

## Multriwell® - Отчет о текущем состоянии дел 2015

Оценка новой системы добычи газа из органических отходов (биогаза)  
Оценка новой системы извлечения свалочного газа

## Multriwell® - Отчет о текущем состоянии дел 2015

Оценка новой системы извлечения газа из органических отходов (биогаза)  
Оценка новой системы извлечения свалочного газа

Заключительная версия

Multriwell B.V.  
Oude Weistraat 17  
5334 LK Velddriel

Grontmij Nederland B.V.  
Houten, December 10, 2015

GM-0173916, во второй заключительной редакции

## Разрешение

Заглавие	Multriwell® - Отчет о текущем состоянии дел 2015
Подзаголовок	Оценка новой системы извлечения газа из органических отходов (биогаза)
Номер проекта	336595
Номер ссылки	GM-0173916
Редакция	Вторая заключительная редакция
Дата	10 декабря 2015

Автор	M. de Jonge, MSc
E-mail	marco.dejonge@grontmij.nl
Проверено	H. Geusebroek, MSc; R. van Wijhe, MSc.
Подпись проверена	
Утверждено	J. P. J. J. Theeuwen, MSc.
Подпись утверждена	
Контактные данные	Grontmij Nederland B.V. De Molen 48 3994 DB Houten PO Box 119 3990 DC Houten T +31 88 811 66 00 www.grontmij.nl

## Резюме проекта

Multriwell® - новая система добычи газа из органических отходов (LFG) со свалок и полигонов. Патентообладателем системы Multriwell является Trisoplast International B.V. и Cofra B.V.

Multriwell была впервые установлена на полигоне Vink, Barneveld, Нидерланды, в 2009 году. В настоящее время 9 систем Multriwell установлены на 8-ми мусорных свалках по всему миру.

В данном отчете производится сравнение системы Multriwell с традиционными системами сбора газа. Оценка основана на информации, предоставленной Multriwell B.V. и TerrAdvies B.V., в период с 2009 до лета 2015 года.

О работе системы Multriwell были сделаны следующие выводы:

- Приобретенный за последние шесть лет опыт функционирования системы Multriwell свидетельствует о том, что система является хорошей альтернативой для добычи свалочного газа из свалок;
- Multriwell улучшает коэффициент добычи биогаза (LFG) на единицу объема отходов примерно в 10 раз. Система Multriwell имеет герметичное покрытие, что делает коэффициент 2 ожидаемым. Очевидно, что система Multriwell увеличивает производство биогаза (LFG) до коэффициента 5. Основываясь на данных, полученных в результате работы только на голландских свалках, коэффициент составляет приблизительно 6;
- Multriwell позволяет увеличить поток извлечения свалочного газа на голландских объектах до коэффициента в 5.4, что превышает показатели традиционной системы на своем пике в 2002 – 2014 годах. Если ввести поправочный коэффициент ввиду герметичного покрытия системы, показатель Multriwell останется на достаточном уровне в 2.7. Этот результат примечателен тем, что система Multriwell установлена на более старых свалках и полигонах, где теоретически предполагается более низкий поток свалочного газа.

В настоящий момент нет примеров инфильтрации воды через систему Multriwell в тело свалки. Рекомендуется исследовать возможность инъекции воды в отходы с целью расширения производства свалочного газа.

# Содержание

1. Введение
  - 1.1. Введение
  - 1.2. Цели
  - 1.3. Вводные документы и данные
2. Общие сведения о свалочном газе
  - 2.1. Производство свалочного газа
  - 2.2. Моделирование свалочного газа
  - 2.3. Добыча свалочного газа
  - 2.4. Эмиссия свалочного газа
3. Система извлечения свалочного газа
  - 3.1. Традиционная система извлечения свалочного газа
  - 3.2. Система Multriwell
  - 3.3. Компоненты системы Multriwell
  - 3.4. Предпочтительные условия для строительства
  - 3.5. Установка
  - 3.6. Система Multriwell в действии
4. Сравнение традиционных систем извлечения свалочного газа и Multriwell
  - 4.1. Вводные данные для сравнения
  - 4.2. Результаты сравнения традиционных систем и Multriwell
  - 4.3. Использование полученных данных
  - 4.4. Использование голландских данных исследования
5. Заключение и рекомендации
  - 5.1. Заключение
  - 5.2. Рекомендации
6. Список использованной литературы

- Приложение 1: Фотографии установки Multriwell
- Приложение 2: Характеристики системы извлечения свалочного газа
- Приложение 3: Мусорная свалка в регионе Schinnen, Нидерланды
- Приложение 4: Мусорная свалка в регионе Boeldershoek, Hengelo, Нидерланды
- Приложение 5: Мусорная свалка в регионе Vink, Barneveld, Нидерланды
- Приложение 6: Мусорная свалка в регионе VAM, Wijster, Нидерланды
- Приложение 7: Мусорная свалка в регионе Преображенка, Самара, Россия
- Приложение 8: Мусорная свалка в регионе Zabrze, Zabrze, Польша
- Приложение 9: Мусорная свалка в регионе Norte III-B, Buenos Aires, Аргентина

# 1. Введение

## 1.1 Введение

Multriwell® - новая система извлечения свалочного газа (LFG) с мусорных свалок и полигонов. Multriwell была впервые установлена на полигоне Vink, Barneveld,, Нидерланды в 2009 году. В настоящее время 9 систем Multriwell установлены на 8-ми мусорных свалках по всему миру.

Патентообладателем системы Multriwell является Trisoplast International B.V. и Cofra B.V.. Cofra B.V. принадлежит Boskalis Cofra Holding, которая является частью международной дноуглубительной компании Royal Boskalis Westminster. Продукция Multriwell эксклюзивно построена и установлена компанией Cofra B.V..

Использование системы Multriwell должно привести к наилучшему распределению воды и фильтрата и, следовательно, к оптимальной биодegradации органических компонентов наряду с максимальным извлечением произведенного биогаза. Результатом будет являться более высокий показатель извлечения свалочного газа по сравнению с традиционной системой, а также заметно пониженная эмиссия парниковых газов в атмосферу.

В данном отчете описывается состояние системы Multriwell летом 2015 года.

## 1.2 Цели

Целью данного отчета является оценка добычи свалочного газа с системами Multriwell. Результаты будут сопоставлены с результатами традиционных систем сбора газа на одних и тех же мусорных полигонах.

## 1.3 Вводные документы и данные

Настоящий анализ был произведен при использовании следующих документов и данных:

- Общедоступные данные, см. список литературы;
- Информация, представленная командой Multriwell и операторами полигонов.

## 2. Общие сведения о свалочном газе

### 2.1 Производство свалочного газа

Газ из органических отходов (свалочный газ, биогаз) является конечным продуктом биodeградации органических материалов на свалках. После того, как органические отходы вывозятся на свалки и уплотняются, запускается процесс деградации. После нескольких месяцев наступает анаэробный процесс, в результате которого образуется свалочный газ.

Скорость получения свалочного газа зависит от многих факторов, наиболее важными из которых являются:

- Состав отходов: тип и процентное содержание органических веществ в отходах. В связи с этим процесс распада может длиться как несколько дней, так и десятки лет;
- Влажность: присутствие воды в отходах выполняет важную роль в процессе деградации, так как вода является средой для бактериологической дисперсии.
- Температура: постоянная температура приблизительно в 30-35°C является оптимальной для запуска процессов деградации в отходах;
- Кислотность: При низких значениях pH скорость образования метана уменьшается. pH в пределах 6-8 – наилучший уровень для запуска процессов биodeградации.

Основные компоненты, содержащиеся в свалочном газе: от 45 до 58% метана (CH<sub>4</sub>), от 32 до 45% диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) и от 0 до 3% азота (N<sub>2</sub>).

### 2.2 Модели прогнозирования свалочного газа

Существует несколько моделей прогнозирования производства свалочного газа: модель первого порядка (TNO), модель LandGem (Агентство по охране окружающей среды США), GasSim (Великобритания), модель EPER (Франция), модель EPER (Германия) и модель Grontmij.

Хорошо известно, что упомянутые модели имеют достаточную степень неопределенности из-за большого количества переменных и трудностей, связанных с точным измерением уровня выработки свалочного газа с каждого конкретного мусорного полигона [Scharff, 2005] [Laner, 2011].

Усредненный результат данных моделей приведен на рисунке 1-1. Синяя часть представляет собой смоделированный поток свалочного газа, генерируемый с течением времени. В момент захоронения органические отходы начинают разлагаться. Некоторые органические отходы, такие как бытовой мусор, разлагается достаточно быстро, другие же органические материалы, например, дерево, разлагается медленно. Со временем происходит увеличение потока свалочного газа относительно закрытия мусорного полигона в течение периода 1 (см. рисунок 1-1). Из-за отсутствия новых (молодых) отходов смоделированный поток свалочного газа будет падать после закрытия полигона (см. период 2).

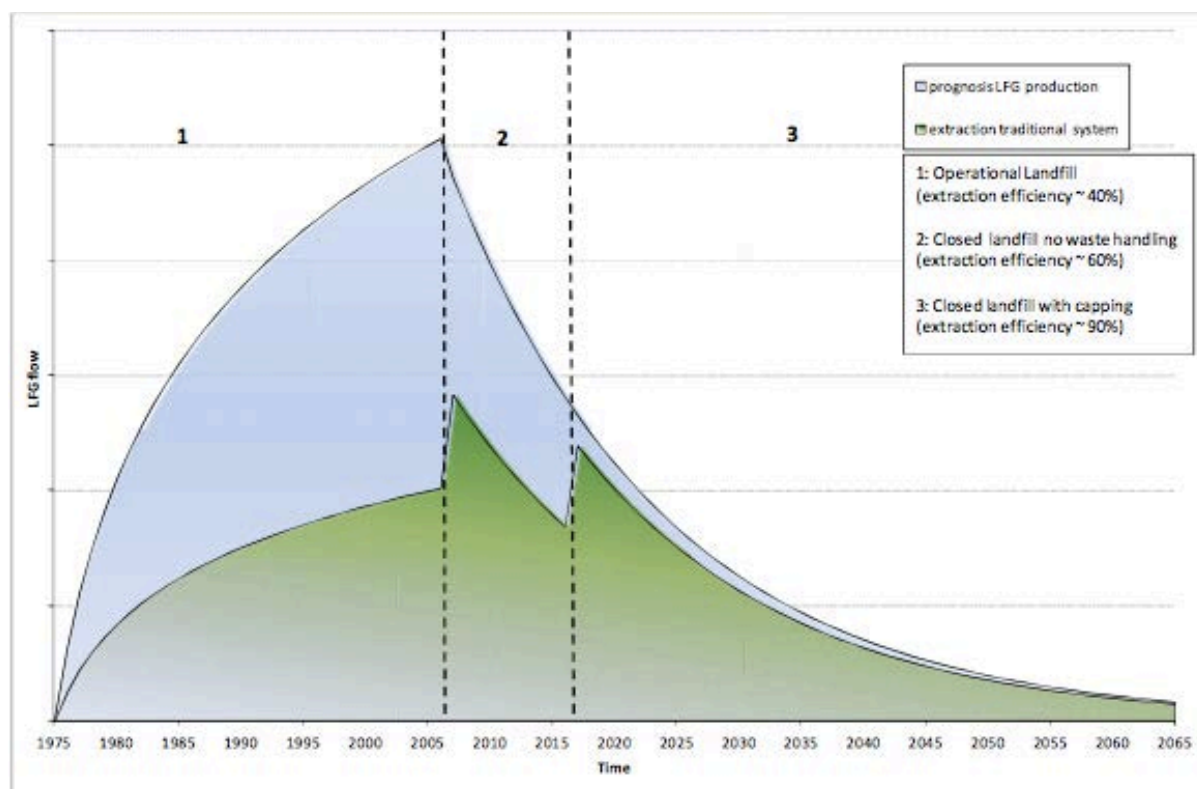


Эффективность извлечения свалочного газа либо в ходе захоронения отходов, либо сразу после закрытия мусорного полигона варьируется от 40 до 60%. В основном, это вызвано следующими причинами:

- Отсутствие герметичного покрытия, в результате чего свалочный газ попадает в атмосферу;
- Недостаточные по размеру части свалки для установки систем извлечения свалочного газа;
- Окисление метана в почвенном покрытии;
- Боковая миграция свалочного газа.

