

## LOKÁLIS ENERGIAFORRÁSOK TÁVHŐ CÉLÚ FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

### STUDY OF THE POSSIBLE USES OF LOCAL ENERGY HEAT SOURCES IN DISTRICT HEATING

Göblyös Béla<sup>1</sup>, Réger Mihály<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dunaujvárosi Víz-, Csatorna- Hőszolgáltató Kft., Cím: Magyarország, Dunaujváros, Építők útja 1, bgoblyos@alfanova.hu

<sup>2</sup>Óbudai Egyetem, 1034 Budapest, Bécsi út 96/B, reger.mihaly@bgtk.uni-obuda.hu

#### Abstract

There are a plenty of studies and theories regarding the global warming and the related extenuation of fossil fuel both being the most important problem of the future of the mankind. The melting of high alpine glaciers and polar ice shelves, the decreasing area of permafrost, the increased emission of the industry and the rapid overpopulation show that the problem is real and needs quick and effective intervention. This paper is studying the possible uses of local heat sources in the district heating sector.

**Keywords:** district heating, local heat sources, wastewater sludge, municipal waste.

#### Összefoglalás

A globális felmelegedéssel és az ezzel összefüggő fosszilis energiahordozók kimerülésével – mint az emberiség jövőjével kapcsolatos két legfontosabb problémájával - kapcsolatban rengeteg tanulmány és találgatás jelent meg. A magashegységi gleccserek és a sarki jégtakaró olvadása, a permafrost területek csökkenése, az ipari termelés okozta kibocsátás növekedés, a Föld lakosságának rendkívül gyors gyarapodása, stb. mind azt mutatják, hogy a probléma valós és rendkívül gyors és hatékony beavatkozást igényel. A dolgozat a lokális energiaforrások távhő célú felhasználási lehetőségét vizsgálja.

**Kulcsszavak:** távfűtés, helyi energiaforrás, szennyvíziszap, kommunális hulladék.

#### 1. Bevezetés

Az ipari forradalom óta ugrásszerűen növekvő népesség, az urbanizáció és az ipari termelés növekedése velejáró következménye a fosszilis energiahordozók növekedő arányú felhasználása.

Előzők alapján belátható, hogy a véges mennyiségben rendelkezésünkre álló fosszilis energiák kimerülésére mindenképpen számítanunk kell, az egyes modellek csak a bekövetkezés időpontjában térnek el, abban

egységesek, hogy a fosszilis energiahordozók kimerülnek.

Az elérendő cél tehát kettős:

- *egyrészt* a még meglévő készleteket a lehető legjobb hatásfokkal kell kiaknázni és felhasználni, a meglévő eljárások tökéletesítésével és új eljárások megalkotásával,
- *másrészt* viszont olyan energiapolitikai megfontolásokat kell tennünk, melyben a megújuló energia egyre nagyobb részt tölt be. Távlati célként a teljes energia-

igényt megújuló forrásból kell előállítani.

## 2. A hőelőállítási források prioritása

A távfűtéshez szükséges hő előállítása több forrásból is történhet. Az egyes források nem azonos mennyiségben, minőségben állnak rendelkezésre, így célszerű az egyes források felhasználásának prioritási sorrendjét meghatározni.

Mivel a távhő előállításától függetlenül is keletkezik a településen kommunális hulladék és szennyvíz, melyek megfelelő ártalmatlanításáról és elhelyezéséről gondoskodni kell, így ezek energetikai hasznosítása rendkívül előnyösnek tűnik, hiszen optimális esetben az ártalmatlanítási és az energetikai célú hasznosítási folyamat egymást átfedi. Fentiek miatt a távfűtési célú hő előállítása során az ilyen módszerek prioritást élveznek. Az e módon előállított hőt  $Q_{helyi}^1$  néven fogjuk jelölni, ebbe tartozik a szennyvízből és a települési hulladékból nyerhető hő, azaz ( $Q_{helyi}^1 = Q_{szennyvíz} + Q_{szemét}$ ). Amely településen távhőigény merül fel, ott szemét és szennyvíz is keletkezik, tehát az energiahordozók ezen köre minden esetben rendelkezésre áll. Elsőbbséget élveznek továbbá az egyéb településen lévő ipari létesítmények technológia hőforrásai is, hiszen ezekben is hő keletkezik, melynek elsődleges célja nem a távfűtés, hanem jellemzően az ipari folyamatok (acélgyártás, műanyaggyártás, sörfőzde, stb.) kiszolgálása. Ezeket a továbbiakban  $Q_{helyi}^2$ -vel jelöljük. A technológia felhasználású hő azonban sok esetben még tartalmaz annyi energiát, ami a távfűtésben felhasználható. A technológiai hő (melyet többnyire hulladékhőnek neveznek) azonban kétélű fegyver, mert a távhő ellátás ez esetben az ipari üzemtől függ, annak megszűnése akár a távhőellátás megszűnéséhez is vezethet [1].

