

MEZŐGAZDASÁGI HULLADÉKOT FELDOLGOZÓ PELLETÁLÓ ÜZEM LÉTESÍTÉSÉNEK FELTÉTELEI

Szamosi Zoltán*, Dr. Siménfalvi Zoltán**

**doktorandusz, Miskolci Egyetem, Vegyipari Gépek Tanszéke*

Cím: 3515, Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: szamosi@uni-miskolc.hu

***egyetemi docens, tanszékvezető, Miskolci Egyetem, Vegyipari Gépek Tanszéke*

Cím: 3515, Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: simenfalvi@uni-miskolc.hu

Összefoglalás

A cikk egy mezőgazdasági hulladékot – búzaszalmát – feldolgozó üzem létesítésének műszaki, gazdasági és személyi feltételeit elemzi. Magyarországon a mezőgazdasági hulladékok feldolgozása nincs kellő gondossággal kidolgozva. A szántóföldeken hagyott szalma egy részét vagy begyűjtják, ami ellenkező az Európai irányelvekkel, tehát pénzbüntetés jár az ilyen jellegű tevékenységgel vagy beszántják a lebontó baktériumokkal és nagy mennyiségű nitrogén alapú műtrágyával. Ezzel a módszerrel igyekeznek a szalmát felhasználni, illetve a tápanyagokat pótolni a termőrétegből. Ezzel a „trágyázással”, ami során a tápanyag nagyjából 1-1,5 év alatt szívódik fel a talajban, nem oldják meg a tápanyagpótlás kérdését. A termőréteg csökken, mert a tápanyagokat kivesszük és nem pótoljuk megfelelő mértékben, ennek megoldása lehet más, főleg természetes eredetű például komposztált hulladékok, trágyák használata. A szalmát pedig energetikai célra célszerű használni, kapcsolt energia termelésére.

Kulcsszavak: agripellet, biomassza, búzaszalma, mezőgazdasági hulladék, pellet

Abstract

The goal of this article is to present the installation of an agricultural waste processing plant's technical, economical and personal criteria. The processing of these kind of waste is not properly developed in Hungary. Part of the straw left on the fields is burned, but it is adversary of the European Directives, this activity can be punished, or the straw is plowed with depleting bacteria. With that method they would like to use the straw and to provide the nutrients of the topsoil. This fertilizing is not a real solution to replace the nutrients because it lasts for 1-1,5 years. The depth of the layer of the topsoil is decreasing, because we take out the nutrients, and we do not replace a sufficient way, the usage of composted communal waste should be a solution for this problem. We suggest using the straw and the agricultural waste to generate electricity and heat in a combined cycle power plant.

Keywords: agricultural waste, agripellet, biomass, pellet, wheat straw

1. Bevezetés

A mezőgazdasági hulladékok energetikai hasznosítása csak akkor lehetséges gazdaságosan, ha ezen anyagok energiasűrűségét növeljük. Ha például a tüzelők szállítására gondolunk, a szalmabálák a célállomásra, erőműbe, fűtőműbe való eljuttatása sem gazdaságos nagy távolságra a környezetterhelésről nem is beszélve. Egyszerre – ha 250-300 kg tömegű körbálákat szállítunk, ami Magyarországon a legelterjedtebb bálaméret – nagyjából 16 darabot tudunk elszállítani [1], ez nagyobb távolságra, főleg, ha nagy mennyiségről van szó, nehézkes és nem kifizetődő tevékenység lenne.



1. ábra: Különböző anyagú és alakú brikettek

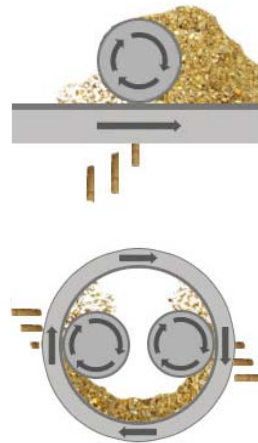
hengermatricás (2. ábra). A síkmatricás gépeket kapacitásokra gyártják. A hengermatricás berendezéseket nagy kapacitású üzemekbe szállítják.