Временное покрытие, установленное после закрытия мусорного полигона, повышает эффективность извлечения свалочного газа примерно с 40% до 60%. После установки финального покрытия эффективность извлечения повышается до 90% (см. рисунок 2-1).

**Рисунок 2-1** Базовый прогноз производства и добычи свалочного газа



### 2.3 Извлечение свалочного газа

Традиционное извлечение свалочного газа состоит из вертикальной системы скважин с подсоединенными горизонтальными газотранспортными трубами. Вертикальные газовые скважины бурятся либо в процессе, либо после того, как массив отходов достиг максимальной высоты. В целом, определенное количество скважин устанавливаются на расстоянии от 50 до 100 м в пределах гектара. В зависимости от вида покрытия верхней части полигона, может присутствовать дополнительная горизонтальная система во избежание чрезмерного давления.

Свалочный газ извлекается при отрицательном давлении. В результате отрицательного давления может возникнуть приток воздуха, в результате чего в газе образуется азот (N<sub>2</sub>) и кислород (O<sub>2</sub>).

Для оптимальной добычи газа важно установить систему извлечения как можно быстрее. Эффективность традиционной системы извлечения оценивается от 50 до 80% и возрастает до 90 - 100% после того, как установлена плотное газонепроницаемое покрытие [Scheepers and van Zanten 1994] [Laner, 2011].

В голландском исследовании по инвентаризации было обнаружено, что эффективность извлечения равна 46% [Ecofys, 2011].

#### **2.4 Эмиссии свалочного газа**

Эмиссии свалочного газа являются проблемой в местах, где размещаются отходы, содержащие биоразлагаемые органические вещества, (т.е. полигоны твердых бытовых отходов, ТБО). Газ из органических отходов является экологически уместным и в глобальном масштабе за счет метана как мощного парникового газа, и на местном уровне из-за потенциального повреждения растительности, появления запахов и миграции газов со свалки твердых бытовых отходов вне границ полигонов (т.е. опасности взрыва) [Laner, 2011]. Потенциал глобального потепления из-за метана (CH<sub>4</sub>) превышает подобный потенциал из-за двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) в 20 раз [EPA, 2012].

### 3. Система извлечения свалочного газа

#### 3.1 Традиционная система извлечения свалочного газа

Традиционная система извлечения свалочного газа состоит из следующих элементов (в порядке подсоединения от полигонов до конечных объектов утилизации газа):

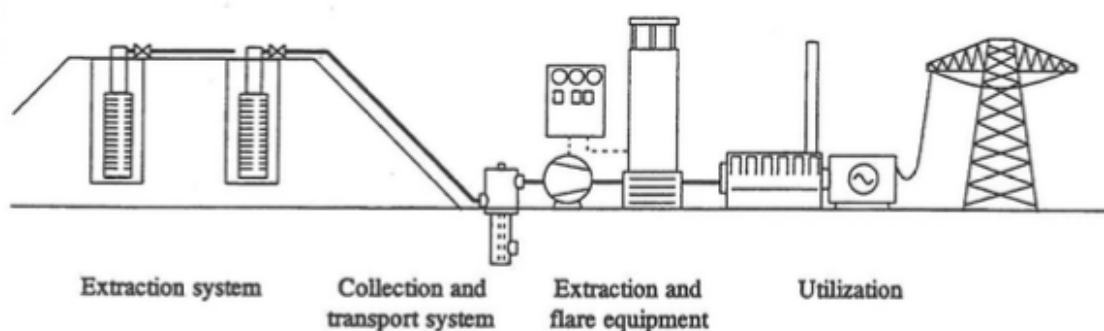
1. Скважины для добычи газа
  - 1.1. Вертикальные газовые скважины, в основном состоящие из полиэтиленовых труб (диаметром 160 мм) и грубых/гравийных кожухов (диаметром от 500 до 1000 мм, общее расстояние между скважинами от 50 до 100 м). Глубина скважины зависит от глубины отходов и, как правило, заканчиваются от 3-х до 5 метров выше основания массы отходов [ЕРА 2012] Эта конфигурация может меняться в зависимости от различных национальных требований или местного опыта.
  - 1.2. Горизонтальные скважины, общий расстояние между которыми составляет от 30 до 40 м. Перфорированные трубы, уложенные в траншее, как правило, имеют диаметр от 0,10 до 0,20 м. Хотя вертикальные скважины являются наиболее распространенной конструкцией, горизонтальные скважины больше подвержены неполадкам из-за закупоривания (водяные замки и т.п.).
2. Система сбора газа
  - 2.1. Сбор и транспортировка газа осуществляется по газосборным трубам, состоящих из соединительных трубопроводов, коллекторов с отделением конденсата / обезвоживанием. Над поверхностью трубы должны быть защищены от погодных воздействий и движения от теплового расширения или сжатия, что может привести к более частым трещинам и разъединению сварочных швов. При определении размеров трубы следует также помнить о максимальной ожидаемой скорости потока свалочного газа и утери вакуума, вызванной трением; во избежание закупоривания труб потоку свалочного газа необходимо продолжать движение, несмотря на умеренное нарастание образования конденсата;
  - 2.2. Вентилятор/установка по извлечению газа. Данная установка состоит из оборудования по предварительной обработке газа, газовых насосов и вспомогательных устройств. Вентилятор поддерживает/создает более низкое давление внутри скважин по сравнению с полигоном, инициируя тем самым движущую силу для свалочного газа по направлению к газовым скважинам. Кроме того, свалочный газ важно обрабатывать, а именно удалять влагу и твердые частицы, что необходимо для защиты вентиляторов и обеспечения газу эффективного сгорания в различных устройствах для сжигания;
  - 2.3. Оборудование для мониторинга: встроенный анализатор содержания метана, расходомеры, продолжительность работы факелов, системы сбора данных и т.д.
3. Системы преобразования газа

- 3.1. Электрогенерирующая установка, утилизирующая свалочный газ, вырабатывает электроэнергию, которая подается в близлежащую электроэнергетическую систему
- 3.2. Факелы. При выработке излишнего количества свалочного газа, который не может быть преобразован в устройствах по генерированию энергии, извлеченный газ сжигается в факеле.

Система сбора газа зависит от множества факторов окружающей среды, таких как: системный коллапс, спровоцированный осадкой отходов, коррозией или старением материалов (в том числе ультрафиолетовой деградацией) и повреждений, возникающих в результате использования тяжелого оборудования и транспортных средств, контактирующих со скважинами и трубопроводами. Типичная система сбора газа включает в себя следующие параметры технического обслуживания [EPA, 2012]:

- Ремонт или замена поврежденных скважин и клапанов
- Удаление продуктов выщелачивания и закупорок конденсата
- Ремонт системных компонентов, поврежденных транспортными средствами
- Переподключение или замена труб, пострадавших от осадки массы отходов
- Замена деталей, вышедших из эксплуатации в результате старения или усталости

**Рисунок 3-1 Схематическое изображение традиционной системы извлечения свалочного газа**



### 3.2 Система Multiwell

Multiwell является новой системой извлечения свалочного газа. Эта новая техника должна обеспечивать добычу значительно большего количества газа, чем традиционные газовые скважины. Запатентованная система состоит из трех компонентов:

1. Гибкие вертикальные скважины, изготовленные из полипропилена, называемые Multiwell V-типа. V-тип (толщина 5 мм, ширина 100 мм) покрыт нетканым геосинтетическим фильтрующим материалом (также из полипропилена). Подробное описание Multiwell V-типа указано в таблице 1.
2. Горизонтальная система сбора газа, состоящая из:
  - 2.1. Multiwell дренажи H-типа. Они представляет собой текстурированный лист полиэтилена (PE) и нетканый геосинтетический материал (PP), который

приклеивается на вершинах усеченных конусов текстурированных листов полиэтилена (PE). Подробное описание Multiwell Н-типа указано в таблице 3.1;

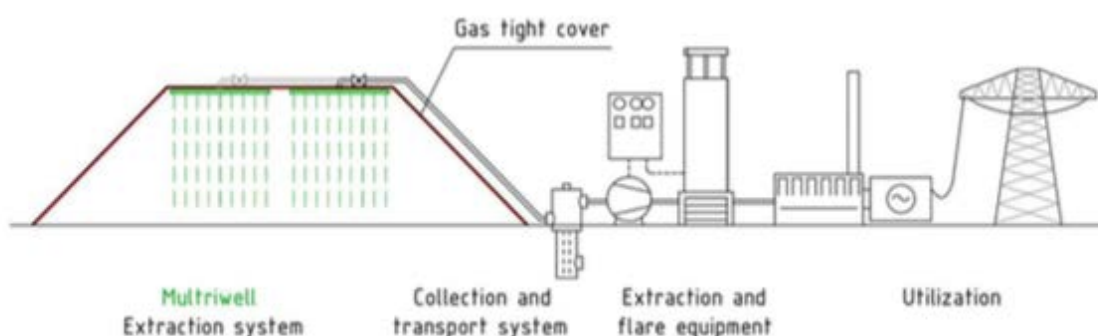
## 2.2. Конденсатосборные коллекторы

3. Газонепроницаемое покрытие для предотвращения проникновения воздуха. Примерами являются Trisoplast® или устройство геомембранного покрытия.

Свалочный газ поступает в Multiwell V-типа по направлению к газ дренажам Н-типа. Из газ дренажей Н-типа, газ поступает в конденсатосборный коллектор и затем - в систему утилизации.

В случае высокого уровня фильтрата на полигоне, фильтрат транспортируется вверх через газ дренажи V-типа. Фильтрат повторно равномерно просачивается в массив отходов для их увлажнения. Данное движение фильтрата усиливает разложение отходов.

