

# Vääristatud pillirookütuse valmistamine ja väikekolletes põletamine



Livia Kask, Ülo Kask, Henry Uljas,  
Kristjan Plamus  
Tallinna Tehnikaülikooli soojustehnika  
instituut

## Pilliroopelletite valmistamine

Tallinna Tehnikaülikooli (TTÜ) soojustehnika instituudi (STI) töötajad Ülo Kask, Livia Kask ja Henry Uljas käisid veebruaris 2007 Soomes Jämijärvil firmas Biottori OY pilliroopelletite katsepartiid valmistamas. Neid abistas ja juhendas Biottori firma juht. Pelletite katsepartii toodeti Saaremaa firma Roomaja OÜ isolatsiooniplaatide servasirgestamisjääkidest (pilliroog keskmine kõrrepikkusega 7–14 cm), mis olid eelnevalt Desintegraator Tootmise OÜ desintegraatoris peenestatud.

Pelletipress Agri 20 (joonis 1) on valmistatud Lõuna-Aafrika Vabariigis. Varem oli teada, et rohtse biomassi segu (80 % lutserni ja 20 % maisivar-

si) pressimisel saadi selles pelleteid 150–200 kg/h.



Joonis 1. Pelletipress.  
Figure 1. Pellet press Agri 20

Agri 20 standardmatriits võimaldab toota pelleteid läbimõdduga 2,2–10 mm. Firmast saab ka vajadusel tellida matriitse suuremate pelletite tootmiseks. Press kaalub 360 kg ja elektri tarbimiskoormus on ligikaudu 10 kW. Tänu automaatjuhtimisele kasutatakse pressi kas eraldiseisvana või tootmisliini osana.

Soomes oli katsepartii tootmise ajal päevane õhutemperatuur –15 °C, press paiknes kütmata hallis, mis raskendas katseteid. Press oli varem töötanud vaid 6 tundi, mistõttu puudusid ka kogemused kuiva pilliroo kui tooraine kasutamiseks ja pressi seadistamiseks. Töö käigus püüti leida sobivamat vertikaalmatriitsi (joonis 2) ja rullide (2 tk) vahet, kuid päris õiget ei õnnestunudki välja reguleerida. Prooviti teist korda pressida ka pressi läbinud peenmaterjali, kuid häid tulemusi ei saadud. Kleepuvus ja sellest tulenev pelletite kvaliteet paranes toorme le lümee lisamisel, mis suurendas segu niiskust.

Nimelt oli kaasatoodud peenestatud pilliroo niiskus umbes 12 %, pressi juhendis soovitatud toormaterjali algniiskus 12–20 %. Ka paranes pelletite kvaliteet, kui lisasime rapsikooki ja köömnepuru. Toore söödeti portsjonite kaupa käsitsi pressi punkrisse. Pressimise käigus tuli palju materjali ka kokku kleepumata läbi matriitsi ning tolmu osakaal oli ligi 50 %. Valdav enamik pelletitest olid veidi pikemad kui 10 mm (joonis 3). Eestisse toodi roopelletite katsepartii 60 kg, pelletite läbimõõt 8 ja pikkus 8–40 mm.



Joonis 2. Pelletipressi matriits.  
Figure 2. Matrix of pellet press.



Joonis 3. Pilliroopelletid.  
Figure 3. Reed pellets

## Algus lk 17

nilisest ainest rikastunud sette kivimite provintsi, mis praegu laiub meile tuttavast Kesk-Aasiast idas kuni Marokoni lääned. Kriidajastu lõpu ja Paleogeeni alguse Vahemeri oli praegusest palju laiem ja meretase kõrgem, mistõttu laialdased madalmaal Aafrika mandri äärel olid üle ujutatud. Johtuvalt valitsevast troopilisest kliimast kuhjus mandrilava madalmeredes nii fosforiitide kui põlevkivi lähtemudasad. Valdavalt karbonaatse mineraalosa põ-

levkivide kõrval esineb ka põlevkive, mille mineraalses koostises valitsevad terrigeensed osised – peen päevakivikvartsliv ja savi. Fosfor ja orgaaniline aine settes viitavad toiteinete rikkusele merevees, mis pärines naabruses oleva ookeani vee tõusikvoolust ehk hoovuste tõusust mandrilavale. Surnud organismide lagunemine tekitas hapnikupuuduse – anoksilise keskkonna – nii alumistes veekihtides kui ka põhjasetetes. Sellistes tingimustes haarati orgaanilisse ainesse ja settesse kaasa väävlit ja paljusid mikroelemen-

te. Kõrge väävlit- ja mitmete kahjulike mikroelementide sisaldus meenutab meie diktüoneemakilta ja komplitseerib paljude Vahemere-äärse põlevkiviprovinci maardlate kasutamist. Settesse kuhjunud orgaaniline aine on olnud lähteaineks ka Vahemere-Araabia-Kesk-Aasia provintsi hiiglaslikele nafta- ja gaasivarudele. Põlevkivi on säilinud paikades, kus seda sisaldavad kihid pole kunagi nafta looduslikuks utmiseks vajalikesse suurtesse, paljude kilomeetrite sügavustesse vajunud.

