

Konferencija
Sugauta saulė, įkinkytas vėjas:
klimato kaitos švelninimas vietos lygmenyje
2010 m. liepos 27 d., antradienis
Trakai

Projektas

Šiaurės ir Baltijos šalių NVO partnerystė darniai energetikai

Projektą remia:



norden

Šiaurės ministrų tarybos
biuras Lietuvoje

Projektą įgyvendina:



DARNAUS
VYSTYMO
INICIATYVOS

Partneriai:

Danijos ekologinė taryba

Latvijos gamtos fondas

Švedijos atsinaujinančios energetikos asociacija

Biokuro gamybos ir naudojimo būdai, rinkos sąlygos, kaštai ir problemos

Algirdas Gulbinas
LŽŪU Agroinžinerijos institutas

Biokuras – iš biomasės pagaminti degūs dujiniai, skystieji ir kietieji produktai, naudojami energijai gaminti

(Biomasė – biologiškai skaidi biologinės kilmės žaliavų, atliekų ir liekanų, gaunamų žemės ūkyje, miškų ūkyje ir susijusiose pramonės šakose dalis, taip pat biologiškai skaidi pramoninių ir komunalinių atliekų dalis)

Kietojo biokuro kokybinius ir kitus rodiklius reglamentuoja kietojo biokuro standartai, kuriuos tvarko Europos standartizacijos komiteto (CEN) Technikos komitetas 335, **CEN/TK 335 Kietasis biokuras**

Kietasis biokuras

- Malkos – iš nukirstų medžių, juos sukapojant 0,25 – 0,5 m ilgio kaladėmis
- Miško ruošos atliekos – medžių šakos, viršūnės, kelmai
- Medienos perdirbimo atliekos – pjuvenos, žievės, skiedros ir kt.
- Skiedros – iš greitai augančių medžių plantacijų ir miško ruošos atliekų
- Šiaudai
- Grūdai
- Daugiametės žolės
- Smulkintos biomasės briketai ir granulės

Kietojo biokuro grynasis šilumingumas

Biokuro pavadinimas	Šilumingumas, MJ/kg
Mediena (sausą masę)	apie 19
Mediena: 50 % drėgnio	8
40 % drėgnio	10,3
30 % drėgnio	12
20 % drėgnio	14,4
Medienos granulės 10 % drėgnio	17
Šiaudai 10 – 20 % drėgnio	14,5 – 15
Daugiametės žolės (sausą masę)	17,1 – 18,5

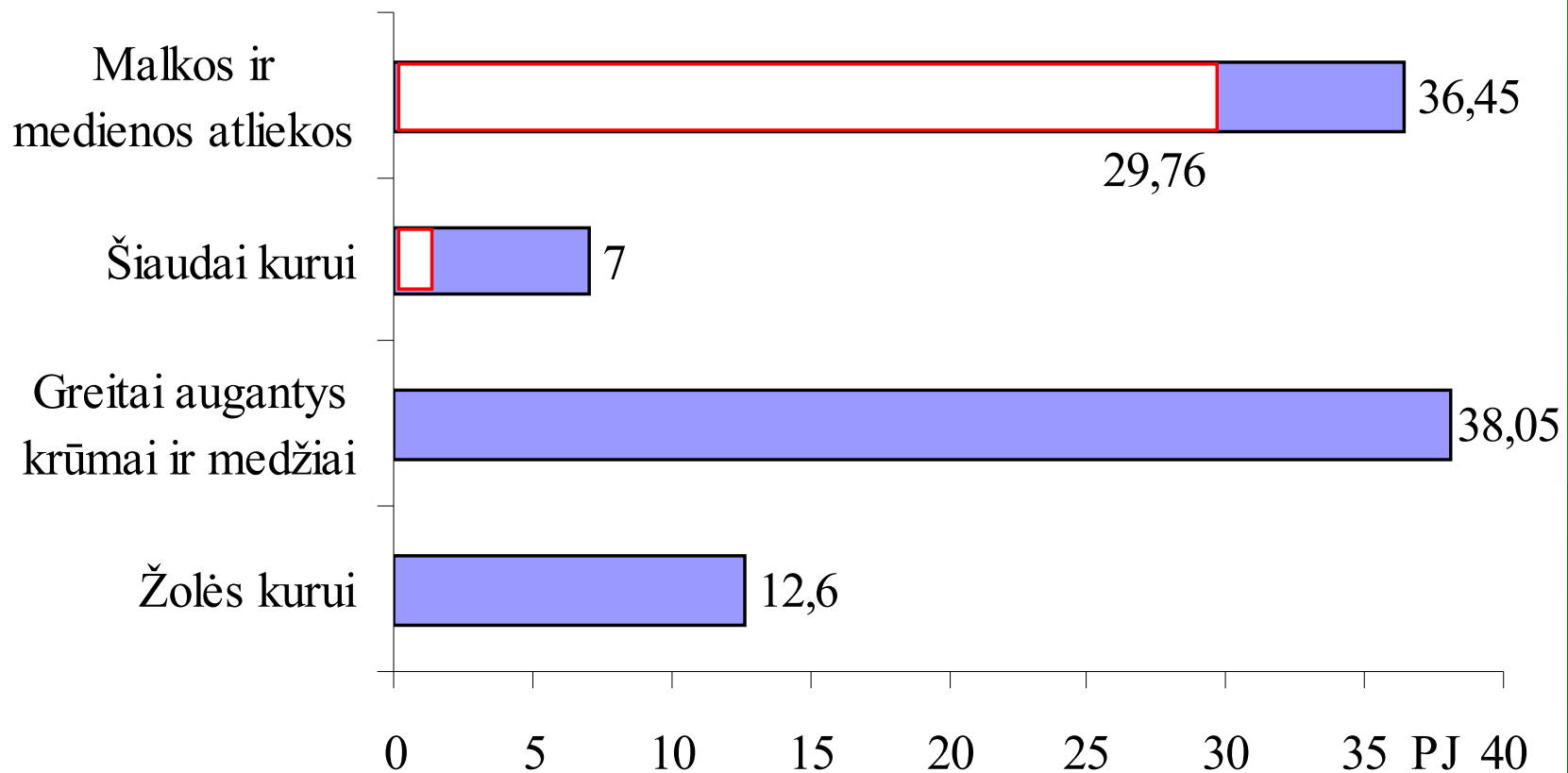
Palyginimui – mazuto šilumingumas apie 40 MJ/kg

