



SZAKMAI ZÁRÓ BESZÁMOLÓ

az Új Nemzeti Kiválóság Program (ÚNKP) ösztöndíjának támogatásával a
2017/2018 tanévben végzett munkáról

A pályázó adatai

Név	Nagy Dávid
Pályázat típusa (alap, mester, doktorandusz, doktorjelölt, fiatal oktató, kutató), kódja	I. típus (mester) ÚNKP-17-2
Szerződés egyedi azonosítója	RH/1554-57/2017
Neptun kód	JCKFQ4
Lakcím	4220 Hajdúböszörmény, Salgótarján utca 27.
Adóazonosító jel	8462011094
Kutatási program címe (a beadott pályázat szerint)	Biogáz-üzemi hulladékhó és fermentációs iszap hasznosításában rejlő lehetőségek gazdasági elemzése
Témavezető (oktató, kutató pályázatoknál nem releváns)	Prof. Dr. Bai Attila

Tájékoztató

A beszámolóban szakmai értékelést kell tartalmaznia a támogatás céljának, a kutatási tervnek a megvalósulásáról (maximális terjedeleme: 2 oldal). Az elkészült előadás, publikáció, tanulmány, fénykép, video a szakmai záró beszámoló mellékletét képezi (akár papír alapú, akár digitalizált adattárolásra alkalmas eszközön (pl. CD, DVD) történő benyújtással). A szakmai beszámolóban a szerződésben vállalt feladat teljesítésére, ezen belül értelemszerűen - a feladat jellegétől függően -, az alábbiakra kell kitérni:

- *Rendezvény esetében:* az eredeti műsorterv (ütemterv, forgatókönyv stb.) teljesítése, eredménye, foto-, média megjelenés a fellépők/előadók neve, szervezete, a résztvevők köre, a megjelentek pontos vagy becsült létszáma, a műsortervtől való eltérés oka, ez mennyiben befolyásolta a tervezett eredményt, mivel helyettesítették az elmaradt előadást/bemutatót, a közönség miként fogadta az előadásokat/bemutatókat, a rendezvénynek milyen volt a társadalmi, szakmai visszhangja. Rendezvénysorozat esetén, vagy ha a rendezvény nem kifejezetten csak a minisztérium ügkörébe tartozó témával foglalkozott, kimutatást kell készíteni arról, hogy mely előadások/bemutatók foglalkoztak a minisztérium ügkörébe tartozó kérdésekkel.

- *Tanulmány készítés esetén:* ismertetni kell röviden a tanulmány kidolgozásának szükségességét és hasznosíthatóságát, tartalmának rövid összefoglalását, kiemelve a következtetéseket és javaslatokat, megjelölve a kidolgozáshoz szükséges saját kutatási eredményeket és a forrásul felhasznált szakanyagokat, továbbá, hogy az elkészített tanulmány hol kerül publikálásra. Csatolni kell a tanulmányt, a szerződésben meghatározott példányban, továbbá – amennyiben a szerződésben ez előírásra került - csatolni kell a kedvezményezett nyilatkozatát arról, hogy az elkészült tanulmányt a minisztérium felhasználhatja, szabadon terjesztheti.

- *Felmérés, vizsgálat esetén:* ismertetni kell röviden a felmérés, vizsgálat tárgyát, terjedelmét, szükségességét, az eredmények hasznosításának területeit, rövid összefoglalóban az eredményeket, a következtetéseket és javaslatokat, továbbá, hogy az elkészített anyag hol kerül publikálásra. Csatolni kell az elkészült anyagot, a szerződésben meghatározott példányban, továbbá csatolni kell a kedvezményezett nyilatkozatát arról, hogy az elkészült anyagot a minisztérium felhasználhatja, szabadon terjesztheti.

A beszámolókat a támogatás tárgyától függően megfelelő részletességgel kell összeállítani – dokumentumokkal, fényképekkel, egyéb audio-vizuális eszközökkel illusztrálni azt. A támogatásból megvalósult program eredményét ki kell emelni a beszámolóban.

A szakmai záró beszámolót alap-, mester (osztatlan), doktori és doktorjelölti ösztöndíjak esetén a témavezetőnek jóváhagyólag kiadmányoznia szükséges.



