

XXII. Ifjúsági Tudományos Fórum, 2016. május 26., Keszthely

## Pellet termékciklus szabályozásának, mérésének rendszere és kihívásai

Konrád Krisztina<sup>1</sup> – Viharos Zsolt János<sup>2,3</sup><sup>1</sup>*Pannon Egyetem Mérnöki Kar - Mechatronikai Képzési és Kutatási Intézet,  
8900 Zalaegerszeg, Gasparich u. 18/A. F. ép.*<sup>2</sup>*Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézete  
(MTA SZTAKI), 1111 Budapest, Kende u. 13-17.*<sup>3</sup>*Kecskeméti Főiskola, 6000 Kecskemét, Izsáki u. 10.  
krisztina.konrad@mk.uni-pannon.hu*

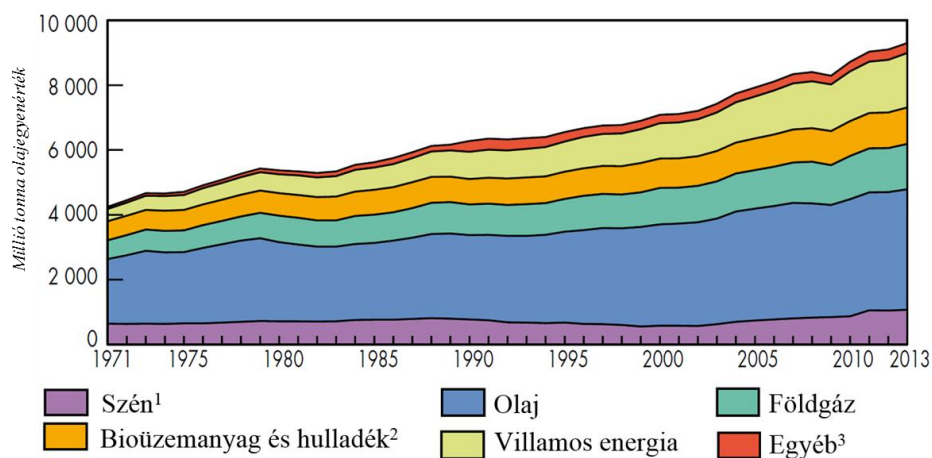
### Összefoglalás

A világ energiafelhasználása folyamatos emelkedést mutat. Ez a változás az energiaforrások szerkezetének átrendeződését, és a biomasszára alapozott energiafelhasználás jelentőségének növekedését hozza. A biomassza alapú tüzelőanyagok közül a pellet tüzelőanyagok felhasználása lehet hasonló komfortot eredményező, mint a fosszilis tüzelőanyagok használata, ezért a pelletekhez folyamatosan növekvő fogyasztási és termelési igény párosul. A növekvő igények magukkal hozták a gyártás és minősítés metódusainak szabványosítását is. A kialakított, rendelkezésre álló minőség szabályozó eszközök eltérést mutatnak abban, hogy a pellet termékciklus mely elemeit fedik le. Hiányosságuk, hogy az alapanyagok minősítését egyetlen eszköz sem szabályozza, a cikk ezen kérdéskört vizsgálja és mutat rá a ma még nem kellően szabványosított területekre.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az világ (végső) energiafelhasználása az elmúlt 30 évben duplájára növekedett (*I. ábra*). A növekedés jellege és üteme arra enged következtetni, hogy az elkövetkezendő időszakokban további emelkedés prognosztizálható, ezzel minden szakértő egyetért.

*I. ábra: A világ energiafelhasználása 1971 és 2013 között (IEA, 2015)*



<sup>1</sup>Összevonva az olajpálma és tőzeg adatokkal.

