

SZAKDOLGOZAT

Enyingi András

Természetvédelmi mérnök szak

Georgikon Campus

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Georgikon Campus

Természetvédelmi mérnök szak

A PELLETTÜZELÉS EMISSZIÓS ÉRTÉKEI ÉS HATÁSA A KÖRNYEZETRE

Belső konzulens:	Cseke Botond egyetemi tanársegéd
Készítette:	Enyingi András VNGYFM Levelező tagozat
Intézet/Tanszék:	Agrárműszaki Tanszék

Georgikon Campus

2023

1. Bevezetés	5
1.1 Aktualitás	5
1.2 Célkitűzés	5
2. Irodalmi áttekintés	6
2.1 Energiafelhasználásra és mérséklésére vonatkozó előrejelzések	6
2.1.1 Energiafogyasztási tendenciák Magyarországon a XXI. század elején	6
2.1.2 Az üvegházhatású gáz-kibocsátás csökkentése	6
2.2 Energiahordozók	7
2.2.1 Energiahordozók rendszerezése	7
2.2.2 Megújuló energiaforrások	7
2.3 Szilárd biomassa tüzelőanyagok formái	8
2.3.1 Hasábfa	8
2.3.2 Apríték	9
2.3.3 Brikett	9
2.3.4 Pellet	9
2.4 A fa égési folyamata	10
2.5 A szilárd biomassa elemi összetétele	11
2.6 Tüzeléstechnikai jellemzők	12
2.7 A pellet és gyártási folyamatának bemutatása	13
2.7.1 A pellet fizikai és tüzeléstechnikai tulajdonságai	13
2.7.2 Pelletüzem	14
2.7.3 Pellet prés	15
2.8 Pellet szabványok	17
2.9 A pellet hasznosítása	18
2.10 A biomassa égetés hatása a természetes környezetünkre	20
3. Anyag és módszer	24
3.1 A füstgáz elemzéshez használt kazántípus	24
3.1.1 Kazántest	24
3.1.2 Égőfej	25
3.1.3 Automatika	26
3.2 Füstgáz elemző műszerek	28
3.2.1 Füstgázelemző bemutatása	28

4. Vizsgálati eredmények és értékelésük	30
4.1 Napraforgó pellet gyengébb minőség	30
4.2 Napraforgó jobb minőség	32
4.3 Külföldről (ukrán) származó fenyő pellet	34
4.4. Külföldről (ukrán) származó keményfa pellet	36
4.5 Hazai fenyő pellet	38
4.6 Mérési eredmények értékelése	40
5. Következtetések, javaslatok	42
6. Összefoglalás	44
Köszönetnyilvánítás	45
7. A szakirodalom jegyzéke	46
Ábrajegyzék	48
Táblázatjegyzék	49

1 Bevezetés

1.1 Aktualitás

A témaválasztás fontossága és aktualitása a közép- kelet európai térséget tekintve azzal magyarázható, hogy Oroszország 2022. február 24-én megtámadta Ukrajnát, aminek következtében nyilvánvalóvá vált többek között Magyarországnak külföldtől való energetikai függősége. A biomassza tüzeléstechnikai hasznosítása segíthet elindulni ezen a téren való önállósulás irányába, hiszen az itt használatos technológia kistérségi, regionális körzetből származó alapanyag felhasználásával valósul meg. Amennyiben a kérdést globálisan vizsgáljuk, láthatóvá válik, hogy a Föld nyersanyag készlete véges, és szükségessé válik, hogy az egyre növekvő energiaszükséglet fenntartható módon legyen kielégítve. A biomassza fenntartható forrásból származik, de szükséges tisztázni a környezetre gyakorolt hatását, hiszen csak abban az esetben nyújt hosszú távú megoldást, amennyiben azt nem károsítja.

1.2 Célkitűzés

A dolgozat célja tisztázni a biomassza fogalmát, és fajtáit elhelyezni az energiahordozók rendszerében. Előállítását, a rá vonatkozó szabványokat és a felhasználás formáit. A területi korlátok miatt a biomassza előállítása és a szükséges szállítási feladatokkal, anyagmozgatással járó környezeti terhelések nem képezik a dolgozat tárgyát, elsősorban az ilyen jellegű tüzelés technikával járó füstgáz károsanyag- kibocsátásának vizsgálata a feladata.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 Energiafelhasználásra és mérséklésére vonatkozó előrejelzések

2.1.1 Energiafogyasztási tendenciák Magyarországon a XXI. század elején

A hazai bruttó végső energiafogyasztás terén 2030-ig jelentős, 18 % -os növekedés várható a 2016 - os szinthez képest. Az iparban várható a legnagyobb energiafelhasználás-növekedés, aminek a mértéke 48%. A közlekedési szektorban a mobilizáció iránti keresletnövekedést nem tudja ellensúlyozni a közlekedési eszközök egyre hatékonyabbá válása. A szolgáltatói szektorban a 2016-os adatokhoz képest 2030 - ig 15%-os emelkedést prognosztizálnak. A lakosság részéről is növekvő energiafelhasználás valószínűsíthető, annak ellenére, hogy egyre jobb és hatékonyabb fűtési megoldások kerülnek beépítésre, hiszen az összes lakott alapterület nő, ami mellett a fűtött helyiségek alapterülete is emelkedik, vagyis az alulfűtött és fűtetlen alapterület egyre csökken. (Nemzeti Energia és Klímaterv, 2020)

2.1.2 Az üvegházhatásúgáz-kibocsátás csökkentése

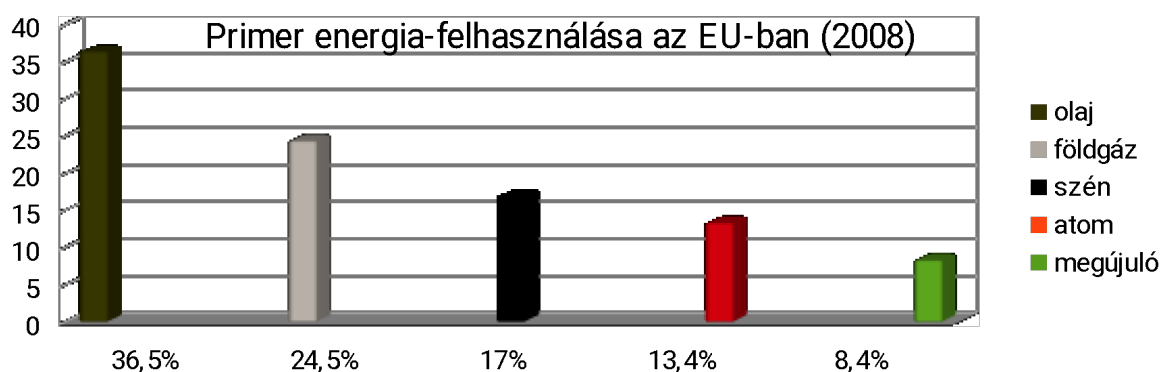
Az erőfeszítés-megosztási rendelet (ESR), amely 2018 májusában került elfogadásra, előír a résztvevő tagállamok számára nemzeti kibocsátáscsökkentési célértékeket a 2021 - 2030 közötti időszakra vonatkozóan a 2005 - ös bázisévhez viszonyítva. A célok GDP/fő arányosan 0 - 40% között kerültek meghatározásra. Ebben az időintervallumban a rendelet értelmében Magyarországnak 7% -os

csökkentési célérték került meghatározásra. A magyar gazdaság üvegházhatású gáz-intenzitása 2010 óta 22% -kal javult, ami bizonyítja azt, hogy a klímavédelem nem gátja a gazdasági fejlődésnek, hanem erősíti azt. (Nemzeti Energia és Klímaterv, 2020)

2.2 Energiahordozók

2.2.1 Energiahordozók rendszerezése

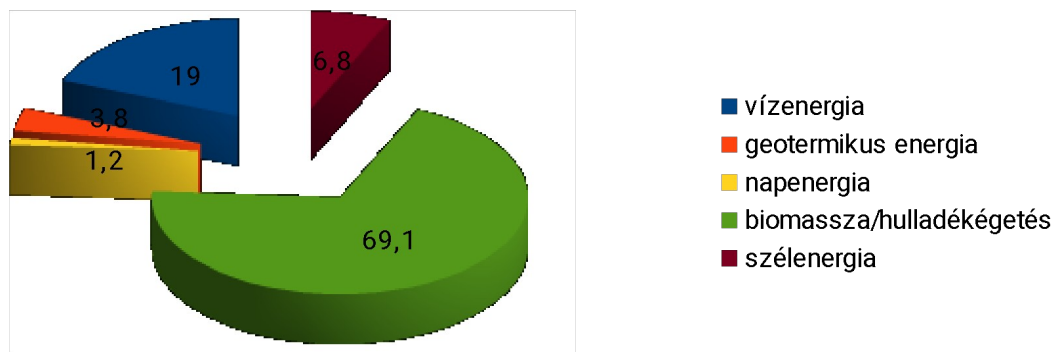
A semminemű átalakításon, illetve feldolgozási eljáráson át nem esett megújuló vagy nem megújuló energiából származó energiát nevezzük primer energiának. (Szikra, 2019)



1. ábra. Primer energiafelhasználás struktúrája az Európai unióban 2008 évben. (Németh, 2011)

2.2.2 Megújuló energiaforrások

A megújuló energiaforrások lehetnek szélenergia, napenergia, vízenergia, geotermikus energia és biomassza/hulladékégetés. Az 1. ábrán látható adatok elkészülésének évében a 8,4 % - os megújuló energia 69,1%-a származott biomassza, illetve hulladék elégetéséből.



2. ábra. Megújuló energia felhasználásának struktúrája az Európai Unióban 2008-ban. (Németh, 2011)

2.3 Szilárd biomassza tüzelőanyagok formái

Ősidők óta használja az emberiség a fát főzésre, illetve fűtésre. Az újdonságot nem a hasznosítás ténye jelenti, hanem annak különböző módjai. Napjainkban különböző feldolgozottsági szinten állnak rendelkezésre az egyes tüzelőanyagok. A fás szárú növények hasábfaként, apríték formájában energia tömörítvényként (pellet, brikett) állnak rendelkezésre, emellett a lágyszárú növények bálázva, szecskázva és szintén tömörítvényként hasznosíthatók. Egyéb hasznosítás során jelentős mennyiségű feldolgozási melléktermék és hulladék keletkezik, amik energetikai célra alkalmazhatóak. Fás növények esetén például fűrészpor vagy kéreg, lágyszárúak esetén például préselési maradványok.

2.3.1 Hasábfá

Többnyire kis teljesítményű központi fűtéshez alkalmazott kazánok, illetve kandallók, kályhák üzemeltetése során alkalmazzák a tűzifát. Hasznosítása során az elmúlt időszakban sokat fejlődtek az ezzel kapcsolatos tüzeléstechnikai és szabályozási feladatok, és így kialakult az úgynevezett „elgázosító” technológia. A hasábfá alkalmazását alacsony komfortfokozat jellemzi, hiszen alkalmazása során nem küszöbölhető ki a kézi anyagmozgatás.

2.3.2 Apríték

Automatikus adagolás és szabályozható teljesítmény jellemzi az apríték tüzelésű technológiát. Az apríték szemcsék mérete és alakja nem azonos, csak jellemző tartományba esik. Az aprítéktüzelés részét képezi a kazán mellett elhelyezkedő tároló, aminek köszönhetően automatán tud működni a tüzelőberendezés.

2.3.3 Brikett

A tüzelőanyagok egységes méretének és minőségének kialakítása az energetikai tömörítvények révén valósulhat meg. Előállításuk a kellően száraz és megfelelően felaprított növényi alapanyagból valósulhat meg. Egyik megjelenési formáját brikettnek nevezik. Ami 50 mm, vagy ennél nagyobb átmérőjű, kör, négyszög, sokszög megjelenésű tömörítvény, amelyeket különböző melléktermékekből állítanak elő. Kedvező tulajdonságú energiahordozó, de a méretei miatt az automatizált adagolása nehezen megoldható.

2.3.4 Pellet

Az energetikai tömörítvények másik megjelenési formáját pelletnek nevezik. Takarmánykeverék gyártó üzemek technológiájához hasonlóan görgős körcellás présekkel előállított 3 - 25 mm átmérőjű préselvények. Automatizált betáplálása cellás adagoló és csiga segítségével megoldható.



3.ábra fapellet <https://okosgrill.hu/mi-az-a-fa-pellet/>

2.4 A fa égési folyamata

A fa tüzelésének öt fokozatát különböztetjük meg.