**Рисунок 3-2 Схематическое изображение системы Multiwell**



Более подробную информацию о Multiwell можно найти на [www.multiwell.com](http://www.multiwell.com)


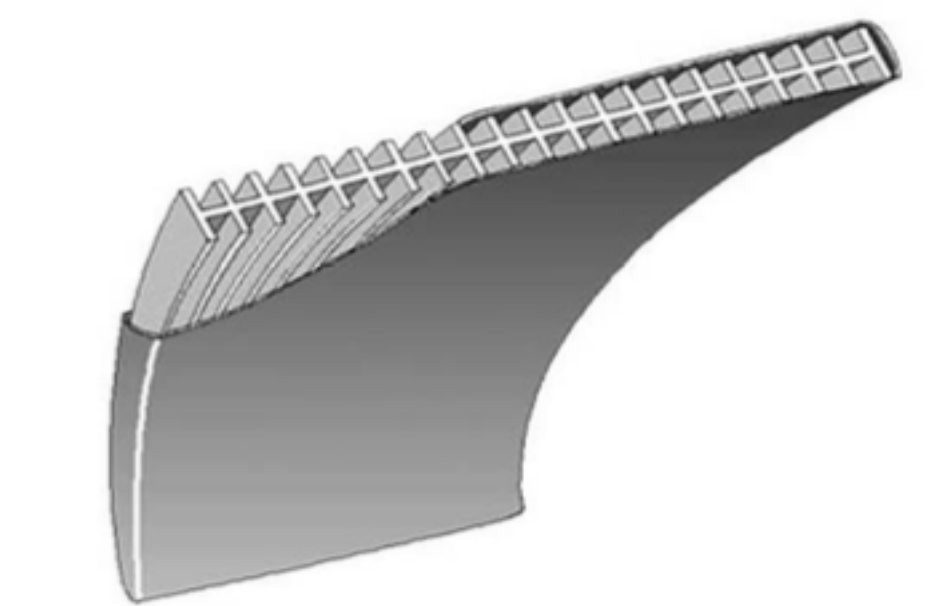

## 3.3 Компоненты системы Multiwell

Система Multiwell состоит из следующих компонентов, снизу вверх:

- Multiwell V-типа (гибкие вертикальные скважины), в отходах
- Пористый минеральный выравнивающий слой (по желанию)
- Multiwell Н-типа (гибкие горизонтальные скважины)
- Конденсатосборные коллекторы / распределительные коллекторы
- Минеральный выравнивающий слой (по желанию)
  - Trisoplast® или геомембранное покрытие
  - Геосинтетический слой, (по желанию в комбинации с Trisoplast®)
- Дренажный слой (по желанию)
- Верхний слой почвы
- Коллекторы с транспортными трубами

**Таблица 3-1: Компоненты системы Multiwell**

Компоненты	Фотографии
------------	------------

<p>Multriwel</p>	
<p>Multriwell V- типа (серый - фильтрующий материал, зеленый - сердечник (PP)</p>	
<p>Структура Multriwell V- типа</p>	
<p>Геосинтетическа я ткань Multriwell H- типа, вид сверху</p>	

Поперечный  
разрез Multriwell  
Н-типа с  
нетканым  
текстурированн  
ым листом

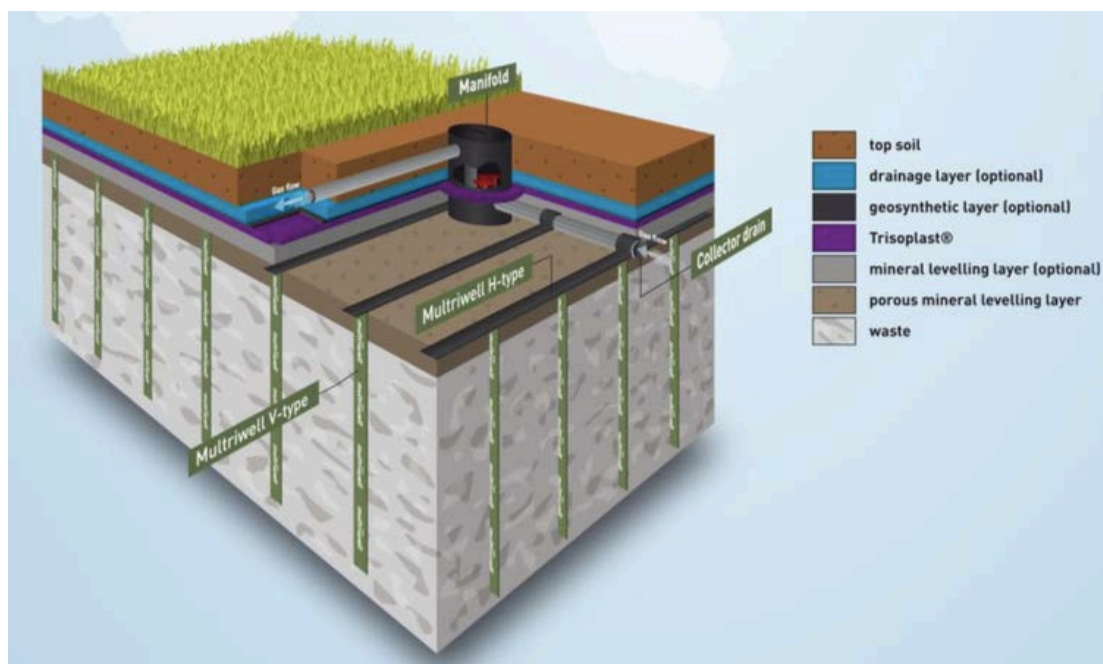


Текстурированн  
ый (усеченный  
конус) лист  
Multriwell Н-  
типа, вид сверху



На рисунке 3-3 представлено схематическое изображение системы Multriwell.

*Рисунок 3-3 схематическое изображение системы Multriwell*



### 3.4 Предпочтительные условия для установки

Следующие условия являются предпочтительными для установки системы Multriwell:

- Минимальная толщина массива отходов - 10 метров.
- Предпочтительная установочная глубина - 30 метров. Максимальная глубина - 50 метров.
- Процент органических соединений > 7%.
- Вертикальные скважины установлены при помощи «Стичера» (система вдавливания гибких скважин в тело полигона, установленной на гусеничном экскаваторе массой от 45 до 50 тонн). Ограничения по безопасности: минимальная высота зазора для «Стичера» и экскаватора должна быть равна глубине установки + 5 метров. Такие ограничения обусловлены, например, наличием проводов электросети.
- Установка Multriwell V-типа возможна при максимальном уклоне 1: 8 (по вертикали/ по горизонтали)

Следующие ограничения должны быть приняты во внимание:

- Содержание в свалочном массиве крупных частей отходов строительства и сноса (ОСС) может затруднить установку.
- Наличие накладных электрических кабелей или других объектов может подразумевать дополнительные меры безопасности.

Переменные аспекты:

- Глубина Multriwell V-типа (вертикальных скважин).
- Расстояния между вертикальными скважинами (сетчатая структура, стандарт 3 x 3 м)
- Количество коллекторов, расстановка клапанов по одному на каждые 2500 м<sup>2</sup> до 3500 м<sup>2</sup>

### 3.5 Установка

Перед установкой системы Multriwell поверхность отходов должна быть выровнена, преимущественно пористым слоем. Через этот пористый слой дренирует газ, расходящийся между скважинами V-типа. Помимо сбора и распространения газа, слой может также помочь распространению фильтрата.

Для установки вертикальной скважины V-типа необходимо внедрить стальной анкер со скважиной V-типа внутри в тело полигона. Игла «Стичера» перемещается вверх и вниз при помощи систем цилиндров и лебедок, которые в свою очередь приводятся в движение при помощи гидравлической системы экскаватора. Гибкая скважина V-типа, находящийся внизу оправки, соединяется с анкерной пластиной, которая закрывает отверстие, тем самым предотвращая проникновение почвы в сердечник гибкой скважины. Игла затем доставляет скважину V-тип до желаемой глубины, и при достижении нужного уровня он изымается, тем самым гарантируя, что сопротивление, создаваемое анкерной пластиной при втягивании, разместит V-тип на нужной глубине. После того, как игла достигает поверхности, скважина V-типа обрезается, и новая анкерная пластина соединяется с нижней частью следующей скважины V-типа.



*Рисунок 3-4 Изображение установки вертикальных частей системы Multriwell*



Фактическая максимальная глубина каждой скважины V-типа может различаться в зависимости от силы трения на игле и сопротивления от проникновения в массу отходов. Стабильность во время внедрения скважин очевидна.

Противовес экскаватора управляет стабильностью и максимальной глубиной. Размер и вес экскаватора/сшивальщика должны быть адаптированы к местным обстоятельствам для достижения требуемой глубины. Например:

- Плохие условия несущей способности опорного слоя требуют тяжелого экскаватора для достижения стабильности;
- Длинный «Стичер» (на глубине до 30 м) также для достижения стабильности требует тяжелого экскаватора
- При плохо уплотненных отходах свалки возможно использовать экскаватор средней массы
- Если предполагается высокое сопротивление в слоях отходов, то противовес должен быть увеличен.

Минимальный вес экскаватора должен быть не менее 30 тонн.

При наличии в массиве отходов твердых частиц, таких как большие бетонные блоки, может произойти сбой установки. В таком случае необходимо установить дополнительную скважину V-типа, близкую к этой области.

Сила и глубина проникновения всегда контролируются регистратором параметров. В случае если на полигоне установлена гидроизоляция днища полигона, можно

установить на регистраторе глубину проникновения (в см) в качестве меры предосторожности перфорации гидроизоляции днища полигона.

Во время установки системы Multriwell необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- газоизмерительные устройства;
- противогазы;
- герметичные кабины;
- искрогасители.

Скважины V-типа подсоединяются к скважинам H-типа. H-тип соединяется с перфорированным конденсатосборным коллектором. Ряд конденсатосборных коллекторов подключаются к распределительным коллекторам или напрямую к коллектору в зависимости от конструкции. Здесь поток свалочного газа можно отрегулировать при помощи устройств коллектора. Из него свалочный газ транспортируется по закрытым трубам к факелам или утилизационному оборудованию (см. рисунок 3-3).

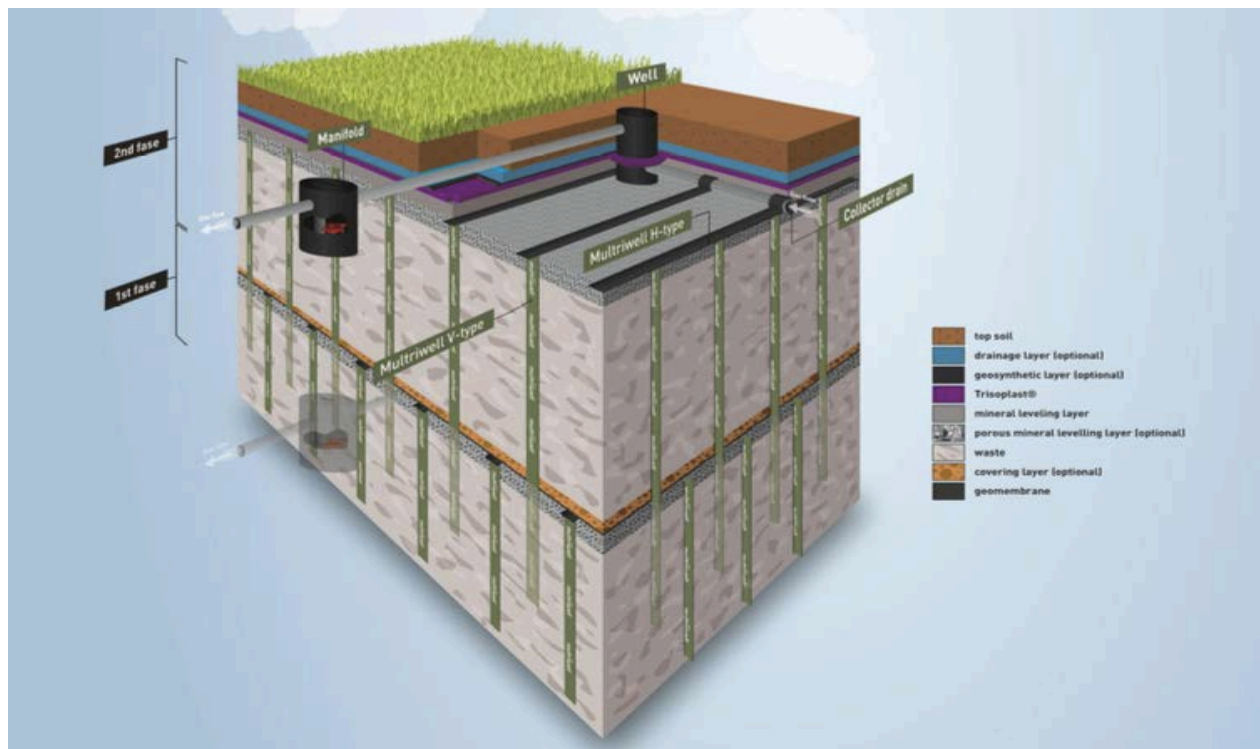
Система Multriwell покрывается выравнивающим слоем, увенчанным газонепроницаемым покрытием (Trisoplast® или геомембраной). В зависимости от климатических условий и применимых правил, уплотнительный слой покрывается либо геотекстилем, либо дренажным слоем, либо верхним слоем почвы.

