

Tüzipelletek elégetésekor keletkező károsanyag-kibocsátások összehasonlítása

Comparising of Harmful Emissions which Producing at Burning of Firepellets

Cseke Botond András¹, Dr. Pályi Béla¹, Dr. Lönhárd Miklós¹, Dr. Szilágyi Attila¹ és Enyingi András²

¹MATE Műszaki Intézet; cseke.botond.andras@uni-mate.hu

²Jákófa Kft., Bakonyjákó; pellet@jakofa.hu

Összefoglalás: A jelen gazdasági és politikai helyzetben egyre nagyobb szerepet kap hazánk más országoktól való energiahordozó-függőségének kérdése. A hazánkban megtermelt biomassza tüzelési célú hasznosítása jó lehetőséget ad az energetikai önállóság növelésére. A különböző biomassza alapanyagú égetési célú préselvények felhasználásának számos előnye van. Az erdő- és mezőgazdaságban ill. faiparban keletkező hulladékokból és melléktermékekből fűtőanyag állítható elő. A faiparban is felhasználható jó minőségű alapanyag helyett így a más célokra értéktelen eltüzelhető hulladékból is előállítható tüzelőanyag, amely akár háztartási méretű kazánokban is igen előnyösen használható. A MATE Műszaki Intézet Agrárműszaki Tanszékén beszerzésre került egy háztartási méretű pellettüzelő kazán és egy többfunkciós elektronikus füstgázelemző műszer. A kazán a meglévő fűtési rendszerre tud rádolgozni, de feladata alapvetően kutatási és oktatási célú. Pelletkazánunkban 5 különböző minőségű tüzipellet elégetése közben keletkező füstgázok és hamu mennyiségét, valamint a tüzelőanyagok fűtőértékét hasonlítottuk össze. Azt vizsgáltuk, hogy a kazánban történő elégetés közben melyik gyártmány terheli jobban ill. kevésbé a környezetet. A vizsgált tüzipelletek a következők voltak: két különböző minőségű napraforgóhéj-pellet, egy ukrán fenyőpellet, egy ukrán keményfa-pellet és egy hazai fenyőpellet. A mérések elvégzése után a kapott adatokból átlagot számoltunk, illetve rangsoroltuk a különböző értékeket. A legfontosabb piaci szempontok közé nedvesség- és hamutartalom valamint a fűtőérték tartozik. Ilyen téren a fapelletek bizonyultak jobbnak, az agripelletek túkrözték az alacsonyabb piaci árakat. A nitrogénoxid kibocsátás tekintetében szintén a napraforgóhéj pelletek mutatkoztak a legrosszabb minőségűnek, a legalacsonyabb kibocsátási értéke a keményfának volt. CO kibocsátás szempontjából nem mutatható ki egyértelmű különbség a fa és a mezőgazdasági alapú tüzelőanyag között. Összességében a kapott eredmények azt mutatják, hogy a fa alapú pelletek kevésbé terhelik a környezetet, mint a vizsgált agripelletek.

Kulcsszavak: *biomassza; tüzipellet; napraforgóhéj; füstgáz; emisszió*

Abstract: In present economic and political state it plays an increasing role the question of our country's energy source's dependence from other countries. In our country the utilization of biomass producing heat energy give a good chance to increase the energy self-dependence. Utilization of firing squeezes from several biomass raw materials has some advantages. At Department of Agricultural Mechanization, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Technology it was buying a household size pellet furnaces and a multifunction electronic exhaust gas analyser. The furnace works for the local heating system,

but basic function is utilisation for researching and education aims. We have compared 5 different quality fire pellets' emissions and quantity of ash, as well as heating value in our pellet furnace during burning. We have analysed that during burning in furnace which product is loaded the environment more or less. Among the most important market aspect concern wet and ash content and heating value. On this field were better the wood pellets, the agropellets show the lower market prices. Summary the results showed that wood pellets load the environment less, like measured agropellets.

