

## *Leanmódszertan-alapú veszteségfeltárás a biogáztermelés területén*

**KISARI KRISZTIÁN**

**Kulcsszavak:** lean, veszteségfeltárás, gyártás, technológiai fejlesztés, biogáz.

**JEL-kód:** Q16.

### **ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK**

A tanulmány a biogázüzemek problémáival, azok feltárásával és a lehetséges megoldások keresésével foglalkozik, legfőként a lean bevezetését tanulmányozza e speciális területen. A lean mint gyártásszemlélet több iparágban bizonyított már, jelen esetben egy újabb alkalmazási terület kerül górcső alá. Számos problémával kell szembenéznük az üzemeltetőknek, amelyek nagyrészt a kivitelezésre vezethetők vissza, a technológiából erednek. Mivel a biogázüzemek Magyarországon nem kiemelten támogatottak, ezért különleges figyelmet, odafigyelést igényelnek, és még így sem biztosított a fenntartható, gazdaságos működésük. Az üzemeltetési költségek az évek során fokozatosan, esetenként drasztikusan emelkednek. Az alapanyag folyamatosan drágul, a bevétel jelentős része pedig villamosenergia-termelésből származik, amelynek az átvételi ára csökkent az elmúlt időszakban. A szigorú menetrend, a prognózishoz kötött termelés megsértése további jelentős anyagi terhet jelent. A jelen tanulmányban többek között e problémák feltárási lehetőségei kerülnek bemutatásra a lean eszközei által. Megállapításra kerül, hogy a túltermelési veszteségekre a KÁT-rendszer változása vagy a földgázhálózatba történő biometánbetáplálás elősegítése megoldást jelenthet. A várakozási veszteségek esetében a meglévő felügyeleti rendszerek felülvizsgálata, fejlesztése (hiányuk esetén kiépítése), a hibajelenségek pontosabb definiálása szükséges. Az alapanyag-ellátás javítható a szállítókkal történő szorosabb együttműködéssel. A szállítási veszteségek csökkenthetők a csővezetékrendszer előnyben részesítésével, valamint a szállítási távolságok racionalizálásával. A gyártási veszteségek megszüntetéséhez elengedhetetlen a folyamatok rendszeres ellenőrzése és felügyelete, andon jelzések alkalmazása, standardok kialakítása, poke-yoke, vizuálmenedzsment használata a berendezéseken. A készletezési veszteségeknél a lehetőségekhez mérten az egységesítés, a megelőző karbantartások végzése és a híg alapanyagok használatának racionalizálása hozhat előrelépést. Az 5S bevezetésével csökkenthetők a szükségtelen mozdulatok. A selejt, hulladék megszüntetésére megoldás lehet a folyamatok szabványosítása és e szabványok betartatása, a TPM bevezetése.

### **BEVEZETÉS**

A fosszilis energiaforrások kimerülőben vannak, egyre inkább teret nyer a biomassza alkalmazása (Láng *et al.*, 1985). A biogáz sokoldalú megújuló energiaforrás, amely

különböző szubsztrátokból anaerob emésztés során keletkezik. Mivel sokféle különböző bemeneti anyag használható, szignifikáns mennyiségű energia állítható elő biogázzal. A biogáz átlagos metántartalma 50–60%, míg 1 m<sup>3</sup> metánból 9,94 kWh energia

nyerhető. A biogáz felhasználása sokoldalú, a villamosenergia-előállításán kívül használható még melegvíz-előállításra, kogenerációs villamos- és hőenergia-termelésre, valamint földgázminőségű biometán előállítására (Wellinger et al., 2013).

Az Európai Unió energiapolitikai célkitűzése, hogy 2010-ig a megújuló energiafelhasználás jelenlegi (átlagos) 6,5%-os részarányát 12%-ra, a megújuló energia-termelés arányát 2020-ra 20%-ra, a megújuló energiával termelt villamos energia részarányát 2010-re 22,1%-ra növelje. A bioüzemanyag részarányát 2010-re 5,75%-ra, 2020-ra 10%-ra kívánja emelni (Dióssy, 2007; Kovács, 2007). Thrän és mtsai. (2007) becslései szerint 28 EU-tagállam területén 250 milliárd köbméter biometánt lehetne előállítani biogázfermékben 2020-ra. A tanulmány előrejelzése szerint az európai szinten jelenleg rendelkezésre álló biometán termelése jókora hozzájárulást adhat az energiaellátásban a jövőben. A biogáz mennyisége mellett a minősége is kiemelkedő jelentőségű mint energiaforrás (Wellinger et al., 2013).

A biogáz előállítása korlátozott – a szél- és fotovoltaiikus energiával szemben –, valamint a biogázból előállított villamos energia költsége magasabb, mint a szélenergiából, illetve napenergiából előállítotté, az a tény viszont, hogy a biometán tárolható, fontos funkció a jövőbeli áramellátó rendszerek szempontjából. Az, hogy milyen gyorsan és milyen áron valósul meg a biogáztermelés növekedése, nagyban függ az általános politikai és jogi feltételektől. Lehetővé kell tenni a szolgáltatók számára a biogáz-technológia felhasználását. Szintén fontos a pozitív imázs kialakítása, hogy a biogázfermék társadalmilag elfogadottakká váljanak. Már most látható, hogy ahol több biogázüzem létesült, ott ellenük akciócsoportok jöttek létre. A biogáziparnak

és a kormánynak a kommunikációra kell összpontosítania a biogáz pozitív szerepét illetően a jövőbeni energiaellátó rendszer fenntartása érdekében.

A lean gondolkodásmódot a Toyota fejlesztette ki, amely ezt követően széles körben elterjedt (1. táblázat). Az autógyártásból nőtte ki magát és ma már szinte minden ágazatban erre a filozófiára és módszerre igyekeznek áttérni. A lean vállalatirányítási modell célja a vevő teljes körű kielégítése (PQCDSM<sup>1</sup>), a termékek és a szolgáltatások gazdaságos előállítása, amely kevesebb erőforrás (5M – ember, gép, anyag, módszer, környezet) felhasználásával ad a vevői igényeknek megfelelő terméket, szolgáltatást. Mindezt a hatékonyság növelésével és a veszteségek kivonásával éri el (Womack – Jones, 2009).

A lean filozófia két fő alapelve

- az ember tisztelete és
- a veszteségek, azaz az értéket nem teremtő lépések eltávolítása minden folyamatból, tevékenységből.