Szakmai beszámoló

1. A pályázat keretében végzett kutatómunka leírása; szakmai értékelés a kutatási terv megvalósulásáról (max. 2 oldal)

Kutatásom témája a „Biogáz-üzemi hulladékhő és fermentációs iszap hasznosításában rejlő lehetőségek gazdasági elemzése” volt. Általános célkitűzésként egy biogáz-üzemi új szárító és pelletáló technológia gazdasági vizsgálatát tűztem ki. Az előzőhöz kapcsolódóan specifikus célként fogalmaztam meg a technológiai folyamat üzemeltetéséhez szükséges ráfordítások és a pellet főbb beltartalmi paramétereinek meghatározását. További célul fogalmaztam meg a szárító és pelletáló egység jövedelemtermelő képességének és beruházás-gazdaságossági mutatóinak meghatározását a különböző felhasználási módok esetében.

Kutatásom során három szabadon választott vállalásom volt mégpedig, hogy eredményeimet bemutatom egy kari tudomány diákköri konferencián és részt veszek egyéb tudományos konferencián, továbbá, hogy publikálni fogom egy külföldi tudományos folyóiratban.

Kutatásom első félévében szakirodalmi áttekintést és adatgyűjtést végeztem a Hajdúböszörményi BÉKE Mezőgazdasági Kft. biogáz-üzemében. Ennek eredményeként az LIX. Georgikon Napok tudományos konferencián (2017 szeptember 29, Keszthely) került bemutatásra a szerzőtársaimmal (Prof. Dr. Bai Attila, Szőke Irén, Gabnai Zoltán) készített előadásunk, amelynek címe „**Mezőgazdasági üzemek biomassza-alapú energetikai önellátása**” volt. A konferencia előadás keretében ismertettük a mezőgazdasági üzemek energetikai önellátását biztosító alapanyagok (mint a növénytermesztési és állattenyésztési melléktermékek, egy éves energianövények és többéves energiaültetvények) gazdasági jellemzőit és a felhasználásukkal előállítható energia típusokat. Egy esettanulmányra alapozva bemutatásra került a biogáz-üzemben termelt villamos energia jövedelmezőségét befolyásoló tényezők köre, amelyek közül a legjelentősebb a hőenergia. A hulladékhő felhasználásával akár 17%-os önköltség csökkenés is elérhető a főtermék tekintetében, amelynek egy újfajta lehetősége a kierjedt és szeparált szilárd szeparátum szárítása, amely azt követően pelletálható. A folyamat eredményeként egy többcélú (tüzelőanyag vagy tápanyag-utánpótlás) és piacképes termék állítható elő, amely értékesítésével az üzemek jövedelemtermelő-képessége nagymértékben növelhető.

A Hajdúböszörményi BÉKE Mezőgazdasági Kft. biogáz-üzemének működési adataira alapozva szerzőtársaimmal (Prof. Dr. Balogh Péter, Gabnai Zoltán, Prof. Dr. Popp József, Dr. Oláh Judit, Prof. Dr. Bai Attila) egy anyagáramlási modellt dolgoztunk ki Microsoft Excel program segítségével. Az üzemi adatokra alapozva többváltozós lineáris regresszió számítás (SPSS program) határoztuk meg a felhasznált alapanyag mennyiségében található különböző szerves anyagok biogáz-hozamát. A rendelkezésünkre álló adatbázist felhasználva megvizsgáltuk, hogy az eltérő időpontokban (1 – 25 nap között) betáplált összetétel alapján melyik volt a legjobban illeszkedő modell. Ehhez a függvények R^2 értékeit alkalmaztuk, valamint megvizsgáltuk a modellek maradéktagjait is. Az eltérő időpontokat tartalmazó modellek összehasonlítása után a 25 napos betáplálású modellt választottuk ki ($R^2=0,412$; $F=27,429$; $p<0,001$). Ennek a modellnek a paraméterei esetében a t-próbák abszolút értékei 2,034 – 8,157; a p-értékek 0,001 – 0,043; a variancia inflációs faktor értékek 1,127 – 2,100 között változtak. A maradéktagok normális eloszlást mutattak, mivel az egy mintás Kolmogorov-Smirnov próba nem volt szignifikáns ($p=0,215$). Véleményünk szerint ez a modell alkalmas volt arra, hogy a szimulációs excel modellünkben felhasználjuk. Ennek segítségével a biogáz-hozam alapján kétváltozós regressziós egyenlet alkalmazásával ($R^2=0,938$; $F=5257,247$; $p<0,001$) a villamos energia termelést is megbecsültük. A termelt zöldáramból szakirodalmi mutatók alapján meghatározásra került a kierjedt fermentlé szárítására felhasználható hulladékhő mennyisége, valamint az így előállítható pellet mennyisége. Az anyagáramlási modellt felhasználva lineáris programozás alkalmazása mellett megvizsgáltuk, hogy a szubsztrát szárazanyag-tartalmának növelése hogyan befolyásolja a biogáz-hozamot, ezen keresztül pedig a hőenergia-termelést. Várhatóan a szubsztrát szárazanyag-tartalmának növelése a szeparált szilárd frakció szárazanyag- és szervesanyag-