Biokuro potencialas Lietuvoje

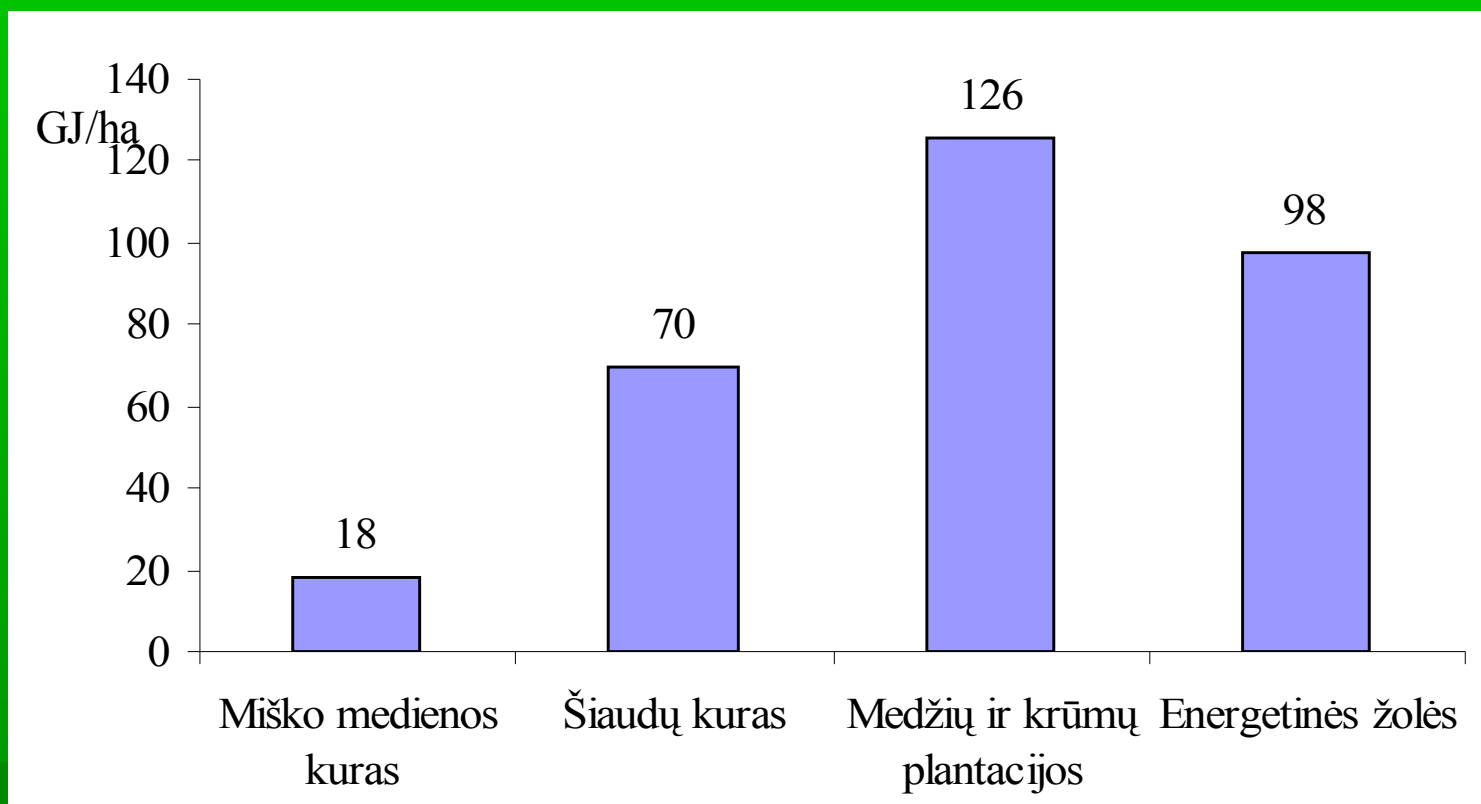
(pagal dr. A. Genutį)

Apskritis	Biokuro potencialas, tūkst. t		
	Mediena	Šiaudai	Energetiniai augalai
Alytaus	99	4	276
Kauno	243	89	395
Klaipėdos	71	6	336
Marijampolės	104	96	126
Panevėžio	133	125	444
Šiaulių	186	158	392
Tauragės	120	3	213
Telšių	82	0	304
Utenos	81	0	654
Vilniaus	224	19	882

Kietojo biomasės kuro potencialo pasiskirstymas (brūkšniuota dalis - šiuo metu naudojamo biomasės kuro kiekis) pagal prof. I. Šateikį



Lyginamasis kuro energijos kiekis, gaunamas iš vieno hektaro



Energetinėms reikmėms skirti augalai (greitos apyvartos miškai ir krūmai bei aukštaūgės daugiametės žolės) galėtų būti auginami 12,8% žemės ūkio naudmenų plote, duodami 98-126 GJ energetinės vertės kietojo biokuro iš vieno hektaro. Bendroji tokio kuro energetinė vertė sudarytų 50,65 PJ.

Medienos biokuras

Malkinė mediena (stiebų dalis netinkama perdirbimui) dabar sudaro apie 15% nuo iškertamo tūrio.

Tai sudaro iki 0,9 mln. m³ per metus.

Potencialūs miško kirtimo atliekų (viršūnės, smulkūs stiebai, kelmai, žievė, šakos) kiekiai sudaro apie 2,6 mln. m³ per metus, iš kurių galima panaudoti apie 1 mln. m³.

Malkinės medienos poreikis yra apie 3 mln. m³ per metus.

Trūkstamam poreikiui patenkinti, kasmet reikėtų įveisti po 2 – 3 tūkst. ha gluosnių energetinių plantacijų.

Gaminant malkas atliekamos šios pagrindinės technologinės operacijos: medžių pjovimas ir genėjimas; medžių kamienų (rąstų) išvilkimas į miško pakraštį; rąstų pjaustymas į trinkas ir skaldymas (miške arba kuro saugykloje); paruoštų malkų transportavimas į saugyklą; malkų džiovinimas ir laikymas.

Medžiai pjaunami ir genėjami dažniausiai benzininiais pjūklais. Nugenėtiems medžiams išvilkti į miško pakraštį naudojami traktoriai arba specialūs vilkikai. Už galo pririštus rąstus jie velka po vieną ar kelis į transportui privažiuoti patogias vietas – pamiškę, laukymes, prie kelio, kur jie supjaustomi arba transportuojami į kuro saugyklas arba medienos perdirbimo įmones.

Rąstams pjaustyti į trinkas ir skaldyti naudojama speciali technika.



