

**Инструкции
за определяне на национални
технически изисквания към
съоръженията за третиране
на биоотпадъците
(анаеробно разграждане)**

СЪДЪРЖАНИЕ

0	Основи на процеса анаеробно разграждане	6
1	Анаеробно разграждане на биоотпадъци: основни технологии.....	8
1.1	ВИДОВЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЦЕСИ	8
1.1.1	Съдържание на сухо вещество.....	8
1.1.2	Температурен профил	9
1.1.3	Система на зареждане на входящите материали (биоотпадъци).....	10
1.1.4	Едноетапни и многоетапни технологии	10
1.1.5	Тип на реакторите.....	11
1.1.6	Технология на смесване на входящите материали (биоотпадъци).....	11
1.1.7	Блок-схема на процеса	11
2	Входящи материали (биоотпадъци) и добавки	13
2.1	ОСНОВНИ ВХОДЯЩИ МАТЕРИАЛИ (БИООТПАДЪЦИ)	13
2.2	ДОБАВКИ.....	14
2.3	ЕТАПИ НА ПРОЦЕСА.....	14
2.3.1	Приемане и предварително третиране на отпадъците	14
2.3.2	Основни изисквания за обеззаразяване/пастьоризиране	16
2.4	ПРОЦЕС НА ФЕРМЕНТАЦИЯ.....	17
2.4.1	Зареждане на биореактора (ферментатора)	18
2.4.2	Ферментатори (биореактори) и съпътстващо оборудване	18
2.4.3	Управление и контрол на процеса.....	23
3	Материален баланс	27
4	Биогаз - качество и употреба	30
4.1	ИЗПОЛЗВАНЕ НА БИОГАЗ В КОМБИНИРАНО ПРОИЗВОДСТВО НА ТОПЛИННА И ЕЛЕКТРИЧЕСКА ЕНЕРГИЯ	31
4.2	ПОДОБРЯВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО НА БИОГАЗА.....	31
5	Съхранение и третиране на ферментационния продукт (остатъчна органична фракция от процеса на анаеробно разграждане).....	32
5.1	ПРОИЗВОДСТВО НА КОМПОСТ ОТ ТЕЧНА ИЛИ ТВЪРДА ОСТАТЪЧНА ОРГАНИЧНА ФРАКЦИЯ	33
5.2	ИНФОРМАЦИЯ ЗА КРАЙНАТА УПОТРЕБА НА ФЕРМЕНТАЦИОННИЯ ПРОДУКТ (ОСТАТЪЧНА ОРГАНИЧНА ФРАКЦИЯ ОТ ПРОЦЕСА АНАЕРОБНО РАЗГРАЖДАНЕ)	34

6	Общи изисквания за/към оборудването и съоръженията за анаеробно разграждане	36
6.1	СГРАДИ	36
6.2	УПРАВЛЕНИЕ НА ВЪЗДЕЙСТВИЯТА ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА И ЗДРАВЕТО НА ХОРАТА	36
6.2.1	<i>Емисии на миризми</i>	<i>36</i>
6.2.2	<i>Други газови емисии</i>	<i>37</i>
6.2.3	<i>Отпадъчни води</i>	<i>37</i>
6.2.4	<i>Третиране на отпадъчните води (инфилтратата)</i>	<i>37</i>
6.2.5	<i>Течна фракция от процеса след частично обезводняване на течната органична фракция</i>	<i>37</i>
6.2.6	<i>Дъждовни води</i>	<i>37</i>
6.2.7	<i>Изисквания за опазване на здравето и защита на работниците</i>	<i>38</i>
7	Речник – основни определения	39
8	Съкращения	42

СПИСЪК НА ФИГУРИТЕ

Фигура 1: Разграждане на органичните вещества при анаеробни условия, (източник: Университет за наука и технологии, (източник: „Phoang“, http://home.postech.ac.kr/).....	6
Фигура 2: Система за мокра ферментация във вертикални реактори.....	9
Фигура 3: Хоризонтална система за суха ферментация, (източник: „Kompogas“).....	9
Фигура 4: Система за анаеробно разграждане на партиди, (източник: „Bekon“).....	10
Фигура 5: Блок-схема на процеса на анаеробно разграждане.....	12
Фигура 6: Основни групи материали (биоотпадъци), подходящи за компостиране или анаеробно разграждане.....	13
Фигура 7: Сравнителна схема на различните видове предварително третиране.....	16
Фигура 8: Примерно оборудване за пастъоризиране, (източник: „Bios1 GmbH“).....	17
Фигура 9: Система за зареждане на входящите материали: чрез тръбопровод (източник: „Veltrass“) и чрез челен товарач.....	18
Фигура 10: Пример за биогаз, образуван на дъното на ферментатора (източник „Valorga“) и механичен смесител.....	22
Фигура 11: Пример за топлообменник за предварително нагряване на входящите материали (биоотпадъци).....	22
Фигура 12: Възможен материален баланс на технологията за мокра ферментация на биоотпадъците.....	27
Фигура 13: Възможен материален баланс на технологията за суха непрекъсната ферментация на биоотпадъците.....	28
Фигура 14: Възможен материален баланс на технологията за суха прекъсната ферментация на биоотпадъците на партиди.....	29
Фигура 15: Пример за съоръжение с твърда и гъвкава структура за съхранение на биогаз.....	30
Фигура 16: Пример за непокрити и покрити съоръжения за съхранение на ферментационния продукт (остатъчна органична фракция от процеса на анаеробно разграждане).....	32

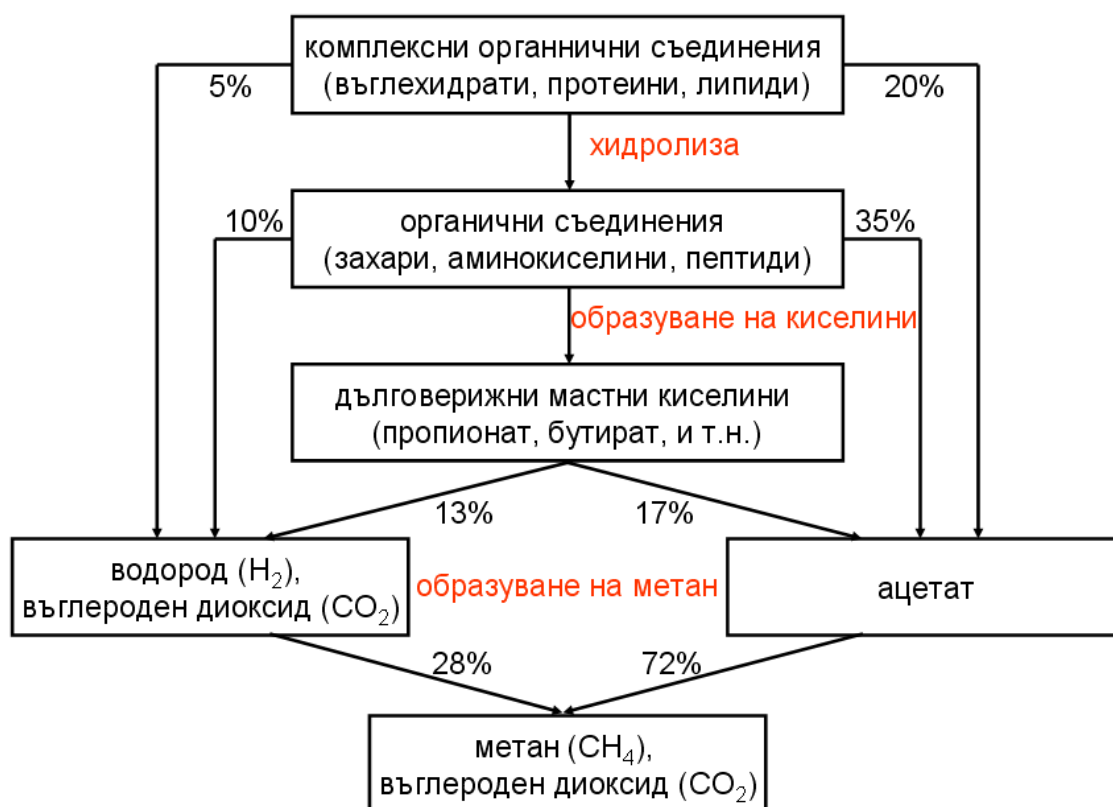
СПИСЪК НА ТАБЛИЦИТЕ

Таблица 1: Принципен химически процес на аеробен и анаеробен метаболизъм.....	6
Таблица 2: Потенциал на основните входящи материали (биоотпадъци) за производство на биогаз	14
Таблица 3: Предимства и недостатъци на различните видове смесителни устройства (източник: „СИТЕС“, 2004 г.).....	20
Таблица 4: Степен на зареждане с органични вещества, в зависимост от технологията на ферментиране	24
Таблица 5: Основни параметри, които се наблюдават по отношение на входящите материали и органичната фракция по време на процеса.....	24
Таблица 6: Време на хидравлично задържане на материала в реактора, в зависимост от вида на реактора	26
Таблица 7: Очаквано съдържание на метан, в зависимост от основната технология на подобряване качеството на метана.....	31
Таблица 8: Очаквана ефективност на сепариране на остатъчната органична фракция на твърда и течна фаза, в зависимост от избраната технология	33
Таблица 9: Нива на органичен и неорганичен азот (N) в остатъчната течна/твърда органична фракция.....	33
Таблица 10: Задължителни параметри за компоста/ферментационния продукт, които трябва да бъдат етикетирани, в съответствие с Наредбата за третиране на биоотпадъците.....	34

0 Основи на процеса анаеробно разграждане

Анаеробно разграждане, е процес на контролирано разграждане на биоразградими материали (биоотпадъци), при контролирани анаеробни условия в отсъствието на кислород. По принцип, процесът изисква задължително предварително подгряване на материалите (биоотпадъците) за поддържане на факултативни анаеробни бактерии, които превръщат (лесно) биоразградимите органични вещества в биогаз и ферментационен продукт (остатъчна органична фракция).

Основните биологични етапи, свързани с разграждането на органичните вещества, са обобщени в следната блок-схема:



Фигура 1: Разграждане на органичните вещества при анаеробни условия (източник: Университет за наука и технологии, (източник: „Phoang“, <http://home.postech.ac.kr/>)).

Таблица 1: Принципен химически процес на аеробен и анаеробен метаболизъм

АЕРОБНО КОМПСТИРАНЕ	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ освободена енергия = - 2875 kJ/Mol
АНАЕРОБНА ФЕРМЕНТАЦИЯ	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 3 \text{CH}_4$ освободена енергия = - 132 kJ/Mol
+ ИЗГАРЯНЕ	$3 \text{CH}_4 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ освободена енергия = - 2671 kJ/Mol

Като цяло по време на целия процес на анаеробно разграждане до получаването на метан протичат три основни реакции/фази:

- хидролиза;
- образуване на киселини (acidogenesis/ацидогенеза); и
- образуване на метан (methanogenesis/метаногенеза).

Въпреки, че процесът на анаеробно разграждане включва три отделни фази, всички биохимични реакции възникват едновременно и са взаимозависими.

Хидролизата е биохимична реакция, при която сложните органични молекули се разграждат до разтворими мономери. Тази реакция се катализира от ензим, който се отделя от хидролитични и ферментационни бактерии (целулаза, протеаза и липаза). Крайните продукти от тази реакция са разтворими захари, аминокиселини, глицерол и дълго верижни карбонови киселини.

Процесът на образуване на киселини (ацидогенеза) се улеснява от микроорганизми, известни като формиращи киселини, които трансформират продуктите от хидролизата в прости органични киселини като оцетна, пропионова и маслена киселина, както и етанол, въглероден диоксид и водород.

По време на фазата на образуване на киселини протичат две химични реакции: ферментация и реакция на образуване на киселини. При ферментацията, разтворимите органични продукти от процеса на хидролиза са трансформират в прости органични съединения, предимно летливи (късоверижни) мастни киселини като пропионова, мравчена, маслена, валерианова киселини и т.н., кетони и алкохоли.

