forint többletköltséget okoz. Az elérhető előnyökhöz társuló költségcsökkenésekhez képest ezt a növekményt elfogadhatónak tekinthetjük.
- (ii) A szennyvíztisztító kisberendezéses egyedi megoldáshoz, illetve a hagyományos csatornahálózat és az agglomerációs szennyvíztisztítóban történő tisztításhoz képest nagyobb az ÜHG kibocsátás keletkezik.

### Az oldómedence-talajszűrő mező ÜHG emissziója

A metán erős üvegházhatású gáz. Az IPCC módszertana alapján az U.S. EPA (2009) jelentés megállapította, hogy a szennyvízzel összefüggő metánkibocsátásnak egy jelentős része az oldómedencékből származik. A módszertan és annak eredményei azonban vitathatók, a tényleges mérési adatok pedig nem voltak elegendők egy pontos üvegházgáz-leltár készítéséhez. Az oldómedence emissziójára vonatkozó irodalmi adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

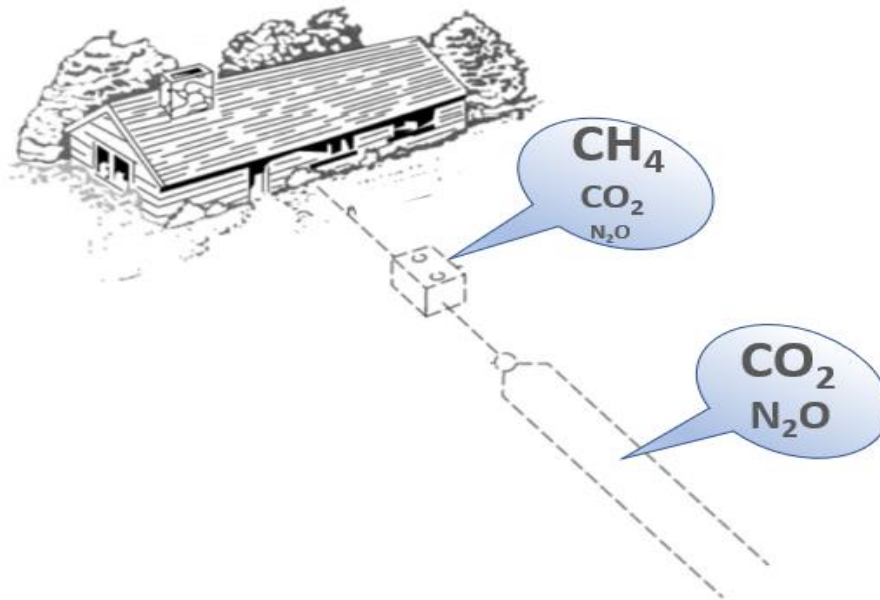
Forrás	Év	Metán emisszió (g CH <sub>4</sub> /fő, nap)
Kinnicutt et al.	1910	10.1 <sup>a</sup>
Winneberger	1984	14-18 <sup>a</sup>
KOI terhelés alapján	2009	11 <sup>b</sup>
IPCC	2007	25.5 <sup>c</sup>
Sasse	1998	18 <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Mért érték, <sup>b</sup> Számított érték, feltételezve, hogy a szilárd fázis 40%-a az iszapban marad, <sup>c</sup> Számított érték, feltételezve, hogy a befolyó KOI fele anaerob úton lebomlik, <sup>d</sup> Számított érték, feltételezve a metán 25%-a oldott állapotú

### 1. táblázat: Oldómedencék fajlagos metánemissziói (Leverenc et. al, 2010)

A pontosítás érdekében kutatási programot indítottak, amelynek a fő célja az volt, hogy pontosabb adatokat szerezzenek a hagyományos oldómedence-talajszűrő rendszerek ÜHG-kibocsátásáról, különös tekintettel a metánkibocsátásra. A kutatási projekt szakirodalmi áttekintésből, fluxuskamrák építéséből, és a terepi mérésekhez alkalmazható mintavételi technikák és protokollok kidolgozásából állt. A kutatás helyszíne az USA Kalifornia állama volt. A mérési eredmények azt mutatták, hogy az átlagos metánkibocsátás nem egyezik az IPCC, Winneberger és Sasse eredményeivel (1. táblázat). A különbség egyik okaként az IPCC modellnek azt a feltételezését jelölték meg, hogy az oldómedencébe befolyó KOI fele anaerob úton alakul át. Nem veszi továbbá egyértelműen figyelembe az iszapban és az oldómedencék szennyvizében jelenlévő szerves anyagok sorsát sem. Winneberger mérései a kisszámú mintavétel miatt statisztikai eloszlás meghatározásához nem voltak elegendők, míg Sasse a fejlődő országokban mért, ahol a jellemzően magasabb hőmérséklet és terhelés miatt nagyobb a metánkibocsátás is.

A mérések során azt találták, hogy az ilyen rendszerekben három ÜHG is keletkezik. Míg a metántermelés elsősorban az iszaprétegben zajló anaerob reakcióknak tulajdonítható, a szén-dioxid-kibocsátás anaerob fakultatív és aerob reakciók eredménye. Az oldómedencéből származó kibocsátás összetétele elsősorban metán és szén-dioxid, míg a talajrendszerből származó üvegházhatású gázok jellemzően szén-dioxidból és dinitrogén-oxidból állnak (4. ábra).



4. ábra: ÜHG gázok kibocsátása az oldómedence-talajszűrő rendszerben

A kutatási eredményeket az oldómedencéből és talajszűrésből származó üvegházhatású gázkibocsátások fajlagos és éves, lakosegyenértékre vonatkozó, széndioxid egyenértékben (CO<sub>2</sub>e) kifejezett értékeit a 2. táblázat mutatja (Leverenc et. al, 2010).