Malkų skaldiklis HS 5000W
2,2 kW; skėlimo jėga - 5 t;
skėlimo ilgis -520mm

Malkų skaldiklis HSP - 320
3 kW; skėlimo jėga - 6 t;
skėlimo ilgis-1000mm



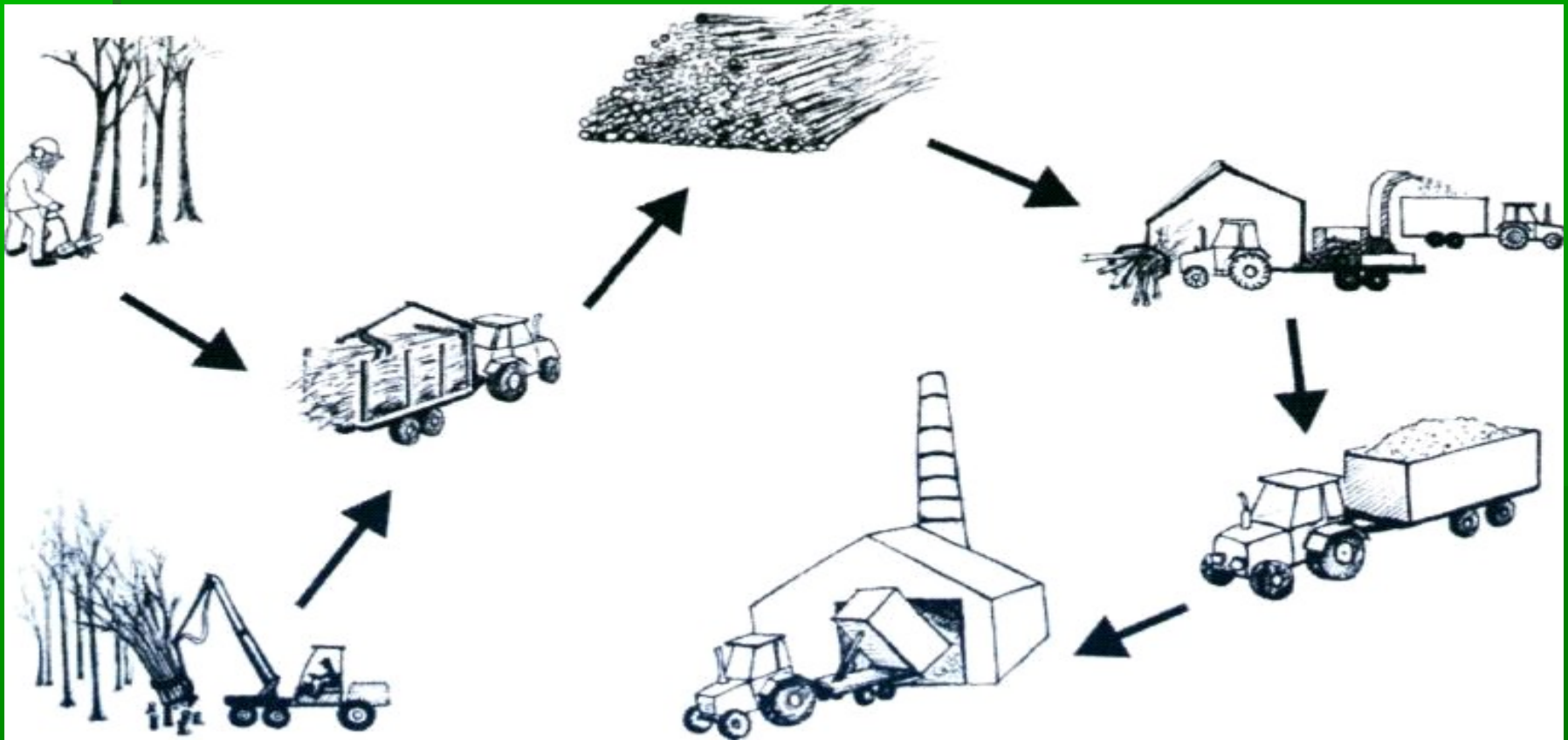
Pastaraisiais metais Lietuvoje plačiai naudojama medienos kapotinės – skiedrų gamyba. Tam naudojama įvairi technika, skirta gaminti skiedras iš rąstų, krūmų, energetinių gluosnių, šakų bei medienos atliekų.

Dažniausiai taikomos tokios medienos kuro ruošimo technologijos:

- kirtimo atliekų smulkinimas kirtavietėje;
- kirtimo atliekų smulkinimas laikinajame sandėlyje;
- neapdorotų kirtimo atliekų gabenimas į sandėlį ir smulkinimas;
- miško atliekų pakavimas į ryšulius.

Negenėtų medžių skiedrų gamybos technologija

Jaunuolynų sanitarinių kirtimų metu susidaro dideli kiekiai medienos, kurią galima sunaudoti kaip malkinę medieną.



Medienos smulkinimui
naudojami įvairių konstrukcijų
smulkintuvai :
traktoriniai pakabinami
smulkintuvai,
medienos smulkintuvai
montuojami ant rąstvežių,
sunkvežimių,
stacionarūs smulkintuvai ir t.t.

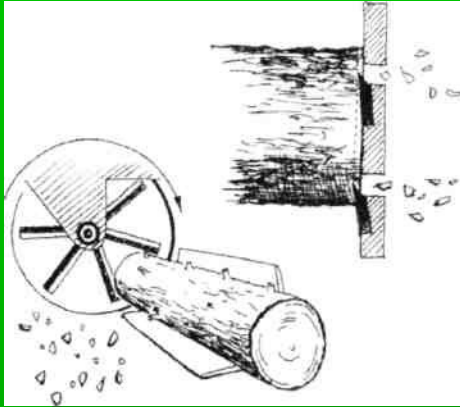


Stacionarus Radviliškio medienos smulkintuvas MS-20; 37 kW, našumas iki 15 t/h



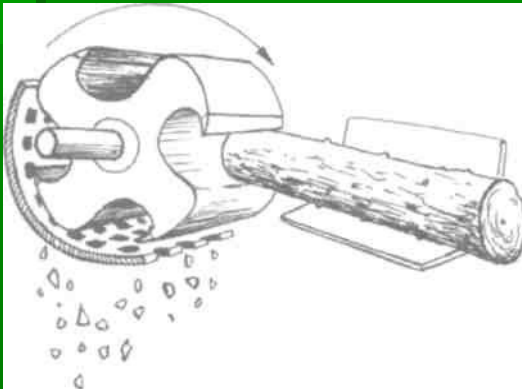
Traktorinis medienos
smulkintuvas
NHS 960; 45 kW

Diskinis smulkintuvas



Plačiausiai naudojamas smulkintuvas. Gaunamų skiedrų dydis yra vienodesnis negu kitų smulkintuvų. Trūkumas – smulkintuvo jautrumas priemaišoms ir palyginti dideli matmenys (su maža padavimo anga).

Būgninis smulkintuvas



Būgninio smulkintuvo privalumas - mažesni smulkinimo įrenginio matmenys. Trūkumai - jautrumas priemaišoms, lyginant su diskiniu smulkintuvu būgninio smulkintuvo energijos sąnaudos nuo 50 iki 75 % didesnės, o skiedrų dydžiai gali būti labai skirtingi.