Keywords: *biomass; firepellet; sunflower peel; exhaust gas; emission*

1. Bevezetés

Az elmúlt években kialakult világgazdasági és politikai helyzet miatt egyre inkább felértékelődik hazánk energiafüggőségének kérdése. A helyben termelő megújuló energiák segítségével növelhető az önállóságunk az energiahordozók felhasználása terén. (Nemzeti Energia és Klímaterv, 2020) A fűtési energiaigény kielégítésére a megújuló energiaforrások között az egyik legalkalmasabbak az erdészeti, mezőgazdasági és kertészeti termelésből származó melléktermékekből ill. hulladékokból előállítható tüzelőanyagok. Ez formáját tekintve lehet apríték, vagy ennek továbbaprításával és magas nyomású tömörítésével előállított préselvény, melynek megjelenési formája pellet vagy brikett. A préselvények előnye a könnyű adagolhatóság, magas elérhető fűtőérték, jó égési tulajdonságok. A tüzipelletek további előnye a teljesen automatizálható adagolás lehetősége, így a pelletkazánok teljesen magukra hagyhatók, alkalmasak a fűtőteljesítmény pontos szabályozására, és így energiatakarékos üzemeltetésre. (Németh K. 2011)

A MATE Műszaki Intézet Agrárműszaki Tanszékén egy az Európai Unió által támogatott osztrák-magyar projekt keretén belül 2013-ban beszerzésre került egy háztartási méretű pellet tüzelő kazán és egy többfunkciós elektronikus füstgázelemző műszer. A kazán a meglévő fűtési rendszerre tud rádolgozni, de feladata alapvetően kutatási és oktatási célú.

2. Anyag és módszer

Pelletkazánunkban 5 különböző minőségű tüzipellet elégetése közben keletkező füstgázok és hamu mennyiségét, valamint a tüzelőanyagok fűtőértékét hasonlítottuk össze. Azt vizsgáltuk, hogy a kazánban történő elégetés közben melyik gyártmány terheli jobban ill. kevésbé a környezetet, illetve energetikai szempontból melyik használata a legelőnyösebb. A vizsgált tüzipelletek a következők voltak: két különböző minőségű napraforgóhéj-pellet, egy ukrán fenyőpellet, egy ukrán keményfa-pellet és egy hazai fenyőpellet.

A füstgáz kibocsátás - ezen belül a szénmonoxid és a nitrogénoxidok - mérése a MATE Műszaki Intézet Agrárműszaki Tanszékének Tanműhelyében történt. A vizsgálathoz használt kazán típusa a következő volt: Centrometal Eko-Ck-p kazántest + Cm-pellet-set 35 kW. Ez egy hagyományos fatüzelésű acéllemez kazán, amelyre gyárilag egy pellet égőfejet szereltek fel. (1. ábra)



Műszaki paraméterek	EKO	Műszaki paraméterek	EKO
	CKP		CKP
	35		35
Névleges teljesítmény (kW)	35	Az égéskamra térfogata [liter]	125,2
Kazán Szabályozási tartomány (fapellet) (kW)	10-35	Az égéskamra típusa (fűtőolaj / gáz / fapellet)	Túllyo -más
Huzatigény (PA)	20	Max. üzemi túlnyomás a kazán testben [bar]	2,5
Kazánban lévő víz mennyisége (l)	76	Max. üzemi hőmérséklet a kazán testben [°C]	90
A kilépő füstgázok hőfoka névleges teljesítményen (fapellet/olaj/gáz) [°C]	160	A füstgázcső átmérője - külső átmérő [mm]	160
A füstgázok tömegárama névleges teljesítményen (fapellet) [kg/sec]	0,027	A tüzelőanyaggal mérete (fapellet) [mm]	Ø6 x max. 50
Kazán Ellenállás vizoldalon, névleges teljesítményen [mbar]	13	A tüzelőanyag nedvességtartalma (fapellet) [%]	Max. 12

1. ábra. A vizsgálathoz használt kazán metszete és műszaki adatai (Centrometal 2010)

Kazánunkat egy napi előtároló tartály szolgálja ki, ehhez csatlakozik a rugós csigás pellet adagoló egység. (2. ábra) Az égőfej teljesítményének változtatása programvezérléssel történik, az adagolt tüzelőanyag mennyiségének és a primer levegőáramnak a változtatásával. (Internet1)

Az adagolás szakaszosan történik, a mennyiség változtatás az adagolási ciklusok időtartamának változtatásával valósul meg. A kazán automatikája a tüzelés pillanatnyi állapotáról és beavatkozások eredményéről egy optikai lángérzékelő és egy kazántest hőmérséklet érzékelő segítségével kap információt. (Internet2)

A vizsgálathoz használt füstgázelemző műszer típusa: ECOM- J2KNpro. (2. ábra) A mérhető jellemzők a következők: O₂ szint, lambda (légfelesleg), CO, CO₂, NO, NO_x, füstgáz hőmérséklet, kazántest hőmérséklete, környezeti léghőmérséklet, kéményhuzat. A műszer komplett jegyzőkönyvet készít a mérési eredményekről, táblázatos formában. (Internet3) A mérési adatokat 7 másodperces frissítéssel rögzíti a mérési időtartam alatt, amely minden minta esetében 15 perc volt.