Процесът на образуване на киселини завършва с ферментация на въглехидратите, като в резултат се получават ацетатни съединения, въглероден диоксид (CO_2) и водород (H_2), които могат да бъдат използвани от бактериите, образуващи метан. Присъствието на водород е от критично значение при образуването на съединения като пропионова и маслена киселина. Тези реакции могат да се осъществят само ако концентрацията на H_2 е много ниска.

Важни реакции по време на етапа на образуване на киселини са превръщането на глюкозата до ацетат, както и превръщането на етанол и бикарбонат до ацетат.

Процесът на образуване на метан (метаногенеза) е реакция при която разтворимите вещества се превръщат в метан с помощта на микроорганизми. Две трети от общото количество метан се получава чрез трансформиране на оцетна киселина или чрез ферментация на алкохоли (например метанол), получен във втората фаза на процеса. Другата една трета от произведеният метан се получава в резултат от намаляването на въглеродния диоксид в сместа посредством водород.

1 Анаеробно разграждане на биоотпадъци: основни технологии.

С течение на годините, проучванията и практическия опит, свързан с третирането на широка гама от органични материали (биоотпадъци) в съоръженията за производство на биогаз са довели до обособяване на няколко различни технологии за производство на биогаз.

1.1 Видове технологии и процеси

Основните критерии за входящите материали и видовете технологии и процеси са:

- съдържание на сухо вещество в субстрата;
- температурен профил на процеса на ферментация;
- система на зареждане на субстрата (непрекъсната – прекъсната система на партии);
- брой реактори в серия;
- тип на реакторите (вертикални - хоризонтални, в зависимост от начина на смесване на материалите).

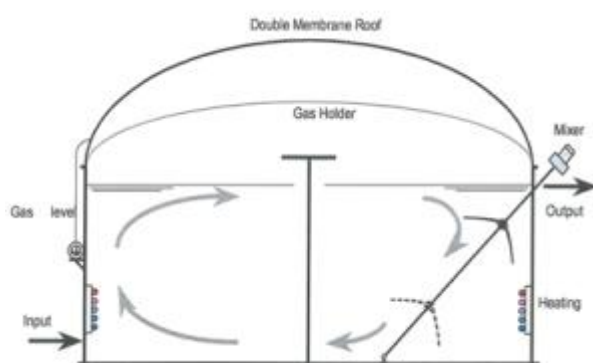
1.1.1 Съдържание на сухо вещество

Основните разлики в процесите на анаеробно разграждане се дължат на съдържанието на сухо вещество в сместа, която се подава в биореактора (ферментатора). Технологиите за анаеробно разграждане могат да бъдат разделени в следните групи:

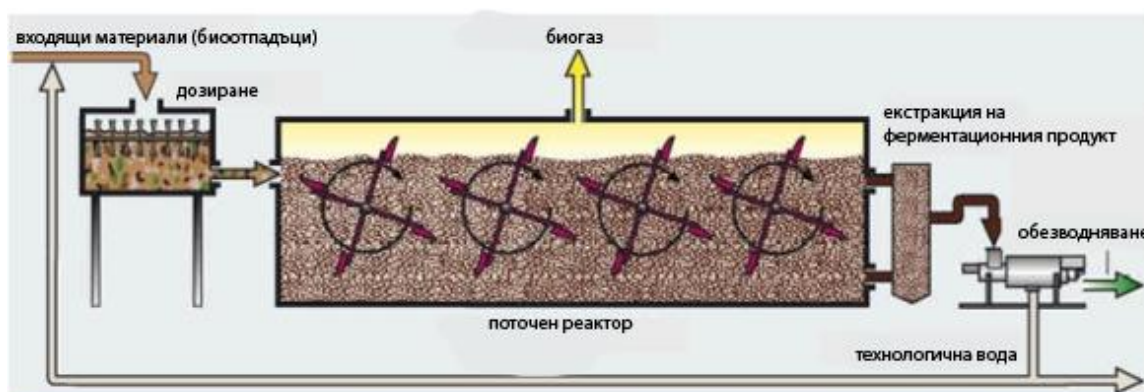
- мокра ферментация (анаеробно разграждане), където субстрата трябва да съдържа сухо вещество по-малко от 10%;
- суха ферментация (анаеробно разграждане), където субстрата трябва да съдържа сухо вещество повече от 20%;
- полусуха анаеробно разграждане при което процесите се провеждат при средно съдържание на сухо вещество (между 10 и 20%) и са по-рядко срещани.

Мократа ферментация води началото си от първите приложения на процеса анаеробно разграждане на утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води. Течните отпадъци и биоотпадъците се характеризират с високо съдържание на влага и сравнително ниско замърсяване на основните субстрати.

Сухата ферментация е технология, специално разработена за третиране на смесени битови отпадъци или органични отпадъци, богати на сухи или почти водонеразтворими фракции от дърво, пластмаса и т.н., за да се избегне предварителното третиране, поддръжка и последващи разходи.



Фигура 2: Система за мокра ферментация във вертикални реактори



Фигура 3: Горизонтална система за суха ферментация, (източник: „Komprogas“)

1.1.2 Температурен профил

Втората класификация се основава на температурата, при която се извършва процеса на анаеробно разграждане. По отношение на температурата се идентифицират следните видове процеси:

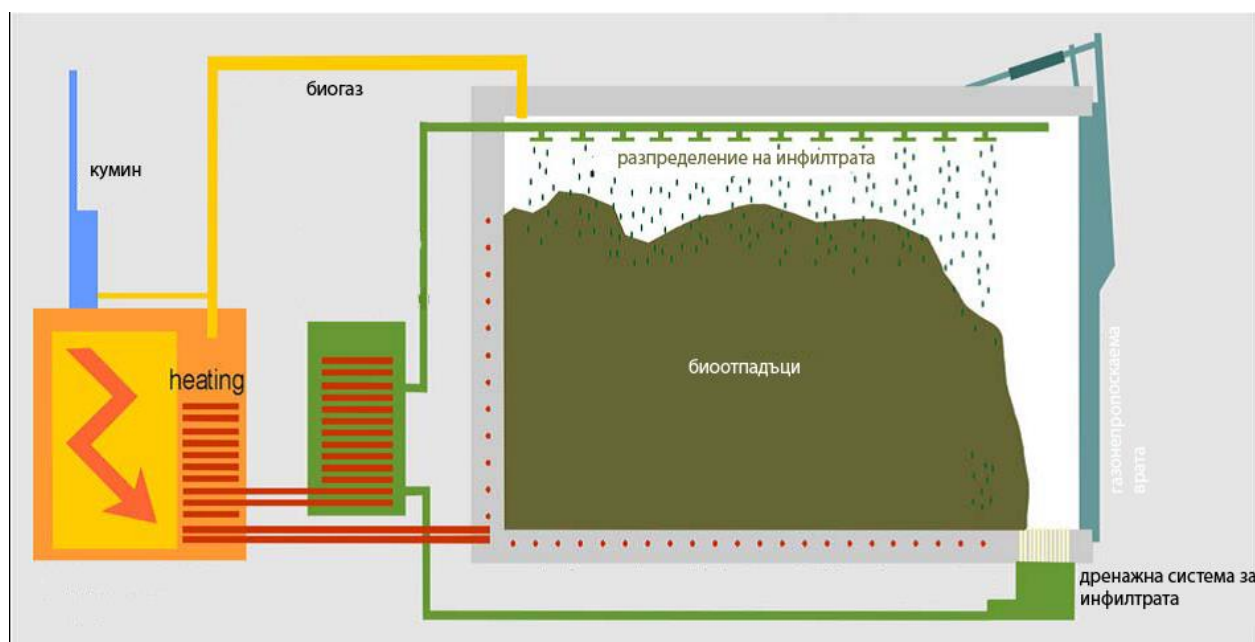
- психрофилни процеси (средна температура 20°C);
- мезофилни процеси (средна температура 38°C);

- термофилни процеси (средна температура 55°C).

Мезофилните и термофилните процеси са най-разпространените в индустриален мащаб. Психрофилните процеси, обикновено се характеризират с ниски капиталови разходи и разходи за управление, както и със "стабилни" биологични реакции. Термофилните реактори, от друга страна, могат да постигнат по-високи специфични производства на биогаз, въпреки че поддържането на подходящ баланс на процеса може да бъде по-трудно и по-скъпо.

1.1.3 Система на зареждане на входящите материали (биоотпадъци)

Системите за зареждане на реактора определят дали процеса е непрекъснат или прекъснат, като в последния случай, биореактори се зареждат периодично (всеки ден или през няколко часа) с определено количество биоотпадъци (партиди), като се произвежда еквивалентно количество ферментационен продукт (остатъчна органична фракция). Технологиите за зареждане на партидите се считат за по-лесни за управление, докато непрекъснатите процеси предоставят възможност за по-високо специфично производството на биогаз, където микробната кинетика постоянно се поддържа в най-добра форма.



Фигура 4: Система за анаеробно разграждане на партиди (източник: „Bekon“)

1.1.4 Едноетапни и многоетапни технологии

Последното технологично нововъведение при процеса на анаеробно разграждане е свързано с използването на серия от биореактори. В действителност, в резултат на верижната реакция, която води до производството на метан от комплексни органични вещества се получават междинни метаболити, които могат да имат отрицателно влияние върху другите етапи на процеса. По-специално, в първите етапи на хидролиза се образуват големи количества летливи мастни киселини, които забавят образуването на метан от бактериите. В тази връзка, физическото сепариране на входящите материали (биоотпадъците) на различни етапи от процеса може да подобри общото

функциониране/протичане на процеса. Този процес се извършва чрез многоетапни технологии с две или повече серии биореактори, по концептуално различен начин от едноетапните технологии, където целият процес се осъществява в един единствен биореактор (или няколко такива, включени паралелно). При многоетапните технологии може да бъде постигнато 10-20% увеличение на производството на биогаз в сравнение с едноетапните, заедно с осъществяване на по-лесен контрол на биологичния процес. Освен това, в случай на поява на грешки в един от реакторите, е възможно временно да се пропусне изпълнението на един от етапите на процеса, без да се прави компромис с цялото производство. От друга страна, предимствата на едноетапните технологии са в това, че са по-евтини и изискват по-малко пространство от многоетапните.

1.1.5 Тип на реакторите

В зависимост от формата на биореакторите могат да бъдат разграничени следните различни технологии:

- **непрекъснати системи**, които могат да бъдат:
 - вертикални системи с пълно смесване на материала (обикновено съвпадат със системите за мокра ферментация, виж Фигура 2);
 - изправени вертикални системи (суха ферментация);
 - хоризонтални поточния реактори (суха ферментация, виж Фигура 3);
- **прекъснати системи** на партии.

Обикновено ферментационните реактори са проектирани като серия от определен брой реактори, като „батерия“ от няколко броя контейнери (биоклетки), за да се достигне непрекъснат процес, с почти последователно производство на биогаз (виж Фигура 4).