A leanmenedzsment középpontjában a vevői értékteremtés áll – megfelelő minőségben, megfelelő mennyiségben, megfelelő áron, megfelelő időben és megfelelő helyen a fogyasztó igényének megfelelő termék vagy szolgáltatás (a továbbiakban termék). A lean első lépése: a meghatározó vevőkkel folytatott párbeszéd keretében definiálni kell a vevői értéket, és lefordítani egy meghatározott áron meghatározott képességeket kínáló termékre. Egy autógyár esetében a végső vevő az autóvásárló, egy banknál a bank szolgáltatásait (pl. hitel) használó. A vevői érték meghatározása szervezeti kapcsolatokban, vevő-szállító relációban is hasonló logika alapján épül fel. A vevői igény alapján minden esetben azonosíthatók az igényt kielégítő értékteremtő lépések, amit a leanmenedzsmentben értékáramnak

<sup>1</sup> PQCDSM: Production (termelés), Quality (minőség), Cost (ár), Delivery (szállítás), Safety (biztonság) és Morale (morál).

neveznek. Az értékteremtő lépések „determinálják”, hogy mely tevékenységek feleslegesek, mi az, amiért nem hajlandó a vevő fizetni. Leanterminológiában ez a pazarlás (angolul *waste*, japánul *muda*).

A muda tehát „veszteséget” jelent, azaz minden olyan emberi tevékenységet, amely erőforrást használ fel, de nem teremt értéket: javítást igénylő hibákat, felesleges cikkek termelését, amelyek azután készleten halmozódnak, szükségtelen feldolgozási lépéseket, alkalmazottak és áruk céltalan mozgását, illetve mozgását, a folyamat valamelyik lépésénél amiatt veszteglő embereket, hogy az előző lépéssel nem végeztek időben, valamint a vevő igényeinek nem megfelelő termékeket és szolgáltatásokat.

A leanszemlélet lényeges kiindulópontja az érték. Csakis a végfelhasználó döntheti el, hogy mi számít értéknek, és csak akkor van értelme értékről beszélni, ha egy bizonyos termék (áru vagy szolgáltatás vagy gyakran a kettő ötvözet) az adott áron és az adott időpontban kielégíti a vevő igényeit. Az értéket a gyártó teremti. A vevő szemszögéből nézve ez a gyártók létezésének oka. Viszont a gyártók számos ok miatt nagyon nehezen képesek pontosan meghatározni az értéket.

Az értékfolyamat magában foglalja mindazon műveleteket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy egy bizonyos terméket (árut, szolgáltatást vagy egyre inkább a kettő kombinációját) végigvezessék valamennyi vállalkozás három legfontosabb vezetési feladatán: az elgondolástól a részletes forma- és műszaki tervezésen át a gyártásindításig terjedő problémamegoldási feladaton, a rendelésvételtől a részletes ütemezésen át a szállításig terjedő információfeldolgozási feladaton, valamint a nyersanyagtól a vevőnek átadható késztermékig terjedő fizikai átalakítás feladatán. A leanszemlélet következő lépése minden egyes termék (vagy bizonyos esetekben minden termékcsalád) teljes értékfolyamatának azonosítása. Ezt a lépést kevés cég kísérelte meg, de amelyik mégis, az szinte mindig jelentős, sőt

elképesztő mennyiségű *mudára* bukkant (*Womack – Jones, 2009*).

Az értékáram mindazon meghatározott cselekvések összessége, amelyeket egy meghatározott termék előállítása megkövetel. A vállalati gyakorlatban egy-egy értékáramot jellemzően egy-egy termékre, termékcsaládra értelmeznek. Az értékáram-elemzés során a tevékenységek három fajtája azonosítható:

1. Azon tevékenységek, amelyek minden kétséget kizáróan értéket teremtenek – *értékteremtő tevékenységek*. Például egy kerékpár vázának hegesztése vagy egy utas elszállítása repülővel.

2. Több olyan tevékenységet találunk, amely nem hoz létre értéket, de meglévő intézményi és technológiai környezetben elkerülhetetlen – *szükséges nem értékteremtő tevékenységek*. Például a hegesztések ellenőrzése a minőség biztosítása érdekében.

3. A megmaradt tevékenységek közös jellemzője, hogy nem teremtenek értéket és azonnal megszüntethetők – *pazarlás* (*Monden, 1983*).

Az 5S-módszer alkalmazása adja a lean bevezetésének alapját (*5S, a kiváló munka öt pillére*):

- *Seiri*: a szükségtelen dolgok eltávolítása a munkaterületekről;
- *Seiton*: a tárgyak és eszközök helyének meghatározása és jelölése;
- *Seiso*: a munkahely tisztaságának biztosítása;
- *Seiketsu*: az első 3S szabványosítása és fenntartása;
- *Shitsuke*: jó munkamorál, fegyelem, nevelés, folyamatos fejlesztés.

Paradox módon a lean sikere mögött áll, hogy a szervezetek nagy része rendkívül sok pazarlással működik. A fenti hármas felosztást használva elmondható, hogy az „értékteremtő – szükséges, nem értékteremtő – pazarlás” egymáshoz viszonyított aránya jó esetben 5:35:60. Jellemző, hogy *értékhozzáadás a teljes átfutási*

I. táblázat

## A hagyományos és a lean gondolkodásmód összehasonlítása

A hagyományos gondolkodásmód	A lean gondolkodásmód
A „gondolkodás” és a „cselekvés” elválik	A „gondolkodás” és a „cselekvés” integrálása
Alacsonyan képzett munkaerő	Magasan, többcélúan képzett munkaerő
Funkcionális alapon elkülönülő osztályok	Funkciók közötti csapatok
A munka előkészítését és rendszerezését „gyámkodó” külsősök végzik	A vevői igények szerinti helyi munka- és termelésstervezés
A munka előkészítése és a létesítménytervezés adja a minőséget	Minőségi termék/folyamat előállítás és a minőség önálló javítása
A hibást kell megtalálni	A problémák gyökerét kell megtalálni
A beszállító ellenség	A beszállító szövetség
Külsős, elkülönült osztályok, szakértők végzik a létesítmény- és a leboncolástervezést – részben az ügyintézővel/termeléssel szembemelve	Ipari tervezés a termelésben – az ügyintézők és üzemi dolgozók aktív közreműködésével
Külsős, elkülönült osztályok, szakértők végzik a fejlesztést és innovációt, részben az érintettek tudta nélkül	Racionalizálás, fejlesztés és innováció magán az értéketermelő szinten
Standardizált tömegtermeléshez nagy teljesítőképességű gépek	Az egyedi gyártáshoz is rugalmasan használható kisebb berendezések
Nagy gyártási mélység: minden egy fedél alatt	Alacsony gyártási mélység: minél korábban önállóítani
A nagyobb mennyiség alacsonyabb költséget eredményez	A pazarlások kiiktatása alacsonyabb költséget eredményez
Az információt védeni kell	Az információt meg kell osztani

Forrás: Losonci 2010 alapján

idő 0,05-5%-ában történik (Liker, 2008). A teljesítményjavítás legnagyobb potenciális lehetősége a „szintiszta” pazarlást jelentő közel 60%-nyi tevékenység, ezek megszüntetését kell megcélozni.