A pellet, mindig hengeres alakú tömörítvény, melynek mérete 6 mm széles (átmérő) és 20-30 mm hosszú. A méret csökkentése az adagolás miatt vált szükségessé. Ezzel a mérettel tudják megvalósítani a pontos mennyiség adagolását, ami a pelletkazánok teljes automatizálhatóságához vezetett.

Ahhoz, hogy a berendezéssel megfelelő minőségű pelletet állítsunk elő, nem elég az alapanyagot aprítani és összepréselni. Fa alapanyagra német¹ és osztrák² szabványok rendelkezésre állnak, melyben az alapanyagra is és a kész pelletre is komoly minőségi elvárásokra kapunk pontos értékeket. Az itt leírt követelmények betartásával a tüzelőanyagot megvásárló biztos lehet a pellet jó hatásfokú eltüzelhetőségében. Léteznek ún. pelletgökök, melyek csak fa alapanyagot képesek elégetni, általában ezek a legolcsóbbak, de szigorúan csak faanyagú

Az energiasűrűség növelésének legalkalmasabb módja az alapanyag tömörítése. Ennek két célgépe van az ún. brikettáló és pelletáló berendezés. A brikettáló gép vagy egy dugattyús mechanizmussal tömörít vagy például egy csigás mechanizmussal. A végtermék, általában hengeres, melynek mérete 80 mm átmérőjű 200 mm hosszú test. A geometriai alak ettől eltérő is lehet, de a befoglaló méretek nagyjából azonosak (1. ábra).

A másik berendezés a pelletprés, amely lehet ún. síkmatricás vagy általában kis teljesítményre illetve kis



2. ábra: A felső ábrán síkmatricás, az alsó ábrán hengermatricás pelletáló látható

¹ DIN 51731

² ÖNORM M 7135

pelletre használható. Az ilyen kazánnal rendelkezőknek nagyon fontos a szabvány által biztosított tulajdonságok megléte.

Egyelőre ilyen szabvány agripelletre nem létezik, mivel a mezőgazdasági hulladékokból készült pellet, remélhetőleg nem sokáig, nagyon kis népszerűségnek örvend.

2. A gyártási technológia leírása és energiahatékonysága

Az agripellet jó minőségben való legyártásához minimálisan a 3. ábrán látható elvi kapcsolási rajzon látható berendezések szükségesek [2]. Az ábrán látható számok, a berendezések és anyagáramok azonosítószámai. A négyzetben olvasható számok az anyagáramok, míg a körben elhelyezett számok a berendezések azonosítói. A szalma (1) a bálabontó után egy fém- és kőleválasztó berendezésbe (8) kerül, ahol a bálázás közben bekerült fém és kő részeket eltávolítjuk. Ez a technológiai lépés fontos az aprító és a pelletáló berendezés élet-tartama szempontjából.

Miután a leválasztás megtörtént feladjuk az aprítóberendezésbe (1) az alapanyagot. Az aprítóban, ami jellemzően kalapácsos daráló, de szalma illetve mezőgazdasági hulladékok aprítására használnak vágómalmot is, a beérkező szemcse mérete 50-60 mm hosszúságú szalmadarab. A termék kilépő mérete 5-6 mm nagyságú. Így az aprítási fok számítható:

$$n = \frac{X_e}{X_u} \quad (1)$$

ahol X_e , a szemcse mérete a feladás előtt,
 X_u , a szemcse mérete az aprítás után,
 n , az aprítási fok.

