

ЕФЕКТИВНО ИЗПОЛЗВАНЕ НА БИОМАСА

изследване, проведено от екипа на Сдружение „Регионална енергийна агенция – Русе“
в рамките на проект:

**„Създаване на четири регионални агенции за енергиен мениджмънт в Елбетал
(Германия), Русе (България), Лас Палмас (Испания) и Перник (България)“**



Intelligent Energy  **Europe**

Съдържание

1. Въведение.....	3
2. Технологии за оползотворяване на биомаса.	4
3. Ефективен начин за оползотворяване на биомаса в регион Русе.....	6
4. Заключение.....	12
5. Библиография.	12
6. Контакти.	13

1. Въведение.

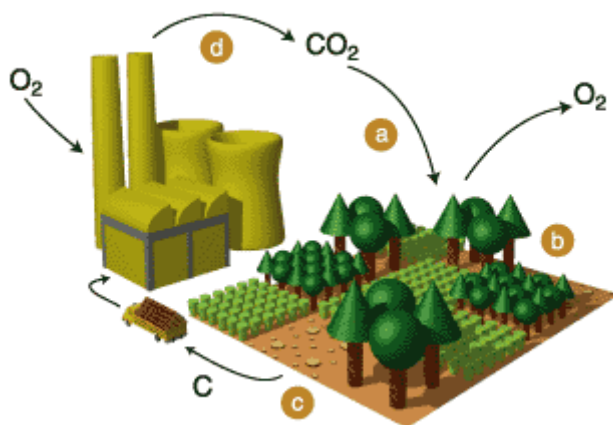
1.1. Що е биомаса?

Сигласно (1):

„Биомаса“ е биологично разграждаща се част от продукти, отпадъци и остатъци от селското стопанство, включително растителни или животински субстанции, от горското стопанство, както и биологично разградими фракции от индустриални или битови отпадъци, които могат да се използват като гориво, и следните отпадъци, използвани за гориво:

- а) растителни отпадъци от селското и горското стопанство;
- б) растителни отпадъци от хранителната промишленост, ако генерираната топлина се оползотворява;
- в) растителни отпадъци от производството на пулпа от дървесина и производството на хартия от пулпа, ако се изгарят съвместно на мястото на производство и генерираната топлина се оползотворява;
- г) коркови отпадъци;
- д) отпадъци от дървесина, с изключение на съдържащите хологениращи органични съединения или тежки метали;
- е) утайки от пречиствателни станции;
- ж) животински субстанции.”

Биомаса е всичко, което възниква в процеса на непрекъснат кръговрат в природата като резултат от сложните химически процеси. Появата на биомасата е немислима без слънце, вода и минерални вещества. В растенията протича физико-химичен процес наречен фотосинтеза. При наличието на слънчева светлина растенията преобразуват въглеродния двуокис и водата в глюкоза и кислород. Кислородът се отделя в атмосферата, след което се използва за дишане от живите организми. От прост монозахарид на глюкозата се образуват по-сложни полизахариди. Впоследствие полизахаридите изграждат клетъчната стена на растителността- биомаса. (1)



Фигура 1. Цикъл на въглерода и кислорода.

На Фигура 1. Цикъл на въглерода и кислорода. Е показан цикълът на кислорода и въглерода:

- a) По време на развитието си, растенията абсорбират въглероден диоксид от атмосферата.
- b) Процесът фотосинтеза, който протича в растенията преобразува въглеродния диоксид във въглерод съдържащ се в органичната биомаса и отделя в атмосферата кислород.
- c) Биомасата се използва в централи за производството на топло- и електроенергия.
- d) В процеса на горене се използва атмосферен кислород, който с въглерода от биомасата отново образува въглероден диоксид с което цикълът се затваря. (2)

От всичко това става ясно, че използването на биомаса за производство на енергия е CO_2 неутрално – при изгарянето се отделя точно толкова CO_2 , съответстващ на натрупания в биомасата въглерод и отделения при фотосинтезата кислород.

1.2. Потенциал и оползотворяване на биомасата.

Значително е количеството биомаса, което се създава при отглеждането на земеделски култури и добитък, при складирането на отпадъци, при поддръжката на зелените площи в обществения сектор или преработката на отпадни води. В близките години не съществува никаква опасност от изчерпване на тези източници на биомаса.