Kiemelném továbbá a JIT (*Just In Time* – éppen időben) jelentőségét, amelynek célkitűzései (Péczely *et al.*, 2011):

1. Megszüntetni a túltermelést.
2. Biztosítani az értékfolyamokban az állandó anyag- és információáramlást (tervezhetőség).
3. Kialakítani a vevői lehívások összehangolásával a nyugodtabb és stabilabb termelést.
4. Standardizált munkafolyamatok kialakítása.
5. Kialakítani a folyamatosan tervezhető munkafolyamatokat a dolgozókra és a gépek tekintetében is.

6. Minimalizálni az értékfolyamban a készleteket és lecsökkenteni az átfutási időt.

7. A vevőszempontú hatékonyság növelése és az összköltségek csökkentése.

### ANYAG ÉS MÓDSZER

A tanulmány a biogázüzemek problémáival és azok lehetséges megoldásával foglalkozik, legfőként a lean bevezetését tanulmányozza. A kutatás során a vizsgálati módszer a szekunder kutatáson túl mélyinterjú vizsgálatokkal egészült ki. A biogáztermelési technológia folyamatos fejlődésével iparszerűvé nőtte ki magát, aminek következtében lehetségessé vált az ipari termelés során már sikeresen alkalmazott módszerek bevezetése. Az utóbbi évtizedekben elterjedt és jelenleg a karbantartás területén hatékonyan alkalmazott módszer a lean, amely a biogáztermelés során újszerű és új meg-

fontolásokat igényel. Ezen adaptáció során eddig nem ismert megoldások és eredmények keletkezhetnek, ezért is döntöttem e módszer tudományos megalapozást követő bevezetésének hatékonyságvizsgálatánál.

Magyarország egyik legnagyobb biogázüzeme létesült Szarvason, amelyet egy német cég leányvállalata hozott létre önerőből, valamint uniós és kormányzati támogatásokból. Az építető az *r.e.Bioenergie GmbH*, a Baywa AG német befektetői csoport tagja. A cég az 1996-os alapítása óta tervez, kivitelez és üzemeltet megújulóenergia-projektek, mely projektporfólió már 100 MW-nál is nagyobb beépített villamosenergia-kapacitással rendelkezik. A helyszínválasztás azért esett Szarvasra, mert a növényi és állati eredetű alapanyagok nagy mennyiségben szerezhetőek be a térségben, jelentős az igény a hőszolgáltatásra, valamint rendelkezésre állnak mezőgazdasági területek a biogáztrágya kihelyezéséhez.

Az építés 2010 májusától 2011 júliusáig tartott, amelyet többéves előkészítés ala-

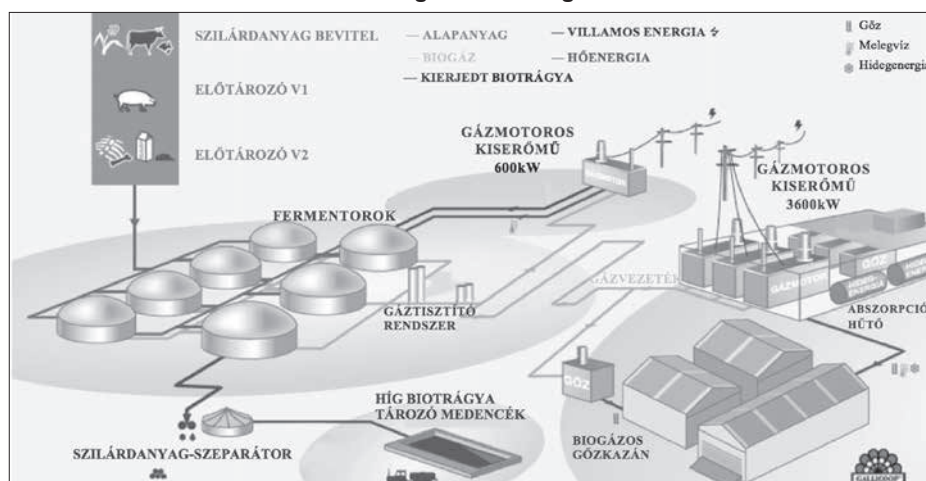
pozott meg. A kivitelező a technológiai részt illetően az *UTS Biogas GmbH* volt. Mivel az üzemméret többszöröse volt a korábbiaknak, így a technológia folyamatos fejlesztéseket igényelt. A villamos energia a kötelező áramátvételi rendszerben (KÁT) kerül értékesítésre a hálózati betáplálás után. A hőszolgáltatást környező cégek, a *Gallicoop Zrt.* és a *Katech Zrt.* veszik jelenleg igénybe.

Az erőmű beépített villamos teljesítménye 4,17 MW, amelyet a tervek szerint jelentős, 145 000 t/év alapanyag-felhasználással lenne képes biztosítani. A kalkulált termelt biogáz mennyisége 12 523 000 Nm<sup>3</sup>/év<sup>2</sup>, amely termelt villamos energiában számítva nettó 26 228 300 kWh (hálózatra betáplált teljesítmény). A tervezett értékesíthető hő- és hidegenergia 16 998 000 kWh, melyvel kb. 1 700 000 m<sup>3</sup>/év földgáz váltható ki. A keletkező biogáztrágya mennyisége kb. 6000 ha-on kiválthatja a műtrágya használatát. Az üzemeltetési idő a számítások szerint minimum 20 év.

A villamos teljesítményt a Gallicoop Zrt. területén lévő kiserőműben található 3 db