Sraigtinis smulkintuvas

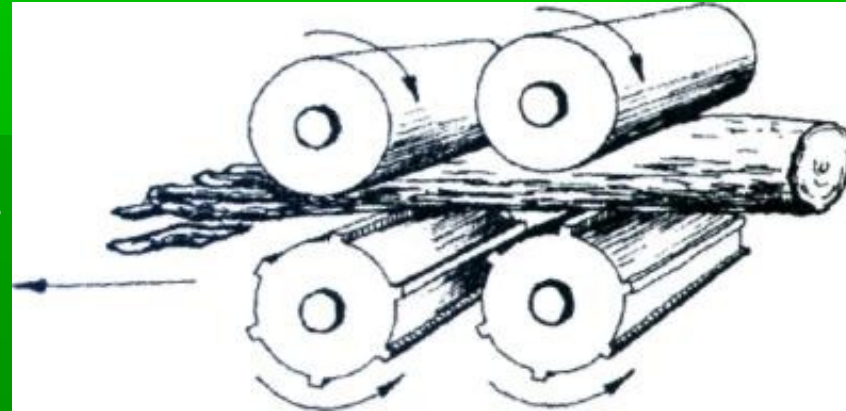


Sraigtinis peilis veikia kaip tiekimo mechanizmas, su kieto lydinio ašmenimis. Skiedros, pagamintos sraigtinio smulkintuvu, būna nevienodo dydžio ir paprastai stambesnės negu pagamintos diskiniu ar būgniniu smulkintuvu. Ašmenų galandimui reikalingi specialūs įrankiai.

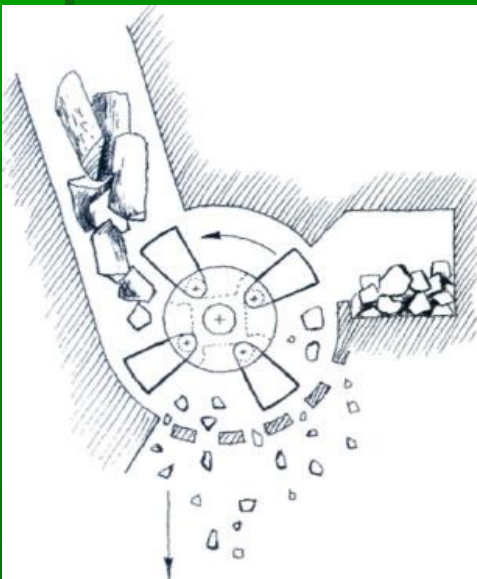
Medienos užterštos įvairiomis priemaišomis smulkinimui naudojami trupintuvai. Labiausiai paplitę yra plaktukiniai malūnai, ritininiai traiškytuvai ir žiauniniai traiškytuvai.

Kitaip nei smulkintuvai, šie įrenginiai gamina traiškytą nevienodo dydžio ir formos medienos masę.

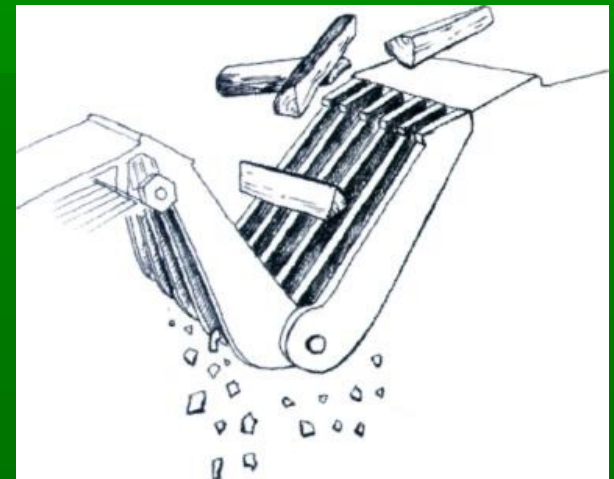
Ritininis traiškytuvas



Plaktukinis smulkintuvas



Žiauninis traiškytuvas



Šviežiai dorojama medienos biomasė būna apie 50 % drėgnio. Sandėliuojant medienos skiedras – kapotinę, sausų medžiagų nuostoliai susidaro 16-26 %, o malkoms 9-13 % per metus. Saugant kapotinę pastogėje jos nuostoliai būna 12-16 %. Be to, sandėliuojant drėgną kapotinę gali atsirasti pelėsių, grybelių, kurių sporos kenksmingos žmonių sveikatai. Ilgesnį laiką biomasė gali būti laikoma, kai jos drėgnis neviršija 20-22 %.

Medienos kapotinės transportavimas ilgais atstumais, dėl mažos tūrinės masės gerokai padidina biokuro ruošimo kaštus. Kai kuriais skaičiavimais šis atstumas neturėtų viršyti 40 km. Didesniais atstumais apsimokėtų transportuoti presuotą biomasės kūrą. Ši aplinkybė turėtų būti įvertinta, optimizuojant biomasės kuro logistikos uždavinių sprendimus.

Šiaudai biokurui

Šiaudų derlius - apie 3 mln. t per metus.

Kurui galima būtų kasmet sunaudoti apie 500 tūkst. t šiaudų.

Kurui skirti šiaudai, pjaunant javus kombainais, paliekami džiūti pradalgėse.

Iš pradalgių šiaudai renkami presais rinktuvais kuomet šiaudų drėgnis būna ne didesnis kaip 15 %.

Supresuotus šiaudus reikia surinkti nuo lauko ir pervežti į saugojimo vietą, kad būtų apsaugoma nuo drėgmės ir lietaus. Šiaudus saugoti geriausia šieno daržinėse arba kitose dengtose patalpose, tuomet jų drėgnis būna 15 – 18 %. Stirtose gali atidrėkti iki 20 % ir daugiau.

Saugant stirtose, kai kuriais atvejais iki 10 % šiaudų gali netikti kurui dėl per didelės drėgmės.

Šiaudai kurui gali būti presuojami į nedidelius stačiakampius ryšulius.

Ryšulių tankis būna $70 - 90 \text{ kg/m}^3$, ryšulio masė $12 - 15 \text{ kg}$.

Tokiais ryšuliais kūrenami iki 100 kW galios katilai.

Ryšulių presavimo, surinkimo, parvežimo iš lauko ir sukrovimo saugykloje išlaidos siekia $90 - 100 \text{ Lt/t}$.

Šiaudus galima presuoti ir į apskritus rulonus ar didelius stačiakampius ryšulius.

Šiaudų rulonai būna $1,2 - 1,8 \text{ m}$ skersmens ir $1,2 - 1,5 \text{ m}$ ilgio.

Rulono tankis $90 - 130 \text{ kg/m}^3$, masė $150 - 250 \text{ kg}$.

Šiaudų rulonais kūrenami $100 - 500 \text{ kW}$ galios katilai.

Stačiakampiai ryšuliai būna $1,2 \text{ m}$ pločio, $0,7 \text{ m}$ aukščio ir $2,4 \text{ m}$ ilgio, jų tankis siekia 150 kg/m^3 , masė 300 kg .

Dideli stačiakampiai ryšuliai geriau išnaudoja saugyklų talpą ir transporto priemonių keliamąją galią, todėl juos labiau apsimoka vežti didesniais atstumais. Jais kūrenami 200 kW ir didesnės galios katilai.