Много важен механизъм за ефективното усвояване на енергията и на енергията от биомаса е комуналното енергийно планиране. На ниво община, микрорегиони и региони е необходимо да се изработи и стратегически да се обмисли система за усвояване на отделните енергийни източници.

Потенциалът от биомаса в горите е огромен и когато не се усвоява протича процес на разлагането ѝ, при което околната среда се пренатоварва с метан, а той, както знаем е основен фактор за създаване на парниковия ефект. В този смисъл най-добри възможности за полезното и екологично усвояване на природните дадености има общината. (1)

1.3. Основни класове източници на биомаса

Можем да класифицираме източниците на биомаса в следните основни групи:

- Дървесина от сеч
- Енергийни култури
- Отпадна биомаса от земеделието
- Битови отпадъци
- Промислен отпадък

2. Технологии за оползотворяване на биомаса.

2.1. Пряко изгаряне

Това е най-простият метод, чрез който може да се оползотворява биомаса за производство на енергия. Този вид преобразуваме се използва от хилядолетия за

получаване на топлина. В съвременното топлината може да се използва по няколко начина:

- Отопление на помещения;
- Затопляне на флуид (най-често вода) и посредством него оползотворяване на топлината;
- Производство на пара с цел генериране на електричество или директно използване на парата за индустриални цели. (2)

2.2. Анаеробно асимилиране

Анаеробното асимилиране е процес при който бактерия разлага органичен материал при отсъствие на кислород, отделяйки биогаз съдържащ предимно метан.

Продуктите на процеса са:

- Биогаз (съдържа метан и въглероден диоксид);
- Твърда фаза – сходна с компоста, но не еднаква;
- Течна фаза, която може да се използва като тор.

Продуктите се използват както следва: метана или се изгаря за производство на топлина и/или електроенергия или се пречиства и се подава към газопреносната мрежа. Твърдата фаза се използва за подобряване на почви, а течната пряко за наторяване. Принципно съществуват два типа анаеробна асимилация – мезофилна и термофилна. Мезофилната протича при температури от 20°C до 40°C и трае около месец-два. Термофилната протича в температурен диапазон 50°C до 65°C, по-бърза е, но бактериите са по-чувствителни. (2)

2.3. Пиролиза

Пиролизата е предшественик на газификацията и е част както от газификацията, така и от горенето. Състои се в термичното разлагане при отсъствие на кислород. Продукти на пиролизата са газ, течни и твърди частици, като пропорцията между тях зависи от параметрите при които протича процеса. Приложенията на пиролизата включват:

- Уплътняване на биомасата с цел транспортиране;
- Смесено изгаряне за получаване на топлина и/или електричество;
- Суровина за газификация. (2)

2.4. Газификация

Газификацията е процес на частично окисление при което източник на въглерод: въглища, природен газ или биомаса се разлага до въглероден оксид и водород плюс въглероден диоксид и възможните въглеводородни молекули като метан например. Тази смесица от газове е позната като „генериран газ” и нейните точни характеристики зависят от параметрите при които протича синтезът. Типични приложения на технологията са:

- Подгръване на вода в централни отоплителни системи, комунално-битово отопление или производство на промишлена топлина;
- Пара за производство на електроенергия или механична енергия;

- Като част от системи за производство на електроенергия или механична енергия;
- В специализирани двигатели с вътрешно горене.

Основно можем да разграничим два типа газ – получен при ниска температура и получен при висока температура. (2)

2.4.1. Нискотемпературна газификация

При положение, че газификацията протече при относително ниска температура, от порядъка на 700°C до 1000°C, произведения газ ще съдържа относително високи нива на въглеродороди в сравнение с този получен при висока температура. Като резултат, той може да бъде използван директно, да бъде изгорен с цел производство на електроенергия или отопление или, след пречистване да бъде оползотворен в двигател с вътрешно горене с цел производство на електричество. Камерата за изгаряне може да бъде непосредствено свързана с газгенератора или произведения газ може да бъде пречистен от въглеродороди с дълги вериги (катрани), транспортиран, складиран и изгорен на друго място. Система за газификация може да бъде интегрирана към газова турбина с комбиниран цикъл за производство на електроенергия. (2)