I. ábra

### A szarvasi kogenerációs biogáz erőmű

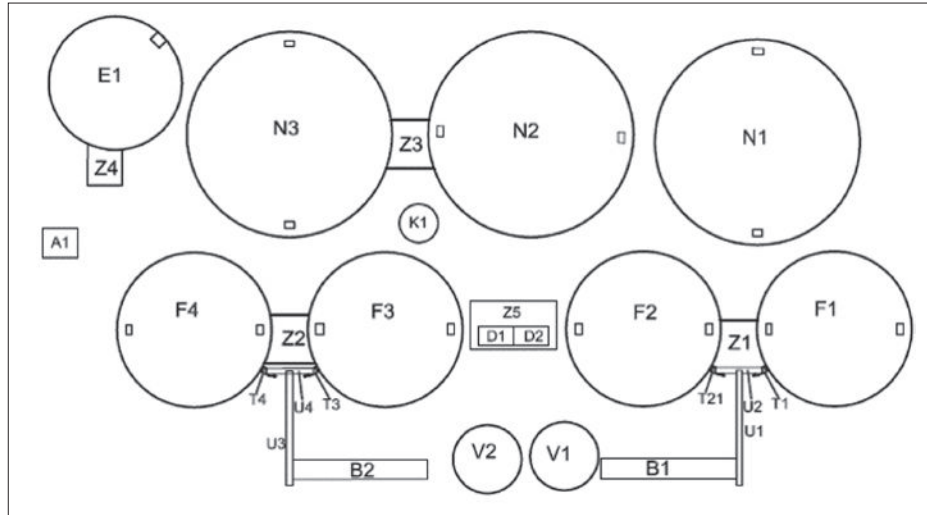


Forrás: Szarvas Biogáz erőmű kivitelezési dokumentáció

<sup>2</sup> Nm<sup>3</sup> (normál köbméter): Egy adott gáz 0 °C-on és 1,013 bar (101 300 Pa) (légtörri) nyomáson mért térfogata. Erre az állapotra vonatkozik az adott anyag sűrűsége és fűtőértéke.

2. ábra

## Üzemkonceptió



Forrás: Szarvas Biogáz erőmű kivitelezési dokumentáció

Jenbacher 416-es, egyenként 1200 kWh teljesítményű gázmotor és a biogáz erőmű területén 1 db MWM Deutz TCG 2016 V12 600 kWh motor adja. A motorok pajzshője a kiserőműben lévő Jenbacherek esetén a vágóhidnak kerül átadásra és annak melegvíz-szükségletét biztosítja, a biogázüzem területén pedig a fermentorok hőtartását szolgálja. A kipufogógázt hőhasznosító kazánok segítségével gőzfejlesztésre használják, amelyet a Gallicoop Zrt. és a Katech Zrt. használ fel tevékenysége során. A kiserőműben található egy abszorpciós hűtőberendezés is, amely a motorok hőjét hidegenergiává képes átalakítani, amelyet a Gallicoop teremhűtésre használ fel (1. ábra).

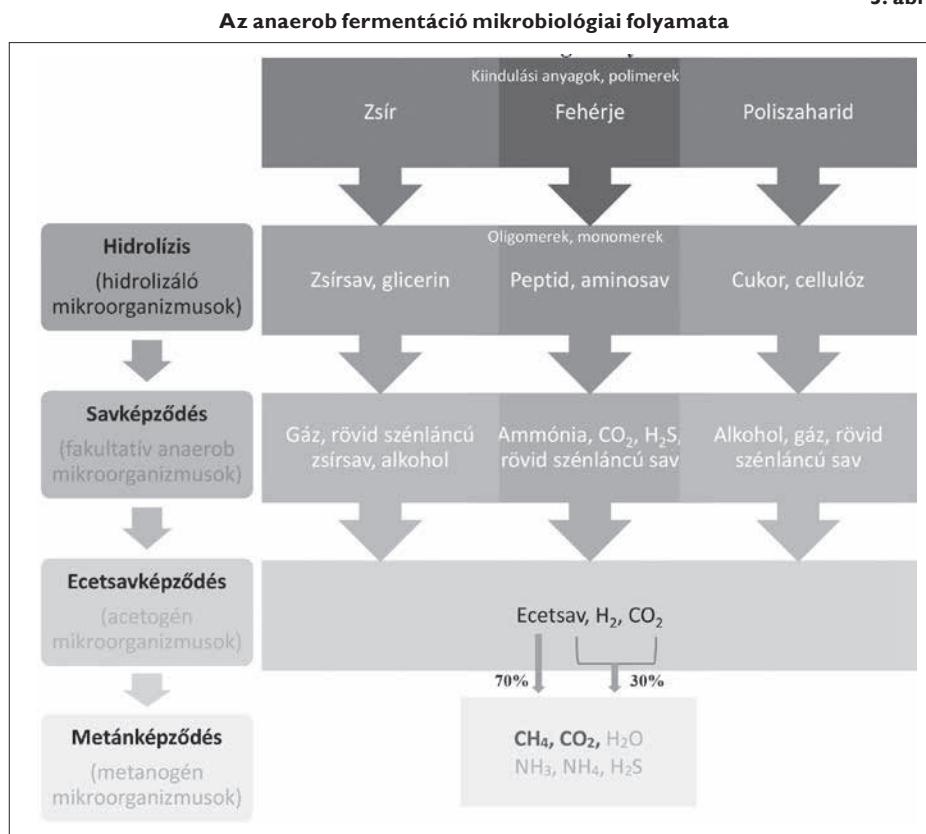
Az energia-előállításához szükséges alapanyagok egy része folyamatosan érkezik az üzem területére (sertéshígtrágya, savó, sterilizált húslé), de a növényi alapanyagokat a szezonálisuktól adódóan tárolni kell (siló, csuhé-csutka örlemények). Ezek jellemzően erre a célra kialakított betonos silótárolókban kerülnek elhelyezésre. Az állati trágyák tárolására két darab fedett betonos tároló áll rendelkezésre. A híg alapanyagok kettő

földbe süllyesztett beton előtároló tartályba kerülnek lefejtésre, ahonnan az optimális működéshez kialakított receptúra alapján a szilárd alapanyagokkal együtt a fermentorba kerülnek.

A biogázüzem 7 db fermentorból áll, amelyek összesen 17 775 m<sup>3</sup> szubsztrátum befogadására képesek. A szilárd és híg alapanyag beadagolása a 4 db előfermentorba történik (F1, F2, F3, F4). Az utófermentorok (N1, N2, N3) csak híg alapanyagot kapnak. A szilárd alapanyag a B1 beadagolóból az F1 és F2 fermentorokba kerül, a B2 beadagolóból pedig az F3 és F4 fermentorokba. A híg alapanyagot a V1 és a V2 tartályokból szivattyú továbbítja az F1, F2, F3 és F4 előfermentorokba, és igény esetén az N1, N2 és N3 utófermentorokba. A fermentorok közötti szubsztrátumszállítást a Z1, Z2 és Z3 pumpaházakban elhelyezett szivattyúk segítségével végzik (2. ábra).

Háromlépcsős fermentációt alkalmaz az üzem. Az F1 és F2 előfermentorokból az N1 utófermentorba, az F3 és F4 előfermentorokból az N2 utófermentorba kerül a szubsztrátum, majd utó-utófermentáció céljából az N1 és N2 kerül az N3

3. ábra



Forrás: saját szerkesztés Mézes, 2011; Öllös, 1991; Börjesson és Mattiasson, 2007; Dueblein és Steinhauser, 2008; Pereira 2009 alapján

utófermentorba. A fermentációs idő ezek a módszerrel 75–90 nap, ez teszi lehetővé a hosszabb lebontási időigényű alapanyagok nagymértékű hasznosulását.