- Száradás: a légszáraz fából távozik a visszamaradt nedvesség 100 °C környéki hőmérsékleten
- A bomlás kezdete: nagyjából azonos időben kezdenek a fa összetevői folyékonnyá válni, hasadni és párologni kezdenek molekulái. Nagyon lassan hagyják el a fát a 100 – 200 °C közötti hőmérsékleten.
- Fagáz-képződés: endoterm reakció megy végbe 225 °C -ig, mert idáig kell hőenergiát közölni a fával, hogy az égés folytatódjék.
- Hőenergia felszabadulása: exoterm a reakció 260 °C foktól, mert a fatűzben végbemenő átalakulás (pirolízis) során hőtöbblet keletkezik. A gyorsan bomló fadarab közelében oxigénhiány van, így a képződő fagázok többnyire jóval odébb lobbannak lángra, ott, ahol már elegendő oxigéntartalmú levegővel tudnak keveredni. Mintegy 1000 °C hőmérséklet szükséges ahhoz, hogy a fagáz reakcióképes összetevőire – szénre és hidrogénre – tökéletesen lebomoljon és oxidálódjon. A fában lévő fűtő energiát csak abban az esetben lehet megfelelően hasznosítani, amikor a fagáz oxigénnel keveredve magas hőmérsékleten tud elégni. Már csak ebben az esetben nem szállnak a tökéletlenül hasadt szénhidrogén-(oxigén)-vegyületek a kéményen át a tiszta levegőbe. A fagázok tökéletes elégeésekor szén-dioxid és víz keletkezik.
- Faszén elégetése: a fa szénhidrogén- vegyületeinek hidrogén tartalmú összetevői lehasadnak, és gáz formájában elégnek a hő hatására. Nem jut elegendő oxigén a fadarab felületére a gyorsan távozó fagáznak köszönhetően, ezért lassan faszénné alakul át, ami 500 – 800 °C közötti hőmérsékleten elizzik. (Németh 2011)

2.5 A szilárd biomassa elemi összetétele

Elemi összetétele a tüzelőanyagoknak egyértelműen meghatározza azok tulajdonságait. Hat fő komponens különböztethető meg.

1. táblázat Biomassa - féleségek elemi összetétele (Németh 2011)

Biomassza	C	H	O	N	S	Cl
a						
féleségek						
Fa	A szárazanyag %-ában					
Fenyő	49,8	6,3	43,2	0,13	0,015	0,005
Bükk	47,9	6,2	45,2	0,22	0,015	0,006
Nyár	47,5	6,2	44,1	0,42	0,031	0,004
Fűz	47,1	6,1	44,3	0,54	0,045	0,004
Szalma						
Rózsa	46,6	6,0	42,1	0,55	0,085	0,40
Búza	45,6	5,8	42,4	0,48	0,082	0,19
Tritikálé	43,9	5,9	43,8	0,42	0,056	0,27
Árpa	47,5	5,9	41,1	0,46	0,089	0,40
Repce	47,1	5,9	40,0	0,84	0,27	0,47
Egyéb						
Kínai nád	47,5	6,2	41,7	0,73	0,15	0,22
Energiafű	46,1	5,6	38,1	1,34	0,14	1,39

Két fő szempont szerint osztályozzuk a paramétereket. A biomassa égési tulajdonságait a szén-, a hidrogén- és az oxigén határozza meg. A környezetszennyezés szempontjából a kén-, a nitrogén- és a klór fontosak.

A különböző biomassa- féleségek széntartalma 45 - 50% környékén mozog, oxigéntartalmuk pedig 40 - 45%. A hidrogén 5 - 6%, a nitrogén pedig 1%, illetve az alatti értéket mutat.

A fás és lágyszárú növények között nagyságrendi különbség van a kén- és klórtartalommal illetően. A klór a lágyszárúakban nagyságrenddel nagyobb mértékben fordul elő. A növények döntő többségében szervetlen formában jelenik meg, a klorid és anionjához többnyire kálium és részben nátrium, kalcium, illetve magnézium kation tartozik. A hőcserélő felületére kondenzáló olvadt kálium-klorid elektrolitként viselkedve

korróziót okoz. A hőátadást rontják a viszkózus folyadékba lerakódó hamuszemcsék, amik egyre vastagodó réteget képeznek.

Salakképző elemként jelenik meg a további nyolc másik (Si, Al, Ca, Mg, Na, P, Fe). A klórhoz hasonlóan a szilícium és a kálium a lágyszárú növényekben nagyobb mértékben fordul elő. Az utóbbi két elem alacsony olvadáspontú szilikátokat képez, és hamu összesüléshez vezet, ami meghibásodást eredményezhet.

Fontos jellemző a hamutartalom és annak olvadáspontja. Fás szárú növények esetén a hamutartalom 2% alatti, olvadáspontja pedig 1300 – 1450 °C közötti helyezkedik el. Lágyszárúak esetén a hamutartalom néhány százalékkal magasabb, olvadáspontja pedig 300 °C-kal alacsonyabb, mint a fáé.

A különböző illóanyagok a 250 – 300 °C hőmérsékleten nagy mennyiségben szabadulnak fel.

2.6 Tüzeléstechnikai jellemzők

A különböző tüzelőanyagok legfontosabb jellemzői tüzeléstechnikai szempontból az égéshő és a fűtőérték.

Égéshő (H_f): az a hőmennyiség, amely az egységnyi mennyiségű tüzelőanyag tökéletes elégetésekor állandó hőmérsékleten, 3,0 MPa túlnyomású oxigénben felszabadul.

Fűtőérték (H_a): az elégetéskor a tüzelőanyagból eltávozó és a hidrogén elégéséből keletkező víz párolgási hőjével csökkentett égéshő. A gyakorlatban inkább ezt a fogalmat használják.

2. táblázat Biomassza-féleségek fűtőértéke és égéshője. (Németh 2011)

Biomassza-féleségek	Fűtőérték (H_a) MJ/t	Égéshő (H_f) MJ/t
Fa		
Fenyő	18,8	20,2
Bükk	18,4	19,7
Nyár	18,5	19,8
Fűz	18,4	19,7
Szalma		
Rózsa	17,4	18,5
Búza	17,2	18,5
Tritikálé	17,1	18,3
Árpa	17,5	18,5
Repce	17,1	18,1
Egyéb		
Kínai nád	17,6	19,1
Energiafű	16,5	18,0

Abszolút száraz állapotban a fás szárú alapanyag fűtőértéke mindig magasabb, mint a lágyszárúaké. Elsősorban a nedvességtartalom függvénye a fűtőérték. (Németh 2011)

2.7 A pellet és gyártási folyamatának bemutatása

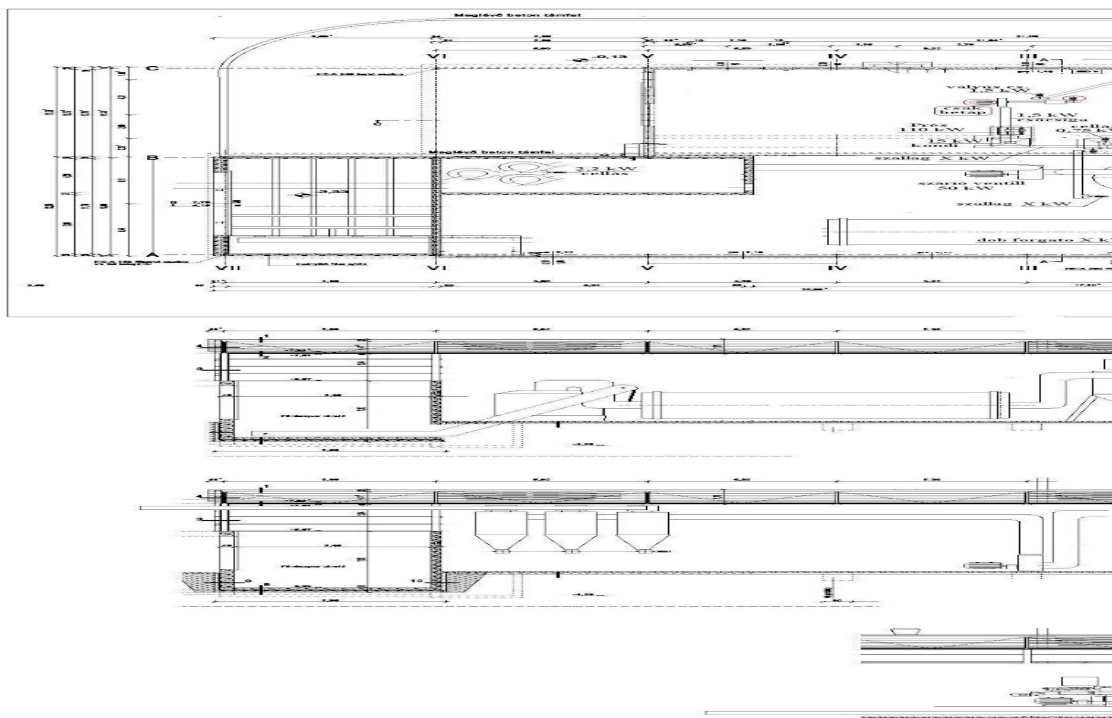
2.7.1 A pellet fizikai és tüzeléstechnikai tulajdonságai

Kis térfogat sűrűséggel rendelkeznek a mezőgazdasági melléktermékek, illetve a fűrészpor $80 - 160 \text{ kg/m}^3$. Ezt a biomasszát $800 - 900 \text{ bar}$ nyomással tömörítik $600 - 650 \text{ kg/m}^3$. Ez a tömörítési eljárás a legalkalmasabb módja az energiasűrűség növelésének. A pellet változó átmérővel készül, Európában a legelterjedtebb a 6 , illetve a 8 mm -es. Hosszuk 15 és 50 mm között változik. Az alapanyagban fellelhető lignin határozza meg a kötési tulajdonságokat. Megolvad 140°C hőmérsékleten, így tömörítés után is összetartja a részecskéket.

2.7.2 Pelletüzem

Az agripellet és a faellet előállítása nagyon hasonlít egymáshoz, az alapanyag aprításában és kezelésében van különbség. Agripellet esetén az alapanyag bálabontóba érkezik, fa esetén aprítóba vagy rostához.

A korántsem homogén gyártási környezet miatt a gyártás folyamata összetett, annak ellenére, hogy első ránézésre a technológia nem tűnik bonyolultnak.



4. ábra Jákófa Kft telephelyén 2010 - 2011-ben megvalósult pellet üzem rajza felülnézetből.

A fenti ábrán látható tervrajz egy Bakonyjákön megépített 1,5 t/h kapacitású fapellet előállítására alkalmas üzemet mutat be. A telephelyre érkező anyag, amennyiben frakciómérete nem megfelelő, rostáláson esik át. A technológiának megfelelő méretű alapanyag egy éklétrás tárolóba kerül, ahonnan elevátor segítségével átkerül egy köztes tárolóba. A bolygatóművel ellátott tároló segít megakadályozni a fűrészpor beboltozódását. Csigás adagolással kerül egy dobszárítóba, ahol száraz levegő, illetve füstgáz szárítja. Az anyagot egy ciklon ventilátora mozgatja, így a fűrészport a nagy sebességű légáram elszállítja. Amint az alapanyag a ciklonba érkezik, a keresztmetszet kitágul, az áramlási sebesség lecsökken, és a szárított alapanyag a ciklon aljára esik, ahonnan cellás adagoló tárolja ki. Innen csiga segítségével kerül egy köztes tárolóba, ahonnan egy mágneses leválasztón keresztül kerül egy kalapácsos aprítóba, aminek segítségével eléri a kívánatos 2-4 mm szemcsenagyságot. Innen egy előkeverőbe kerül az alapanyag homogenizálás céljából, miután egy kondicionálón halad keresztül, ahol szükség esetén vízgőzzel kezelik, amennyiben a szárítás 10% alatti értéket ért el. Ezután megy végbe a préselés 130 - 160 °C közötti hőmérsékleten. A présből kikerülve egy szalagos szállító viszi a hűtőbe és a porleválasztóba. Végül a csomagolás következik, ami figyelembe véve a vevői igényeket lehet 15 kg-os vagy 1 t súlyú big-bag zsákos kiszerelés, de megoldható az ömlesztett kitárolás is.