2.4.2. Високотемпературна газификация

Високотемпературната газификация (1200°C до 1600°C) води до малко въглеродороди в произведения газ и високо съотношение на CO и H₂. Този газ е познат под името „синтез газ“ и може да бъде използван за синтезирането на по-дълги вериги въглеродороди използвайки техники като синтеза Fischer-Tropsch (FT) синтез. Ако съотношението на H₂ към CO е точно 2:1 FT синтезът може да бъде използван за преобразуване на газа до висококачествено синтетично дизелово гориво, което е напълно съвместимо с конвенционалните дизелови двигатели. (2)

2.5. Ферментация

Ферментацията е процес на преобразуване на захарите до алкохол. Последващата дестилация води до получаване на чист етанол, който се използва като биогориво. Като основна суровина се използва захарна тръстика и захарно цвекло. Съществуват и методи за производство на биоетанол посредством ензимни реакции от целулоза. Биоетанолът може да се добавя към конвенционалния бензин, като допустимото количество, при което съвременните двигатели могат да работят без да дефектират е до 5%. (2)

3. Ефективен начин за оползотворяване на биомаса в регион Русе.

3.1. Статистически данни

Според данни от (3) на територията на област Русе: селскостопанският фонд възлиза на 1.749.350 дка, в т.ч. ниви – 1.612.825 дка. Главно участие в растениевъдството заема зърно производството – 1.200.000 дка, от зърнените култури най-много се отглеждат пшеница, ечемик и царевица, от маслодайните – слънчоглед. Овощарството е специализирано в отглеждането на праскови, кайсии и ябълки. Площите заети с

овощни насаждения са 19 500 дка. Площите с лозови насаждения са 21 500 дка, застъпени са сортовете мускат, мерло и ракацители. В област Русе добре развито е животновъдството със средногодишно поголовие - 12 000 бр. млечни крави, 50 000 бр. овце, 25 000 бр. кози, 100 000 бр. свине, 400 000 птици, 30 000 бр. пчелни семейства. Горският фонд е 408 804 дка, преобладаващи горски видове са дъб, габър, клен и липа.

В настоящото предложение за ефективно използване на биомаса, съобразено с особеностите на региона ще бъдат представени:

- технология за оползотворяване на слама;
- технология за изграждане на енергийни насаждения.

С оглед на статистическата информация е нужно допълнително задълбочаване на анализа и изграждане на цялостна стратегия за ефективно използване на отпадна биомаса на територията на област Русе. Сламата е само част от органичната маса, която се генерира всяка година от различните селскостопански дейности в областта. Можем да разграничим следните групи от суровини, на които да се опрем при иницирането на следващите анализи по темата и логически свързаните с тях пред проектни проучвания:

- Слама и отпадък от отглеждането на зърнени култури;
- Отпадна дървесина от овощарството;
- Лозови пръчки;
- Биомаса от животновъдство;
- Евентуално дървен материал от планомерна сеч, както и отпаден дървен материал от дейността на местни фирми;
- Изграждане на енергийни насаждения.

3.2. Описание на технологията за оползотворяване на слама

Ще разгледаме примерна технологична методика за добив на електрическа и топлинна енергия посредством "Со" - генераторна уредба, работеща с горивен въглеродороден газ, добит при преработката на слама вж. 2.4. Приемаме, че примерния обект има инфраструктура, която се нуждае от топлинната енергия – отопление на сгради, битово горещо водоснабдяване и др.. Електрическата енергия може да се използва за собствени нужди или да се подава свободно към националната електроразпределителна мрежа. От казаното до тук става ясно, че нашият примерен обект ще има нужда от топлинна и електрическа енергия, като предимство има топлинната енергия. Задаваме като изходни данни:

- Обща необходима максимална топлинна мощност от 4,5 MW;
- Произведена ел. енергия от комбинирания цикъл от 1,5 MW.