### Pilliroopelletite põletuskatsed

Märtsis 2007 tehti TTÜ STI katelde laboris esimene Soomes pressitud pilliroopelletite põletuskatse. Katel Pelle 30 (joonis 4) ühendati 15 m kõrguse korstna ja hoone küttesüsteemiga. Katsetati 30-kW pelletipõletit (stokerpõletit) IWABO Fastighet (joonis 5) ühendatuna kütuse etteande kruvitranspordööri ja kütusemahutiga. Kruvisöötur tõukab kütuse põleti restile. Tuhk valgub sellistes põletites pealelükatava kütuse survele üle resti esiserva kolde põhja.



**Joonis 4.** Katel Pelle pelletipõletit ja kütusemahutiga.

**Figure 4.** Boiler Pelle with pelletburner and fuel container



**Joonis 5.** Pelletipõletit IWABO Fastighet 30.

**Figure 5.** Pelletburner IWABO Fastighet 30

Katseks võetud pilliroopelletite ja -brikettide (koostis vt tabel 1, brikettide põletamisest allpool) lähtematerjali kütteväärtus oli niiskusel 8–9 % 16,5–17 MJ/kg (energiasisaldus 4,6–4,7 MWh/t). Pelletite lähtematerjali niiskus oli 12,0 %. Katse käigus põletati 12,6 kg pelletteid. Eelnevalt köeti katel võimsuseni 24,7 kW ning seejärel reguleeriti põlemisrežiimi võimsusele ~15 kW, mida suudeti hoida enam-vähem püsivana 80 min. Katla keskmine primaarvõimsus katsel (heat input, kütuse järgi) oli 19,2 kW ja kasulik soojus (useful heat output) ~17 kW. Püsirežiimi ajal oli lahkuvate suitsugaaside keskmine temperatuur 146,7 °C.

**Tabel 1.** Kütuse koostis %.

**Table 1.** Fuel composition, %

Parameeter	Kuivaine	Tarbimisaine
Niiskus W	-	8,7
Tuhk A	3,3	3,0
Süsinik C	47,5	43,4
Hapnik O	43,3	39,5
Lämmastik N	0,3	0,3
Vesinik H	5,6	5,1
Kloor Cl	<0,15	<0,14

Kolm tundi pärast kütuse süütamist põlemine aeglustus (sama juhtus varem põhupelletite põletamiskatsel). Katse lõpetati 6 min hiljem ja selgitati ummistuse põhjus – oletatavasti ummistas kolde restile jäänud tuhka massiga ~100 g (joonis 6). Tuhka käega muljudes jäi tunne, et muljuti mineraalvilla.



**Joonis 6.** Tuhk põletis.

**Figure 6.** Ash in the burner

Põlemisel tekkis 358,7 g tuhka, millest 27,9 % jäi stokerpõletit restile, suurem osa (67,1 %) katla tuhapannile, katla konvektiivsesse gaasikäiku kandus 5,0 %. Põlemata osa (kadu mehaaniliselt mitteäielikust põlemisest) oli tuhas 0,33 %. Tuhakuhja südamik oli osaliselt paakunud, mida võis soodustada kaarega kaetud rest (joonis 7).



**Joonis 7.** Tuhaga ummistunud rest.

**Figure 7.** Grate silted with ash

Järgmine katse tehti samas standis ligi kuu aega hiljem. Kasutati eelmisest

erineva restiga põletit IWABO Villa S (20 kW) (joonis 8). Selles langeb kütus põleti restile ülevalt toititorust. Eeldasime, et restile langevad pelletid lõhuvad restile tekkiva struktuurse tuhamoodustise ning tuhka puhutakse põlemisõhu abil katla tuhapannile.



**Joonis 8.** Põletit IWABO Villa S 20.

**Figure 8.** Burner IWABO Villa S 20

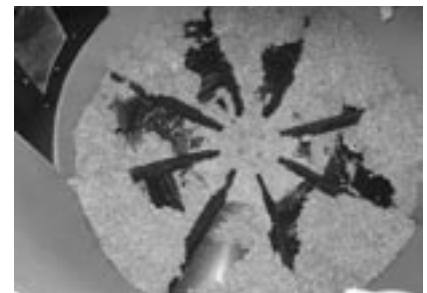
Kütus süttis, ka saavutas katel ilma probleemideta statsionaarse võimsuse ~13 kW. Kütuse keskmine kulu oli 2,1 kg/h. Pärast ühe tunni möödumist katel seiskus. Põhjuseks oli põlemisresti ummistumine õhulise struktuurse tuhamoodustisega. Paakumist ei esinenud.