2. ábra. A pelletkazán a pellet égőfejjel, előtároló tartállyal és csigás adagolóval, ill. a füstgáz elemző műszer (saját fotó, ill. Internet3)

A hamutartalom és a fűtőérték meghatározását a Pannon Biomassza Kft. ajkai Tüzelőanyag laboratóriumában végezték el. A kapott jegyzőkönyv minden minta esetén a következő adatokat tartalmazta: a tüzelőanyag nedvességtartalma (m/m%), hamutartalom (m/m%), égéshő (kJ/kg), fűtőérték (kJ/kg). Mindezeket beérkezési nedvességtartalom mellett (nedves alapon), és száraz alapon is megadták.

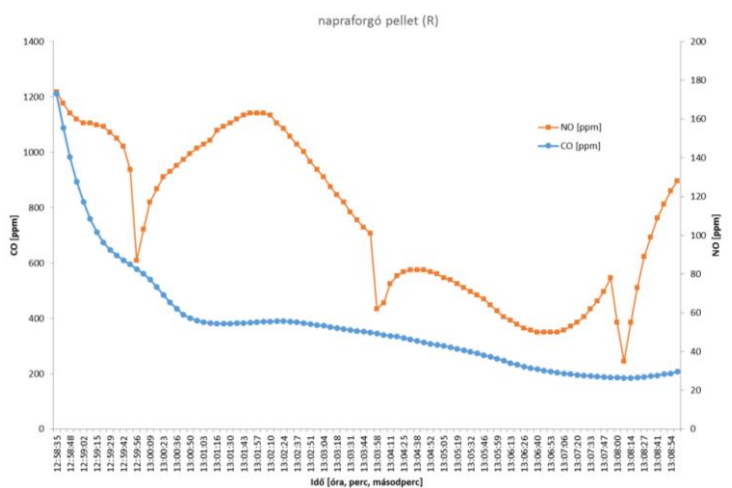
3. Eredmények

A mérések elvégzése után a kapott adatokból átlagot számoltunk, illetve rangsoroltuk a különböző értékeket. Ennek eredménye az 1. táblázatban látható.

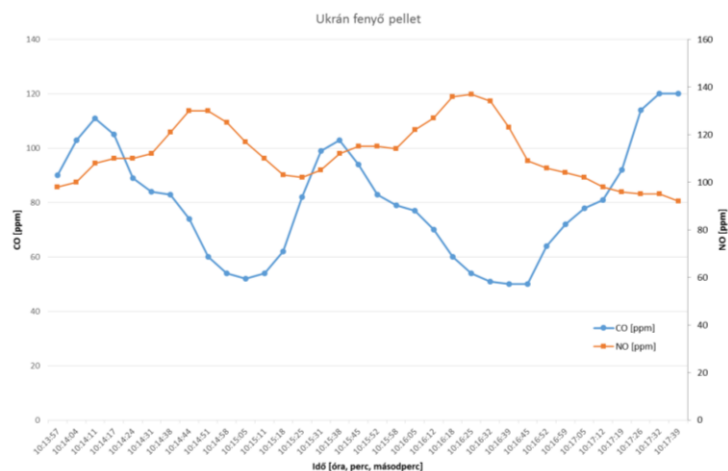
1. táblázat. A károsanyag kibocsátás és az energetikai jellemzők rangsorolása (saját adatok)

		Napraforgó (R)	Ukrán fenyő	Magyar fenyő		
		Napraforgó (J)		Ukrán keményfa		
		3	4	1	2	4
CO (ppm)	Átlag	829	2074	119	337	1411
	Maximum	3800	3661	295	1240	3966
	Minimum	185	1154	50	50	317
		4	5	3	1	2
NO (ppm)	Átlag	130	297	105	76	104
	Maximum	239	327	137	149	112
	Minimum	35	129	80	8	89
		4	5	3	1	2
m/m %	Nedvesség	7,4	9,9	8,4	7,1	6,9
	Hamutartalom	9,06	2,07	1,05	1,19	0,33
kJ/kg	Égéshő	21801	20239	20372	20590	20054
	Fűtőérték	20594	18938	19058	19278	18731
		3	5	4	2	1

Megvizsgáltuk a kibocsátási értékek változását is a mérési időtartam alatt. Egy-egy jellemző időszakot mutat be különböző tüzelőanyagok esetén a 3. és 4. ábra.



