



CeProSARD

**ПРОИЗВОДСТВО
НА БРИКЕТИ
И ПЕЛЕТИ**

Д-р Славе АРМЕНСКИ

Д-р Доне ТАШЕВСКИ

Д-р Лъбица КАРАКАШЕВА

Содржина

1. ВОВЕД.....	6
2. ИЗВОРИ НА БИОМАСА.....	7
2.1. Отпадоци од земјоделството.....	7
2.1.1. Видови отпадна биомаса од земјоделството.....	8
2.1.1.1. Отпадоци од земјоделските посеви.....	8
2.1.1.2. Отпадоци од земјоделските насади.....	8
2.1.1.3. Отпадоци од прехранбената индустрија.....	8
2.1.2. Количество отпадна биомаса по единица површина.....	8
2.1.2.1. Количество отпадоци од земјоделските посеви.....	8
2.1.2.2. Количество отпадоци од земјоделските насади.....	10
2.2. Отпадно дрво од сечење на дрвјата и од преработка на дрвото.....	10
2.2.1. Количество отпадно дрво од сечење на дрвјата и чистење на површините.....	10
2.2.2. Количество отпадно дрво од преработка на дрвото.....	13
2.3. Енергетски посеви и насади.....	14
2.4. Енергетски потенцијал на отпадната биомаса и на отпадното дрво.....	15
2.4.1. Енергетски потенцијал на отпадоците од земјоделството.....	16
2.4.2. Енергетски потенцијал на отпадното дрво.....	18
3. ОПРЕМА ЗА СОБИРАЊЕ, ТРАНСПОРТ И СКЛАДИРАЊЕ НА ОТПАДНАТА БИОМАСА.....	20
3.1. Опрема за собирање, транспорт и складирање на отпадната биомаса од земјоделството.....	20
3.1.1. Опрема за жнеене и балирање на слама и стебла од житни и индустриски растенија.....	20
3.1.2. Опрема за режење, собирање и балирање на отпадот од кроењето на овошните насади и виновата лоза.....	23

3.2. Опрема за собирање, збивање и врзување, транспорт и складирање на отпадното дрво од сечење на шумите.....	25
3.2.1. Сечење на дрвото.....	25
3.2.2. Донесување и збивање на дрвените отпадоци.....	26
3.2.3. Транспортирање на шумските дрвени отпадоци.....	29
3.2.4. Складирање на шумските дрвени отпадоци.....	30
3.3. Потрошувачка на енергија за собирање, балирање и транспорт на отпадната биомаса од земјоделството и од шумите и производство на пелети.....	31
4. ТЕХНОЛОГИИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА БРИКЕТИ И ПЕЛЕТИ.....	34
4.1. Опрема за подготовка на отпадната биомаса за брикетирање и пелетирање.....	34
4.1.1. Опрема за примарно дробење и мелење на отпадната биомаса.....	34
4.1.2. Преглед на производители на опрема за дробење.....	36
4.2. Редослед на одвивање и потребна опрема за брикетирање и за пелетирање.....	39
4.2.1. Редослед на одвивање на процесот за брикетирање и пелетирање.....	39
4.2.2. Технологии за брикетирање и за пелетирање.....	43
4.2.2.1. Технологии за брикетирање.....	43
4.2.2.2. Технологии за пелетирање.....	47
4.2.3. Распоред на опремата и потребен простор за брикетирање и пелетирање во зависност од капацитетот.....	49
4.2.4. Облик, димензии, маса и карактеристики на брикетите и пелетите во зависност од суровината.....	54
4.2.4.1. Брикети.....	54
4.2.4.2. Пелети.....	58

4.2.5. Пакување и транспорт на брикетите и пелетите.....	57
4.2.6. Производители на опрема за брикетирање и пелетирање.....	63
5. ЕФИКАСНИ НАЧИНИ НА КОРИСТЕЊЕ НА БРИКЕТИТЕ И ПЕЛЕТИТЕ.....	65
5.1. Производство на топлинска енергија.....	66
5.1.1. Енергетски потенцијал на брикетите и пелетите.....	66
5.1.2. Печки за согорување на брикети и пелети.....	66
5.1.3. Котли за согорување на брикети и пелети.....	67
5.1.3.1. Котли за индивидуални станбени објекти (домаќинства).....	67
5.1.3.2. Котелски постројки за индустриска намена	70
5.1.4. Котли за согорување на бали од слама за греење во домаќинствата.....	71
5.1.5. Преглед на производители на печки и котли за согорување на брикети и пелети.....	73
5.2. Производство на електрична енергија.....	77
5.2.1. Постојки за согорување на бали од слама.....	77
6. ИНВЕСТИЦИОНИ ВЛОЖУВАЊА И ПЕРИОД НА ВРАЌАЊЕ НА ИНВЕСТИЦИЈАТА.....	78
6.1. Инвестициони вложувања во опремата.....	78
6.2. Трошоци за производство на брикети и пелети.....	80
6.2.1. Трошоци за работна рака.....	80
6.2.2. Трошоци за одржување на постројката.....	81
6.2.3. Трошоци за електрична енергија и гориво.....	81
6.2.4. Трошоци за набавка на суровината.....	84
6.2.5. Други трошоци.....	83
6.3. Цена на произведените брикети и пелети.....	83
6.4. Период на враќање на инвестицијата.....	83
ЛИТЕРАТУРА.....	85

ПРОИЗВОДСТВО НА БРИКЕТИ И ПЕЛЕТИ

1. ВОВЕД

Под поимот **биомаса** се подразбира која било биолошки разградлива органска материја добиена од флората (целокупниот растителен свет на Земјата), при трансформација на видливиот дел од спектарот на сончевото зрачење со процесот на фотосинтеза.

Биомасата е значаен извор на енергија за поголемиот број од населението во светот. Со порастот на населението, во иднина се очекува користењето на биомасата да се зголемува. Во повеќето земји во развој енергијата од биомасата има значајно место во националната енергетска политика.

Биомасата е најстариот познат извор на обновлива енергија. Човекот ја користел пред илјадници години, т.е. од пронаоѓањето на огнот, па сè до денес. Наречена е обновлив (одржлив) извор на енергија бидејќи нејзиното создавање е континуирано и неограничено. Биомасата може да се одгледува во неограничени количества и да се произведе за релативно кратко време. Таа има хетероген и сложен хемиски состав.

Во биомасата како извори за добивање енергија спаѓаат: растенија во вид на

трева и дрвја, земјоделски прехранбени и добиточни растенија, отпадоци и остатоци од земјоделски посеви, индустриски растенија, отпадоци и остатоци од дрвја, водни растенија и други отпадни материи, како и некои материи од комуналниот отпад. Биоенергија се добива и од отпадните материи од луѓето и од животните.

Иако основни сировини за добивање биомаса се остатоците од шумите, од земјоделството и од населените места, таа може да се добие и од растенија наменети исклучиво за добивање енергија, т.н. **енергетски посеви**. Енергетските посеви се генетички модифицирани растенија што се одгледуваат на ограничени површини, посебно наменети за нив.

Хемиската енергија акумулирана во растенијата и во отпадоците што се создаваат при исхраната на животните се нарекува **биоенергија**. Биоенергијата може да биде одржлив извор на енергија во замена на фосилните горива, а во исто време и акумулатор на јаглеродот, со што се намалува ефектот на стаклена градина.

2. ИЗВОРИ НА БИОМАСА

Биомаса е која било органска материја добиена со процесот на фотосинтеза, во растителниот свет на Земјата. Може да се дефинира и како биоразградлив дел од продуктите, отпадоците и остатоците од **земјоделството**, од **шумарството** и индустријата за **преработка на дрво**, како и биоразградлив дел од комуналниот и индустрискиот отпад. Во оваа книга се опфатени два извора, многу значајни за искористување на биомасата во Р. Македонија, и тоа:

- биомаса од отпадоци од земјоделството и
- биомаса од остатоци од шумите и отпадоци од индустријата за преработка на дрво.

2.1. ОТПАДОЦИ ОД ЗЕМЈОДЕЛСТВОТО

Земјоделството е многу раширена гранка и многу значајна економска активност во светот и во Р. Македонија. Тоа е неисцрпен извор на разни продукти, кои овозможуваат опстанок на човечкиот род.

Со активностите во земјоделството секоја година се произведуваат големи количества отпад, различен по форма и по димензии, во зависност од местото на неговото создавање. Отпадоци во земјоделството се добиваат при одгледување на: **житни растенија** (слама од: пченица, јачмен, овес, 'рж и др.), пченка (лист, стебло и кочанка), ориз (слама и лушпи, кои сочинуваат над 25% од масата на оризот);

градинарски растенија (грав, грашок, компир, пипер, домати, бостан, кромид, зелка, краставица и др.); **индустриски растенија** (шеќерна репка, шеќерна трска, сончоглед, памук, тутун, афион и др.); **фуражни растенија** (детелина, луцерка, добиточна репка и др.); отпад од кастрее **овошки** (јаболкници, сливи, круши, цреши, праски, вишни, ореви и др.) и **лозови** насади.

Отпадната биомаса од земјоделството се добива во вид на: слама од жита; стебла од кроење на овошни насади и лозја; лушпи од ориз, кокос, кикиритки, афион, сончоглед и др.; влакнеста маса од преработка на овошје и зеленчук, шеќерна репка и шеќерна трска, и др.

Сегашната практика на земјоделските комбинати и фарми е обично овие отпадоци да се затрупуваат во земјата со орање на површините, или директно да се палат, да се оставаат да се распадат сами, или да бидат испасени од добитокот. Сепак, можно е голем дел од овие отпадоци да се издвојат и да се обработат во: цврсти, течни или гасни горива, со чие согорување се добива топлинска или електрична енергија.

Во оваа книга ќе се обработат технологиите за трансформација на земјоделските отпадоци во вештачки цврсти горива (брикети и пелети).

Отпадоците од земјоделството можат да бидат од:

- земјоделски посеви,
- земјоделски насади и
- преработка на храна.

2.1.1. Видови отпадна биомаса од земјоделството

2.1.1.1. Отпадоци од земјоделските посеви

Отпадоците од земјоделството се добиваат од житните и од индустриските култури. Житните култури (ориз, пченица, пченка, јачмен и сите фуражни растенија) се користат за исхрана на луѓето, за исхрана на животните и за задоволување на потребите на прехранбената индустрија. Од индустриските култури најмногу се застапени: шеќерната репка, памукот, сончогледот и др.

2.1.1.2. Отпадоци од земјоделските насади

Од овошните и од градинарските насади, кои се користат, пред сè, за исхрана на луѓето и за задоволување на потребите на прехранбената индустрија, значајно место имаат: виновата лоза, сливата, крушата, вишната, јаболкницата, оревот, зеленчукот и др. Гранките од виновата лоза и од овошките, лисјата, кората, корењата, семето, лушпите и др. се отпадоци што може да се користат за добивање биомаса.

Сезоната на создавање отпадоци од земјоделските и од градинарските насади зависи, главно, од времето на зреење на родот, од видот на земјоделскиот насад, од географската местоположба и од климатските услови.

2.1.1.3. Отпадоци од прехранбената индустрија

Заради обезбедување квалитетна храна на луѓето во текот на целата година, значително количество земјоделски производи се преработуваат во прехранбената индустрија. Притоа, дел од преработените земјоделски производи остануваат како отпадоци, кои најчесто се носат на депонија. Во зависност од обликот во кој се јавува и во зависност од влажноста, овој отпад може да се искористи како суровина за добивање биоенергија.

За добивање биоенергија од прехранбената индустрија во Р. Македонија значајно место има преработката на: градинарските и индустриските растенија, овошјето и грозјето.

2.1.2. Количество отпадна биомаса по единица површина

2.1.2.1. Количество отпадоци од земјоделските посеви

Во зависност од регионот, од видот на културата, од влажноста и др., различен е односот на добиената маса на родот (зрно) и отпадната биомаса од одделни земјоделски култури. Кај некои видови земјоделски култури, количеството на отпадната биомаса може да биде поголемо од родот, што се гледа и од табелата 2.1.1 (7, 8). Карактеристична за овие отпадоци е малата концентрација по единица површина.

Во табелата 2.1.2 е дадено производство на слама и други земјоделски отпадоци во Р. Македонија.

Табела 2.1.1. Однос на зрното и отпадната биомаса во земјоделското производство (изразен во тони)

Земјоделска култура	Однос
пченица	1 : 1,2
јачмен	1 : 1,2
’рж	1 : 0,7
пченка	1 : 1,0
ориз	1 : 2,0
сончоглед	1 : 2,5
соја	1 : 2,0

Бидејќи сламата (главно од пченица, од јачмен и од овес) вообичаено се користи како постилка во фармите за крупен добиток, само дел од неа може да се искористи за добивање енергија. Просечниот број на крупен добиток (телиња до три години, јунци од три месеци до три години, јунци над три години и бикови за расплод) меѓу 2000-2004 година изнесувал 248 185. Ако се има предвид дека потребата од слама по едно грло во текот на годината из-

несува од 1 до 2 t и ако се усвои потреба од 1,5 t/грло, тогаш количеството на сламата што се троши како постилка во текот на една година изнесува 372 277 t/год. Остатокот од годишното производство на слама од 531 226 t/год., или околу 158 949 t/год., може да се употреби за добивање енергија.

Сламата има многу мала насипна густина (околу 16 kg/m³). За да се намалат трошоците за нејзиниот транспорт и складирањето, најчесто таа се балира.

Балирањето на отпадот од житните растенија што има влажност меѓу (18-26)%, има енергетска оправданост, бидејќи за таа операција се троши значително помалку енергија од енергетската вредност што ја содржат добиените бали. Според некои пресметки, за бали од слама со маса од 1 t се трошат 788 MJ (144 MJ за собирање, 450 MJ за балирање и 194 MJ за транспорт), а енергетската вредност на произведените бали изнесува 13 680 MJ.

Табела 2.1.2. Просечно производство на слама и други земјоделски отпадоци во Р. Македонија за периодот 2000-2005 година

	Пченица	’Рж	Јачмен	Овес	Ориз	Вкупно
површина во ha	109 455	4 832	48 733	2 399	2 628	168 047
принос, t/ha	2,671	1,773	2,427	1,349	4,908	
принос/слама	1,21	0,70	1,20	1,16	2,0	
слама, t/ha	3,23	1,24	2,91	1,56	9,82	
жито во t	292 354	8 567	118 275	3 236	12 898	435 331
слама во t	353 749	5 997	141 930	3 754	25 796	531 226

2.1.2.2. Количество отпадоци од земјоделските насади

Количеството на одрежената отпадна биомаса во овоштарниците и во лозјата зависи од биолошките особини, од староста на насадот, од агротехничките мерки, од начинот на одгледување и др. Таа може директно да согори, или да се трансформира во гориво (брикети, пелети и сл.).

Во Република Македонија има релативно добри почвени и климатски услови за поинтензивен развој на лозарството и овоштарството. Најзастапени се континенталните овошни насади (јаболкница, круша, праска, слива, вишна и др.).

Во табелата 2.1.3 е дадено количеството на отпадната маса од едно стебло при

кроење на разни видови овошки, во зависност од растојанието на кое се посадени овошките.

Треба да се напомене дека количеството на отпадната маса од кроењето на овошките зависи од многу фактори, како што се: растојанието меѓу садниците, видот на овошката, климатските услови, времето на кроење, влажноста на отпадната маса и др. Податоците дадени во табелата 2.1.3 не се однесуваат за Р. Македонија. Само за споредба: за сортата јонаголд јаболка, засадена во Долно Лисиче, авторите располагаат со податок дека количеството на сувата маса изнесува 1,29 kg/овошка (скоро двапати помалку отколку во табелата 2.1.3), или меѓу (700-800) kg/ha.

Табела 2.1.3. Отпадоци при кроење на разни видови овошни насади во зависност од растојанието меѓу садниците

Вид овошка	Растојание меѓу садниците	Отпад, kg/садница	t/ha	Однос плод/отпад
слива	5 x 4	7,0		
јаболкница	4 x 4,5	2,4	2,4	0,1
круша	4 x 4,5	4,2	2,0	0,1
праска	5 x 4	6,6	2,9	0,2
кајсија	5 x 4	1,2		
вишна	5 x 4	1,8		
цреша	5 x 4	4,0		
бадем			1,7	1,9
леска			2,8	1,9
винова лоза			2,9	0,2-0,8

Во табелата 2.1.4 е дадено количеството на отпадната маса, во вид на лозови прачки, при кроење на винова лоза од една садница или m^2 насадена површина. Како што се гледа од табелата, растојанието меѓу лозовите садници влијае врз бујноста на лозјата, односно врз количеството на отпадната маса што се добива со кроењето.

Табела 2.1.4. Количество отпадна маса добиена при кроење на винова лоза

Растојание меѓу садниците	Отпадна маса на лозови прачки	
	kg/садница	kg/m ²
m		
2 x 2	2,780	0,690
1,5 x 1,5	1,735	0,767
1 x 1	0,977	0,976
0,75 x 0,75	0,805	1,403

Без оглед на податоците дадени во табелата 2.1.4, може да се утврди дека просечното количество на отпадната биомаса при кроењето на виновата лоза се движи меѓу (4-8) t/ha, но може да биде и под 3 t/ha (табела 2.1.3).

При искористувањето на лозовите прачки за добивање енергија, поради малата насипна густина (при влажност од (35-38)% изнесува околу 180 kg/m³) се зголемуваат трошоците за механизираниот собирање. Затоа, по нивното префрлување на комуникациските патишта во лозјата, се пристапува кон сечење на однапред дефинирани должини, или, пак, згуснување (балирање, врзување во снопови или брикетирање) за да се зголеми насипната густина, со цел да се изврши полесно транспортирање и складирање. Насипната густина на исечените лозови прачки со должина од (2-3) cm, при влажност од (35-38)%, изнесува околу 300 kg/m³.

Лозовите прачки најчесто се врзуваат во цилиндрични бали со дијаметар меѓу (1,5-2) m и тежат околу 0,51 t.

Во табелата 2.1.5 е дадено количеството на отпадоците (во %) при преработка на: градинарски и индустриски растенија, овошје и грозје.

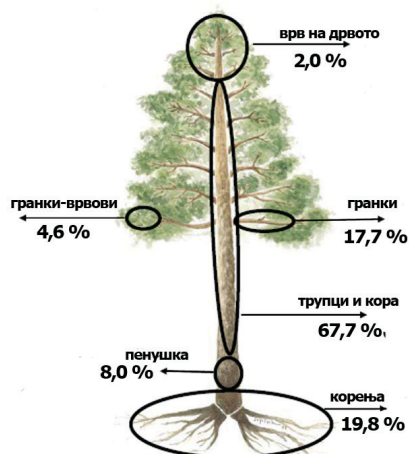
Табела 2.1.5. Просечно количество отпадна биомаса при преработка на: градинарски и индустриски растенија, овошје и грозје

Градинарски растенија		Индустриски растенија		Овошје и грозје	
вид	во %	вид	во %	вид	во %
компир	9-12	шеќ. репка	8-12	јаболка	9- 11
грав	30-40	тутун	8-10	круши	8-10
зелка	15-25	памук	4-6	дуњи	14-16
домат	7-10	сончоглед	15-20	сливи	20-30
пипер	8-12	пипер – инд.	8-10	цреши	15-25
лук, кромид	15-20	афион	10-12	вишни	13-20
бостан	30-40			кајсии	10-15
				праски	10- 15
				ореви	15-25
				грозје	4-6

2.2. ОТПАДНО ДРВО ОД СЕЧЕЊЕ НА ДРВЈАТА И ОД ПРЕРАБОТКА НА ДРВОТО

Дрвото било и сè уште е основно гориво и извор на енергија во повеќе региони во светот и во Р. Македонија. Отпадното дрво најчесто се користи или како гориво или како сировина во некои технолошки процеси во индустријата за преработка на дрво (шперплоча, иверки и др.).

Секоја година се сече огромна маса дрво и се преработува во техничко дрво, иверка или целулоза. Во процесот на преработката се добиваат големи количества отпадно дрво со различни облици и големини (кора, струганици, иверки и сл.). Дел од овој отпад се искористува за добивање производи од дрвна маса, но дел може да се користи и како гориво.



Сл. 2.2.1. Сооднос на масата (во %) од едно борово дрво

Отпадното дрво се добива на местото на сечење и во процесот на преработка на дрвото. Отпадот добиен во процесот на сечење на дрвото, подготовката и

транспортот се состои од: кора, гранки, иверки, струганици, пенушки, корења и лисја од дрвја.

Во отпадното дрво на местото на сечење може да се најдат и: опожарени дрвја, суви и искршени дрвја, дрвја оштетени од болест и од инсекти, дрвја оштетени од поплави и др. Во оваа група припаѓа и отпадното дрво во градежништвото и дрвото присутно во цврстиот комунален отпад.

Во **втората** група спаѓа отпадот што се добива при обработка и преработка на дрвото, како што се: кора, иверки, струганици, исечоци од краевите на трупците и деловите што се изработуваат, ситен дрвен прав добиен при шмирглање на дрвото и др.

2.2.1. Количество отпадно дрво од сечење на шумите и чистење на површините

Често се врши планско сечење и проретчување на шумите и чистење на површините (за добивање огревно или техничко дрво), сечење на опожарените и на заболениите дрвја, чистење заради изградба на патишта и природно проретчување. При овие операции се создава отпад: стебла, гранки, кора, корења, иверки и др. Овој отпад најчесто останува неискористен на местото на сечење во шумите и е потенцијална опасност за појава на пожар, извор на заразни болести, а ја попречува и регенерацијата на шумата. Со неговото собирање и отстранување од местото на создавање се елиминираат овие опасности. Отпадот може да се искористи и како сировина за добивање гориво.

На сл. 2.2.1 е прикажан соодносот на масата (во %) по одделни делови од едно борово дрво. Треба да се нагласи дека соодносот зависи од многу фактори, како што се: староста на дрвото, местото на растење (единично или во заедница) и др.

Количеството на отпадното дрво во вид на искршени и исушени гранки и дрвја зависи од видот на шумата, од географската местоположба, од карактеристиките на местото, од методот на подготовка и од други фактори. Во табелата 2.2.1 е дадено просечното учество на одделни компоненти што се добиваат при сечење на дрвјата во вкупната дрвна маса, за листопадни и за иглолисни дрвја. Според сегашните методи на пресметка, вкупното количество на отпадоците се движи меѓу (9-Како што се гледа од табелата 2.2.2, најголемата маса на исечените дрва во Република Македонија е наменета за огревно дрво (75,6%), техничкото дрво е застапено само со 15%, а отпадното дрво со околу 9%. Отпадното дрво при сечењето се движи меѓу (8,5-10,5)% во периодот 2002-2008.

2.2.2. Количество отпадно дрво од преработка на дрвото

Отпадот добиен при преработка на дрвото се состои, главно, од: иверки, струганици, кора, цепенки, исечоци од краевите на трупците и дрвените производи, ситен дрвен прав од шмирглањето на дрвото и др.

Отпадот добиен при преработка на дрвото во индустријата може да се подели на:

- примарен отпад од: пилење и производство на панели;
- секундарен отпад од: столарија, мебел, дрвени парчиња и др.

Отпадот добиен при пилење на дрвото се добива во текот на пилењето на трупците и изработката на: штици, греди, ламперија, паркет и изработка на други производи од дрво. Количеството на овој отпад е различно од индустрија до индустрија, но обично зависи од: димензиите, квалитетот и видот на трупците, опремата за обработка, видот на финалниот производ, контролата на квалитетот во пилањата и обемот на производството.

Табела 2.2.1. Учество на одделните производи што се добиваат при сечење на дрвото, во вкупната маса

Учество во вкупната маса на дрвото		Вид дрво во %	
		листопадно	иглолисно
огрев	тенки гранки	2	5
	гранки	15	10
	цепеници	15	5
	кора	8	10
	пенушка	5	5
вкупно за огрев		45	35
техничко дрво	штици	10	15
	трупци	30	40
отпад од техничкото дрво		15	10
Вкупно		100	100

Во табелата 2.2.3 е дадена структурата на отпадното дрво добиено при производство на дрвена граѓа и шперплоча, во индустријата за преработка на дрво во Орегон, САД.

повторно садење) може да биде подолг од 20 години. Освен за добивање енергија, енергетските насади може да се садат и заради заштита на почвата од ерозија и од миење на хранливите состојки.