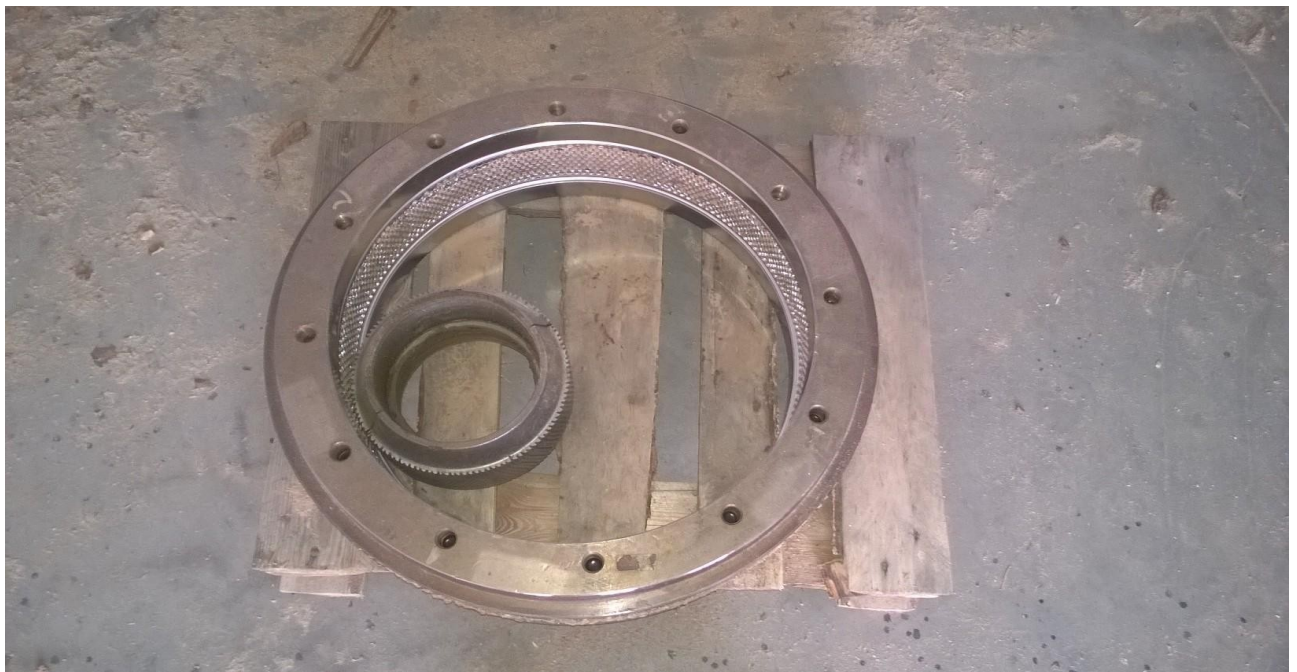
2.7.3 Pellet prés

A pelletgyártó sor „vezérgépe” a pelletprés, aminek fontos eleme a matrica, amin keresztül préselődik a korábban említett nyomással és hőmérsékleten a fűrészpor. Két típusa létezik: a sík és a gyűrűs matricás prés. A síkmatricás pelletpréseket a kisebb, a gyűrűseket pedig a nagyobb üzemek alkalmazzák. A Jákófa Kft. telephelyén egy Münch-Edelstahl GmbH által előállított RMP-520 típusú présgép működik.



5. ábra Münch RMP-520 (saját fotó)

A fűrészpor a forgásban lévő matrica belső palástjára kerül, és a rajta kiképzett furatokon görgők segítségével átpréselik. A külső paláston a megjelenő pelletet a törőkések megfelelő hosszúságra darabolják.



6. ábra. Matrica és görgő (saját fotó)

Két különböző átmérővel rendelkező furat töri át a matrica falvastagságát. A belső palásttól egy bevezető kúp után 6 mm átmérővel

indul, amit présfuratnak neveznek. Ezzel szemben a külső palásttól az úgynevezett kivezetőfurat megy szembe a maga 7 mm-es átmérőjével. Annak függvényében, hogy az alapanyagunk puha vagy kemény, változik a présfurat hossza. A puhafát hosszabb, a keményfát rövidebb furattal lehet megfelelő minőségre préselni. Amennyiben rövid a prэшossz, akkor nem lesz megfelelő tömörségű a pellet, ha viszont túl hosszú, akkor jelentős mértékben megnő az energiaigény, illetve műszaki probléma keletkezhet a fűrészpör matricába történő besülésével. (Papp 2018)

2.8 Pellet szabványok

A pellet minősége befolyásolja a felhasználás komfort fokozatát és befolyásolja az égés során a kibocsátás értékeit. A garantált minőség és a környezetbarát hasznosítás érdekében több ország kidolgozta a saját követelmény rendszerét. Ausztriában az ÖNORM M 7135, Svédországban az SS 187120, Németországban a DIN 51731 és a DIN EN 15270, Olaszországban CTI-R04/05 és Franciaországban ITEBE neven alkottak meg szabvány rendszereket, de ezek jelentős különbségeket tartalmaznak, így az egységesítés jegyében 2011-ben megalkotta az Európai Szabvány Bizottság a CEN/TC 335 rendszert. A fapelleten kívül előírásokat tartalmaz a brikettre, az aprítékra, a rönkökre, a faforgácsra és a szalmabálára vonatkozóan. Az alapanyag eredete alapján három általános kategóriát különböztet meg: 1. fa pellet, 2. lágyszárú biomassza alapú pellet, 3. egyéb biomassza, valamint keverék pelletek. A rendszer ezen kívül további négy alkategóriát tartalmaz, amik további alkategóriákra vannak felosztva. Az eltérő helyekről és különböző alapanyagokból készülő pelleteknek külön – külön kategóriája van, amik mellett még a felhasználásra is irányelveket határoz meg. Az ipari tüzelőberendezések tartalmaznak por-szűrőket, illetve füstgáz tisztító egységeket, illetve a hamutartalomra sem annyira érzékenyek, aminek következtében biztonságosan elégethető a gyengébb minőségű tüzelőanyag is. A kisebb pellet - tüzelésű kazánokban és kályhákban csak jobb minőségű pellet használható. Az agripelletre vonatkozóan az EN

rendszer külön kategóriát határoz meg. Ennél a típusnál a magasabb hamutartalom mellett alacsonyabb fűtőértéket állapít meg.

3. táblázat Agripelletel szemben támasztott követelmény (Papp 2018)

Paraméter	Mérték - egység	Enplus-A1	Enplus-A2	EN-B	Szabvány
Átmérő	mm	6(+1) vagy 8 (+1)			EN 15101
Hossz	mm	3,15<L<40			EN 15102
Halmazsűrűség	Kg/m ³	>600			EN 15103
Fűtőérték	MJ/kg	>16,5	>16,3	>16,0	EN 14918
Nedvességtartal- om	Max.-%	<10			EN 14774
Finomhányad	Max.-%	<1			EN 15149
Mechanikai tartósság	Max.-%	>97,5		>96,5	EN 15210
Hamutartalom	Max.-%	<0,7	<1,5	<3,0	EN 14775
Hamu olvadáspont	T - C°	>1200	>1100		EN 15370
Klór tartalom	Max.-%	<0,02	<0,03		EN 15289
Kén tartalom	Max.-%	<0,05			EN 15289
Nitrogén tartalom	Max.-%	<0,3	<0,5	<1,0	EN 15104

2.9 A pellet hasznosítása

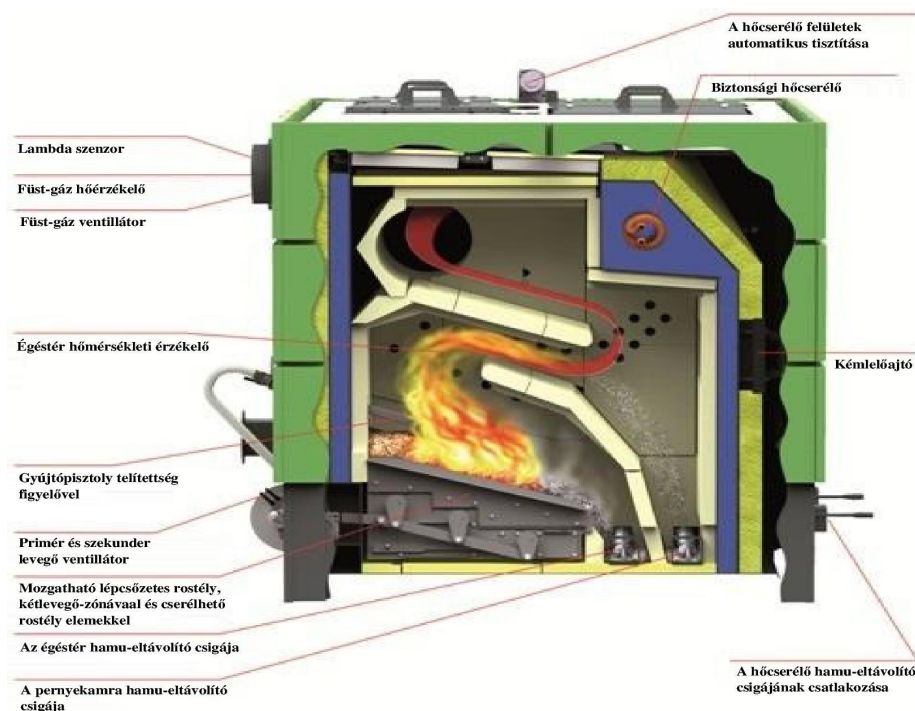
A pelletet fűtési energia előállítására hasznosítjuk. A mellékelt ábrán egy kazánház látható. A rendszer egy csigás megoldással juttatja be a tüzelőanyagot a tárolóba. Itt a padozat hegyes szöget zár be a talajjal, hogy a pellet a lehető legkisebb eséllyel boltozódjon be. Ebben segít még a bolygatómű is, ami a laprugók segítségével egy második csigás rendszerrel eljuttatja a tüzelőanyagot a kazán részét képező cellás adagolóig, ahonnan a behordócsiga beviszi a tűztérbe.



7. ábra HDG – Bavaria gyártmányú kazán és kiszolgáló rendszere

<https://www.hdg-bavaria.com/ueber-hdg/news/>

A pellet a tűztérbe érkezéskor egy mozgó rostélyra kerül, itt egy hőlégfúvó beizzítja, és az égés folyamán a keletkezett hamut a kihordó csiga irányába tolja. A tűztér belső fele egy speciális összetételű samott anyag annak érdekében, hogy a kazántest védve legyen. Az automata hőcserélő - tisztító, a primer és szekunder levegő ventilátor és a lambdaszonda gondoskodnak a jó hatásfokról. A hamut és a pernyét csigák távolítják el, aminek köszönhetően hosszú autonómia érhető el.



8.ábra HDG-Bavaria gyártmányú kazán M300-400 típus <https://www.hdg-bavaria.com/produkte/pelletkessel/hdg-m300-400/>

2.10 A biomassza égetés hatása a természetes környezetünkre

Az üvegházhatást erősítő gázok mennyisége az elmúlt 150 évben jelentős emelkedésen ment keresztül. Nőtt a szén - dioxid mennyisége 28%-kal, a metán koncentrációja 150%-kal, a dinitrogén- oxidé pedig 13%-kal. Ehhez a tendenciához a fosszilis energiahordozók elégetése jelentősen hozzájárult. Hutkainé et al arra keresi a választ, hogy a biomassza tüzeléstechnikai alkalmazása járhat-e környezeti előnyökkel. Ez a típusú fűtéstechnika több kérdést vet fel ebből a szempontból.

A termesztés kapcsán környezeti és ökológiai kétség övezi ezt a kérdéskört. Ez megoldható, amennyiben a termesztés nem veszélyezteti a természetes élőhelyeket és a biodiverzitást, ezek mellett pedig nem termesztnek invazív és genetikailag módosított növényeket, illetve megfelelő termesztés technológiát alkalmaznak.

A másik fontos kérdés, hogy a biomassza elégetése után keletkező füstgáz milyen káros anyag kibocsátással jár. A faalapú biomasszának vannak nem éghető alkotói, ezek például az oxigén, a nitrogén, a víztartalom és a

hamu ásványi anyagai (karbonátok, szilikátok, foszfátok, szulfátok, oxidok stb.) Az éghető elemek pedig a karbon, a hidrogén, a kén és a foszfor. A biomassa - tüzeléssel járó hamunak és füstgáznak nincs kéntartalma, (<1%) így kedvezően hat a savasodás ellen.

4. táblázat Fás szárú biomasszák tüzeléstechnikai jellemzői (Hutkainé et al 2013)

Biomassza	Elemi összetétel (m/m %)					Fűtőérték k (MJ/kg)	Hamu (% m/m)	Illók (% m/m)
	C	H	O	N	S			
Fa	47	6,3	46	0,16	0,02	18,5	0,5	85
Fakéreg	47	5,4	40	0,4	0,06	16,2	7,2	76

A szalma tüzelés illékony fém-halogenidek, klórozott szénhidrogének és sósavgáz képződéséhez vezet annak magas klórtartalma miatt. Benzolt, szerves savakat, aldehideket, krezolokat, fenolokat és más aromásokat, azaz káros szerves vegyületeket, is tartalmaz a füstgáz tökéletlen égés során, ami a nedves tüzelőanyagának köszönhető. Az NO_x -kibocsátás nő meg a légfelesleg-tényező magas értéken tartása mellett. A biomassa elégetése során keletkező, a tüztérben maradó hamunak és a füstgázzal távozó pornak a mennyisége és minősége fontos tényező, amiknek alakításában az égés levegője fontos szerepet játszik.