A folyamat végén 2 db szeparátor található, amely szétválasztja szilárd és híg frakcióra az N<sub>3</sub> fermentorból kikerülő szubsztrátumot. A szilárd frakció, amely koncentráltan tartalmazza a talaj számára szükséges tápanyagot, biotrágyaként kerül kiszórásra a szántóföldekre. A híg frakció egy utótárolóba kerül, ahonnan traktoros kijuttató tartályok segítségével kerül injektálásra a szántóföldeken. Mivel oldott formában tartalmazza a tápanyagot, így a növények számára könnyebben felvehető.

A téli időszakban a kijuttatási tilalom

alatt az üzem rendelkezésére álló lagúna-rendszerben történik a híg biotrágya időszakos tárolása. 5 db bélelt tározó (1A, 1B, 2, 3, 4) található az üzem szomszédságában összesen 68 103 m<sup>3</sup> bruttó és 57 741 m<sup>3</sup> nettó tárolókapacitással. A kettő közötti különbség a hullámtérnek és habtérnek van biztonsági okokból fenntartva. Az első kettő lagúna (1A, 1B) 2-2 db keverővel van ellátva.

A szubsztrátumot a fermentorokban elhelyezett keverők (2-2 db fermentoronként) homogenizálják és tartják mozgásban. A fermentáció mezofil hőmérsékleten, 40–42 °C-on történik. Az anaerob fermentáció négy lépésben megy végbe (3. ábra):

1. Hidrolízis: komplex makromolekulák lebomlása monomerekre.

2. Savképződés fázisa: oldható monomerek átalakulása illékony zsírsavakká.
3. Acetogén fázis: ecetsavképződés.
4. Metanogén fázis: ecetsavból vagy hidrogénből és szén-dioxidból történő metántermelődés.

Ezen folyamatban részt vevő biológiai rendszer nagyon érzékeny a környezeti változásokra és komoly odafigyelést igényel a magas szintű működtetése. Az üzemben alkalmazott laborvizsgálatok során az FOS (*Flüchtige Organische Säuren* – illékony szerves savak), a TAC (*Totales Anorganisches Carbonat* – teljes szervetlen szén) és a hányadosuk kerül meghatározásra a pH-érték mellett. Az ammónium-nitrogénen ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) kívül a vizsgálatok tárgyát képezi az ecetsav, a propionsav, a vajsav és az izo-vajsav. Ezen kívül nagyon fontos az optimális szén-nitrogén arány tartása a fermentorokban.

A jó minőségű gázhoz, amelynek jellemzője a magas metán- ( $\text{CH}_4$ ) és alacsony kén-tartalom ( $\text{H}_2\text{S}$ ), elengedhetetlen a biológiai stabilitás. A keletkező gázt a fermentorokon elhelyezett dupla membrános gázgyűjtők fog-

ják fel, ahonnan a gáztisztító rendszer után a 600 kWh telephelyi motorba és a 4 km-es vezetéken keresztül a Gallicoopban lévő kiserőműben elhelyezett  $3 \times 1200$  kWh gázmotorokban kerül felhasználásra (4. ábra).

A gázmotorok üzembiztonságára kiemelt figyelmet kell fordítani, mivel a villamosenergia-termelésen túl a hő-, a hidegenergia és a gőz is értékesítésre kerül. Ezek felhasználása folyamatos, és a partnercégek gyártási biztonsága függ a szolgáltatás stabilitásától.

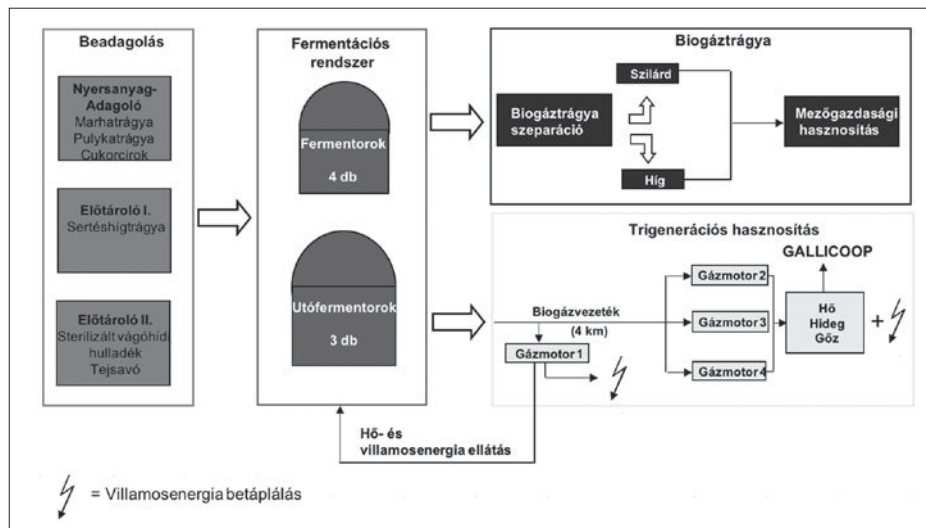
Ezek alapján is jól látszik, hogy milyen tiszta a biogázüzemek által előállított energia, mivel a főleg hulladékok és melléktermékek felhasználásából keletkező energia mellett nem veszélyes hulladék, hanem biotrágya keletkezik, amely tápanyagban gazdag és táplálja a talajt.

## EREDMÉNYEK

A lean hét veszteségforrást különböztet meg, ami mai napig a legelterjedtebb veszteséglistának számít. A kategóriák a termelési és szolgáltatási tevékenységekre egyaránt alkalmazhatók.

4. ábra

A kogenerációs erőmű működésének folyamata



Forrás: Szarvas Biogáz erőmű kivitelezési dokumentáció



2. táblázat  
20 MW vagy annál kisebb erőműben (kivéve naperőmű) termelt áram átvételi ára, 2016

Napszak	Téli időszámítás	Nyári időszámítás	Átvételi ár
Csúcs	6.00–22.00	7.00–23.00	35,50 Ft/kWh
Völgy	22.00–01.30, 5.00–6.00	23.00–02.30, 6.00–7.00	31,77 Ft/kWh
Mélyvölgy	01.30–05.00	02.30–06.00	12,96 Ft/kWh

Forrás: A kötelező átvételű villamos energia átvételi árai, 2015

1. *Túltermelési veszteség – Waste of overproduction* (a szükségesnél több termék legyártása vagy túl korai gyártása).

Magyarországon sajátosság és komoly probléma az üzemek számára, hogy a villamosenergia-átvétel három sávban és a szomszédos országokhoz képest alacsony áron történik (2. táblázat).