Табела 2.2.3. Структура на отпадоците добиени при обработка на дрвото во дрвена граѓа и шперплоча

Добивање дрвена граѓа		Добивање шперплоча	
	во %		во %
груб дрвен отпад	26,0	подготовка на трупците	4,4
струганици	13,4	срцевина	4,8
иверки	9,7	неисушен површински слој	24,1
вкупно дрвени отпадоци	49,1	сув дрвен прав	8,5
кора како отпад	11,5	ситен дрвен прав	2,1
дрвена граѓа	39,4	вкупно дрвени отпадоци	43,9
Вкупно	100	кора како отпад	11,5
		шперплоча	44,6
		Вкупно	100

2.3. ЕНЕРГЕТСКИ ПОСЕВИ И НАСАДИ

Брзорастечките дрвја, жбунови и тревни спаѓаат во групата на енергетски посеви и насади. Во експериментална фаза се и црната топола, врбата, брзорастечката трева и др.

Енергетските посеви и насади можат да растат на земјоделска површина што не е наменета за добивање храна, добиточна храна или влакнести растенија. Во споредба со земјоделските посеви, енергетските посеви бараат помалку одржување, ѓубрење и заштита од штетници. Периодот на сечење (т.н. ротација) кај насадите со дрвја се движи меѓу (3-10) години, а периодот на плантажно одгледување (до

Една модерна фарма обично произведува еден или два главни комерцијални производа, како што се: пченка, соја, млеко или месо. Бидејќи цените зависат од понудата и од побарувачката на пазарот, енергетските посеви и насади можат да одиграат значајна улога во одржувањето на финансиската основа на фармерите. Во Р. Македонија од интерес за фармерите можат да бидат добиточната пченка и детелината.

Годишниот прираст, односно количеството сува материја што може да се добие од енергетските посеви и насади зависи од многу фактори: видот на растението, квалитетот на почвата на која се одгледува, распоредот на садење, климатските услови и друго.



Сл. 2.3.1. Насад со брзорастечки врби

Во табелата 2.3.1 се дадени податоци за годишниот прираст на некои карактеристични брзорастечки дрвја и треви, а на сл. 2.3.1 е прикажан насад со врби.

Повеќегодишните треви се одгледуваат како сеното, со таа разлика што не се наменети за исхрана на добитокот, туку за добивање енергија. Посевите со трева, кои можат да бидат едногодишни или повеќегодишни, бидејќи се одгледуваат како и фуражните посеви, може да се одгледуваат од фармерите со минимални дополнителни знаења. Приносот на биомаса од нив може да изнесува и до 15 тони сува материја по хектар годишно.

2.4. ЕНЕРГЕТСКИ ПОТЕНЦИЈАЛ НА ОТПАДНАТА БИОМАСА ОД ЗЕМЈОДЕЛСТВОТО И НА ОТПАДНОТО ДРВО

Биомасата се состои од три основни елементи: јаглерод, кислород и водород – кои се присутни во три макро-скопски полимерни форми, и тоа: **це-**

лулоза ($C_6H_{10}O_5$), која сочинува (40-60)% од сувата маса; **хемицелулоза** ($C_5H_8O_4$), со околу (20-40)% од сувата маса; **лигнин** ($C_9H_{10}O_3(CH_3O)$), со (10-25)% од сувата маса.

За да се определи енергетскиот потенцијал на отпадната биомаса од земјоделството, потребно е да се дефинира топлинската моќ на секој вид поединечно.

Под топлинска моќ се подразбира количеството топлина што се ослободува при наполно согорување на единица маса, или на волумен гориво. Се разликува **горна** и **долна** топлинска моќ. Кај горната топлинска моќ, водата во продуктите на согорување е во течна состојба, а кај долната топлинска моќ водата е во гасна состојба.

Топлинската моќ на горивата се пресметува во работна состојба по пресметковен или експериментален пат. За цврсти и течни горива се пресметува со равенките:

$$H_g = 340C + 1425\left(H - \frac{O}{8}\right) + 105S, \text{ kJ/kg}$$

$$H_d = 340C + 1200\left(H - \frac{O}{8}\right) + 105S - 25W, \text{ kJ/kg}$$

Директното согорување е решение со кое се намалува количеството на цврстиот отпад што треба да се положи на депонија, но не е секогаш и најдобар начин за добивање енергија од биомасата, особено ако се има предвид заштитата на околината. Топлината добиена со директно согорување на биомасата може да се употреби за добивање пара за технолошки потреби, за централно греење или за производство на електрична енергија.

2.4.1. Енергетски потенцијал на отпадоците од земјоделството

Можноста за добивање енергија од биомасата добиена од земјоделските посеви (житни и индустриски растенија) зависи од: составот, количеството што може да се собере по единица засеана

површина, сезоната на собирање на родот, како и од местото на одгледување.

Во табелата 2.4.1 се дадени топлинската моќ (горна и долна) и основните карактеристики (елементарна анализа: јаглерод, азот, сулфур и пепел) на отпадната биомаса од житни растенија со влажност <10%; во табелата 2.4.2 – од индустриски растенија; во табелата 2.4.3 – за делови од памукот и во табелата 2.4.4 – од преработка на овошје.

Табела 2.4.1. Основни карактеристики на отпадната биомаса од житни растенија

Вид растение	H _g	H _d	C _{fix}	пепел	N	S
	kJ/kg	kJ/kg	%	%	%	%
пченкарна слама	18 474	17 271	46,91	3,99	0,56	0,04
пченка (стебла)	17 690	16 509	44,60	8,50	0,41	0,05
пченка (јатка)	17 695	16 500	47,79	1,20	0,44	0,01
стебла од ориз		19 758	38,30	21,0	0,83	0,06
лушпи од ориз		15 605	39,00	22,70	0,50	0,20
слама од ориз		15 593	39,20	11,80	1,27	0,10
стебла од грав	17 460	16 240	43,00	5,90	0,83	0,01
слама од пченица		15 756		10,90		
сушено сено		13 400				

Табела 2.4.2. Основни карактеристики на отпадната биомаса од индустриски растенија

Вид растение	H _g	H _d	C _{fix}	пепел	N	S
	kJ/kg	kJ/kg	%	%	%	%
шеќерна трска	17 350	16 346	44,80	4,10	0,38	0,01
листови од тутун		15 000	42,60	17,20	0,50	
стебла од тутун		17 700	49,30	2,40	0,50	
ситна шеќерна трска	18 234	16 995	45,90	3,80	1,73	
кинеска шеќ. трска	17 809	16 659	48,00	5,90	1,69	0,09
стебла од памук		16 400				
стебло од сончоглед		17 600				

Табела 2.4.3. Енергетска вредност на одделни делови од индустрискиот памук

индустриски памук		корен	стебло	краеви	гранки	лисја	чички
Hd	kJ/kg	17 707	17 732	16 395	17 375	16 060	17 140

Табела 2.4.4. Основни карактеристики на отпадната биомаса од преработка на овошје

Вид растение	H _g	H _d	C _{fix}	пепел	N	S
	kJ/kg	kJ/kg	%	%	%	%
лушпи од бадем	18 748	17 559	46,50	6,20	0,71	0,03
лушпи од кикиритки	19 850	18 619	48,60	5,70	0,58	
лушпи од орев	20 180	19 020	21,16	0,56		
семки од слива	23 980	22 080	49,73	0,50	0,32	
семки од праска	20 820	19 620	53,00	1,03	0,32	

Отпадоците од прехранбената индустрија добиени при преработка на земјоделските производи се карактеризираат со релативно ниска содржина на влага (10-30)%. Поради тоа, тие се погодни за директно согорување и гасификација отколку за анаеробна ферментација (лушпи од домати и отпадно овошје).

Во табелата 2.4.5 се дадени топлинската моќ (горна и долна) и основните карактеристики (елементарна анализа: јаглерод, азот, сулфур и пепел) на отпадоците од кроењето на овошните насади, со влажност <10%.

Табела 2.4.5. Основни карактеристики на отпадната биомаса од овошни насади и винова лоза

Вид растение	H _g	H _d	C _{fix}	пепел	N	S
	kJ/kg	kJ/kg	%	%	%	%
лисја од орев		15 580		7,60		
стебла од орев		15 744		3,60		
лисја од слива		15 141		6,80		
гранки од лозја		17 730		3,1		

2.4.2. Енергетски потенцијал на отпадното дрво

Отпадно дрво се добива од: сечење на шумите и чистење на површините од: земјоделските и енергетските насади, индустријата и комуналниот отпад. Основната елементарна анализа на отпадното дрво е релативно константна, бидејќи дрвото е составено, главно, од целулоза со основните елементи: јаглерод, водород, кислород, азот и пепел.

Содржината на влага во отпадното дрво варира во значителни граници и зависи не само од количеството на врзана влага во дрвото туку и од годишното време и од географската ширина. Содржината

на влага зависи, исто така, и од начинот на чување и транспортот на дрвото. По правило, содржината на влага на свежо исеченото дрво изнесува околу 50%.

Содржината на негоривни материји во дрвото често се зголемува како резултат на налепената земја и песок на кората за време на сечењето, влечењето и подготовката на дрвото во шумите. Содржината на пепел во кората на мекото дрво може да се движи меѓу 0,6% за бор, до 2,5% за смрека. Кората од тврдото дрво содржи пепел во границите меѓу 1,5% за бреза, до 10,7% за бел даб.

Во табелата 2.4.6 е даден елементарниот состав, горната и долната топлинска моќ на разни видови суви дрва. Кај некои ви-

Табела 2.4.6. Елементарен состав и топлинска моќ на некои видови суви дрва

Вид дрво	% од маса						топл. моќ, kJ/kg	
	C	H ₂	S	O ₂	N ₂	пепел	H _g	H _d
Меки дрва								
кедер	48,80	6,37	-	44,46	-	0,37	19 530	18 088
чемпрес	54,98	6,54	-	38,08	-	0,40	22 948	21 678
елка	52,30	6,30	-	40,50	0,1	0,80	21 041	19 618
иглолисни дрва	50,40	5,80	0,1	41,40	0,1	2,20	20 041	18 730
бор, со смола	59,00	7,19	-	32,68	-	1,13	26 312	24 691
бел бор, со смола	52,55	6,08	-	41,25	-	0,12	20 692	19 316
црн бор, со смола	52,60	7,02	-	40,07	-	1,31	22 343	20 755
црвеникаво дрво	53,50	5,90	-	40,30	0,1	0,20	20 553	19 218
Тврди дрва								
бел јасен	49,73	6,93	-	43,04	-	0,30	20 739	19 172
бука	51,64	6,26	-	41,45	-	0,65	20 367	18 951
бреза, бела	49,77	6,49	-	43,45	-	0,29	20 111	18 644
брест	50,35	6,57	-	42,34	-	0,74	20 483	18 998
хикори	49,67	6,49	-	43,11	-	0,73	20 157	18 690
јавор	50,64	6,02	-	41,74	0,25	1,35	19 948	18 588
црн даб	48,78	6,09	-	44,98	-	0,15	19 018	17 460
црвеникав даб	49,49	6,62	-	43,74	-	0,15	20 204	18 686
бел даб	50,44	6,59	-	42,73	-	0,24	20 483	18 993
топола	51,64	6,26	-	41,45	-	0,65	20 739	19 323

Табела 2.4.7. Споредба на густината и топлинската моќ на единица волумен на некои видови суви дрва (влажност <20%)

Вид дрво (суво)	густина	долна топлинска моќ, Hd			Замена литр. наф./ м ³
	kg/m ³	kJ/kg	MJ/ m ³	kWh/ m ³	
елка	318,0	15 840	5 037,0	1 400,0	140
евла	365,0	14 760	5 387,4	1 500,0	150
бреза	441,0	15 480	6 826,7	1 900,0	190
бор	386,0	15 840	6 114,2	1 700,0	170
липа	357,0	15 120	5 397,8	1 500,0	150
смрека	333,0	16 200	5 394,6	1 500,0	150
врба	341,0	14 760	5 033,2	1 400,0	140
брест	463,0	14 760	6 833,9	1 900,0	190
топола	293,0	14 760	4 324,7	1 200,0	120
костен	476,0	15 120	7 197,2	2 000,0	200
јавор	463,0	14 760	6 883,9	1 900,0	190
јасен	512,0	14 760	7 557,1	2 100,0	210
цреша	439,0	15 480	6 795,7	1 800,0	180
даб	580,0	15 120	11 175,3	2 436,0	243
бука	525,0	14 400	9 427,5	2 100,0	210

дови, како што се елката, некои видови иглолисни дрва, борот и памучното дрво, топлинската моќ на кората е поголема поради поголемата содржина на смола.

Продажбата на дрвото како гориво најчесто се врши во волуменски единици, а не според масата. Во табелата 2.4.7 е дадена топлинската моќ на некои видови дрва по единица волумен на суво дрво. За споредба е дадена топлинската моќ и по единица маса.

Според содржината на влага, дрвото може да се подели на:

- **сурово дрво**, без ограничување на процентот на влага;
- **полусуво дрво**, со најмногу 55% влага;
- **сушено дрво**, со најмногу 20% влага, и
- **суво дрво**, со најмногу 15% влага.

Содржината на вода е значајна карактеристика на отпадното дрво кога тоа се

користи како гориво. Топлината потребна за да испари водата се одзема од топлината добиена при согорување на дрвото, со што му се намалува и топлинската моќ. Топлинската моќ може значително да варира во зависност од содржината на влага во дрвото. Во табелата 2.4.8 е дадена зависноста меѓу содржината на вода и топлинската моќ на отпадот добиен од кора од дрво.

Табела 2.4.8. Зависност меѓу содржината на вода и топлинската моќ на отпадот добиен од кора

во %	Топлинска моќ, kJ/kg	kg voda/kg сува маса
0	20 344	0,00
20	16 725	0,25
40	12 206	0,67
50	10 172	1,00
60	8 138	1,50
70	6 103	2,30
80	4 069	4,00
90	2 034	9,00

3. ОПРЕМА ЗА СОБИРАЊЕ, ТРАНСПОРТ И СКЛАДИРАЊЕ НА ОТПАДНАТА БИОМАСА

За искористување на отпадната биомаса како извор на енергија потребно е таа да се собере, да се транспортира и соодветно да се складира до постројката за нејзина преработка во брикети и пелети. Со оглед на тоа што густината на отпадната биомаса, особено од земјоделските посеви, е мала, таа треба да се збие (во вид на бали, снопови и др.) пред да се транспортира до постројката за брикетирање и пелетирање.

3.1. ОПРЕМА ЗА СОБИРАЊЕ, ТРАНСПОРТ И СКЛАДИРАЊЕ НА ОТПАДНАТА БИОМАСА ОД ЗЕМЈОДЕЛСТВОТО

Земјоделските посеви (житни растенија) се жнеат и вршат истовремено со модерни комбајни. Сламата што останува по вршењето се балира со трактори со приклучна механизација.

3.1.1. Опрема за жнеење и балирање на слама и стебла од житни и од индустриски растенија

Во табелата 2.1.3 и на сл. 5.3.2 и сл. 5.3.3 се дадени димензиите и обликот на балираната слама од житни земјоделски растенија.

Освен житните земјоделски растенија, и енергетските тревести растенија се косат со трактори со приклучна механизација, или за помали површини со рачни косилки. Косилките балирки за тревестите растенија (сл. 3.1.1), освен процесот на косење, во исто време вршат и балирање на искосената трева.



Сл. 3.1.1. Косилка балирка за тревести растенија



Сл. 3.1.2. Подвижна балирка за тревести растенија



Сл. 3.1.3. Подвижна машина за врзување во снопови на тревести растенија во вид на стебла



Сл. 3.1.6. Комбинирана машина со глава за жнеење пченка



Сл. 3.1.4. Врзани стебла од тревести растенија во снопови



Сл. 3.1.5. Балирање на тревести растенија во цилиндрична бала

Подвижните балирки се наменети само за балирање на искосените тревести растенија. Тие имаат сопствен пропелер – полжавесто вретено за собирање на искосената трева и нејзино балирање.

За збивање на гранките (трска, лозови прачки и др.), односно за врзување во вид на снопови се користат подвижни машини за врзување (сл. 3.1.3). Врзувањето на тревестите растенија може да биде и во вид на цилиндрични бали. За жнеење на пченката се користат подвижни комбајни со специјална глава (сл. 3.1.6).

Сеното и сламата имаат голем волумен, а мала маса. Сеното во рефусна состојба има $(50-70) \text{ kg/m}^3$, а сламата има $(35-50) \text{ kg/m}^3$. Во таква состојба сеното не може да се транспортира и складира, и поради тоа е потребно да се пресува (балира). Со пресувањето се зголемува волуменската маса на сеното на 250 kg/m^3 . Просечната волуменска маса на балираното сено се движи меѓу $(160-200) \text{ kg/m}^3$. Сеното во бали се чува подобро бидејќи е помалку изложено на расипување.

Пресите со едно движење извршуваат неколку операции: подигање на сено-то, пресување и товарање на балите во приколка, или балите се оставаат во редови на полето.

Пресите за сено и слама можат да бидат: стационарни и подвижни. Стационарните преси повеќе не се користат. За нивна употреба треба да се обезбеди погонска машина (мотор) и повеќе

работници што треба да работат на неа. Денес во широката практика се употребуваат влечени преси погонувани со трактор (сл. 3.1.5).

Според формата на балата што ја формираат, пресите се делат на:

- пик-ап преси, кои формираат бали во форма на правоаголен паралелолипед;
- големи преси за балирање, кои формираат бали во форма на паралелограм чија поединечна маса е од (450-700) kg (табела 3.1.1);
- рото-балер преси, кои формираат бали со цилиндрична форма, и
- специјални преси за формирање копи со маса од 1,4 до 6 t.

Според формата и степенот на збиеност на балите, пресите се делат на:

- а) преси со низок притисок (се формираат бали со густина од (50-100) kg/m³);
- б) преси со среден притисок (се формираат бали со густина од (100-175) kg/m³), и
- в) преси со висок притисок (се формираат бали со густина од (175-260) kg/m³).

Пресите за големи четвртести (во вид на паралелолипед) бали се од понов датум. Во светот се познати под името **Big baler**, кои претставуваат најнова технологија во подготовката на сеното. Бројот на производителите на овие машини од година на година постојано расте, бидејќи овие преси во однос на другите системи за подготовка на сеното имаат многубројни и во практика потврдени предности.

Балите што ги формираат овие преси се со ширина од 1,20 m, со висина од 1,30 m и со должина од (1,2-2,4) m.

Погодни се за балирање на суво сено со влажност од 18%. Масата на балите, во зависност од должината и карактерот на материјалот, се движи од (500-1 200) kg. Ваквите бали имаат поголема густина (250-300) kg/m³, што е доста поволно за нивниот транспорт и за складирањето.

Во табелата 3.1.1 се дадени основните податоци за одделни облици и димензии на балите од слама, и тоа: маса на балата во kg, насипната густина во kg/m³ и трошоците во \$/t – за нивното балирање и за нивниот транспорт до 100 км (за услови во САД).

Табела 3.1.1. Основни податоци за различни облици на бали од слама

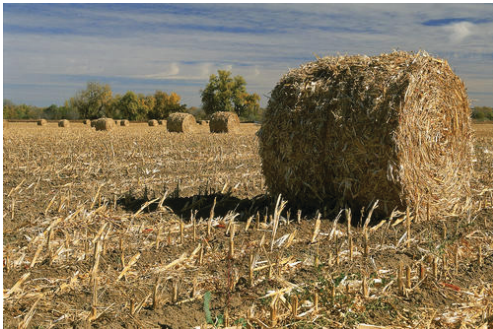
Вид бала	маса	насипна густина	трошоци
	kg	kg/m ³	\$/t
бала со правоаголен облик; 41 x 58 x 170 cm	50-68	160-224	16,5-24,0
бала со правоаголен облик; 1,2 x 1,2 x 2,4 m	600-700	180-220	15-18,7
бала со цилиндричен облик; Ø2,1 x 1,8 m	900-1150	160-210	15-20

Рото-балерите, како и класичните преси, работат во движење. Овие преси имаат пик-ап уред со помош на кој се подига сеното од земјата. Рото-балерите формираат бали со големи димензии. Дијаметарот на цилиндричните бали се движи меѓу (0,6-1,8) m, а масата меѓу (350-700) kg; продуктивноста се движи меѓу (6-10) t/h, а тракторот што се користи за влечење треба да има моќност (25-35) kW.



Сл. 3.1.7. Слама балирана во правоаголен облик

На сл. 3.1.7 и на сл. 3.1.8 се прикажани правоаголен и кружен облик на бали од слама од житни растенија.



Сл. 3.1.8. Отпад од пченка балиран кружен облик

Балите со дијаметар од 1 m и должина од 1 m се лесни за собирање и ракување, но не се погодни во однос на влезниот отвор на повеќето машини за нивно сечкање.

3.1.2.Опрема за режење, собирање и балирање на отпадот од кроењето на овошните насади и виновата лоза

Процесот на режење и собирање на отпадот од кроењето на овошните и на лозовите прачки се состои од следниве фази:

- кроење на лозовите прачки;
- врзување во цилиндрични бали, и
- транспорт и складирање на балите.

За механизирано кроење на високо-стеблестите овошни насади се употребуваат специјални автоматски режачи. По конструкција се слични со машините за зелено летно кроење, со таа разлика што хидрауличната пумпа е поголема и создава поголем притисок. Апаратот за режење е изработен од појак материјал, најчесто од специјален челик.

Машината за автоматско режење во работа се движи со брзина од 4,7 km/h и има продуктивност од 0,57 ha/h. Заменува околу 50 работници, а трошоците во однос на рачното режење за хектар се два до три пати помали.

За полумеханизирано режење се употребуваат автоматски ножици и автоматски пили. Ножиците се погонуваат електрично, или од мотор СВС. Изворот на енергија кај електричните ножици е од акумулатор сместен во посебна торба, со капацитет од 4,5 A/h. Акумулаторот се полни со испраувач од градската електрична мрежа со напон од 220 V. Ножиците се со маса од 700 g, а целата опрема има маса од 3,5 kg. Успешно може да се користат за режење на лозови и овошни насади со површина до 2 ha. Вршат сечење на гранки со дебелина до 2,2 cm.

Ножиците што се погонуваат со мотор СВС се употребуваат за режење на поголеми овошни и лозови насади. Се погонуваат со компримиран воздух (пневматски) или под притисок на масло (хидраулични). Кај пневматските ножици притисокот (6-8) bar се создава со компресорот, а кај хидрауличните со хидраулична пумпа со притисок еднаков како и кај пневматските. Капацитетот е различен и зависи, пред сè, од тоа колку приклучоци има (колку ножици). Најчесто во употреба се среќаваат (4-10) ножици, а во текот на работата може да се приклучат и повеќе. Другите приклучоци се блокираат. Наменети се за режење на овошни и на лозови насади со површина до 30 ha. Моторот се поместува рачно, а должината на цревата е до 5 m.

Ножиците што добиваат погон од трактори масовно се применуваат за поголеми плантажни насади со површина поголема од 30 ha. Тракторот треба да има моќност меѓу (25-30) kW.

За режење на многу високи овошни култури се користат телескопски столбови што вршат издигнување на работникот на висина до 10 m. Тие можат да вршат режење со обични или со автоматски ножици. Можат да најдат примена и за режење на ореви.

Режењето со рачни пили може да го олесни режењето со автоматски ножици. Рачните пили служат за сечење гранки подебели од 7 cm. Најголема примена имаат во застарените овошни насади каде што има појава на делумно сушење на гранките. Моторот е со моќност од 1 kW, имаат резервоар за смеса од гориво и масло од 0,4 l, а вкупната маса се движи околу 5 kg.

Изнесувањето на режените гранки со трактор од површините што се кројат кај нас е сè уште често применувано решение. Со движење на тракторот

во меѓуредното растојание се врши зафаќање на гранките и нивно влечење сè до патеката, каде што се оставаат на куп.

Овој работен процес кај нас се врши на почетокот на режењето, а најголем интензитет има во февруари и во март. За да се изврши побрзо и полесно извлекувањето, гранките од двата реда се оставаат во еден меѓуред.

Агрегатот во овој работен процес работи со брзина меѓу (6,2-7) km/h, а продуктивноста е околу 0,7 ha/h. На хектар се трошат просечно 3,8 l нафта или 160 MJ енергија. По извлекувањето на гранките од редовите до патеките, следува нивно извлекување од парцелата со истиот агрегат.

Денес во развиените земји масовно се користи **сечкање** на прачките во меѓуредното растојание, кое се врши со специјално конструирани машини за оваа намена што се произведуваат во повеќе варијанти.

По сечењето на лозовите прачки, се врши нивно балирање. Машините за балирање вршат и собирање на лозовите прачки. Составени се од уред за собирање на прачките и комора во која се врши формирање на балата (снопот) и нејзино врзување. Се приклучуваат на трактор со влечна моќ од (25-30) kW, а погонот е преку карданското вратило на тракторот.

Формираните бали имаат цилиндрична форма со должина околу 50 cm и дијаметар до 25 cm. Се врзуваат со конец неколку пати и добро се збиваат. При движење на машината, балите се редат зад неа или, пак, во посебен кош, а истоварувањето е на крајот од редовите. Пред да се соберат, неколку дена се оставаат на парцелата да се исушат додека не им се намали влажноста до 17%.