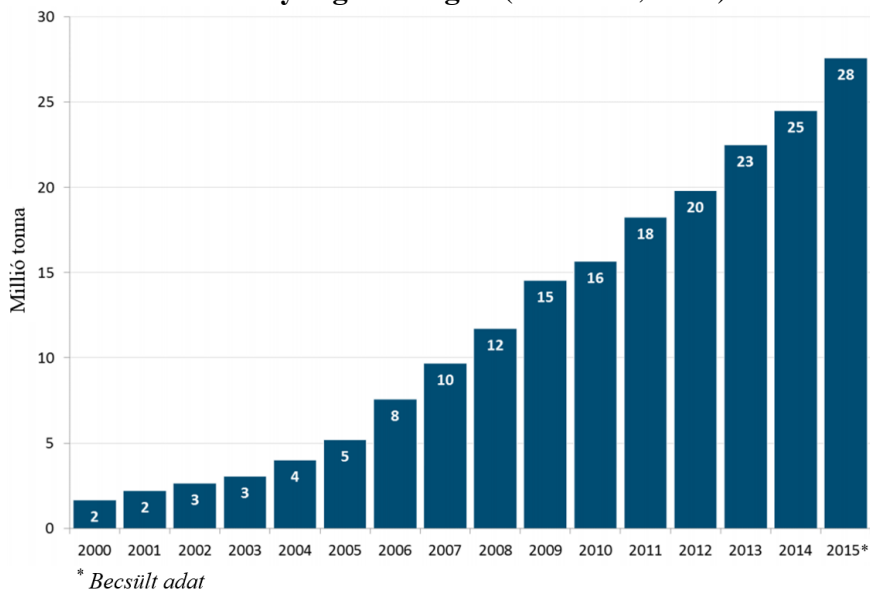
<sup>2</sup>Becsült adat.

<sup>3</sup>Geotermikus energia, szélenergia, stb.

A biomassza alapú alapanyagok több tulajdonságuk alapján is csoportosíthatóak. Energetikai jellemzőik alapján biogén tüzelőanyagoknak nevezzük a biomassza alapanyagok azon hányadát, melyek energiaforrásként, hőenergia, villamos energia, vagy üzemanyag előállítására is felhasználhatók (Döring, 2013). Ezen belül megkülönböztetünk szilárd, folyékony és gáz halmazállapotú biogén tüzelőanyagokat. Ezek közül, a szilárd biogén tüzelőanyagok alkalmasak alaktartó préselvény, úgynevezett (tüzi)pellet előállítására (Baker, 1982).

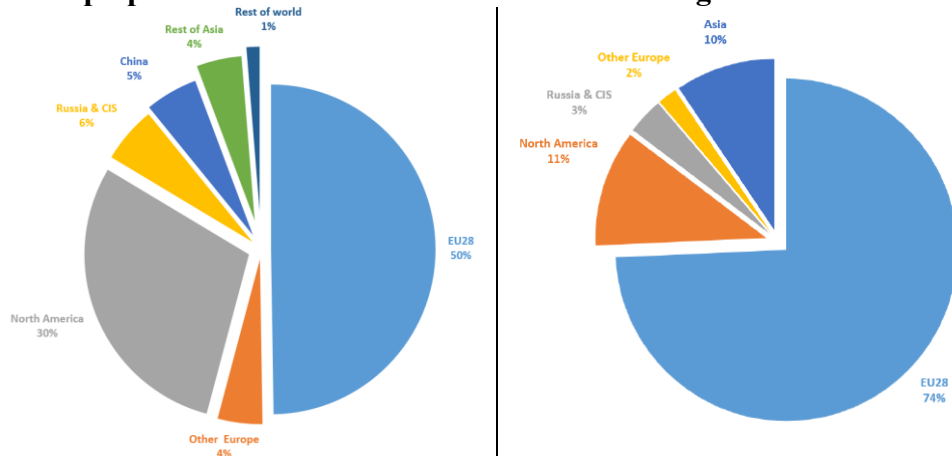
A pellet tüzelőanyagok nagyarányú elterjedése az elmúlt 15 évben, alapvetően a faalapú pelletek tekintetében vált megfigyelhetővé. Ez idő alatt az előállított és felhasznált fapellet mennyiség csaknem tizenötszörösére növekedett (2. ábra).

