

A fapellet mint megújuló és potenciális alternatív energiaforrás

Előállítás és energetikai hasznosítás

Kocsis Zoltán¹, Németh Gábor¹, Börcsök Zoltán¹, Polgár András², Király Éva³, Kóczán Zsófia¹

A környezetszennyezés századunk egyik kulcsfontosságú problémája és egyben dilemmája is. A fosszilis energiahordozók készletei folyamatosan csökkennek, előállításuk és felhasználásuk sok esetben jelentős károsanyag-kibocsátással jár. Szükség van tehát egy társadalmi-gazdasági paradigmaváltásra a jelenlegi fosszilis alapon működő energia-előállító rendszereink tekintetében. A fosszilis energiaforrások részbeni vagy teljes kiváltására adnak alternatív lehetőséget többek között a megújuló energiaforrások, azok minél szélesebb körű alkalmazása és racionális felhasználása, hasznosítása.

Kutatási összefoglalónkban relevánsan a fapellet mint megújuló és potenciális alternatív energiaforrás előállításának és korszerű tüzeléstechnikai hasznosításának kérdéseivel foglalkoztunk. A kapott eredmények megerősítik a megújuló energiák – azon belül is a nagyobb részarányú dendromassza alapú energiahordozók – létjogosultságát a korszerű és a környezetet legkevésbé terhelő kalorikus-energia előállító rendszerek (lakossági és fűtőművi tüzelőberendezések) kapcsán.

A világ számos országához hasonlóan Magyarországon is szükséges a megújuló energiák részarányát növelni. Egyik lehetőség a – jelenlegi adatok alapján mintegy 80%-os részt kitevő – biomassza, illetve ezen belül is a *dendromassza alapú energiahordozókban* rejlik. Nem véletlen tehát, hogy ezekkel a területekkel kiemelten kell foglalkozni mind a kutatások, mind pedig az edukáció terén.

Az energiahatékonyság növelése érdekében kutatási célkitűzésként az alábbiakat foglalmaztuk meg:

- Különböző fafajú és szemcse-összetételű por-forgácsból készült pelletek előállításához szükséges optimális paraméterek meghatározása tömörödési vizsgálatok segítségével.
- Tüzeléstechnikai vizsgálatoknak alávetett pelleték dimenzióinak és fizikai, mechanikai tulajdonsá-

gainak vizsgálata, és az ehhez szükséges eszközök fejlesztése.

- Az energiatermelés környezetre gyakorolt hatásainak vizsgálata, összefüggések keresése az energetikai célokra előállított alapanyagok és az emissziók között a kisteljesítményű lakossági kazánok esetében.
- Decentralizált fűtőművek, valamint háztartási méretű berendezések füstgázkibocsátásának összehasonlítása.

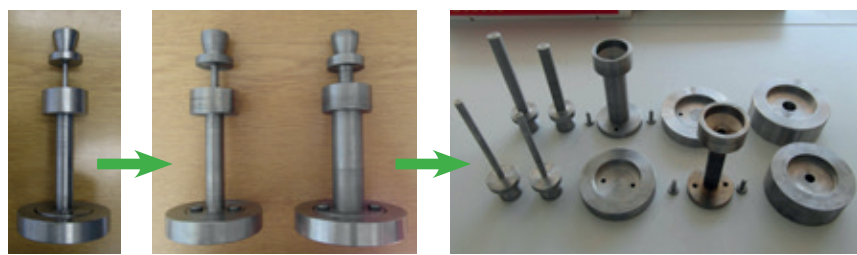
A fapelletek gazdaságos előállítását segítő alapkutatások

Az alapkutatásunk fő célja volt, hogy különböző mérési paraméterek meg-

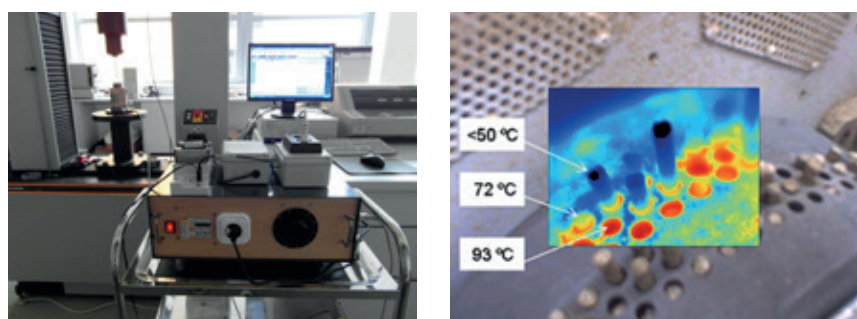
választása mellett célzott vizsgálatokat végezzünk annak érdekében, hogy találjunk olyan optimális paramétereket (alapanyag és műszaki oldalról), melyek lehetővé teszik a pellet előállítása során felhasznált energia optimalizálását a termék minőségi követelményeinek megtartása, esetleges javítása mellett.