Gáz	Emissziós ráta (geometriai átlag) /g/fő, nap/		Globális <sup>a</sup> hőmérséklet növelő potenciál	Az emisszió széndioxid egyenértéke (tonna CO <sub>2</sub> e/fő, év/	
	Oldómedence	Oldómedence + talajszűrés <sup>b</sup>		Oldómedence	Oldómedence + talajszűrés
Metán	11.0	10.7	21	0.084	0.082
N <sub>2</sub> O	0.005	0.2	310	0.00057	0.023
CO <sub>2</sub>	33.3	335	1	0.012	0.12
Kalifornia	Összes ÜHG emisszió,			0.096	0.23
	Összes antropogén ÜHG emisszió <sup>c</sup>			0.085	0.1
<b>M.ország</b>	<b>Összes antropogén ÜHG emisszió<sup>d</sup></b>			<b>0.063</b>	<b>0.074</b>

<sup>a</sup> Globális hőmérséklet növelő potenciál 100 éves időhorizontra vonatkoztatva, (IPCC, 1996), <sup>b</sup> A szellőző rendszer mintázása alapján. <sup>c</sup> A biogén CO<sub>2</sub> nem tartozik bele az ÜHG leltárba (US EPA 2009). A biogén CO<sub>2</sub> olyan szén-dioxid, amely szerves anyagok, azaz a biomassa és származékai égése vagy bomlása következtében szabadul fel. Például a fa vagy a bomlás során keletkező biogáz égése során felszabaduló szén-dioxid. <sup>d</sup> A hazai fajlagos BOI<sub>5</sub> alapján becslve

2. táblázat: Az oldómedence-talajszűrő rendszer fajlagos és éves ÜHG kibocsátása CO<sub>2</sub> egyenértékben kifejezve (Leverenc et. al, 2010).

### *A mérési eredmények hazai alkalmazhatósága*

A kutatási eredmények hazai alkalmazhatóságának megítéléséhez foglalkozni kell a mérési helyszínhez köthető jellemzők hatásaival. Ezek az összevethető helyi jellemzők a hőmérsékleti viszonyok és a lakosegyenértékhez figyelembe vett  $BOI_5$  értékei. Az oldómedencében spontán kialakuló anaerob lebontás folyamata erősen hőmérséklet függő. A mérések hónapjai alatt az oldómedencében 17-25°C-os volt a víz hőmérséklete. A gázképződés a hőmérséklet emelkedésével növekedett. Hazai viszonyaink között a fentiektől alacsonyabb hőmérsékleteket valószínűsítünk. Kaliforniában 1 lakosegyenértékhez 80g  $BOI_5$ /fő, nap érték tartozik, ami nem elsősorban a táplálkozási mutatók eltéréseiből, hanem a konyhai maradék-étel darálók (konyhamalacok) kiterjedt használatából adódik. Mindkét tényező a kaliforniai értékek csökkentése irányában hat. Ezért a kutatási eredményeket, becslés jelleggel 60/80 arányban módosítottuk. Ezzel az oldómedence éves,  $CO_2$ -ben kifejezett fajlagos kibocsátása 0.063, míg az oldómedence-talajszűrő mező együttes kibocsátása 0.074 tonna  $CO_2$ -e/fő, év értékre adódott (2. táblázat).

Az új csatornázási konfiguráció tehát 15%-kal kisebb ÜHG emisszióval jár a szokásos oldómedence- talajszűrőmező megoldáshoz képest. Az egyedi, kisberendezéses megoldáshoz képest az emisszió bizonyosan nagyobb. A csökkenés mértékéhez további elemzésekre lenne szükség. Magyarországra ugyan nem releváns, de a kislétesítmények emissziója az összes szennyvíztisztításhoz köthetőnek mindössze 0.4%-a.

### **KÖVETKEZTETÉSEK**

Az 1000-1999 lakosú kistelepülések csatornázás-szennyvíztisztítással való ellátásában a javasolt, oldómedencével kiegészített csatornahálózatok létesítése, elsősorban üzemeltetői szempontból sokkal kedvezőbb feltételeket biztosít, mint az egyedi megoldások.

Beruházási szempontból a koncepció további elemzéseket igényel. Azokon a településeken, ahol a nyomás alatti csatornázás reális alternatíva, az előnyei nagy valószínűséggel kimutathatók lesznek. Alkalmazásával a regionális szennyvíztisztító telepekre csatlakozás helyett a településeken létesítendő távolból ellenőrizhető és üzemeltethető kis szennyvíztisztító telepek, vagy a természetközeli tisztítás reális alternatívát jelent.

### **IRODALOMJEGYZÉK**

*Buzás Kálmán* (2015): Vízgyűjtőgazdálkodási Terv-2015, 8-7 Melléklet: A településszintű, programszerű szennyvízkezelés kistelepüléseken

*DAT* (2011): Pathogenic Microorganisms and Viruses in Groundwater., Acatech Materialien-Nr. 6., Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

*H.L. Leverenc, G. Tchobanoglous, J. L. Darby* (2010): Greenhousegas emissions from septic systems, Final Report, Co-published WERF and IWA, IWAP ISBN: 978-1-84339-616-1-5

Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL concerning urban wastewater treatment, COM (2022) 541 final, 2022/0345 (COD)

U.S. EPA (2009) Inventory of greenhouse gas emissions and sinks: 1990-2007., EPA 430-R-09-004, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC

Városi szennyvíztisztításról szóló (91/271/EEC) irányelv