Multriwell могут быть также установлены на тех свалках, которые еще находятся в эксплуатации. В таком случае, необходимо выровнять поверхность отходов и установить Multriwell V-типа и H-типа вместе с перфорированными конденсатсборными коллекторами непосредственно во внутрь и на поверхность отходов. Пористый слой поверх отходов можно установить по желанию. Тонкая геомембрана и балласт устанавливаются на верхней части Multriwell H-типа и конденсатсборного коллектора. Эта геомембрана предотвращает попадание воздуха.

Новый слой отходов может быть нанесен поверх первой системы Multriwell, на который через несколько лет можно установить вторую систему Multriwell. Установка второй системы целесообразна при смещении относительно первой системы Multriwell, так как старые отходы могут быть возобновлены при помощи смещения и продавливания геомембраны.

Установка системы Multriwell слой за слоем является повторяемой процедурой (см. рисунок ниже).

*Рисунок 3-5 Схематическое изображение двойной системы Multriwell*



KIWA, голландская независимая организация по сертификации, оценила срок службы системы Multriwell. Эта оценка сосредоточена на механической прочности применяемых материалов. Результаты обобщены ниже:

- В аэробных условиях материалы, применяемые в системах Multriwell V-типа и H-типа, имеют ожидаемый срок службы не менее 25 лет при температурной норме в 20°C
- При концентрации кислорода ниже 2%, требуемого для анаэробного процесса ферментации, ожидаемый срок службы материалов, применяемых в в системах Multriwell V-типа и H-типа, при 60°C составляет более 30 лет. [KIWA, 2015].

### **3.6 Система Multriwell в действии**

Сегодня девять систем Multriwell находятся в эксплуатации по всему миру. Большинство систем Multriwell установлены в Нидерландах. За пределами Нидерландов системы Multriwell установлены в Аргентине, Бельгии, Польше и России. В ряде других стран Южной Африки, в Южной Корее, Китае и Эквадоре выполнены планы по установке системы Multriwell.

В данном пункте в трех таблицах предоставлен обзор установленных систем Multriwell. В главе 4 системы Multriwell сравниваются с традиционными системами

извлечения свалочного газа. Семь мусорных полигонов, рассмотренных в приведенных ниже таблицах, выбраны для сравнения с традиционными системами извлечения свалочного газа. Данный выбор конкретных полигонов основан на достаточных и доступных измерительных данных. Таблицы и используемые данные в главе 4 также приведены в приложении 2.

Система Multriwell в Бельгии и полевые испытания системы Multriwell на полигоне Винк (M26) не будут приняты в сравнении из-за недостатка информации.

**Таблица 3-2: Общие характеристики мусорных полигонов с установленной системой Multriwell**

Мусорный полигон	Местоположение	Страна	Площадь полигона (га)
Schinnen	Schinnen	Нидерланды	22
Boeldershoek	Hengelo	Нидерланды	55
Zabrze <sup>[1]</sup> <sub>SEP</sub>	Zabrze	Польша	10
Vink (тест 5-ти скважин)	Barneveld	Нидерланды	38
Самара	Самара	Россия	>50
Wijster <sup>[1]</sup> <sub>SEP</sub>	Wijster	Нидерланды	90
Norte III-B	Buenos Aires	Аргентина	100

**Таблица 3-3 Характеристики полигонов с установленной системой Multriwell**

Мусорный полигон	Год установки системы Multriwell	Объем отходов 2015 (млн м3)	Площадь традиционной добычи LFG (га)	Площадь добычи LFG с Multriwell (га)
Schinnen (фаза 3)	2015	2.5	8.49	4.5*
Boeldershoek (фаза 1, 2, 3)	2014	6.8	47.1	0.225
Zabrze <sup>[1]</sup> <sub>SEP</sub>	2013	0.24	1.43	1.395
Vink (тест 5-ти скважин): скважины 42 - 46	2013	4.8	14	0.14

Самара	2012	n/a	n/a	0.6
Wijster <sup>[1]</sup> <sub>SEP</sub>	2011	14.8	90.2	0.55
Norte III-B	2011	1.2	100	3.0
<b>Итого:</b>				<b>10.41</b>

n/a – нет доступных данных

\* - данные из этого пункта взята с 1 га

**Таблица 3-4 Характеристики установленных систем Multriwell**

Мусорный полигон	Год установки системы Multriwell	Площадь добычи LFG с Multriwell (м2)	Сетка скважин (М x М)	Установочная глубина		Продолжительность Установк а (в днях)
				Среднее (м)	Максимум (м)	
Schinnen (фаза 3)	2015	45,000	3 x 3	4.5*	22	19
Boeldershoek (фаза 1, 2, 3)	2014	2,250	3 x 3	0.225	11	2
Zabrze <sup>[1]</sup> <sub>SEP</sub>	2013	13,950	3 x 3	1.395	21	15
Vink (тест 5-ти скважин): скважины 42 - 46	2013	1,400	3 x 3	0.14	17	5
Самара	2012	6,000	4 x 4	0.6	20	2
Wijster <sup>[1]</sup> <sub>SEP</sub>	2011	5,500	4 x 5	0.55	15	5
Norte III-B	2011	30,000	4 x 4	3.0	20	9

Рисунок 3-6: расположение установленных систем Multiwell (красные точки)



## 4. Сравнение традиционных и Multriwell систем извлечения свалочного газа

### 4.1 Вводные данные для сравнения

Как уже упоминалось в пункте 3.6, выборка 7 проектов была обусловлена необходимостью провести сравнение традиционной системы извлечения свалочного газа с системой Multriwell. 6 из 7 мусорных полигонов похожи тем, что на территории установлены обе системы, эксплуатируемые в данный момент. На Самарском мусорном полигоне традиционная система извлечения газа более не эксплуатируется по причине отсутствия технического обслуживания, хотя раньше она функционировала на протяжении достаточно долгого времени.

Для сравнения двух систем добычи газа были приведены следующие измерительные данные (см. таблицы 4-1 и 4-2).

**Таблица 4-1 Характеристики потока свалочного газа при традиционной системе добычи (часть 1)**

Полигон	Покрытие	Старт работ (год)	Окончание работ (год)	Средний возраст отходов (года)	Площадь (га)	Объем отходов (м3)
Schinnen (фаза 3) [2015]	Частичная	1992	2000	19	8.49	2,525,775
Самара [2013]	Нет	n/a	n/a	15	n/a	n/a
Boeldershoek (фаза 1, 2, 3) [2015]	Нет	1985	2005	20	47.1	6,800,000
Vink (тест 5-ти скважин): скважины 42 – 46 [2014]	Частичная	1985	2015	15	14	1,250,000
Zabrze [2014] <sup>[SEP]</sup>	Нет	n/a	n/a	10	1.43	242,590
Wijster <sup>[SEP]</sup> [2012]	Нет	1930	2015	43	90.2	14,800,000
Norte III-B [2012]	Полупроницаемая	2006	2010	7	6.62	1,203,600

**Таблица 4-1 Характеристики потока свалочного газа при традиционной системе добычи (часть 2)**

Полигон	Старт измерения потока	Окончание измерения потока	Поток (м3/час)	CH4 (%)	LFG поток/га (м3/h/га)	LFG поток/1000м3 отходов (м3/час/1000*м3)
Schinnen (фаза 3) [2015]	23-7-2015	5-8-2015	150	n/a	17.7	0.06
Самара [2013]			n/a	n/a		
Boeldershoek (фаза 1, 2, 3) [2015]	1-1-2014	31-12-2014	135	n/a	2.9	0,02

Vink (тест 5-ти скважин): скважины 42 – 46 [2014]	11-9-2014	11-9-2014	571	52	40.8	0.46
Zabrze [2014] <sup>[SEP]</sup>			128	43.5	89.7	0.53
Wijster <sup>[SEP]</sup> [2012]	1-1-2012	31-12-2012	797	n/a	8.8	0.05
Norte III-B [2012]	18-9-2010	2-10-2010	1209	57	182.6	1.00
<b>Среднее (искл. Самара и Zabrze)</b>				<b>54.5</b>	<b>50.6</b>	<b>0.32</b>
<b>Среднее (вкл. Самара и Zabrze)</b>				<b>50.4</b>	<b>54.4</b>	<b>0.33</b>

**Таблица 4-2 Характеристики потока свалочного газа при системе Multiwell (часть 1)**

Полигон	Укупорка	Старт работ (год)	Окончание работ (год)	Средний возраст отходов (года)	Площадь (га)	Объем отходов (м3)
Schinnen (фаза 3) [2015]	Да	1992	2000	19	1	140,000
Самара [2013]	Да	n/a	n/a	15	0.6	66,000
Boeldershoek (фаза 1, 2, 3) [2015]	Да	1993	1994	22	0.225	22,500
Vink (тест 5-ти скважин): скважины 42 – 46 [2014]	Да	1985	2015	15	0.14	14,000
Zabrze [2014] <sup>[SEP]</sup>	Да	n/a	n/a	10	1.43	156,970
Wijster <sup>[SEP]</sup> [2012]	Да	1975	1985	35	2	240,000
Norte III-B [2012]	Да	2006	2010	7	3.1	434,000

**Таблица 4-2 Характеристики потока свалочного газа при системе Multiwell (часть 2)**

Полигон	Старт измерения потока	Окончание измерения потока	Поток (м3/h)	CH4 (%)	LFG поток/га (м3/час/га)	LFG поток/1000м3 отходов (м3/час/1000*м3)
Schinnen (фаза 3) [2015]	23-7-2015	5-8-2015	93.8	44	94	0.67
Самара [2013]	3-4-2015	3-4-2015	360	47.5	600	5.45
Boeldershoek (фаза 1, 2, 3) [2015]	19-12-2014	19-12-2014	12.7	42.5	56	0.56
Vink (тест 5-ти скважин): скважины 42 – 46 [2014]	11-9-2014	11-9-2014	28		200	2.00
Zabrze [2014] <sup>[SEP]</sup>	24-3-2013	18-6-2013	134	55	94	0.85
Wijster <sup>[SEP]</sup> [2012]	Май 2012	Май 2012	40	60	20	0.17
Norte III-B [2012]	3-2-2011	3-7-2011	700	44	226	1.61
<b>Среднее (искл. Самара и</b>				<b>48.7</b>	<b>119.2</b>	<b>1.00</b>



Zabrze)			
Среднее (вкл. Самара и Zabrze)	48.8	184.3	1.62

n/a – не доступно

Не предоставлено начальных и финальных сроков работ на мусорных полигонах в Самаре и Zabrze (см. таблицу 4-1). Средний возраст отходов рассчитан исходя из прогнозов Multriwell.