3. ábra. A rosszabb minőségű napraforgó pellet kibocsátási értékeinek változása (saját ábra)



4. ábra. Az ukrán fenyő pellet kibocsátási értékeinek változása (saját ábra)

4. Eredmények értékelése

A CO kibocsátás rangsora nem várt eredményeket mutat, ugyanis az ukrán fenyő bizonyult a legjobbnak, a második az ukrán keményfa, harmadik a rosszabb minőségű napraforgó pellet. Ennek oka valószínűsíthetően a tüzelőanyag tisztasága, és emiatt egyenletesebb, jobb minőségű égése volt. A Magyar fenyő pellet CO kibocsátása egy nagyságrenddel magasabb értéket mutat, mint az ukrán fenyőből készült esetében. Ez azzal magyarázható, hogy valószínűleg a magyar alapanyag vágástéri hulladék volt, míg az ukrán tiszta faforgács. Ezt a színe és megjelenése is alátámasztja.

Nitrogénoxidok kibocsátási értékeiben már nem láthatók nem várt eredmények. Az ukrán keményfa kibocsátása volt a legkedvezőbb. A legmagasabb értékeket a napraforgóból készült pelletek adták. Ez a nagy mennyiségű illó anyag jelenlétére utal.

Az energetikai jellemzőket a következőképpen értékelhetjük. Minden vizsgált pellet fűtőértéke igen magas, nincs köztük számottevő különbség. 18,7 és 20,6 MJ/kg között szóródnak az értékek, amelyek kifejezetten magas fűtőértékeket jelentenek. A legmagasabb fűtőértéke a rosszabb minőségű napraforgó pelletnek van. Ez a benne található magtöredék jobb égési tulajdonságainak köszönhető. Legnagyobb hamutartalma a két napraforgó pelletnek van, amely a mezőgazdasági melléktermékekből készült pelletekre általánosan jellemző. Viszont a két különböző minőségű napraforgó pellet hamutartalma között több mint négyszeres a különbség. (1. táblázat)

A kibocsátások időbeli változását mutató diagramok alapján megállapítható, hogy a CO és a NOx kibocsátás mértéke időben hullámzóan változik. Begyújtás után nagy kilengések tapasztalhatók a kibocsátási értékekben. Ez a beadagolt tüzelőanyag lángot elfojtó tulajdonságának eredménye. Ekkor a CO érték hirtelen megnő. Amint a frissen adagolt mennyiség is begyulladt, emelkedik a hőmérséklet, ez pedig az NOx kibocsátás emelkedésével jár. Állandósult üzemben is megfigyelhető ez a ciklikusság a szakaszos tüzelőanyag adagolás miatt, amely jól látható a 4. ábrán is.

5. Következtetések

A betáp időtartama, így az adagnagyság, a köztes szünet időtartama, és a ventilátor légárama is egy átlagos minőségű fapelletre volt beállítva, ezt nem módosítottuk. Lehetséges, hogy ha az adott tüzelőanyagra leginkább megfelelő beállításokat alkalmaznánk, lényegesen csökkennének a kibocsátások kilengései, ill. átlagértékük is jóval alacsonyabb lenne. Ehhez arra lenne szükség, hogy ehhez a kazántípushoz minden a kereskedelemben beszerezhető pellet típusra meghatározásra kerüljenek a szükséges fent említett paraméterek. Ezek meghatározása kísérleti úton lehetséges. Az időnként szélsőséges kibocsátási értékek azzal is magyarázhatók, hogy kazánunk automatikája a lehető legegyszerűbb, nincs szabályozási körbe lambda-szonda beépítve, a szekunder levegő mennyisége csak kézzel állítható, illetve a rostély automatikus tisztítása csak a ventilátor légáramával lehetséges, amely tapasztalataink szerint a nagyobb hamutartalmú tüzelőanyagok égetésekor nem elegendő.

Irodalom

Centrometal 2010. EKO-CK-P Műszaki útmutató Biokopri Kft, Baja. p. 2–16.

Németh K. 2011. Dendromassza-hasznosításon alapuló decentralizált hőenergia-termelés és felhasználás komplex elemzése. Doktori értekezés, Keszthely. p. 20–21, p. 27–32.

Nemzeti Energia és Klímaterv, Kiad. Innovációs és technológiai minisztérium Bp. 2020 p. 40, p. 193–201.

Internet1: <https://www.centrometal.hr/public/downloads/kotlovi-za-pelete/cmpelet-set/serviser/Teh-upute-Pelet-set+CentroPlus-MONTER-14-35.pdf> (2024.06.19.)

Internet2: <https://www.centrometal.hu/centrometal-eko-ck-p-cm-pelet-set-14-90-kw-pellet-kazan-567> (2024.06.19.)

Internet3: <https://www.ecom.de/en/product/ecom-j2knpro/> (2014.06.10.)

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*