A gáztermelés folyamatos a biológiai rendszer működésének egyenletességéből eredően. A mélyvölgy tekintetében még az alapanyagköltség sem térül meg az esetek többségében, így a mélyvölgy időszakában lehet túltermelésről és készletezési kényszerről beszélni. Az ehhez szükséges tárolókapacitás a nagyobb teljesítményű üzemek esetében nem áll rendelkezésre, ami jelentős költséget jelent.

A szigorú menetrendadási kötelezettség következtében óvatosan terveznek az üzemek, és általában kisebb teljesítményt adnak le. A menetrendsértés 5 Ft/kWh, ami súlyos költségeket jelent az üzemekre nézve, hatására az esetek többségében túltermelés áll fenn.

A felhalmozott gázkészlet elfedheti a biológiában jelentkező problémákat és azok csak később észlelhetők, így a beavatkozás nem történik meg időben. Továbbgondolva a túltermelés olyan biztonsági tartalékokat jelent, ami elejét veheti a folyamatos fejlesztéseknek is. Csökken a beavatkozási, karbantartási hajlam.

Megoldás lehet a KÁT-rendszer változása vagy a földgázhálózatba történő biometánbetáplálásra való átállás.

2. *Várakozási veszteség – Waste of waiting time* (információra, utasításra, anyagra, karbantartóra, átvételre stb. várakozás).

A lean a pazarlások között tartja nyilván a várakozási időt. A várakozási idő kihasználatlan kapacitással jár, ami miatt a rendszer az értékteremtéshez minimálisan szükséges erőforrásigényénél többet használ fel. Ilyen veszteséget okoz az, amikor a dolgozók eszközre várakoznak vagy anyaghiány, információhiány, gépleállás miatt nem tudnak dolgozni.

Az üzemek többségében ki lett építve a távfelügyelet. A működés közben fellépő hibákról a rendszer kiértesíti az ügyelest és így lehetőség van a beavatkozásra. Komolyabb problémáknál a megoldás azonban elhúzódhat. További hátráltató tényezők lehetnek a rossz időjárási viszonyok, alkatrészhiány, gyári szakemberre várakozás. Gyakori a hibák felületes definiálása, a gyűjtő hibanevek használata például általános hiba. Előfordul, hogy nem állnak rendelkezésre a szükséges rajzok, dokumentumok a szét-, illetve összeszereléshez, esetleg az alkatrészrendeléshez.

A várakozás egy másik fajtája, amely komoly gondot jelent egy biológiai rendszer esetében, a kiegyenlítetlen alapanyag-ellátás, ami a szállításokra történő várakozásból ered.

Megoldás a meglévő felügyeleti rendszerek felülvizsgálata, fejlesztése, hiányuk esetén kiépítése, illetve a hibajelenségek pontosabb definiálása. Alapanyag-ellátásnál a szállítókkal történő szorosabb együttműködés segít.

3. *Szállítási veszteség – Waste of transportation* (anyagok, alkatrészek felesleges szállítása).

Veszteségnek tekinthető az anyagok, in-

formációk szállítása. A szállítás jelentősen megnövelheti az értékteremtő folyamatok átfutási idejét. A szállítási pazarlás felszámolásakor különbséget kell tenni a szállítás racionalizálása (rossz hatásfokú szállítás) és a szállítási igény megszüntetése között. Jó megoldás lehet a szállítás automatizálása, de sokkal jobb, ha a szállítási igényt sikerül megszüntetni.

Az alapanyag beszállítása, mozgatása és a végtermék kijuttatása sorolható ide. A biogázüzemnél szerencsés, ha 20 km-en belül képes megtermelni a szükséges kiegészítő silót, valamint a főbb alapanyag-beszállító partnerei sem esnek ezen a körön kívül. A legjobb megoldás a csővezeték-hálózat kiépítése, amely közvetlen kapcsolatot biztosít az alapanyagbázissal. Azonban itt is előfordul, hogy a költségcsökkentés következtében nem megfelelő a méretezés és meghibásodások, dugulások jönnek létre.

A kijuttatásnál is a legjobb megoldás, ha van lehetőség a közvetlen kilocsolásra, ha ez nem megoldott vagy nem engedélyezett, akkor marad a tartályos kiszállítás. Azonban itt jelentős költség merül fel, amely akár ellehetetlenítheti az üzemek működését.

4. *Felesleges tevékenységek végzése miatti veszteség – Waste of over-processing* (túlmunka).

A biogáz-előállítás során a gáz tisztítása elengedhetetlen a motorba, kazánokba történő felhasználása vagy a hálózatba betáplálása előtt. A tisztítás többlépcsős folyamat: levegőbefúvás a fermentorba, kemikáliák adagolása, kondenzálás, vizes mosás, hűtve szárítás, nyomásfokozás, utóhűtés, aktív szén tisztítás. A túl sok levegő a baktériumok számára is káros, bizonyos tartományban pedig robbanásveszélyes elegyet képez. A szükségesnél több vegyszer beadagolása is veszteség, a vizes mosás esetében pedig a nem optimális vízmeny-

nyiség vagy felületnövelő anyag használata. A túlzott hűtési energia felhasználása akár kristályosodást is okozhat, ami kárt tesz a rendszerben. A szükségesnél magasabb gáznyomás létrehozása energiapazarlás. Az idő előtti széncsere a tartályokban és a szükségesnél sűrűbb karbantartás szintén veszteséget jelent.

Megoldás a folyamatok rendszeres ellenőrzése és felügyelete, *andon*<sup>3</sup> jelzések alkalmazása, standardok kialakítása, *poke-yoke*<sup>4</sup>, vizuálmenedzsment használata a berendezéseken.

5. *Készletezésből származó veszteség – Waste of inventory* (a gyártási alapanyagok, félkész termékek, eszközök, dokumentumok szükségtelen, illetve indokolatlan mennyiségben és ideig történő tárolása).

Az üzemek jelentős része alapanyag-ellátási, ebből kifolyólag pedig részben teljesítményproblémával küzd. A tervezés és a kivitelezés során végzett előkalkulációk eredményei nem tükröződnek a működés során tapasztalt tényleges kihatásokban, teljesítményekben. A rendelkezésre álló csekély alapanyag-mennyiségekből következik, hogy nagy figyelmet kell fordítani azok kiválasztására, tárolására, felhasználására, a megfelelő készletek kialakítására.

Az üzemek kivitelezése során nem a műszaki tökéletesség, hanem a költségek redukálása volt a fő szempont, ezért számos konstrukciós problémát kell megoldaniuk az üzemeltetőknek. További probléma, hogy a berendezések kiválasztásánál az egységesítés nem volt elvárás, így azonos feladatra eltérő típusú, különböző gyártók berendezéseit építették be. Ebből kifolyólag a felmerülő problémák megoldására jelentős készleteket tartanak az alkatrészekből.