Приведены доступные данные только из расчета на 1 гектар (полигон в Schinnen). После завершения работ в 2015 году, системы Multriwell будут присутствовать на 4,5 га на данном полигоне.

Данные, используемые в таблице 4-1 и 4-2 для сравнения между двумя системами экстракции являются:

- Площадь добычи (га)
- Измеряемый расход свалочного газа (м<sup>3</sup>/час)
- Возраст отходов (годы)
- Объем отходов на территории добычи газа (м<sup>3</sup>)
- Просчитанный поток свалочного газа (м<sup>3</sup>/час) на гектар
- Просчитанный поток свалочного газа (м<sup>3</sup>/час) на объем отходов (1000\*м<sup>3</sup>)

## 4.2 Результаты сравнения традиционных и Multriwell систем

### 4.2.1 Использование приведенных данных

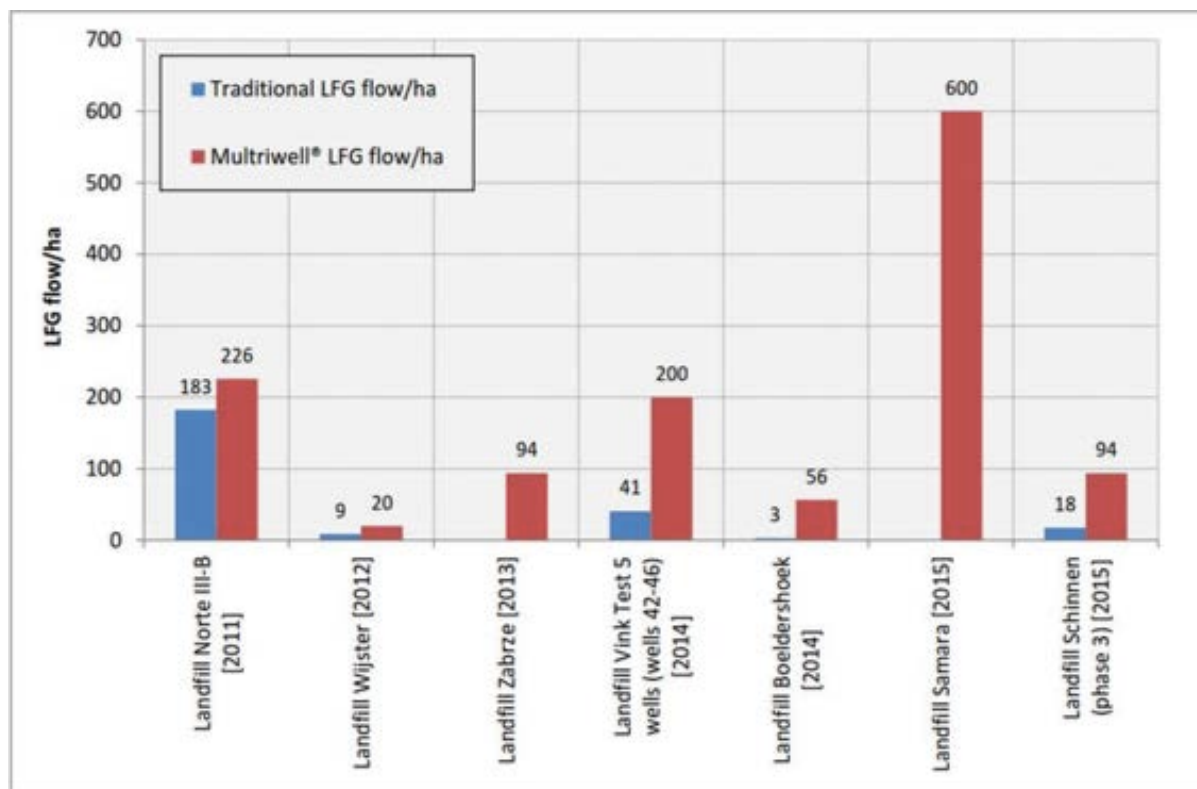
На полигоне Zabrze представлена традиционная система добычи газа в рабочем состоянии. Однако, приведенные данные по потоку свалочного газа (128 м<sup>3</sup> /час) не являются надежными для сравнения.

На графике ниже показаны результаты использования обеих систем с пяти мусорных полигонов. В Norte III-B был оценен традиционный поток. Все остальные данные измеряют газовые потоки.

На полигонах Vink и Schinnen Multriwell устанавливалась на территории традиционной системы добычи газа.

Самарский полигон добавлен в график для сравнения, хотя на территории нет действующей традиционной системы. Полигон в Zabrze – традиционный, но результаты не могут быть надежными.

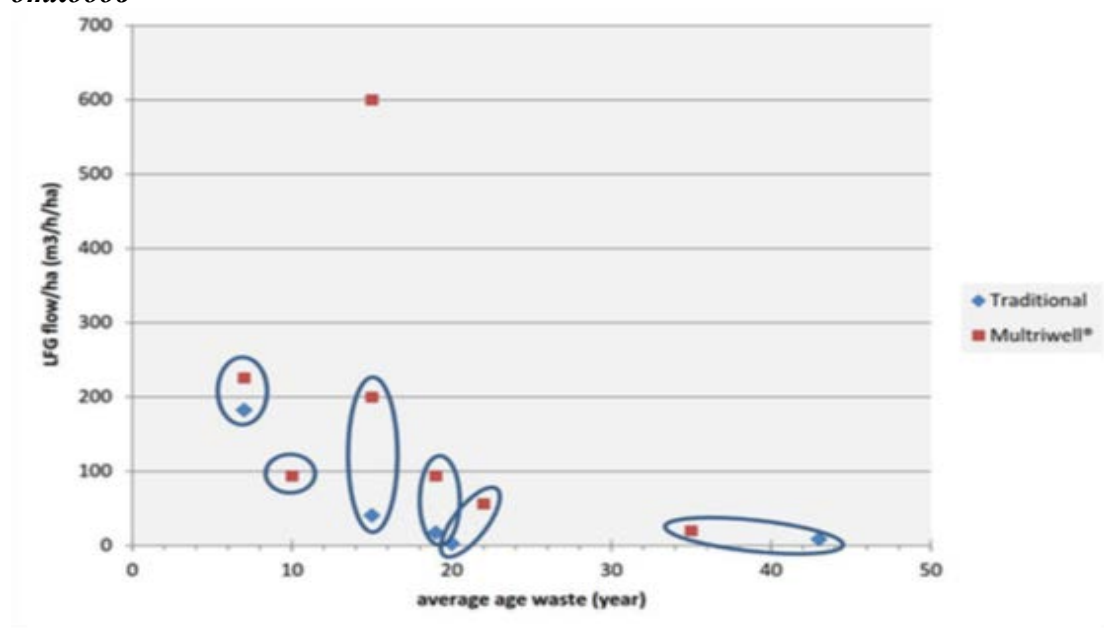
Рисунок 4-1 Традиционная добыча vs. Multriwell (поток/га)



На всех пяти полигонах показатели добычи свалочного газа одного возраста с помощью системы Multriwell выше, чем при традиционной системе (см. таблицы 4-1 и 4-2). Поток на Самарском полигоне заметно больше, чем все остальные, что может быть обусловлено составом отходов.

На рисунке 4-2 показаны результаты семи мусорных полигонов обеих систем добычи свалочного газа. Поток газа представлен в виде зависимости от среднего возраста отходов. Одни и те же полигоны отмечены маркеры.

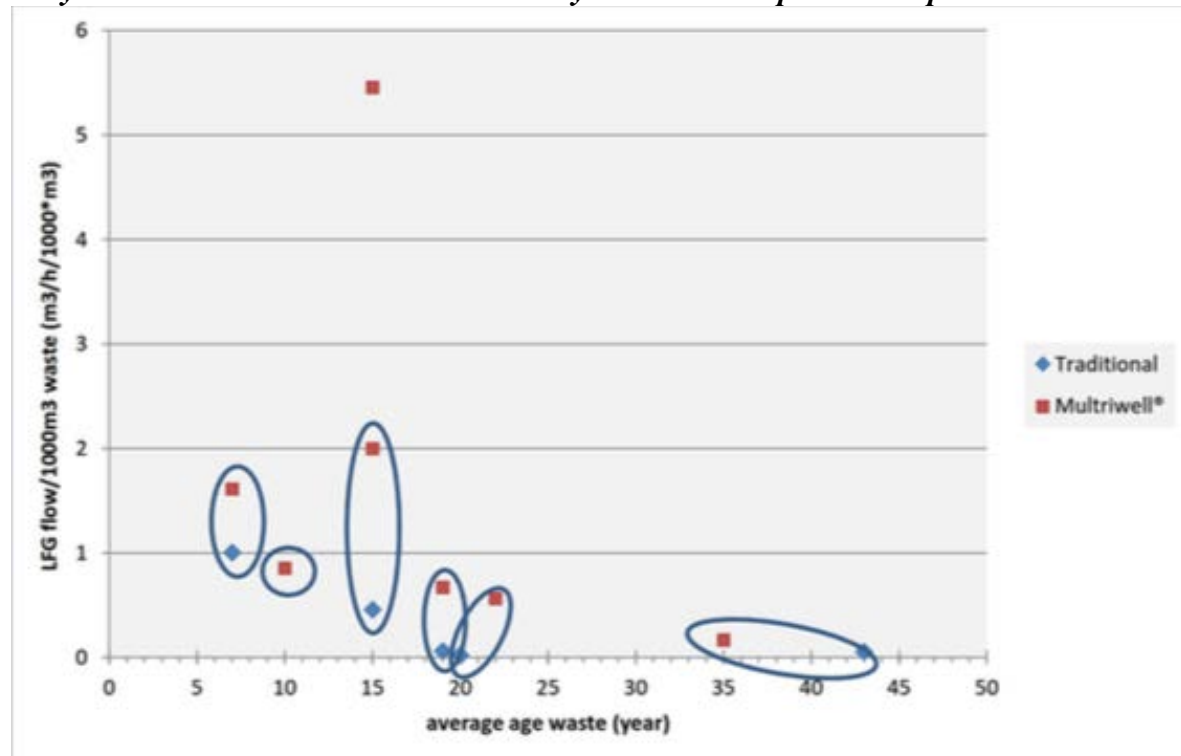
**Рисунок 4-2: Поток свалочного газа на гектар в зависимости от среднего возраста отходов**



Поток на гектар ожидаемо снижается при увеличении среднего возраста отходов. Для сравнения среднего возраста отходов были взяты участки как с традиционными, так и с Multiwell системами. Поток добычи на участок с установленной Multiwell системой на всех пяти локациях значительно больше, чем на локациях с установленной традиционной системой.

На рисунке ниже изображен поток на единицу объема к среднему возрасту отходов. Одни и те же полигоны отмечены маркерами.

**Рисунок 4-3 Поток свалочного на тонну отходов vs. средний возраст отходов**



Данный график показывает приблизительно те же результаты, что и график 4-2. Поток добычи на единицу объема отходов при помощи системы Multriwell на всех пяти полигонах заметно выше, чем при традиционной системе.