A biomasszák tüzelésekor többnyire kálium vegyületek (K₂SO₄, KCl, KOH), távoznak a füstgázzal, amik kevésbé illékonyak, így a tüztér hamujában marad a nagyobb része. Oxigén jelenlétében reakcióképesé válnak, és könnyen illó vegyületek formájában a füstgáz kálium tartalmát növelik.

A 4. táblázat szerint fenyő biomassa égetésekor a keletkezett szállópor minták kálium-, klór- és kéntartalma igen jelentős a tüztéri hamuéhoz viszonyítva.

5. táblázat hamu és szálló por összetétele (Hutkainé et al 2013)

Minta	Koncentráció (% m/m)										
	C	O	Na	K	Ca	Mg	Al	Si	P	S	Cl
Hamu	9,42	39,6	0,07	3,28	20,30	4,83	5,50	9,55	1,41	0,98	0,05
Szálló Por	13,50	33,50	0,46	20,90	9,55	3,38	1,08	7,20	1,19	7,69	0,12

Hutkainé et al vizsgálatának a célja a fosszilis energiahordozónak minősülő lignit légszennyező anyagainak kibocsátási értékeinek összehasonlítása a faalapú biomassa elégetésekor keletkezővel. Eredményképpen kijelenthető, hogy a fatüzelés alkalmával a füstgáz CO- és NO_x -koncentrációja 35-40%-kal, a SO₂ -tartalma pedig 90-95%-kal kisebb, mint a lignité. A Szálló por és a vízpára kibocsátása is fontos tényező, de ezen kérdésekben a fatüzelésnek vannak hiányosságai. Ezen problémák kiküszöbölésére ajánlja a légszáraz 15 - 20m /m% nedvességtartalmú szennyeződésmentes faanyag használatát. (Hutkainé et al.) A dolgozat korábbi részein tárgyalt pellet ezeknek a kritériumoknak megfelel, a saját mérések alkalmával ezt fogjuk használni. A biomassa - égetés környezetünkre gyakorolt hatása kapcsán, említést kell tennünk annak feldolgozása és szállítása alatt felhasznált fosszilis energiahordozók szén-dioxid kibocsátásáról. Fontos szempont, hiszen a növények az életük során a megkötött Co₂ -t az égetés során visszatermelik a légkörbe, így elfogadhatjuk, hogy a tüzelőanyag mérlege nullának tekinthető, de az előállítás és anyagmozgatás miatt szén-dioxid kibocsátás történik. Következő tisztázandó feladat, hogy az újratermelődéshez mennyi időre van szükség. A dolgozat első sorban fapellettel foglalkozik, aminek gyártása elsősorban faipari melléktermékek felhasználásával kellene, hogy történjen. Sajnálatos, hogy elsősorban Kanadában, illetve az Egyesült államokban hasábfát és rönköt is felhasználnak a gyártás során. Európában és Magyarországon is a bútorgyártásra alkalmatlan gyengébb minőségű rönkfa mellett a nagyobb darabos faanyag is szerepel az alapanyagok között. Ezért a fakitermelés energiaigényét is számításba kell vennünk a pelletálás

kapcsán, ami a CO₂ megkötés szempontjából azért bonyolult kérdés, mert a megkötés üteme lassú, hiszen a fák életciklusa fajtától függően, többnyire 30 - 100 év között változhat. A hazai villamos erőművek gyenge hatásfokát és az elsősorban külföldre történő pelletszállítást figyelembe véve 400 - 500 kg -os szén - dioxid kibocsátással kell számolnunk tonnánként, ehhez hozzá kell még adni magának a pellet anyagából felszabaduló 1800 kg mennyiséget és az így kapott, a levegőbe kiszabaduló 2000 - 2400 kg CO₂ 2,2 - 2,4 - szerese a földgáz tüzelésből felszabaduló mennyiségnek (Papp 2018).

Az erdőtalaj és a fák felületegységen 20 - 100 - szor több szén tudnak tárolni, mint a mezőgazdasági növények, illetve a szántóföldek. (Mészáros 1993). Ezek mellett az agripellet gyártását képező lágyszárú melléktermékek évente újratermelődnek, így a szén-dioxid megkötés is gyorsabb. Környezetbarátnak azért nem tekinthető, mert a mezőgazdaságban nagy mennyiségű nitrogén műtrágyát használnak fel. A főtermék energia mérlegéhez tartozik elsősorban a nitrogén műtrágyázás, de a mellékterméket tekintve is jelentős a szén-dioxid és dinitrogén-oxid kibocsátás. Utóbbi jóval nagyobb globális-felmelegedési potenciállal bír.

3. Anyag és módszer

3.1 A füstgáz elemzéshez használt kazán típus

A keszthelyi Georgikon campus Agrárműszaki tanműhelyében egy Horvát gyártmányú Centrometal márkájú Eko – Ck – p kazán test és egy rászzerelt Cm-pellet-set pellet égőfej található 35 kW-os teljesítményre beállítva.

3.1.1 Kazántest

A kazántest acélból készült meleg vizes kazán. A nagyméretű tűztér ajtó lehetővé teszi a nagyobb darab tüzelőanyag behelyezését a tűztérbe, ami nagy felülettel rendelkezik. Az EN 303-5 szabvány szerint történt a kazán tesztelése és minőségi tanúsítása, aminek megfelelően a kazán központi fűtési rendszerbe beépíthető.

6. táblázat EKO – CK – P kazántest paraméterei (Centrometal 2010)

Műszaki paraméterek	EKO CKP 35	Műszaki paraméterek	EKO CKP 35
Névleges teljesítmény (kW)	35	Az égéskamra térfogata [liter]	125,2
Kazán Szabályozási tartomány (fapellet) (kW)	10-35	Az égéskamra típusa (fűtőolaj / gáz / fapellet)	Túlnyó -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 vízoldalon, névleges teljesítményen [mbar]	13	A tüzelőanyag nedvességtartalma (fapellet) [%]	Max. 12



9.ábra EKO-CK-P kazán

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

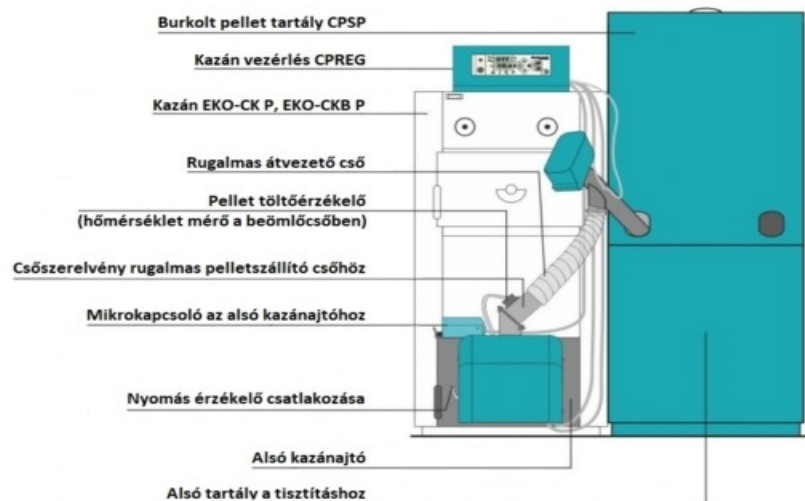
A füstgáz csövekbe úgynevezett turbulátorokat kell beépíteni pellettel való üzemeltetés esetén.

3.1.2 Égőfej

A Cm Pelet-set (névleges teljesítménye 20 – 35 kW) EKO-CK-P biomassza kazánokba való telepítésre készült. A fapellettel történő üzemelés során az EKO-CK P kazánokra utólag Cm-pellet szettet és egyéb berendezéseket kell szerelni, ezek az alkatrészek: pellettüzelésű égőfej, a pellettüzelést - szabályozó egység, a pelletszállító berendezés, a pellettároló tartály, illetve az égőfej beépítéséhez szükséges néhány további eszköz. (Centrometal, 2010)

5. táblázat Cm Pelet set 35 műszaki adatai (Centrometal 2010)

Cm Pelet-set típus	35	Pellet Tároló térfogata (l)	370
Égőfej típusa	CPPL-35	Hálózati feszültség (V/Hz)	230/50
Névleges teljesítmény (kW)	35	Az adapter típusa az égőfejhez	30 - 35



10. ábra EKO-CK-P kazán egységei <https://www.centrometal.hu/centrometal-eko-ck-p-cm-pelet-set-14-90-kw-pellet-kazan-567>

A gyártó által közölt adat szerint az égőfej teljesítményétől függő hozzávetőleges pellet fogyasztása Cm Pelet-set 35 kW = 8,2 kg/h pellet. (Centrometal, 2010)

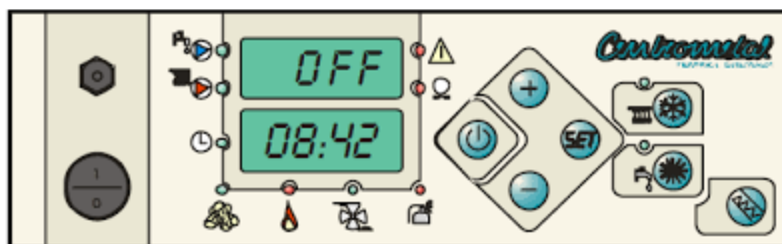
3.1.3 Automatika

A Cm Pelet-set típusú tüzelőberendezés felső részén helyezkedik el a kazán elektronika, ami egy műanyag érintőpanellel ellátott fémdobozban található. Két nagyobb egységből áll: egy alaplappból és egy kezelő panelből.

Az alaplapon található kapcsolók segítségével lehet az égőfej teljesítményét meghatározni. Az ezen a panelen található csatlakozó segítségével lehetséges az alapprogram frissítése.

A kezelőfelületen kilenc nyomógomb található: a főkapcsoló és a start/stop gombok mellett a többi segítségével be lehet lépni a menübe, aktuális paramétereket lehet állítani, a téli illetve a nyári üzemmódok között lehet váltani és az adagoló csiga kézi üzemeltetésére van lehetőség. Itt található még egy biztonsági termosztát gomb is.

Ezen a felületen különböző szimbólumok segítségével ellenőrizhetjük, hogy a használati meleg víz vagy a fűtőköri szivattyú közül melyik aktív. Látható, hogy időprogram alapján működik a kazán. Az adagoló csigáról, az égőtérrel, a ventilátorról és az elektromos gyújtó működéséről kapható visszajelzés. Fontos biztonsági információt nyújt a kijelző a bimetál biztonsági termosztátról és a biztonsági nyomásszelepről.



11. ábra Cm Pelet set 14 – 50 kezelő felülete

<https://www.centrometal.hr/public/downloads/kotlovi-za-pelete/cm-pelet-set/serviser/Teh-upute-Pelet-set+CentroPlus-MONTER-14-35.pdf>

A kazán vezérlés több módon lehetséges. Előremenő víz hőfok alapján, ami 65 és 90 °C között állítható, vagy a puffer hőmérséklet segítségével, ami 40 illetve 85 °C tartományban működik. Heti program alapján is működtethető. Termosztát és távvezérlő is tudja indítani a készüléket. Alkalmas nyáron csak a használati meleg víz előállítására, télen pedig emellett a fűtéshez szükséges meleg vizet is megtermeli. (Centrometal, 2010)

3.2. Füstgáz elemző műszerek

Napjaink füstgázelemző műszerei elektrokémiai, vagy parciális nyomást mérő cellákkal rendelkeznek. Mind a két típus alkalmas nagy pontosságú mérés elvégzésére. Amíg a parciális nyomás mérésére alkalmas cella érzékeny akár a mérés közben történő hőmérséklet és nyomásváltozásra, addig az elektrokémiát lényegesen kevésbé befolyásolják. Korábban az utóbbi megoldás legfontosabb hibája a korlátozott élettartam volt, napjainkra a folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően sikerült megoldást találni erre a problémára. Maximum két év volt a régebbi kiadások esetén az oxigénmérő - cellák élettartama, ami ráadásul független volt a használatától manapság a gyártók 5 évet garantálnak. (VGF, 2012)

3.2.1 Füstgázelemző bemutatása

A füstgázelemző műszerek piacán a legelterjedtebb a Testo márka. A Testo 310-es mérőműszerbe beépített menük: füstgázelemzés, huzat, környezeti CO és nyomás mérés. Általános műszaki adatait tekintve körülbelül 700 g súlyú és két soros megvilágított kijelzővel rendelkezik. Adattárolóval nem rendelkezik, akkumulátora tölthető 1500 mAh, 5V / 1A hálózati adapterrel. Üzemi hőmérséklete - 5 és + 45°C között van.