Mivel az aprítóberendezés túlnyomással dolgozik, ezért külön segédenergia nélkül be tudjuk adagolni a porleválasztó ciklonba (2). A ciklonban a poros gáz tangenciálisan lép be, és a gravitációs erőter, illetve a centrifugális erőter hatására a ciklon falához csapódik és a ciklon alján eltávozik. A levegő, pedig az ún. örvénykereső csövön keresztül kijut a szalbadba. A ciklont egy ventilátor (3) segítségével szívjuk, a kiporzás megakadályozása miatt. Az eltávozó aprított szalmát egy puffertartályba (7) tároljuk ideiglenesen, hogy biztosítsuk a folyamatos üzemet.

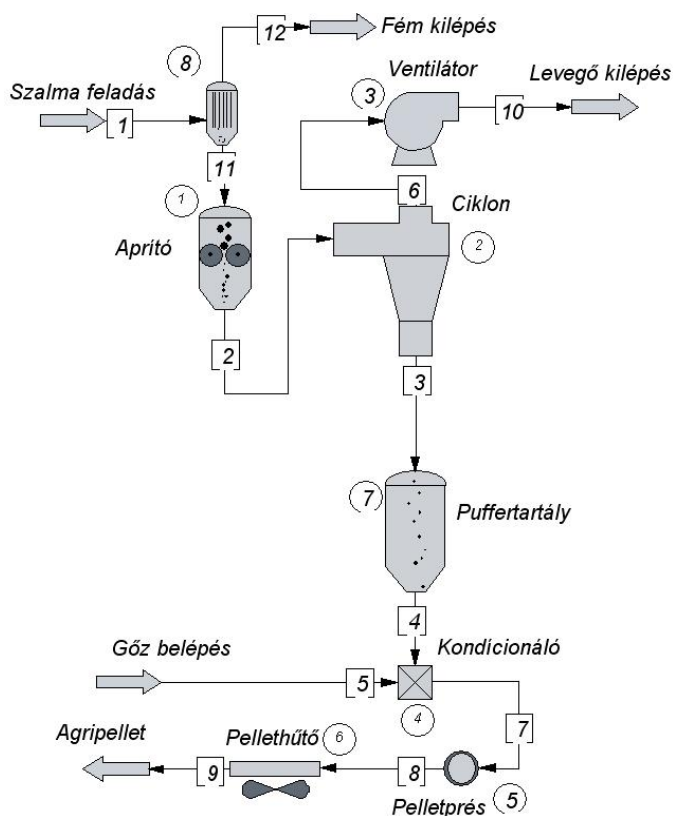
A puffertartályból az alapanyag az ún. kondicionálóba kerül, ahol a nedvességtartalmát beállítják (10-15%). A kondicionáló (4) egy keverő, amely gőzzel érintkezteti a szalmát. A gőz, mint segédanyag, a nedvesítés szempontjából sokkal hatékonyabb, mint a vizes megoldás. A gőz egészen a szemcse mélyére diffundál, mely szinte azonnal eléri a megfelelő nedvességtartalmat. A gőz mennyisége néhány százaléka a gyártósor kapacitásának, mivel csak 2-4 % nedvességet kell pótolni. Ezt a mennyiséget a vezérlő automatika az alapanyag víztartalmának függvényében tudja szabályozni.

A kondicionálás után az aprított alapanyag beérkezik a pelletáló présbe (5), ami elvégzi a szükséges tömörítést. A tömörítés során a kiinduló alapanyag halmazsűrűségét megnöveljük 80-120 kg/m³-ről [3] 600-650 kg/m³-re [2].

Erre létrehozhatunk egy mutatószámot, amely megmutatja, hogy hányszorosára növeltük az adott anyag halmazsűrűségét.

$$\lambda = \frac{\rho_e}{\rho_u} \quad (2)$$

ahol ρ_e , a feladási anyag halmazsűrűsége,
 ρ_u , a pelletált anyag halmazsűrűsége,
 λ , halmazsűrűségi arány.