**Таблица 4-3 Соотношение добычи свалочного газа при помощи традиционной и Multriwell систем к объему и площади отходов**

Полигон	Соотношение добычи LFG – Multriwell vs. Традиционная (на объем отходов) (Multriwell:1)	Соотношение добычи LFG – Multriwell vs. Традиционная (на площадь) (Multriwell:1)
Schinnen (фаза 3) [2015]	11.3	5.3
Самара [2013]		
Boeldershoek (фаза 1, 2, 3) [2015]	28.4	19.6
Vink (тест 5-ти скважин): скважины 42 – 46 [2014]	4.4	4.9
Zabrze [2014] <sup>[1]</sup> <sub>[SEP]</sub>		
Wijster <sup>[1]</sup> <sub>[SEP]</sub> [2012]	3.1	2.3
Norte III-B [2012]	1.6	1.2
<b>Среднее</b>	<b>9.7</b>	<b>6.7</b>

Соотношение добычи свалочного газа (Multriwell vs. традиционная система) равен 9.7 к объему отходов и 6.7 к площади отходов, что является ощутимым результатом. Система Multriwell имеет герметичное покрытие, поэтому коэффициент, равный 2-м, был вполне ожидаемым. По-видимому, система Multriwell увеличивает производство свалочного газа (на единицу объема) с дополнительным коэффициентом в 4,9, соответственно, система Multriwell значительно увеличивает анаэробную активность массива отходов. Данные с полигона Norte III-B являются менее надежными, и если их исключить, соотношение становится равным 11,8, или другими словами, производство свалочного газа на голландских полигонах увеличивается с коэффициентом в 5,9.

Из-за отсутствия данных ничего не известно, как долго будет продолжаться подобная повышенная активность. Необходимы дополнительные измерения на более длительный период времени. Ожидается, что поток свалочного газа с течением времени значительно снизится. Это произойдет потому, что общее количество органического материала является конечным и установка системы не влияет на общее количество разлагающегося органического материала.

#### 4.2.2 Использование голландских данных исследования

Таблица ниже показывает результаты расчётов четырех голландских мусорных полигонов с установленной традиционной системой. Расширенные данные о потоках свалочного газа доступны в период с 2002 по 2014 год (ежегодное голландское исследование отходов).

Пиковый поток соответствующего периода сравнивается с потоком, полученным в результате работы системы Multriwell в тех же местах.

Результаты показывает преимущество системы Multriwell над традиционной в пиковое время в период с 2002 по 2014 годы (коэффициент в 5.4). Даже если не брать в расчет герметичное покрытие системы Multriwell, показатель продолжает быть гораздо выше, чем у традиционной системы (коэффициент в 2,7).

Полученные результаты примечательны тем, что система Multriwell установлена на более старых отходах, подразумевающих более низкий поток свалочного газа.

**Таблица 4-4 Максимальный поток свалочного газа на единицу объема отходов в традиционной системе vs. посчитанный Multriwell поток на единицу объема отходов (м3/h/1000\*м3).**

Мусорный полигон	Традиционная система		Multriwell система		С покрытие м	Без покрытия
	Максимальный поток LFG/1000 м3 отходов (м3/час/1000*м3).	Предполагаемый максимальный поток после укупорки/1000 м3 отходов* (м3/час/1000*м3).	Средний возраст отхода в	Поток LFG/1000 м3 отходов (м3/час/1000*м3).	Соотношение добычи LFG (Multriwell vs. традиционная) (на объем отходов) (Multriwell : 1)	Соотношение добычи LFG (Multriwell vs. традиционная) (на объем отходов) (Multriwell : 1)
<b>Schinnen (фаза 1, 2, 3)</b>	0.11	0.22	19	0.67	6.0	3.0
<b>Boeldershoek (фаза 1, 2, 3) [2015]</b>	0.11	0.22	22	0.56	5.2	2.6
<b>Vink</b>	0.21	0.43	15	2.00	9.3	4.7
<b>Wijster</b>	0.20	0.40	35	0.17	0.8	0.4
<b>Среднее</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>		<b>0.8</b>	<b>5.4</b>	<b>2.7</b>

## 5. Заключение и рекомендации

### 5.1 Заключение

О работе системы Multriwell можно сделать следующие выводы:

- Опыт, накопленный за последние шесть лет, служит доказательством того, что система Multriwell является хорошей альтернативой для извлечения свалочного газа из массива отходов.
- Соотношение добычи свалочного газа к объему отходов (Multriwell vs. традиционная система) равен 9,7. Система Multriwell имеет герметичное покрытие, поэтому коэффициент, равный 2, был вполне ожидаемым. По-видимому, система Multriwell увеличивает производство свалочного газа (на единицу объема) с дополнительным коэффициентом в 4,9, что способствует системе Multriwell значительно увеличивать анаэробную активность массива отходов. Если брать в расчет данные исключительно с голландских полигонов, то коэффициент возрастет до 5,9.
- Результаты расчетов показывают преимущество системы Multriwell над традиционной системой в пиковое время в период с 2002 по 2014 годы (коэффициент равен 5,4). Даже если не брать в расчет герметичное покрытие системы Multriwell, показатель продолжает быть гораздо выше по сравнению с традиционной системой (коэффициент в 2,7). Полученные результаты примечательны тем, что система Multriwell устанавливается на более старых отходах, подразумевающих более низкий поток свалочного газа.
- Так как система Multriwell обеспечивает более высокий поток свалочного газа по сравнению с традиционной системой, ожидаются более высокие прибыли от добычи свалочного газа.
- Система Multriwell предотвращает эмиссии парниковых газов в атмосферу.
- Неконтролируемые эмиссии свалочного газа, обладающего неприятным запахом, нивелируются при использовании системы Multriwell благодаря элементу герметического покрытия.

### 5.2 Рекомендации

Из работы системы Multriwell можно сделать следующие рекомендации:

- Дополнительные измерения в течение более длительного периода (6 лет на данный момент) необходимы для того, чтобы понять, смогут ли потоки свалочного газа поддерживаться на должном уровне. Наиболее подходящий для данных целей по причине своего размера полигон Schinnen должен быть использован для более длительного наблюдения.
- Возможная тема дальнейших исследований будет заключаться в совершенствовании производства свалочного газа путем инъекций воды / фильтрата / воздуха. До сих пор не известны примеры применения воды в мусорных полигонах через систему Multriwell. Добавив воду / фильтрат в массив отходов, можно спрогнозировать дополнительное производство свалочного газа.

## 6. Список литературы

1. [Attero, 2011]: Report: Evaluatie: Aanleg proefvak Multriwell. Als onderdeel van de aanleg bovenafdichting Wijster 3.1, Attero, versie 4, 20-09-2011. (in Dutch)
2. [Attero, 2012]: Report: Proefvak Multriwell Wijster, Tussentijdse evaluatie van resultaten uit het aangelegde proefvak, Attero, versie 3, 16-10-2012. (In Dutch)
3. [Ecofys, 2011] Stortgasemissies Duurzaam Stortbeheer. Luchien Luning en Hans Oonk. Juni 2011 (in Dutch)
4. [EPA, 2012]. International Best Practices Guide for Landfill Gas Energy Projects, US EPA, 2012.
5. [Grontmij, 2001]: Report: Evaluatie stortgasproductie en –winning stortplaats Schinnen, Gront- mij, reference W&R-99023141-OC/EMa, date 02-11-2001 (In Dutch)
6. [Grontmij, 2012]: Report: Aftercare plan VAM Wijster, Grontmij, reference GM-0067745, date 12-06-2012
7. [Grontmij, 2014]: Report: Aftercare plan Schinnen version 2013, Grontmij, reference GM-0122161, date 13-01-2014
8. [Kiwa, 2015]: Report: Levensduurbeoordeling van Multriwell systeem, Kiwa, DKW 15006JB, 8 juli 2015 (In Dutch)
9. [Laner, 2011]. Dissertation Understanding and evaluating long-term environmental risks from landfills. Vienna University of Technology. Juni 2011.
10. [Mabanaft, 2011]: Assessment of the Mutriwell gas extraction system for landfills – intermediate report. March 1st 2011
11. [Multriwell, 2012]: Powerpoint Presentation, Multriwell durable gas extraction, version 3.3, date October 2012
12. [Multriwell, 2014]: Excelfile, Reference list Multriwell Projects, date 7-7-2014
13. [Overzet, D., Woelders H., 2013]: Results of additional vertical gas extraction system in old landfill (Multriwell), Proceedings Sardinia 2013.
14. [Scharff, 2005] Landfill gas production and emission on former landfills. October 2005.
15. [Scheepers and van Zanten 1994] Handleiding stortgaswinning. Adviescentrum stortgas. augustus 1994 (in Dutch)
16. [TerrAdvies, 2010A] Provisional report test field gas extraction Afvalverwerking Vink BV, document number 20094501-03, date 08-02-2010
17. [TerrAdvies, 2010B]: Letter, 'Update results Multriwell System Afvalverwerking Vink, reference 2010 2901-01, date 22 July 2010
18. [TerrAdvies, 2011A]: Letter, 'Reaction on questions on Assessment Multriwell system', reference 2011 2202-01, date 22 February 2011
19. [TerrAdvies, 2011B]: Report, 'Landfill site C.D.F. Buenos Aires, report number 20110701 ver- sion 2, date 27 February 2011
20. [TerrAdvies, 2012]: Report: Landfill gas test report, Preobrazhenka Landfill, Samara, Russia, PSOM9/RF/4/92, date 28-11-2012
21. [TerrAdvies, 2013A]: Letter, 'Multriwell testfield Zabrze', reference 2013 0426-01,

- date 2 July 2013
22. [TerrAdvies, 2013B]: Letter, 'Multriwell testfield Zabrze', reference 2013 1104-01, date 4 November 2013
  23. [TerrAdvies, 2014A]: Letter, 'Multriwell Boeldershoek', doc. Number: 20145101-01, date 21 December 2014
  24. [TerrAdvies, 2014B]: Letter, 'Gas optimalisatie, afvalverwerking Vink, doc. Number: 201438021-01, date 30 September 2014
  25. [UNFCCC, 2006]: Project design document form (CDM-PDD), United Nations Framework Convention on Climate Change, version 3, date 28 July 2006
  26. [Vink, 2015] Word file, answers questionnaire on experiences with Multriwell system, date may 2015



## **Приложение 1**

### **Фотографии установки Multriwell**

*Фотография А1-1 Установка Multriwell V-типа на тестовом полигоне в Barneveld*



*Фотография А1-2 Установка Multriwell V-типа*



*Фотография А1-3 Установленная Multriwell V-типа*



*Фотография А1-4 Подсоединение Н-типа к V-типу*





*Фотография А1-5 Подсоединение Н-типа к перфорированному осушительному коллектору*