2. ábra: Fapellet előállított mennyisége a világon (Matthews, 2015)



Felhasználhatóságukat illetően a pellet tüzelőanyagok kitűnnek a biomassza alapú tüzelőanyagok közül, hiszen energiasűrűségük, tüzeléstechnikai szabályozhatóságuk messze meghaladja társaikét (Fenyvesi és mtsai, 2008). Jellemzően a pellet üzemű tüzelőrendszerek közel azonos komfortot biztosítanak, mint a gázüzemű berendezések, amely jellemző határozottan hozzájárul az előállított és felhasznált mennyiség fokozatos növekedéséhez.

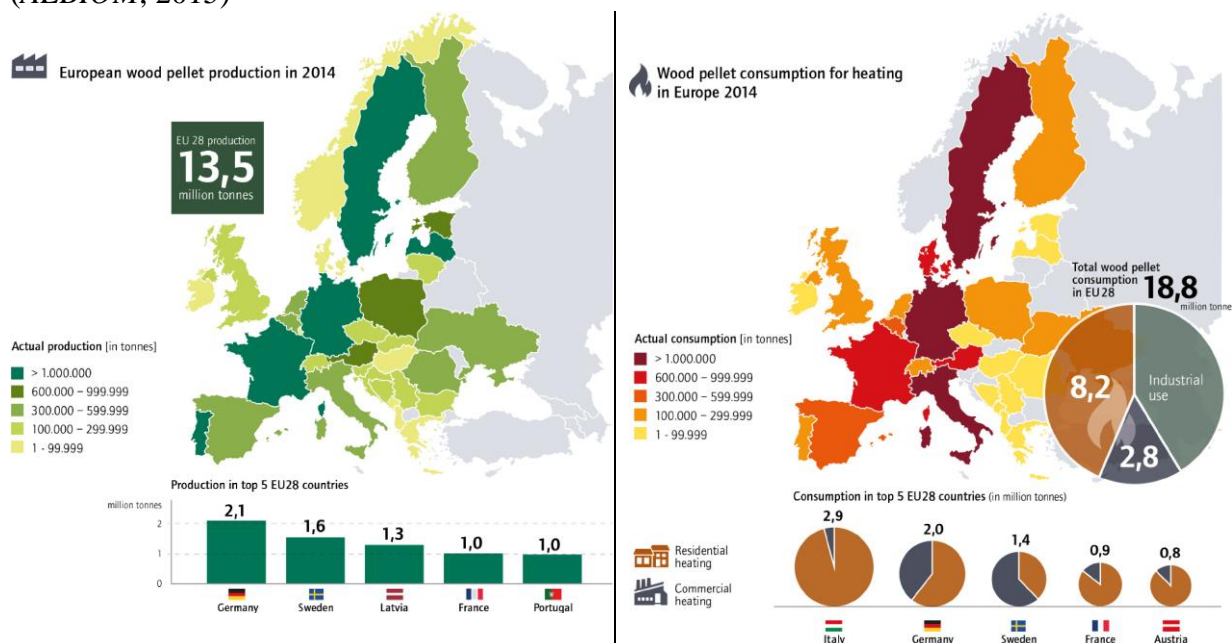
3. ábra: Fa alapú pellet előállítás és felhasználás területi megoszlása 2014-ben (IEA, 2015)



Az előállítás és a felhasználás tekintetében az Európai Unió egyértelműen vezető szereppel bír (3. ábra). Ezt bizonyítják a 2014. éves adatok is, melyek szerint az EU, a világon megtermelt fapelletek 50%-ának előállítója, és 75%-ának felhasználója (a felhasznált mennyiség ~45%-a ipari, ~55%-a lakossági eredetű felhasználás az EU-n belül). Az előállítás és a felhasználás közötti deficitet importtal fedezi az Európai Unió. Ennek forrása Észak-Amerika (~80%), Oroszország (~15%), és az Európai Unión kívüli európai országok (~5%).

Az EU-n belül nem egyenletes a pelletfelhasználás és az előállítás (4. ábra). Az 5 legnagyobb termelési volumennel rendelkező ország (Németország 15,6%; Svédország 11,9%; Lettország 9,6%; Franciaország 7,4%; és Portugália 7,4%) termelése az össztermelés több mint 50%-át teszi ki. A felhasználás tekintetében a legnagyobb fogyasztó Olaszország (15,4%), azt követi Németország (10,6%), Svédország (7,4%), Franciaország (4,8%), Ausztria (4,3%). Ennek az 5 tagállamnak a fogyasztása teszi ki az EU teljes fogyasztásának több mint 40%-át.