tartalmának növekedését eredményezi, így egyszerre nő a képződő hulladékhő mennyisége és csökken a szárításhoz szükséges hőmennyiség. Az anyagáramlási modellben alkalmazott feldolgozási folyamatok gazdasági értékelését költség-, jövedelemkalkulációval végeztük el, amelyet pedig általunk számított és szekunder alapadatokra alapoztuk. A kalkuláció során külön végeztünk számításokat a hasznosítási mód (tápanyag-, illetve hőenergetikai cél), a piacképesség (saját, vagy értékesítés), valamint – a hulladékhő-felhasználás jelentőségének érzékeltetése céljából – a szárítás során a hulladékhő, illetve a földgáz, mint segédanyag felhasználására vonatkozóan.

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy pellet-előállítás önköltsége mintegy 46%-kal csökkenthető a hulladékhő felhasználása segítségével (földgáz szárítással szemben), azonban még földgázzal történő szárítás is nyereséggel jár a hőenergetikai célú értékesítés esetén, ezért elsősorban ez indokolja a biotrágya pelletálását. A saját felhasználás gazdaságossága kétséges lehet, hiszen a hulladékhő (pelletálás nélkül) sokkal olcsóbban képes kielégíteni a helyi hőigényeket. A mintegy 381 ezer € beruházási költség a hulladékhővel előállított tűzipellet esetén várhatóan 3 év alatt megtérül, amennyiben a teljes mennyiséget sikerül értékesíteni a piacon. A tápanyagcélú értékesítés esetén az értékesítés helyett a saját célú felhasználás helyettesítési értéke ugyan jóval nagyobb (kb. 90 €/t) és megközelítőleg megegyezik az önköltséggel, ám ez nem teszi indokoltá az alkalmazását a pelletálás nélküli (kierjedt trágyaként történő) hasznosításhoz képest. A pelletálás mellett esetleg a pontos kijuttathatóság (precíziós termesztés-technológia alkalmazhatósága) és a jobb tárolhatóság szólhat. Mindezzel együtt a tápanyagcélú hasznosítás csak egyfajta „szükséges rossz”-ként vehető számításba, a hőenergetikai hasznosítás/értékesítés, illetve a trágyázási célra rendelkezésre álló földterület hiányában. Eredményeinket 2018. májusában publikáltuk az *Energies* (IF: 2.262, Q1 MTMT alapján) folyóiratban „**Economic Analysis of Pellet Production in Co-Digestion Biogas Plants**” címen. A publikáció elkészítéséhez pedig 68 külföldi forrás került felhasználásra.

A vállalásoknak eleget téve 2018. április 25.-én részt vettem a Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Karának, Tudományos Diákköri Konferenciáján, ahol a „**Biogáz-üzemi pelletgyártás gazdasági elemzése**” című dolgozatomat mutattam be. Dolgozatommal – a tagozat bizottságának javaslatára – továbbjutottam a 2019-ben megrendezésre kerülő Országos Tudományos Diákköri Konferenciára. A téma fontossága és hasznosíthatósága a hazai biogáz-üzemek tekintetében igen jelentős, ugyanis az üzemekben termelt zöldáram átvételi szerződése csak meghatározott ideig szól, így azt követően a melléktermékek (hulladékhő és fermentációs iszap) jövedelemtermelő-képessége jelentősen befolyásolja a működés eredményességét. Dolgozomban a hajdúböszörményi biogáz-üzem adataira alapozva, annak éves termelését vizsgáltam gazdasági szempontból. A dolgozat elkészítése során 92 forrás került felhasználásra, amelynek túlnyomó része idegen nyelvű tanulmány, ugyanis hazánkban jelenleg még nem foglalkoztak a téma feldolgozásával. Elemzésem során költség- és jövedelemszámítást végeztem el az alapesetben meghatározó termelési szerkezetre, továbbá megvizsgáltam a pelletgyártással és értékesítéssel kiegészített működését, amely eredményeként elmondható, hogy az energetikai célú pellet-értékesítésből jelentős többletjövedelemre (kb. +26 millió Ft/év) tehet szert az üzem, javítva eredményességét. A villamos energia önköltsége ugyan 13%-al csökkenthető a tűzipellet értékesítésével, azonban az általam kalkulált értékesítési ár mellett nem nyújt teljes megoldást a biogáz-üzemek azon problémájára, miszerint a megkötött Átvételi szerződések lejáratát követően piaci áron tudják értékesíteni a zöldáramot. Átfogó gazdasági vizsgálatom során kitértem a szárító és pelletáló gépsor beruházás-gazdaságossági elemzésére. Ennek alapján elmondható, hogy a biogáz-üzemi energetikai célú pelletgyártás és értékesítés eredményeként a beruházás kedvező megtérülést és nyereségelérést biztosít, ugyanis a dinamikus megtérülési idő alapján kb. 5 év alatt megtérülhet a beruházás, valamint az alternatív költség, míg a nettó jövedelem alapján kb. 280 millió Ft-os többletnyereséget realizálható a beruházó a 15. év végére. Mindezt pedig tovább javíthatja az agripellet kis részben történő saját célú felhasználása kiváltva a földgázzal való fűtést. Mindezek alapján a biogáz-üzemi pelletgyártás megoldást nyújt a nagy mennyiségben (különösen nyáron) rendelkezésre álló hulladékhő és a sok esetben problémát okozó fermentációs iszap hasznosítására, amely gazdasági szempontból is egy jövedelmező tevékenység lehet.