3. ábra: Az agripellet gyártásának elvi sémája

A pelletálás során a nagy nyomású préselés hatására a kész pellet 70-80°C közé felmelegszik. Mivel az értékesítés zsákos kiszerelesben történik, ami jellemzően műanyag, lehűtés nélkül csomagolni nem szabad. A pelletált tüzelőanyagokat nem ajánlott csomagolás nélkül tárolni, mert a levegő nedvességtartalmát felveszi és biológiai folyamatok indulnak meg. Ezért a pelletáloból kihulló terméket le kell hűteni legalább 40°C alá. Erre a (6) hűtőt kell alkalmazni, ami jellemzően egy léghűtő berendezés.

Ezzel az üzem

műszaki létesítésének, illetve technológiájának feltételeit meghatároztuk. Mivel ezek a berendezések a rendelkezésre álló alapanyag mennyiségének függvényében „sorozatgyártottak”, ezért a berendezések főbb méreteinek meghatározása nem szükséges.

3. Az üzem gazdaságossági számítása

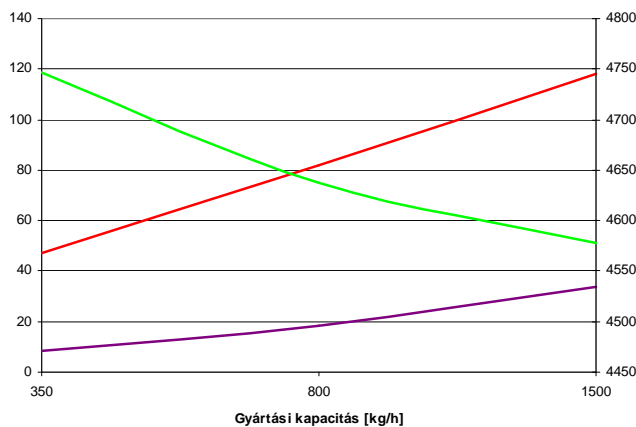
A gyártó létesítmény kapacitásának meghatározására tudnunk kell mi az a legkisebb kapacitás mely gazdaságosan üzemeltethető. Ehhez meg kell vizsgálni, hogy egy konkrét kapacitású üzem telepítéséhez, illetve a kapacitáshoz, mekkora üzemeltetési költség tartozik. A két összetartozó függvény optimumát keressük mely alapján meghatározható az optimális üzem nagyság, illetve kapacitás.

Árajánlatok alapján vesszük fel a beruházási költséget. Három különböző kapacitáshoz tartozó gyártási, telepítési és szállítási díjakat szerepeltetünk a következő táblázatban, mint beruházási költség (1. táblázat).

1. táblázat: A gyártási kapacitáshoz tartozó költségek

Kapacitás [kg/h]	Beruházási költség [ezer Ft]	Energiaigény [kWh/h]	Üzemeltetési költség [Ft/év]	A pellet önköltsége [Ft/t]
350	47 000	27,3	8 252 736	4746,7
800	82 000	62	18 241 968	4637,4
1500	118 000	117	33 597 440	4578,2

A táblázatban szereplő energiaigény, a 350 kg/h kapacitású berendezés esetén az [1]-es cikk eredménye, míg a másik két kapacitás a gyártó által megadott energiaigény. Az üzemeltetési költségben csak az energia árát és a tervezett leállások karbantartásának költségét szerepeltetjük, az önköltségben szerepeltetjük az aratás utáni összes tevékenységet, ami szükséges a pellet előállításához [1]. A következő ábrán (4. ábra) a beruházási költség, az önköltség és az üzemeltetési költség látható a gyártási kapacitás függvényében. Az optimális üzemméret a két görbe metszéspontjánál van.



4. ábra: A kapacitás az önköltség és a beruházás kapcsolata

Az ábrán a piros színű függvény írja le az üzem beruházási költségét a kapacitás függvényében, a lila szín ábrázolja az éves üzemeltetési költség nagyságát, ezek progresszív görbék, míg a zöld szín a pellet önköltségét mutatja, mely degresszív, tehát a kapacitás nagyságát növelve az önköltség csökken [6]. A gazdaságos üzemméret ezek alapján 800 kg/h fölötti kapacitás nagyság esetén adódik.