A nedvességtartalom (u) hatása a pellet tömör sűrűségére

A nedvességtartalom növekedésével a 10%<u<20% közötti vizsgálati tartományban egyrészt a pellet fűtőértéke csökkent, másrészt pedig a mechanikai tulajdonságai (pl. mechanikai stabilitás, finomhányad stb.) kedvezőtlenül alakultak. 20%-os alapanyag nedvességtartalom felett a pelletek szétestek. Az optimális pelletálási tartomány az alapanyag nedvességtartalmára vonatkozóan 10-15% között van. Ekkor tudjuk a legkisebb energiabefektetéssel a legjobb minőségű pelletet előállítani, amennyiben adottak a gyártáshoz szükséges műszaki-technológiai feltételek.



1. ábra Egyedi tervezésű nyomófejek (nyomófejátmérők balról jobbra: 6 mm, 8 mm és 16 mm)



2. ábra Az egyedi tervezésű fűtési és szabályozó mérőrendszer mérés közben

¹ Soproni Egyetem, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar

² Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar

³ Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet

A préselési nyomás hatása a pellet tömör sűrűségére

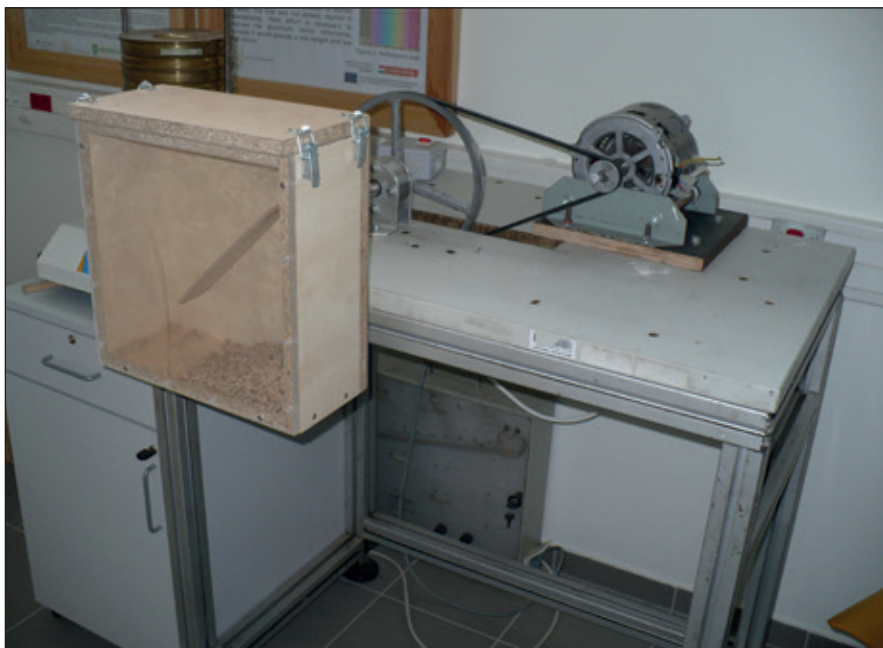
Állandó nyomáson (1000 bar) a fenyő-pellet sűrűségi értékei szisztematikusan alacsonyabbak voltak az akácpellet sűrűségénél. A jelenség oka, hogy a fenyőszemcsék a terhelés megszüntetése után a halmazba bevitt nagyobb deformációs feszültség hatására jobban kirogóztak, mint az akáczemcsék. A keményebb és nagyobb szilárdságú szemcsék, tehát jobban ellenálltak a nyomásnak.

Megfigyeltük továbbá azt is, hogy a szemcseméret csökkenésével a relatív visszarugózás is csökkent, a relatív maradó deformáció pedig nőtt. A különféle pellet minőségi tanúsítványokban, szabványokban (DINplus ENplus... stb.) előírt követelményeknek megfelelően tartós pelletet vizsgálataink alapján minimum 0,8-as maradó deformáció mellett érhetünk el. Ilyen deformáció kialakításához keménységénél kb. 1000 bar, míg puhafánál 1100-1200 bar préselési nyomás szükséges, amit a különböző fajtákhoz, illetve fajkeverékekhez alkalmazott matricaszélességekkel érhetünk el. Ekkora nyomásértékek mellett a pelletek sűrűsége átlagosan – fajajtól függetlenül – 1000-1100 kg/m³ között adódott.