3.2. ОПРЕМА ЗА СОБИРАЊЕ, ЗБИВАЊЕ И ВРЗУВАЊЕ, ТРАНСПОРТ И СКЛАДИРАЊЕ НА ОТПАДНОТО ДРВО ОД СЕЧЕЊЕ НА ШУМИТЕ

Во процесот на проретчување на шумите се сечат дрвја со цел да се намали густината и да се добие потребното уредување на шумите. Самиот процес се извршува во три постапки, и тоа: **оборување** на дрвјата, **дробење** на дрвјата на одредена должина и **отстранување**, т.е. носење на исечените дрва на соодветните места за натамошна обработка, или транспорт до потрошувачот.

3.2.1. Сечење на дрвото

Сечењето на дрвјата во шумите најчесто се врши со рачни моторни пили (сл. 3.2.1), или механизирано (сл. 3.2.2). Дрвјата со мал дијаметар најчесто се сечат со рачна моторна пила. За многу мали количества се користи секира. Кога треба да се исечат големи количества дрвја, се користи механизирано сечење, бидејќи тоа е неколку пати попродуктивно, но е многу поскапо од рачното сечење.



Сл. 3.2.1. Сечење со рачна моторна пила



Сл. 3.2.2. Механизирано сечење на дрвја во шума

Дрвосечачите со рачна моторна пила имаат продуктивност околу 5 m^3 на ден.

Сечењето на шумите може да биде: сечење на сите дрвја од предвидената површина за сечење (т.н. **голосек**), или сечење само на одделни дрвја (т.н. **редосек**). Отпадоците што се добиваат од сечењето на сите дрвја од една површина се за (20-35)% повеќе во однос на отпадоците од поединечното сечење на дрвјата.

Прекумерната примена на механизирано сечење и друга тешка механизација во шумите предизвикува набивање на почвата, што, пак, доведува до нарушување на условите во почвата неопходни за развој на дрвјата и другиот растителен биодиверзитет, механичко оштетување на корењата, а наедно создава услови за појава на ерозивни процеси.

Треба да се напомене дека при сечењето на дрвјата, на површината останува дел што не може да се собере и користи како суровина (така, на пример, при сечењето на насадите со брзорастечка врба, на површината може да остане околу $0,9 \text{ t/ha}$ материјал што не може да се собере).

3.2.2. Донесување и збивање на дрвените отпадоци

Процесот на собирање на дрвените отпадоци зависи од местото на растење на дрвјата. Повеќето дрвја растат во шумата на непристапни терени за користење шумска механизација. Во такви случаи е неопходно донесување на исечените дрвени парчиња од местото на сечење до собирното место, каде што шумските возила потоа можат да ги прифатат за натамошен транспорт до корисниците или до постројката за преработка.



Сл. 3.2.3. Трактор со хидраулична корпа за влечење дрвени отпадоци



Сл. 3.2.4. Транспорт на исечените дрва со трактор со приколка

На местата на собирање многу често се врши и примарна обработка на исечените дрвени отпадоци, бидејќи е многу поекономично отколку во складиштата за дрва.

Тракторите опремени со хидраулична корпа (сл. 3.2.3) наменети за обработка во земјоделството може да се користат за донесување на дрвените отпадоци, иако според волуменот на носење се помали во однос на возилата за транспорт. Донесувањето на помалите парчиња дрвени отпадоци (дрва со мал дијаметар) до местото на собирање може да се изведе и со помали возила за транспорт со хидраулична корпа за товаране и приколка (сл. 3.2.4).

Тракторите со средна носивост и стандарден товар носат (8-10) m^3 отсечени гранки и (5-8) m^3 трупци.

Хидрауличната корпа може да биде монтирана во вид на хидрауличен столб на подвижна греда зад кабината на возилото за транспорт, или на врвот од појачаната кабина. Возилата за транспорт со приколка (сл. 3.2.5) се наменети за носење на (4-6) m^3 отсечени гранки или (3-4) m^3 трупци. Возилата за транспорт можат да бидат опремени и со гасеници наместо гумени тркала, или на гумениите тркала да се навлечат специјални гасеници за работа во шума. При експлоатацијата може да се користат и минијатурни машини за донесување и транспорт на дрвените отпадоци од шумите (сл. 3.2.6). Вакви машини е полезно да се користат само во предели каде што има шумски патишта.



Сл. 3.2.5. Возило за транспорт со хидраулична корпа за товаране дрвени отпадоци, монтирана на хидрауличен столб зад кабината

Носивоста на возилата за транспорт се движи меѓу (15-30) m^3 . Товарниот простор може да се зголеми со проширување на приколката. Продуктивноста на дотурањето исечени гранки се движи меѓу (6,3-7,5) m^3 на час, за трупци (4,6-5,6) m^3 на час, а при дотурање – на растојание меѓу (75-400) m.

Тракторите со монтирана хидраулична корпа (сл. 3.2.3) наменети за земјоделски работи се често користени средства за дотурање отпадоци од дрво на кратки растојанија и мали количества на годишно ниво. Овие превозни средства се поевтини за набавка.

Сечењето и донесувањето на дрвените отпадоци може да се врши во исто време, иако примарно значење има сечењето на дрвјата. Како алтернатива, дрвените отпадоци може да се донесуваат по определено време, со цел тие да се исушат, да бидат полесни за ракување и со поголема топлинска моќ. Најупотребуваната опрема за сечење и донесување е развиена во северните нордиски земји, кои се водечки во таа област. Во овие земји сите операции се значително механизирани.

Во шумите во Р. Македонија обично шумските претоварни места се користат за претсушење на дрвените отпа-



Сл. 3.2.6. Минијатурна машина за собирање и влечење на дрвените отпадоци



Сл. 3.2.7. Врзување на дрвените отпадоци во вид на снопови по механички пат

доци. Дрвените отпадоци се оставаат неколку дена или недели (особено во лето), со цел влажноста да им се намали под 30%.

Најчесто збивањето на дрвените отпадоци се врши со: **врзување** во вид на **снопови** (сл. 3.2.7), или **дробење** и **мелење** (сл. 3.2.8).

Збивањето е постапка што се користи за да се зголеми густината, а со тоа да се влијае на ефикасноста во ракувањето и транспортирањето. Опремата за збивање врши збивање, сечење и формирање снопови со еднакви димензии заради полесно ракување.

Постапката за врзување на дрвените отпадоци во вид на снопови опфаќа збивање и пакување во облик на снопови – бали (дијаметар приближно 0,65 m и должина 3 m), со цел нивно ефикасно транспортирање.

Системите за врзување на дрвените отпадоци во снопови се наменети за добивање бали, за транспорт од местата за примарна обработка во шумите до потрошувачот и се алтернативно решение на процесот на дробење и мелење на тие места. Со нив се намалува цената на биомасата, но сè уште се мисли дека ова е конвенционален начин на подготовка на дрвените отпадоци, бидејќи во повеќето развиени земји превладува мислењето дека дробењето во иверки и струганици (сл. 3.2.9) е подобар начин за нивна подготовка за транспортирање.

Процесот на врзување во снопови на отпадното дрво од сечењето на шумите се вклопува во современите системи за искористување на отпадното дрво,



Сл. 3.2.8. Дробење и мелење на дрвените отпадоци на местото на сечење во шумата



Сл. 3.2.9. Врзување на дрвените отпадоци во вид на снопови, на местото на сечење во шумата

бидејќи со него се обезбедува полесна контрола, мерење и ракување со дрвото.

Врзувањето во снопови обично се врши на места во самата шума (сл. 3.2.9), со цел да се зголеми густината на отпадното дрво, со камионите да се транспортира поголема маса и да се намалат трошоците за транспорт.

Иако процесот на врзување во снопови може да се врши и рачно (кога дрвените отпадоци се со ист облик и со иста должина), сепак, приоритет се дава на врзувањето со специјални машини (сл. 3.2.10).

Овие машини вршат збивање и пакување на исечените отпадоци од дрвата, со цел нивниот транспорт да биде полесен и поефикасен. Машините може да се користат за врзување на разни видови дрва. Процесот, главно, се состои од собирање, валање, збивање, врзување и сечење на дрвените отпадоци на еднакви должини.

Врзаните снопови од дрвени отпадоци се транспортираат со средства за транспорт со средна носивост. Кога се транспортираат врзани снопови на подолги растојанија, може да се користат превозни средства како и за дрвените трупци. Подолгите (по волумен поголеми) превозни средства се поефикасни, доколку можат да дојдат до собирните места во шумите.

Втор метод што се користи за збивање, односно зголемување на густината на дрвените отпадоци е **дробење** и **мелење** на дрвените отпадоци.

Дробењето е процес при кој со помош на машина за дробење од отпадоците се добиваат мали скоро изедначени по димензии парчиња, погодни како суровина за производство на брикети, или за директно согорување во постројките за производство на енергија.



Сл. 3.2.10. Дробење и мелење на дрвените отпадоци на местото на сечење во шумата

Дробењето и мелењето може да се извршат во шумските предели, во складиштата покрај шумските патишта, или во локалните складишта за дрва. Ако на овие две места не се изврши брикетирање, транспортот се усложнува. Затоа, поекономично и поефикасно е дробењето и мелењето да се извршат во централно складиште, а до него отпадот да се донесе врзан во вид на снопови, со што се олеснува неговиот транспорт.

3.2.3.Транспортирање на шумските дрвени отпадоци

Транспортирањето на дрвените отпадоци во вид на врзани снопови е многу поефикасно на поголеми растојанија. Дрвените отпадоци врзани во вид на снопови се, исто така, погодни за ракување и за преработка во финални производи.

Врзаните снопови од местото на сечење до претоварните места во близина на шумските патишта се влечат со шумски возила за донесување, или со земјоделски трактори (за растојанија до 20 km), а оттаму до складиштата на индустриските постројки со ками-

они со приколка (волумен <40 m³). Многу често дрвените отпадоци се транспортираат до складиштето на крајниот корисник и со камиони од контејнерски вид (волумен 30-50 m³). Должината на сноповите се оптимира, со цел капацитетот на средството за транспорт да се исполни целосно. Карактеристичната должина на врзаните снопови на свежите дрвени отпадоци со маса од 500 kg (енергија од 1 MWh) е меѓу (3-3,2) m.



Сл. 3.2.11. Транспортирање на врзаните снопови од дрвени отпадоци од местото на сечење во шумата до шумските пристапни патишта

Во споредба со дробењето и мелењето, процесот на врзување на дрвените отпадоци во снопови се одвива со помала бука, се создаваат помалку прав и отпаден материјал. Врзаните снопови се, исто така, погодни за складирање во однос на дрвените иверки. Складираните снопови на складиштата до постројките се резерва во случај да настане непроодност на патиштата за донесување нови количества.

Освен тоа, транспортот на врзаните снопови од дрвени отпадоци се врши и со стандардни камиони за превоз на дрва. Транспортот на индустриското дрво и на огревното дрво може да се врши заедно, во ист камион.

3.2.4. Складирање на шумските дрвени отпадоци

Складирањето на дрвените отпадоци е дел од производната верига бидејќи обезбедува расположивост со гориво во текот на целата година и го подобрува неговиот квалитет.



Сл. 3.2.12 Транспорт на врзаните снопови од дрвени отпадоци до складиштето на постројката

Дрвените отпадоци може да се складираат како: цели, исечени гранки или цепеници и иверки, иако иверките редовно се избегнуваат. Периодот на складирање се движи од неколку недели до една година. Фактори што имаат влијание на квалитетот на дрвените отпадоци како гориво се: времето на сечење, начинот на складирање, географската местоположба на местото на складирање и димензиите.

Складирањето на дрвените отпадоци се врши: во близина на шумските патишта, на централното складиште, или до постројката за брикетирање. Ако дрвените отпадоци се наменети за производство на брикети, пожелно е да се складираат до или во постројката за брикетирање. Притоа, покрај намалувањето на влажноста, т.е. сушењето на отпадците, во секој момент се обезбедува суровина за потребите на постројката за брикетирање. Кај складирањето на отпадоци треба редовно да се врши

контрола на влажноста, на распаѓањето, на опасноста од појава на пожар и заразни болести.

Сезонското складирање се врши за да се обезбеди координација меѓу периодот на добивање и користење на дрвените отпадоци. Тоа значи дека во лето се интензивира складирањето на дрвените отпадоци заради нивно користење во текот на зимата. Бидејќи во лето се користат годишните одмори, сечењето на дрвјата е поинтензивно во есен и во зима, иако во тој период патиштата се во лоша состојба.

Влажноста на свежите, зелени дрвени отпадоци е променлива и се движи (50-60)%. Во лето, како резултат на процесот на сушење, содржината на влага на дрвените отпадоци може да се снижи до (20-30)%.

Најефикасен начин на сушење на исечените дрва е ако се остават некој период на местото каде што се исечени, без да се отстранат гранките со лисјата. Лисјата ја влечат влагата од дрвото и така дрвото се суши побрзо.

Сушењето на дрвените отпадоци продолжува и во текот на нивниот транспорт и складирањето (сл. 3.2.13). Ако периодот на складирање е подолг, тие може да се покријат. Ако дрвените отпадоци се складираат како иверки (може да се складираат и во силоси), треба да бидат суви, со максимална влажност од околу 20%. За таа цел тие се оставаат на отворен простор да се исушат до потребната влажност, а потоа може да се складираат



Сл. 3.2.13. Складирање на врзаните снопови од дрвени отпадоци во близина на шумските патишта



Сл. 3.2.14. Сушење и складирање на дрвените отпадоци во вид на иверки во близина на постројка за брикетирање

во покриено складиште (сл. 3.2.14). Ако сушењето на отпадоците во вид на иверки не може да се оствари по природен пат, пред да се употребат за производство на брикети или пелети, мора да се исушат по вештачки пат.

Многу поефикасно е кога дрвените отпадоци се складираат во вид на врзани снопови. При складирањето на дрвените иверки и струганици во силос, капацитетот на силосот треба да обезбеди работа на постројката за неколку дена (волумен од неколку стотини до илјада m^3).

3.3. ПОТРОШУВАЧКА НА ЕНЕРГИЈА ЗА СОБИРАЊЕ, БАЛИРАЊЕ И ТРАНСПОРТ НА ОТПАДНАТА БИОМАСА ОД ЗЕМЈОДЕЛСТВОТО И ОД ШУМИТЕ И ПРОИЗВОДСТВО НА ПЕЛЕТИ

Потрошувачката на енергија при жнеење (косење) на житните растенија и разни видови треви, како и при сечење (режење) на дрвјата и овошните и насадите со винова лоза, има големо влијание не само на цената на отпадната

биомаса како гориво туку и на вкупната енергетска вредност на биомасата. Таа зависи од начинот на кој се врши жнеењето или режењето (рачно или механизирано), од видот на културата и од други фактори. При формирањето на цената на отпадната биомаса како суровина за добивање брикети и пелети, мора да се има предвид и цената на горивото за погон на опремата за жнеење или режење.

При рачно режење на насад со маслинки, потребни се 5 h/ha (доволен е еден работник), додека при механизирано режење – само 1,6 h/ha, а потрошувачката на гориво е 4,55 l бензин (се режат 1,98 t сува отпадна маса). Значи дека кај оваа операција на механичко режење на насад со маслинки потрошувачката на енергија само за процесот на режење изнесува 25 kWh/t.

Потрошувачката на енергија за собирање на биомасата зависи од повеќе фактори, меѓу кои се: видот и обликот во кој се наоѓа отпадната биомаса, начинот на собирање (механизирано или рачно), сезоната на собирање и друго. Бидејќи механизираното собирање во исто време значи и жнеење или кроење на биомасата, во повеќе случаи потрошувачката на енергија (гориво) се изразува за двете операции заедно.

Во некои анализи за житните и за тревистите растенија, во потрошувачката на енергија за собирање е вклучена и енергијата за жнеење и балирање.

Табела 3.3.1. Потрошувачка на енергија за жнеење и балирање на тревести растенија

Операција	потрошувачка на енергија	
	MJ/t – сув	kWh/t – сув
квадратна бала	200,43	55,7
цилиндрична бала	235,76	65,5
дробење и трупање	217,69	60,5
дробење и складирање	211	58,8

Во табелата 3.3.1 е дадена потрошувачката на енергија за жнеење и балирање на тревести растенија, во зависност од видот на балата, а во табелата 3.3.2 – потрошувачката на енергија за собирање (балирање) слама и трева.

Табела 3.3.2. Потрошувачка на енергија за собирање биомаса (слама и трева)

Операција	потрошувачка на енергија	
	MJ/t – сув	kWh/t – сув
– косење, гребење, балирање (квадратни), пренос до пат и складирање, покривање	339	93,4
– косење, гребење	319	88,75
– косење, гребење, жнеење и собирање на куп (дробење на сува биомаса и собирање на куп)	592	164,5
– жнеење и чување во силос (дробење на влажна биомаса и чување во силос)	470	130,6

Потрошувачката на енергија за транспорт на биомасата зависи од масата што се транспортира и од оддалеченоста до постројката за производство на брикети и пелети. Во табелата 3.3.3 е дадена потрошувачката на енергија за транспорт на 1 814 t/ден биомаса во вид на бали, на средно растојание од 40 км (максимум 77 км, минимум 3 км).

Табела 3.3.3. Потрошувачка на енергија за транспорт на 1 814 t/ден бали

Операција	потрошувачка на енергија	
	MJ/t –сув	kWh/t – сув
– товарање, растоварање, транспорт, складирање, сечкање (стационарна дробилка)	1 026,75	285,2w
– сечкање, транспорт, растоварање (мобилна дробилка)	769,9	213,8
– биомаса на земја (на куп или силажа)	1 056,5	293,5

Многу студии покажале дека од вкупната потрошувачка на енергија кај енергетските насади, за сечењето и балирањето се трошат 43% (29 560 kWh/ha од вкупно 68 730 kWh/ha), за транспорт 35% (24 064 kWh/ha), и остатокот од енергијата е за семенски материјал, садење и складирање. Во однос на вкупната енер-

гија што се добива (2 863 360 kWh/ha), потрошувачката на енергија изнесува 2,5% (односот на добиената и вложената енергија е 41,7). Но, треба да се нагласи дека ова може да достигне и до 10%.

Во текот на процесот на дробење на дрвените отпадоци од сечењето на шу-

мите, со дробилка погонувана од мотор СВС, потрошувачката на гориво (нафта) изнесува околу 3,8 l/t (40 kWh/t).

Како влијае густината на отпадната биомаса на транспортот, може да се види од табелата 3.3.4. Во неа е дадена потрошувачката на енергија за транспорт на сечкана слама и сечкана трева и готови пелети на растојание меѓу (20-100) km, или средна оддалеченост од 60 km.

Од табелата може да се види дека потрошувачката на енергија е скоро трипати поголема кога отпадната маса е со мала специфична густина, а се транспортира со превозно средство со ист волуменски простор за носење.

Потрошувачката на енергија при транспортот на отпадната биомаса од земјоделството многу зависи и од видот на превозното средство. Така, на пример, ако потрошувачката на енергија за транспорт со камиони изнесува 0,4 kWh/t, при транспорт со железница, потрошувачката

изнесува 0,19 kWh/t и е скоро двапати помала.

Доколку биомасата се транспортира пневматски со цевководи, потрошувачката на енергија е за двапати поголема од потрошувачката при транспорт со камиони.

Потрошувачката на енергија во процесот на производство на пелети треба, исто така, да се определи, со цел да се дефинира нивната цена. Во табелата 3.3.5 е дадена потрошувачката на енергија за производство на пелети од слама и трева.

Од табелата 3.3.5 се гледа дека најголемата потрошувачка на енергија при производството на пелети од слама и сено е во процесот на: сушење, пелетирање и мелење (околу 87,45% од вкупно потрошената енергија). Само процесот на сушење учествува со 42,6% од вкупно потрошената енергија. При пелетирање на сува отпадна биомаса, вкупната потрошувачка на енергија изнесува 130,8 kWh/t.

Табела 3.3.4. Потрошувачка на енергија за транспорт на сечкана биомаса и пелети (слама и трева)

Операција	потрошувачка на енергија			
	сечкана биомаса		пелети	
	MJ/t	kWh/t	MJ/t	kWh/t
товарање	395	109,7	118	32,8
транспорт	522	145	149	41,4
растоварање	14	3,9	4	1,1
Вкупно	931	258,6	271	75,3

Табела 3.3.5. Потрошувачка на енергија за производство на пелети (слама и трева)

Операција	потрошувачка на енергија	
	MJ/t	kWh/t
сушење	350	97,23
мелење со чекани	100	27,78
пелетирање	268	74,45
ладење	13	3,61
просејување	6	1,67
пакување	6	1,67
складирање	26	7,23
разновидна опрема	52	14,45
Вкупно	821	228,1

4. ТЕХНОЛОГИИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА БРИКЕТИ И ПЕЛЕТИ

Брикетите и пелетите, поради нивниот облик и димензиите, се особено погодни за ракување. Може да се користат како гориво за директно согорување во домашните и во големите индустриски котли, а во мали количества и во домашните печки. Имаат значително помал волумен во однос на отпадната биомаса и, според тоа, имаат и многу повисока специфична енергија по единица волумен, што значи дека се покомпактен извор на енергија. Тие се попогодни за транспорт и за складирање во однос на природната биомаса.

4.1. ОПРЕМА ЗА ПОДГОТОВКА НА ОТПАДНАТА БИОМАСА ЗА БРИКЕТИРАЊЕ И ПЕЛЕТИРАЊЕ

Добивањето гориво во вид на **брикети** и **пелети** од отпадно дрво и отпадоци од земјоделството е често применуван начин за искористување на енергијата содржана во овој вид биомаса.

Во текот на сечењето на шумите и обработката на дрвото се добива големо количество отпадно дрво, со значително учество на струганици. Во текот на обработката на земјоделските производи се произведуваат отпадоци, како што се: луспи од ориз, кикиритки, дршки од јута, отпад од шеќерна репка, стебла од: пченка, пиперки, домати, сончоглед, памук и др., кои најчесто остануваат неискористени.

4.1.1. Опрема за примарно дробење и мелење на отпадната биомаса

Дробењето на дрвените отпадоци може да се изврши на четири различни места, и тоа:

- во кругот на постројката за брикетирање;
- во претоварните складишта (терминали);
- на собирните места во близина на шумските патишта, и
- на местото на собирање (во шумата).

Често се применува дробење и мелење на дрвените отпадоци на местото на собирање (примарно дробење), или на собирните места во близина на шумските патишта. Во таков случај се користат дробилки со мал капацитет, со ножеви поставени на диск, или завојно вретено (сл. 4.1.1), кои обично се погонувани со земјоделски трактори, но можат да имаат и сопствен погон.

Дробилките со ножеви поставени на диск имаат поголема примена. На еден масивен вртлив диск се поставени 2-4 јаки прави ножа. Димензиите на иверките се контролираат со дотерување на растојанието меѓу ножевите. Капацитетот на дробилките се движи меѓу (10-40) m³/h, во зависност од видот на суровиот материјал и системот за полнење.

Кај дробилките со хоризонтално завојно вретено, материјалот се турка и се дроби со завојните ножеви. Суровиот материјал се дроби на парчиња со димензии меѓу



Сл. 4.1.1. Мобилни дробилки на отпадно дрво погонувани со земјоделски трактори со рачно и механичко полнење

(15-100) mm. Капацитетот им се движи меѓу (20-40) m³/h, во зависност од видот на суровиот материјал и системот за полнење (рачно или механизирано).

Мобилните дробилки обработуваат материјал со висока содржина на влага (суровиот материјал претходно не се суши).

Поголема продуктивност имаат дробилките со чекани, кои се погонуваат од камиони. Наменети се за дробење на отпадно дрво добиено при сечење на

шумите и обично работат на собирните места во близина на шумските патишта. Нивниот капацитет зависи од суровиот материјал, така што тој е поголем кога се дробат подебели дрва, а помал при дробење на гранки и друг растресит материјал.

Кај дробилките поставени на шумските терени, или на собирните места во близина на шумските патишта (т.н. теренски дробилки), добиениот ситен материјал се собира во посебни контејнери со големина од 10 до 20 m³, или во камиони (трактори) со приколка. Потоа материјалот се транспортира до крајниот корисник (постројка за брикетирање или директно согорување). Капацитетот на теренските дробилки е (15-20) m³ растресит материјал на час, а економски оправданото растојание на влечење на дрвените отпадоци од местото на сечење до мобилните дробилки е до 200 m.

