

AZ AGRIPELLET, MINT MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁS VIZSGÁLATA

THE EXAMINATION OF THE RENEWABLE AGRIPELLET

Szamosi Zoltán*, Dr. Lakatos Károly**, Dr. Siménfalvi Zoltán***

ABSTRACT

In this article we have examined the manufacturing process of the agripellet. Every kind of manufacturing process has an energy demand. If this energy demand is more than we can release from, for example a fuel, and obviously a renewable fuel this is not a real renewable energy. That is what we have examined in this article the energy consumption of that manufacturing process in a medium-sized environment.

1. BEVEZETÉS

Manapság az energiaellátás tekintetében egyre nagyobb szerepet játszik, és kell, hogy játsszon a biomassza, azon belül is, azok a tüzelőanyagok, melyek évről évre megújulnak. Mivel Magyarország, jelentős agrár ország, ezért nagy figyelmet kellene fordítanunk a mezőgazdasági hulladékokra.

Magyarországon 2009-ben 4.419.610 tonna búza termelt [1]. Ez egy mezőgazdasági ökölszabály szerint megegyezik a keletkező szalma mennyiségével. Mivel az állattenyésztés ennyi szalmát nem képes felvenni, nagy mennyiségben keletkezik „felesleges”, használatlan szalma, ami energetikai szempontból fontos lehet a jövőben [7].

2. A GAZDASÁG PARAMÉTEREI

Jelen publikációban a pelletgyártás energia szükségletét egy valós gazdaságon keresztül mutatjuk be, amely Emőd város mellett helyezkedik el (1. ábra). A gazdaságban 550 hektáron természetesen bűzát. Az ötéves termésátlag 4,76 tonna volt hektáronként. Jelenleg a gazdaság a szalma jó részét beszántja lebontó baktériumokkal, illetve nitrogénnel, hogy pótolják a tápanyagokat a termőföldben.

* Doktorandusz, Miskolci Egyetem, Vegyipari Gépek Tanszéke, Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Tanszéke

** Egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Tanszéke

*** Egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Vegyipari Gépek Tanszéke



1. ábra: A földek elhelyezkedése

Javaslatunk alapján, ezt a mennyiségű szalmát energetikai célokra lenne célszerű felhasználni, és a tápanyagokat más módon pótolni (pl. aratás után borsót kellene vetni, majd beszántani a már kikelt növényt). Természetesen ennek a tevékenységnek is van energiafogyasztása, amely egy jövőbeni vizsgálat tárgyát képezi, jelen dokumentációban ezzel a kérdéskörrel nem foglalkozunk.

3. A GYÁRTÁS ENERGIAIGÉNYE

A pelletgyártás során a betakarított szalmát aprítják, szárítják, préselik (pelletálják), majd lehűtés után csomagolják.

A gyártás egyik legnagyobb energiaigényű tevékenysége a szárítás. A présbe csak 15% alatti nedvességtartamú anyag kerülhet. A búzaszalmából készült pellet legnagyobb előnye, hogy nincs szükség nagyteljesítményű szárítóberendezésre, mivel az optimális aratási nedvességtartalom 14% alatti [2]. Előfordulhat, hogy csapadékos időjárás után az aratást meg kell kezdeni, mert a gombás fertőzések gyorsan megjelennek és elterjedhetnek a búzában, ekkor szükségessé válik a szárítási folyamat.

Az aratás után a hátra maradt, kicsépeelt szalmát először bálázni kell, a könnyebb szállíthatóság érdekében. Az első lényeges energiafogyasztó az a gép, amellyel a bálákat összeállítjuk. A traktor egy Claas 380 Variant (2. ábra) bálázót húz, a gázolajfogyasztása 8 l/h.



2. ábra: A bálázó

A gép 1 óra alatt művel meg 1 hektár területet, azaz a gazdaságban 550 óra alatt tudja a teljes mennyiséget összebálázni. Ezen idő alatt 13.090 darab bálát készít, amihez nagyjából 4.400 liter gázolaj, azaz 44.731 kWh energia szükséges.