A hőmérséklet hatása a pellet tömör sűrűségére

A hőmérséklet emelkedése kedvezően hat a pellet sűrűségére és a préselési energiára. Méréseinket 25-200 °C közötti hőmérséklettartományban végeztük el. A hőmérséklet emelkedésével a pellet sűrűségi értékek szisztematikusan növekedtek a faanyaghalmaz kedvező thermoplasztikus és deformációs képessége és a vele összefüggő por-forgács halmazok porrendszerében bekövetkező mechanikai változások miatt.

A gyakorlatban a préselési energia egy része a matrica falán kialakult jelentős falsúrlódás miatt hő formájában távozik. Ez a hőmérséklet jellemzően 80-90 °C körül van (2. ábra). Ilyen hőmérsékleten kb. 1000-1100 bar préselési nyomás elegendő a követelményeknek megfelelő sűrűségű (1050-1100 kg/m³) pellet előállításához. Ennél magasabb, pl. 200 °C-os hőmérsékleten ugyanez a pelletsűrűség akár 700-800 bar nyomással is elérhető. A magasabb hőmérséklet ugyanakkor kedvezőtlenül hat a pelletálás energiamérlegére a matricák felfűtésére fordított további energia (főként villamos) felhasználása miatt.



3. ábra Mechanikai szilárdságvizsgáló berendezés (saját fejlesztésű)

Pelletek alaptulajdonságainak vizsgálatai

A tüzeléstechnikai vizsgálatokhoz használt különböző fajtájú, illetve fajkeverékekű fapelleteket általános vizsgálatoknak vetettük alá, melyek az úgynevezett ENplus minősítésnek megfelelően alábbi szabványos vizsgálatok voltak:

- átlagos hosszúság [mm]; átlagos átmérő [mm]; sűrűség [kg/m³]; ömlesztett sűrűség [kg/m³]; „F” finomhányad [%]; „DU” mechanikai szilárdság [%]; „M” nedvességtartalom [%]; „Q” fűtőérték meghatározás [MJ/kg].

A vizsgálatok minden esetben a vonatkozó szabványok (MSZ EN 14961-2;

MSZ EN 15210-1) alapján történtek a rendelkezésre álló és saját fejlesztésű mérőberendezések segítségével. A vizsgált, mérésnek alávetett pelletet a bemutatott mechanikai tulajdonságok tekintetében – az „EURÓPAI PELLETTANÁCS Fűtés céljára szolgáló fapellet tanúsítási eljárásának kézikönyve” alapján A1 besorolást kaphattak.

A fapelletek tüzeléstechnikai vizsgálatai

Az előző pont alapján bevizsgált alapanyagot tüzeléstechnikai vizsgálatoknak vetettük alá. A tüzeléstechnikai és emissziós méréseket Buderus LOGA-NO SH 25 apríték és pellet tüzelésére



4. ábra A teljes tüzeléstechnikai mérőkör mérés közben

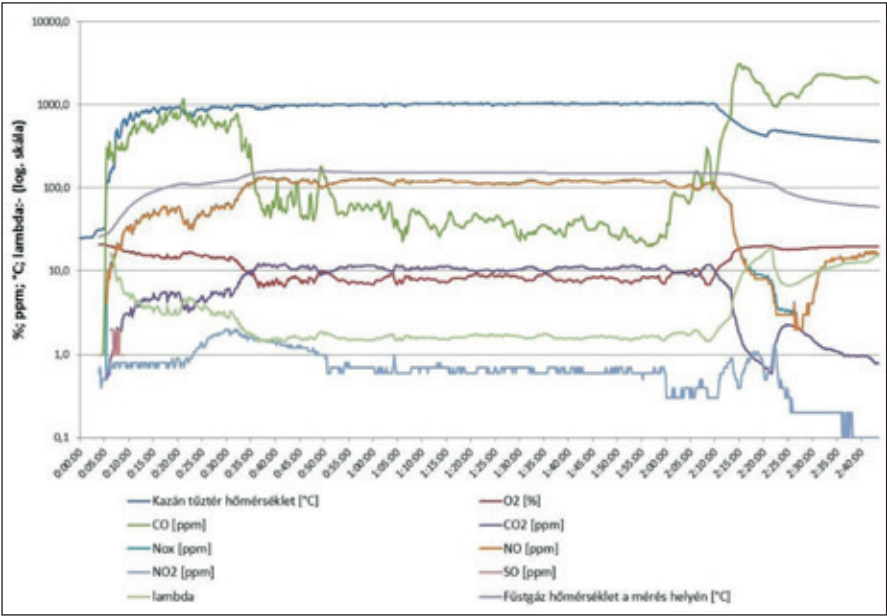
alkalmas kisteljesítményű (átlagos méretű családi ház hőellátására alkalmas, névleges teljesítménye 26 kW) kazánban végeztük el. A kazán által termelt hőt két 1500 literes puffertartályban tudjuk tárolni. Az NRRC laboratórium HMV (használati melegvíz) rendszere, valamint a tanüzemi thermoventilátorok segítségével hasznosítani lehetett a kísérletek alatt megtermelt kalorikus energiát.