Многу поекономично е да се врши централизирано дробење и мелење на дрвените отпадоци, што значи дека суровиот материјал треба да се транспортира во вид на врзани снопови. Овој начин на дробење на отпадното дрво во вид на врзани снопови заштедува трипати повеќе енергија во споредба со дробењето со мобилни дробилки. Овие дробилки, при дробење на дрвени отпадоци врзани во снопови, можат да произведат над 340 m³ растресит дробен материјал.

Материјалот што се добива при дробење на дрвените отпадоци врзани во снопови е релативно посув во однос на материјалот добиен при дробење во шума, бидејќи сноповите се сушат додека се транспортираат или складираат.



Сл. 4.1.2. Мобилни дробилки
на отпадно дрво на претоварно
складиште

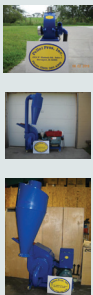
4.1.2. Преглед на производители на опрема за дробење

Во табелата 4.1.1 се дадени основните податоци за дробилките за дробење биомаса од разни производители, со потребните карактеристики: производител, тип, капацитет, димензии на дробилките и излезниот материјал, моќноста за нивен погон, масата и цената без транспорт.

Треба да се нагласи дека во оваа табела се дадени производителите на опрема што се интересни за потенцијалните инвеститори во Р. Македонија, но тоа не значи дека на Интернет или од други извори не може да се добијат податоци и за други производители надвор од Европа (Америка, Австралија итн.).

Табела 4.1.1. Основни карактеристики на дробилките

ДРОБИЛКИ								
	произво- дител/ тип	капацитет kg/h	Ø на влезен матери- јал во mm	Ø на излезен матери- јал во mm	моќ на ЕМ во kW	маса во kg	каракте- ристика	цена во €
	ANYANG GEMCO CHINA ZLSP-200	80-120			7,5	250		500,0 4 500,0
	ZLSP-260	150-200			15	330		
	ZLSP-300	200-250			22	410		
	ZLSP-400	300-350			30	550		
	KMPM 35	500-700			55	1 990		
	KMPM 42	800-1200			90	2 430		
	KMPM 520	2 000-2 500			150	3 500		
	BYSTRON CZ Pirana	2 m³/h			11		Дрво, гранки, дрвен отпад	1 980,0
	Pirba	3,5 m³/h			15			3 100,0
	Barakuda	4 m³/h			15			6 000,0
	Murena I	2 m³/h			11			6 020,0
	DK-200	2 m³/h			4			1 900,0
	DK-400	3 m³/h			5,5			2 400,0
	DK-600	4 m³/h			7,5			2 900,0
	DDBB3	400-700	150-200	Ø 5 x 5	11	400/ 500		3 960,0
	DDBB4	500-1 000	150-200	Ø 5 x 5	18,5	600/ 700		5 400,0
	FZE 30 mlin	1 000-6 000	300	5-12	30		отпад од: градина, овошје, животни	
	HMT	800-1 500	150		11		сено, сла- ма, коруп- ки, отпа- доци од храна	
	HENAN JINGXIN CHINA CX 320	300			2,2		дрвени отпадоци	
	CX 350	450			3			
	JX 360	600			4			1 200,0
	JX 400	750			4			1 200,0
	JX 420	1 000			5,5			1 520,0
	JX 500	1 500			7,5			1 700,0
	JXI-1	800			11			2 400,0
	JXI-2	900			15			3 400,0

ДРОБИЛКИ								
	произво- дител/ тип	капацитет kg/h	Ø на влезен матери- јал во mm	Ø на излезен матери- јал во mm	моќ на ЕМ во kW	маса во kg	каракте- ристика	цена во €
	KOVO NOVAK CZ RS 650	300-600			5,5		слама, сено, материјал во бали, биомаса	
	SK 300	300-600			4			
	HZ 1300	<2 800			14,5			
	LR 1400	9 m³/h						37 740,0
	PELLET PROS USA PP H 130	60			2	75		1 275,0
	PP H 1000D	450			11	230	(дизел)	3 200,0
	PP H 1000E	450			7,5	250		3 300,0
	PP H 1500D	700			16,5	360	(дизел)	4 500,0
	PP H 2600D	900-1 100			22,5	315	(дизел)	5 000,0
	PP H 4000D	1 800			22,5	510		5 800,0
	SH 600	2 бали/h	150	1-10			слама	
	SHE 10		150	1-10	7,5			
	SHE 12		150	1-10	9			
	SHE 15		150	1-10	11			
	SHZ		150	1-10	22			
	ZHENJIANG ZONERUN BX213	3-5 m³/h	90		30	1 200	отпадна хартија и дрво	5 250,0
	BX215	4-5 m³/h	160		45	2 900		7 500,0
	BX218	12 m³/h	200		55	4 000		
	UNTHA AUSTRIA LR 700	1-4 m³/h					масивно дрво, штици, палети, кора, картони	19 880,0
	LR 1400	9 m³/h						37 740,0

4.2. РЕДОСЛЕД НА ОДВИВАЊЕ И ПОТРЕБНА ОПРЕМА ЗА БРИКЕТИРАЊЕ И ПЕЛЕТИРАЊЕ

За брикетирање и пелетирање на отпадната биомаса од земјоделството, за сечење на дрвјата и за обработка на дрвото постојат повеќе технологии, кои можат да се групираат во две групи, и тоа:

1. **Директно брикетирање со средство за сврзување (лепило).** Се врши со преси со релативно мал притисок. Во процесот на производство на брикети/пелети, во биомасата се додава околу (4-8)% средство за сврзување (лепило).
2. **Директно брикетирање/пелетирање без средство за сврзување.** Пресите со кои се врши брикетирање без средство за сврзување се со висок притисок – од 1 000 до 1 500 бари. Според конструкцијата, можат да бидат: ротациони, завојни или со клип со праволиниско движење.

Средството за сврзување е неопходно за да се зачува, т.е. спречи растурање на компримираниот материјал од оригиналната форма. Тоа се додава во материјали што не содржат лигнин или сулфатен лигнин, или во материјал што се компримира на низок притисок. Лигнинот или сулфатниот лигнин најмногу се содржи во остатоците од земјоделството. Тој може да се дефинира како термопластичен полимер, кој на температура од 100°C омекнува, а на поголеми температури станува течен.

Добриот материјал за сврзување треба да има ниска цена на чинење, да обезбеди квалитетно сврзување на материјалот и да е водоотпорен. Исто така, треба да има добри особини при

согорување (да не чади и да нема непријатен мирис), т.е. добри еколошки карактеристики.

Материјалот за сврзување се дели на два вида: **неоргански** и **органски**.

Неоргански материјали за сврзување се: глина, кал, цемент и др. Ретко се користат и се непожелни бидејќи го зголемуваат количеството на пепел, ја намалуваат и дезинтегрираат способноста за согорување.

Органски материјали за сврзување се: пченкарен и пченичен скроб, сируп од шеќерна трска (меласа), катран, измет и др. Тие имаат подобри особини на сврзување, ја зголемуваат топлинската вредност, имаат мала содржина на пепел и затоа се користат почесто.

Брикетите и пелетите најчесто се изработуваат без средство за сврзување, поради цената и влијанието врз околината.

4.2.1. Редослед на одвивање на процесот на брикетирање и пелетирање

На сл. 4.2.1 е прикажан проточен дијаграм на процесот на добивање брикети/пелети. Процесот на брикетирање се извршува во четири фази, и тоа:

- селектирање, дробење и издвојување на отпадоците;
- сушење и складирање на отпадната биомаса;
- брикетирање (сушење, дробење, пресување и ладење), и
- ладење, пакување и складирање на добиените брикети.

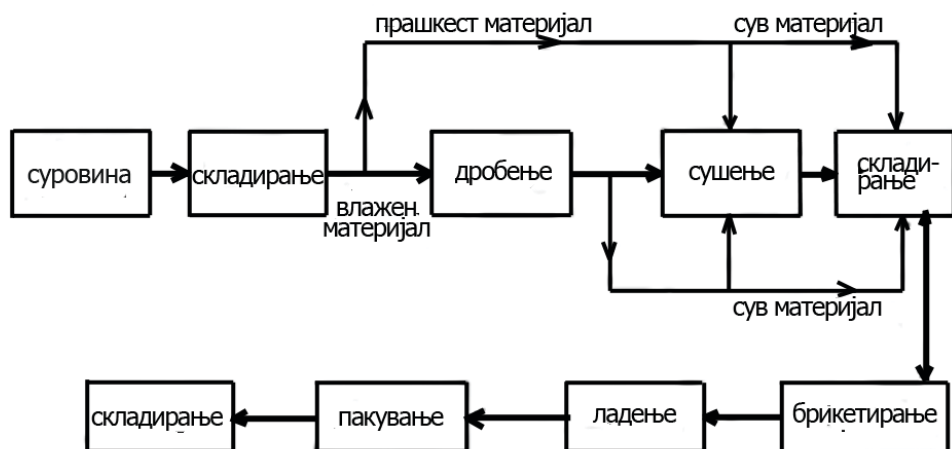
Ова е најчесто применуван процес на брикетирање/пелетирање на отпадната биомаса, но треба да се нагласи дека (во зависност од сировината) процесот на сушење може да се изврши пред дробењето, бидејќи сушењето подобро се одвива кога сировината е поситна.

Основна опрема што треба да ја има фабриката за брикетирање е:

- дробилки;
- сита за просејување;
- транспортни ленти и елеватори;
- бункер за сировина;
- бункер за средство за сврзување (ако се користи);
- мешалка;
- преса за брикетирање или пелетирање;
- опрема за мерење на влажноста и за сушење;
- простор за складирање на брикети-те или пелетите;
- опрема и простор за ладење;
- опрема за заштита од пожар;
- вентилатори и др.

Селектирање и издвојување на пристигнатиот отпаден материјал. Една од многу важните компоненти за успешно брикетирање/пелетирање е контролата на квалитетот на сировината. Затоа, потребно е:

- да се прегледа целокупната сировина пред да се внесе во процесот;
- да се издвојат само отпадоците наменети за брикетирање/пелетирање.
- Неопходна е контрола на следниве работи:
- контрола и селекција на сировината пред да влезе во линијата за обработка;
- прочистување на сировината;
- внесување во производната линија;
- одржување постојана чистота на опремата;
- постојана контрола на чистотата, на бојата и на квалитетот на излезниот производ;
- воведување програма за информирање на потрошувачите



Сл. 4.2.1. Проточен дијаграм на процесот на брикетирање/пелетирање на отпадна биомаса

и прифаќање на забелешките во врска со квалитетот на производот заради негово подобрување и др.

Дробење и мелење. Прв чекор кон процесот на брикетирање/пелетирање е добивање ситен материјал од отпадната биомаса. Има различни видови машини (**дробилки**) за секундарно дробење на поголемите парчиња од отпадната биомаса.



Стационарните дробилки со чекани се разликуваат од мобилните дробилки по начинот на внесување на отпадната биомаса и погонувањето (најчесто со електромотори). Најчесто внесувањето на суровината се извршува со бесконечни ленти, но може да се користат и виљушкарите со хидраулична корпа за полнење. На располагање се дробилки со различни капацитети и за различен материјал за дробење, но инвестиционите вложувања се повисоки. Кај овие дробилки обично се користи и магнетен сепаратор.

По дробењето, материјалот се носи на просејување, со сита со различна големина на отворите, со цел да се издвојат честичките со еднакви димензии. Потоа материјалот се носи на сушење (сушењето е поефикасно кога материјалот е поситен), или се носи директно во процесот на брикетирање/пелетирање, како суровина за производство на брикети или пелети.

Сушење. Влажноста на суровината пред да се внесе во процесот на брикетирање/пелетирање, треба да биде под 12%. Доколку суровината се пресуши, се претвора во прав и честичките не се слепуваат една со друга. Ако суровината е со влажност <12%, во неа треба да се додаде вода за да се добие потребната влажност.



Сл. 4.2.2. Машини за дробење со бункер за прифаќање на суровиот материјал, производ на „Wiema“

Табела 4.2.1. Производители на сушилници за сушење на биомаса за брикетирање и пелетирање

СУШИЛНИЦИ						
производител/тип		капацитет kg/h	моќ во kW	маса во kg	каракте- ристика	цена во €
	CB point CZ		25-50		сите видови биомаса со голема влажност	
	STR-4					
	STR-8		50-100			
	STR-12		100-200			
	STR-20		100-200			
	PELLET PROS USA PPD250	270	4	800	издробена биомаса	6 675,0
	PPD500	450	7,5	1 300		8 025,0
	PPD700	700	11	1 900		9 825,0
	PPD1100	550	7,5	1 700		11 400,0
   	ANYANG GEMCO China BHGJ-I flash dyer	200-250	5,5	800		5 330,0
	BHGJ-II flash dyer	400-500	7	1 300		6 150,0
	BHGJ-III flash dyer	500-700	9	1 900		9 430,0
	Rotary dryer HZG8	500-1 200	3-5,5		универ- зален	4 000,0 - 40 000,0
	Rotary dryer HZG10	1 500-3 000	5,5-7,5			
	Rotary dryer HZG12	3 000-5 500	7,5-11			
	Rotary dryer HZG15	5 000-6 500	11-15			
	Rotary dryer HZG18	7 000-12 000	15-18,5			
	Rotary dryer HZG22	9 000-15 000	18,5-22			
	Rotary dryer HZG24	16 000	22-30			

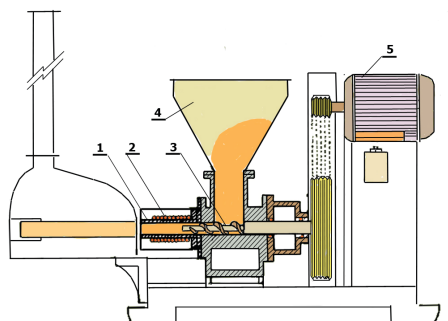
СУШИЛНИЦИ						
производител/тип	капацитет kg/h	моќ во kW	маса во kg	карактерис- тика	цена во €	
	Pipe dryer	25-50	25-50	сите видови биомаса со голема влажност		
	JX11-1	50-100	50-100		5 000,0	
	JX11-2	100-200	100-200		5 900,0	
	JX11-3	100-200	100-200		8 900,0	

Сушењето на суровината може да се реализира со изменувачи на топлина со топла вода или со пара од котел (температурата на носителот на топлина е меѓу (90-200)°C, во зависност од видот и влажноста на материјалот), или од печка, која согорува отпадоци од процесот на брикетирање.

Во табелата 4.2.1 се дадени производители на сушилници за сушење на отпадната биомаса наменета за брикетирање и за пелетирање.

4.2.2. Технологии за брикетирање и за пелетирање

4.2.2.1. Технологии за брикетирање



Сл. 4.2.3. Надолжен пресек на завојна преса со загревање на калапот:

- 1 – цилиндричен калап;
- 2 – навивка за електрично греење;
- 3 – завојно вретено; 4 – бункер;
- 5 – електромотор

Брикетирање со завојна преса. Оваа технологија е пронајдена и за првпат применета во Јапонија, во 1945 година. Во последно време се изградени голем број постројки и во Европа, а неколку и во југоисточна Азија. Сите тие работат со струганици како суровина. Ако како суровина се користи лушпа од ориз, можно е да се појават одредени проблеми предизвикани од абењето на калапот од пресата.

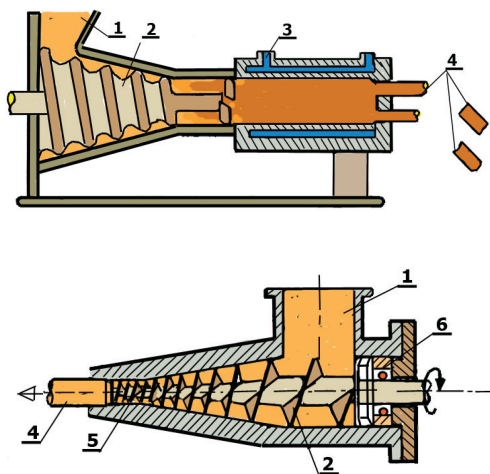
Постројките работат со континуирано доведување на материјалот кон калапот со завојно вретено. На пазарот може да се сретнат три вида завојни преси, и тоа:

- цилиндрични завојни преси со калап што се грее;
- конусни завојни преси, и
- цилиндрични завојни преси без надворешно греење на калапот.

Кај цилиндричните завојни преси со загревање, материјалот се внесува континуирано во завојното вретено, кое го потиснува материјалот кон еден цилиндричен калап во кој се загрева до температура на појава на лигнинот. Ако не се врши загревање, треба да се додаде средство за сврзување. Постои можност брикетот да се јаглениса во завојната преса со уништување на лигнинот. Во такви случаи треба да се додаде средство за сврзување.

Температурата во цилиндричниот калап се повишува на (250-300)°C, за добивање квалитетни брикети од

различен материјал со влажност $<15\%$. Брикетите произведени во завојни преси обично се со подобар квалитет од брикетите произведени во клипни преси. Инвестиционите вложувања во завојните преси се нешто пониски отколку кај клипните, но трошоците за одржување и потрошувачката на енергија кај овие преси се повисоки.



Сл. 4.2.4. Надолжен пресек на конусна завојна преса со два отвора за брикети и со ладење на калапот:

- 1 – бункер; 2 – конусно завојно вретено;
3 – средство за ладење; 4 – брикети;
5 – цилиндричен калап; 6 – лежиште

Предности и недостатоци на завојните преси во однос на клипните се:

- процесот е континуиран и брикетите имаат еднакви димензии;
- цилиндричниот калап малку ги јагленисува брикетите, со што се подобрува процесот на нивно согорување;
- брикетите со цилиндричен отвор во средината имаат подобро согорување;
- пресата работи релативно мирно, без поголема бучава;
- завојните преси се полесни во однос на клипните, и

- потрошувачката на енергија е поголема.

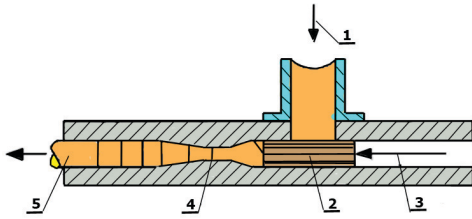
Конусните завојни преси се произведуваат со капацитет меѓу (600-1 000) kg/h. Се изработуваат од многу цврст материјал, со цел да се зголеми отпорноста на триење, особено кога се брикетира абразивен материјал. Калапот може да биде или со единичен отвор за излегување на брикетите или со повеќе отвори. Притисокот на брикетирање е многу висок, меѓу (60-100) МПа, а густината на добиените брикети се движи меѓу (1 200-1 400) kg/m³.

Малите завојни преси, со капацитет меѓу (60-100) kg/h, се многу поевтини, но кај нив се поголеми абеењето и специфичната потрошувачка на енергија. Овие машини можат успешно да работат во места каде што цената на сировината и на енергијата е пониска.

Во завојните преси може да се произведуваат и брикети со отвор во средината, со што се олеснува согорувањето. Надворешната површина на брикетите може делумно да се јаглениса, со што се подобрува нивниот квалитет.

Брикетирање со преса со клип. Со оваа технологија се произведуваат брикети со послаби карактеристики при согорувањето, во споредба со брикетите со отвор во средината. Затоа, овие брикети се погодни за согорување во големи печки. Вака произведените брикети не можат да се претворат во дрвен јаглен и се поевтини од брикетите произведени во завојна преса.

Пресите со клип работат дисконтинуирано, така што сировината се внесува во цилиндар и се компримира со клип во мал калап. Материјалот што се компримира се загрева под дејство на силите на триење додека тој се тур-



Сл. 4.2.5. Брикетирање со преса со механичко или хидраулично погонуван клип:

- 1 – довод на сировина; 2 – клип;
3 – хидрауличен или механички погон на клипот; 4 – млазница – калап;
5 – брикет

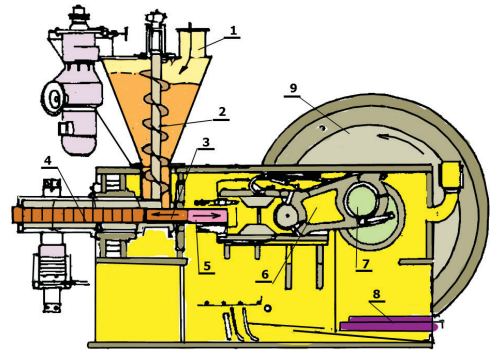
ка низ калапот. Притоа, лигнинот содржан во материјалот започнува да дејствува како средство за сврзување во материјалот што се компримира. Кај пресите со цилиндричен клип, брикетот има цилиндрична форма, со должина (10-30) см и дијаметар меѓу (8-10) см, кој е одреден од дијаметарот на калапот.

Кај машините за брикетирање со правоаголен пресек на клипот се добива брикет во облик на призма, со одредени димензии (сл. 4.2.7).

Пресите со клип се погонуваат или механички (со замавник и коленесто вратило) или хидраулички. Пресите со механички погон се со поголем капацитет од 300 до 450 kg/h – од пресите со хидрауличен погон, кои се со капацитет помал од 250 kg/h.

Брикетите произведени во преси со механички погон се поцврсти и со поголема густина од брикетите произведени во хидраулични преси со помал притисок, кои имаат помала цврстина и се помекки.

Ако со пресата наменета за брикетирање на дрво треба да се брикетира отпадна биомаса од земјоделството, потребно е да се изврши извесна модификација на системот за до-



Сл. 4.2.6. Надолжен пресек на преса со клип:

- 1 – довод на сировина;
2 – полжавесто вретено; 3 – рамка;
4 – цилиндричен калап; 5 – клип;
6 – лостови за врска; 7 – оска;
8 – систем за масло за подмачкување;
9 – замавник

ведување на сировината и на калапот. Времето на замена на калапот зависи од материјалот што се брикетира и може да изнесува неколку стотини часа. Одредена биомаса, како што се оризовите лушпи, абразивно дејствува на калапот, со што се намалува неговиот век на експлоатација. Потребно е редовно одржување на клипните преси.



Сл. 4.2.7. Машина за брикетирање на брикети со призматичен облик

Притисокот на збивање кај клипните преси со механички погон се движи меѓу (110-140) МПа. Кај овие преси, високиот притисок и добиената топлина

од триењето на материјалот се доволни да се одржува постојана температура на материјалот, на која лигнинот преминува во кашеста состојба и дејствува како средство за сврзување. Понекогаш може да има потреба од ладење, особено на калапот. Како средство за ладење се користат вода.

Клипните преси со хидрауличен погон се произведуваат во западна Европа и се користат, пред сè, за брикетирање на полесни материјали, како што се: хартија, ѓубре од пречистителни станици итн.

Предности и недостатоци на пресите со клип:

- помало движење меѓу биомасата и телото на пресата;
- поевтина технологија;
- постои стекнато искуство со користењето различна биомаса како суровина;
- влажноста на суровиот материјал треба да биде <12%;
- квалитетот на добиените брикети се намалува, со зголемување на капацитетот на пресата при иста номинална моќ, и
- не е возможно јагленисување на надворешната површина на брикетите.

Брикетирање со јагленисување. Отпадното дрво и отпадоците од земјоделството со мала содржина на пепел може да се брикетираат со нивно делумно јагленисување.

Постојат два вида брикети со јагленисување, и тоа:

- брикетите добиени по една од претходно наведените технологии се ставаат во печка, каде што делумно се јагленисуваат;
- на јагленисаниот материјал во печките му се додава средство за сврзување

(варовник, глина и др.), а потоа материјалот се брикетира во различни димензии и облици (јајчест или цилиндричен облик).

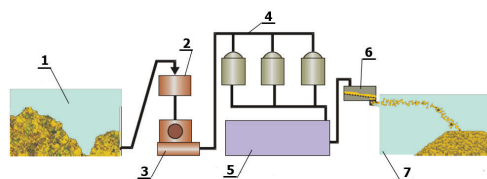
Ако капацитетот на произведените јагленисани брикети е мал, се сушат на сонце, додека поголемите количества се сушат во сушилници со користење на топлиите гасови добиени при јагленисувањето.

Предности на оваа технологија се:

- голема економичност при капацитети меѓу 200 kg/ден до 25 t/ден;
- користење на кој било отпад (дрво или отпадоци од земјоделството), а производот може да се користи како замена за дрвото или дрвениот јаглен;
- производство на домашно гориво што ја загадува околината помалку;
- мали инвестициони вложувања;
- отпадот од шеќерната трска и од шеќерната репка кај мелниците за шеќер може да се јаглениса и брикетира со преса и со глина, како средство за сврзување.

4.2.2.2. Технологии за пелетирање

Процесот на производство на пелети во една постројка се одвива во шест етапи (сл. 4.2.8), и тоа: **дробење (мелење)**,



Сл. 4.2.8. Технолошки процес на производство на пелети:

- 1 – складирање на суровината;
 2 – меѓускладирање;
 3 – дробење и по потреба сушење на суровината; 4 – пелетирање; 5 – ладење;
 6 – просејување; 7 – складирање на пелетите

сушење, пелетирање, ладење, просејување и дистрибуција.