4. A pelletáló üzem szükséges személyi állománya

A gyártási kapacitásból, illetve a gyártáshoz szükséges gépek számából és nagyságából következően megadható a minimálisan szükséges kezelői létszám. Egy műszak, feltételezve, hogy napi 8 órát dolgoznak, szükséges egy ember, aki a targoncát kezeli, amivel a tárolóból beszállítja az alapanyagot a bálabontóra, és a kész, becsomagolt pelletet elszállítja a raktárba. Szükséges egy dolgozó a gyártósor kezeléséhez, és szükséges egy ember, aki a csomagoló gépet üzemelteti. Ez műszakonként három embert jelent, összesen kilencet. Ezen kívül az üzem őrzéséről is gondoskodni kell, ehhez a tevékenységhez is szükséges három ember, műszakonként egy. Továbbá szükséges a gyártás optimalizálásához egy művezető, és szükséges egy gazdasági vezető. A személyi állomány táblázatba foglalva a 2. táblázatban látható.

A személyi állományból is látható, hogy a kapacitástól függetlenül a létszám állandó, ezért a nagyobb kapacitás, mivel nagyobb árbevételt realizálhatunk, gazdaságosabb.

2. táblázat: A személyi állomány összefoglalása

Dolgozók	Műszakonként [fő]	Összesen [fő]
Fizikai dolgozók, ebből	4	12
- kezelő	3	9
- biztonsági őr	1	3
Személyi dolgozók	2	2
Teljes létszám	6	14

5. Összefoglalás

A bemutatott eredményekből látható az optimális üzem, amely optimális személyi állománnyal rendelkezik, optimális energiafogyasztással rendelkezik, és amely optimális üzem nagyságú, az a 800 kg/h kapacitásnál nagyobb gyártási képességgel rendelkező üzem. A számítás során figyelembe vettük az aratás utáni tevékenységeket (bálázás, beszállítás, raktározás, aprítás, préselés, hűtés, csomagolás és raktározás), de nem vettük figyelembe a biomassa szárítási igényét. Feltételeztük, hogy az aratás optimális körülmények között zajlik, tehát a learatott búza nedvességtartalma 15% alatti. Persze előfordulhat, hogy folyamatos esőzésben kell az aratást elvégezni, hogy a gombásodást elkerüljük, de ez nem általános, ezért lehet kihagyni a szárítást, mint technológiai lépést. A gazdaságossági számítás, az optimális üzem nagyság meghatározása után ki lehetne egészíteni egy megtérülési idő számításával, de egy kemencét szeretnénk illeszteni a gyártásba, ezért a megtérülési időt, a kemence gazdasági paramétereinek meghatározása után publikáljuk.

6. Köszönetnyilvánítás

A tanulmány/kutató munka a TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0008 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

7. Felhasznált irodalom

- [1] Szamosi Z., Lakatos K., Siménfalvi Z.: *Az agripellet, mint megújuló energiaforrás vizsgálata*, GÉP Magazin, 2012. 06.
- [2] Fenyvesi L., Ferencz Á., Tóvári P.: *A tűzipellet*, Cser Kiadó, Budapest, 2008, ISBN 9639759848
- [3] Ongrádi M.: *A szalma, mint energiaforrás*, Cser Kiadó, Budapest, 2006, ISBN 9639666106
- [4] Keresztes J.: *Gyártervezés és üzemvitel*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1977
- [5] James R. C., W. Roy F., James R. F., Stanley M. W.: *Chemical Process Equipment: Selection and Design*, Elsevier, Oxford, UK, 2005
- [6] Musinszki Z.: *Költségtan*, Miskolc, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2009