4. ábra: Lakossági felhasználású fapellet előállítás és felhasználás Európában 2014-ben (AEBIOM, 2015)



Magyarország mind előállítás (<1%), mind felhasználás (<1%) tekintetében csekély jelentőséggel bír az EU-n belül, ennek ellenére mind a forgalmazás, mind a gyártás megjelent hazánkban is. A sikeres hazai kutatások is hozzájárulnak e terület fejlődéséhez (Papp és Marosvölgyi, 2012), (Németh, 2014) amelyek jól illeszkednek a nemzetközi kutatásokba is (Döring, 2013), (Sgarbossaa és mtsai, 2015).

## 2. Anyag és módszer

A termelési és felhasználási kapacitások növekedésével szükségessé vált a pellet gyártási és minősítési metódusainak szabványosítása, a releváns fogalmak, eljárások, mérések, stb. egységesítése. A minőség egyértelműen központi kérdés – különösen a dinamikus fejlődő lakossági felhasználás piacán, hiszen ez elengedhetetlen a megbízható és gazdaságos felhasználáshoz.

Először nemzeti szinten jelentek meg a pelletek gyártásával kapcsolatos szabványok. Európán belül számos állam megalkotta saját szabványát, a nemzeti szabványok közül mégis a legnagyobb jelentőséggel az 1990-ben bevezetett osztrák *ÖNORM M 7135* szabvány, valamint a német *DIN Plus* szabvány bírt. Az osztrák szabvány jelentőségét egyrészt az igények korai felismerésére alapozott szabályozás, másrészt a későbbi európai szabványra gyakorolt hatás adta. A német *DIN Plus* szabvány kétezres évek elején jelent meg, és korszakának legelterjedtebben használt és tanúsított rendszere lett.

A nemzeti szabványokat felhasználva készítette el az Európai Szabványügyi Bizottság technikai bizottsága (CEN/TC) azokat a technológiai specifikációt, amely az *EN 14961*, szilárd bio-tüzelőanyagokra vonatkozó előírásokat és osztályokat leíró szabvány alapját adta. Ez a szabvány 2015 májusában hatályát veszítette, helyette az *ISO 17725* lépett érvénybe. A nemzetközi szabvány meghaladja az európai szabványt, többek között abban, hogy már nem csak a lakossági, hanem az ipari felhasználású pelletek szabályozására is kitér. A legösszetettebb szabályozást mégis az *ENplus* minőségtanúsító rendszer mutatja – amely az *ISO 17225* követelményeire épül. **Error! Reference source not found.**

Az *ENplus* a termelés szabályozásán túlmutatva, a termék fogyasztóig történő eljuttatásának valamennyi lépését (gyártás, kereskedelem) szabályozza, ilyen tekintetben messze túlmutat minden más korábbi szabványosításon.

### 3. Eredmények és értékelésük

A pelletekkel kapcsolatos minőségsszabályozás az alapanyagokra, a termék előállításra, a termék előállítása és fogyasztóhoz juttatása közötti tevékenységekre, valamint a termék felhasználására terjedhetnek ki (*ENplus*, 2015). A minőségsszabályozó eszközök eltérést mutatnak azzal kapcsolatosan, hogy az említett területek közül melyeket fedik le, az viszont valamennyire jellemző, hogy az alapanyagoknak csak az eredetét, míg a minőségét nem szabályozzák (5. ábra), kutatásaink ezen hiányosság kezelésére irányulnak.