Amennyiben a fenti hőforrásokat már kiaknáztuk, akkor kerülhet sor a megújuló energiaforrások alkalmazására ( $Q_{helyi}^3 = Q_{megújuló}$ ) a helyi adottságokat figyelembe véve, és csak az ezen energiaforrások felhasználása után fennmaradó hőigényt kell primer energiahordozó (földgáz, kőolaj, pakura, szén, stb.) eltüzelésével biztosítani ( $Q_{helyi}^4$ ).

## 3. Hőtermelés kommunális hulladékból

A kommunális hulladékból két módszerrel állíthatunk elő hőt: a szemét közvetlen elégetésével és/vagy a szemből fejlődő gáz elégetésével

Mivel a kommunális hulladék alkotóelemei közül a fenti két eljárás alapanyai átfedést mutathatnak így a hulladék átválogatását ezen szempontok szerint is optimalizálni kell. Az energetikai célú hasznosításhoz szükségünk van még a hulladék fűtőértékére, melynek meghatározása – mivel a kommunális hulladék inhomogén és változó összetételű – bonyolult feladat. A begyűjtött hulladékból égetéssel kinyerhető elméleti hőmennyiség az alábbi:

$$Q_{hulladék} = \sum_{i=1}^n (m_i \cdot H_{inf,i}) \quad (1)$$

ahol,  $m_i$  = az egyes összetevők tömege,  $H_{inf,i}$  = az egyes összetevők alsó fűtőértéke.

## 4. Hőtermelés szennyvízből

A szennyvízben lévő energiatartalom kiaknázása kétféle módon történhet:

1. a szennyvíz szerves anyag tartalmának felhasználásával
  - a. a keletkező iszap közvetlen eltüzelésével, és/vagy
  - b. a keletkező iszap elrothasztásával keletkező gázok elégetésével
2. a szennyvíz hőtartalmának hasznosításával

#### 4.1. A keletkező iszap közvetlen energetikai hasznosítása

A szennyvíztisztítás során keletkező és a folyamatból elvett ún. fölös iszapnak az energetikai hasznosítás előtt – hogy az önfenntartó égés fizikai paramétereit biztosítani lehessen - előkezelésen kell átesnie. Az előkezelés során az alábbi feltételeknek megfelelő szennyvíziszapot kell végeredményként kapni [2]:

$$\text{nedvességtartalom} < 50\%,$$

$$\text{hamutartalom} < 60\%,$$

$$\text{szerves anyag tartalom} < 25\%$$

Sajnos ezek az értékek csak jelentős többletenergia és többletköltséggel érhetőek el, így az energetikai célú hasznosításkor célszerű az iszapot a települési hulladékhoz keverve elégetni. Egy település szennyvizéből keletkező fölös eleven iszap égetésével kinyerhető hő elméleti értéke az alábbi módon számolható:

$$Q_{\text{szennyvíziszap}} = m_{\text{iszap}} \cdot H_{\text{iszap}} \quad (2)$$

ahol, a  $m_{\text{iszap}}$  az évente keletkező iszap mennyisége [kg],  $H_{\text{iszap}}$ : az iszap fűtőértéke [MJ/kg].

#### 4.2. A keletkező iszap elrohasztásával keletkező gázok hasznosítása

Ebben az esetben a szennyvíztisztítás során keletkező iszap a rohasztóba kerül, ahol az iszap szerves anyag tartalma anaerob (azaz oxigén jelenléte nélkül) rohasztás során metánná ( $\text{CH}_4$ ) és szén-dioxidá ( $\text{CO}_2$ ) azaz biogázzá alakul át. A keletkező biogáz mennyiségének becslése legegyszerűbben a kémiai oxigénigény (KOI) változásával történhet. Mivel a KOI az anaerob rohasztásnál állandó mennyiség, így a rohasztóba érkező KOI értéke megegyezik a rohasztóból távozó KOI értékével (lévén, hogy nem történik oxidáció), azaz a rendszerbe érkező szerves anyagból eltávolított

KOI szükségképpen egyenlő a vizes fázissal távozó KOI ( $\text{KOI}_{ki}$ ) és a keletkező biogáz KOI egyenértékének ( $\text{KOI}_{\text{biogáz}}$ ) az összegével.

$$\text{KOI}_{be} = \text{KOI}_{ki} + \text{KOI}_{\text{biogáz}} \rightarrow \text{KOI}_{\text{biogáz}} = \text{KOI}_{be} - \text{KOI}_{ki} \quad (3)$$

Mivel a  $\text{CO}_2$  KOI értéke nulla, így a  $\text{KOI}_{\text{biogáz}}$  értéke csakis a metánra ( $\text{CH}_4$ ) vonatkozik. Mivel a KOI mérése mind a belépő ( $\text{KOI}_{be}$ ), mint pedig a kilépő ponton ( $\text{KOI}_{ki}$ ) mérve van – hiszen ezen paraméterre jogszabály határértéket ír elő – a keletkező biogáz mennyisége viszonylag egyszerűen számolható. A számítás menetének részletezésétől eltekintve a keletkező metán mennyisége az alábbi összefüggéssel határozható meg [3]:

$$V_{\text{CH}_4} = 0,35 \cdot (\text{KOI}_{be} - \text{KOI}_{ki}) \cdot Q \quad (4)$$

ahol,  $V_{\text{CH}_4}$  = a keletkező metán mennyisége [ $\text{Nm}^3$ ],  $Q$  = a betáplálás térfogatárama [ $\text{m}^3/\text{év}$ ],  $\text{KOI}_{be}$  = belépő kémiai oxigénigény [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ] (!), ( $\text{KOI}_{ki}$ ) = kilépő kémiai oxigénigény [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ](!), a 0,35-ös együttható azt fejezi ki, hogy a szerves anyag csak egy hányada bomlik el anaerob körülmények között.