Дробењето на отпадната биомаса се врши во дробилка, која најчесто е изработена со чекани. Материјалот се дроби во вид на струганици со димензии помали од дијаметарот на пелетите, т.е. 6 mm. Пред дробењето, од суровината се отстранува негоривниот материјал (метали, камен и др.).

Со дробењето се овозможува полесно сушење на суровината бидејќи парчињата се мали и со слични димензии. Ако струганиците имаат иста влажност, трајноста на пелетите се зголемува.

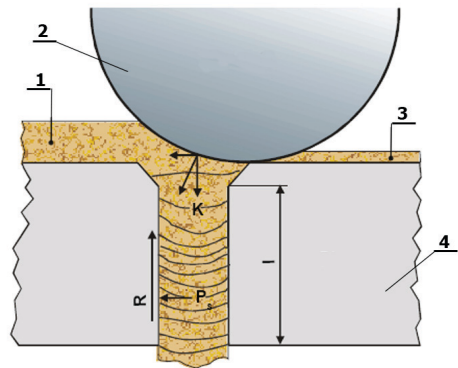
Ако е потребно, дробениот материјал се **суши** (најчесто во ротациони цилиндрични печки) со топли гасови, добиени при согорување на пелети, или отпад на дрвна маса, за што се трошат околу (20-25)% (во зависност од влажноста на суровината) од енергијата содржана во пелетите.

Влезната суровина со влажност <17% може да се пелетира успешно. Ако треба добиените пелети да бидат со влажност (6-8)%, оптималната влажност на суровината во процесот на пелетирање треба да биде <12%, (10-15)%, па дури и помала. Ако суровината се добива од процесот на преработка на суво дрво, нема потреба од негово сушење.

Меките дрва се подобри како суровина за производство на пелети од тврдите бидејќи содржат поголем процент на лигнин. Лигнинот е природен материјал како за сврзување на дрвните влакна така и за сврзување во пелетите. Од суровината што содржи поголемо количество кора се добиваат пелети со висока топлинска моќ.

За добивање 1 t пелети од суровина со влажност (7-10)%, потребни се следниве количества суровина:

- околу 7 m³ просторни струганици (влажност 50-55%), и
- околу 10 m³ просторни иверки (влажност 10-15%).



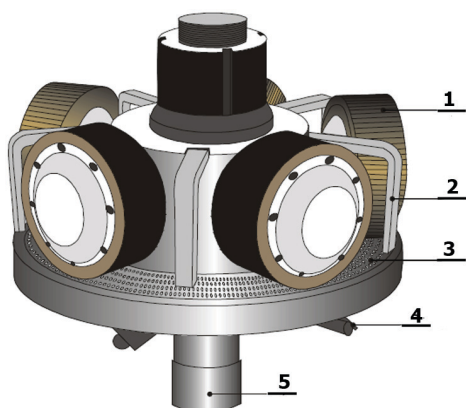
Сл. 4.2.9. Формирање на пелетите:

1 – суровина; 2 – цилиндричен валјак;
3 – остаток од суровина; 4 – калап за пелети

Суровината се внесува во машина за **пелетирање** т.н. преса, каде што се компримира под дејство на висок притисок и се истиснува низ калапот (сл. 4.2.9) со одреден дијаметар на отворите. Постојат два вида машини за пелетирање, и тоа со:

- рамен – хоризонтален калап (суровината се притиска низ врвот на еден хоризонтално поставен калап), и
- ротационен – вертикален калап (два (сл. 4.2.10) или повеќе ротора го туркаат материјалот од внатре кон надвор низ еден кружен калап). Пелетите може да се произведуваат на саканата должина.

Суровината до калапот се доведува на различни начини, во зависност од машината за пелетирање. Еден или повеќе валјаци го потиснуваат материјалот низ отворите на калапот зад кои со посебен нож се сече компримираниот материјал на еднакви должини.



Сл. 4.2.10. Рамен цилиндричен калап:
1 – цилиндри; 2 – извлекувач;
3 – кружен калап; 4 – ножеви за сечење;
5 – главна оска

Процесот на формирање на пелетите е прикажан на сл. 4.2.9. Материјалот се доведува од предната страна на валјакот, кој го потиснува низ отворот на калапот и го компримира. Многу тенок слој од суровината останува на калапот. Со континуирано вртење на валјациите постојано се доведува нов материјал за компримирање.

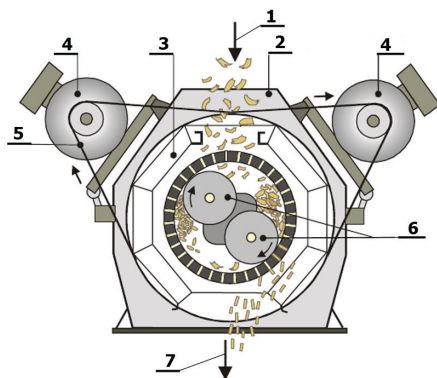
Растојанието меѓу калапот и цилиндричниот валјак го дава квалитетот на пелетите, потребната енергија за пресување и носивоста на опремата. Со зголемување на растојанието за 1 mm, се зголемува потребната енергија за 1,2 пати.



Сл. 4.2.11. Машина за добивање пелети со хоризонтален калап

Калапот и цилиндричниот валјак се изработуваат од материјали отпорни на абење. Погодни материјали за таа намена се хромираните челици, на кои допирните површини термички им се обработуваат, а внатрешниот дел им останува жилав. Калапот, цилиндричниот валјак и ножевите за сечење се заменуваат периодично.

Кај машините за пелетирање со хоризонтално поставен кружен калап, суровината се збива и потиснува низ кружниот калап со помош на цилиндрични валјаци (сл. 4.2.10). Бројот на цилиндричните валјаци се движи од (2-6), во зависност од димензиите на машината. Во некои модели кружниот калап ротира, а цилиндрите се неподвижни, додека во други кружниот калап е неподвижен, а цилиндричните валјаци се подвижни.



Сл. 4.2.12. Вертикален цилиндричен калап:
1 – суровина; 2 – рамка – тело;
3 – заштитна покривка; 4 – мотори;
5 – трапезоиден ремен;
6 – цилиндрични валјаци;

Кај хоризонталните кружни калапи, суровината се доведува до калапот само под дејство на гравитацијата. Во споредба со машините во вид на јадро, полесно се чистат.

На сл. 4.2.11 е даден пресек на една машина за пелетирање со хоризонтално поставен кружен калап.

Кај машините за пелетирање со **вертикален** калап (сл. 4.2.12) се користи цилиндричен калап. Повеќето производители на опрема за пелетирање користат вертикален цилиндричен калап. Кај овие машини, механизмот за компримирање се состои од цврст цилиндричен калап во чија внатрешност ротираат (1-3) цилиндрични валјаци за компримирање, или ротира цилиндричниот калап, а валјациите се стационарни. Денес има машини кај кои ротираат и цилиндричниот калап и цилиндричните валјаци. Силата на триење се пренесува со материјалот што се пелетира.



Сл. 4.2.13. Машина за производство на пелети со вертикален калап

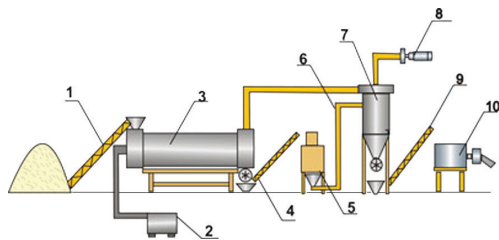
Во поголем број машини за пелетирање со еден цилиндар, суровината навлегува во внатрешноста на цилиндричниот калап гравитациски, или под дејство на полжавест транспортер. Кај системите со два или три цилиндрични валјаци е потребен коефициент довод на суровината по целата ширина на цилиндричниот калап.

Во текот на процесот на пелетирање (збивање), лигнинот што природно се содржи во биомасата (го има повеќе во меките дрва) се топи и служи како средство за сврзување со влакната на биомасата, а помага и да се задржи обликот на пелетите додека се сушат. Лигнинот овозможува надворешната површина на пелетите да биде мазна.

Пелетите го напуштаат калапот со температура меѓу (90-95)°C. За да може природното средство за сврзување да се зацврсти, потребно е да се ладат. Обично се ладат со воздух (со: вертикален, хоризонтален и континуиран проток).

По ладењето се врши **просејување** за да се отстранат ситните отпадни честички (се враќаат назад во процесот на пелетирање). Просејувањето најчесто се врши со сита со вибрирање. Оладените пелети се складираат (во посебен простор за складирање) во поголеми вреќи – од 1 до 1,5 m³, во помали вреќи – од 18 до 20 kg, или во кеси за користење во домаќинствата. Пелетите пакувани во вреќи се поскапи од пелетите што се доставуваат со камиони.

4.2.3. Распоред на опремата и потребен простор за брикетирање и пелетирање во зависност од капацитетот



Сл. 4.2.14. Технолошка шема на постројка за брикетирање/пелетирање на отпадно дрво, со циклон за отстранување на

влажниот воздух:

- 1, 4, 9 – полжавест транспортер; 2 – печка за добивање топол воздух; 3 – хоризонтална ротациона цилиндрична сушилница;
- 5 – дробилка со чекани;
- 6 – цевковод за дробена суровина;
- 7 – циклон; 8 – вентилатор;
- 10 – машина за брикетирање/пелетирање

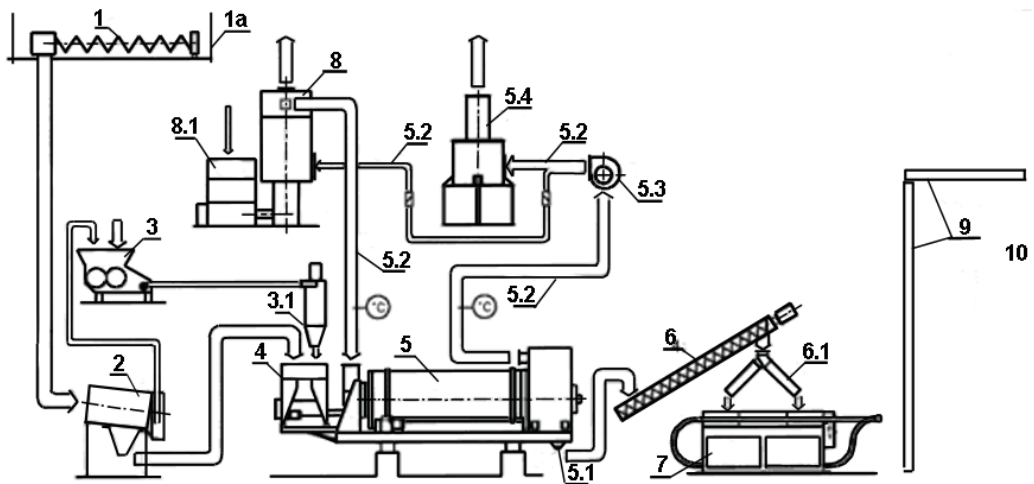
Во зависност од квалитетот на суровината, капацитетот на постројката, технолошкиот процес, димензиите на брикетот/пелетот, потеклото на суровината, автоматизацијата на процесот и др. – постојат различни постројки за брикетирање/пелетирање. На сл. 4.2.14 е прикажана шема на постројка за брикетирање/пелетирање со хоризонтална ротациона цилиндрична сушилница за сушење и циклон за издвојување на воздухот од дрвените парчиња, кои се сушат со топол воздух што се добива во печката 2.

Сушењето на суровината може да се врши и во цилиндрични сушилници поставени вертикално, но во практиката почесто се користат ротациони цилиндрични сушилници поставени хоризонтално, кои работат на топол воздух, или на продукти на согорување со контролирана температура на гасовите. Технолошка шема на таква постројка е прикажана на сл. 4.2.15, а на сл. 4.2.16 се прикажани распоредот и димензиите на објектите за сместување на опремата за брикетирање/пелетирање на отпадна биомаса со капацитет од 2 000 t/год.

Опис на компонентите на постројката за брикетирање/пелетирање

1а Бункер за исечкана биомаса. Отпадоците од биомасата треба да се чуваат во бункер за складирање, или во покриен простор што е целосно заштитен од атмосферските појави. Покриениот простор обично е издвоен од просторот за брикетирање и треба добро да се вентилира, со цел влагата од биомасата дополнително да испари. Транспортот на биомасата од просторот за складирање до бункерот обично се врши со транспортери со лента.

- 1 Полжавест транспортер. Наменет е за спроведување на исечканата биомаса до вибрационото сито.
- 2 Вибрационо сито. Ситото или мрежата за просејување е наменета за издвојување на отпадоците со поголема димензија. Издвоените отпадоци од ситото со кос полжавест транспортер или елеватор се доведуваат до дробилката со чекани заради дополнително дробење. Струганиците од вибрационото сито се носат во бункерот за влажен материјал.
- 3 Дробилка со чекани. Ја намалува димензијата на отпадоците на големина меѓу (6-8) mm. Отпадната биомаса во дробилката може да се внесува рачно или автоматизирано. Струганиците од дробилката се доведуваат во бункерот за влажен материјал.
- 4 Бункер за влажен материјал. Исечканата отпадна биомаса од бункерот за влажен материјал се внесува во цилиндричната ротациона сушилница 5. За да се помогне во контролата на содржината на влага, во покриениот простор се врши примарно сушење на биомасата.
- 5 Цилиндрична ротациона сушилница. Подготвената влажна биомаса се суши до влажност меѓу (12-15)%. Сушењето се одвива со топол воздух од печката 8, која користи отпадна биомаса или брикети/пелети.
- 5.1 Одведување на сувиот материјал. По излегувањето од ротационата цилиндрична сушилница, материјалот се одведува во бункерот за складирање (со капацитет од најмалку 4 часа работа на



Сл. 4.2.15. Технолошка шема на постројка за брикетирање/пелетирање на отпадна биомаса: 1, 6 – полжавест транспортер; 1а – бункер за струганици; 2 – вибрационо сито; 3 – дробилка со чекани; 3.1 – циклон или вибрационо сито; 4 – бункер за влажен материјал; 5 – ротациона цилиндрична сушилница; 5.1 – одвод за исушен материјал; 5.2 – цевки за топол воздух; 5.3 – вентилатор за топол воздух; 5.4 – циклон; 6.1 – Y-тип на транспортер; 7 – машина за брикетирање/пелетирање; 8 – печка; 8.1 – бункер за гориво; 9 – полици (место за ладење)

пресата во случај на прекин во снабдувањето), или се внесува во машината за брикетирање/пелетирање.

5.2 **Цевки** за топол воздух. Низ овие цевки топлиот воздух од печката 8 се доведува до цилиндричната ротациона сушилница, а влажниот топол воздух од сушилницата се одведува кон циклонот 5.4. Постои можност топлиот воздух повторно да се врати кон сушилницата со цел да се заштеди енергија.

5.3 **Вентилатор** за топол воздух. Вентилаторот за топол воздух обезбедува натпритисок за транспорт на воздухот низ печката, низ сушилницата и низ цевките.

5.4 **Циклон**. Пред да се исфрли топлиот воздух од сушилницата, тој се внесува во циклонот 5.4, каде што се фаќаат присутните честички од

биомасата. Кога топлиот воздух е со помала влажност, заради заштеда на енергија, постои можност тој повторно да се врати кон сушилницата. Кога влажноста е многу голема, топлиот воздух се исфрла во атмосферата.

6 **Полжавест транспортер**. Исушениот материјал се транспортира до транспортерот со S-облик. Капацитетот треба да му биде 15% поголем од номиналниот.

6.1 **Транспортер** со S-облик на цевка. Сувиот материјал од полжавестиот транспортер се доведува до машината за брикетирање/пелетирање.

7 **Машина за брикетирање/пелетирање**. Помошната опрема се избира да обезбеди снабдување на една или повеќе машини за брикетирање/пелетирање.

8 **Печка.** Суровата биомаса се суши во ротационата цилиндрична сушилица 5 со топол воздух што се загрева во печката. Како гориво печката користи отпадна биомаса или брикети/пелети.

8.1 **Бункер** за гориво на печката. Горивото (отпадна биомаса или брикети/пелети) се доведува во бункерот.

9 **Полици за ладење.** Брикетите/пелетите се загреани по излегувањето од машината за брикетирање/пелетирање. Се користи систем за нивно транспортирање до полиците за ладење пред да се пакуваат или складираат.

10 **Систем за вентилација.** Чадот и влагата што настануваат со ладењето на брикетите/пелетите треба да се одведат надвор од просторијата со систем за вентилација.

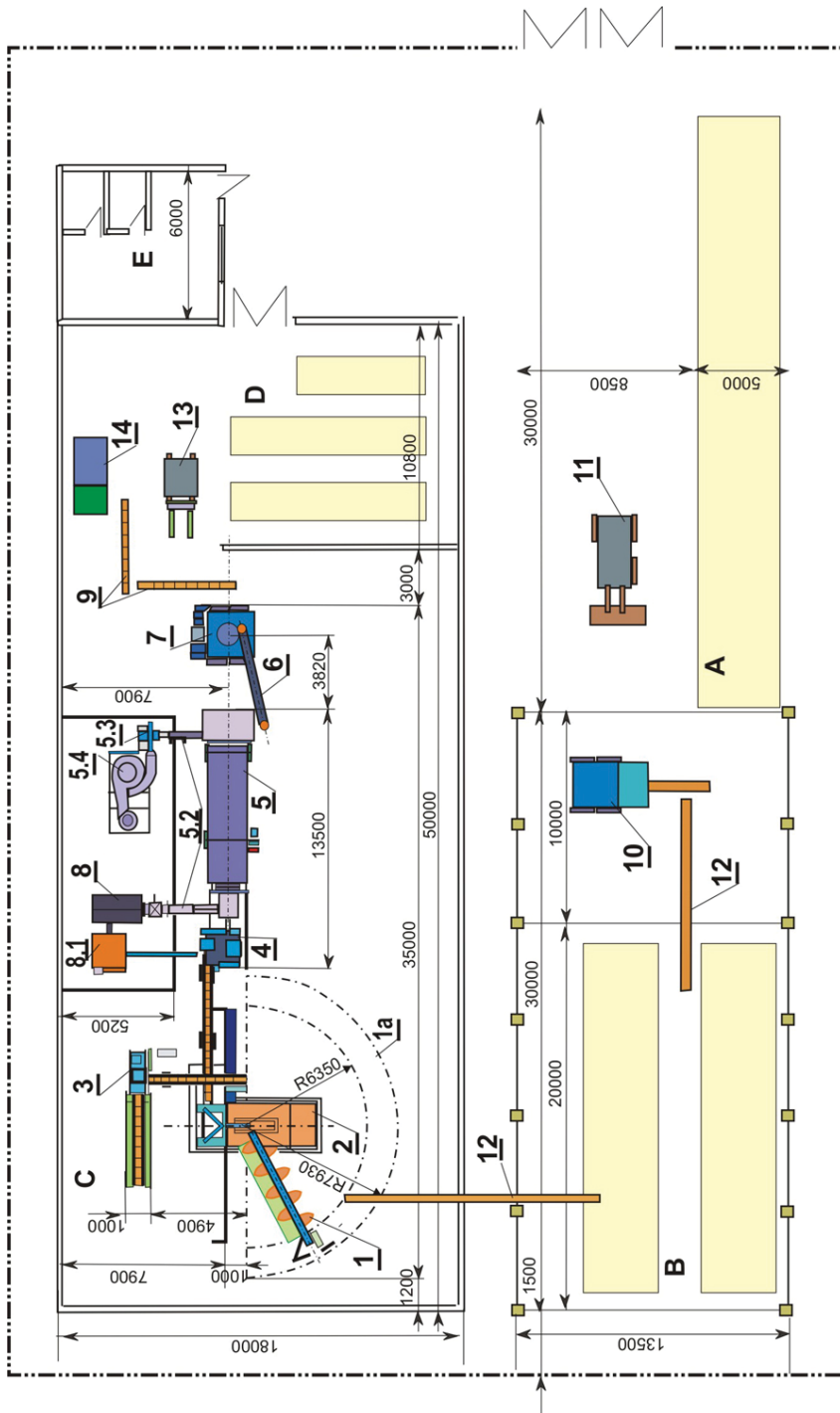
Суровината се донесува и се складира во складиштето, кое треба да биде во посебна просторија, а не во просторијата за сместување на опремата за брикетирање. Складиштето може да биде на отворен или на покриен простор. Во него се врши претсушење на суровината. Ако складирањето е во затворен простор, треба да се обезбеди добра вентилација за континуирано одведување на влажниот воздух. Суровината од складиштето до прифатното место се транспортира со бесконечни ленти. Од складиштето до вибрационото сито 2, кое служи за издвојување на исечканата биомаса, суровината се доведува со полжавестиот транспортер 1. Вибрационото сито ги издвојува покрупните парчиња

од исечканата биомаса. Издвоениот крупен материјал со полжавест транспортер или елеватор се носи на дробење во дробилката со чекани 3, во која се намалуваат димензиите на биомасата на (6-8) mm. Донесувањето на биомасата во дробилката може да биде рачно или механизано. Издобенниот материјал од дробилката се носи кон бункерот 4 на ротационата цилиндрична сушилица 5.

Во ротационата цилиндрична сушилица 5 суровината се суши до влажност (12-15)%. Исушениот материјал се носи во бункерот 5.1, кој треба да биде со капацитет од минимум четиричасовна работа на сушилицата, или со помош на полжавестиот транспортер 6 (со капацитет 15% над номиналниот) директно да се внесува во машината за брикетирање 7. Топлиот воздух за сушење на суровината во ротационата цилиндрична сушилица се добива во печката 8, која работи на отпадоци од процесот на брикетирање што се ставаат во бункерот 8.1. Топлиот воздух од печката 8 со цевководите 5.2 се доведува до сушилицата, а влажниот воздух од сушилицата со помош на вентилаторот 5.3 може да се исфрли во атмосферата, или ако е доволно топол, може дел да се врати кон печката на повторно загревање.

По брикетирањето, брикетите се ладат на посебна линија и потоа се складираат во просторијата за складирање.

На сл. 4.2.16 се дадени распоредот и димензиите на објектите во кои е сместена претходно опишаната опрема за брикетирање/пелетирање на отпадната биомаса од земјоделството или од шумите со капацитет од 2 000 t/год.



Сл. 4.2.16. Распоред и димензии на објектите за сместување на опремата за брикетирање/пелетирање за 2 000 t/год.

4.2.4. Облик, димензии, маса и карактеристики на брикетите и пелетите во зависност од суровината

Брикетите и пелетите се вид цврсто гориво добиено по вештачки пат со потрошувачка на енергија. Тие претставуваат збиена маса на отпад добиен од шумите и преработката на дрвото, од отпадоци од земјоделството, како и од органски материи од комуналниот отпад.

4.2.4.1. Брикети

Брикетите со цилиндричен облик (сл. 4.2.17) се со должина од (4-40) cm и дијаметар (2,5-10) cm. Брикет во облик на цилиндар со висина од 14 cm, дијаметар 7 cm, маса 480 g, влажност (8-10)% и 0,5% содржина на пепел – има специфична густина од 660 kg/m^3 и топлинска моќ од 16 584 до 17 011 kJ/kg.

Брикетите во призматичните форми (квадратна, правоаголна, шестаголна) имаат должина и ширина меѓу (10-15) cm (сл. 4.2.18). Брикетите изработени од отпадно дрво може да се произведат со густина од (1,2-1,4) g/cm³.



Сл. 4.2.17. Цилиндричен облик на брикети изработени од струганицы од дрво и друг отпад



Сл. 4.2.18. Призматичен облик на брикети изработени од струганицы од дрво

Во табелата 4.2.2 се дадени карактеристиките на брикетите произведени од земјоделски отпадоци (сл. 4.2.19). Како што може да се види, топлинската моќ на овој вид гориво е скоро идентична со брикетите произведени од отпадно дрво.

Табела 4.2.2. Карактеристики на брикетите произведени од отпадоци од земјоделството

Суровина	H	C	O	Испарливи матер.	Cfix	Пепел	густ	Hg/Hd
							kg/m ³	MJ/kg
лушпи од ориз	5,5	40,4	34,5	64,1	16,1	19,8	1 063	15,1/13,8
пченка	6,05	47,1	43,5	77,5	19,0	3,4	990	18,6/17,2
стебла од памук	5,99	47,1	43,9	75,8	21,0	3,16	1 090	19,0/17,2
лушпи од кафе	5,10	47,8	36,0	65,4	22,7	8,9	1 170	18,6/17,5



Сл. 4.2.19. Брикети добиени од отпадоци од земјоделството

Во поново време се произведуваат пелети (брикети) од отпадоци од земјоделството (главно од слама). Сепак, поради помалата густина и помалата енергетска вредност, пелетите и брикетите добиени од слама се полесни и со помала енергетска вредност (околу 500 kg и 16 MJ/kg). Со цел да се спречи формирање на клинкер и да се подобрат стабилноста и долготрајноста, на пелетите произведени од слама им се додава каолин, но со тоа се зголемува содржината на пепел (8-10)%.