2. A pályázati időszakban megjelent publikációk felsorolása (az elkészült előadás, publikáció, tanulmány, fénykép, video a szakmai záró beszámoló mellékletét képezi – akár papír alapú, akár digitalizált adattárolásra alkalmas eszközön (pl. CD, DVD) történő benyújtással).

1. Bai Attila – Szőke Irén – Nagy Dávid – Gabnai Zoltán (2017): Mezőgazdasági üzemek biomassza-alapú energetikai önellátása. LIX. Georgikon Napok, Alternatív energiagazdálkodás, Keszthely, 2017. szeptember 29.
2. Nagy Dávid (2018): Biogáz-üzemi pelletgyártás gazdasági elemzése. Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Tudományos Diákköri Konferencia, Pénzügy-számvitel és vállalatgazdaságtan tagozat, Debrecen, 2018. április 25.
3. Dávid Nagy – Péter Balogh – Zoltán Gabnai – József Popp – Judit Oláh – Attila Bai (2018): Economic Analysis of Pellet Production in Co-Digestion Biogas Plants. Energies, Volume 11, Issue 5 (May 2018), 21 p.

Beszámoló az ösztöndíjon felül biztosított kutatási támogatás felhasználásáról

3. Pénzügyi beszámoló¹

Kiadás megnevezése	Tervezett (Ft)	Megvalósított (Ft)
1.1. anyagköltség, készletbeszerzés		
1.2. szellemi tevékenység költségei, szakértői, előadói díjak	130.000	
1.3. bérleti díjak		
1.4. rezszi jellegű kiadások (intézményi 30 %)	120.000	120.000
1.5. szállítási, utazási költségek	70.000	
1.6. egyéb szolgáltatás vásárlása	60.000	130.261
1.7. egyéb dologi kiadások	20.000	149.739
1. Dologi kiadások összesen (1.1.+1.2.+1.3.+1.4.+1.5.+1.6.+1.7.)	400.000	400.000
2. Felhalmozási kiadások (immateriális javak, tárgyi eszközök beszerzése)		
ÖSSZESEN (1.+2.)	400.000	400.000

4. Pénzügyi beszámoló szöveges indoklása (nagyobb tételek, beszerzés szükségességének indoklása)

Az 1.6. tétel, mint egyéb szolgáltatás vásárlása keretében az Energies külföldi folyóiratban megjelent cikk költsége (megjelentetés díja) került részben kifizetésre. Az 1.7. tétel egyéb dologi kiadások magába foglalja a számítástechnikai eszközök és hardverek beszerzését, amelyek felhasználásával egy számítógép került összeszerelésre a kutatás során alkalmazott statisztikai program (SPSS) zavartalan működése érdekében.

Debrecen, 2018. június 25.

témavezető aláírása

(fiatal oktató, kutató pályázatoknál nem releváns)

ösztöndíjas aláírása

Mellékletek:

- az elkészült előadás, publikáció, tanulmány, fénykép, video, stb., valamint az aláírt szakmai beszámoló szkennelve digitalizált adattárolásra alkalmas eszközön (pl. CD, DVD)

¹ A tervezett összegeket az eredeti, aláírt költségterv szerint kell megadni. A 10 hónapra számított végösszeg az egyes kategóriákban: alapképzés – 300.000 Ft; mester- (osztatlan) képzés – 400.000 Ft; doktorandusz I. – 440.000 Ft; doktorandusz II. – 600.000 Ft; doktorjelölt – 1.000.000 Ft; fiatal oktató, kutató I. – 1.200.000 Ft; fiatal oktató, kutató II. – 1.400.000 Ft