При процеса на генерация на газовия продукт сламата се подава в компактиран вид (брикети или пелети). Компактираната суровина би могла да се използва и в директни топлогенераторни уредби (отоплителни водогрейни котли). В разгледания пример системата е с разход на гориво 2000kg/h, осигуряващ следните енергийни мощности:

- Електрическа мощност: 1.5MW;

- Топлинна мощност, отделена при комбинирания цикъл на производство на електрическа и топлинна енергия: 2.7MW;
- Топлинна мощност, генерирана от директно изгаряне в отоплителен котел: 1.8MW;

При нужда, в пикови моменти, технологията допуска вариация (нарастване) на топлинната мощност на “Co” - генераторната уредба. Технологичната последователност на енергодобива се изпълнява в следната последователност:

- Транспорт и съхранение на суровината (сламата);
- Отваряне и подаване на сламените бали с производителност 2000kg/h;
- Раздробяване и изсушаване на сламата;
- Брикетирание (пелетизиране) на суровината;
- Сепариране (пресяване) на компактираната маса с връщане на фината горивна фракция за повторно брикетирание;
- Газгенерация, газоохлаждане, газопромивка и газоизсушаване;
- “Co” – генерация (комбиниран добив на електрическа и топлинна енергия) или директно изгаряне в топлогенераторни уредби - котли, калорифери, бойлери и др.

Предимства на технологията за генериране на горими газове от твърди горива:

- Газообразните горива се поддават на по-качествено регулиране в термичните и химичните процеси;
- При изгарянето си газообразните горива осигуряват по-високи енергийни плътности и температури, както и по-изгодни емисионни показатели;
- При преработката си в газ, високомолекулярните органични съставни части се разграждат на елементарни компоненти;
- Съдържащите се в горивния материал вредни вещества се освобождават и могат да се отстранят селективно;
- Удобен транспорт чрез тръбопроводна мрежа и без материални загуби;
- Ефективна експлоатация при съвременни и ефективни системи за енергодобив, допускащи единствено газово конвертирани твърди горивни материали – двигатели с вътрешно горене / газов двигател, в частност – Щирлингов, газова турбина и горивни клетки.

В настоящия пример се предлага **Методът на “АНТ Pyrogas” за преработка на суровината в газ с двойна активна огнева зона (4)**. Какви предимства има този метод спрямо алтернативните технологии за добив на газ:

- Методът е базиран върху близо 100 годишния опит на производителя на автомобилни двигатели “Deutz”, специално за безкатранна експлоатация;
- Инсталациите и конструктивните елементи са изпробвани и с доказан експлоатационен срок на годност – от 30 до 40 години;
- Параметрите на технологичните процеси като скорост на изтичане, температурни нива, време на задържане и реакция са изпитани и гарантирани;

- Системата позволява както променлив, така и константен режим на работа;
- Разширена е областта на приложение на проблематичните материали, вложени в инсталацията (метод, патентован в САЩ и ЕС);
- Възможност за 100% изгаряне, следствие наличието на втора долна зона на газообразуване;
- Възможност за нагаждане за работа към различни горивни материали, благодарение на втората долна зона на газообразуване.

3.2.1. Топлинен баланс на обекта

Обща характеристика на генериращите мощности:

- Основни енергийни консуматори са топлинните, нуждаещи се от топлоносител гореща вода 90/70°C за отопление, вентилация и битово горещо водоснабдяване.
- Електрическата енергия, произведена съвместно с топлинната енергия ще задоволява частично собствените нужди на обекта, а излишъкът ще може да се отвежда в неограничено количество в националната електрическа мрежа (виж: Закон за енергетиката (5) – Глава XI “Насърчаване на производството на електрическа енергия от възобновяеми енергийни източници и по комбиниран начин”).
- Основният топлинен товар ще се покрива от комбинирания принцип на производство на топлинна и електрическа енергия, посредством 3бр. “СО” – генератора, съгласно приложената по-долу Таблица 1. Мощности.:
 - 3бр.х 900kW therm = 2.7MW therm;
 - 3бр.х 500kW elekt = 1.5MW elekt.
- Върховият топлинен товар от 1.8MW therm, а именно: 4.5MW-2.7MW=1.8MW therm ще се покрива от 2бр. класически топлогенератора - водогрейни котли 90/70°C на гориво газ, получен от газификацията на биосуровината – сламата.
- Съществува възможност за повишаване на генерираната топлинна мощност на “СО” – генераторите за сметка на електрическата им мощност при върхов режим на топлинна консумация.