8. táblázat Testo 310 füstgázelemző műszer műszaki adatai (https://static-int.testo.com/media/76/c4/9b73dee9309f/testo_310_adatlap.pdf)

	Méréstartomány	Pontosság ± 1 digit
Hőmérséklet (füstgáz)	0 ... +400°C	$\pm 1^\circ\text{C}$ (0 ... +100°C) $\pm 1,5\%$ a mért ért. ($>100^\circ\text{C}$)
Hőmérséklet (környezeti hőmérséklet)	- 20 ... +100°C	$\pm 1^\circ\text{C}$
Huzat mérés	-20 ... +20 hPa	$\pm 0,03$ hPa (-3,00 ... +3,00 hPa) $\pm 1,5\%$ a mért ért. (maradék tartomány)
Nyomás mérés	-40 ... 40 hPa	$\pm 0,5$ hPa
O ₂ mérés	0 ... 21 Vol. %	$\pm 0,2$ Vol. %
CO mérés (H ₂ - kompenzáció nélkül)	0 ... 4000 ppm	± 20 ppm (0 ... 400 ppm) $\pm 5\%$ a mért ért. (401 ... 2000 ppm) $\pm 10\%$ a mért ért. (2001 ... 4000 ppm)
Környezeti CO	0 ... 4000 ppm	± 20 ppm (0 ... 400 ppm) $\pm 5\%$ a mért ért. (401 ... 2000 ppm) $\pm 10\%$ a mért ért. (2001 ... 4000 ppm)
Hatásfok (Eta)	0 ... 120 %	-
Füstgáz veszteség	0 ... 99,9%	-

4. Vizsgálati eredmények és értékelésük

4.1. Napraforgó pellet gyengébb minőség

9.táblázat vizsgálati eredmények átlaga

	CO (ppm)	NO (ppm)
Átlag	829	130
Maximum	3800	239
Minimum	185	35



12. ábra gyenge minőségű napraforgó pellet (saját fotó)

Pannon Biomassza A VEDULA csoport tagja		Összevont vizsgálati jegyzőkönyv		MN-032 Kiadás dátuma: 2021.04.30.	Kiadás száma: 01 Verziószám: 01	
Pannon-Biomassza Kft. - Ajka, Gyártelep hrsz 1961/2. - Tüzelőanyag laboratórium						
Iktatószám: PB-2023-A-05400			Mintavétel időpontja: 2023.03.09			
Minta azonosító száma (vevő): 20230309_NR			Minta beérkezés időpontja: 2023.03.09			
Minta származási helye: Ajka telephely			Mintavétel módja: Megrendelő által			
Minta megnevezése: Pellet			Minta előkészítése: MSZ EN ISO 14780:2017; MSZ EN ISO 14786:2017/A1:2020			
Vevő (vizsgálat megrendelője): Pannon-Biomassza Kft.			Vizsgálat elvégzésének időpontja: 2023.03.09			
A NAH által NAH-1-1899/2022 számon akkreditált vizsgálólaboratórium						
Vizsgálati eredmények: A vizsgálati eredmények első fél által végzett megfelelőségértékelési tevékenységből származnak.						
Összes nedvesség Szabvány: MSZ EN ISO 18134-2:2017						
		Nedvességtartalom (nedves alapon, beérkezési állapot)	M_{ar}	7,4	m/m%	
		MSZ EN ISO 18134-3:2016 Vizsgálati nedvesség	M_{ad}	0,3	m/m%	
Hamutartalom Szabvány: MSZ EN ISO 18122:2016						
		Hamutartalom	A_d	9,06	m/m%	
		Hamutartalom (nedves alapon, beérkezési állapot)	A_{dm}	8,39	m/m%	
Fűtőérték meghatározása* Szabvány: MSZ EN ISO 18125:2017						
		Nedves alapon (Beérkezési állapot)		Száraz alapon		
Égéshő	Q _{v,gr,m}	20185	kJ/kg	Q _{v,gr,d}	21801	kJ/kg
Fűtőérték	Q _{p,net,m}	18886	kJ/kg	Q _{p,net,d}	20594	kJ/kg
* égéstermék elemzése csak vizuális megfigyeléssel, 12.pont G-melléklet szerinti H ₂ O,S- tartalom meghatározással.						
A laboratórium az összes részletes vizsgálati eredményt a megrendelő kérésére rendelkezésre bocsátja. A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgált egyedekre vonatkoznak. A vizsgálati jegyzőkönyvet nem szabad kivonatossal lemásolni a Laboratórium írásos engedélye nélkül.						
Megjegyzés: MSZ EN ISO 18134-2:2017: Szabványtól való eltérés: a vizsgált minta tömege kevesebb, mint 300g.; MSZ EN ISO 18125:2017: Szabványtól való eltérés: a vizsgálat nem párhuzamos lett elvégezve.; Korrekciók a szabvány G-melléklete szerint H:6,1 %.; N:0,5 %.; O:41 %.; S: 0,04 %.;						
Pannon-Biomassza Kft. Ajka telephely Tüzelőanyag laboratórium 8400 Ajka, Gyártelep hrsz 1961/2.						
BM-0091 Mérleg d=0,01g		BM-0030 Száritószekrény, d=0,0001g	BM-0040 Nádvmérő (Sartorius)	BM-0042 Mérleg d=0,0001g	BM-0038 Izzó kemence,	BM-0034 Vágo malom,
BM-0002 Mérleg d=0,0001g		BM-0105 Kaloriméter Noszlopáné Sándor Gabriella laboráns		BM-0038 Izzó kemence,		BM-0034 Vágo malom,
Kelt: 2023.03.10		Mérést / vizsgálatot végezte		Műszaki tartalomért felelős		1/1 oldal

13.ábra gyengébb minőségű napraforgó pellet mérési jegyzőkönyve

10. táblázat gyengébb minőségű napraforgó pellet füstgáz mérése

Datum	Uhrzeit	CO [ppm]	NO [ppm]	T-Gas [°C]	T-Luft [°C]	Zug [hPa]
14.02.23	12:55:33	2310	239	180,8	19,7	-0,16
14.02.23	12:55:40	2408	226	183,3	19,7	-0,17
14.02.23	12:55:47	2533	124	186	19,7	-0,17
14.02.23	12:55:53	2598	149	190,2	19,7	-0,17
14.02.23	12:56:00	2686	186	188,6	19,7	-0,17
14.02.23	12:56:07	2903	196	182,5	19,7	-0,17
14.02.23	12:56:13	3137	232	189,3	19,7	-0,17
14.02.23	12:56:20	3340	207	195	19,7	-0,17
14.02.23	12:56:27	3567	176	197,9	19,8	-0,17
14.02.23	12:56:34	3800	142	200,4	19,8	-0,18
14.02.23	12:56:54	1237	179	200,2	19,8	-0,19
14.02.23	12:57:01	1669	196	197,1	19,8	-0,19
14.02.23	12:57:07	2770	204	194	19,9	-0,19
14.02.23	12:57:14	3335	207	192,5	19,9	-0,19
14.02.23	12:57:21	3457	210	193,3	19,9	-0,18
14.02.23	12:57:28	3357	211	195,6	19,9	-0,18
14.02.23	12:57:34	3133	211	200,9	19,9	-0,18
14.02.23	12:57:41	2880	211	205,3	19,9	-0,19
14.02.23	12:57:48	2627	208	210,4	19,8	-0,19
14.02.23	12:58:01	2122	200	210,2	19,8	-0,19
14.02.23	12:58:08	1900	196	209,5	19,8	-0,19
14.02.23	12:58:15	1699	191	210,6	19,8	-0,19
14.02.23	12:58:21	1511	186	213,3	19,9	-0,21
14.02.23	12:58:28	1351	180	213,8	19,9	-0,21
14.02.23	12:58:35	1211	174	219,4	19,9	-0,21
14.02.23	12:58:42	1089	168	227,2	20	-0,22
14.02.23	12:58:48	983	163	229,1	20	-0,21
14.02.23	12:58:55	894	160	227,9	20	-0,21
14.02.23	12:59:02	820	158	227,9	20	-0,21
14.02.23	12:59:09	759	158	231,5	20	-0,21
14.02.23	12:59:15	712	157	232,7	20	-0,21
14.02.23	12:59:22	674	156	233,3	20	-0,21
14.02.23	12:59:29	648	153	232,8	20	-0,21
14.02.23	12:59:35	628	150	232,8	20	-0,21
14.02.23	12:59:42	609	146	232,9	19,9	-0,21
14.02.23	12:59:49	595	134	228,7	19,9	-0,21
14.02.23	13:00:02	561	103	225,6	19,9	-0,21
14.02.23	13:00:09	540	117	221,5	19,9	-0,21
14.02.23	13:00:16	513	124	216,8	19,9	-0,21
14.02.23	13:00:23	484	130	214,3	19,9	-0,2
14.02.23	13:00:29	458	133	213,8	19,9	-0,2
14.02.23	13:00:36	435	136	211,3	19,9	-0,2
14.02.23	13:00:43	414	139	207,8	19,9	-0,2
14.02.23	13:00:50	400	142	203,1	19,9	-0,2

4.2. Napraforgó jobb minőség

11.táblázat vizsgálati eredmények átlaga

	CO (ppm)	NO (ppm)
Átlag	2074	297
Maximum	3661	327
Minimum	1154	129



14. ábra jó minőségű napraforgó pellet (saját fotó)

Pannon Biomassza A VEDIA csoport tagja		Összevont vizsgálati jegyzőkönyv		MN-032	Kiadás száma: 01														
				Kiadás dátuma: 2021.04.30.	Verziószám: 01														
Pannon-Biomassza Kft. - Ajka, Gyártelep hrsz 1961/2. - Tüzelőanyag laboratórium																			
Iktatószám: PB-2023-A-05399		Mintavétel időpontja: 2023.03.09																	
Minta azonosító száma (vevő): 20230309_NJ		Minta beérkezés időpontja: 2023.03.09																	
Minta származási helye: Ajka telephely	Minta megnevezése: Pellet	Mintavétel módja:	Megrendelő által MSZ EN ISO14780:2017; MSZ EN ISO14780:2017/A1:2020																
Vevő (vizsgálat megrendelője): Pannon-Biomassza Kft.		Vizsgálat elvégzésének időpontja: 2023.03.09																	
A NAH által NAH-1-1899/2022 számon akkreditált vizsgálólaboratórium																			
Vizsgálati eredmények:																			
A vizsgálati eredmények első fél által végzett megfeleltetésértékelési tevékenységből származnak.																			
Összes nedvesség																			
Szabvány: MSZ EN ISO 18134-2:2017																			
		Nedvességtartalom (nedves alapon, beérkezési állapot)	M_{ar}	9,9	m/m%														
MSZ EN ISO 18134-3:2016		Vizsgálati nedvesség	M_{ad}	0,5	m/m%														
Hamutartalom																			
Szabvány: MSZ EN ISO 18122:2016																			
		Hamutartalom	A_d	2,07	m/m%														
		Hamutartalom (nedves alapon, beérkezési állapot)	A_{dm}	1,87	m/m%														
Fűtőérték meghatározása*																			
Szabvány: MSZ EN ISO 18125:2017																			
		Nedves alapon (Beérkezési állapot)		Száraz alapon															
Égőshő	q _{v,gr,m}	18234	kJ/kg	q _{v,gr,d}	20239 kJ/kg														
Fűtőérték	q _{p,net,m}	16821	kJ/kg	q _{p,net,d}	18938 kJ/kg														
* égéstermék elemzése csak vizuális megfigyeléssel; 12.pont G-melléklet szerinti H ₂ O/S- tartalom meghatározással.																			
A laboratórium az összes részletes vizsgálati eredményt a megrendelő kérésére rendelkezésre bocsátja. A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgált egyedekre vonatkoznak. A vizsgálati jegyzőkönyvet nem szabad kivonatossan lemásolni a Laboratórium írásos engedélye nélkül.																			
Megjegyzés: MSZ EN ISO 18134-2:2017: Szabványtól való eltérés: a vizsgált minta tömege kevesebb, mint 300g.; MSZ EN ISO 18125:2017: Szabványtól való eltérés: a vizsgálat nem paralel mintán lett elvégezve.; Korrekciók a szabvány G-melléklete szerinti H:0,1 %.; N:0,5 %.; O:41 %.; S: 0,04 %.;																			
<table border="0"> <tr> <td>Használt eszközök:</td> <td>BM-0091 Mérleg d=0,01g</td> <td>BM-0030 Szárlőszekrény</td> <td>BM-0040 Nedv.mérő (Bartorius)</td> <td>BM-0042 Mérleg d=0,0001g</td> <td>BM-0036 Izzító kemence</td> <td>BM-0034 Vízió mérleg</td> </tr> <tr> <td>Pannon-Biomassza Kft.</td> <td>BM-0002 Mérleg d=0,0001g</td> <td>BM-0045 Kaloriméter</td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>						Használt eszközök:	BM-0091 Mérleg d=0,01g	BM-0030 Szárlőszekrény	BM-0040 Nedv.mérő (Bartorius)	BM-0042 Mérleg d=0,0001g	BM-0036 Izzító kemence	BM-0034 Vízió mérleg	Pannon-Biomassza Kft.	BM-0002 Mérleg d=0,0001g	BM-0045 Kaloriméter				
Használt eszközök:	BM-0091 Mérleg d=0,01g	BM-0030 Szárlőszekrény	BM-0040 Nedv.mérő (Bartorius)	BM-0042 Mérleg d=0,0001g	BM-0036 Izzító kemence	BM-0034 Vízió mérleg													
Pannon-Biomassza Kft.	BM-0002 Mérleg d=0,0001g	BM-0045 Kaloriméter																	
Ajka telephely		Nosztróiné Sándor Gabriella laboráns Mérés / vizsgálatot végezte																	
Tüzelőanyag laboratórium 8400 Ajka, Gyártelep hrsz 1961/2.		Tróbert Tünde m.vez laboráns Műszaki tartalomért felelős																	
Kelt: 2023.03.10		1/1 oldal																	