1.1.6 Технология на смесване на входящите материали (биоотпадъци)

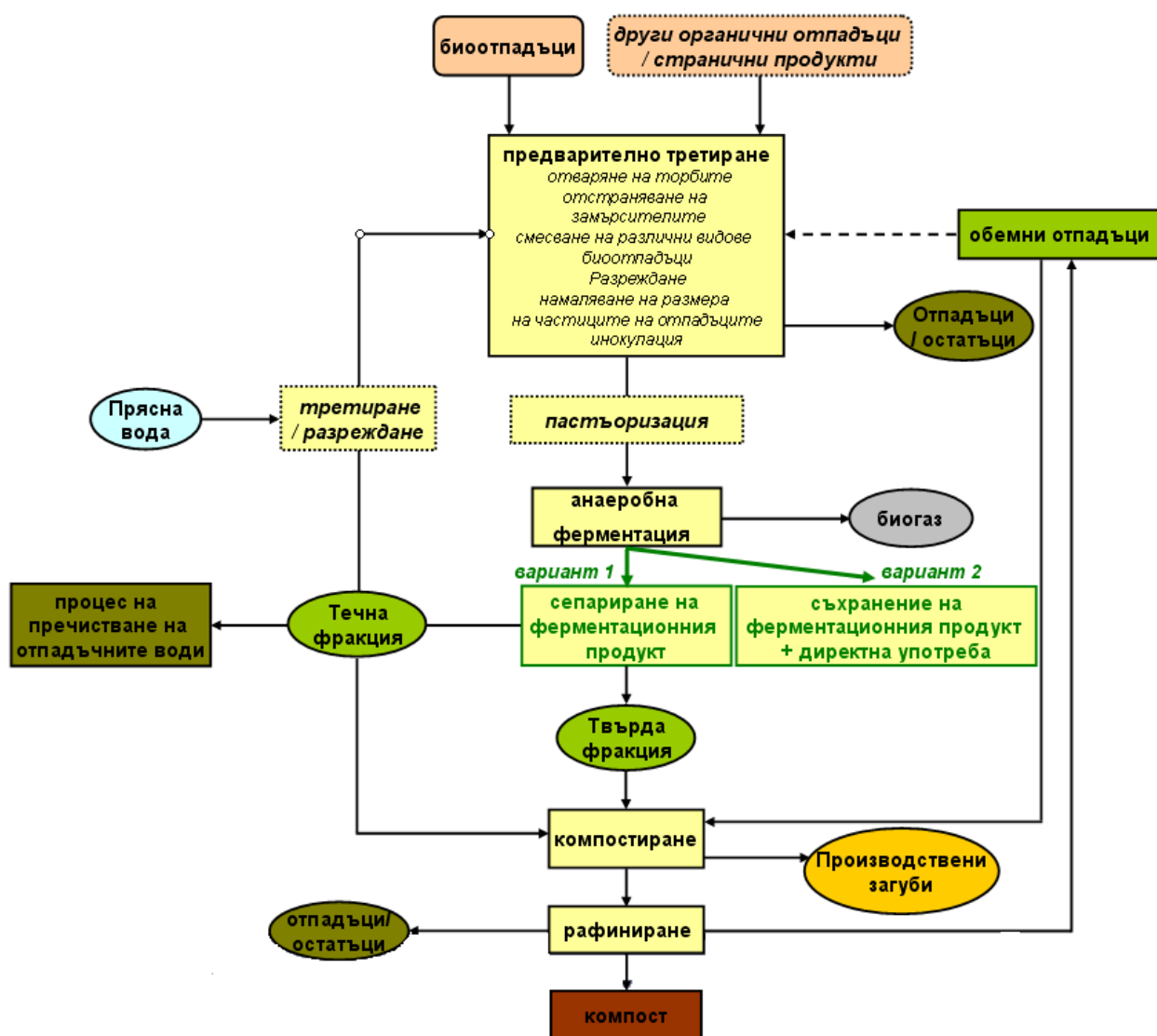
Вертикалните реактори с пълно смесване на материала се считат за "класическа мокра ферментация" и все още са най-разпространените (вж. Фигура 2). Обикновено смесването се извършва чрез механични бъркалки или хидравлично. За да се смеси щателно материала, сместа трябва да бъде достатъчно влажна.

В непрекъснатите системи за сухо анаеробно разграждане, материалът се движи през реактора, без до голяма степен да се смесва със свежи или стари материали.

В системите за суха прекъсната ферментация на партии, материалът трябва да бъде достатъчно стабилизирен, за да може да се натоварва с челен товарач (Фигура 4). За разлика от непрекъснатите системи за суха ферментация, прекъснатите системи за суха ферментация на партии не са снабдени със смесителни устройства.

1.1.7 Блок-схема на процеса

В зависимост от технологията, процесът на анаеробно разграждане на биоотпадъци протича на няколко етапа, които могат да се обобщят със следната обща диаграма.



Забележка: пунктираните стрелки означават допълнителни приложения, а пунктираните правоъгълници допълнителни процеси. Трябва да се обърне особено внимание на органичната фракция, получена след процеса на анаеробна ферментация, която може да се съхранява и употребява директно в почвата или по-вероятно да бъде допълнително третирана чрез компостиране.

Фигура 5: Блок-схема на процеса на анаеробно разграждане

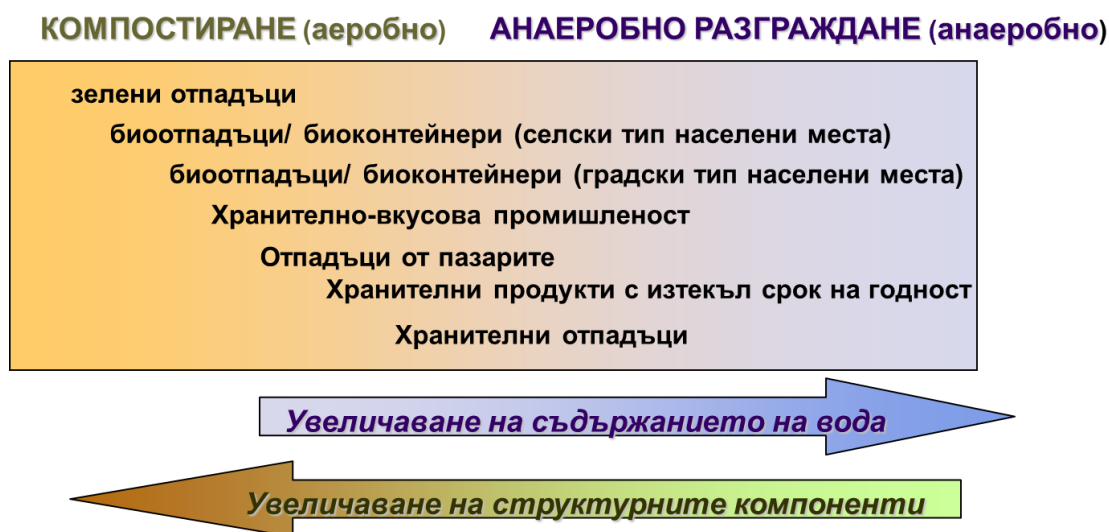
2 Входящи материали (биоотпадъци) и добавки

2.1 Основни входящи материали (биоотпадъци)

Както е обобщено във Фигура 6, съществуват основни разлики между отделните входящи материали (суровини) по отношение на пригодността им за анаеробно разграждане, при избора на най-подходящата технология.

Като цяло, благодарение на биохимичните особености, лигнинът е трудно разградим материал, когато не е инхибитор за анаеробните микроорганизми. Материалите, богати на лигнин (зелени отпадъци или биоотпадъци (смес от хранителни и зелени отпадъци)) са най-малко подходящите материали за анаеробни процеси. От друга страна, много органични материали съдържат голямо количество енергия, която може да се преобразува в биогаз. Такъв е случаят например с хранителни отпадъци и органичните продукти от хранително-вкусовата промишленост.

Анаеробните процеси са тясно свързани с течната среда. По този начин богатите на вода материали (течни органични отпадъци преди всичко) могат самостоятелно да бъдат оползотворени, чрез анаеробно разграждане, докато технологиите за компостиране изискват тези отпадъци да се смесват с обемисти структурни материали (т.е. зелени отпадъци), за да се намали съдържанието на влага и да се увеличи пропускателната способност на кислород.



Фигура 6: Основни групи материали (биоотпадъци), подходящи за компостиране или анаеробно разграждане

В зависимост от химичния състав, входящите материали за производство на биогаз имат различен потенциал и състав (вж. Таблица 2), който действително зависи от технологията, параметрите на процеса и избраните условия.

Таблица 2: Потенциал на основните входящи материали (биоотпадъци) за производство на биогаз

Биоотпадъци	Nm ³ /t летливи твърди частици	% CH ₄
органична фракция от битови отпадъци	650-750	52
отпадъци от пазари	450-550	54
плодове и зеленчуци	450-550	56
мазнини	950-1.100	56
сено	400-550	57
отпадъци от кланици	700-900	53
утайки от ПСОВ	200-300	70
свинска оборска тор	350-450	59
говежда оборска тор	400-500	55

** разделно събрани от зелените/градинските отпадъците*

Списъкът с входящите материали подходящите за анаеробно разграждане е описан в Приложение 1

2.2 Добавки

При извършване на процеса ферментация могат да се използват някои добавки, за стабилизиране и оптимизиране на процеса. Максималното количество добавки трябва да бъдат до 2% (на база свеж материал) от количеството на входящия материал. Трябва да се използват само добавки с деклариран и доказан ефект за подобряване на производството на биогаз. Могат да бъдат използвани следните ефективни групи вещества:

- флокулационни агенти;
- микроелементи;
- утайтели;
- ензими;
- свободна и имобилизирана прокариотна и еукариотна биомаса;
- емулгатори (например тензиди);
- антипенещи агенти;
- комплексни агенти;
- антискаланти;
- макромолекули (натрий (Na), магнезий (Mg), калций (Ca), карбонат и фосфат).

2.3 Етапи на процеса

2.3.1 Приемане и предварително третиране на отпадъците

Биоотпадъците с произход от домакинствата са хетерогенни материали, както по отношение на органичния състав, така и по отношение на физическото им състояние и съдържат потенциални замърсители. В тази връзка, целта на предварителното им третиране се състои в следното:

- отваряне на чувалите и разопаковане на храната с изтекъл срок на годност;
- отстраняване на примесите, които биха могли да повлияят отрицателно на допълнителните механични и биологични етапи на процеса (пластмаси, пясък и инертни материали, метали);
- смесване с различен вид органични материали, в случай на съвместна ферментация;
- разреждане или концентриране на отпадъците, с цел да се постигне правилното съдържание на сухо вещество, съгласно избраната биологична технология. Най-честите решения са използване на вода, органична фракция или смес от биоотпадъци с различно съдържание на влага;
- намаляване на размера на частиците на материала (обикновено до диаметър около 50 mm или до 12 mm в случай на използване на странични животински продукти от категория 3, съгласно *Регламент (ЕО) № 1069/2009 на Европейския парламент и на Съвета от 21 октомври 2009 година за установяване на здравни правила относно странични животински продукти и производни продукти, предназначени за консумация от човека и за отмяна на Регламент (ЕО) № 1774/2002* (Регламент (ЕО) № 1069/2009 за СЖП), за да се увеличи работната повърхност на микробите;
- въвеждане на свежи входящи материали с предварително адаптирана анаеробна флора от микроорганизми. Това обикновено се осъществява чрез добавяне на определено количество органична фракция към първоначалната смес от входящи материали (биоотпадъци).

Процесът на предварително третиране може да бъде планиран чрез комбиниране на следните етапи:

А. отваряне на торбите, (възможно) пресяване, центрофугиране, отстраняване на пясъка (инертни материали с ниска плътност);

Б. отваряне на торбите, пресяване, премахване на черни и цветни метали, сепариране, (възможно) разреждане;

В. отваряне на торбите, смесване с остатъчна органична фракция (10 до 50% от теглото) и евентуално смесване с обемисти отпадъци (структурни материали).

Първият вариант се отнася главно за процесите на мокро анаеробно разграждане, третият е свързан с процесите на суха ферментация на партиди (под формата на серия от реактори), а вторият е подходящ най-вече за процеси на сухо или полусухо анаеробно разграждане.



Фигура 7: Сравнителна схема на различните видове предварително третиране

2.3.2 Основни изисквания за обеззаразяване / пастьоризиране

Предварителното пастьоризиране на биоотпадъците трябва да се извършва в съответствие с изискванията на *Наредбата по чл. 43, ал. 5 от ЗУО относно третирането на биоотпадъците* и на *Регламент (ЕО) № 1069/2009 за страничните животински продукти*, който изисква материалът да се подложи на термично третиране при необходимата температура за минимален период от време, за да се гарантира широкообхватно ликвидиране на патогените.

В съответствие с Регламент (ЕО) № 1069/2009 за страничните животински продукти, оборудването за пастьоризиране на материалите от категория 3 трябва да гарантира термично третиране на материалите най-малко в продължение на 1 час при 70 °C и максимален размер на частите от 12 мм.