*Фотография А1-6 Общий вид Н-типа на пористом выравнивающем покрытии*



## **Приложение 2**

### **Характеристики системы извлечения свалочного газа**

Полигон	Schinnen (фаза 3)	Boeldershoe k (фазы 1,2,3)	Zabrze	Vink (тест 5) (скважины 42-46)	Самар а	Wijster	Norte III- B
<b>Общие характеристики</b>							
Локация	Schinnen	Hengelo	Zabrze	Barneveld	Самара	Wijster	Buenos Aires
Страна	Нидерланд ы	Нидерланды	Польш а	Нидерланд ы	Россия	Нидерланд ы	Аргентин а
Общая площадь (га)	22	55	10	38	>50	90	100
Объем отходов 2015 (млн м3)	2.5	6.8	0.24	4.8	n/a	14.8	1.2
Площадь традиционной добычи LFG (га)	8.49	47.1	1.43	14	n/a	90.2	100
Площадь Multriwell добычи LFG (га)	4.5	0.225	1.395	0.14	0.6	0.55	3.0
Установка Multriwell (год)	2015	2014	2013	2013	2012	2011	2010
Сетка скважин (мXм)	3x3	3x3	3x3	3x3	4x4	4x5	4x4
Средняя глубина установки (м)	14	10	11	10	11	12	14
Мах глубина установки (м)	22	11	21	17	20	15	20
Продолжительност ь установки (дни)	19	2	15	5	2	5	9
<b>Характеристики LFG потока (традиционная система)</b>							
Укупорка	частичная	нет	нет	частичная	нет	нет	нет
Старт работ (год)	1992	1985	n/a	1985	n/a	1930	2006
Окончание работ (год)	2000	2005	n/a	2015	n/a	2015	2010
Средний возраст отходов (годы)	19	20	10	15	15	42.5	7
Площадь (га)	8.49	47.1	1.43	14	n/a	90.2	6.62
Объем отходов (м3)	2,525,775	6,800,000	242,590	1,250,000	n/a	14,800,000	1,203,600
Старт измерения потока	23-7-2015	1-1-2014	n/a	11-9-2014	n/a	1-1-2012	18-9-2010
Окончание измерения потока	5-8-2015	31-12-2014	n/a	11-9-2014	n/a	31-12-2012	2-10-2010
Поток (м3/час)	150	135	128	571	n/a	797	1209
CH4 (%)	n/a	n/a	43.5	52	n/a	n/a	57
LFG поток/га (м3/час/га)	17.7	2.9	89.7	40.8	n/a	8.8	182.6
LFG поток/1000м3 отходов (м3/час/1000*м3)	0.06	0.02	0.53	0.46	n/a	0.05	1.00
<b>Характеристики LFG потока (Multriwell система)</b>							
Укупорка	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Старт работ (год)	1992	1993	n/a	1985	n/a	1975	2006
Окончание работ (год)	2000	1994	n/a	2015	n/a	1985	2010
Средний возраст отходов (годы)	19	21,5	10	15	15	35	7
Площадь (га)	1	0.225	1.427	0,14	0.6	2	3.1
Объем отходов (м3)	140,000	22,500	156,970	14,000	66,000	240,000	434,000
Старт измерения потока	23-7-2015	19-12-2014	24-3- 2013	11-9-2014	3-4- 2015	Май 2012	3-2-2011
Окончание измерения потока	5-8-2015	19-12-2014	18-6- 2013	11-9-2014	3-4- 2015	Май 2012	3-7-2011
Поток (м3/час)	93.8	12.7	134	28	360	40	700
CH4 (%)	44	42.5	55		47.5	60	44

---

LFG поток/га (м3/час/га)	94	56	94	200	600	20	226
LFG поток/1000м3 отходов (м3/час/1000*м3)	0.67	0.56	0.85	2.00	5.45	0.17	1.61

---

## **Приложение 3**

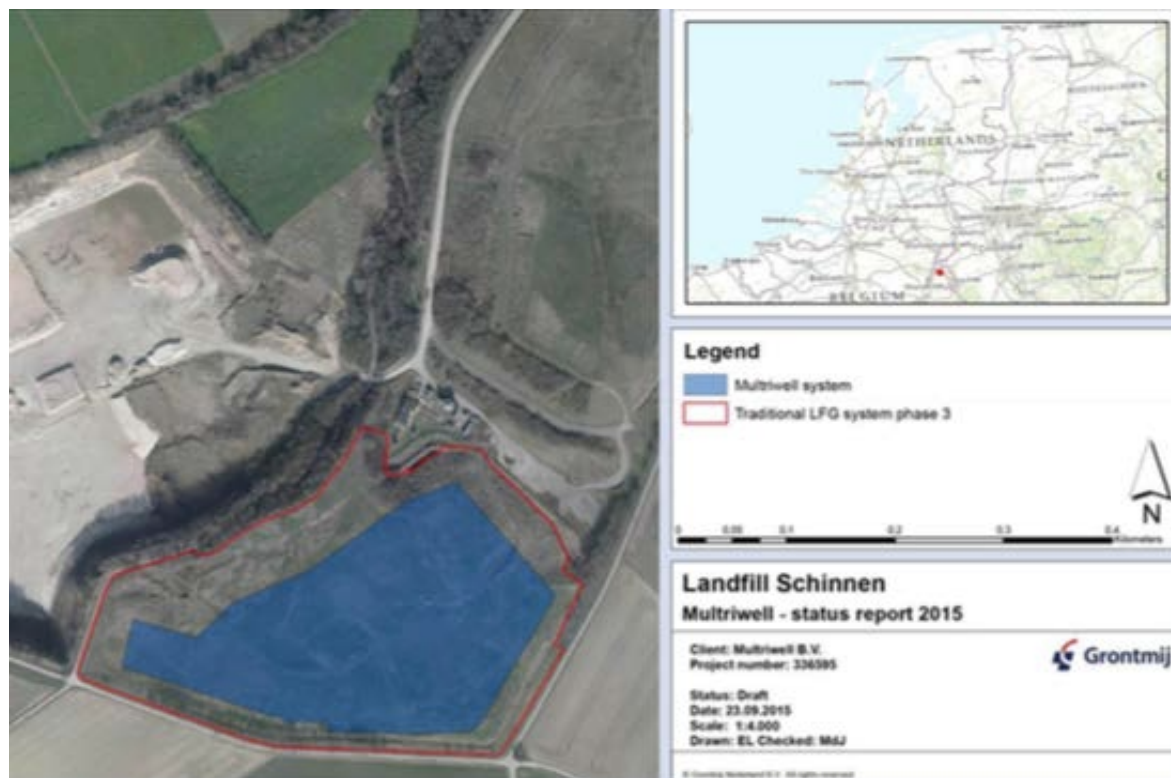
**Мусорная свалка в регионе Schinnen, Нидерланды**



## Мусорная свалка в регионе Schinnen, Нидерланды

На рисунке ниже показано местоположение полигона Schinnen в Нидерландах. Область, в которой установлена система Multriwell, отмечена синим цветом.

*Рисунок A2-1 расположение полигона Schinnen*



### Описание локации / система Multriwell

Полигон Schinnen является закрытым муниципальным участком мусорных отходов (22 га) на юге Нидерландов, недалеко от города Schinnen. Оператор площадки – Attero, компания по обработке отходов, принадлежащая Waterland, группе по инвестициям в непубличные акции.

Полигон расположен в старом песчаном карьере. Кроме бытовых отходов здесь также захоронены асбест, промышленные отходы, загрязненная почва, отходы строительства и сноса, осадок сточных вод в трех мусорных фаз.

*Таблица A2-1: Полигон Schinnen [Grontmij 2014]*

	Поверхность (га)	Старт работ (год)	Окончание работ (год)	Толщина отходов min (м)	Толщина отходов max (м)	Объем отходов (м3)	Итоговая укупорка (газоне-проницаемость)
Фаза 1/2А	8.26	1973	1983	25	31	2.312.800	1993
Фаза 2В	4.90	1983	1993	10	29	955.500	2008
Фаза 3	8.49	1992	2000	26	33.5	2.525.775	2014 / 2015
<b>ИТОГО</b>	<b>21.65</b>					<b>5.794.075</b>	

Обе фазы 1 и 2 не имеют базового покрытия, но имеют окончательное покрытие Trisoplast® (газонепроницаемое). Фаза 3 имеет базовую комбинацию покрытия и окончательного покрытия Trisoplast® (газонепроницаемое). Во всех трех фазах речь идет о традиционной системе добычи свалочного газа. Ее характеристики указаны в таблице A2-2.

**Таблица A2-2: Система свалочного газа на полигоне Schinnen [Grontmij 2014]**

	Год установки	Количество скважин	Мак глубина (м)
Фаза 1/2А	1992	27	16
Фаза 2В	1992	20	16
Фаза 3	n/a	26*	n/a
<b>ИТОГО</b>		<b>73</b>	

\* запланированное количество традиционных вертикальных скважин

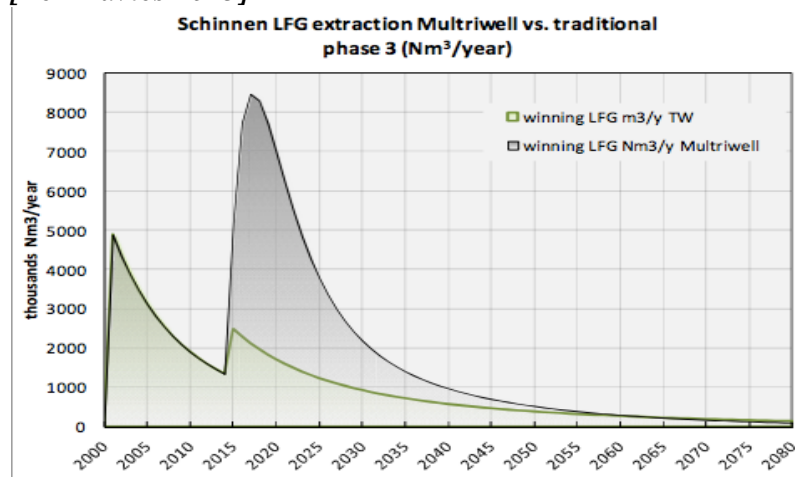
n/a – данные не известны

На данном полигоне система Multiwell установлена в фазе 3 на площади 45000 м<sup>2</sup>. Фаза 3 покрыта системой покрытия с HDPE геомембраной + Trisoplast® (87500 м<sup>2</sup>). Также на полигоне частично присутствует традиционная система (только на этапе 1 и 2). Отходы в фазе 3 были захоронены в период с 1992 до 2000 года. Они в основном состоят из бытовых отходов (50%), иловых осадков (30%) и почвы (20%).

### Прогноз по свалочному газу

Прогноз предоставлен компанией TerrAdvies для фазы 3 на участке в 4,5 га (см. рисунок A2-2). Из данного моделирования можно сделать вывод, что к 2017 году (через два года после установки в фазе 3) ожидается увеличение с коэффициентом в 4.0 (243 м<sup>3</sup> /час традиционная система к 968 м<sup>3</sup> /час Multiwell).