A téli időszakban a végtermék kihelyezése nem megengedett, ezért fél éves tárolókapa-

<sup>3</sup> Az *andon* egy termelési szakszó, olyan rendszerre utal, ami értesíti a menedzsmentet, a karbantartókat vagy más dolgozókat, amikor felmerül egy minőségi vagy folyamatbeli probléma.

<sup>4</sup> *Poke-yoke*: hiba- és bolondbiztos rendszer.

amelyet külső tényezőként a csapadékos időjárás jelentősen befolyásol.

A megoldás a lehetőségekhez mérten az egységesítés, megelőző karbantartások végzése és a híg alapanyagok használatának racionalizálása, JIT-rendszer alkalmazása.

6. *Szükségtelen mozdulat – Waste of motion* (alkatrészek, dokumentumok keresése, hajlógatás és nyújtózás, mozdulatok ismétlése a helytelen műveleti sorrend miatt).

A munkavállaló mozdulatait az értékrementés tükrében kell értékelní. A leanben pazarló mozdulat az alkatrészek és eszközök keresése, elővétele vagy felhalmozása. A mozdulatból eredő veszteségek csökkentésének egyik legfontosabb forrása a munka szabványosítása, ami biztosítja, hogy a tevékenységeket egyszerűen és hatékonyan végezzék el. Az egységes és dokumentált munkavégzés egyben a folyamatos fejlesztés alapja – a fejlesztési ötletek bárhol jöhetnek, miközben eredményeit mindenki használhatja.

Ilyen jellegű veszteségek a mindennapi munkavégzéstől a karbantartásokon át egészen a nagy javításokig előfordulnak az üzem életében. Megoldás az 5S bevezetése, amely során az eszközök a szükségtelen eltávolítása után rendszerezetten kerülnek egy tiszta környezetben elhelyezésre, és ezen rendszer fenntartására nagy figyelmet fordítanak, mindemellet folyamatosan fejlesztik is azt.

7. *Selejt, hulladékveszteségek – Waste of product defects* (nem megfelelő termékek).

Ide sorolható a nem megfelelő tárolás következménye, a siló penészedése, amely használhatatlanná teszi az értékes alapanyagot. Figyelmetlenségből eredő változás a beadagolásban komoly gondokat okoz a baktériumkultúrában, mivel befolyásolja azok életkörülményeit, ezáltal gázképző teljesítményét.

A keletkező biogázban a kénérték túlzottan magas tartományba engedése komoly károsodást okozhat a berendezésekben.

Alulnyomás kialakulása esetén a rend-

szerbe levegő jut, ami felhígítja és használhatatlanná teszi a biogázt.

A rendszer nem optimális működtetése következtében az erjesztés nem megy végbe magas szinten, így lebontatlanul kerülhet ki alapanyag a rendszerből. Ennek oka lehet a nem megfelelő keverés, a kevés benn-tartózkodási idő, az alapanyag-előkészítés tökéletlensége, továbbá ha a baktériumkultúra nem dolgozik megfelelő határfokkal.

Megoldás lehet a folyamatok szabványosítása és e szabványok betartatása, TPM (*Total Productive Maintenance* – teljes körű hatékony karbantartás) bevezetése.

### KÖVETKEZTETÉS

A lean eszközrendszerének bevezetése segítséget nyújt a meglévő problémák feltárásában, a lehetséges megoldások keresésében, megtalálásában és a termelés stabilizálásában, fejlesztésében.

A problémák megelőzése, esetleges kialakulásuk esetén pedig a lehető leggyorsabb beavatkozás és helyreállítás elengedhetetlen ahhoz, hogy a biológiai rendszer ne sérüljön és a termelés ezáltal ne essen vissza. Ebben is nagy segítséget nyújt a lean eszközrendszere.

Bár a biogáz előállítása korlátozott és az előállított villamos energia átvételi ára elmarad a szomszédos országokban kialakultól, az üzemeltetők reménykednek, hogy a helyzet rövid időn belül rendeződik. Alternatív megoldás lehet a biometán betáplálása a földgázhálózatba, de mivel ennek megvalósítása további beruházással jár, a villamos energia átvételi árának rendezése kézenfekvőbb lenne.

A közvélemény pozitív alakítása elengedhetetlen, hogy a biogáztermelők társadalmilag elfogadottakká váljanak. Sok helyen tapasztalható, ahol biogázüzem létesült, hogy ott ellenük akciócsoportok jöttek létre. A biogáziparnak és a kormányoknak a kommunikációra kell összpontosítani a biogáz pozitív szerepét illetően és a jövőbeni energiaellátó rendszer fenntartása érdekében.

**FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE**

- (1) 5S, a kiváló munka öt pillére. <http://www.sixsigma.hu/tanfolyam/5s-a-kivalo-munka-ot-pillere> – (2) BÖRJESSON, P. – MATTIASSON, B. (2007): Biogas as a resource-efficient vehicle fuel. *Trends in Biotechnology*, 26 (1) 8–13. pp. – (3) DIÓSSY L. (2007): *Megújuló energia felhasználásának esélyei és lehetőségei*. Kereskedelmi és Iparkamara. 2007. június 6., Sopron – (4) DUEBLEIN, D. – STEINHAUSER, A. (2008): *Biogas from Waste and Renewable Resources*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. – (5) KOVÁCS A. (2007): *Az EU megújuló energia politikája: célkitűzések és realitások*. III. Biogáz Konferencia, Budapest – (6) *A kötelező átvételű villamos energia átvételi árai (ÁFA nélkül) a megújuló energiaforrásból, illetve a hulladékból nyert energiával termelt villamos energiára vonatkozóan*. 2015, [http://www.mekh.hu/download/3/7a/10000/kat\\_arak\\_megujulo\\_hulladek\\_2008\\_2016.xlsx](http://www.mekh.hu/download/3/7a/10000/kat_arak_megujulo_hulladek_2008_2016.xlsx) – (7) LÁNG I. – HARNOS Zs. – CSETE L. – KRALOVÁNSZKY U. P. – TÖKÉS O. (1985): *A biomassza komplex hasznosításának lehetőségei*. Mezőgazda Kiadó, Budapest – (8) LIKER, J. K. (2008): *A Toyota-módszer – 14 vállalatirányítási alapelv*. HVG Kiadó Zrt., Budapest – (9) LOSONCI D. (2010): *Bevezetés a lean menedzsmentbe – a lean stratégiai alapjai*. Budapesti Corvinus Egyetem, Vállalatgazdaságtan Intézet. Műhelytanulmány sorozat, 119. műhelytanulmány. <http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/161/1/Losonci119.pdf> [2016. 03. 27.] – (10) MÉZES L. (2011): *Mezőgazdasági és élelmiszeripari biogáz-termelés optimalizálása*. PhD-értékelés (Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma). 182 p. – (11) MONDEN, Y. (1983): *Toyota Production System – Practical Approach to Production Management*. Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, USA – (12) ÖLLŐS G. (1991): *Csatornázás-szennyvíztisztítás*. I-II. Aqua Kiadó, Budapest, 697–740. pp. – (13) PÉCZELY Gy. – PÉCZELY Cs. – PÉCZELY Gy. (2011): *Lean3. Termelékenységfejlesztés egységes rendszerben*. A. A. Stádium Kft., Szeged – (14) PEREIRA, C. P. P. (2009): *Anaerobic Digestion in Sustainable Biomass Chains*. Ph.D.Thesis. (Wageningen University, Wageningen.) 1–262. pp. – (15) *Szarvas Biogáz erőmű kivitelezési dokumentáció*. – (16) THRÄN, D. – SEIFFERT, M. – MÜLLER-LANGER, F. – PLÄTTNER, A. – VOGEL, A. (2007): *Möglichkeiten enier europäischen Biogaseinspeisungsstrategie*. Institut für Energetik und Umwelt. Berlin. Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen – (17) WELLINGER, A. – MURPHY, J. – BAXTER, D. (2013): *The Biogas Handbook. Science, Production and Applications*. Woodhead Publishing Series in Energy, No. 52. – (18) WOMACK, J. P. – JONES, D. T. (2009): *Lean szemlélet. A veszteségmentes, jól működő vállalat alapja*. HVG Kiadói Zrt., Budapest. (HVG Könyvek)