Въпреки това, *Наредбата за третиране на биоотпадъците* регламентира освобождаване на хранителните/кухненските отпадъци от тази разпоредба, на национално ниво, ако се третират заедно с:

- оборска тор;
- съдържание на храносмилателния тракт;
- мляко; млечни продукти; коластра; продукти от коластра;
- яйца; яйчни продукти;
- странични животински продукти, посочени в чл. 10 (е) от Регламент (ЕО) № 1069/2009 за СЖП, които са преминали процес на третиране, както е определено в чл. 2 (1) (м) от *Регламент (ЕО) № 852/2004 на Европейския парламент и на Съвета от 29 април 2004 година относно хигиената на храните*
- всички други странични животински продукти, които са били третирани в съответствие с Регламент (ЕО) № 1069/2009 за СЖП на друго място.

За третирането на тези материали не се изисква оборудване за пастьоризиране, ако се прилагат следните времеви температурни профили или системи на третиране:

- термофилно анаеробно разграждане при 55 °С, в продължение на най-малко 24 часа и хидравлично време на задържане на материала в реактора, най-малко 20 дни;
- термофилно анаеробно разграждане при 55 °С, последвано от пастьоризация (70 °С, 1 час);
- термофилно анаеробно разграждане при 55°С, последвано от компостиране в съответствие с правилата за обеззаразяване при процеса компостиране, съгласно [Наредба за третиране на биоотпадъците](#), приета с ПМС № 235 от 15.10.2013 г., обн., ДВ, бр. 92 от 22.10.2013 г.;
- мезофилно анаеробно разграждане при 37-40 °С, последвано от пастьоризация (70 °С, 1 час);
- мезофилно анаеробно разграждане при 37-40 °С, последвано от компостиране, в съответствие с *Наредбата за третиране на биоотпадъците*.



Фигура 8: Примерно оборудване за пастьоризиране (източник: „Bios1 GmbH“)

2.4 Процес на ферментация

Тази глава представя кратко описание на основните етапи на процеса анаеробно разграждане, подчертаващи основните разлики в най-разпространените технологии и процеси.

2.4.1 Зареждане на биореактора (ферментатора)

Предварително третираните биоотпадъци, се зареждат в биореактора (или в първичния биореактор, в случай на многостепени технологии).

Обикновено се използват следните системи за зареждане на биоотпадъците:

- система от тръбопроводи в комбинация с хидравлични помпи, прилагани при непрекъснати системи за анаеробно разграждане,
- челен товарач, в случай на сухо анаеробно разграждане на партиди.

Първата система обикновено се счита за по-чиста (тъй като входящите материали се подават чрез тръбопровод), докато втората - се счита за по-ефективна, тъй като е технологично по-малко сложна.



Фигура 9: Система за зареждане на входящите материали: чрез тръбопровод (източник: „Veltrass“) и чрез челен товарач

2.4.2 Ферментатори (биореактори) и съпътстващо оборудване

В зависимост от технологията на ферментация, ферментатора може да бъде оборудван с:

- оборудване за смесване на входящите материали (биоотпадъци);
- оборудване за поддържане на целевата температура на процеса;

- оборудване за събиране на тежки инертни материали в долната част на апарата (камъни, пясък);
- оборудване за събиране на леки инертни материали от повърхността (например пластмаси);
- оборудване за рециркулиране на органичната фракция.

Оборудване за смесване на материалите (биоотпадъците)

Оборудването за смесване на материалите (биоотпадъците) играе важна роля за увеличаване на скоростта на разграждане на ферментационните органични вещества, с преимуществено съкращаване на срока на процеса и/или увеличаване на специфичното производство на биогаз.

Общите видове смесителни устройства са обобщени в Таблица 3.

Таблица 3: Предимства и недостатъци на различните видове смесителни устройства, (източник: „СИТЕС“, 2004 г.)

Вид на оборудването за смесване на материалите	Предимства	Недостатъци
Монтирани дюзи с газово инжектиране.	По малка поддръжка и по-малко пречки за почистване на дифузори, монтирани на дъното. Ефективност срещу натрупване на отлагания.	Корозия на газовите тръбопроводи и оборудването. Високи разходи за поддръжка на компресора. Потенциален проблем с уплътнението на газовете. Проблеми с компресора, ако попадне пяна. Отлагане на твърди частици. Пропускане на газовите дюзи.
Монтирани дънни дифузори с газово инжектиране.	По-лесно премахване на дънните отлагания от монтираните дюзи	Корозия на газовите тръбопроводи и оборудването. Поддръжка на компресора. Потенциален проблем с уплътнението на газовете. Проблеми с пяната. Не напълно смесване на материалите в ферментатора. Образуване на отлагания на твърди частици. Пропускане на дифузори. Дънните отлагания могат да променят модела на смесване. Повреждане на монтираните на дъното газови тръби. Изисква изпразване на ферментатора при поддръжка.
Оборудване за издигане/отвеждане на газовете.	По-добро смесване и производство на биогаз и по-добро премахване на дънните отлагания. Минимални изисквания за мощност.	Корозия на газовите тръбопроводи и оборудването. Поддръжка на компресора. Потенциален проблем с уплътнение на газовете. Корозия на оборудването за издигане/отвеждане на

		газовете. Натрупване на отлагания. Не се осигурява добро смесване на повърхността. Променливи нива на изпомпване. Изисква изпразване на ферментатора при поддръжка. Изпускане на дюзите.
Ниско скоростни турбини за механично разбъркване.	Добра ефективност на смесване.	Износването на работните колела и валовете. Повреди в лагерите. Дълги напречни сили. Изисква големи скоростни кутии.
Механични смесители за разбъркване при ниски скорости.	Изчиства слоевете с отлаганията.	Не са предназначени да се смесва цялото съдържание в реактора. Проблеми с лагерите и скоростната кутия. Износване на работните колела.
Механично изпомпване чрез вътрешни или външни тръби.	Добро смесване на материалите отгоре надолу. Минимално натрупване на отлагания.	Чувствителен към нивото на запълване. Корозия и износване на работните колела. Проблеми с лагерите и скоростната кутия. Изисква извънгабаритна скоростна кутия. Запушване на тръбите с парцали.
Биогаз, който се разпенва на дъното	Добър дори при системи с високо съдържание на твърди частици.	Високи разходи за енергия, заради компресия/компресиране на газовете.



Фигура 10: Пример за биогаз, образуван на дъното на ферментатора (източник „Valorga“) и механичен смесител

Термична подготовка на входящите материали (биоотпадъци)

Входящите материали (биоотпадъци) трябва да се съхраняват при определена температура, в зависимост от конкретната избрана технология. В тази връзка, трябва да бъде извършена термична подготовка на материалите, вътре или извън реактора.

В първия случай, входящите материали предварително се загряват, преди да бъдат подадени към реактора, с помощта на топлообменници.

Във втория случай, освен топлообменници е възможно да се използва инжектиране на пара вътре в реактора. В този случай, трябва да бъде осигурено ефективно оборудване за смесване на материалите (биоотпадъците), за да се предотврати възможно прегряване на материала и топлинно въздействие върху микрофлората.



Фигура 11: Пример за топлообменник, за предварително нагряване на входящите материали (биоотпадъци)

Отстраняване на тежките инертни материали (пясък и камъни)

Утаяването на инертни материали в реактора се предотвратява чрез:

1. отстраняване на инертните материали, чрез механично сепариране, по време на процеса на предварителното третиране (доказано е, че системите с предвидени решетки за отстраняване на пясъчинките са достатъчно ефективни);
2. непрекъснато разбъркване на материала в реактора, задържане на инертните частици в основата на реактора и отстраняването им заедно с остатъчната органична фракция;
3. проектиране на правилен наклон на ферментатора, улесняващ разпределението на тежките инертни материали за по лесното им отстраняване.

Премахване на леки материали, които не са биоразградими (преди всичко пластмаси)

Това може да бъде постигнато най-добре, посредством периодично отстраняване чрез повърхностни точки за проверка/отстраняване.

Рециркулиране на остатъчната органична фракция

Остатъчната органична фракция частично рециркулира с цел:

- разреждане на сместа, като по този начин се намалява нуждата от използването на свежа вода;
- въвеждане в системата на чист субстрат с анаеробна микрофлора, за да се ускори ферментацията и
- предварително загряване на входящите материали (виж по-горе).

Рециркулацията на остатъчната органична фракция се извършва:

- чрез тръбопроводи при непрекъснатите технологии на мокра и суха ферментация;
- челен товарач при системите за суха ферментация на партиди, смесвайки свежи входящи материали с остатъчна органична фракция, извлечена от ферментационния реактор.

2.4.3 Управление и контрол на процеса

Входящите материали (биоотпадъци) се подават във ферментатора в количества, изчислени съобразно *специфичното технологично ниво на зареждане на органични вещества*, (вж. Таблица 4).

Тъй като някои органични материали са трудно достъпни за анаеробно разграждане, пълната трансформация на цялата органична материя изисква дълго време на задържане на материалите във ферментатора. Вследствие на това и като се има предвид приемливата цена, предизвикателство е да се постигне оптимизирано ниво на разграждане.

Следователно, *нивото на зареждане на органичните материали* е важен експлоатационен параметър, посочващ количеството на *летливи вещества* (в кг сухо вещество), които могат да бъдат във ферментатора (m³) обем и за единица време (обикновено на ден).

$$B_R = (Q \cdot TS \cdot VS) / (VR) \quad [kgVS \cdot m^{-3} \cdot d^{-1}]$$

Където:

Q : ежедневно натоварване [$m^3 \cdot ден^{-1}$] –

TS : общо количество твърди вещества [% от свежо тегло]

VS : летливи твърди вещества [% TS]

VR : Обем на реактора [m^3]

Нивото на зареждане на органични материали (биоотпадъци), в зависимост от системата за ферментация е посочено в Таблица 4.

Таблица 4: Степен на зареждане с органични вещества, в зависимост от технологията на ферментиране

Технология	Степен на зареждане на реактора с органични вещества (kg летливи твърди частици $\cdot m^{-3}_{реактор} \cdot d^{-1}$)
мокра ферментация	2-4
суха ферментация	3-8

Няколко параметри трябва да бъдат наблюдавани по време на процеса, за да се осигури оптимална работа. Следващата таблица обобщава основните от тях. Важно е да се подчертае, че ако някои от параметрите са приемливи и позволяват процесът да се проведе при оптимални условия, то останалите са строго зависими от избраната технология, вида на третираните биоотпадъци и други условия. Поради тази причина е важно за всяко съоръжение да се определи база данни за събиране на история и развитие на всеки един параметър, мониторинг по-специално на тяхното постоянство във времето, а не техните абсолютни стойности.

Таблица 5: Основни параметри, които се наблюдават по отношение на входящите материали и органичната фракция по време на процеса

	Параметри	Оптимален обхват	Приблизителна честота на контрол
Ферментиране на материалите	Състав на биогаза	например 55-65%	дневно
	pH	7-8	
	Летливи мастни киселини	500-3.000 mg еквивалент на оцетна киселина	седмично
	Алкалност	3.000-5.000 mgCaCO ₃ /l	
	VOA/алкалност	0.3-0.5	
	Редокси потенциал	<-400 mV	
	Общо твърди вещества	<12% за течено разграждане	
	Летливи твърди вещества	10-20% за полусухо разграждане	месечно
	Азот	> 20% за химическо разграждане	
	Амоний	> 75% сухо вещество	
	Съотношение въглерод/азот (C:N)	В зависимост от вида на матрицата	
	COD (ХПК)	Винаги <3,000 mg/l (оптимално 200-1.500 mg/l)	
	BOD ₅ (БПК ₅)	<30	
	Органичен въглерод	100.000-140.000 mg O ₂ /l	
	Микроелементи	50.000-90.000 mg O ₂ /l	годишно
Остатъчна органична фракция	pH	В зависимост от вида на хранителните матрици	седмично
	Електропроводимост	Co <1-5 ppm, Ni 5-20 ppm, Se <0,05 ppm, W <1 ppm, Fe 10-5000 ppm	
	Общо твърди вещества	7,5-8,5	месечно
	Летливи твърди вещества		
	ХПК (COD)	В зависимост от вида на хранителните матрици	
	БПК ₅ (BOD ₅)	Намаляване на около 60-70% от входящите материали	
	Общ азот	25.000-45.000 mgO ₂ /l.	
	Амониев йон (NH ₄)	15.000-30.000 mgO ₂ /l.	