#### 4.3. A szennyvíz hőtartalmának hasznosítása

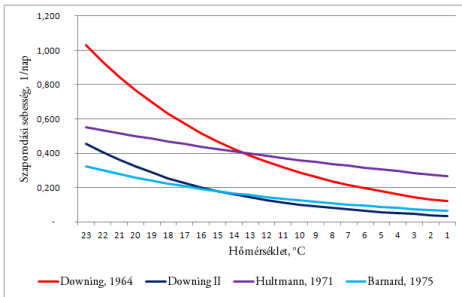
A telephelyre beérkező szennyvíz (szv) hőtartalmának kinyerésére történhet:

*nyers szv.ből (a kezelési ciklus elején)*  
*tisztított szv.ből (kezelési ciklus végén)*  
*szv.iszaptól (kezelési ciklus végén)*

A szennyvíztisztítás folyamán az emberi melléktermékként bekerülő ammóniavegyületek nitráttá történő oxidációjában (nitrifikációban) részt vevő *N.somonas* és *N.bacter* baktériumtörzsek szaporodási sebességét Downing határozta meg 1964-ben [4] (1. ábra). A Downing által meghatározott összefüggés az alábbi alakban írható fel:

$$\mu_{max} = 0,47 \cdot e^{0,098 \cdot (T-15)} \quad (5)$$

Látható tehát, hogy a baktériumok növekedése, és így a nitrifikáció határfoka és ideje a hőmérséklet csökkenésével exponenciálisan csökken. Mivel a szennyvíztisztítás biológia szakasza érzékeny a hőfokváltozásra, így a kezeletlen szennyvíz hőfokát csak korlátozott mértékben - 0,5 K - [5] szabad csökkenteni, míg a kezelt víz hőfoka akár 8K-nel is csökkenthető. Ha a kezelést követően az iszap rothasztóba kerül, akkor ez újabb érv a tisztítási szakasz elején alkalmazott hőszivattyú ellen, hiszen a rothasztáshoz hőt kell közölnünk az iszappal, annak hőmérsékletét csökkenteni tehát ésszerűtlen. Szintén a kezelés előtti hőkinyerés ellen szól az az érv is, hogy a kezelés után a szennyvíz hőmérséklete – a tartózkodási idők miatt – egyenletesebb.



1. ábra A nitrifikáló baktériumok szaporodási sebessége a hőmérséklet függvényében

A tisztított szennyvíz tömegárama kevesebb, mint a beérkező tömegáram, hiszen a kezelés során keletkező iszapot és gázokat nem tartalmazza. Az elméletileg kinyerhető hő mennyisége:

$$Q_{h\acute{o}szivatty\acute{u}}^i = c_i \cdot m_i \cdot \Delta T_i \quad (6)$$

ahol, a  $i$  index a nyersvíz esetén  $n_y$ , a tisztított víz esetén  $t$ ,  $c$  a víz fajhője [kJ/kgK],  $m$  a víz tömege [kg] és  $m_t = m_{n_y} - m_{iszap} - m_{g\acute{a}zok}$ .

## 5. Modell

Az előző fejezetekben szereplő számítások alapján megalkotható a modell, melynek - eredeti célkitűzéseinkkel összhangban - célja a távhőszolgáltatásban felhasznált primer energiahordozó minimalizálása, azaz:

$$Q_{ig\acute{e}ny} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (7)$$

$$Q_4 \rightarrow \min.$$

célfüggvény megoldása. Fenti függvény megoldására többféle módszer létezik, egyik praktikus megoldási mód, ha lineáris programozási feladatként tekintjük és valamely ismert algoritmussal (pl. szimplex-módszer) megoldjuk.

## Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Több ezer ajkai maradhat fűtés nélkül, Napi.hu, 2012.12.10.
- [2] Tamás J.: Szennyvíztisztítás és szennyvíziszap elhelyezés, Debreceni Agrártudományi Egyetem, 1998
- [3] A szennyvíztisztítás alapjai, Szerk: Dr. Kárpáti Árpád, 2007
- [4] G. Knowles, A. L. Downing and M. J. Barrett: Determination of Kinetic Constants for Nitrifying Bacteria in Mixed Culture, with the Aid of an Electronic Computer, Water Pollution Research Laboratory, Stevenage, Hertfordshire
- [5] Felix Schmid, Sewage Water: Interesting Heat Source For Heat Pumps and Chillers SwissEnergy Agency for Infrastructure Plants, Gessnerallee 38a, CH-8001 Zürich, Switzerland