15.ábra jobb minőségű napraforgó pellet mérési jegyzőkönyve

12. táblázat jobb minőségű napraforgó pellet füstgáz mérése

Datum	Uhrzeit	CO [ppm]	NO [ppm]	T-Gas [°C]	T-Luft [°C]	Zug [hPa]
14.02.23	10:55:35	1395	284	239,2	19,9	-0,22
14.02.23	10:55:42	1276	285	239,3	19,9	-0,22
14.02.23	10:55:49	1177	288	240,6	19,9	-0,22
14.02.23	10:55:55	1154	290	242,7	19,9	-0,22
14.02.23	10:56:02	1186	296	244,8	19,9	-0,22
14.02.23	10:56:09	1248	301	244,3	19,9	-0,22
14.02.23	10:56:16	1315	297	243,6	19,9	-0,22
14.02.23	10:56:22	1525	292	243,1	19,9	-0,22
14.02.23	10:56:29	1953	292	244,3	19,9	-0,22
14.02.23	10:56:36	2135	291	243,7	19,9	-0,22
14.02.23	10:56:43	2169	286	242,1	19,9	-0,22
14.02.23	10:56:49	2236	282	241	19,9	-0,22
14.02.23	10:56:56	2265	279	240,9	19,9	-0,22
14.02.23	10:57:03	2274	279	241	19,9	-0,22
14.02.23	10:57:09	2346	285	240	19,9	-0,22
14.02.23	10:57:16	2262	291	239,3	20	-0,22
14.02.23	10:57:23	2059	296	240,5	20	-0,22
14.02.23	10:57:30	1836	305	240,6	20	-0,22
14.02.23	10:57:36	1614	312	241,7	20	-0,22
14.02.23	10:57:43	1500	315	241,9	20	-0,22
14.02.23	10:57:50	1492	315	243	20,1	-0,22
14.02.23	10:57:57	1597	314	243,9	20	-0,22
14.02.23	10:58:03	1678	311	244,1	20	-0,22
14.02.23	10:58:10	1806	310	244,1	20	-0,22
14.02.23	10:58:17	1874	309	244,8	20	-0,22
14.02.23	10:58:23	1826	308	245,9	20	-0,22
14.02.23	10:58:30	1719	307	243,6	20	-0,22
14.02.23	10:58:37	1756	298	242,1	20	-0,22
14.02.23	10:58:44	1995	296	243,9	20	-0,22
14.02.23	10:58:50	2254	311	246,8	20	-0,22
14.02.23	10:58:57	2481	327	247,2	20	-0,22
14.02.23	10:59:04	2435	323	249,9	20	-0,22
14.02.23	10:59:11	2401	313	252,8	20	-0,23
14.02.23	10:59:17	2713	298	256,2	19,9	-0,23
14.02.23	10:59:24	3660	293	257,7	19,9	-0,23
14.02.23	10:59:38	1891	281	257,2	19,9	-0,23
14.02.23	10:59:44	3201	275	256,6	19,8	-0,23
14.02.23	11:00:04	2117	278	252,9	19,9	-0,22
14.02.23	11:00:25	1438	291	248,2	19,9	-0,22
14.02.23	11:00:31	1794	289	248	19,9	-0,22
14.02.23	11:00:38	2254	289	248,7	19,9	-0,23
14.02.23	11:00:45	2391	294	249	20	-0,23

4.3 Külföldről (ukrán) származó fenyő pellet

13.táblázat vizsgálati eredmények átlaga

	CO (ppm)	NO (ppm)
Átlag	119	105
Maximum	295	137
Minimum	50	80



16.ábra ukrán fenyő pellet (saját fotó)

Pannon Biomassza A Q NEDOL csoport tagja		Összevont vizsgálati jegyzőkönyv		MN-032	Kiadás száma: 01
				Kiadás dátuma: 2021.04.30.	Verziószám: 01
Pannon-Biomassza Kft. - Ajka, Gyártelep hrsz 1961/2. - Tüzelőanyag laboratórium					
Iktatószám: PB-2023-A-05397		Mintavétel időpontja: 2023.03.09			
Minta azonosító száma (vevő): 20230309_UF		Minta beérkezés időpontja: 2023.03.09			
Minta származási helye: Ajka telephely		Mintavétel módja:		Megrendelő által	
Minta megnevezése: Pellet		Minta előkészítése:		MSZ EN ISO 14780-2017; MSZ EN ISO 14780-2017/A1:2020	
Vevő (vizsgálat megrendelője): Pannon-Biomassza Kft.		Vizsgálat elvégzésének időpontja: 2023.03.09			
A NAH által NAH-1-1899/2022 számon akkreditált vizsgálólaboratórium					
Vizsgálati eredmények:					
A vizsgálati eredmények első fél által végzett megfelelésértékelési tevékenységből származnak.					
Összes nedvesség					
Szabvány: MSZ EN ISO 18134-2:2017					
		Nedvességtartalom (nedves alapon, beérkezési állapot)		M_{ar} 8,4 m/m%	
MSZ EN ISO 18134-3:2016		Vizsgálati nedvesség		M_{ad} 0,5 m/m%	
Hamutartalom					
Szabvány: MSZ EN ISO 18122:2016					
		Hamutartalom		A_d 1,05 m/m%	
		Hamutartalom (nedves alapon, beérkezési állapot)		A_{dm} 0,96 m/m%	
Fűtőérték meghatározása*					
Szabvány: MSZ EN ISO 18125:2017					
		Nedves alapon (Beérkezési állapot)		Száraz alapon	
Égéshő	Q _{v,gr,m}	18653 kJ/kg	Q _{v,gr,d}	20372 kJ/kg	
Fűtőérték	Q _{p,net,m}	17244 kJ/kg	Q _{p,net,d}	19058 kJ/kg	
* Égéstermék elemzése csak vizuális megfigyeléssel; 12.pont G-melléklet szerinti H,N,O,S- tartalom meghatározással.					
A laboratórium az összes részletes vizsgálati eredményt a megrendelő kérésére rendelkezésre bocsátja. A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgált egyedekre vonatkoznak. A vizsgálati jegyzőkönyvet nem szabad kivonatolva lemásolni a Laboratórium írásos engedélye nélkül.					
Megjegyzés: MSZ EN ISO 18134-2:2017: Szabványtól való eltérés: a vizsgált minta tömege kevesebb, mint 300g.; Szabványtól való eltérés: a vizsgálat nem paralel mintán lett elvégezve.; MSZ EN ISO 18125:2017: Szabványtól való eltérés: a vizsgálat nem paralel mintán lett elvégezve.; Korrekciók a szabvány G-melléklete szerinti H:6,1 %; N:0,5 %; O:41 %; S: 0,04 %;					
Pannon Biomassza Kft. Ajka telephely Tüzelőanyag laboratórium 8490 Ajka, Gyártelep hrsz 1961/2. Befolyás		BM-0001 Mérleg d=0,01g	BM-0030 Szárazszekély d=0,0001g	BM-0040 Hőmérő (Bertolus)	BM-0042 Mérleg d=0,0001g
		BM-0002 Mérleg d=0,0001g	BM-0040 Káloriméter	BM-0038 Izzító kannavíz	BM-0034 Vágo malom
		Nószácziné Sándor Gabriella laboráns Mérés / vizsgálatot végezte		Tróbert Tünde m.vsz laboráns Műszaki tartalomért felelős	
Kelt: 2023.03.10		1/1 oldal			

17.ábra Ukrán fenyő pellet mérési jegyzőkönyve

14. táblázat Ukrán fenyő pellet füstgáz mérése

Datum	Uhrzeit	CO [ppm]	NO [ppm]	T-Gas [°C]	T-Luft [°C]	Zug [hPa]
14.02.23	10:13:57	90	98	233	19,6	-0,23
14.02.23	10:14:04	103	100	234	19,6	-0,23
14.02.23	10:14:11	111	108	234,8	19,6	-0,23
14.02.23	10:14:17	105	110	235,9	19,6	-0,23
14.02.23	10:14:24	89	110	237,4	19,6	-0,23
14.02.23	10:14:31	84	112	241,5	19,6	-0,24
14.02.23	10:14:38	83	121	242,1	19,6	-0,24
14.02.23	10:14:51	60	130	241,3	19,6	-0,24
14.02.23	10:14:58	54	125	238,4	19,6	-0,24
14.02.23	10:15:05	52	117	234,2	19,6	-0,23
14.02.23	10:15:11	54	110	233	19,7	-0,23
14.02.23	10:15:18	62	103	232,9	19,7	-0,23
14.02.23	10:15:25	82	102	235,3	19,7	-0,23
14.02.23	10:15:31	99	105	236,8	19,7	-0,24
14.02.23	10:15:38	103	112	237	19,7	-0,24
14.02.23	10:15:45	94	115	236,1	19,7	-0,24
14.02.23	10:15:52	83	115	237	19,7	-0,24
14.02.23	10:15:58	79	114	238,6	19,7	-0,24
14.02.23	10:16:05	77	122	241,4	19,7	-0,24
14.02.23	10:16:12	70	127	242,2	19,7	-0,24
14.02.23	10:16:18	60	136	242,2	19,7	-0,24
14.02.23	10:16:25	54	137	242	19,7	-0,24
14.02.23	10:16:39	50	123	236,6	19,7	-0,23
14.02.23	10:16:45	50	109	234,4	19,7	-0,23
14.02.23	10:16:52	64	106	233,8	19,7	-0,23
14.02.23	10:16:59	72	104	231,7	19,7	-0,23
14.02.23	10:17:05	78	102	229,4	19,7	-0,23
14.02.23	10:17:12	81	98	228,9	19,8	-0,23
14.02.23	10:17:19	92	96	228,1	19,8	-0,23
14.02.23	10:17:26	114	95	226,5	19,8	-0,23
14.02.23	10:17:32	120	95	224,4	19,7	-0,23
14.02.23	10:17:39	120	92	223,5	19,7	-0,23
14.02.23	10:17:46	142	89	223,6	19,7	-0,23
14.02.23	10:17:52	179	89	222,8	19,7	-0,23
14.02.23	10:17:59	195	90	220,4	19,7	-0,23
14.02.23	10:18:06	187	88	220,2	19,7	-0,23
14.02.23	10:18:13	178	85	220,2	19,7	-0,23
14.02.23	10:18:19	191	84	219,3	19,8	-0,23
14.02.23	10:18:26	216	83	218,5	19,8	-0,23
14.02.23	10:18:33	226	81	220,1	19,8	-0,23
14.02.23	10:18:39	251	80	223,9	19,8	-0,23
14.02.23	10:18:46	289	87	227,1	19,8	-0,23
14.02.23	10:18:53	295	97	229,2	19,8	-0,23
14.02.23	10:19:00	244	102	230,3	19,8	-0,23

4.4. Külföldről (ukrán) származó keményfa pellet

15.táblázat vizsgálati eredmények átlaga

	CO (ppm)	NO (ppm)
Átlag	337	76
Maximum	1240	149
Minimum	50	8



18.ábra ukrán keményfa pellet (saját fotó)