Šiaudų rulonų bei didžiųjų ryšulių presavimo, surinkimo, parvežimo iš lauko ir sukrovimo saugykloje išlaidos siekia $50 - 70 \text{ Lt/t}$

Šiaudų kuro kaina, šilumingumas ir šilumos vieneto kaina pagal dr. A. Žaltauską

Kuro rūšis	Kuro kaina, Lt/t (Lt/m ³)	Kuro šilumingumas, MJ/kg (MJ/m ³)	Šilumos vieneto kaina, ct/kWh
Šiaudų rulonai bei didieji ryšuliai	70	14,71	1,71
Šiaudų mažieji ryšuliai	100	14,71	2,45
Šiaudų briketai, granulės	240	15,26	5,66
Malkos beržinės	(80)	(7200)	4,0
Gamtinės dujos	(0,76)	(35,68)	7,67
Mazutas	600	39	5,54

Grūdų naudojimas biokurui

Jie gali būti gera alternatyva medienai. Kurui skirtus grūdus nesudėtinga sandėliuoti, paprasta nuimti derlių. Jie auginami beveik kiekviename ūkyje. Energetinė grūdų vertė yra panaši kaip medienos: 2,46 kg grūdų (14 % drėgnio) pakeičia 1 litrą krosninio kuro. Prastesnės kokybės grūdų kaina yra gerokai mažesnė negu krosninio kuro. Tokiu būdu, iš grūdų gaunama šiluminė energija yra pigesnė daugiau negu 3 kartus, lyginant su krosniniu kuru.

Tačiau grūdus deginti katilinėse nėra taip paprasta. Pavyzdžiui, pagal Vokietijoje galiojančias taisykles, mažose katilinėse grūdus deginti draudžiama dėl per didelės kai kurių nepageidaujamų junginių (azoto, sieros ir kt.) emisijos. Kai kuriuose kituose Vokietijos regionuose yra daromos išimtys ir leidžiama deginti tik kitiems tikslams netinkamus grūdus.

Gluosniai biokurui



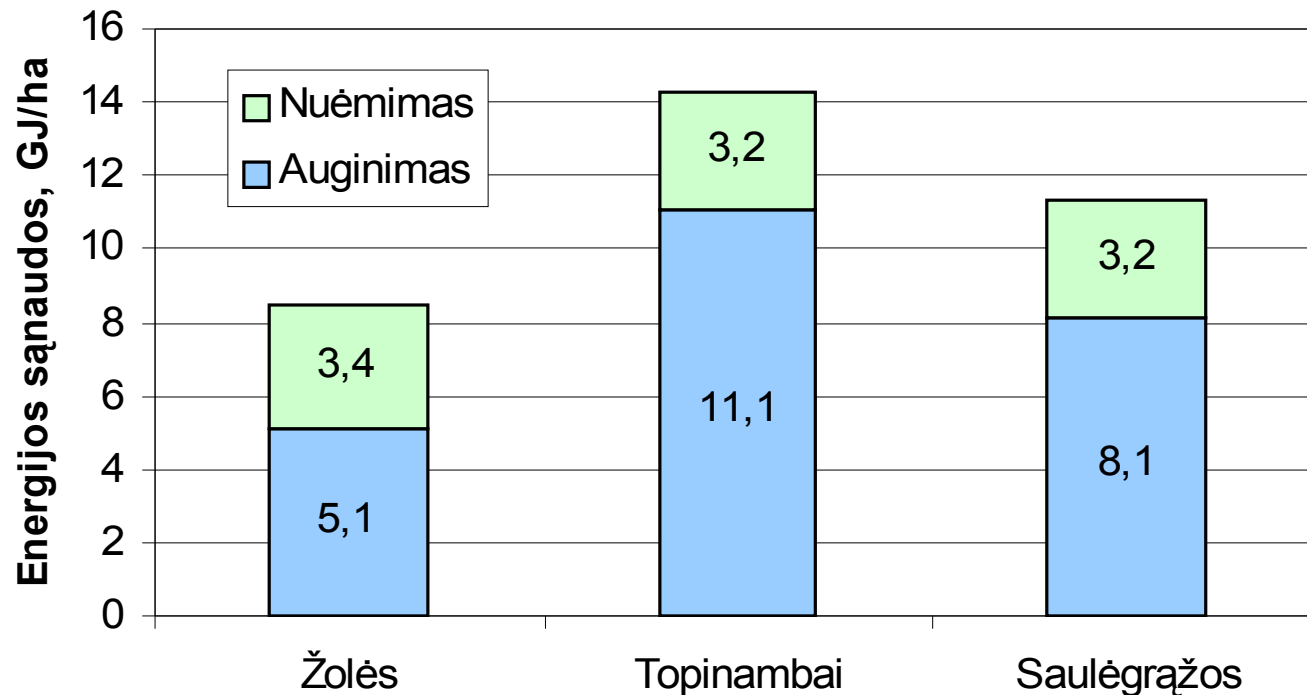
**Gluosnių energetinių plantacijų iki
2015 m. planuojama įveisti iki
11 500 ha**

**Gluosnių kapojai paprastai nėra džiovinami
ar ilgai sandėliuojami. Gluosniai dažniausiai
pjaunami žiemą ir tuojau sunaudojami, nes
tuo metu šio biokuro paklausa yra didžiausia.
Pirmais metais nuimamo derliaus kiekis yra
minimalus – maždaug 1,5 t/ha . Antrųjų metų
derlius jau būna apie 10 t/h, o trečiaisiais ir
ketvirtaisiais metais derlius būna maksimalus.
Po 3 metų gali būti gaunama apie 60 t/ha
biomases (180 erdmetrių biokuro).**

Daugiamečių žolių auginimas kurui

- Didžiausią energetinį potencialą 114 – 120 GJ/ha duoda nendriniai dryžučiai ir nendrinų dryžučių mišiniai su rytiniais ožiarūčiais ar su daugiamečiais lubiniais;
biomasės derlius nuo 12 iki 21 t/ha sausosios medžiagos.
- Daugiamečių žolių energetinis potencialas palankiais augimui metais siekia 123 – 153 GJ/ha, o nepalankiais gerokai mažesni ir siekia 52 – 115 GJ/ha.
- Topinambų energetinis potencialas svyruoja nuo 100 iki 125 GJ/ha.
- Kūrenant daugiamečių žolių biokuru, kuro kaina šiluminės energijos savikainoje vidutiniškai sudaro:
nendrinų dryžučių – 3,54 ct/kWh, nendrinų dryžučių mišinio su rytiniais ožiarūčiais – 2,7 ct/kWh.
Palyginus su kūrenimu šiaudais, kūrenti daugiamečių žolių biokuru yra 0,1 – 0,9 ct/kWh brangiau.
- Augalinės biomasės kuro šilumingumas priklauso nuo ląstelienos kiekio biomasėje. Daugiamečių žolių, nupjautų liepos – rugsėjo mėn. sausos masės grynas šilumingumas būna 17,8 MJ/kg, o paliktų per žiemą ir nupjautų pavasarį – 18,15 MJ/kg. Topinambų, nupjautų rudenį, sausos masės grynas šilumingumas 18 MJ/kg, pavasarį – 18,7 MJ/kg.