A teleptől a termőföldek 30%-a 5–6 km-re található, míg a nagyobbik föld, 380 ha, 2–3 km-re helyezkedik el. A súlyozott átlagos távolsággal (3,9 km) számolva a beszállító kocsinak 819 fordulót kell megtennie. Figyelembe véve, hogy egy bála átlagosan 200 kg, egy fordulóban 16 bála szállítható, illetve azt, hogy összesen 7,8 km-t kell megtennie, az oda-vissza út miatt. A 819 forduló alatt a traktor 6.388 km-t tesz meg, mialatt eléget 2.044 liter gázolajat. Az energia-tartalma ennek a mennyiségnek 20.787 kWh.

Miután a telephelyre szállítottuk a bálákat el kell tárolni, méghozzá száraz helyen, hogy nedvesség ne érhesse, ellenkező esetben a szalmát szárítani kellene. A bálákat a tárolóhelyre egy targonca viszi be. A targonca DFG-30-as típusú, melyben egy Perkins belső égésű motor van, ami 3,6 litert fogyaszt óránként. Az átlagsebessége, teherrel 12 km/h. A raktár teljes hossza 125 m. Az átlag távolság tehát 62, 5 méter. Figyelembe véve azt a tény, hogy, amikor a raktár tele van akkor csupán néhány métert kell megtennie, viszont, amikor szinte üres a raktár 125 métert is haladnia kell. Fontos, hogy a számításainkban, a megtett távolságot duplán vettük figyelembe, mivel oda-vissza kell járnia, mire behordja a szalmát.

Az üzem 3 műszakban dolgozik, azaz 24 órát egy nap. A munkaidő 80%-os kihasználtságát tekintjük, figyelembe véve minden tervszerű és nem várt leállást is. A 80%-os kihasználtság összesen 292 napos 24 órás munkát jelent. Ezeket figyelembe véve összesen 136,4 óráig tart berakni a 13.090 db bálát a tárolóhelységbe.

A következőkben meg kell határozni az üzem kapacitását, úgy, hogy lehetőleg az év munkanapjain, azaz 292 nap alatt dolgozzuk fel a rendelkezésre álló teljes mennyiséget. A feldolgozás során 5%-os anyagvesztést feltételezünk, amellyel a teljes kapacitás 354,9 kg/h.

$$C = \frac{T \cdot \eta \cdot 1000}{N \cdot 24} \quad (1)$$

$$C = \frac{2618t \cdot 0.95 \cdot 1000 \frac{kg}{t}}{292nap \cdot 24 \frac{h}{nap}} = 354.9 kg/h$$

Ahol,

T: Össztermés [t]

η : Veszteséggel csökkentett anyagfelhasználás [-]

N: munkanapok száma [-]



3. ábra: A beszállító targonca

Mivel a rendelkezésre álló gép kapacitása éppen 360 kg/h, a számításainkban, ezt használjuk.

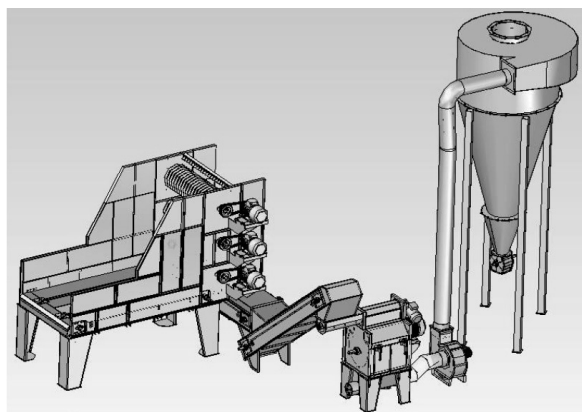
A raktár és a bálabontó garatjának távolsága 80 méter, a targonca kb. 0, 4 percig megy, azaz 28 s alatt odavisz egy nagyjából 200 kg-os bálát. Ezek alapján szükségünk van két bálára óránként, ami nagyjából egy perces menetidőt jelent. Tartalék időket is számításba véve óránként 2 percet veszünk figyelembe. Akkor a 3 műszak alatt, azaz 24 óra alatt 48 perccel lehet kalkulálni. Összesen 14.016 percet használjuk a targoncánkat erre a célra, ami 841 liter gázolaj elégetését jelenti, aminek az energiátartalma 8.552 kWh a teljes év alatt.