Друг важен параметър за оразмеряване на реактора е хидравличното време на престой на материала, (изчисленото средно време на задържане на материалите в реактора), при непрекъснатата система. Тук обемът на реактора зависи от дневното количество на входящите материали.

$$HRT = V_R/V$$

[d]

Където:

V_R : Обем на реактора [m^3]

V : ежедневен обем на входящите материали [$m^3 \cdot d^{-1}$]

В зависимост от технологията на процеса може да има различни срокове или хидравлично време на задържане на материала в реактора, обикновено между 15 и 30 дни. Възможните варианти зависят от температурния профил и броя на етапите на процеса.

Таблица 6: Време на хидравлично задържане на материала в реактора, в зависимост от вида на реактора

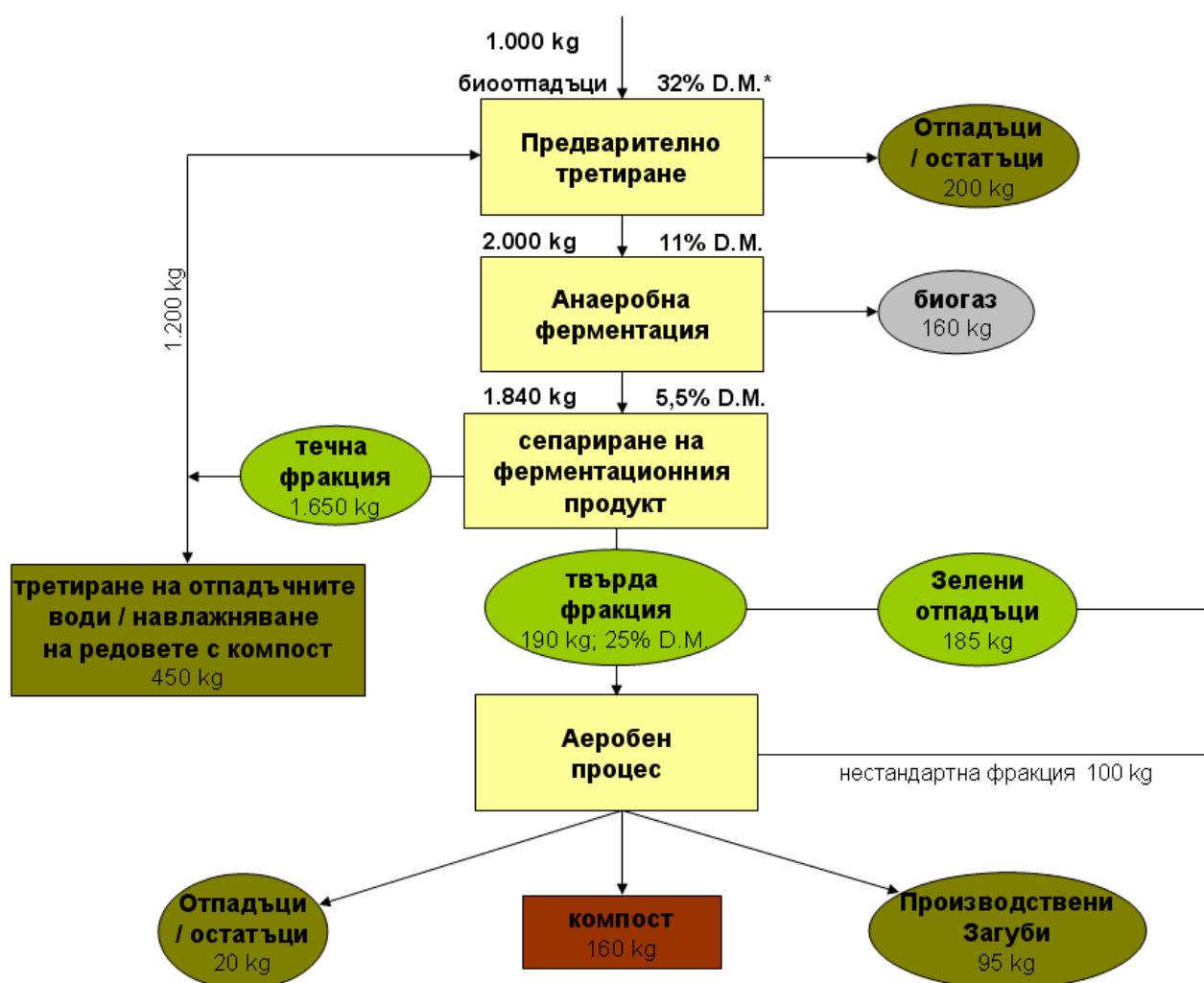
Вид на реактора	Време на задържане (дни)	Температурен профил
Единичен реактор	20-28	мезофилен
	18-25	термофилен
Серия от реактори	18-23	мезофилен
	15-20	термофилен

3 Материален баланс

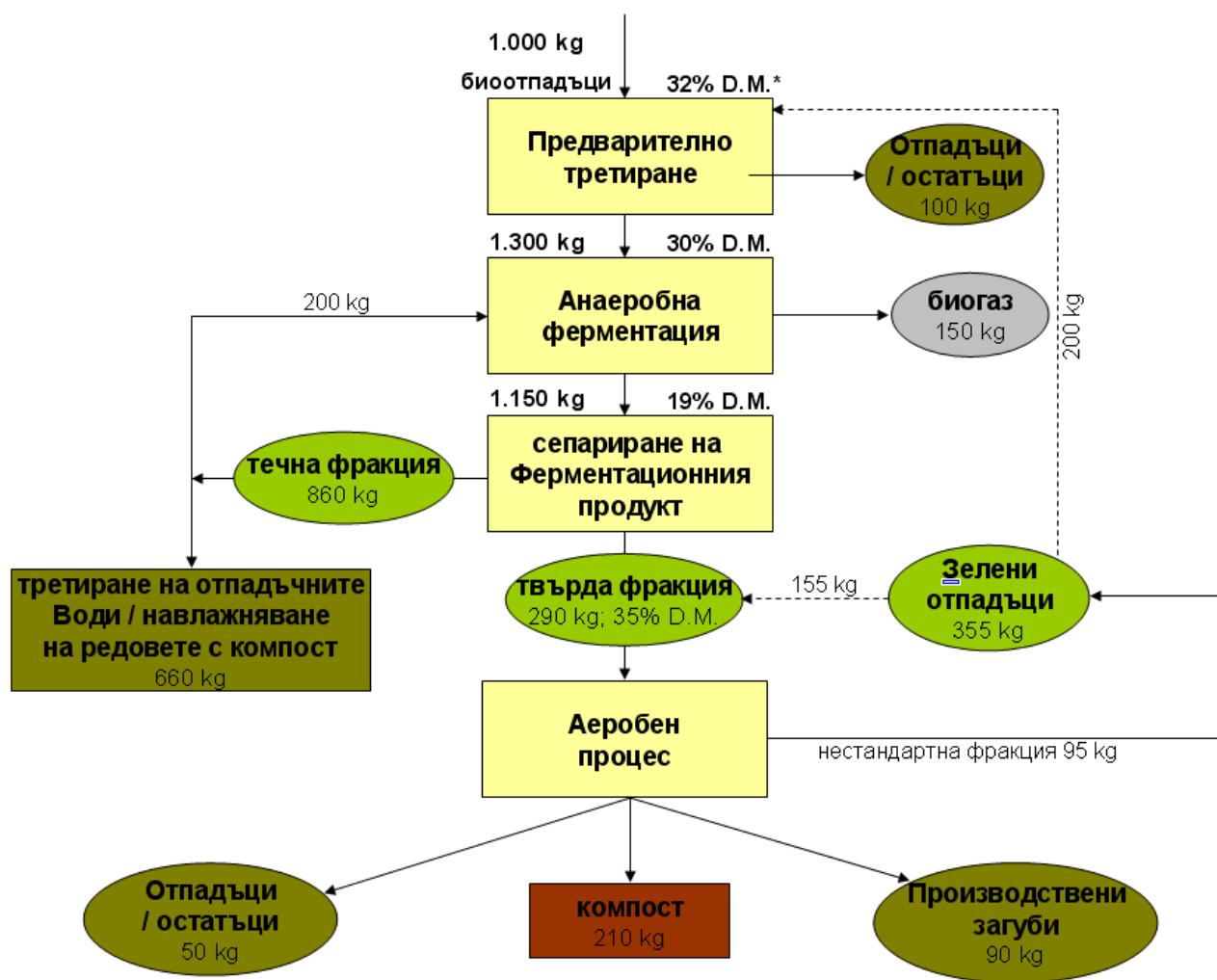
За да могат да бъдат илюстрирани различията между технологиите за анаеробно разграждане на биоотпадъците са разгледани три масови баланси за:

- мокра ферментация;
- суха непрекъсната ферментация;
- суха прекъсната ферментация на партии.

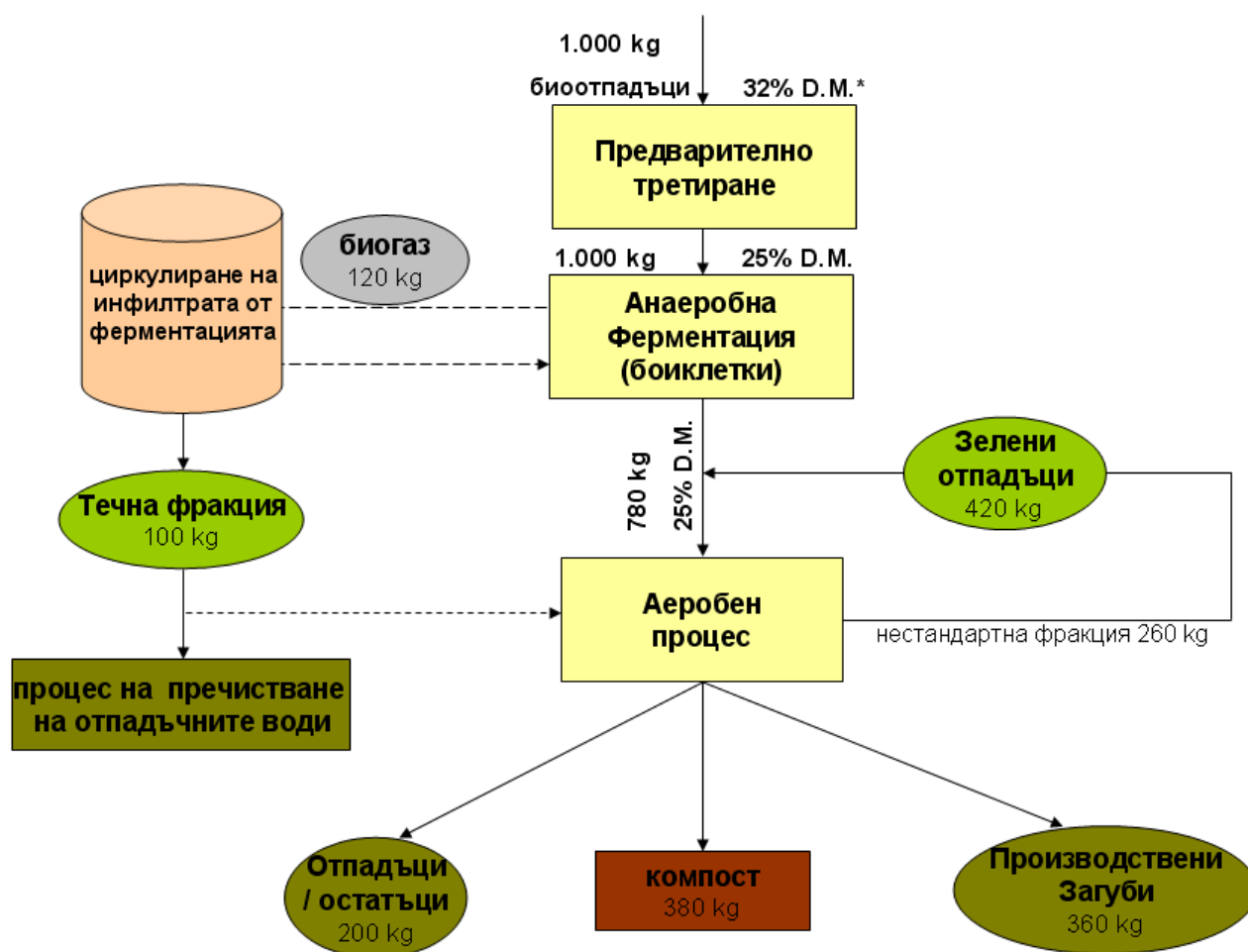
Във всички случаи, остатъчната органична фракция се третира допълнително за производство на компост.