Energetinių augalų auginimo ir derliaus nuėmimo energijos sąnaudos (LŽŪU ŽŪII ir LŽI duomenys)



Atlikus technologijų energetinį vertinimą nustatyta, kad bendrosios varpinių ir ankštinių žolių mišinių auginimo ir derliaus nuėmimo energijos sąnaudos lygios 8518 MJ/ha, atitinkamai topinambų stiebų - 14378 MJ/ha, saulėgražų stiebų – 11324 MJ/ha. Bendrosios tradicinių žolių auginimo ir derliaus nuėmimo energijos sąnaudos yra 1,7 karto mažesnės už topinambų stiebų ir 1,3 karto mažesnės už saulėgražų stiebų kurui paruošti reikalingas energijos sąnaudas.

Energetiniu požiūriu kuro ruošimo iš tradicinių žolių technologija yra pranašesnė už kuro ruošimo iš stambiasiebių augalų – topinambų ir saulėgražų stiebų technologijas.

Energetinių augalų gamybos išlaidų palyginimas

(pagal Vokietijoje atliktus apskaičiavimus, dr. V. Liubarskis)

Išlaidos	Išlaidos, €/ha per metus						
	Šunažolės	Daugiamečiai rugiai	Žieminiai rugiai	Žieminiai kvietrugiai	Kanapės	Gluosniniai žilvičiai	Tuopos
Mašinos ir darbas	373,8	200,6	287,6	288,9	448,1	224,6	238,8
Trašos	123,3	123,3	123,3	123,3	123,3	123,3	123,3
Sėklos, sodinukai	16,9	35,5	98,2	65,2	179,0	48,0	120,0
Žemės nuoma	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Palūkanos	15,1	11,2	15,0	14,2	21,0	12,1	14,3
Iš viso	619,1	460,5	614,0	581,6	861,3	498,1	586,3
Sausųjų medžiagų derlius, t/ha	8,0	7,2	8,2	8,1	11,8	8,3	9,8
Savikaina, €/t	77,4	64,0	74,9	71,8	73,0	60,0	59,8

Biokuro briketavimas ir granuliavimas

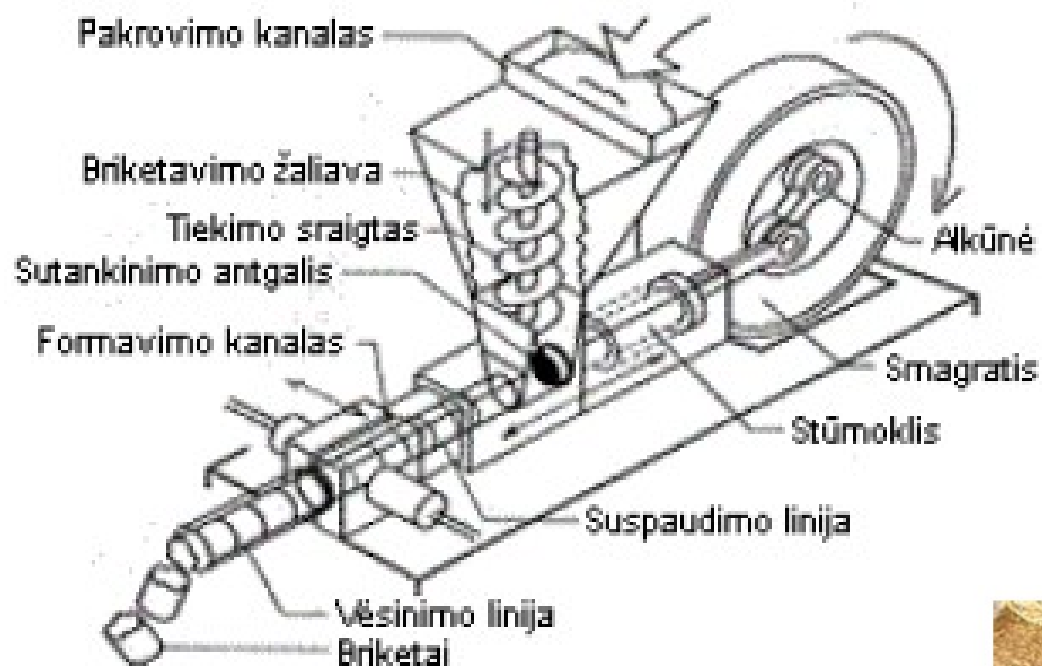
Gaminant biokuro briketus ir granules atsiranda papildomos išlaidos džiovinimo ir suspaudimo procesuose. Tai padidina kuro kainą, bet šio tipo biokuras turi nemažai privalumų, lyginant su neapdirbtu:

- geriau išnaudojamos transporto priemonės, pervežant pagamintą kurą, jomis nereikia vežioti lengvos, didelį tūrį užimančios masės;
- lengviau mechanizuoti bei automatizuoti kuro padavimą į pakuras;
- briketuose ir granulėse yra mažiau drėgmės, iki penkių kartų didesnė energetinė vertė vertinant pagal tūrį;
- galima ilgesnį laiką saugoti kurą be sugedimo grėsmės.

Biokuro presavimui dažniausiai naudojami stūmokliniai presai (briketavimui) ar matriciniai presai su žiedinėmis ar plokščiomis matricomis (granuliavimui)



Stūmoklinio briketavimo preso schema



Briketų tankis $250-600 \text{ kg/m}^3$



GRANULIŲ PRESAS OGM-1,5A

Radviliškio mašinų gamykla



Našumas granuliuojant, t/h:

medienos pjuvenas, šiaudus iki 1,3

durpes, paukščių mėšlą iki 1,8

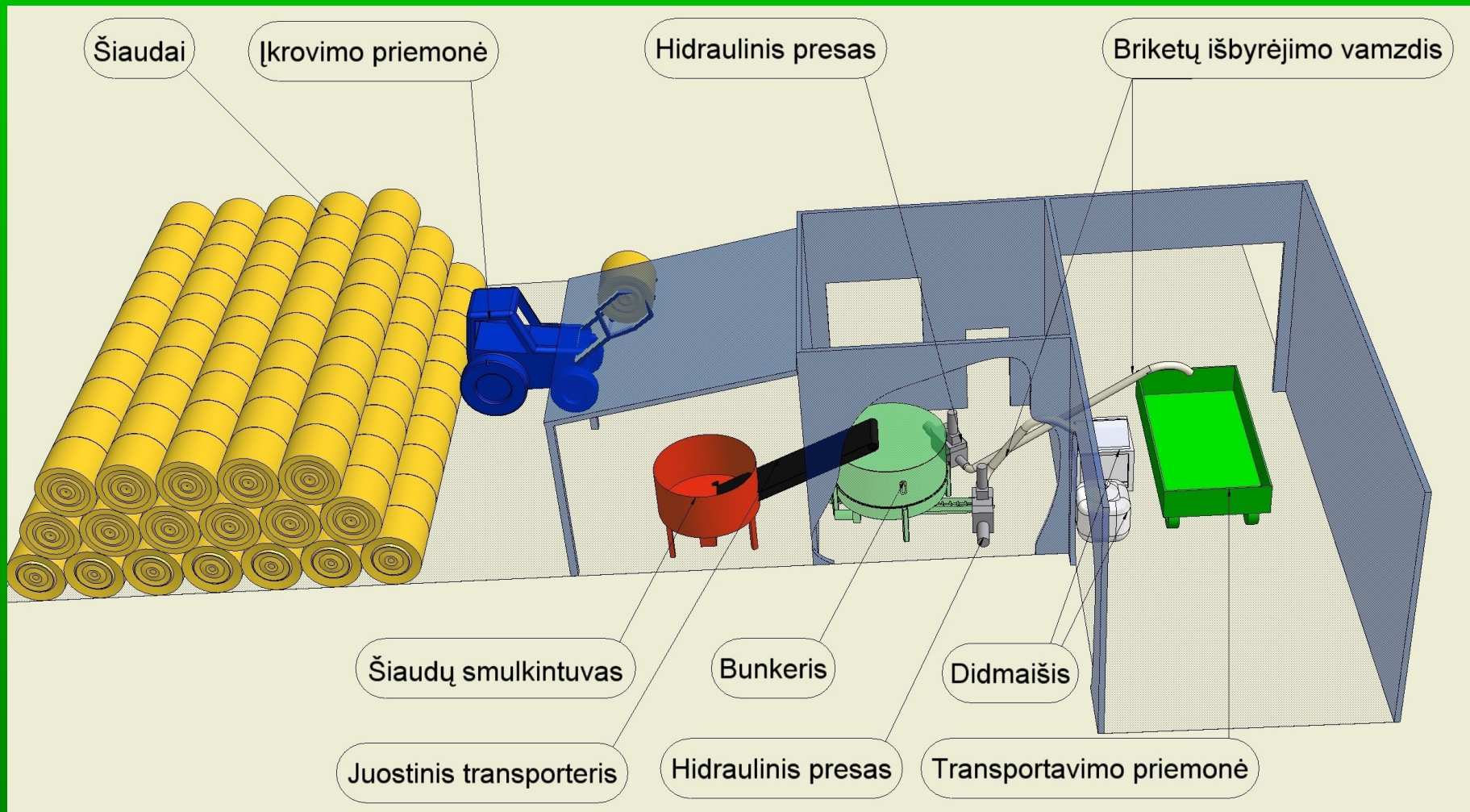
žolės miltus, kombinuotus pašarus,

cukraus gamybos atliekas iki 1,8

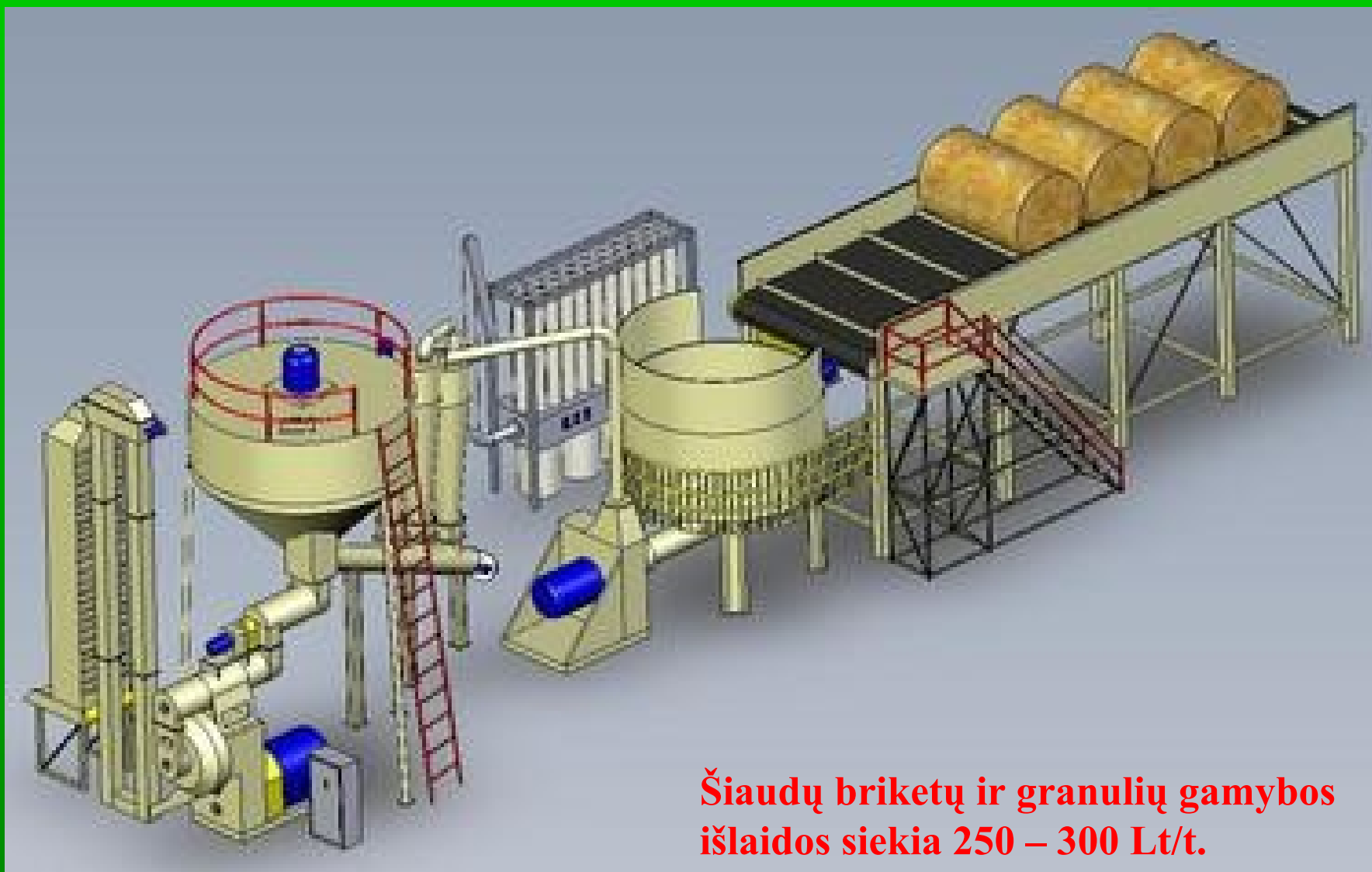
Bendras el. variklių galingumas 98 kW

Granuliatoriaus matricos skylučių
skersmuo 10 – 14 mm

ŠIAUDŲ BRIKETŲ GAMYBOS LINIJA



ŠIAUDŲ GRANULIŲ GAMYBOS LINIJA



**Šiaudų briketų ir granulių gamybos
išlaidos siekia 250 – 300 Lt/t.**

Šiaudų granulių gamybos liniją sudaro šiaudų rulonų transporteris, rulonų draskytuvas, šiaudų plaktukinis malūnas, presas - granuliatorius OGM-1,5A ir dulkių surinkimo bei filtravimo įrenginiai. Su šiais įrengimais galima pagaminti 1,2 – 1,3 t šiaudų kuro granulių per valandą.