### Kokkuvõte pilliroopelletite põletamisest

Pilliroopelletiteid oleks tõenäoliselt kõige sobivam põletada stokerpõletis, kus kütus antakse ringikujulise ristlõikega põletuspeasse (nn kuhikrest) suunaga alt üles kruvisööturi abil. Sel juhul peaks tuhka ühtlaselt üle põletit serva koldesse varisema. Samas aga võib suurendada põlemata kütuse osakaal. Pilliroo põletamiseks peaks põletit rest olema liigutatav ja põletit varustatud mehaanilise tuhaarastussüsteemiga. Viimase saaks välja arendada senistest horisontaalse etteandega põletitest.

### Pilliroobrikettide valmistamine

Märtsis 2007. aastal pressisid Livia Kask ja Henry Uljas Taivani firma SK Machinery CO Ltd pressiga RL-50BM (joonis 9 ja 10) Saaremaal OÜ-s Sandla Puit Tallinnas desintegraatoris eelnevalt peenestatud pilliroogu brikettideks.



**Joonis 9.** Briketipressi toormepunker.

**Figure 9.** Raw material container of briquette press



**Joonis 10.** Briketipress RL-50BM.  
**Figure 10.** Briquette press RL-50BM

Briketiti puhtast pilliroogu ning okaspuusaepuru ja pilliroo segu (50:50 % mahu järgi, eeldatavalt oli segus puitu 2–3 korda rohkem). Saepurulisandiga briketid tulid ~50 mm ja pilliroobriketid ~80 mm pikad (läbimõõt 50 mm (joonis 11 ja 12). Jahtudes pilliroobriketid paisusid veidi ja lõhenesid/murenesisid. Selle vältimiseks tuleks briketid võimalikult kiiresti õhukiindlalt pakendada, et takistada õhuniiskuse absorbeerimist. Selline soovitus saadi ka Tšehhi firma Briklis, spol. s.r.o. inseneridelt. Saepurulisandiga pilliroosegu kleepus paremini ja saadud briketid olid mehaaniliselt püsivamad.



**Joonis 11.** Brikettide valmistamine.  
**Figure 11.** Briquette making



**Joonis 12.** Pilliroobriketid.  
**Figure 12.** Reed briquettes

### Pilliroobrikettide põletuskatse

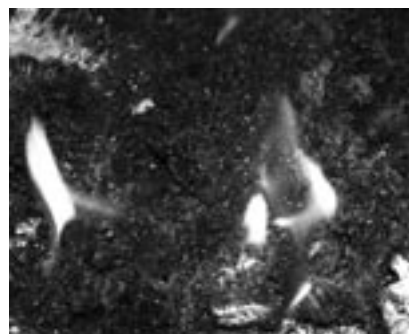
Pilliroobriketi põletuskatseid tehti tavaahjudes (restita kolle) märtsis 2007. Pilliroobriketid asetati kas puuhalgudele (joonis 13) või põletati eraldi. Briketid süttisid väga hästi põlema ning põlesid suure leegiga. Samas selgus, et kuhjas põlevad hästi pealmised briketid, olenemata kas põletati eraldi või puude peal. Tekkinud mahuline tuhk (joonis 14) matab alumised briketid või nende all olevad halud, takistades õhu juurdepääsu all olevale kütusele (joonis 15). Kui briketid laotada kolde põrandale ühtlasemalt laiali, põlevad need paremini, kuid täielikuks põlemiseks on igal juhul vaja kütusekuhja aeg-ajalt segada.



**Joonis 13.** Pilliroobrikettide põlemine.  
**Figure 13.** Burning of reed briquettes



**Joonis 14.** Pilliroobriketi tuhk.  
**Figure 14.** Ash of reed briquettes



**Joonis 15.** Tuhk takistab brikettide põlemist.

**Figure 15.** Ash prevents burning of briquettes

Kokkuvõtteks võib öelda, et tavaahjus ja ka pliidi all on pilliroobrikette küllaltki tülikas põletada, kuna kütust peab sagedasti segama ja tekib suhteliselt palju tuhka. Tulevikus tuleb rohkem tähelepanu pöörata puidulisandiga pilliroosegudest valmistatud tahkete kütuste (briketid, pelletid) põlemistehniliste omaduste ja põletamistehnoloogia uurimisele. Pilliroo keemiline koostis ja selle mõju segupelletite kvaliteedile vajaks samuti täpsustamist.