Табела 4.2.3. Густина на брикетите добиени од отпадна биомаса од земјоделството

Суровина	г kg/m ³
слама од пченица	710
слама од 'рж	758,5
слама од 'рж/пченица 4 : 1	770,3
сено/слама од 'рж 1 : 1	713
лисја од бреза	730
лисја/слама од 'рж 1 : 1	728,4
стебла и лисја од краставица	758

Брикетите од слама се наменети, пред сè, за индустриско користење (ретко во домаќинствата), поради полошите карактеристики во однос на брикетите од

дрво. За таа цел се прават експерименти за производство на брикети од суровина направена од смеса од слама и дрво.

Во некои земји, како што се Индија и други, како суровина за производство на брикети се користат: отпадно дрво, отпадоци од земјоделството и суво арско ѓубре од говеда. Во табелата 4.2.4 се дадени основните карактеристики на брикетите произведени од различни видови суровини.

Табела 4.2.4. Карактеристики на брикетите произведени од: отпадно дрво, отпадоци од земјоделството и суво арско ѓубре од говеда

Состав на суровината	влага %	пепел %	Hd kJ/kg
суви дрвени гранки	8	0,3	17 700
зелени дрвени гранки	42,9	0,25	12 100
отпадна хартија од весници	6,9	2,9	16 100
(30-45)% ситен отпад од дрвен јаглен	2,4	32,2	18 500
(30-45)% отпадно дрво од гранки			
(15-20)% суво арско ѓубре од говеда			
25% ситен отпад од дрвен јаглен	7,2	13,7	13 100
25% слама			
30% отпадно дрво од гранки			
20% суво арско ѓубре од говеда	5,4	9,2	15 100
50% слама, 50% ѓубре од говеда			
40% слама, 40% струганици, 20% ѓубре од говеда			
	9,2	14,0	13 700

4.2.4.2. Пелети

Дрвените пелети се производ добиен со компримирање на сомелено дрво. Денес најголема примена имаат кај централното греење на индивидуални станбени објекти и се конкурентни на системите за греење со нафта или со електрична енергија. Пелетите може да се користат и во системите за градско централно греење, како и во постројките за производство на електрична енергија. Исто така, може да се користат и во котлите наменети за согорување на јаглен.

Дрвените пелети се со цилиндричен облик со должина меѓу (5-40) mm и дијаметар (8-12) mm. Содржината на влага во пелетите се движи меѓу (8-10)% од вкупната маса, а содржината на пепел – меѓу (0,5-1)% од сувата



Сл. 4.2.20. Облик на пелети изработени од струганици од дрво

маса.

Дрвените пелети се произведуваат од суво, пред сè отпадно дрво од индустријата за преработка на дрво (струганици и ситен прав), но и од кора од дрво и од отпад од пилење трупци. Материјалот претходно мора да се сомеле и исуши. Сомелениот материјал се збива во калап под висок притисок. Пелетите се со цилиндричен облик, со

еднакви димензии (сл. 4.2.20), со што се олеснува нивниот транспорт, складирањето и користењето. Нема потреба да се користи средство за сврзување на честичките во пелетите, но ако се додава, средството мора да се означи при нивната продажба и користењето.

Табела 4.2.5. Основни карактеристики на пелетите од дрво и нивна споредба

Димензии	Дијаметар Ø (6-10) mm
	должина (10-30) mm
енергетска вредност	(4,7-5,0) kWh/kg (16,9-18,0) MJ/kg или ~3 MWh/m ³
влажност	(7-12)%
пепел	~0,5%
суровина	струганици, иверки, дрвен прав
густина	(650-700) kg/m ³
простор споредба	~1,5 m ³ /t
- лесно масло	1 000 l → 2,1 t пелети
	1 t → 2,5 t пелети
- дрвени иверки	1 m ³ → 0,28 m ³ пелети
	1 m ³ → 0,18 t пелети

Специфичната густина на пелетите е значително повисока отколку на струганиците од дрво од кои се произведени и таа зависи од содржината на влага во нив. Содржината на влага во пелетите се движи меѓу (8-10)% (во текот на процесот на компресија <15%), специфичната густина изнесува околу (650-700) kg/m³ (за влажност <10%), а топлинската моќ е меѓу (16,9-18) MJ/kg (4,7-5,0 kWh/kg). Според тоа, 1 t пелети при складирање зафаќа околу 1,5 m³ простор. Со влажност околу 25%, струганиците од дрво имаат специфична густина од 200 kg/m³).

Во табелата 4.2.6 се дадени топлинската моќ и учеството на пепел во пелетите произведени од земјоделски отпадоци, од добиточна храна и од отпадоци од шумите.

Ако суровината од која се произведуваат пелетите е сува, енергијата што се троши во процесот на производството изнесува (1,5-2)% од енергијата што ја содржат произведените пелети. При користење мокра суровина, за сушење се трошат (7-13)% од енергијата на пелетите. Доколку суровината треба и да се меле, ќе се потрошат уште дополнителни 10% од енергијата што ја содржат пелетите (поглавје 3.3).

Табела 4.2.6. Топлинска моќ и содржина на пепел за пелети (Ø6,2 x 21,75 mm) произведени од остатоци од земјоделството, од добиточна храна и од отпадоци од шумите

Суровина	Нд	Пепел во %
памук	16 988	3,49
топола	17 814	0,79
бука	18 050	0,77
бор	18 754	0,64
елка и бор (50 : 50)	18 367	0,71

Складирањето на дрвените пелети може да биде внатре во објектот или надвор. Од складиштето до котелот пелетите се транспортираат со систем со полжавест транспортер.

Примената на дрвените пелети за греење е најголема во: Северна Америка, Шведска, Австрија, Финска и Данска.

Карактеристиките на квалитетот на пелетите како гориво варираат во зависност од стандардите во соодветната земја (ДИН 51731 – во Германија; СС 18 71 20 – во Шведска; ÖNORM M 7135 – во Австрија и др.). Во Северна Америка се разликуваат два вида пелети според квалитетот, и тоа: т.н. **пре-**

миум (со содржина на пепел <1%) и **стандардни** (со содржина на пепел до 3%), произведени од кора и отпад од трупци. Пелетите произведени од отпад од земјоделството содржат значително поголемо количество пепел – од 3 до 10% и повеќе.

Предности на пелетите како гориво:

- лесни се за користење;
- се складираат во помал простор во однос на отпадната биомаса;
- имаат повисока специфична енергија и поефикасна технологија за согорување во споредба со директното согорување на отпадната биомаса;
- претставуваат чисто, природно обновливо гориво за согорување;
- при нивното согорување се исфрла многу мала емисија на штетни материји во околината;
- се произведуваат од отпадни материјали (отпадно дрво од сечење и чистење на шумите и индустријата за преработка на дрво, отпадоци од земјоделството и др.), и
- цената е стабилна и не зависи од движењето на цената на фосилните горива.

4.2.5. Пакување и транспорт на брикетите и пелетите

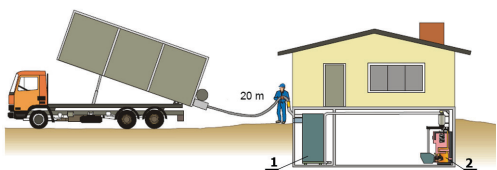
Оладените пелети се складираат (во посебен простор за складирање) во поголеми вреќи – со големина од 1 до 1,5 m³, во помали вреќи – со големина од 18 до 20 kg, или во кеси за користење во домаќинствата. Пелетите пакувани во вреќи се поскапи од пелетите што се доставуваат со камиони. Транспортот на пелетите складирани



Сл. 4.2.21. Пневматски начин на претоварање на пелети од камион со церада во бункер – силос за складирање

во поголеми вреќи е поекономичен, но потребна е опрема за товарење и растоварање од камионите, и затоа не се погодни за користење од малите потрошувачи.

Пелетите може да се транспортираат без да се пакуваат во вреќи, со трактори или со камиони со приколка, или со контејнери покриени со церада – заради полесна дистрибуција до потрошувачите. Со еден транспортер може да се снабдат повеќе потрошувачи, така што целокупното количество се дели на делови, според потребите на секој поединечен корисник. Кај овој транспорт се користи компримиран воздух за претоварање на пелетите во бункери-силоси кај котлите, или директно се внесуваат во крајниот корисник (котел или печка).

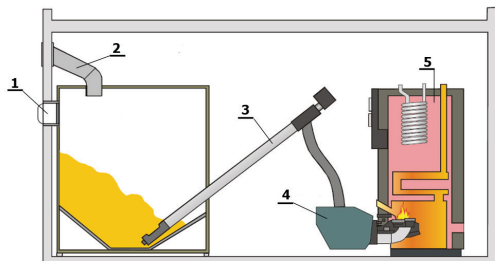


Сл. 4.2.22. Претоварање на пелети од камион во бункер за складирање:

- 1 – бункер, или силос;
- 2 – котел

Растојанието за пневматско претоварање може да изнесува >20 м.

Некои компании во северните нордиски земји примениле и снабдување на корисниците со пелети со контејнери



Сл. 4.2.23. Напојување на котелот со пелети со полжавесто вретено:

- 1 – вентил за обезвоздушување;
- 2 – цевка за полнење; 3 – полжавесто вретено; 4 – горилник; 5 – котел

наменети за замена. Имено, корисникот добива пелети во посебен контејнер, кој го враќа по неговото празнење, со што се намалуваат трошоците за претоварање на пелетите.

Силосот за пелети треба да биде што поблизу до котелот. Максималното растојание на системот за довод на пелети до горилникот не треба да биде поголемо од 15 м (сл. 4.2.22). Силосот треба да е опремен со: отвор за полнење, вентил за обезвоздушување ($\varnothing 200$ mm) и главен отвор за ревизија и преглед. На него би требало да се остават прозорци за контрола на нивото на пелетите. Вентилот за обезвоздушување е неопходен при пневматско претоварање на пелетите од камионот во силосот. На вентилот за обезвоздушување е потребно да се постави и вреќест филтер.

Пелетите до горилникот на котелот се транспортираат со фиксно или флексибилно завојно вретено. Со него пелетите се земаат од дното на силосот и

се доведуваат до одредена висина над горилникот (сл. 4.2.23), од каде што под дејство на гравитацијата паѓаат на горилникот. Оваа висинска разлика врши заштита од враќање на пламенот кон силосот и спречува палење на пелетите.

Пелетите треба да се складираат во суви простории, со цел да не дојдат

во контакт со вода или влажен воздух. Дожд, снег или зголемена влажност во просторијата за складирање доведува до брзо надувување, отворање на пелетите и нивно растурање. Во табелата 4.2.7 е даден преглед на производители кои произведуваат опрема за пакување брикети и пелети.

Табела 4.2.7. Преглед на производители на опрема за пакување

МАШИНИ ЗА ПАКУВАЊЕ ПЕЛЕТИ				
	производител/тип	капацитет вреќи/h	пакување - маса во kg	цена во €
	AUSLOOS BELGIA ESSEGI F1000 Eco	200-600	1-50	
	ESSEGI F1000 Eco	1 800	1-25	
	ESSEGI F1000 Eco	1 800	5-50	
	ANYAN GEMCO CHINA DCSW	500	5-25	
	DCSW	250-300	25-50	
	DCS	300-400	10-50	
	DCS	500-1 000	1-5	
	MINGYANG CHINA, BZ-1 9PK	60-100	15-50	5 000,0-6 400,0
	KLP-50	400-1 000		800,0-2 000,0
	KLP-50	300-500	5-25	2 600,0-3 750,0
	KLP-50	300-350	5-25	2 600,0-3 750,0
	FADA China, 200 - 1200	100-3 000		1 000-40 000,0
	HONGJI CHINA BZJ-I	700-800		15 000,0
	YUJIE CHINA DCS-A	300-500	2,5-25 5-50	2 600,0-3 000,0
	AV 31 ITALY	50		15 000,0- 45 000,0
	SMC ITALY S3V			15 000,0
	JIANGSU CHINAL CS- Y4	800-1 000	0,3-5	9 300,0
	YULONG CHINA BZJ		15-50	6 000,0-7 500,0

Табела 4.2.8. Карактеристики на производители на опрема за брикетирање

ПРЕСИ ЗА БРИКЕТИ								
производител/тип		капацитет kg/h	Ø брикет во mm	влага во %	моќ на ЕМ во kW	маса во kg	намена	цена во €
	ADELMAN BP-650	500						19 000,0
	ACWORD AECO 30	20-40	60	8-15	4,4	880	дрвен отпад	12 275,0
	50	40-60	60	8-15	5,4	890		15 301,0
	70	50-80	60	8-15	6,9	945		17 564,0
	100	90-120	60	8-15	9,3	1 205		22 607,0
	AGROLIS Mono	80-120	85	10-20	5	390	слама, сено	10 560,0
	DUO	200-250	85	10-20	9	560		15 600,0
	AKM 006	80-120	75	10-14	5,5	300		
	ANYANG GEMCO CHINA	250-300 1 500-2 500	15-65 20-60			550 1 850		18 300,0- 19 400,0
					2,5-11			
	ASKET BIOMASSER SOLO 50 Poland	40-50	70	15-30	4,2	240	слама, сено	6 600,0
	DUO 100	80-100	70	15-30	8,75	380		12 600,0
	MDM	350-500	60		24	2 400		
	BRIK STAR CS 25	20-40	65	8-15	4,3	720	универ- зална	10 333,0
	CS 50	40-65	65	8-15	5,6	730		12 680,0
	CS 70	65-80	65	8-15	6,4	740		15 860,0
	COMAFER ITALY D 70N	30-60	55	8-17	5,5	660	отпадоци од дрво (струга- ници од дрво) и слама	13 100,0
	D 85N	40-85	60	8-17	5,5	850		
	110N	50-110	65	8-17	7,5	960		15 000,0
	140N	70-140	70	8-17	9,3	1 180		
	250N	100-250	75	8-17	11,2	1 400		21 375,0
	350N	120-350	75	8-17	26	1 800		
	MYTHOS	15-45	45	8-17	3	540		

ПРЕСИ ЗА БРИКЕТИ							
производител/тип	капацитет kg/h	Ø брикет во mm	влага во %	моќ на EM во kW	маса во kg	намена	цена во €
	ECOMEC France POR JUNIOR	30-50	50	5-17	5,6	680	7 800,0
	POR A6	35-70	60	5-17	5,6	700	
	POR A6 PLUS	40-80	60	5-17	7,5	760	
	POR STANDARD	60-90	65	5-17	5,6	800	
	POR A 100N	60-100	65	5-17	7,5	1 000	8 500,0
	POR OSCAR	100-180	70	5-17	9,4	1 250	
	POR OSCAR PLUS	160-220	70	5-17	15	1 800	
	POR SUPER OSCAR	350-400	70	5-17	28	2 200	
	30	30	50		4	240	6 000,0
	35	35	50		4	240	6 200,0
	FALACH CZ 50	50	50		5,5	230	7 200,0
	30	30	50		4	240	6 000,0
	35	35	50		4	240	6 200,0
	GROSS GERMANY Genius 2/50	30-50	50	5-18	5,5	700	16 750,0
	Genius 2/60	40-70	60	5-18	5,5	750	
	Genius 2/70	60-90	70	5-18	7,5	850	
	GP 80	80-100	50	5-18	7,5	870	7 890,0
	GP 100	100-120	60	5-18	7,5	1 000	
	GP 150	120-160	70	5-18	7,5	1 050	
	GP 200	150-200	80	5-18	11	1 200	
	GP 150S	120-180	70	5-18	11	1 050	
	GP 250S	180-250	80	5-18	22	1 200	
	GP 400S	350-450	80	5-18	22	1 450	
	HUKUBAKR HK-07/A1	15-20	55	10-18	6	650	

ПРЕСИ ЗА БРИКЕТИ								
производител/тип		капацитет kg/h	Ø брикет во mm	влага во %	моќ на EM во kW	маса во kg	намена	цена во €
	JEŘÁBEK CZ BAi 60	30-60	65		5,5	710		14 300,0
	BAi 115	50-115	76		7,5	730		16 320,0
	BAi 150	110-150	100		18	1 400		
	KM 25	25-50	65	13	3	460	дрвени отпадоци	
	KM 50	50-80	65	13	5	480		
	KRUSIS KL 40	40	70	15	4	550	дрвени отпадоци	
	NAZZARENO ITALY OLD 201M	150						17 500,0
 	PRODECO ITALY E55	15-60	55	14	5,6	600	дрвени отпадоци	9 950,0
	E60 ECO	15-70	60	14	5,6	650		
	E60	25-80	60	14	5,6	730		
	NANO 55	50-60	55	14		450		
	E60 SUPER	40-100	60	14		770		
	E70 ECO	60-120	70	14		770		12 500,0
	E70	50-140	70	14		1 300		
	E80	80-210	80	14		1 450		
	NANO 60	50-60	60	14		450		
	REINBOLD GERMANY RB 20SV	20-40	40		4	600	дрвени отпадоци	
	30SV	30-50	50		5,5	700		7 690,0
	RB 50SV	40-60	60		5,5	750		
	RUF 4/60x40	30	60	12	4	1 100	дрвени отпадоци	
	RUF 4/60x60	50	60	12	4	1 100		
	SILESIA JXIII-2	130-150	50		11	1 000	биомаса	
	JXIII-1	200-250	75		18	1 200		

ПРЕСИ ЗА БРИКЕТИ							
производител/тип	капацитет kg/h	Ø брикет во mm	влага во %	моќ на ЕМ во kW	маса во kg	намена	цена во €
	SPANEX GERMANY SHB 40	40	120	6-20	4	220	
	SHB 60	60	125	6-20	5,5	650	
	SHB 100	100	125	6-20	7,5	650	универ- зална 9 000,0
	SHB 125	125	125	6-20	7,5	680	
	SHB 150	150	125	6-20	7,5	800	
	SHB 250	250	125	6-20	11	1 000	
	MTJ-1	100-150	45-55		11		3 300,0
	MTJ-2	150-200	45-55		15		3 600,0
	MTJ-3	200-250	45-70		18,5		4 500,0
	C.F. Nielsen DENMARK BPH 60	80-120	60				
	BPH 70	100-150	70				
	BPH 70-2	200-300	70				
	C.F. Nielsen DENMARK BP 2000	150-225	50				29 800,0
	BP 3200	400-600	60				
	BP 4000	600-750	60				36 600,0
	BP 5000	900-1 200	75				64 750,0
	BP 5500	900-1 400	75				
	BP 6000	1 200- 1 800	90				249 500,0

4.2.6. Производители на опрема за брикетирање и пелетирање

Во табелата 4.2.8 е даден преглед на дел од производителите на опрема за брикетирање, пред сè од земјите на Европската унија и од поблиската околина на Р. Македонија. Освен производителот, дадени се и: капацитетот, дијаметарот на брикетот, влаж-

носта, моќта на електромоторите, масата на машината за брикетирање и приближната цена.

Во табелата 4.2.9 е даден преглед на дел од производителите на преси за пелетирање, од земјите на Европската унија и од поблиската околина на Р. Македонија. Освен производителот, дадени се и: капацитетот, дијаметарот на пелетот, влажноста, моќта на електромоторите, масата на машината за пелетирање и приближната цена.

Табела 4.2.9. Производители на преси за пелетирање

ПРЕСИ ЗА ПЕЛЕТИ								
производител/тип		капацитет kg/h	Ø	влага во %	моќ на ЕМ во kW	маса во kg	намена	цена во €
	ANYANG GEMCO GC- MZLH 25-42	200- 1500	4-8		7,5-37		дрво	
	GC-MZLH508	2 000- 3 000			132/160			
	ZLSP120	75-100			2,2		биомаса	1 550,0
	ZLSP150	90-120			4			1 750,0
	ZLSP200B	200-300			7,5			2 200,0
	ZLSP230B	300-400			11 (дизел)			3 600,0
	ZLSP260B	400-600			15			3 995,0
	ZLSP300B	700-800			22			5 450,0
	ZLSP360	800-900			25			
	ZLSP400	900-1 100			30			
       	BALL BRNO CZECH LPBB120V1	75-100	3-6	10-20	3 (дизел)	100	дрвени отпадоци, 20% агроматер. 80% отпадоци од меко дрво	1 000,0 (1 200,0)
	LPBB150V1	120-150	3-6		4 (дизел)	115		1 200,0 (1 360,0)
	LPBB200V1	150-200	3-12		7,5 (дизел)	240		2 180,0 (2 520,0)
	LPBB230V1	200-250	3-12		11 (дизел)	350		2 380,0 (3 000,0)
	LPBB260V1	250-300	3-12		15 (дизел)	390		2 980,0 (4 200,0)
	LPBB300V1	300-400	3-12		22(дизел)	580		4 180,0 (6 000,0)
	LPBB360V1	350-450	3-12		22 (дизел)	690		4 780,0 (6 800,0)
	LPBB400V1	400-500	3-12		30 (дизел)	690		5 180,0 (8 000,0)
	LPBB200V2	55-100	4-10		5,5	дрвени отпадоци	2 800,0	
	LPBB260V2	100-150	4-10		11		4 900,0	
	LPBB300V2	150-250	4-10		15		6 200,0	
	LPBB400V2	250-350	4-10		22		8 000,0	
		BREMBANA ITALY Pellettatrici PK50	50	6	8-15	4	410	биомаса од секаков вид
PK100	100	6	8-15	7,5	430	1 475,0		
PK200	200	6	8-15	15	680	2 350,0		
	COMAFER ITALY MiniPellet 100	60-100	6	8-17	7,5	550		

ПРЕСИ ЗА ПЕЛЕТИ								
производител/тип		капа- тет kg/h	Ø	влага во %	моќ на ЕМ во kW	маса во kg	намена	цена во €
	CHENG DAI MACH. CHINA SES- 60	60	1,5-12		3,7		универ- зална преса	
	SES-100	100			7,5			
	SES-120	120			15			
	SES-180	180			30			
	GAMA CZECH TL 700	1 200- 5 400	6	12-14	75	4 400	биомаса	
    	KOVONOVAK CZ 120/2,2	75-100	6	10-15	2,2	80	сите видови биомаса	1 066,0
	150/3	120-150	6	10-15	3	100		1 435,0
	200/7,5	150-200	6	10-15	7,5	200		2 255,0
	230/11	200-250	6	10-15	11	275		2 655,0
	260/15	250-300	6	10-15	15	315		3 075,0
	300/22	300-400	6	10-15	22	580		4 305,0
	360/22	350-450	6	10-15	22	690		4 916,0
	400/30	400-500	6	10-15	30	690		6 556,0
 	PELLET PROS USA PP 85	35			2,3	85	дрво	1 800,0
	PP 220	50-100			3,75	130		2 250,0
	PP 600A	270			7,5	230		3 300,0
	PP 600W	45-100			7,5	230		3 400,0

5. ЕФИКАСНИ НАЧИНИ НА КОРИСТЕЊЕ НА БРИКЕТИТЕ И ПЕЛЕТИТЕ

Хемиската енергија содржана во брикетите и пелетите може да се трансформира во топлинска енергија со директно согорување.

Топлинската енергија ослободена при согорување на брикетите и пелетите може да се користи за добивање топла вода, или пара за различна намена, пред сè за топлификација, за технолошки потреби или за производство на електрична енергија.

Согорувањето претставува сложен физичко-хемиски процес, при кој настанува сврзување на горивните еле-

менти од горивото со кислородот (оксидаторот) од воздухот, следен со интензивно ослободување на топлина и појава на пламен.

Постројките за согорување на брикети и пелети можат да се групираат во две групи, и тоа:

1. постројки (печки и котли) за користење во **индивидуални** станбени објекти за согорување на брикети и пелети;
2. котелски постројки за **индустриска** намена со согорување на:

- решетка (неподвижна и подвижна),
- флуидизиран слој и
- во лет.

5.1. ПРОИЗВОДСТВО НА ТОПЛИНСКА ЕНЕРГИЈА

Топлинската енергија добиена со согорување на брикети и пелети најчесто се користи за загревање на просторот за живеење и за готвење.

5.1.1. Енергетски потенцијал на брикетите и пелетите

Во табелата 5.1.1 се дадени основните карактеристики на брикетите добиени од отпадна биомаса од земјоделството и картон.

5.1.2. Печки за согорување на брикети и пелети

Печки за согорување на брикети. Брикетите како цврсто гориво можат да согоруваат во сите постојни печки за согорување на огревно дрво што се користат за греење или за готвење.