Енергийна мощност	“СО” генераторна мощност	Водогрейни топлинни мощности	Сумарна енергийна мощност	Върхова енергийна мощност
-	MW	MW	MW	MW
Топлинна енергия	3x0,9=2.7	2x0.9=1.8	4.5	5.1
Електрическа енергия	3x0.5=1.5	-	1.5	1.0
Общо:	4.2	1.8	6.0	6.1

Таблица 1. Мощности.

3.2.2. Характеристика на суровата биомаса

- Химически състав:
 - C – 48.2%;
 - H₂ – 6.7%;
 - N₂ – 1.8%;
 - S – 0.3%;
 - O₂ – 42.8%;
 - Cl₂ – 0.2%.
- Компоненти на горивото:
 - Влагосъдържание: $W=7.7\div 23\%$;
 - Пепелно съдържание: $A=2\div 7\%$;
 - Летливи компоненти: $V=75\div 81\%$.
- Топлина на изгаряне /калоричност/ на горивото:
 - Средна, при влагосъдържание ($7.7\div 23\%$): $Q_{д}^P=17.4\div 13.5\text{MJ/kg}$;
 - При влагосъдържание 10%: $Q_{д}^P=14.65\text{MJ/kg}$;
 - При влагосъдържание 30%: $Q_{д}^P=11.72\text{MJ/kg}$.
- Плътност на горивото в доставено (балирано) състояние:
 - Малка бала:
 - Дължина, широчина, височина: $L/B/H=0.95/0.46/0.36\text{m}$;
 - Маса: $m=15\text{kg}$;
 - Плътност: $\rho=(100\div 130)\text{kg/m}^3$.
 - Голяма бала:
 - Дължина, широчина, височина: $L/B/H=2.50/1.27/1.20\text{m}$;
 - Маса: $m=500\text{kg}$;
 - Плътност: $\rho=142\text{kg/m}^3$.
- Топилни характеристики:
 - Температура на спичане: $t_s = 850^\circ\text{C}$;
 - Температура на начална деформация: $t_A = 900^\circ\text{C}$;
 - Температура на топене (полусфера): $t_B = 970^\circ\text{C}$;
 - Температура на течно стопено състояние: $t_C = 995^\circ\text{C}$.

3.2.3. Оборудване и финансов анализ на примерната постановка

В най-груб вид нужното оборудване може да се обособи в следните групи:

- Съоръжения за брикетирание на сламата;

- Брикетна логистика;
- Четири реактора за преработка на газ;
- Три инсталации за подготовка на газ;
- Три “Со”- генератора ВНКВ;
- Електрическа комутационна инсталация;
- Един водогреен котел 1,8 Мвт.

За да направим съпоставка приемаме, че преди да започне да използва биомаса, нашия обект е консумирал течено гориво.

Необходима годишна консумация на топлинна енергия:

$Q_{\text{год}} = Q_{\text{изч}} * D * \tau / t_{\text{втр}} - t_{\text{вн}}$, където:

- $Q_{\text{год}}$ – годишна консумация на топлинна енергия [MWh];
- $Q_{\text{изч}}$ – изчислителна мощност на топлинната инсталация - [MW];
- D – денградуси – за гр. Русе 2600 (6);
- τ – работни часове в денонощието на отоплителната инсталация;
- $t_{\text{втр}} - t_{\text{вн}}$ – температурна разлика между температурата поддържана в помещенията и изчислителната външна температура.

$Q_{\text{год}} = 4,5 * 2600 * 12 / 20 - (- 17) = 3795 \text{ MWh}$.

Годишен разход на течено гориво (нафта):

- $V_{\text{нафта}} = Q_{\text{год}} / Q_{\text{д}}^p * \eta * 1,163$;
- $V_{\text{нафта}} = 3795000 / 9600 * 0,82 * 1,163 = 414 \text{ тона}$.

Годишна консумация на слама:

$V_{\text{слама}} = 3795000 / 3300 * 0,82 * 1,163 = 1205 \text{ тона}$.