A beérkező bálákat ún. bálabontó darálóra tesszük, ami a durva darabosítást elvégzi. A teljes kalász hosszából aprítással kb. 10–15 mm-es méretű szemcséket készít. Innen átkerül a finomaprítóba, ami a pelletáláshoz szükséges szemcseméretet előállítja, ez 5–6 mm-es nagyságot jelent. A finomaprító jellemzően kalapácsos daráló, de anyagtól függően lehet vágómalom is. Mivel a szalma száraz anyag, így nekünk megfelel a kalapácsos daráló is. A kalapácsos daráló, a forgás hatására légáramot és túlnyomást hoz létre. Ezért légteleníteni kell, amit egy erre alkalmas ciklonban végzünk. A ciklonból az aprított szalma egyenesen a pelletáló gépbe kerül. A pelletálás során keletke-

ző hő „megolvasztja” az alapanyagban található lignint és összetapasztja a szemcséket.

A pelletálás során felmelegedett végterméket vissza kell hűteni kb. 70 °C-ról 40°C alá [3]. A csomagolás jellemzően polietilén zsákokba történik, aminek rossz a szellőzése, ezért pára képződhet. Nem jó megoldás az sem, ha a zsákokat lyukasra készítettjük, mert a levegővel érintkező pellet előbb-utóbb szétesik, porlad, ami nem tud megfelelően elégni. A hűtést követő munkafázis a csomagolás.

A bálabontó, célszerűen 400 kg/h kapacitással, 400 kg szalma darálásához elhasznál 5,3 kWh energiát. Ebben benne van a bála továbbításához szükséges energia is. A kalapácsos daráló 24 kWh energiát fogyaszt el 400 kg finomdarálásához, a finom itt 5-6 mm-t jelent. Továbbá a préselési energia tonnánként 30 kWh [8]. Így a bálabontótól pelletálóiig felhasznált energia 0,073 kWh/kg.



4. ábra: A berendezések 3D-s rajza

A pelletáló után a szállítószalagra hulló kész pelletnek, le kell hűlnie 70 °C-ról 40 °C alá. Az üzemben a hely korlátozott, így a pelletet 6,3 méter hosszon le kell hűteni. A hűtést egy hevederes szállítószalaggal oldottuk meg, mely ellenáramú levegő-pellet hőcserélőként működik. Ezt a hűtőberendezést, geometriailag téglatestként modellezhetjük. Egyszerűen be van burkolva a hevederes szállítószalag, és ellenáramban levegőt áramoltatunk a pelletek felett. Ha a szállítószalag teljes kapacitásának töredékét használjuk ki, feltételezhetjük, hogy a pelletek nem ragadnak össze, nem érintkeznek, és egy sorban helyezkednek el.

Ismert a szállítószalag keresztmetszete, valamint a pellet szállítás sebessége (0,5 m/s). A kis sebesség értéket a hőelvonás indokolja. Számítás után láthatjuk, hogy a hevederes szállítószalag teljes szállítóképessége 8,4 kg/s [4], míg a példánkban csupán 0,9 kg/s-ot kell szállítani, ezért a szemcsék szárításhoz pellet eloszlás egyrétegűnek (ideálisnak) tekinthető. Ha feltételezzük, hogy a levegő 20 m/s-os sebességgel áramlik, akkor vízszintes sík felület melletti áramlásra értelmezett Nusselt-szám az alábbi összefüggéssel határozható meg:

$$Nu = 0,0506 \cdot Re^{0,78} \cdot Pr^{0,42}, \quad (2)$$

ahol,

Re: a Reynolds-szám [-]
Pr: a Prandtl-szám [5] [-]

A Reynolds-szám:

$$Re = \frac{v \cdot s \cdot \rho}{\eta}, \quad (3)$$

ahol

v: az áramló közeg sebessége [m/s]
s: jellemző geometriai méret [m]
η: az áramló közeg viszkozitása [Pas]
ρ: a levegő sűrűsége [kg/m³]