Од секоја современа печка за согорување на брикети се бара да биде безбедна, енергетски ефикасна и лесна за користење. Подобрувањето на ефикасноста на согорувањето кај секоја современа печка за согорување на брикети е услов да се намалат чадот и емисијата на штетни материи кои го загрозуваат здравјето на луѓето.

Предавањето на топлината кај современите печки за согорување на брикети

Табела 5.1.1. Основни карактеристики на брикетите

Брикети произведени од:	W	A	волатили	S	Cl	Hd
	%	%	%	%	%	kJ/kg
слама од пченица	11,4	4,7	77,6	0,12	0,36	19 100
слама од 'рж	11,4	3,6	78,1	0,08	0,29	19 040
трева и слама од 'рж	15,4	3,7	77,2	0,12	0,33	19 360
репка и слама од 'рж	13,5	4,6	77,0	0,14	0,42	18 700
репка и трева	15,9	4,7	76,8	0,16	0,45	18 940
репка, слама и трева	13,9	5,2	76,5	0,15	0,34	18 620
картон	9,5	11,0	77,9	0,11	0,06	16 840
трска	15,7	4,3	82	0,1	0,05	17 410
трска и слама од 'рж	16,1	4,2	78,5	0,1	0,1	15 870
лисја и слама од 'рж	18,2	16,2	67,1	0,1	0,3	15 850
лисја	25,3	23,9	62,5	0,1	0,1	15 830
лисја и гранки од краставица	16,5	21,7	64,0	0,2	0,2	13 910

W – влажност; A – пепел; S – сулфур; Cl – хлор

е со зрачење и конвекција. За да се зголеми предавањето на топлината со конвенција, можни се три начини, и тоа:

- да се повиши температурата на гасовите низ топлоразменувачките површини на печката;
- да се зголеми топлоразменувачката површина на печката, и
- да се зголеми брзината на гасовите (со вентилатор).

Ефикасноста на современите печки за согорување на брикети е преку 80%.

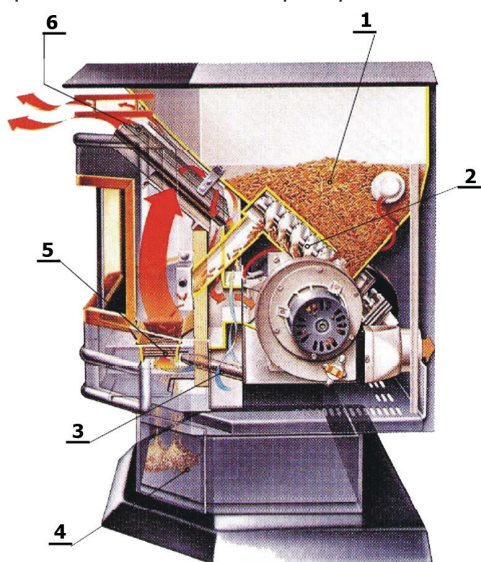
Печки за согорување на пелети. Печките за согорување на пелети се автоматски уреди за согорување, кај кои покрај пелети е потребна електрична енергија за внесување на пелетите, воздухот за согорување и одведувањето на гасовите. Тие вршат загревање на воздухот во просторот околу печката, како и кај класичните печки за согорување на дрво. Печките со проѕирно стакло

овозможуваат да се гледа и контролира пламенот, односно работата на печката.

Предности на печките се: многу едноставно користење, мало количество пепел, лесна регулација и брзо повишување на температурата на воздухот во просторијата што се загрева.

Печките обично се опремени со простор за пелети со капацитет околу 50 kg, сместен во горниот дел на печката. Во долниот дел на просторот за пелети е сместено завојното вретено за транспорт на пелетите кон решетката сместена на предната страна на печката.

Снабдувањето на решетката со воздух е на принцип на потпритисок. Со извлекување на гасовите низ решетката од огништето се создава вакуум, со што се осигурува да не дојде до исфрлање гасови во просторијата (низ подотвореното стакло за контрола на согорувањето). Во печката има изменувач на топлина со вентилатор, со цел да се вшмука воздухот од просторијата, да се загрее и да се врати во просторијата. Со тоа температурата на преградните површини на печката останува релативно ниска. Работата на печката се контролира со уред за контрола поставен на печката (вентилатор и полжавест преносник). Регулирањето може да биде рачно. Повеќето печки се опремени со електрично палење на пелетите.



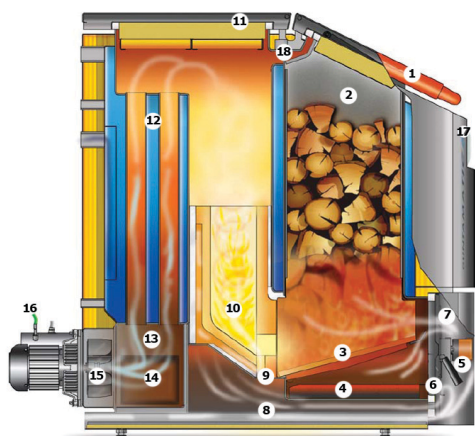
Сл. 5.1.1. Вообичаена конструкција на печка за согорување на дрвени пелети:

- 1 – бункер за пелети; 2 – завојно-полжавесто вретено; 3 – автоматско електрично палење; 4 – корпа за пепел; 5 – решетка; 6 – изменувач на топлина

5.1.3. Котли за согорување на брикети и пелети

5.1.3.1. Котли за индивидуални станбени објекти (домаќинства)

Со цел ефикасно да се искористи енергијата, денес котлите наменети за согорување на биомаса се конструираат така да се обезбеди комплетна контрола на воздухот што се доведува за согорување, како и контрола на чадните гасови што



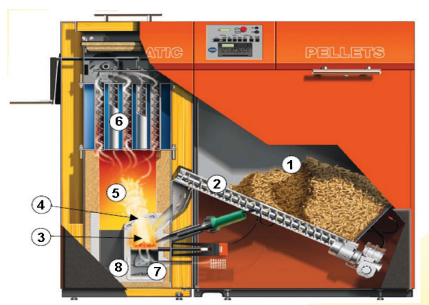
Сл. 5.1.2. Котел за согорување на огревно и отпадно дрво:

1 – капак на просторот за дрва со канал;
 2 – простор за дрва со заштитна облога;
 3 – решетка за согорување;
 4 – простор за собирање на пепелта;
 5 – вентилатор за примарен и секундарен воздух;
 6 – секундарен воздух;
 7 – примарен воздух; 8 – предзагревање на секундарниот воздух; 9 – цевка за струење на секундарниот воздух; 10 – високо-температурна комора за согорување;
 11 – капак за чистење; 12 – цевкаст изменувач на топлина; 13 – простор за вадење на пепелта; 14 – врата за чистење;
 15 – вентилатор за чадни гасови; 16 – сензор за чадни гасови; 17 – микропроцесорска контрола на работата; 18 – држачи за транспортирање

го напуштаат котелот. Исто така, овие котли се добро изолирани и опремени со автоматска контрола на доводот на воздухот и одводот на чадните гасови, во зависност од потребата за топлинска енергија.

На сл. 5.1.2 е прикажан котел за снабдување со топлинска енергија (централно греење) на индивидуален станбен објект, со огревно дрво во вид на парчиња (може и брикети) како извор на енергија.

Како што се гледа на сл. 5.1.2, огревето дрво прво се гасифицира во долниот дел на комората за полнење 2 (зона на жарење). Добиениот гас на дестилација потоа согорува во високотемпературната комора за согорување 10, во која со



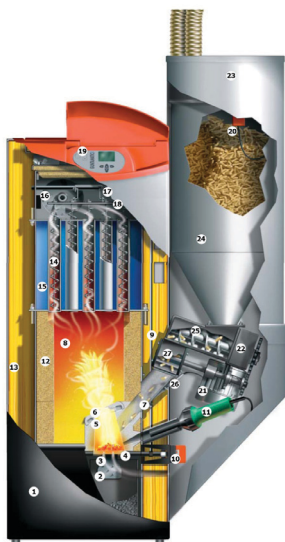
Сл. 5.1.3. Котел за согорување на пелети: 1 – бункер за пелети;

2 – полжавест преносник; 3 – примарна комора за согорување; 4 – секундарен воздух;
 5 – секундарна комора за согорување;
 6 – изменувач на топлина; 7 – простор за пепел; 8 – простор за летечка пепел

вентилатор се доведува предзагреан секундарен воздух 8 за согорување. Пепелта лесно се отстранува во текот на работата на котелот, од просторот наменет за собирање пепел 4.

На сл. 5.1.3 и на сл. 5.1.4 се прикажани котли за добивање топла вода за индивидуално централно греење, со пелети како извор на енергија.

Автоматскиот систем (сл. 5.1.4) за контрола на работата на котелот (вентилаторот за чадни гасови 16; полжавестиот додавач на пелети 25; ротациониот одводен вентил 27; пумпата за циркулација на топла вода) континуирано врши регулирање, со цел да се добие широк дијапазон на излезната моќност на котелот, во зависност од топлинските потреби. Најне-економично е кога се врши стартување на котелот при ладна состојба. Затоа, во тој период котелот се одржува да работи на минимална моќност. Изменувачот на топлина 15 работи со противнасочно струење на гасовите и водата со променливо оптоварување, односно при поголема брзина на чадните гасови, поголемо е предавањето на топлина, и обратно. Не е предвидена кондензација на водната пареа на пониски температури на чадните гасови. Ротациониот одводен вентил 27,



Сл. 5.1.4. Котел за топла вода со автоматска регулација на согорувањето на pelletите:

- 1 – врата за пепел; 2 – чистење на решетката; 3 – примарен воздух; 4 – автоматско чистење на решетката; 5 – секундарен воздух; 6 – спирална млазница; 7 – неповратна пеперутка; 8 – комора за согорување; 9 – автоматско чистење на изменувачот на топлина; 10 – електромотор за чистење; 11 – вентилатор за воздух; 12 – изолација од керамика; 13 – изолација на котелот; 14 – спирала; 15 – цевкаст изменувач на топлина; 16 – вентилатор за чадни гасови; 17 – сензор за чадни гасови; 18 – ламбда сонда; 19 – автоматска контрола; 20 – сензор за наполнетост на силосот; 21 – мотор; 22 – погон; 23 – воздушен простор;

поставен зад полжавестиот додавач 25, обезбедува 100% заштита на pelletите од палење.

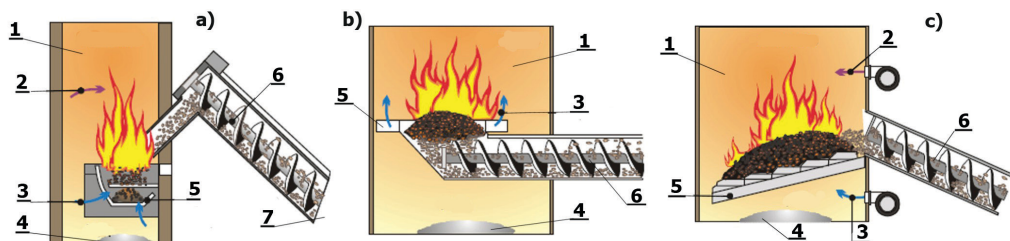
Горилници (решетки) за согорување на pelletи. Постојат неколку видови горилници за согорување на pelletи со топлински капацитет меѓу 15 и 500 kW, наменети за вградување во печки и котли за добивање топла вода и пара.

Основен дел каде што се врши согорување на pelletите е решетката сместена во огништето, на која се доведуваат pelletите, во количество што зависи од топлинските потреби. Pelletите се доведуваат автоматски, најчесто со завојно вретено со електромоторен погон.

Постојат три вида решетки за согорување (сл. 5.1.5), и тоа:

- со доведување на pelletите одоздола;
- со доведување на pelletите одозгора, и
- со хоризонтално доведување на pelletите.

Кај системите со доведување на pelletите одозгора, pelletите на решетката за согорување паѓаат низ една цевка, при што решетката со неподвижни или подвижни стапови може да биде под агол, или во хоризонтална положба (сл. 5.1.5 а). Кај системите со доведување на pelletите одоздола (сл. 5.1.5 б), pelletите-



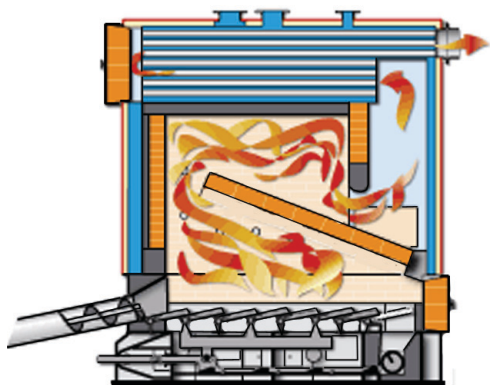
Сл. 5.1.5. Начини на доведување на pelletите на решетката за согорување:

- а) доведување одозгора; б) доведување одоздола; в) хоризонтално доведување;
1 – огниште; 2 – секундарен воздух за согорување;
3 – примарен воздух за согорување; 4 – пепел; 5 – решетка;
6 – завојно вретено – полжавест пренос; 7 – бункер за складирање на pelletите

те се туркаат одоздола, а пламенот се шири нагоре. Кај системите со хоризонтално доведување на пелетите, челото на пламенот може да биде во хоризонтална или во вертикална насока. Воздухот за согорување се доведува во огништето со вентилатор, а се регулира во зависност од потребите за топлинска енергија.

Контролата на согорувањето кај системите се врши различно. Така, на пример, при загревање вода за централно греење, се регулира температурата на повратната вода, со поинтензивно или намалено доведување на пелетите на решетката во огништето, според потребите. Во случај кога потребите за топлинска енергија се значително намалени, целосно се прекинува доведувањето на пелетите на решетката во огништето. Кога потребите за топлинска енергија ќе се зголемат, процесот на согорување повторно автоматски се обновува.

Кај постојните котли на цврсти горива е можно да се вгради систем за согорување на пелети, доколку огништето ги задоволува минималните потребни услови за таа цел, односно да има доволна: ширина, должина и висина. Од тоа ќе зависи, пред сè, и кој вид доведување на пелетите ќе се примени.



Сл. 5.1.6. Хоризонтално доведување на пелетите на рамна решетка со подвижни стапови

Системите за согорување на пелети може да се вградат и кај котлите кај кои согорува лесно масло за гореење. Притоа, треба да се има предвид дека топлинскиот капацитет на котелот што работи со пелети ќе биде само (70-80)% од номиналниот, во случај температурата на излезните гасови да се одржува на исто ниво.

5.1.3.2. Котелски постројки за индустриска намена

Кај овие постројки, горивото од складиштето до постројката за согорување се транспортира со: виљушкари (наједноставен начин, кој се применува во постројки со мала номинална моќ), кранови (соодветен начин кога се доведува гориво со големи димензии, на пример бали од слама) и транспортери од најразличен вид (ленти, завојни вретена и др.).

Горивото може да се доведува до постројката и со полжавест пренос (за пелети и струганици), со пневматски додавачи (пелети) и др.

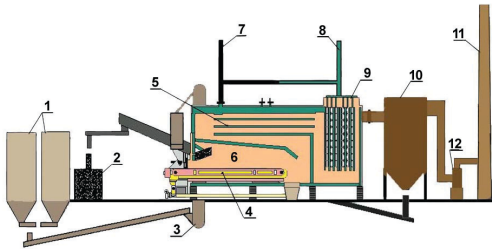
Најчесто пепелта од постројката се одведува со транспортери (со лента, завојни вретена и др.).

На сл. 5.1.7 е прикажана постројка за согорување на дрвени пелети како гориво, во котел наменет за добивање топла вода за централното греење на Универзитетот за земјоделство во Норвешка.

Постројката годишно произведува 11 GWh топлинска енергија. При топлински капацитет на пелетите од 4,7 MWh/t, годишната потрошувачка на пелети е 2 200 t/год., што е еквивалентно на 1 100 t нафта.

Пелетите до котелската постројка се транспортираат со камиони. Горивото

се складира во два челични силоса, секој со капацитет по 35 m³. Пелетите во котелската постројка се внесуваат со систем на затворени транспортни ленти, а во огништето 6 на котелот се внесуваат со вертикален елеватор и хоризонтален транспортер. Внесува-



Сл. 5.1.7. Шема на постројка за согорување на отпадоци од дрво во вид на пелети (Универзитет за земјоделство, Норвешка):

- 1 – силоси за пелети; 2 – контејнер за пепел; 3 – елеватор за пелети; 4 – подвижна решетка; 5 – котел; 6 – комора за согорување; 7 – довод на вода; 8 – одвод на топла вода; 9 – вертикален загревач на вода; 10 – циклонски филтер на гасови; 11 – оцак; 12 – вентилатор за чадни гасови

њето на горивото во комората за согорување се контролира автоматски, во зависност од потребите за топлина.

Горивото согорува на подвижната решетка 4. Пелетите се нафрлаат на почетокот на подвижната решетка и додека стигнат до крајот на решетката, согоруваат. Воздухот се доведува под решетката, при што согорувањето се одвива во фази. Енергијата од топлиите гасови се предава на конвективниот дел од комората за согорување, каде што вертикално поставените цевки ја греат околната вода во котелот.

Со помош на чадниот вентилатор 12, гасовите од котелот минуваат низ циклонскиот филтер 10, каде што се прочистуваат од пепелта и се внесуваат

во оцакот 11. Пепелта од комората за согорување 6, од конвективниот дел и од циклонот 10 се собира и се носи во специјални контејнери за транспорт до складиштето.

5.1.4. Котли за согорување на бали од слама за греење во домаќинствата

Трансформирањето на хемиската енергија од отпадот од земјоделството во топлинска или електрична енергија може да се врши во различни видови печки и котелски постројки. Односно, отпадците од земјоделството можат да согоруваат: во лет, на решетка во слој или во флуидизиран слој.

Кој тип котелска постројка ќе се примени, зависи од видот и од обликот на отпадот што се внесува и од содржината на влага и други негоривни материји. Во натамошниот текст ќе бидат опишани некои покарактеристични постројки за трансформирање на енергијата од биомасата во топлинска или електрична енергија.

На сл. 5.1.8 е дадена фотографија на котел за добивање топла вода за индивидуално централно греење кој работи со слама (правоаголни бали) како гориво. Балите од слама се дробат со дробилка и како парчиња пневматски (со натпритисокот на вентилаторот)



Сл. 5.1.8. Котел за загревање на топла вода за централно греење, со биомаса (бали од слама) како гориво за индивидуален станбен објект

преку циклонот низ кој се исфрла вишокот воздух се внесуваат во котелот, каде што согоруваат во лет.

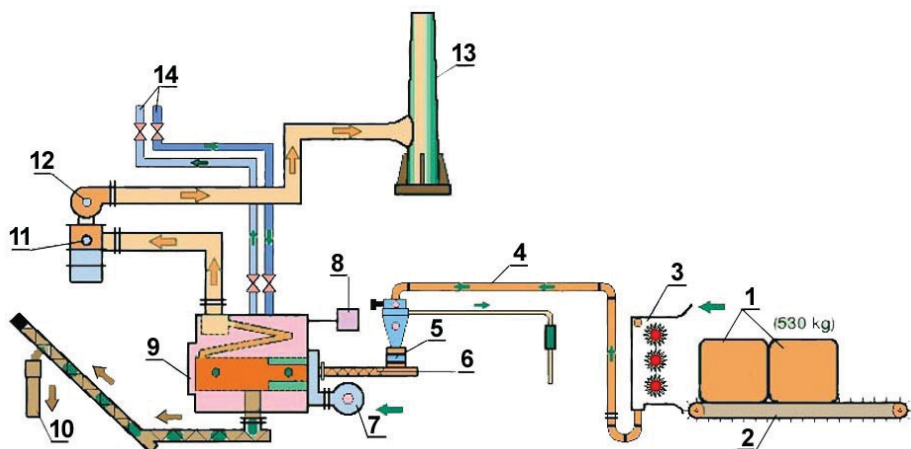
На сл. 5.1.9 е прикажана шема на постројка за добивање топла вода за греење на една фарма, во која се користи слама како извор на енергија. Постојката е применлива за подрачја кои располагаат со отпадна слама и кои се оддалечени од централниот систем за греење.

Како што се гледа на сл. 5.1.9, сламата во вид на бали се донесува со бесконечната лента **2** до дробилката **3**, со која се дробат на ситни парчиња. Ситната слама со помош на пневматскиот систем **4**, ротациониот вентил **5** и полжавестиот додавач **6** – се внесува во огништето на котелот **9**. Воздухот потребен за согорување на сламата се обезбедува со вентилаторот **8**. Согоорувањето на сламата во огништето на котелот е во лет. Пепелта од огништето на котелот се одведува со транспортер во вид на

бесконечна лента, кон одводот **10**, и се носи на складирање. Продуктите од согорувањето се носат на прочистување во мултициклонскиот филтер **11**, од каде што со помош на вентилаторот за чадни гасови се внесуваат во оџакот **13**. Работата на котелот е наполно автоматизирана и компјутерски управувана од командното место **8**.

Постојката е инсталирана во местото Нисум во Данска, во 1999 година. Таа се состои од котел за согорување на слама и дистрибутивен систем за загревање на 70 домови. Котелот е со топлински капацитет од 800 kWt и обезбедува околу (70-80)% од потребната топлина за греење на домовите во зимски период. Вкупната годишна потрошувачка на слама е 900 бали од по 530 kg, или вкупно околу 480 t слама.

Овие постројки се градат со топлински капацитет меѓу (60-1 500) kW.



Сл. 5.1.9. Шема на котелска постројка за добивање топла вода за греење, со слама како извор на енергија, изградена во местото Нисум во Данска:

1 – слама во вид на бали; **2** – транспортна лента; **3** – дробилка; **4** – пневматски транспорт на сламата; **5** – ротационен вентил; **6** – полжавест пренос; **7** – вентилатор за свеж воздух; **8** – команден орман; **9** – вреловоден котел; **10** – одведување на пепелта; **11** – мултициклон; **12** – вентилатор за чадни гасови; **13** – оџак; **14** – централно греење

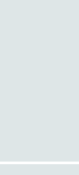
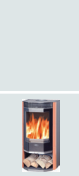
5.1.5. Преглед на производители на печки и котли за согорување на брикети и пелети

Не е можно да се прикажат сите производители на печки и котли за согорување на брикети и пелети, но пожелно е да се дадат некои основни

технички карактеристики за некои од нив.

Во табелата 5.1.2 се дадени производители на печки за согорување на пелети, со податоци за топлинската моќност и цената, а во табелата 5.1.3 се дадени производители на котли за согорување на пелети за загревање вода за централно греење.