#### 5. ábra: Minőségsszabályozó eszközök hatókörrei

Szabvány	Alapanyag		Termék		Kereskedelem		Felhasználás
	Minőség	Eredet	Előállítás	Minőség	Szállítás	Raktározás	
<b>ENplus 3.0:2015</b>		X	X	X	X	X	
<b>ISO 17225:2014</b>		X	X	X			
<b>EN 14961:2010</b>		X	X	X			
<b>Nemzeti szabványok</b>				X			

Pelletek esetén (is), az alapanyagok minősége sarkalatos pont. A szilárd biogén alapanyagok pelletálhatósági és tüzeléstechnikai tulajdonságait

- a molekuláris szerkezet,
- illetve az elemi összetétel határozza meg.

A molekuláris szerkezet alapján a szilárd biomasszák általános összetételének 95%-át vázanyagok, cellulóz, hemicellulóz és lignin adják.

A fennmaradó hányadot járulékos (extrakt) anyagok (például gyanta, keményítő, cukor, ásványi anyagok) teszik ki. Az összetétel aránya a nyersanyagként szolgáló különböző növényekben, tovább egy adott növény, különböző részeiben is, jelentős eltérést mutathatnak. Az összetétel alakulása kapcsolatban áll azzal is, hogy milyen a növény termőhelye, illetve milyen vegetációs szakaszban van az adott növény.

Az alapanyagban nagy tömegarányban jelenlévő cellulóz, hemicellulóz és lignin határozza meg az anyag széntartalmát, vagyis az elkészülő pellet fűtőértékét. A cellulóz és a hemicellulóz molekulák vízmegkötő és vízleadó képessége befolyásolja a szárítási/gyártási jellemzőket, pl. az anyag szárítási energia szükségletét. A lignin természetes kötőanyagként a késztermék mechanikai szilárdságra gyakorol hatást.

Az kis tömegszázalékban előforduló extrakt anyagok is nagy hatással bírnak. Fő tulajdonságként felelnek a hamutartalomért, és a hamuolvadáspontért, amely a felhasználás legfőbb kulcstényezője. Befolyásolják a mechanikai és szilárdsági tulajdonságokat, természetes kenőanyagként viselkedve csökkenthetik a gyártásnál szükséges préselési erő szükségletét, vagy éppen csökkenthetik a pelletálhatósági tulajdonságokat (pl. kötések kialakulása, törési tulajdonságok, alaktartás) is.

Mind a felhasználást, mind az előállítást meghatározzák az alapanyag jellemzők, ezért *megállapítható, hogy a pelletekkel kapcsolatos szabványokat ki kell egészíteni az alapanyagokra vonatkozó, azok minőségét is szabályzó szabvány elemekkel.*

#### **4. Következtetések, javaslatok**

A pelletek gyártása során alapanyagul szolgáló szilárd biogén anyagok molekuláris szerkezetének, illetve az elemi összetételének ismerete nem csak a végtermék tüzeléstechnikai paramétereire enged következtetni, hanem a teljes gyártási folyamatot szabályozhatóvá teheti. Továbbá, a gyártási receptúrák egyszerűbb, gazdaságosabb kialakításában is szerepet játszhat, így lehetővé teheti a gyártási-, és felhasználási minőségingadozás alacsony szinten tartását, változó paraméterű alapanyagok felhasználása mellett is.

A pelletek minősítése során jellemzően olyan paramétereket kell vizsgálni, amelyek a molekuláris és a szerkezeti összetételéből előre definiálhatók. A biomassza anyagok minősítésére rendelkezésre állnak szabványosított analitikai eljárások, melyek az alapanyag minősítésére is alkalmasak, a további kutatásaink ezen eljárások alapanyag minősítésben, pelletgyártásban és forgalmazásban történő megfelelését és adaptálását célozzák meg.

A folyamatos fogyasztói igénynövekedés, folyamatos termelési mennyiség növekedést eredményez, ami szükségessé teszi új alapanyagok bevonását a gyártásba. A jövőben a faalapú pelletek mellett egyre nagyobb hangsúlyt kaphatnak a nem faalapú, pl. agripelletek (Čolović és mtsai., 2015), (Richter és mtsai., 2015) Az agripelletek lágyszárú alapanyagainál az összetétele sokkal nagyobb ingadozást mutat, mint a faalapú anyagoknál, így ezeknél alapanyag minősítésén alapuló gyártásszabályozás hatványozottan fontos szerepet kaphat.