При цена на едро на течното гориво 1342 лв/тон (7), то годишно ще се изразходват $414 * 1342,80 = 555588 \text{ лв.}$, а при използване на слама - при средна цена 21 лв./тон, необходимите средства ще бъдат $1205 * 21 = 25290 \text{ лв.}$, следователно, годишната икономия само от промяна на горивната компонента ще бъде:

$I_{\text{год}} = C_{\text{нафта}} - C_{\text{слама}} = 555588 - 25290 = 530298 \text{ лв.}$

Средногодишно производство на ел. енергия:

Да приемем, че “Со” – генераторите ще работят напълно натоварени през целия отоплителен сезон, който за гр. Русе е със средна продължителност 175 дни, то произведената от тях ел. енергия ще бъде:

$175 \text{ дни} * 24 \text{ часа} = 4200 \text{ часа} * 1500 \text{ Квт} = 6300000 \text{ Квтч}$.

Ако приемем, че средночасовият разход на ел. енергия в обекта е 150 Квтч, следователно ако се закупуваше тази енергия от електроразпределителната мрежа, щяха да се изразходват:

$4200 \text{ часа} * 150 \text{ Квтч} = 630000 \text{ Квтч} * 0,12 \text{ лв/Квтч} = 75600 \text{ лв}$.

0,12 лв/Квтч е средна цена на продаваната в момента ел.енергия от “Електроразпределение” – Русе.

Продадената ел. енергия на разпределителното предприятие ще бъде:

$6300000 \text{ Квтч} - 630000 \text{ Квтч} = 5670000 \text{ Квтч} * 0,16874 \text{ лв/Квтч} = 956755 \text{ лв/год.}$

0,16874 лв/Квтч е определената от ДКЕР цена в момента за производство на ел.енергия от отпадъци от земеделски култури, каквато е сламата (8).

Следователно, общият годишен икономически ефект от въвеждането на тази система ще бъде:

$I_{\text{об}} = I_{\text{гориво}} + I_{\text{ел.ен с.н}} + I_{\text{прод.ел.ен.}} = 530298 + 75600 + 956755 = \mathbf{1562653 \text{ лв/год.}}$

От направените примерни изчисления е налице сериозен икономически ефект от реализацията на подобна инсталация. Известно е, че една инвестиция е рентабилна ако се изплаща напълно в рамките на 6-7 години. От това следва, че в този примерен случай инвестицията не бива да надвишава **10938571 лв.**

4. Заключение.

Показаната примерна постановка има за цел да покаже ориентировъчно какви ползи могат да се получат от използването на биомаса. Както всяка друга технология и тази си има своите предимства и недостатъци, като тук най-сериозният проблем е осигуряването на суровина на приемлива цена. За да се гарантират количествата слама за инсталацията е нужно всичко да бъде обвързано с предварителни договори с потенциалните земеделски производители-доставчици. Този документ в никакъв случай не изчерпва темата, напротив имаме за цел да събудим интереса на обществеността по въпроса за използване на биомаса. Правилно би било като продължение на статията да се направи разширение в следните направления, които биха могли да се окажат актуални за нашия регион:

- Производство на биогаз от животински отпадъци;
- Развитие на отглеждането на енергийни култури и тяхното оползотворяване.

Биомасата притежава огромен потенциал и може да покрие сериозна част от енергопотреблението на област Русе. За целта нужно да се води целенасочена политика за изграждане на нужния капацитет и организация – задължителни условия за ефективно оползотворяване на биомасата в региона.

5. Библиография.

1. http://www.biomasa.com/sto_e_biomasa.php.
2. http://www.biomasenergycentre.org.uk/portal/page?_pageid=76,15068&_dad=portal&_schema=PORTAL.
3. <http://odzg-ruse.org/>.
4. http://www.pyrogas.de/index.php?option=com_content&view=article&id=1&lang=de.
5. <http://www.dker.bg/laws/ze.pdf>.
6. <http://www.stroitelstvo.bg/data/2008/04/naredba1RD601042008zaenergiinitecharakteristikinaobektite.doc>.

7. <http://www.lukoil.bg/>.

8. http://www.dker.bg/resolutions/res_c018_10.pdf.

6. Контакти.

инж. Никола Кибритев

Сдружение „Регионална енергийна агенция - Русе“

7000 Русе, ул. „Петър Берон“ 1, офис № 6,

e-mail: rea_ruse@abv.bg

web: www.rea-ruse.com