Табела 5.1.2. Производители на печки за согорување на пелети со основните технички карактеристики и цената

ПЕЧКИ НА ПЕЛЕТИ					
	производител/тип	моќ во kW	потрошувачка на пелети, kg/h	КПД во %	цена во €
	HENAN KINGMAN M&E CHINA 33B	8		80	
	33C	10		80	
	GCF model	5 (9)		89	
	GCW model	5 (9)		89	
	GC-HP20	9		86	
	KOVA NOVAK CZ KNP1,8 - 4,8	1,8-4,8			1 435,0
	KNP 13	13			1 640,0
	KNP5	18	4,9		
	KNP BIO	18	4,9		
	SILESIA 005	2,4-12	0,9-2,4		1 300,0
	SILESIA 007	4-12	0,9-2,2		1 300,0
	SILESIA 008	2-6	0,8-1,5		1 220,0
	NOVAPACK CZ Anna1	3-5		77,3	650,0
	Stavanger	3-12	2,2	78,1	420,0
	Narvik	3-12	2,2	78,1	430,0
	Anna maxima	8-12		81	950,0
	MASTER BPS6	6		90	1 500,0
	BPS9	9		90	1 650,0
	BPS12	12		90	2 600,0
	KALOR Lisa	6		84	1 200,0
	Chiara	8		85	1 400,0
	Gloria	10		86	1 800,0
	Bella	12		87	2 200,0
	EDILKAMIN F Miss	7,9			600,0
	Iris L	7,8			1 450,0

ПЕЧКИ НА ПЕЛЕТИ					
производител/тип		моќ во kW	потрошувачка на пелети, kg/h	КПД во %	цена во €
	DAL ZOTTO DAZO037	4-19,6	1-5	90-92	5 000,0
	ARTEL LS6	6			1 460,0
	LS8	8			1 670,0
	LS12	12			2 550,0
	EGO	11,6		91,5	3 000,0
	COLA Wawe	3,6-12,7		89,2	3 200,0
	COLA Easy	2,3-6		90	1 350,0
	COLA Termo FOCUS	4,8-16,1		91,5	3 200,0
	COLA Termo Orion	5-13		85	3 000,0
	COLA Sprint	2,5-9,3		95	2 800,0
	COLA Ellise	3,6-12,8		91,5	3 850,0
	EXTRAFLAME Rosy	2,5-5	0,6-1,2	87	1 400,0
	Mirella	2,5-5,5	0,75-1,4		1 660,0
	ECOspar MK Solara	6	0,4-1,5	85-90	
	Tukana	8	0,7-1,95	86-92	
	Auriga	23	2	92	

Табела 5.1.3. Производители на котли за согорување на брикети и пелети со основните технички карактеристики

КОТЛИ НА ПЕЛЕТИ					
производител/тип		моќ во kW	потрош. на пелети, kg/h	КПД во %	цена во €
	PETROJET Biorobot 15	4-15		95	4 000,0
	Biorobot 30	6-30		95	4 400,0
	Ekoeфект 40	12-40		95	6 200,0
	Ekoeфект 49	14-49		95	7 600,0
	WERNER A251 Standart	25		92	7 115,0
	A251 Klasik	25			8 441,0
	A251 Komfort	25			9 273,0
	A251 LS Standart				7 963,0
	A251 LS Klasik				9 309,0
	A251 LS Komfort				10 148,0
	A501 Standart	48		91	8 468,0
	A501 Klasik				10 673,0
	A501 Komfort				11 609,0
	ATOMA KTP	14-30			3 000,0
	ECO SUN P7				
	LIDER PL	12			1 500,0
	LIDER PL	25			2 400,0

КОТЛИ НА ПЕЛЕТИ					
производител/тип		моќ во kW	потрош. на пелети, kg/h	КПД во %	цена во €
	WOODY DENMARK Black Star 20	10-16		85-93	
	Black Star 20	20-30		88-92	
	PONAST ATK CZ KP 10	4,5-14,9	1,25-3,7	85-88	3 500,0
	KP 11	5-17	1,3-4	91-92	4 500,0
	KP 20	7,5-25	1,6-6,3	85-88	3 800,0
	KP 21	8-29	2-6,8	91-92	4 800,0
	KP 50	13-48	3,9-12,9	90-91	5 400,0
	KP 51	13,5-45,2	4-12	90-91	6 100,0
	Per-Eko KSP DUO 15	15		85	1 600,0
	Per-Eko KSP DUO 15	19		85	1 800,0
	Per-Eko KSP DUO 27	27		85	2 000,0
	PERFEKT DUO 15	15		93	2 080,0
	PERFEKT DUO 25	25		93	2 200,0
	PERFEKT DUO 35	35		93	2 400,0
	PERFEKT DUO 50	50		93	2 950,0
	GUNTAMATIC AUT Biostar 23W	6,7-20	комплет		10 800,0
	Powercorn 12/50	12-50	комплет		21 700,0
	Biocom 100 flex	100	комплет		23 000,0
	AGROMECHANIKA Licotherm AM 24/300I	7-24	1,5-6,3	88	2 600,0
	Licotherm AM 42/300I	10-44	2,3-9,9	88	3 100,0
	BENEKOVterm CZ 15	4,5-14	0,1-3,2	87	3 200,0
	25	7,5-2,5	1,8-5,7	91	3 600,0
	50	14-49	3,1-10,5	91	5 000,0
	ARTEL LST-16	16			3 300,0
	LST-20	20			3 600,0
	CENTROMETAL HR	14-50			1 360-1 500
	BIODOM SLO 27	7,8-30,6		90	3 600,0
	50	50			
	99	100			
	144	150			
	DHV Pxx	17-48			4 100-4 800

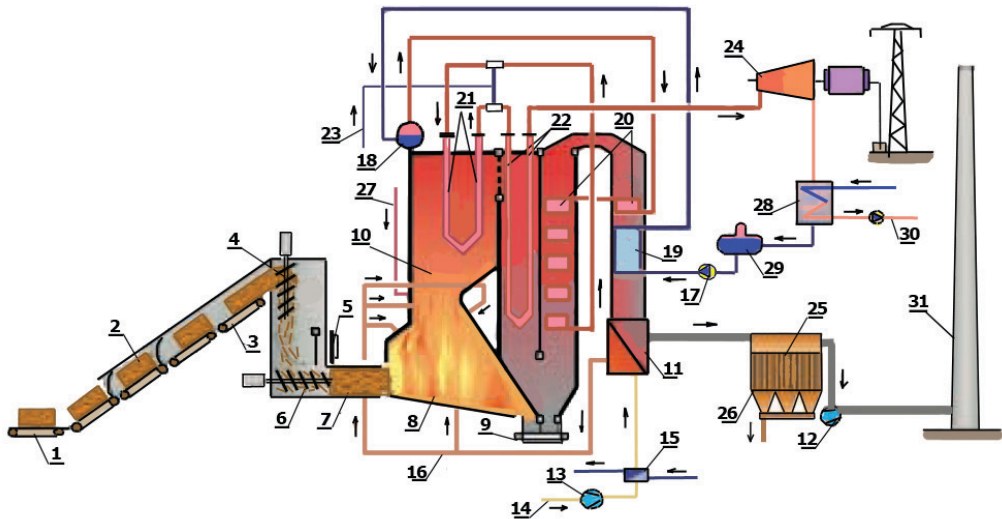
КОТЛИ НА ПЕЛЕТИ				
производител/тип	моќ во kW	потрош. на пелети, kg/h	КПД во %	цена во €
	HERZ D Biocontrol 10	3,4-10,5		7 400,0
	Biocontrol 20	7,3-25		7 900,0
	Biocontrol 35	7,3-34,4		8 350,0
	Biocontrol 45	13,1-45		11 100,0
	Biocontrol 60	13,1-65		11 550,0
	Biocontrol 300	75-300		14 600,0
	Biocontrol 500	500		
	NORDICA Extraflame 30	9-30		5 350,0
	OKOFEN 25 EU 15-64 kW	25		7 876,0
	VIADRUS IRLAND Hercules Eco	24		6 500,0
	BAXI 20 Multi	2 x 20		6 070,0
	25	25		4 035,0
	32	32		4 518,0
	HOVAL STU UK 100-1000 kW			
	KOB EU 35-1250 kW			
	SWEBO 350-3000 kW			
	HURST Steam boilers 4,5-272 t/h 22,5-124 bar - 510 °C			

5.2. ПРОИЗВОДСТВО НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА

5.2.1. Постројки за согорување на бали од слама

На сл. 5.2.1 е прикажана постројка за комбинирано производство на енергија, во која како гориво се користи слама. Котелската постројка има висока ефикасност и мала емисија на штетни материи.

Бидејќи процесот на согорување на сламата е комплициран, кај постројките што користат слама како гориво особено треба да се посвети внимание на конструкцијата на системот за согорување. Кај некои конструкции со подвижна решетка се применува и директно ладење со вода на решетката, со што се спречува таложење на пепел на решетката.



Сл. 5.2.1. Шема на постројка за комбинирано производство на топлинска и електрична енергија, која работи со слама како гориво

(производител „FLS miljø“ од Данска): 1 – верижан транспортер; 2 – слама;

3 – уред за дозирање; 4 – уред за дробење; 5 – затворац за заштита од пожар; 6 – додавач на слама; 7 – водено-ладен канал; 8 – подвижна решетка; 9 – транспортер за пепел; 10 – комора за согорување; 11 – загревач на воздух; 12 – вентилатор за чадни гасови; 13 – вентилатор за свеж воздух; 14 – воздух за согорување; 15 – предзагревање на воздухот; 16 – загреан воздух за согорување; 17 – напојна пумпа; 18 – цилиндар на котелот; 19 – загревач на вода; 20, 21, 22 – прегревачи на пара; 23 – вода за регулирање на температурата на прегреаната пара; 24 – парна турбина; 25 – филтер; 26 – бункери за пепел; 27 – природен гас; 28 – кондензатор; 29 – деаератор; 30 – вода од дистрибутивен систем; 31 – оџак

Котелот (сл. 5.2.1) е од типот котли со цилиндар, со природна циркулација на водата во испарувачот. Конструкцијата на комората за согорување обезбедува соодветно време на задржување на гасовите, со што се овозможува оптимално согорување на сламата.

Котлите за согорување на сламата се произведуваат со капацитет меѓу (25-200)t/hпарасопараметри:притисок

меѓу (20-140) бар и температура меѓу (300-540)°C. Температурата на напојната вода може да биде меѓу (105-250)°C.

Емисијата на азотни и сулфурни оксиди при согорувањето на сламата е помала од емисијата кај постројките што користат фосилни горива. Емисијата на CO₂ е иста бидејќи при согорувањето на сламата, кислородот се зема од воздухот за согорување.

6. ИНВЕСТИЦИОНИ ВЛОЖУВАЊА И ПЕРИОД НА ВРАЌАЊЕ НА ИНВЕСТИЦИЈАТА

Цената на произведените брикети и пелети од отпадна биомаса од земјоделството, од сечење дрвја и од отпадно дрво од дрвната индустрија – зависи од: трошоците за производството, работната рака, одржувањето на опремата, потрошувачката на енергија, трошокот за набавка и транспорт на сировината, како и од разни други трошоци, вклучително и инвестиционите вложувања во опремата.

Скоро сите трошоци за брикетите и за пелетите зависат од повеќе специфични фактори на земјата во која тие се произведуваат.

6.1. ИНВЕСТИЦИОНИ ВЛОЖУВАЊА ВО ОПРЕМАТА

Инвестиционите вложувања во опремата за производство на брикети и пелети имаат значително влијание на производната цена. Тие многу зависат од тоа што ќе се земе во инвестициони вложувања, како, на пример: дали се работи за нова постројка или таа

е дел од веќе постојна. Доколку се врши реконструкција на постоен објект (се купува само опремата), можат значително да се намалат вкупните инвестициони вложувања.

Исто така, во инвестиционите вложувања треба да учествува и опремата за собирање и транспорт на сировината, ако тоа не се организира на поинаков начин, купување на земјиштето на кое ќе се гради постројката и друго.

Во табелата 6.1.1 се дадени инвестиционите вложувања во постројка за производство на брикети и пелети со капацитет од 500 kg/h.

Треба да се нагласи дека инвестиционите вложувања се многу различни дури и при ист капацитет на производство на брикети или пелети. Само за споредба, во табелата 6.1.2 се дадени инвестиционите вложувања во опрема за постројка за пелетирање на отпадно дрво со капацитет од 1 t/h, но со многу повисоки инвестициони вложувања (оваа цена со официјална понуда од фирмата „Пелете Милл“ од Амстердам, Холандија, доставена е до проф. д-р Славе Арменски, а се однесува за капацитет од 3 000 t/год.).

Табела 6.1.1. Основни карактеристики на брикетите

ИНВЕСТИЦИОНИ ВЛОЖУВАЊА ВО ПОСТРОЈКА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА БРИКЕТИ ОД БИОМАСА со капацитет од 500 kg/h					
опрема	капацитет	моќ	парчиња	цена во €	напомена
дробилка на биомаса WACFSJ-II	500-700 kg/h	15 kW	1	2 450	се користи за дробење на суров материјал со големина <5 x 5 mm (дијаметар); големината на издробената биомаса е <3 mm
транспортер на биомаса WACLX50	4 m	0,75 kW мотор	1	910	се користи за транспорт на издробената биомаса до сушилницата
сушилница (две печки) WACNHGJ-II	700 kg/h	7,5 kW 5 kW	1	5 500	две сушилници за моментално сушење на издробената биомаса со влажност <50% на влажност од 8 до 12%
транспортер на биомаса WACLX50	4 m	0,75 kW мотор	1	910	се користи за транспорт на издробената и исушена биомаса до распределувачот на биомаса
распределувач на биомаса WACFP50	5 m	1,5 kW	1	2 280	се користи за распределба на биомасата до двете преси за брикети
преса за брикети WACBZBJIII	230-250 kg/h	18,5 kW	2	4 550 x 2 9 100	се користат за изработка на дрвени брикети со различен напречен пресек: кружни, овални, шестаголни (60-80) mm
пакирка за брикети WACBS420	0-10 m/min	7,5 kW	1	2 500	пакирката содржи две кварцни цевки за загревање; температурата и брзината на преносот се дотеруваат
Вкупна цена				23 650	€

6.2. ТРОШОЦИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА БРИКЕТИ И ПЕЛЕТИ

6.2.1. Трошоци за работна рака

Во овие трошоци се вклучени платите на вработените работници во постројката за производство на брикети и пелети, но доколку се ангажираат и сезонски работници (отпадната биомаса редовно

се создава сезонски), во нив влегуваат и платите на овие работници.

Бројот на вработените работници зависи од повеќе фактори, како што се: видот на суровината за производство на брикети и пелети (отпадоци од земјоделството, отпадоци од сечење на шумите или отпадно дрво од дрвната индустрија), но, исто така, и од капацитетот и од технолошките операции што се одвиваат. Секако дека капацитетот и работењето во смени имаат значително влијание на бројот на вработените.

Табела 6.1.2. Основни карактеристики на брикетите

ИНВЕСТИЦИОНИ ВЛОЖУВАЊА ВО ПОСТРОЈКА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ПЕЛЕТИ ОД БИОМАСА со капацитет од 1 000 kg/h					
опрема	капацитет	моќ	парчиња	цена во €	напомена
дробилка на биомаса	1 000-1 300 kg/h	90 kW	1	71 186	
парен котел WACLX50	175 kg/h	150 kW	1	55 979	
опрема за мерење на влажноста			1	27 635	
опрема за напојување и мешање			1	35 756	
опрема за пелетирање, Ø6 x 6-8 mm	1 000 kg/h	90 kW	1	160 159	
ладење		22 kW	1	49 609	
просејување		0,5 kW	1	13 310	
подвижни ленти и друг транспорт				183 292	
цевководи и опрема				20 726	
ПП-заштита				46 982	
силос				47 114	
носечка конструкција				99 659	
монтажа				178 000	
електрична опрема и контрола				100 000	
проектирање				50 000	
Вкупна цена				1 139 407	

Цената на работната рака по тон произведени брикети или пелети се разликува од земја до земја и зависи од просечната цена на трудот. За земјите со ниска цена на трудот за произведен капацитет меѓу (3 000–4 000) t/год., трошокот за плата на вработените може да биде и (3–5) €/t. За помал капацитет овој трошок е двојно повисок и се движи меѓу (5–10) €/t (во Германија, каде што цената на трудот е многу висока, за постројка со поголем капацитет и висок степен на механизација, трошокот за плата се движи и до 30 €/t).

Во случај на собирање на отпадоците од сечењето на шумите, учеството на трошокот за плати на вработените во вкупната цена значително се зголемува. Во развиените земји учеството на трошокот за плати на вработените се движи околу 15% од вкупната цена на брикетите и пелетите.

6.2.2. Трошоци за одржување на постројката

Трошоците за одржување на опремата (полжавести и клипни машини за брикетирање и пелетирање) се значителни во случај кога суровината што се брикетира има абразивно дејство (луспи и слама од ориз и др.). Вистинските трошоци зависат и од редовното одржување на опремата.

Повеќето анализи покажуваат дека трошоците за одржување на пресите со хидрауличен клип се во границите меѓу (3–8) €/t, додека за полжавестите преси трошоците се значително повисоки.

Очигледно е дека трошоците за одржување имаат значително влијание на производната цена и тие треба да се пресметаат прецизно.

6.2.3 Трошоци за електрична енергија и гориво

Производството на брикети и пелети се одвива со потрошувачка на: електрична енергија, фосилни горива (нафта, бензин, течен нафтен гас и др.), вода и други материјали. Машините за дробење, полжавестите или транспортерите со лента, машините за брикетирање и пелетирање, машините за пакување и др. – трошат електрична енергија. Тракторите, товарачите и растоварачите опремени со хидраулично погонувана корпа, камионите за транспорт на суровината или брикетите и пелетите, како и моторните пили – трошат течно гориво (нафта или бензин).

Трошоците за дробење на отпадната биомаса можат да бидат значителни и тие зависат од повеќе фактори, како што се: видот на суровината, потрошувачката на електрична енергија или гориво за дробилката, бројот на луѓето што ја опслужуваат итн.

Постројката за брикетирање или пелетирање може да се снабдува со електрична енергија од електроенергетската мрежа, или од сопствен извор (агрегат на течно или гасно гориво), во зависност од локацијата (дали во близина има дистрибутивна електрична мрежа или не).

Потрошувачката на електрична енергија кај клипните преси се движи во границите меѓу (50–80) kWh/t, додека кај полжавестите преси е меѓу (100–120) kWh/t. Повисоката вредност се однесува на преси со помал капацитет (<150 kg/h).

Трошоците за енергија (електрична и гориво) се пресметуваат според

цената на електричната енергија или горивото што е во моментот важечка во земјата. Ако цената на електричната енергија е околу 10 €/kWh, се добива дека трошокот за енергија изнесува меѓу (8-12) €/t.

Во табелата 6.2.1 се дадени податоци за потрошувачката на енергија при кроење, транспорт и складирање на прачки од винова лоза – од едно истражување направено во Италија. При дено-шната цена на електричната енергија од 6,45 €/kWh и на нафтата – од 1,08 €/l, трошоците за наведените операции дадени во табелата 6.2.1 би биле: $16,25 + 35,6 = 51,8$ €/t.

Табела 6.2.1. Потрошувачка на енергија за прачки од винова лоза како отпадна материја

Операција	Гориво	Потрошувачка	Енергија kWh/t
кроење	нафта	5,74 l/t	57,4
транспорт	нафта	22 l/t	220
дробење	нафта	5,25 l/t	52,5
полнење на силос	елек. ен.	5,5 kWh/t	14
транспорт	елек. ен.	65 kWh/t	163
пумпи за масло	елек. ен.	30 kWh/t	75
Вкупно			581,9

При сушењето на суровината, исто така се троши енергија, која зависи, пред сè, од влажноста на влезната суровина, но може да се земе дека трошокот за енергија за сушењето изнесува меѓу (10-15) €/t.

6.2.4. Трошоци за набавка на суровината

Трошокот за набавка на суровината има битно влијание на производната цена на тон произведени брикети и пелети, но тој зависи и од многу други фактори. Во оваа цена учествува трошокот за купување на суровината од потенцијалните снабдувачи, но и цената за транспорт до постројката за брикетирање и пелетирање.

Транспортот може значително да ја зголеми цената на суровината и затоа економски прифатлив е транспорт до оддалеченост не поголема од 20 km (поради малата густина на отпадната биомаса од земјоделството и отпадното дрво). Тој може да достигне и до (20-25) €/t за транспорт на растојание <25 km, во зависност од насипната густина на отпадната биомаса што се транспортира.

Во Р. Македонија за очекување е цената на суровината (без трошокот за транспорт) да се движи околу 10 €/t за отпадно дрво од пиланите.

Во трошоците за набавка на суровината треба да влезат и трошоците за складирање, кои зависат од повеќе фактори (изградба на објект или силос за складирање). Овие трошоци може да се земат во границите меѓу (8-10) €/t.

Кај енергетските насади со брзорастечка врба, четирите основни трошоци што значително учествуваат во вкупната цена на сувата маса се за: сечење (31%), транспорт (14%), складирање (24%) и осигурување на засадената површина (18%).

6.2.5. Други трошоци

Во други трошоци влегуваат трошоците за: данок кон државата, анuitети, осигурување на опремата, набавка на масло за подмачкување, набавка на вреќи или друга опрема за пакување и др. За очекување е дека овие трошоци ќе се движат меѓу (3-5) €/t.

6.3. ЦЕНА НА ПРОИЗВЕДЕНИТЕ БРИКЕТИ И ПЕЛЕТИ

Може да се заклучи дека инвестиционите вложувања во опремата, како и трошоците за производство на брикети и пелети зависат од многу фактори, кои се разликуваат како во зависност од суровината така и од местото на нивното производство.

Вообичаено е при изградба на постројката, инвеститорот да земе кредит од банка. Големо влијание на цената на брикетите има каматната стапка (вообичаено е таа да биде околу 6% на годишно ниво), но и времето на враќање на кредитот (за покус период учеството во вкупната цена е поголемо). Така, на пример, ако кредитот се враќа во период од 10 години, а учеството на инвестицијата во цената е околу 20 €/t, за период на враќање на инвестицијата од пет години, учеството се зголемува на 60 €/t.

Трошоците за производство на 1 t пелети се дадени во табелата 6.3.1. Трошоците за враќање на инвестицијата се земени според табелата 6.1.2 (инвестиција од 1 139 407 €). Другите трошоци се усвоени само со цел да се добие цената на произведен тон пелети, при капацитет на постројката за пелетирање од 3 200 t/год.

Табела 6.3.1. Ориентациона цена (трошок) за производство на 3 200 t/год. пелети од отпадна биомаса

Учество	трошок
	€/t
Инвестициони вложување (6% камата) на 10 год.	37,74
плата на вработените	18
одржување	8
електрична енергија и гориво	15
набавка на суровината и транспорт	20
друго	5
Вкупно	103,74

Треба да се нагласи дека во инвестиционите вложувања не се земени трошоците за купување на земјиштето и за изградба на објектите.

Доколку не се земе предвид учеството на кредитот како трошок во цената на пелетите, вкупните трошоци би биле 66 €/t.

6.4. ПЕРИОД НА ВРАЌАЊЕ НА ИНВЕСТИЦИЈАТА

Ако се земе цената на пелетите денес во Р. Македонија од 13 550 денари/t (220 €/t), инвестиционите вложувања дадени во табелата 6.1.2 во износ од 1 139 407 €, со 6% камата за кредит одобрен на 10 години и производство на 3 200 t/год. пелети, би се вратиле за 2,2 години.

$$\tau = \frac{I}{M_{pell} \cdot C_{pell}} = \frac{1\,139\,407}{3200 \cdot (220,0 - 103,7)} = 3,06 \text{ } \bar{z}og.$$

Направена е техно-економска анализа за друга постројка за производство на брикети и пелети со годишно производство од 2200 t отпадно

дрво. Инвестиционите вложувања во постројката се 258 460 €. За земен кредит на седум години со каматна стапка од 6%, инвестиционите вложувања во цената на производот ќе учествуваат со 35 €/t, а вкупните трошоци со 82,45 €/t.

Периодот на враќање на вложените

$$\tau = \frac{I}{M_{pell} \cdot C_{pell}} = \frac{258\,460}{2000 \cdot (220 - 82,45)} = 0,094 \text{ } \bar{z}og.$$

средства ќе биде:

Меѓутоа, простиот период на враќање на инвестицијата кај постројките за брикетирање е поголем поради значително помалата цена, која се движи околу 9 500 (8 200-11 500) денари, или 154 €/t (133-186) €/t.

Во таков случај, при исти инвестициони вложувања, периодот на враќање из-

$$\tau = \frac{I}{M_{briq} \cdot C_{briq}} = \frac{1\,139\,407}{3\,200 \cdot (154 - 103,7)} = 7,1 \text{ } \bar{z}og.$$

несува:

За вториот случај, за инвестиција од 258 460 € за постројка со капацитет од 2 000 т/год. и цена на брикетите од 154 €/t, времето на враќање на инвестицијата би било:

$$\tau = \frac{I}{M_{pell} \cdot C_{pell}} = \frac{258\,460}{2000 \cdot (154,0 - 82,45)} = 1,8 \text{ } \bar{z}og.$$

Ако се земе предвид и инвестицијата за купување на земјиштето и за изградба на потребните објекти, простиот период на враќање на инвестицијата ќе се зголеми дополнително.

Се што е дадено горе за простиот период на враќање на инвестицијата важи единствено ако се произведуваат и продаваат 3 200 т/год. пелети. При помало производство, простиот период на враќање на инвестицијата исто така ќе се зголеми.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Арменски: „Енергија од биомаса“, книга, издавач: „Алфа 94“, 243 страници, Скопје, мај 2009.
2. К. Поповски, С. Арменски, Е. Поповска и С. Поповска-Василевска: „Енергија на биомаса во Македонија“, книга, Скопје 2009.
3. S. Armenski: „Bioenergy from waste wood from forests and industry“, West Balkan Project, 2005.
4. Biomass Energy Europe: Harmonization of biomass resources assessments. Volume I. Best practices and methods handbook, Draft, June 2009.
5. S. Armenski: „Waste Wood Briquette Production Plants in Kuklish and Murtino Community“, Feasibility Study, January 2006.
6. S. Armenski: „Bioenergy from Agriculture and Livestock“, Renewable Energy Sources in R. of Macedonia – MAGA edition of the renewable energies identification and development in Macedonia, pp. 14-33, Katlanovo 2005.
7. O. Cukaliev: „Production of straw and other agricultural residue in R. of Macedonia and possibilities for use as bio fuel“, Workshop „Cereals straw and agricultural residue for bioenergy in New Member State and Candidate Countries“, 2-3 October, Novi Sad, Serbia.
8. James A. Duke 1983 Handbook of Energy Crops. Unpublished.