Фигура 12: Възможен материален баланс на технологията за мокра ферментация на биоотпадъците



Фигура 13: Възможен материален баланс на технологията за суха непрекъсната ферментация на биоотпадъците



Фигура 14: Възможен материален баланс на технологията за суха прекъсната ферментация на биоотпадъците на партиди

4 Биогаз - качество и употреба

Производството на биогаз и неговият състав зависи от няколко аспекта, като се започне от състава на биоотпадъците и се стигне до технологичните особености и изпълнението на процеса. Потенциалът на някои основни органични потоци отпадъци за производство на биогаз е посочен в Таблица 2.

Преди употреба, произведеното количество биогаз се съхранява в съоръжения за съхранение на биогаз, които действат като буфер, осигурявайки по този начин най-добрите условия на работа и по-нататъшното му използване. Съоръженията за съхранение на биогаз обикновено са оразмерени за съхранение на произведения биогаз, най-малко за 4-5 часа. Те могат да бъдат с твърди или гъвкави структури, като обикновено са реализирани като "двойна" мембранна технология. Съоръженията с твърда структура за съхранение на биогаз обикновено се разполагат в близост до реактора, а с гъвкавата структура се поставят на покрива на реактора.



Фигура 15: Пример за съоръжение с твърда и гъвкава структура за съхранение на биогаз

Произведеният биогаз може да се използва като:

- възобновяем енергиен източник, за комбинирано производство на топлинна и електрическа енергия;
- гориво за превозни средства, или
- като заместител на природен газ.

4.1 Използване на биогаз в комбинирано производство на топлинна и електрическа енергия

В този случай, е необходимо предварително третиране на биогаза с цел:

- обезводняване (посредством кондензация в тръби или в охладител);
- отстраняване на сероводорода (H_2S) (или биологично, посредством сероокислителни микроаерофилни бактерии или химически - посредством пропускането на биогаза през окислителна среда).

Предварително третиранят биогаз след това се подава в съоръжение за комбинирано производство на:

- електроенергия (ефективност 38-40% от биогаз);
- топлинна енергия (около 45% от биогаз).

Като алтернатива, биогазът може да се използва за централно парно отопление, като в този случай, оползотворяване на топлината от изгаряне на биогаза може да достигне 78-86% ефективност.

4.2 Подобряване на качеството на биогаза

Процесът на подобряване на биогаза се състои основно в обогатяване на биогаза с метан, чрез отстраняване на въглеродния диоксид (CO_2) и микроелементите за да се получи окончателно съдържание на метан между 96 и 99%, подходящ да се използва като биогориво за превозни средства или в преносната мрежата. Методът се състои основно в концентриране на метана, чрез отстраняване на въглеродния диоксид.

Освен метан и въглероден диоксид, биогазът може да съдържа:

- вода;
- сероводород;
- азот;
- кислород;
- амоняк;
- силоксани и други частици.

Основните процеси на обогатяване/подобряване на качеството на биогаза, на база химически и/или физически реакции, са описани в Таблица 7.

Таблица 7: Очаквано съдържание на метан, в зависимост от основната технология на подобряване качеството на метана

	Адсорбция под налягане	Пречистване на води	Физическо пречистване на органичните вещества	Химическо пречистване
Съдържание на метан в обогатения/подобрения газ	> 96%	> 97%	> 96%	> 99%

5 Съхранение и третиране на ферментационния продукт (остатъчна органична фракция от процеса на анаеробно разграждане)

Остатъчната органична фракция от процеса на анаеробно разграждане (ферментационният продукт) е относително стабилен полутвърд или полутечен материал, който може да бъде третиран и използван по два начина:

- 1.) съхранение и директна употреба като органична тор в почвата;
- 2.) механично сепариране:
 - а) обезводнена твърда органична фракция: изсушаване, със или без пелетизиране, аеробно третиране/компостиране за производството на компост;
 - б) течна органична фракция: рецикулация в съоръжението (разреждане и използване за поливане/навлажняване по време на процеса компостиране), директна употреба върху почвата като органична тор.

Остатъчната органична фракция (ферментационният продукт) обикновено се съхранява в бетонни резервоари, които трябва да бъдат покрити за улавяне на остатъчното количество биогаз и с цел предотвратяване на неконтролирано изпускане на случайни емисии на метан.



Фигура 16: Пример за непокрити и покрити съоръжения за съхранение на ферментационния продукт (остатъчна органична фракция от процеса на анаеробно разграждане)

В случай на директна употреба, ферментационният продукт (остатъчната органична фракция) трябва да отговаря на критериите за качество, съгласно *Наредбата за третиране на биоотпадъците*.

Допълнително може да се изисква отстраняване на физическите примеси (стъкло, пластмаса, метали и т.н.).

5.1 Производство на компост от течна или твърда остатъчна органична фракция

Първата стъпка обикновено се състои в механично сепариране на остатъчната органична фракция на твърда и течна фракция. Информацията в Таблица 8 посочва най-често използваните съоръжения за сепариране и тяхната ефективност.

Таблица 8: Очаквана ефективност на сепариране на остатъчната органична фракция на твърда и течна фаза, в зависимост от избраната технология

	Вид на сепаратора	Ефективност на сепарирането (%)		
		Твърда фаза	N	P
Устройства за сепариране на <u>твърда фракция</u>	сито	20-25	4-7	8-12
	барабанно сито	28-40	8-15	30-42
	спирала	35-48	6-16	28-42
Устройства за сепариране на <u>твърда и течна фракция</u>	утаител	50-70	25-35	50-65
	флокулант	70-90	30-40	70-90
	центрофуга	55-65	20-26	73-87
	преса	50-70	20-35	60-80

Таблица 9: Нива на органичен и неорганичен азот (N) в остатъчната течна/твърда органична фракция

		остатъчна органична фракция	течна фаза	твърда фаза
органичен азот (N)	% общ азот TKN ¹	30-40	30-40	30-40
N-NH ₄ ⁺		60-70	60-70	60-70

¹TKN Total Kjeldahl Nitrogen (общо съдържание на азот)

В зависимост от особеностите на остатъчната органична фракция и възприетата система за уплътняване, съдържанието на сухо вещество в твърдата фракция обикновено е между 20-40%, като концентрацията на азот (N) и *химическа потребност от кислород* (ХПК/COD) са сравними с общото количество на остатъчната органична фракция. Все пак, разтворимата във вода амониева фракция е в голямо количество (30 до 60% от общия азот -N) и затова е необходимо да се обърне внимание на правилното прилагане, за да се намали рискът от излужване на азот -(N) в подпочвените води или изпускане на емисии на амониак (NH₃) и диазотен оксид (N₂O) в атмосферата.

В зависимост от температурният профил на ферментация (мезофилен или термофилен) може да възникне съмнение за недостатъчно намаляване на патогените, особено при кратко хидравлично време на задържане на материала в системите за непрекъснато анаеробно разграждане.

- намаляване на съдържанието на влага, благодарение на производството на топлинна енергия от аеробно окисление на органичните вещества и последващо изпаряване на водата;

- намаляване на свободната минерална концентрация на азот-N, от комбинираното действие от изпаряването на амоняка и превръщането му в органична форма, в резултат на микробното действие;
- обеззаразяване, благодарение на производството на биогенна топлина и повишаване на температурата над 55-60 °C, в продължение на няколко дни;
- получаването на продукт, подходящ за по-широка употреба, отколкото директна употреба върху земеделска земя (градинарство, озеленяване, вътрешни приложения и т.н.).

Както за ферментационният продукт (остатъчната органична фракция), така и за компоста трябва да се осигури капацитет за съхранение най-малко за 60-90 дни. Това може да бъде бетонна площадка, върху която материала може да се постави на купчини до 3,5 - 4 метра високи.

5.2 Информация за крайната употреба на ферментационния продукт (остатъчна органична фракция от процеса анаеробно разграждане)

Поради високата си стойност за наторяване, ферментационният продукт (остатъчната органична фракция) се използва предимно в земеделието. Поради високото ниво на разтворими хранителни вещества за растенията (NPK), е наложително да се осигури точна информация за земеделските производители, с цел улесняване на постигането на баланс на хранителните вещества при наторяване. Съдържанието на соли в продукта/материала може да бъде също завишено, ако са третирани хранителни отпадъци от ресторанти и кетъринг услуги. Следователно е необходимо да се представи декларация за електрическата проводимост (съдържание на соли) на материала.

С препоръки за правилното прилагане, трябва да се гарантира, че употребата следва най-добрите практики, в рамките на съответната област на употреба.

Таблица 10: Задължителни параметри за компоста/ферментационния продукт, които трябва да бъдат етикетирани, в съответствие с Наредбата за третиране на биоотпадъците

Критерии за качество	Параметри	Мерни единици
Подобряване на почвата	органично вещество	[% сухо вещество]
	калциев оксид (CaO)	[% сухо вещество]
	съотношение въглерод/азот (C/N)	
Наторяващи свойства	общ азот (N)	[% сухо вещество]
	общ фосфор (P ₂ O ₅)	[% сухо вещество]
	общ калий (K ₂ O)	[% сухо вещество]
	общ магнезий (MgO)	[% сухо вещество]
	обща сяра (S)	[% сухо вещество]
	амониев азот (NH ₄ -N)	[mg/l]
	нитратен азот (NO ₃ -N)	[mg/l]
Свойства на материала	Максимален размер на частиците <i>ако е твърдо вещество</i>	[mm]
	обемна плътност <i>ако е твърдо вещество</i>	[g/l свежи материали]
	сухо вещество	[% свежи материали]
	Съдържание на соли/ел. проводимост	[mS/m]
	pH стойност	

Друга важна информация, която се предоставя на потребителя е:

- основни групи на използваните входящи материали (биоотпадъци, оборска тор, утайки от ПСОВ, смесени битови отпадъци);
- декларация за съответствие на продукта, съгласно изискванията на *Наредбата за третиране на биоотпадъците*;
- препоръчителните условия за съхранение на продукта/материала (*в случай на твърда остатъчна органична фракция*);
- описание на допустимите области на употреба, в зависимост от постигнатото качество, съгласно *Наредбата за третиране на биоотпадъците*;
- препоръчително количество за правилна употреба;
- препоръките за правилна употреба, въз основа на доклада за оценка, по чл. 15 от *Наредбата за третиране на биоотпадъците*, като се гарантира, че употребата следва най-добрите практики, в рамките на съответната област на употреба.

Допълнително, трябва да се спазват изискванията за етикетиране, установени в *Наредбата за третиране на биоотпадъците*.

6 Общи изисквания за/към оборудването и съоръженията за анаеробно разграждане

Общият капацитет за третиране на съоръженията за анаеробно разграждане може да варира между 0,3 и 1 m²/тон биоотпадъци за третиране/година.