Pannon Biomassza A VEDULA csoport tagja		Összevont vizsgálati jegyzőkönyv		MN-032	Kiadás száma: 01
				Kiadás dátuma: 2021.04.30.	Verziószám: 01
Pannon-Biomassza Kft. - Ajka, Gyártelep hrsz 1961/2. - Tüzelőanyag laboratórium					
Iktatószám: PB-2023-A-05398		Mintavétel időpontja: 2023.03.09			
Minta azonosító száma (vevő): 20230309_UK		Minta beérkezés időpontja: 2023.03.09			
Minta származási helye: Ajka telephely		Mintavétel módja:		Megrendelő által: MSZ EN ISO 14786:2017; MSZ EN ISO 14789:2017/A1:2020	
Minta megnevezése: Pellet		Minta előkészítése:			
Vevő (vizsgálat megrendelője): Pannon-Biomassza Kft.		Vizsgálat elvégzésének időpontja: 2023.03.09			
A NAH által NAH-1-1899/2022 számon akkreditált vizsgálólaboratórium					
Vizsgálati eredmények:					
A vizsgálati eredmények első fél által végzett megfelelésértékelési tevékenységből származnak.					
Osszes nedvesség					
Szabvány: MSZ EN ISO 18134-2:2017					
Nedvességtartalom (nedves alapon, beérkezési állapot)				M_{ar}	7,1 m/m%
MSZ EN ISO 18134-3:2016				Vizsgálati nedvesség	M_{ad} 0,5 m/m%
Hamutartalom					
Szabvány: MSZ EN ISO 18122:2016					
Hamutartalom				A_d	1,19 m/m%
Hamutartalom (nedves alapon, beérkezési állapot)				A_{dm}	1,10 m/m%
Fűtőérték meghatározása*					
Szabvány: MSZ EN ISO 18125:2017					
		Nedves alapon (Beérkezési állapot)		Száraz alapon	
Égéshő	q _{v,gr,m}	19119 kJ/kg	q _{v,gr,d}	20590 kJ/kg	
Fűtőérték	q _{p,net,m}	17727 kJ/kg	q _{p,net,d}	19278 kJ/kg	
* égéstermék elemzése csak vizuális megfigyeléssel; 12.pont G-méliklet szerinti H ₂ O/S- tartalom meghatározással.					
A laboratórium az összes részletes vizsgálati eredményt a megrendelő kérésére rendelkezésre bocsátja. A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgált egyedekre vonatkoznak. A vizsgálati jegyzőkönyvet nem szabad kivonatolva leírni a Laboratórium írásos engedélye nélkül.					
Megjegyzés: MSZ EN ISO 18134-2:2017: Szabványtól való eltérés: a vizsgált minta tömege kevesebb, mint 300g.; MSZ EN ISO 18125:2017: Szabványtól való eltérés: a vizsgálat nem párhuzamos mintán lett elvégezve.; Korrekciók a szabvány G-méliklete szerinti H:6,1 %; N:0,5 %; O:41 %; S: 0,04 %.					
Pannon Biomassza Kft. Ajka telephely Tüzelőanyag laboratórium 8400 Ajka, Gyártelep hrsz 1961/2. 8400 Ajka		BM-0091 Mérleg d=0,01g	BM-0030 Szűrőcsukány BM-0103 Kaloriméter	BM-0040 Nedv.mérő (Eutermus)	BM-0042 Mérleg d=0,0001g
		BM-0038 Izoterm kamarák	BM-0034 Vízgőz mérő		
		Nosztropné Sándor Gabriella laboráns		Tróbert Tünde m.viz laboráns	
		Mérést / vizsgálatot végezte		Műszaki tartalomért felelős	
Kelt: 2023.03.10		1/1 oldal			

19.ábra Ukrán keményfa pellet mérési jegyzőkönyve

16. táblázat Ukrán keményfa pellet füstgáz mérése

dd.mm.yyyy	hh:mm:ss	TGas[° C]	TRoom[° C]	CO[ppm]	NO[ppm]
24.11.2022	12:35:30	201.3	20.9	258	86
24.11.2022	12:35:35	203.0	21.0	223	87
24.11.2022	12:35:40	205.0	21.0	195	93
24.11.2022	12:35:45	207.9	21.0	170	90
24.11.2022	12:35:50	208.7	21.0	149	96
24.11.2022	12:35:55	209.1	21.0	134	102
24.11.2022	12:36:00	210.1	21.0	117	105
24.11.2022	12:36:05	210.3	21.0	108	106
24.11.2022	12:36:10	209.4	21.0	99	106
24.11.2022	12:36:15	207.9	21.0	93	66
24.11.2022	12:36:20	205.5	21.0	89	86
24.11.2022	12:36:25	203.9	21.0	83	93
24.11.2022	12:36:30	202.5	21.0	80	88
24.11.2022	12:36:35	201.4	21.0	79	84
24.11.2022	12:36:40	201.9	21.0	79	79
24.11.2022	12:36:45	202.5	21.0	81	77
24.11.2022	12:36:50	204.8	21.0	88	76
24.11.2022	12:36:55	207.3	21.0	98	77
24.11.2022	12:37:00	209.9	21.0	105	82
24.11.2022	12:37:05	211.8	21.0	107	87
24.11.2022	12:37:10	213.9	21.0	106	93
24.11.2022	12:37:15	214.6	21.0	94	100
24.11.2022	12:37:20	215.9	21.1	83	103
24.11.2022	12:37:25	216.5	21.1	76	105
24.11.2022	12:37:30	216.4	21.1	69	106
24.11.2022	12:37:35	216.0	21.1	65	106
24.11.2022	12:37:40	215.9	21.1	64	105
24.11.2022	12:37:45	216.9	21.1	64	100
24.11.2022	12:37:50	217.5	21.1	64	99
24.11.2022	12:37:55	217.7	21.1	65	99
24.11.2022	12:38:00	218.2	21.1	65	99
24.11.2022	12:38:05	218.1	21.1	65	99
24.11.2022	12:38:10	218.2	21.1	65	99
24.11.2022	12:38:15	220.0	21.1	65	99
24.11.2022	12:38:20	221.2	21.1	66	98
24.11.2022	12:38:25	223.0	21.1	66	102
24.11.2022	12:38:30	223.7	21.1	66	104
24.11.2022	12:38:35	224.2	21.1	66	107
24.11.2022	12:38:40	227.0	21.1	64	111
24.11.2022	12:38:45	229.1	21.1	62	112
24.11.2022	12:38:50	229.3	21.1	60	113
24.11.2022	12:38:55	229.2	21.1	59	114
24.11.2022	12:39:00	229.2	21.1	59	113
24.11.2022	12:39:05	229.9	21.1	60	110

4.5. Hazai fenyő pellet

17.táblázat vizsgálati eredmények átlaga

	CO (ppm)	NO (ppm)
Átlag	1411	104
Maximum	3966	112
Minimum	317	89



20.ábra ukrán fenyő pellet (saját fotó)

Pannon Biomassza A Q VÉDLAK szegedi tagja	Összevont vizsgálati jegyzőkönyv		MN-032	Kiadás száma: 01
			Kiadás dátuma: 2021.04.30.	Verziószám: 01
Pannon-Biomassza Kft. - Ajka, Gyártelep hrsz 1961/2. - Tüzelőanyag laboratórium				
Iktatószám: PB-2023-A-05396	Mintavétel időpontja: 2023.03.09			
Minta azonosító száma (vevő): 20230309_P	Minta beérkezés időpontja: 2023.03.09			
Minta származási helye: Ajka telephely	Minta megnevezése: Pellet	Minta előkészítése:	Megrendelő által MSZ EN ISO14780:2017; MSZ EN ISO14780:2017/A1:2020	
Vevő (vizsgálat megrendelője): Pannon-Biomassza Kft.	Vizsgálat elvégzésének időpontja: 2023.03.09			
A NAH által NAH-1-1899/2022 számon akkreditált vizsgálólaboratórium				
Vizsgálati eredmények: A vizsgálati eredmények első fél által végzett megfeleltetésértékelési tevékenységből származnak.				
Összes nedvesség				
Szabvány: MSZ EN ISO 18134-2:2017	Nedvességtartalom (nedves alapon, beérkezési állapot)	M_{ar}	6,9	m/m%
MSZ EN ISO 18134-3:2016	Vizsgálati nedvesség	M_{ad}	0,3	m/m%
Hamutartalom				
Szabvány: MSZ EN ISO 18122:2016	Hamutartalom	A_d	0,33	m/m%
	Hamutartalom (nedves alapon, beérkezési állapot)	A_{dm}	0,31	m/m%
Fűtőérték meghatározása*				
Szabvány: MSZ EN ISO 18125:2017	Nedves alapon (Beérkezési állapot)		Száraz alapon	
Égéshő	Q _{v,gr,m}	18679 kJ/kg	Q _{v,gr,d}	20054 kJ/kg
Fűtőérték	Q _{p,net,m}	17279 kJ/kg	Q _{p,net,d}	18731 kJ/kg
* égéstermék elemzése csak vizuális megfigyeléssel; 12 pont G-móddal szerinti H ₂ O-S tartalom meghatározással.				
A laboratórium az összes részletes vizsgálati eredményt a megrendelő kérésére rendelkezésre bocsátja. A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgált egyedekre vonatkoznak. A vizsgálati jegyzőkönyvet nem szabad kivonatossal leírni a Laboratórium írásos engedélye nélkül.				
Megjegyzés: MSZ EN ISO 18134-2:2017: Szabványtól való eltérés: a vizsgált minta tömege kevesebb, mint 300g.; MSZ EN ISO 18125:2017: Szabványtól való eltérés: a vizsgálat nem paralel mintán lett elvégezve.; Korrekciók a szabvány G-melléklete szerinti H:6,1 %.; N:0,5 %.; O:41 %.; S: 0,04 %.;				
Pannon-Biomassza Kft. Ajka telephely Tüzelőanyag laboratórium 8400 Ajka, Gyártelep hrsz 1961/2.	BM-0001 Mérés d=0,01g. BM-0002 Mérés d=0,0001g.	BM-0030 Szűrőszelvény BM-0103 Kaloriméter	BM-0040 Nedv.mérő (Sartorius) BM-0042 Mérés d=0,0001g.	BM-0036 Izzító kemence, BM-0034 Vízgő mérőm.
Mérés / vizsgálatot végezte Noszopfi Sándor Gabriella laboráns		Műszaki tartalomért felelős Tróbert Tünde m.viz laboráns		
Kelt: 2023.03.10	1/1 oldal			

21.ábra Hazai fenyő pellet mérési jegyzőkönyve

18. táblázat Hazai fenyő pellet füstgáz mérése

dd.mm.yyyy	hh:mm:ss	TGas[° C]	TRoom[° C]	CO[ppm]	NO[ppm]
24.11.2022	11:01:35	271.6	20.9	1460	93
24.11.2022	11:01:40	272.4	20.9	1920	93
24.11.2022	11:01:45	273.0	20.9	2829	89
24.11.2022	11:01:50	273.1	20.9	3423	89
24.11.2022	11:01:55	274.4	20.9	3966	89
24.11.2022	11:02:10	275.4	20.9	1542	92
24.11.2022	11:02:15	274.4	20.9	2345	92
24.11.2022	11:02:20	273.9	20.9	3232	92
24.11.2022	11:02:25	273.9	20.9	3866	97
24.11.2022	11:02:40	273.9	20.9	1394	107
24.11.2022	11:02:45	273.4	20.9	1148	110
24.11.2022	11:02:50	273.4	20.9	1135	111
24.11.2022	11:02:55	273.5	20.9	1095	112
24.11.2022	11:03:00	274.3	20.9	991	112
24.11.2022	11:03:05	275.7	20.9	900	111
24.11.2022	11:03:10	275.8	20.9	930	106
24.11.2022	11:03:15	276.3	20.9	1124	105
24.11.2022	11:03:20	276.5	20.9	1517	107
24.11.2022	11:03:25	275.7	20.9	1853	107
24.11.2022	11:03:30	275.8	20.9	1959	110
24.11.2022	11:03:35	275.7	20.9	1992	111
24.11.2022	11:03:40	275.7	20.9	1820	111
24.11.2022	11:03:45	275.6	20.9	1503	107
24.11.2022	11:03:50	276.2	21.0	1414	102
24.11.2022	11:03:55	277.8	21.0	1726	99
24.11.2022	11:04:00	277.9	21.0	2268	98
24.11.2022	11:04:05	278.2	21.0	2897	95
24.11.2022	11:04:10	278.4	21.0	3097	95
24.11.2022	11:04:15	278.3	21.0	2984	100
24.11.2022	11:04:20	277.2	21.0	2732	104
24.11.2022	11:04:25	276.2	21.0	2433	108
24.11.2022	11:04:30	275.6	21.0	2081	109
24.11.2022	11:04:35	272.0	21.0	1625	108
24.11.2022	11:04:40	268.9	21.1	1171	108
24.11.2022	11:04:45	266.5	21.1	900	104
24.11.2022	11:04:50	266.4	21.1	885	99
24.11.2022	11:04:55	266.9	21.1	885	98
24.11.2022	11:05:00	266.8	21.1	819	98
24.11.2022	11:05:05	266.9	21.1	714	102
24.11.2022	11:05:10	267.3	21.1	587	104
24.11.2022	11:05:15	267.3	21.1	502	106
24.11.2022	11:05:20	267.5	21.1	449	107
24.11.2022	11:05:25	268.8	21.1	395	108
24.11.2022	11:05:30	270.2	21.1	363	107

4.6. Mérési eredmények értékelése

19. táblázat kapott eredmények átlagának összehasonlítása

		N.R.	N.J.	U.F.	U.K.	P.
		<u>3</u>	<u>4</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>4</u>
CO (ppm)	Átlag	829	2074	119	337	1411
CO (ppm)	Maximum	3800	3661	295	1240	3966
CO (ppm)	Minimum	185	1154	50	50	317

		<u>4</u>	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
NO (ppm)	Átlag	130	297	105	76	104
NO (ppm)	Maximum	239	327	137	149	112
NO (ppm)	Minimum	35	129	80	8	89

		<u>4</u>	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
m/m %	Nedvesség	7,4	9,9	8,4	7,1	6,9
m/m %	Hamutartalom	9,06	2,07	1,05	1,19	0,33
kJ/kg	Égőshő	21801	20239	20372	20590	20054
kJ/kg	Fűtőérték	20594	18938	19058	19278	18731

A mérések elvégzése után a kapott adatokból átlagot számoltunk, illetve megkerestük a maximális illetve a minimum értékeket. A kapott számok segítségével rangsoroltuk a különböző értékeket.