A méréseket négy csoportba osztottuk:

- Szilárd anyag kibocsátásának mérése;
- Füstgáz összetevők mérése;
- Hőmérséklet vizsgálata a kazán tüztérében;
- Hőmennyiség mérése az előre-menő és visszatérő fűtőcső segítségével.

A mérőkör segítségével a pelleték tüzelésével összefüggő károsanyag-kibocsátásokat is vizsgáltuk. A füstgáz-összetételre vonatkozó adatokat az 5. ábrán szemléltetjük. Az egyes pellet-fajták tüzelése során létrejövő károsanyag-kibocsátás tekintetében nagy eltéréseket nem tapasztaltunk. Láthatjuk, hogy az aktív zónában (a begyújtás utáni és a leállítást előtti folyamatos üzemállapot) van a legkedvezőbb károsanyag-kibocsátás, amikor is a kvázi tökéletes égéshez szükséges feltételek már adóttak.

Kutatásunk további szakaszában összehasonlító elemzést végeztünk a dendromassza alapú decentralizált erőművek és az általunk vizsgált háztartási tüzelőberendezés füstgáz kibocsátása által okozott környezeti terhelé-



5. ábra Bükk-tölgy (50-50%) fajajú por-forgácsból készült pellet elégetéséhez tartozó füstgázvizsgálási adatok

sek vonatkozásában. Egy 1100 lakás ellátását végző (ilyen méretben 500 közepesen szigetelt családi ház hőszükséglete is fedezhető) távhőszolgáltatót alapul véve a 3 MW névleges hőteljesítményű hőtermelő egység emissziós értékeit az 1. táblázatban láthatjuk.

Kutatásunkban egy modern, kis károsanyag-kibocsátású, háztartási méretű automatizált rendszer került bemutatásra, ugyanakkor jelenleg Magyarországon nem ez a helyzet áll fenn. Sok kevésbé korszerű, több tíz éves, szabályozatlan fatüzelésű kazán van üzemben még ma is, melyek az általunk mért károsanyag-kibocsátási értékek több tízszeresét is „elő tudják állítani”.

1. táblázat 3 MW-os általános dendromassza alapú fűtőmű és egy korszerű háztartási méretű automatizált pelletkazán éves emissziós értékeinek összehasonlítása (Forrás: saját szerkesztés)

Szennyező anyag	Egy házra a vonatkozó éves emisszió fűtőmű esetén (üzemidő: 4320 óra, nyári melegvízellátással együtt)	Saját mérések alapján megadott emisszió egy családi ház méretű korszerű pelletkazán esetén (üzemidő 2160 óra, nyári melegvízellátás nélkül)
	[kg]	[kg]
Szén-dioxid	13003	40716
Szén-monoxid	12,096	12,312
Nitrogén-oxidok	14,688	47,088
Kén-dioxid	0,302	1,123 (maximális érték, alsó mérési határ figyelembevételével)
Szerves anyag	0,242	n.a.
Szilárd anyag	0,631	14,040

A háztartási kazánok jellemzője, hogy a legrosszabb emissziós értékeket a felfűtés és lehűlés során mérhetjük, hiszen ilyenkor nem beszélhetünk „tökéletes égésről” (5. ábra). Azt is szem előtt kell tartani, hogy decentralizált rendszer kialakításával – amennyiben olyan környezetbe szolgáltatjuk a hőt, ahol korábban faalapon egyedileg végezték a tüzelést – nem termelünk ki több fát, hiszen mindkét változatnál közel azonos mennyiségű energiaforrásra van szükség.

Korszerű és a környezetet a legkevésbé terhelő centralizált (lakossági) és decentralizált (fűtőmű) tüzelőberendezések tekintetében tehát mind az alapanyag (pl. pellet) vonatkozásában, mind pedig kazántechnológiai szinten szükséges a legjobb feltételek biztosítása.

Fontos kiemelni a lakosság és a faipar szerepét is a tudatos, racionális és környezetkímélő faenergetika fejlődése kapcsán. Ezért a szemléletformálás mind ipari, mind pedig lakossági szinten kulcsa lehet az egész fenntartható fejlődésnek, a környezetbarát technológiák széleskörű elterjedésének és racionális alkalmazásának.

Köszönetnyilvánítás

„Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg”.