Šiuo metu yra daug įvairių kompanijų ir firmų gaminančių biomasės granulatorius bei kitus granuliavimo linijų įrengimus arba ir visas sukomplektuotas įvairaus našumo biokuro granuliavimo linijas.

Pavyzdžiui, keletas tokių kompanijų:

- kompanija Amandus Kahl GmbH & Co KG (www.akahl.de) galinti pateikti įvairias biokuro granuliavimo linijas ir įrengimus, kurių našumas nuo 250 iki 5000 kg/h (naudojanti granulatorius su plokščia matrica);
- kompanija CPM/Europe BV (www.cpmeurope.nl) – biokuro granuliavimo linijų našumas nuo 1000 iki 5000 kg/h;
- firma MiniPell (www.bio-net.com.pl), gaminanti nedidelius granulatorius, kurių našumas gaminant 8 mm skersmns biokuro granules – iki 50 kg/h;
- Radviliškio mašinų gamykla (www.factory.lt), gaminanti granuliavimo linijas OGM – 1,5 A ir kitus biokuro granuliavimui reikalingus įrengimus.

Energetinių žalių granuluoto biokuro energijos efektyvumo koeficientas:

- be biomasės džiovinimo – 6,04;
- biomasės drėgmę sumažinant 15% – 3,68;
- biomasės drėgmę sumažinant 52% – 1,87.

Šiaudų granuluoto biokuro energijo efektyvumo koeficientas yra apie 3,5 – 3,7;

Palyginimui – šiaudų supresuotų į ryšulius, energijos efektyvumo koeficientas yra apie 5,8.

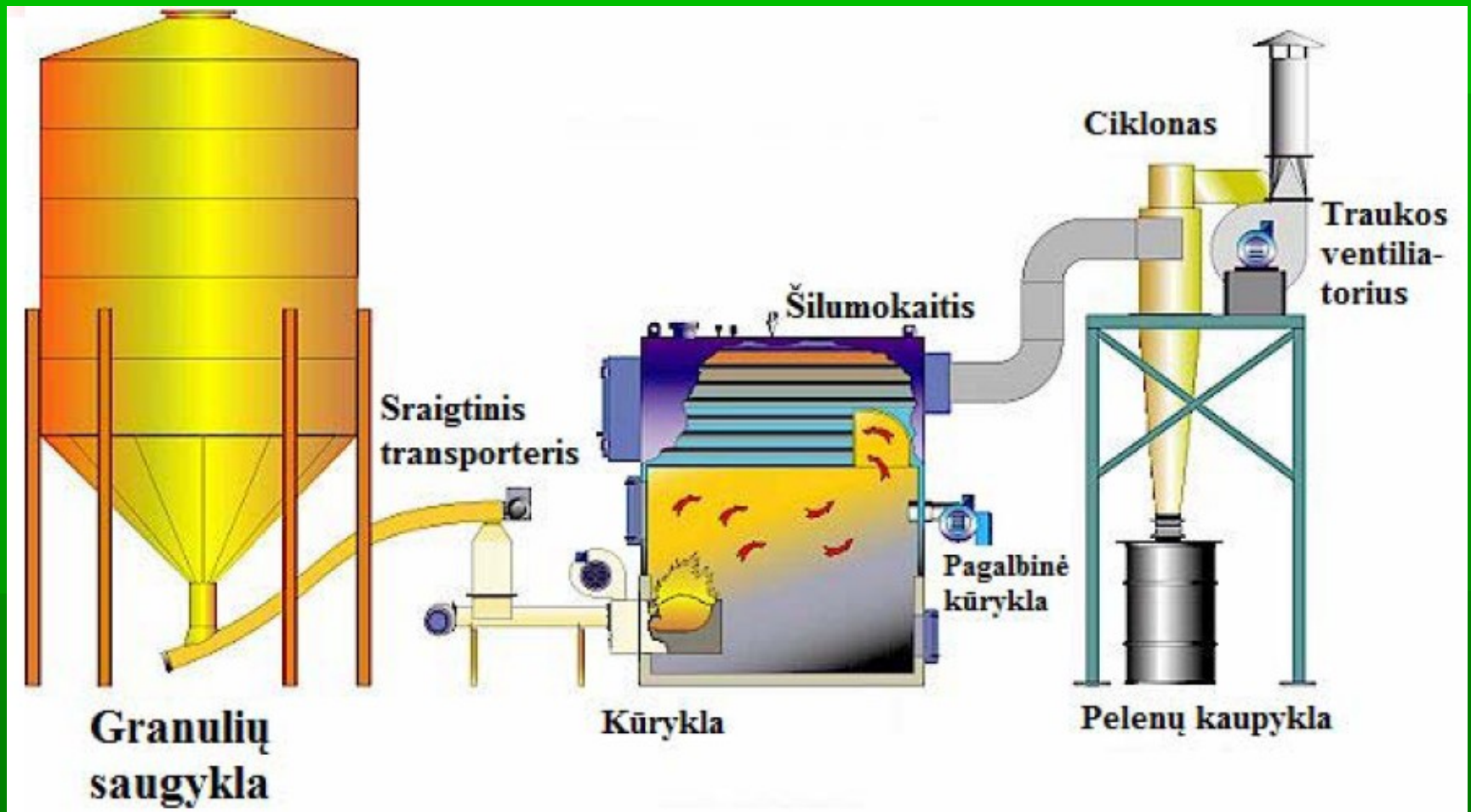
- Didžiausias energijos efektyvumo koeficientas ir mažiausia kuro savikaina ruošiant granuliuotą kūrą gaunama tuomet, kai biomasės nereikia dirbtinai džiovinti.

- Įvertinus tai, kad granuliuojamos masės drėgnis neturėtų būti didesnis negu 14 %, energetinių žolių nuėmimo laiką reikėtų parinkti tokį, kada jose yra kuo mažiau drėgmės.

- Kadangi vienam kilogramui vandens išgarinti džiovykloje reikia apie 3,5 – 4 MJ energijos, gaminti biokuro granules iš biomasės, kurios drėgnis didesnis negu 28 % energetiniu ir ekonominiu požiūriu šiuo metu netikslinga.

- Granuliuotos biomasės savikaina, jei biomasė nebus dirbtinai džiovinama, siekia apie 0,34 Lt/kg.

Granulioto biokuro deginimo linija



DĖKOJU UŽ DĖMESĮ

Algirdas Gulbinas

LŽŪU Agroinžinerijos institutas