Az elégetett mintákat lehetséges műszaki és környezetvédelmi oldalról is osztályozni. A nedvesség- és hamutartalom mellett az égőshő és a fűtőérték tartozik a piaci szempontok közé. Ezen a téren a különböző típusú fapellek mutatnak jobb paramétereket. A kapott mérési eredmények összhangban vannak a kereskedelemben jelenleg meghatározott árral, mert az agripellet ára lényegesen alacsonyabb a fáénál.

A dolgozatban a füstgáz környezetvédelmi szempontú értékelése a feladat. Az NO kibocsátás terén hasonlóan a műszaki paraméterekhez látható a különbség, miszerint az agripellet szennyezi leginkább a környezetet. A keményfa terheli a legkevésbé a légkört, amit a különböző fenyő alapú tüzelőanyagok követnek, és a sort a napraforgóból készült préselmény zárja.

A CO oldaláról közelítve a kérdést, árnyaltabb képet kapunk, az előző mérési eredményhez hasonlóan a sor végén egy napraforgó pellet található, de ott van mellette a piacon kapható legértékesebbnek gondolt tüzelőanyag is, amit ismét egy agripellet követ és a rangsor első helyén két fapellet található. Az elvégzett füstgáz - elemzés következtében a CO kibocsátás szempontjából nem mutatható ki egyértelmű különbség a fa és a mezőgazdasági alapú tüzelőanyag között. Az elvégzett mérések viszont azt mutatják, hogy a hazai gyártású pellet függetlenül az alapanyag fajtájától magasabb CO kibocsátással rendelkezik, mint a külföldről behozott termékek.

5. Következtetések, javaslatok

Az elvégzett mérések alapján kijelenthető, hogy káros anyag - kibocsátása mindegyik pelletnek van, viszont a kapott eredmények azt mutatják, hogy ha a faalapú biomassa ezúton történő felhasználását választjuk, akkor az agráripari hulladékból készült préselvényhez képest kevésbé terheljük a környezetünket, különösen, ha a külföldről származó fapellet elégetéséből próbálunk energiát nyerni. Hazánkban a tőlünk nyugatra lévő országokkal ellentétben a törvény nem kötelezi a biomassa kazán felhasználót, hogy füstgáz szűrő ciklont vagy e - filtert alkalmazzon, de ezek használatával a káros anyag kibocsátásának mennyisége tovább csökkenthető. Hasznos lenne figyelmet fordítani a pelletálni kívánt alapanyag nedvességtartalmára. Magyarországon létező példa, hogy egy ablakgyártó cég száraz fűrészpor hulladékát préseli pelletté, továbbá néhány agrár terméket tömbösítő üzemben nem szükséges szárító gépet üzemeltetni a végtermék előállításához, aminek köszönhetően nagy mennyiségű energiát lehet megspórolni, így kevesebb káros anyag kibocsátást eredményez. A pellet készülékek a faelgázosítás elvén működnek, hasznos lenne a kapott értékek összehasonlítása egy hagyományos, hazánkban gyakran használatos vegyes tüzelésű kazán általi kibocsátással. Magyarországon az energiatermelés jelentős része földgáz alapú, ezen készülékek füstgázelemzésének vizsgálata is hasznos lehet, hogy a kapott eredmények után kiválasztható legyen az a megoldás, ami legkevésbé terheli környezetünket. Fontos, hogy csak a fa- és agráripari hulladék legyen tüzeléstechnikai feladatok miatt lepréselve, mivel az Európai Unióban folyamatosan növekszik az igény a pelletre, ennek köszönhetően apríték, raklapüzemből származó darabos fa vagy akár farönkök is pelletálásra kerülnek, aminek következtében növekszik az energiafelhasználás, illetve a szén-dioxid mérleget is megváltoztatja, a környezetvédelmi szempontok pedig másodlagossá válnak. A felhasználás során különös figyelmet kell fordítani a tüzelőberendezések hatásfokára, mert ez javítja a kibocsátási értékeket. Ezen értékeket befolyásolja a

pelletált növényi maradványok alapanyaga. A dolgozat elkészítése során a napraforgó pellet vizsgálatára volt lehetőség de érdemes lenne a repceszárból vagy búzaszalmából, esetleg keverékükből készülő terméket vizsgálni. Rendkívül fontos a gyártáshoz szükséges energiafelhasználás mértéke mellett, hogy amennyiben mégis energia termelés céljára telepített növény kerül felhasználásra, a telepítés során semmiképpen ne invazív fajra essen a választás, illetve ne veszélyeztesse a biodiverzitást és az élőhelyet. Kerülni kell a genetikailag módosított növényeket, illetve különös figyelmet kell szentelni a megfelelő termesztési technológia kiválasztásának.

6. Összefoglalás

Az elvégzett mérések alapján különbséget tudtunk tenni a különböző gyártmányú pellet káros anyag - kibocsátása között, de a dolgozat korlátozott lehetőségei nem tették lehetővé, hogy ezen típusú tüzelőanyaggal kapcsolatos környezetre gyakorolt terhelését végig vegyük. Ahhoz, hogy teljes képet kaphassunk, az elkezdett munka tovább folytatható, a gyáregység építése során kibocsátott káros anyag mennyiségének meghatározásával. Továbbá fontos kérdés az előállítás, a szállítás, a gépek előállítása, illetve a késztermék - gyártás során elhasznált áramfelvétel és a végtermék, azaz a hamu elszállítása. Az agri-pellet esetén fontos környezetvédelmi kérdés ebből a szempontból is a műtrágya használat. Ezek ismeretében tudjuk meghatározni, hogy összesen mekkora terhelést jelent környezetünkre ez a típusú tüzeléstechnika. Az összes eredmény birtokában lesz lehetséges összehasonlítani egyéb energiahordozókkal, aminek eredményeképp kiválaszthatjuk a legkevésbé káros technológiát.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni témavezetőm, Cseke Botond Úr támogatását, útmutatását, aki hasznos tanácsaival, illetve a mérések véghezvitelében is nélkülözhetetlen segítséget nyújtott, nélküle ez a dolgozat nem jöhetett volna létre.

Köszönöm a segítséget Nagy Pálnak, a Jákófa Kft. tulajdonosának, akitől rengeteg információt, támogatást és segítséget kaptam a témakör elsajátításához, illetve az ő közbenjárásának köszönhetően juthattam el a Pannon Biomassza Kft. laborjához, ahol az ott dolgozó kollégáknak az elkészült mérési jegyzőkönyvet köszönhetem. Az ő segítségük nélkül hiányosak lennének az adatok és nem lehetne teljes a szakdolgozat.

Irodalomjegyzék

Centrometal (2010) Cm Pelet-set 14 – 90 kW Beszerelési útmutató. Biokopri Kft, Baja p. 4 - 9

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

Hutakiné - Koós - Szücs (2013) FAALAPÚ BIOMASSZA ENERGIACÉLÚ HASZNOSÍTÁSÁNAK GLOBÁLIS ÉS HELYI LEVEGŐKÖRNYEZETI HATÁSAI Anyagmérnöki Tudományok, 38/1. p. 137-146.

Mészáros (1993) Veszprémi Egyeteni Kiadó, Veszprém. Légekörtan p. 34

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. 183 - 191

Papp Vikrória (2018) Energetikai Pelletek előállításának és hasznosításának ökoenergetikai vonatkozásai. Doktori értekezés, Sopron. p. 18 p. 21 p. 83

Szikra Cs. (2019) Összesített energetikai jellemző számítása BME Építészmérnöki kar Budapest p. 1

Internet1: https://staticint.testo.com/media/76/c4/9b73dee9309f/testo_310_adatlap.pdf (2022. március. 25.)

Internet2: <https://www.centrometal.hr/public/downloads/kotlovi-za-pelete/cm-pelet-set/serviser/Teh-upute-Pelet-set+CentroPlus-MONTER-14-35.pdf> (2022. április. 26.)

Internet3: <https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2012/november/2574-a-fustgazelemzo-kezi-keszulekekrol> (2022.május. 10.)

Internet4: <https://www.centrometal.hu/centrometal-eko-ck-p-cm-pelet-set-14-90-kw-pellet-kazan-567> (2022.május. 18.)

Internet5: <https://www.hdg-bavaria.com/ueber-hdg/news/> (2023. február. 08.)

Internet6: <https://www.hdg-bavaria.com/produkte/pelletkessel/hdg-m300-400/> (2023. március. 02.)

Internet7: <https://okosgrill.hu/mi-az-a-fa-pellet/> (2023. április. 05.)

Ábra jegyzék

1. ábra: Primer energiafelhasználás struktúrája az Európai unióban 2008	7
2. ábra: Megújuló energia felhasználásának struktúrája az EU-ban	8
3. ábra: Fapellet	9
4. ábra: Jákófa Kft. telephelyén a pellet üzem rajza felülnézetből	14
5. ábra: Münch RMP-520	16
6. ábra: Matrica és görgő	16
7. ábra: HDG – Bavaria gyártmányú kazán és kiszolgáló rendszere	19
8. ábra: HDG-Bavaria gyártmányú kazán M300-400 típus	20
9. ábra: EKO-CK-P kazán	25
10. ábra: EKO-CK-P kazán egységei	26
11. ábra: Cm Pelet set 14 – 50 kezelő felülete	27
12. ábra: Gyenge minőségű napraforgó pellet	30
13. ábra: Gyengébb minőségű napraforgó pellet mérési jegyzőkönyve	30
14. ábra: Jó minőségű napraforgó pellet	32
15. ábra: Jobb minőségű napraforgó pellet mérési jegyzőkönyve	32
16. ábra: Ukrán fenyő pellet	34
17. ábra: Ukrán fenyő pellet mérési jegyzőkönyve	34
18. ábra: Ukrán keményfa pellet	36
19. ábra: Ukrán keményfa pellet mérési jegyzőkönyve	36
20. ábra: Ukrán fenyő pellet	38
21. ábra: Hazai fenyő pellet mérési jegyzőkönyve	38

Táblázatjegyzék

1. táblázat: Biomassza féleségek elemi összetétele	11
2. táblázat: Biomassza-féleségek fűtőértéke és égéshője	13
3. táblázat: Agripelletel szemben támasztott követelmény	18
4. táblázat: Fás szárú biomasszák tüzeléstechnikai jellemzői	21
5. táblázat: Hamu és szálló por összetétele	22
6. táblázat: EKO – CK – P kazántest paraméterei	24
7. táblázat: Cm Pelet set 35 műszaki adatai	25
8. táblázat: Testo 310 füstgázelemző műszer műszaki adatai	29
9. táblázat vizsgálati eredmények átlaga	30
10. táblázat: gyengébb minőségű napraforgó pellet füstgáz mérése	31
11. táblázat: vizsgálati eredmények átlaga	32
12. táblázat: jobb minőségű napraforgó pellet füstgáz mérése	33
13.táblázat: vizsgálati eredmények átlaga	34
14. táblázat: Ukrán fenyő pellet füstgáz mérése	35
15.táblázat: vizsgálati eredmények átlaga	36
16. táblázat: Ukrán keményfa pellet füstgáz mérése	37
17.táblázat: vizsgálati eredmények átlaga	38
18. táblázat: Hazai fenyő pellet füstgáz mérése	39
19. táblázat: kapott eredmények átlagának összehasonlítása	40

NYILATKOZAT

szakdolgozat¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Enyingi András
A Hallgató Neptun kódja: VNGYFM
A dolgozat címe: A PELLETTÜZELÉS EMISSZIÓS ÉRTÉKEI ÉS HATÁSA A KÖRNYEZETRE
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Agrárműszaki Intézet

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

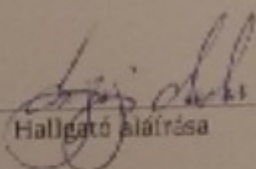
Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után teheték.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitóri rendszerébe.

Kelt: 2023. év. 05. hó 02. nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozat-típus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozat-típus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Engyingeri András (név) (hallgató Neptun azonosítója: VNGYFM)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
~~záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió~~¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A ~~záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió~~ a záróvizsgán történő védeésre
javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Keszthely, 2023 év április hó 26. nap

M. B. B. B.

Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.