in our sample at 2.5 liquidity ratio the further profitability growth stops, or even decreases slightly. Individual farmers have extremely high liquidity indicators and a stronger negative correlation (correlation=-0.636) can be detected between liquidity and profitability.

#### **CHANGES IN RELATIONSHIP BETWEEN PRODUCER ORGANISATIONS AND PRODUCERS IN THE FRUIT AND VEGETABLE SECTOR**

**By: Hamar, Anna**

**Keywords: fruit and vegetable sector, members of POs, generational change.**

**JEL Classification: Q13.**

Producer organisations (POs) in the fruit and vegetable sector appeared as new market actors at the millennium. In spite of some differences, organisations' efforts towards membership have been vigorously taking shape over the past twenty-five years. Relations between POs and their members have been shaped by structural changes in the agriculture sector, by market decisions and by pressure for increased revenues. As a result, weakly integrated 'quasi-membership' has become the common phenomenon, where weak ties between members and the organisation promote producer opportunism. At the same time, internal circles of producers have respected rules of cooperation and provided a basis of trust and reliability for the organisation. A few 'elite' organisations have also come about, whose founding members are different from 'old' organisations in terms of demographic composition and spatial organisation. The extensive period in the evolution of producer organisations has come to an end; their shared characteristic is that direct and indirect resources of the state and the European Union play a decisive role in membership ties.

#### **IDENTIFYING WASTES BASED ON LEAN METHODOLOGY IN THE AREA OF BIOGAS PRODUCTION**

**By: Kisari, Krisztián**

**Keywords: lean, identifying wastes, production, technological development, biogas.**

**JEL Classification: Q16.**

The study deals with the problems of biogas plants, their identifying of them and the search for possible solutions, mainly through the implementation of lean methodology in this special area. The lean, as an approach of production, has already proved its effectiveness in other industries; but in the current case a new area of use is to be represented. The operators have to face several problems which can be traced back mainly to the implementation. In Hungary the biogas plants are not highly supported, this is why they need special attention and care – and their sustainable and economical operation is still not achieved. Operating costs are progressively – in some cases, drastically – increasing. The price of commodity is continuously rising; most of the income is from the electricity production but its purchase price has fallen recently. The contravention of the strict schedule and the production, which is tied to prognosis, means a significant financial burden. In this study, the possibilities of identifying these problems, inter alia, are represented by the devices of lean. It is shown that for the loss of overproduction the change of the KÁT system or the promoting of supplying biomethane into the natural gas network could be the solution. In the case of the loss of waiting the available monitoring system should

be revised (or developed, if it is not accessible) and the phenomenon of errors should be defined more precisely. The case of commodity supply can be amendable with closer cooperation with the suppliers. Transportation losses can be decreased by preferring the pipeline system and by the rationalisation of the transporting distances. The systematic revision and control of the producing process, the formation of standards, and the usage of visual management for the implementations are necessary to eliminate production losses. In the case of inventory losses, unification is needed insofar as is possible, and the preventive maintenance works, the rationalisation of the use of liquid raw materials. Unnecessary movements can be reduced with the implementation of the 5S methodology. The standardisation of the processes and the implementation of the TMP could be solutions to the elimination of waste.

#### **SOME ECONOMIC, SOCIAL AND ECOLOGICAL IMPACTS IN CONNECTION WITH BREAD AS FOOD WASTE IN HUNGARY**

**By: Hubert, Klára – Szűcs, István**

**Keywords: food waste, household, breads, land, the starving.**

**JEL Classification: Q59.**

In our fast-moving world with roughly 792 million people starving and scarce resources, it is crucial that prevention and reduction of food waste and food wastage receive more attention. Food wastage deriving from finished products and ultimate consumers' use poses a global and national problem that triggers a negative tendency in efficiency at national level. According to a FAO (2011) study, annual food waste is up to 1.3 billion tonnes on a global scale while it is estimated to reach 1.8 million tonnes in Hungary, including waste from production to consumption in each segment. The quantity of domestic food waste is 400 000 tonnes according to the Hungarian Food Bank Association.

Based upon data from the Hungarian Central Statistical Office, Hungarian consumers buy approximately 304 760 tonnes of bread annually of which 10 % waste of the top three types of bread generates a financial loss of HUF 6.5 billion. It is tantamount to EUR 20.6 million at the average exchange rate published by the Hungarian National Bank. The white bread needs of 551 760 children, or the semi-white bread needs of 648 433 children or the home-style bread needs of 490 564 children could be satisfied by the wasted money arising from bread waste provided they required catering services at elementary and secondary schools. Energy (Kcal) need deriving from bread for nearly 685 706 people could be satisfied by the amount of Kcal from the communal waste of bread products. If 10 % of the bread products bought is wasted, a total excess water use of 35.6 million m<sup>3</sup> exerts pressure on the environment. With nearly 27 500 tonnes of annual bread waste, roughly 27 500 tonnes of greenhouse gas (CO<sub>2</sub>) are emitted into the atmosphere.