Следните сгради и технически зони са необходими за извършване на процеса:

- зала за приемане/предварително третиране на биоотпадъците, включително оборудване за пастьоризиране, ако е необходимо;
- анаеробни ферментационни реактори;
- зона за механично, последващо третиране на остатъчната органична фракция (напр. обезводняване);
- площадка за компостиране (4-6 седмици), в случай на последващо компостиране на обезводнената или твърда остатъчна органична фракция;
- зона за съхранение на ферментационния продукт (остатъчна органична фракция) - (резервоари, лагуни, силози, кутии или площадка с покрив за обезводнената органична фракция);
- оборудване за третиране на отработения въздух (в повечето случаи, чрез биофилтър);
- пречистване на течната органична фракция (биологично или механично или термично третиране, т.е. изпаряване, обратна осмоза, ултрафилтрация и др.), с цел намаляване на съдържанието на азот (N) и евентуално на съдържанието на соли, за да може да циркулира отново в по-голямата си част в първоначалния етап на процеса (разреждане на свежи биоотпадъци);
- офиси / складове.

6.1 Сгради

Съоръженията за оползотворяване на биоотпадъци трябва имат закрити помещения за приемане и съхранение на бързо ферментиращи отпадъци (утайки от ПСОВ, хранителни отпадъци и др.) Такава инфраструктура (силози, закрити басейни и т.н.) трябва да бъде проектирана в съответствие с типологията и количеството на входящите материали (биоотпадъци), въз основа на капацитета за съхранение от 2 дни и не повече от 5 дни, за да се избегне неконтролираното разграждане на материалите и образуването на емисии на интензивни миризми.

Зоните за разтоварване и съхранение на входящите материали следва да бъдат лесно достъпни за товарни автомобили и с висока скорост на отваряне и затваряне на вратите.

Трябва да бъдат осигурени закрити зони за управление на етапите на предварително третиране, като разпаковане на ферментиращите биоотпадъци, които могат да бъдат потенциален източник на емисии на миризми (т.е. хранителни отпадъци, биоотпадъци от пазарите). В други случаи, предварителното третиране може да бъде извършено на площадка с покрив, за да се избегне евентуално въздействие от неблагоприятни климатични условия.

6.2 Управление на въздействията върху околната среда и здравето на хората

6.2.1 Емисии на миризми

С цел да се осигури минимизиране на емисиите на интензивни миризми и екологично въздействие при биологично третиране на биоотпадъците в затворени помещения трябва да се осигури система за изсмукване и подаване на въздуха към системата за неговото третиране (т.е. биофилтър).

Минималните технически изисквания и изискванията за поддържане на системите с био-филтър, са същите като тези, които се прилагат в съоръженията за *компостиране* и *механично-биологично третиране* (МБТ) и са описани в *"Националните технически изисквания към съоръженията за компостиране"*.

6.2.2 Други газови емисии

В зависимост от общото *хидравличното време на задържане* на материалите и последващото ниво на стабилизиране след ферментатора, резервоарите за съхранение на остатъчната органична фракция, се покриват за да се предотвратят случайните емисии на метан. Отработеният въздух може да се подава и към системите за пречистване на биогаз за по-нататъшна експлоатация.

6.2.3 Отпадъчни води

Съоръжението трябва да бъде снабдено с водонепропусклива подова настилка във всички експлоатационни зони (разтоварване, складиране, предварително третиране, последващо третиране).

Отпадъчните води за предпочитане се рециклират в процеса, особено при предварително третиране на биоотпадъците или при последващото компостиране на остатъчната органична фракция, ако е предвидено такова.

6.2.4 Третиране на отпадъчните води (инфилтрата)

Отпадъчните води (инфилтрата) трябва да се събират в правилно оразмерен резервоар за съхранение. Поради съдържанието на лесно разградими органични вещества, инфилтрата също може да се подава към ферментатора или да се смесва с биоотпадъците по време на предварително третиране.

6.2.5 Течна фракция от процеса след частично обезводняване на течната органична фракция

Тази фракция, която се получава от процеса на анаеробно разграждане (типичен обхват 40-100% от третираните биоотпадъци) може да бъде:

- рециклирана, чрез последващо компостиране (оползотворяване на парата по време на активната фаза на разграждане при температури над 50 ° C);
- рециклирана в биореактора (или в първичния биореактор, в случай на многоетапни технологии (евентуално след етап на пречистване, за да се намали съдържанието на азот-(N);
- обезвредена на собствена или външна пречиствателна станция за отпадъчни води, преди всичко с цел намаляване на количествата на $N-NH_3$, БПК, ХПК, C^{I-} и Na^{+} .

6.2.6 Дъждовни води

Дъждовните води от валежи, върху откритите зони, трябва да бъдат разделени на "първични дъждовни води" (обикновено 5 mm) и на "вторични дъждовни води".

Първичните дъждовни води могат да се рециклират в процеса, както по време на предварителното третиране, така и по време на фазата на втвърдяване, докато вторичните дъждовни води могат да бъдат подадени в канализационната система.

За изчисляване на необходимото количество първична дъждовна вода се използва следната формула:

$$C = (S \times P) / (1000)$$

Където:

C = необходим обем на съхранение (кубични метри)

S = площ (квадратни метри)

P = първични дъждовни води (mm) = 5

6.2.7 Изисквания за опазване на здравето и защита на работниците

С цел предотвратяване на биологичния риск поради патогени във въздуха (биоаерозоли) и прах, работниците, които участват в предварителното третиране на биоотпадъците, (надробяване и пресяване), трябва да бъдат снабдени с подходящи маски (лични предпазни средства) и машини със затворени работни кабинни.

Биологичният процес трябва да осигури обеззаразяване на остатъчната органична фракция (виж раздел 2.3.2).

7 Речник – основни определения

Анаеробно разграждане	Процес на ферментация на органични суровини при анаеробни условия, с цел получаване на богат на метан газ като възобновяем енергиен източник, ферментационен продукт (течна или твърда остатъчна органична фракция), който се използва като органична тор. Твърдата органична фракция може да се компостира заедно със структурни материали или други органични суровини и да се използват като компост.
Биогаз	Богата на енергия газова смес от метан, въглероден диоксид и други газове като сероводород, амоняк и пара, получена в резултат на процеса на анаеробно разграждане.
Биоотпадъци	Традиционно: разделно събрани при източника биоразградими отпадъци. Терминът се използва паралелно с термина "органични отпадъци", които представляват източник на разделно събрана биоразградима фракция от потока битови отпадъци и източници подобни на битовите отпадъци. В контекста на настоящите инструкции в понятието „биоотпадъци“ не са включени "храните с изтекъл срок на годност" от търговски обекти, които включват месо или са в контакт със сурово месо. Определението за биоотпадъци, регламентирано в Закона за управление на отпадъците и (Рамковата директива 2008/98/ЕС за отпадъците) е следното: " <i>"Биоотпадъци" са биоразградими отпадъци от парковете и градините, хранителни и кухненски отпадъци от домакинствата, ресторантите, заведенията за обществено хранене и търговските обекти, както и подобни отпадъци от предприятията на хранително-вкусовата промишленост.</i>
Биоразградими материали	Материали, способни да претърпят биологично разграждане
Входящи материали	Биоотпадъци, въведени в първия анаеробен биореактор след предварително механично третиране.
Градински отпадъци	Растителни отпадъци от частни градини
Завод за производство на биогаз	Съоръжение, в което биоотпадъците, селскостопанските отпадъци и страничните животински продукти и/или енергийни култури се третират при анаеробни условия, с цел получаването на биогаз и ферментационен продукт (остатъчна органична фракция).
Зелени отпадъци от парковете и градините	Растителни отпадъци от поддръжка на градини, паркове, ландшафтни дейности, включително дървесни отпадъци, клони, трева, листа, стари растения и цветя.
Компост	Компостът, представлява твърд, подобен на хумус материал, който се получава в резултат на процеса компостиране, който е обеззаразен и стабилизирал, и оказва благоприятен ефект върху растенията при употреба върху почвата или като съставка за производството на изкуствени растежни почвени среди. Забележка: остатъчната органичната фракция от процеса на анаеробно разграждане, която е преминала през последващ процес на компостиране се определя като компост.
Мокра ферментация	Процес на анаеробно разграждане на смес от материали (биоотпадъци), със съдържание на сухо вещество в биореактора $\leq 10\%$

Остатъчна фракция от потока битови отпадъци	Това са отпадъци, събрани от домакинствата, търговията и индустрията, които не са били разделно събрани при източника на образуване.
Период на хидравлично задържане	Средното време, за което материалът се задържа във ферментатора (биореактор), определено от скоростта на зареждане и експлоатационния капацитет на биореактора: Хидравличното време на задържане може да се изчисли като се раздели работния обем на биореактора на скоростта на входящия поток на материалите в биореактора: $HVZ \text{ [дни]} = \text{обем на биореактора [m}^3\text{]} / \text{входящи поток [m}^3\text{ на ден]}$
Полу-суха ферментация	Процес на анаеробно разграждане на смес от материали със съдържание на сухо вещество в биореактора между 10 и 20%.
Предварително третиране	Методи за дълготрайно и междинно стабилизиране като например предварителна анаеробна ферментация (силажиране) преди системната фаза на аеробно компостиране. В повечето случаи се използват специфични модификатори.
Обеззаразяване	Намаляване до приемливи нива на патогените, които оказват неблагоприятно въздействие върху хората, животните и растенията.
СЖП/Регламент за СЖП	Странични животински продукти/Регламент (ЕО) № 1069/2009 за СЖП, Регламент (ЕО) № 1774/2002. Регламентът се изменя, между 2007 и 2009 г.
Суха ферментация	Процес на анаеробно разграждане на смес от материали (биоотпадъци), със съдържание на сухо вещество в биореактора над 20%.
Тежки метали	Въпреки, че от химична гледна точка не е съвсем коректно, терминът тежки метали се използва за потенциалните токсични елементи като кадмий (Cd), хром (Cr), мед (Cu), живак (Hg), никел (Ni), олово (Pb) и цинк (Zn).
Твърда остатъчна органична фракция	Остатъчна органична фракция от процеса анаеробно разграждане Забележка: Най-малко 15% от масата трябва да бъде сухо вещество, с цел пробата да е подходяща за лабораторни тестове като твърд материал.
Течна остатъчна органична фракция	Течна органична фракция от процеса анаеробно разграждане. Забележка: По-малко от 15% от масата трябва да бъде сухо вещество, с цел пробата да е подходяща за лабораторни тестове като течен материал. Тя трябва да съдържа достатъчно влага, за да може да се изпомпва.
Товарима фракция	Фракция, подходяща да се транспортира с челен товарач, характеризираща се със съдържание на твърди вещества обикновено над 20%.
Управление на качеството	Управление, необходимо за цялостния процес на производство на ферментационен продукт/компост. То започва от получаването и контрола на доставените материали (биоотпадъци) и завършва със съхранението и транспортирането на крайния продукт (ферментационен продукт/компост) на клиента. Системите за управление на качеството включват осигуряване на проследима документация на процеса, необходима при извършване на проверки от компетентния орган или организация за осигуряване на качеството.
Ферментационен продукт (остатъчна органична фракция от	Продукт, получен в резултат на анаеробно разграждане на биоразградими материали, включително биоотпадъци, селскостопански от-

процеса на анаеробно разграждане)	падъци и странични животински продукти. Може да бъде разделен на течна и твърда фракция. Ферментационният продукт (остатъчната органична фракция) може да бъде компостиран или изсушен и допълнително подобрен във формата на пелети или гранули.
Хранителни отпадъци	За целите на настоящите инструкции, терминът хранителните отпадъци включва органични кухненски отпадъци или отпадъци от кетъринг услуги, с произход от бита или от ресторанти и заведения за обществено хранене. В това понятие не са включени храните с изтекъл срок на годност, съгласно Регламент (ЕО) №1069/2009 за СЖП.