## 5. Felhasznált irodalom

- AEBIOM* (2015): European Bioenergy Outlook. European Biomass Association
- Baker, A. J.* (1982): Wood fuel properties and fuel products from woods. Fuel Wood Management and Utilization Seminar. pp. 14-25.
- Čolović, R. R. - Pezo, L. L. - Vukmirović, Đ. M. - Čolović, D. S. - Bera, O. J. - Banjac, V. V. - & Lević, J. D.* (2015): Effects of sunflower meal quality on the technical parameters of the pelleting process and pellet quality. *Biosystems Engineering*, 140, 98-105.
- DIN Plus* (2002): Certification scheme for high quality wood pellets. DIN CERTCO
- Döring, S.* (2013): Power from pellets – Technology and applications. Springer, Germany, p.223
- ENplus* (2015): Quality Certification Scheme For Wood Pellets. European Pellet Council, p. 100
- Fenyvesi L. - Ferencz Á. - Tóvári P.* (2008): A tüzipellet. Cser Kiadó, p. 86
- IEA* (2015): Key world energy statistics. International Energy Agency
- Matthews F.* (2015): The Outlook for Wood Pellets. Hawkins Wright Ltd.
- MSZ EN 14961-1* (2010): Szilárd bio-tüzelőanyagok. Tüzelőanyag-előírások és -osztályok. 1. rész: Általános követelmények. Magyar Szabványügyi Testület, p. 53
- MSZ EN 14961-2* (2010): Szilárd bio-tüzelőanyagok. Tüzelőanyag-előírások és -osztályok. 2. rész: Fapellet nem ipari felhasználásra. Magyar Szabványügyi Testület, p. 14
- MSZ EN 14961-6* (2010): Szilárd bio-tüzelőanyagok. Tüzelőanyag-előírások és -osztályok. 6. rész: Nem fából készült pelletek nem ipari használatra. Magyar Szabványügyi Testület, p. 15
- MSZ EN ISO 17225-1* (2014): Szilárd bio-tüzelőanyagok. Tüzelőanyag-előírások és -osztályok. 1. rész: Általános követelmények. Magyar Szabványügyi Testület, p. 61
- MSZ EN ISO 17225-2* (2014): Szilárd bio-tüzelőanyagok. Tüzelőanyag-előírások és -osztályok. 2. rész: Fapelletek osztályozása. Magyar Szabványügyi Testület, p. 14
- MSZ EN ISO 17225-6* (2014): Szilárd bio-tüzelőanyagok. Tüzelőanyag-előírások és -osztályok. 6. rész: Nem fából készült pelletek osztályozása. Magyar Szabványügyi Testület, p. 12
- Németh G.* (2014): Kisteljesítményű, faalapú pellet tüzelő berendezés környezeti hatásainak vizsgálata I. rész: A pelletek dimenzióinak, fizikai és mechanikai tulajdonságainak meghatározása. *Faipar* 62:(2) pp. 18-26.
- Obernberger, I. – Thek, G.* (2010): The pellet handbook. MPG Books, UK, p. 549
- Papp V. - Marosvölgyi B.* (2012): A pellet mint megújuló energiahordozó előállítása, hasznosítása és energetikai értékelése. *Energiagazdálkodás* 53:(2) pp. 18-21.
- REN 21* (2015): Renewables Global Status Report. Renewable Energy Policy Network.
- Richter Z. – Vityi A. – Magoss E.* (2015): Közönséges nád (*Phragmites australis*) pelletálási technológiájának vizsgálata – I. rész: Az alapanyag tulajdonságai. *Faipar* 63:(1) pp. 21-26.
- Sgarbossa, A - Costab, C. – Menesattib P. - Antonuccib, F. – Pallottinob, F. - Zanettia, M. - Grigolatoa, S. – Cavallia R.* (2015): Colorimetric patterns of wood pellets and their relations with quality and energy parameters. *Fuel*, Volume 137, pp. 70–76
- Thomsona, H. – Liddellb, C.* (2015): The suitability of wood pellet heating for domestic households: A review of literature. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 42, pp. 1362–1369