A Prandtl-szám:

$$Pr = \frac{c \cdot 1000 \cdot \eta}{\lambda}, \quad (4)$$

ahol

c: az áramló közeg fajhője [J/kgK]
η: az áramló közeg viszkozitása [Pas]
λ: a levegő hővezetési tényezője [W/mK]

A (2) összefüggéshez szükséges a Reynolds-szám, ami az áramlás jellegét mutatja meg, ennek az értéke $8 \cdot 10^6$, tehát az áramlás turbulens. A Prandtl-szám értéke, pedig 0,701. Így a Nusselt-szám 10583,2 értékűre adódik. Az előzőek ismeretében számítható a hőátbocsátási tényező a következő összefüggéssel [5]:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{l}, \quad (5)$$

ahol,

λ: a levegő hővezetési tényezője [W/m²K]
l: jellemző geometriai méret [m]

A hőátbocsátási tényező 45,86 W/m²K-re adódik. A kiszámolt áramlási viszonyok mellett kijelenthetjük, hogy a legyártott pelletek a célul kitűzött 6,3 méter alatt le tudnak hűlni 40 °C alá.

Az energiafogyasztást vizsgálva megállapítható, hogy egy kilogramm pellet hűtésére vonatkoztatva a szállítószalag és a ventilátor együttes energiaigénye 0,25 kWh. Ezzel a teljes évi energiaszükséglet 1752 kWh.

Az utolsó munkafázis a csomagolás, mely egy automata csomagológépen történik. Ennek az energiafogyasztása 2,5 kWh/t. Ezzel a teljes energiafogyasztás egy kilogramm pellet előállításához 0,137 kWh/kg-ra adódik.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A méréseink alapján a szalma fűtőértéke 15,74 MJ/kg, az összepréselt szalmapelleté, pedig 17,4 MJ/kg (4,83 kWh/kg). Az elvégzett számítások azt mutatják, hogy

a szalmapellet 97,8 %-ban megújuló energiaforrásnak mondható, tehát 97,8 %-ban tiszta energia.

Egyértelmű választ kaptunk a bevezetőben feltett kérdéseinkre a vizsgálat végén: a búzaszalma pellet gyártásának, sokkal kisebb, az energiaszükséglete, mint amennyit ebből a tüzelőanyagból fel tudunk szabadítani. Későbbi kutatásaink során a hőcsere, hőátadás pontos vizsgálatát tűztük ki célul.

A jövőben egy részletes pénzügyi, energetikai és logisztikai vizsgálatot kívánunk elvégezni, hogy a közvélemény számára egyértelműen bizonyítható legyen: búzát nem azért termesztünk, hogy belőle tüzelőanyagot állítsunk elő.

A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

5. IRODALOMJEGYZÉK

- [1]: www.vm.gov.hu/main.php?folderID=1268, Vidékfejlesztési Minisztérium Honlapja, Mezőgazdasági adatok
- [2]: L. NIKOLAISEN (editor): Straw for energy production, The Centre for Biomass Tehcnology, Denmark, 1998, 18 pp.
- [3]: Dr. FENYVESI L., FERENCZ Á., TÓVÁRI P.: A tűzipellet, Budapest, Cser kiadó 2008
- [4]: Dr. CSELÉNYI J., Dr. ILLÉS B. (editors): Logistics systems I., Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 2006
- [5]: Dr. CZIBERE T: Vezetékes hőátvitel, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 1998, pp. 28.
- [6]: K. RAZNJEVIC: Hőtechnikai táblázatok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp 307-311.
- [7]: BUDAYOVÁ M. , VARGA A.: The results of the measurements biomass gasification in a fluidized bed reaktor, Acta Metallurgica Slovaca, 15, 2009, 2 (126 - 130)
- [8]: TABIL, L.G. AND SOKHANSANJ, S. 1996. Process conditions affecting the physical quality of alfalfa pellets. American Society of Agricultural Engineers, 12(3):345-350