8 Съкращения

% (m/m)	масов процент
% (v/v)	обемен процент
°C	градуси по Целзий
ДВ	Държавен вестник
ЕК	Европейска Комисия
ЕС	Европейски съюз
НДНТ	Най-добри налични техники
ПСОВ	Пречиствателни станции за отпадъчни води
РДО	Рамкова директива 2008/98/ЕС за отпадъците
СЖП	Странични животински продукти
CEN	Европейски комитет за стандартизация (<i>Comité Européen de Normalisation (F.)</i> (Belgium))

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ДОПУСТИМИ БИООТПАДЪЦИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО ФЕРМЕНТАЦИОНЕН ПРОДУКТ

Описание на отпадъците		Допълнителна информация	Код и наименование на отпадъците, съгласно Наредба № 3 за класификация на отпадъците (издадена от министъра на околната среда и водите и министъра на здравеопазването, обн., ДВ, бр. 44 от 25.05.2004 г.)	
(а)	(б)	(в)	(г)	(д)
1.	Отпадъци за биологично третиране, изключително от растителен произход (без странични животински продукти или месо)			
1.1	Органични растителни отпадъци от градините и парковете и други зелени биоотпадъци			
1.1.01	Смеси от органични отпадъци в съответствие с 1.1	зеленчуци, плодове и градински отпадъци, разделени в зависимост от техния произход		
1.1.02	Трева, сено, листа		20 02 01	биоразградими отпадъци
1.1.03	Листа		20 02 01	биоразградими отпадъци
1.1.04	Отпадъци от гробищните паркове – разделено събрани	само свежо окосена трева	20 02 01	биоразградими отпадъци
1.2	Растителни отпадъци от производството и консумацията на храна и напитки			
1.2.01	Зърнени култури, плодове и зеленчуци		02 01 03	отпадъци от растителни тъкани
1.2.02	Листа от чай, кафе		02 01 03	отпадъци от растителни

Описание на отпадъците		Допълнителна информация	Код и наименование на отпадъците, съгласно Наредба № 3 за класификация на отпадъците (издадена от министъра на околната среда и водите и министъра на здравеопазването, обн., ДВ, бр. 44 от 25.05.2004 г.)	
(а)	(б)	(в)	(г)	(д)
				тъкани
1.2.03	Отпадъци от хлебопекарната и сладкарската промишленост	Тесто, мая	02 06 01	материали негодни за консумация или преработване
			02 06 02	отпадъци от консерванти
			02 06 03	утайки от пречистване на отпадъчни води на мястото на образуването им
1.2.04	Подправки и билки		02 01 03	отпадъци от растителни тъкани
1.2.05	Храна с изтекъл срок на годност	само храна с растителен произход	02 03 04	материали, негодни за консумация или преработване
1.2.06	Зеленчуци, хранителни отпадъци	разделно събрани биоотпадъци от централната градска част, както и от кухните в домакинствата, и от ресторантите и заведенията за обществено хранене	20 01 08	биоразградими отпадъци от кухни и заведения за обществено хранене
1.2.07	Използвано олио за готвене		20 01 25	хранителни масла и мазнини
1.2.08	Биоотпадъци от пазарите	зеленчуци и плодове	20 03 02	отпадъци от пазари

Описание на отпадъците		Допълнителна информация	Код и наименование на отпадъците, съгласно Наредба № 3 за класификация на отпадъците (издадена от министъра на околната среда и водите и министъра на здравеопазването, обн., ДВ, бр. 44 от 25.05.2004 г.)	
(а)	(б)	(в)	(г)	(д)
1.3	Биоотпадъци от търговски източници или от земеделския и производствен сектор, преработка и търговия на земеделски и горски продукти - изцяло от растителен произход			
1.3.01	Остатъци от жътвата, сено и силаж		02 01 03	отпадъци от растителни тъкани
1.3.02	Зърно/зърнен прах		02 01 03	отпадъци от растителни тъкани
1.3.03	Слама		02 01 03	отпадъци от растителни тъкани
1.3.04	Тютюн		02 03 04	материали, негодни за консумация или преработване
1.3.05	Цвекло		02 03 04	материали, негодни за консумация или преработване
1.3.06	Остатъци от обработка на консервирана и дълбоко замразена храна		02 03 04	материали, негодни за консумация или преработване
1.3.07	Остатъци от плодов сок и конфитюр		02 03 04	материали, негодни за консумация или преработване
1.3.08	Остатъци от производство на нишес-		02 03 04	материали, негодни за консумация или прера-

Описание на отпадъците		Допълнителна информация	Код и наименование на отпадъците, съгласно Наредба № 3 за класификация на отпадъците (издадена от министъра на околната среда и водите и министъра на здравеопазването, обн., ДВ, бр. 44 от 25.05.2004 г.)	
(а)	(б)	(в)	(г)	(д)
	те			ботване
1.3.09	Остатъци от производството на захар		02 03 04	материали, негодни за консумация или преработване
1.3.10	Фуражи и остатъци от негодна за употреба храна за животни	само от растителен произход	02 01 03	отпадъци от растителни тъкани
1.3.11	Остатъци от производството на чай и кафе		02 03 04	материали, негодни за консумация или преработване
1.3.12	Семена, черупки	с произход от маслостойни, ечемик, добив на хмел, джибри, само материали, които не са били третирани с биологични агенти	02 03 01	утайки от измиване, почистване, белене, центрофугиране и сепариране/разделяне
1.3.13	Трошено зърно или остатъци от процеса		02 01 03	отпадъци от растителни тъкани
1.3.14	Плодове, зърнени храни и обелки от картофи	с произход от пивоварни и дестилационни съоръжения	02 03 01	утайки от измиване, почистване, белене, центрофугиране и сепариране/разделяне

Описание на отпадъците		Допълнителна информация	Код и наименование на отпадъците, съгласно Наредба № 3 за класификация на отпадъците (издадена от министъра на околната среда и водите и министъра на здравеопазването, обн., ДВ, бр. 44 от 25.05.2004 г.)	
(а)	(б)	(в)	(г)	(д)
1.3.15	Чиста утайка или остатъци от филтър-преси от третиране на отработени води при производство на хранителни продукти, напитки, тютюн и фураж	само от зеленчуци, плодове и растителна тъкан	02 03 01	утайки от измиване, почистване, белене, центрофугиране и сепариране/разделяне
1.3.16	Отпадъци от производство на алкохолни и безалкохолни напитки (с изключение на кафе, чай и какао)		02 07 01	отпадъци от измиване, почистване и механично раздробяване на суровини
			02 07 02	отпадъци от алкохолна дестилация
			02 07 04	материали, негодни за консумация или преработване
1.3.17	Семена		02 01 03	отпадъци от растителни тъкани
1.3.18	Дестилатни остатъци от производството на рапично семе, масло, метилов естер		02 03 04	материали, негодни за консумация или преработване
1.4	Други органични остатъци - изцяло от растителен произход			

Описание на отпадъците		Допълнителна информация	Код и наименование на отпадъците, съгласно Наредба № 3 за класификация на отпадъците (издадена от министъра на околната среда и водите и министъра на здравеопазването, обн., ДВ, бр. 44 от 25.05.2004 г.)	
(а)	(б)	(в)	(г)	(д)
1.4.01	Подводни растения, водорасли	вкл. водорасли от промишлено отглеждане (напр. алгинат).	02 01 03	отпадъци от растителни тъкани
1.4.02	Мицели и утайки от производство на антибиотици	които не съдържат антибиотици	07 05 14	твърди отпадъци, различни от упоменатите в 07 05 13
1.4.03	Олио и мазнини, остатъци от растителен произход		20 01 25	хранителни масла и мазнини
1.4.04	Инфилтрат от процеса на компостиране	само при третиране на растителни отпадъци или получени от материали от положителния списък	19 05 99	отпадъци, неупоменати другаде
1.5	Преработени остатъци от анаеробно разграждане на отпадъчните материали – чист растителен произход			
1.5.01	Инфилтрат от анаеробно разграждане на отпадъците от 1.1, 1.2, 1.3 и 1.4		19 06 03	течности от анаеробно разграждане на битови отпадъци
1.5.02	Инфилтрат от анаеробно разграждане на растителни остатъци		19 06 05	течности от анаеробно разграждане на животински и растителни отпадъци
2	Отпадъци за биологично пречистване, включително и с животински произход			
2.1	Животински отпадъци, особено отпадъци от приготвянето на храни			

Описание на отпадъците		Допълнителна информация	Код и наименование на отпадъците, съгласно Наредба № 3 за класификация на отпадъците (издадена от министъра на околната среда и водите и министъра на здравеопазването, обн., ДВ, бр. 44 от 25.05.2004 г.)	
(а)	(б)	(в)	(г)	(д)
2.1.01	Хранителните отпадъци от домакинства и други подобни институции	само разделно събрани биоотпадъци; Категория 3 - хранителни отпадъци, съгласно Регламент (ЕО) № 1069/2009 на Европейския парламент и на Съвета от 21 октомври 2009 година за установяване на здравни правила относно странични животински продукти и производни продукти, предназначени за консумация от човека и за отмяна на Регламент (ЕО) № 1774/2002 (Регламент за СЖП), чл.10	20 01 08	биоразградими отпадъци от кухни и заведения за обществено хранене
2.1.02	Хранителните отпадъци от централни кухни с животински остатъци	Категория 3 - хранителни отпадъци, съгласно чл.10 от Регламента за СЖП	20 01 08	биоразградими отпадъци от кухни и заведения за обществено хранене
2.1.03	Храни с изтекъл срок на годност от животински произход	Категория 3 - хранителни отпадъци, съгласно чл.10 от Регламента за СЖП	02 02 02	отпадъци от животински тъкани
			02 03 04	материали, негодни за консумация или преработване

Описание на отпадъците		Допълнителна информация	Код и наименование на отпадъците, съгласно Наредба № 3 за класификация на отпадъците (издадена от министъра на околната среда и водите и министъра на здравеопазването, обн., ДВ, бр. 44 от 25.05.2004 г.)	
(а)	(б)	(в)	(г)	(д)
2.2	Органични отпадъци от търговски източници, земеделско и промишлено производство, преработка и маркетинг на земеделски и горски продукти, включително от животински произход			
2.2.01	Утайки от производството на храна и на фураж и отпадъци от животински произход		02 02 03	материали, негодни за консумация или преработване
2.2.02	Отпадъци от филтър-преси, добив на масло и фураж с отпадъци от животински произход		02 02 03	материали, негодни за консумация или преработване
2.2.03	Фуражи от животински произход от фуражната промишленост	категория 3, съгласно чл.10 от Регламента за СЖП	02 02 03	материали, негодни за консумация или преработване
			02 03 04	материали, негодни за консумация или преработване
2.2.04	Остатъци от рога, копита, косми, вълна, пера		02 02 02	отпадъци от животински тъкани
2.2.05	Отпадъци от вътрешности, шкембе	категория 2 материали, съгласно чл. 9 (а) от Рег-	02 02 02	отпадъци от животински тъкани

Описание на отпадъците		Допълнителна информация	Код и наименование на отпадъците, съгласно Наредба № 3 за класификация на отпадъците (издадена от министъра на околната среда и водите и министъра на здравеопазването, обн., ДВ, бр. 44 от 25.05.2004 г.)	
(а)	(б)	(в)	(г)	(д)
		ламентата за СЖП		
2.2.06	Твърда и течна оборска тор	категория 2 материали, съгласно чл. 9 (а) от Регламентата за СЖП	02 01 06	животински изпражнения, урина и тор (включително използвана слама), отпадъчни води, разделно събирани и пречиствани извън мястото на образуването им
2.2.07	Биоотпадъци от преработка на месо, риба и други храни с животински произход	категория 3, съгласно чл.10 от Регламентата за СЖП	02 02 02	отпадъци от животински тъкани
			02 02 03	материали, негодни за консумация или преработване
2.2.08	Биоотпадъци от млечопереработвателната промишленост	категория 3, съгласно чл.10 от Регламентата за СЖП	02 05 01	материали, негодни за консумация или преработване
			02 05 02	утайки от пречистване на отпадъчни води на мястото на образуването им

Описание на отпадъците		Допълнителна информация	Код и наименование на отпадъците, съгласно Наредба № 3 за класификация на отпадъците (издадена от министъра на околната среда и водите и министъра на здравеопазването, обн., ДВ, бр. 44 от 25.05.2004 г.)	
(а)	(б)	(в)	(г)	(д)
2.2.09	Биоотпадъци от хлебопекарната промишленост	категория 3, съгласно чл.10 от Регламента за СЖП	02 06 01	материали, негодни за консумация или преработване