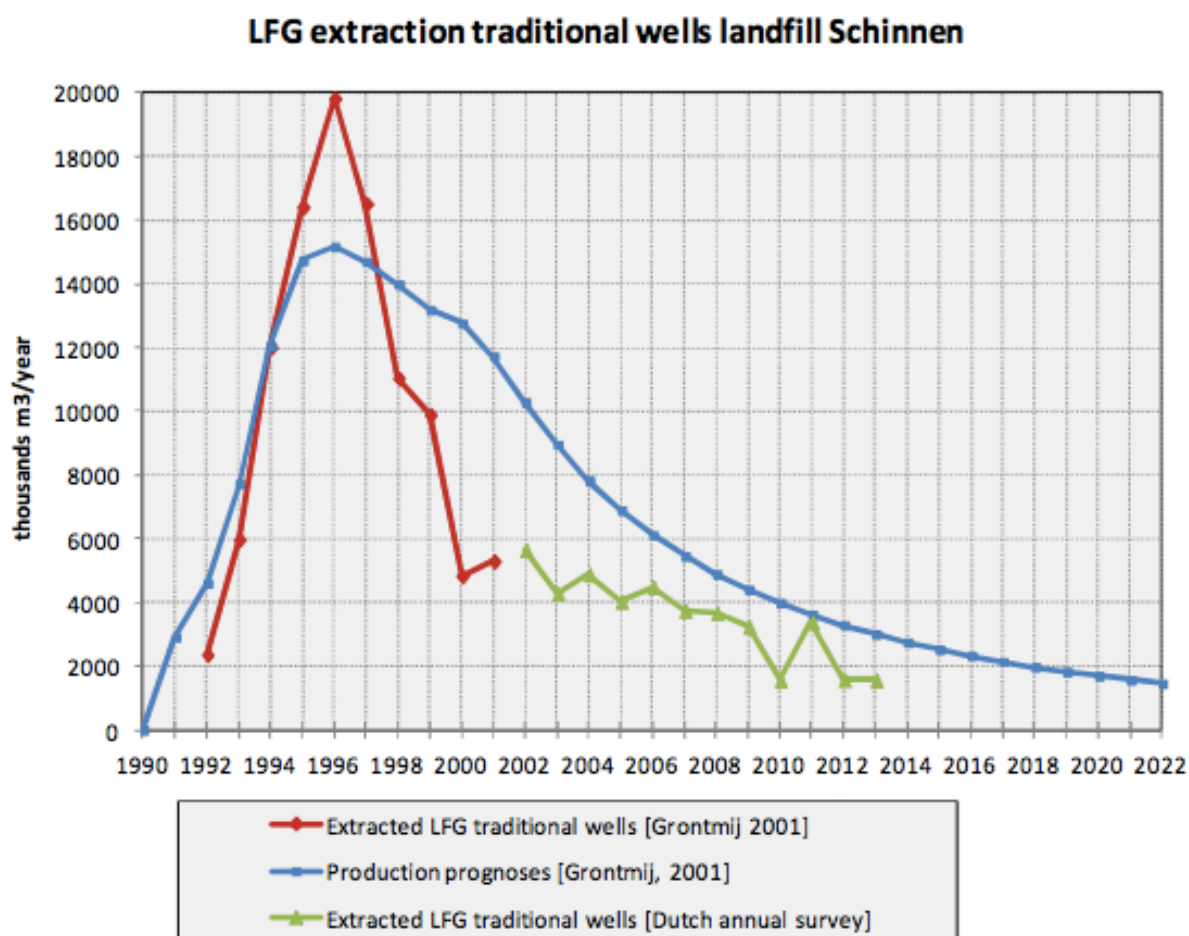
**Рисунок A2-2 Моделирование добычи свалочного газа в фазе 3 на полигоне Schinnen [TerrAdvies 2015]**



## Измерение свалочного газа

На рисунке A2-3 показан объем добычи свалочного газа (в фазах 1, 2 и 3) с 1992 до 2001 года на полигоне Schinnen с традиционной системой. На рисунке также указаны данные по извлечению свалочного газа с 1992 по 2001 год. В общей сложности в 2013 году было добыто 179 м<sup>3</sup>/час свалочного газа (по голландским исследованиям утилизации отходов 2002 -2013). На сентябрь 2015 года на полигоне Schinnen было добыто порядка 184 м<sup>3</sup>/час свалочного газа, где 35 м<sup>3</sup>/час извлеклось во время первых двух фаз, а оставшиеся 150 м<sup>3</sup>/час – во время третьей [TerAdvies 2015].

*Рисунок A2-3 Общее количество добытого свалочного газа на полигоне Schinnen при традиционной системе*



После установки системы Multiwell на первом гектаре (из 4,5) в фазе 3, в период с 23.07.2015 по 5.08.2015, с ее помощью было добыто 29,456 м<sup>3</sup> свалочного газа (см. рисунок A2-5). Можно просчитать, что среднее количество добытого газа равно 94 м<sup>3</sup>/час, в составе которого содержится примерно 44% CH<sub>4</sub>, 24% CO<sub>2</sub> и от 3 до 4% O<sub>2</sub>. Наличие кислорода спровоцировано недостаточным газонепроницаемым покрытием фазы 3. После герметичного покрытия ожидается следующее:

- более высокий поток добычи свалочного газа

- отсутствие в составе кислорода
- более высокое содержание метана [TerrAdvies 2015].

**Рисунок А2-4 Добытый свалочный газ в период с 23.07.2015 по 5.08.2015 в фазе 3 на полигоне Schinpen**



При завершении процесса подсоединения всей системы Multriwell (45000 м<sup>2</sup>) ожидается увеличение производства в 4,5 раза – порядка 420 м<sup>3</sup>/час свалочного газа с минимальным содержанием СН<sub>4</sub> в 45%. Также ожидается, что добыча газа будет увеличиваться до 600 м<sup>3</sup>/час на протяжении 3-х лет, после чего медленно пойдет на спад. Другие же области полигона с традиционной системой будут производить газ примерно в 100 м<sup>3</sup>/час [TerrAdvies 2015]. Предполагаемый поток газа (420 м<sup>3</sup>/час), извлеченный при помощи системы Multriwell из фазы 3, гораздо ниже смоделированного потока газа TerrAdvies в 970 м<sup>3</sup>/час (см. таблицу А2-2).

Смоделированная компанией Grontmij общая добыча свалочного газа в 2015 году оказалась равна 596 м<sup>3</sup>/час. После установки газонепроницаемого покрытия можно предположить, что добыча газа на полигоне Schinpen с помощью системы Multriwell будет равна 420 м<sup>3</sup>/час.

После установки системы Multriwell оператором площадки Attero было выявлено, что собранная щелочь из фазы 3 поменяла цвет. Это может служить индикатором того, что установка системы Multriwell усиливает протекающие биореакции в отходах.

## **Приложение 4**

**Мусорная свалка в регионе Boeldershoek, Hengelo, Нидерланды**

## Мусорная свалка в регионе Boeldershoek, Hengelo, Нидерланды

На рисунке ниже показано местоположение полигона Boeldershoek в Нидерландах. Область, в которой установлена система Multriwell, отмечена синим цветом.

*Рисунок А3-1 расположение полигона Boeldershoek*



### Описание локации / система Multriwell

Полигон Boeldershoek общей площадью в 55 гектаров расположен на юге Нидерландов недалеко от города Хенгело. Оператором площадки является компания Twence B.V., государственная организация по переработке отходов.

Система Multriwell была установлена на небольшой тестовой области в 2.250 м<sup>2</sup> летом 2014 года. Также на данном полигоне работает традиционная система. Отходы в тестовой области системы Multriwell были захоронены в период с 1994 до 1994 год. Они в основном состоят из бытовых отходов (50%), иловых осадков (30%) и почвы (20%).

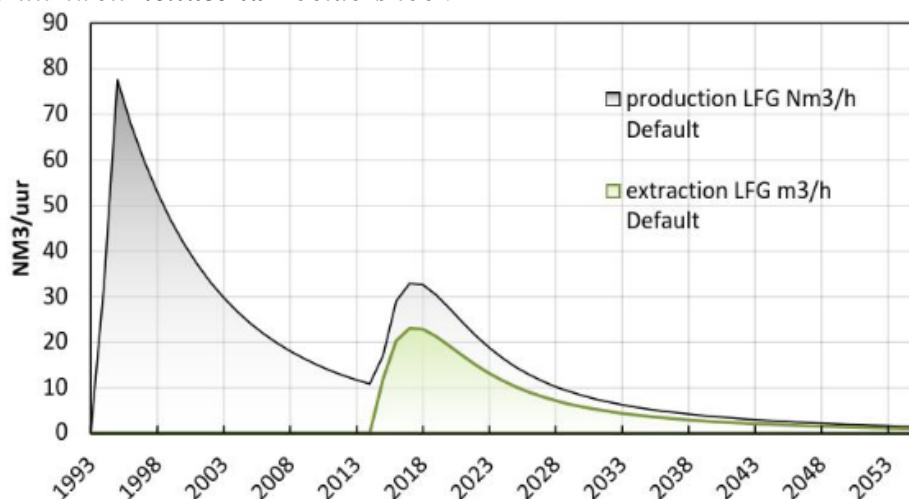
Примечание: Оператор площадки указал, что цель установки системы Multriwell на данном полигоне – удаление фильтрата из массива отходов. Поэтому в состав извлекаемого газа на свалках Boeldershoek входит добавленная стоимость.

### Прогноз по свалочному газу



Смоделированный прогноз свалочного газа на установленной на тестовой области системе Multriwell показан на рисунке А3-2. Наивысшая точка графика в 2014 году совпадает с датой установки системы. Потенциал добычи газа возрастает с 10 (произведенный газ) до 25 (добытый газ) Nm<sup>3</sup>/час.

**Рисунок А3-2 Моделирование свалочного газа на тестовой области системы Multriwell полигона Boeldershoek**

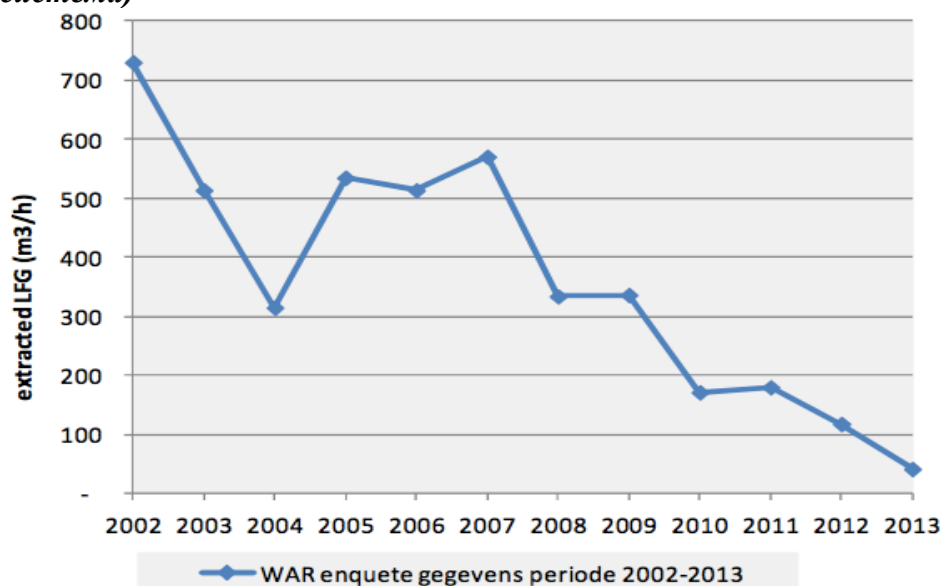


Source: TerrAdvies 2014

### Измерения полигона

На рисунке А3-3 показан средний годовой объем добычи свалочного газа при традиционной системе на полигоне Boeldershoek. Данные взяты из годового голландского исследования отходов. Однако здесь указана добыча газа со всего полигона Boeldershoek, в которой присутствует система Multriwell, расположенная на 0,225 га, в то время как традиционная система добычи установлена на 47 га. В 2013 году с ее помощью добывается примерно 1 м<sup>3</sup>/час/га.

**Рисунок А3-3 Добытый свалочный газ на полигоне Boeldershoek (традиционная система)**



WAR enquete gegevens periode 2002-2013

Скорость добычи газа при помощи системы Multiwell составила около 1 м<sup>3</sup>/час весной 2015 года (на основании словесной информации, предоставленной Twence).

Показатели потока двух систем за схожий период равны, однако стоит указать, что в случае работы системы Multiwell, данное количество было добыто из гораздо меньшей площади.

Измерения в декабре 2014 года показывают, что при давлении всасывания от 0,25 до 0,5 мбар поток добычи свалочного газа находится в пределах от 5 до 10 м<sup>3</sup>/час, при этом концентрации метана может содержать от 40 до 50% [TerrAdvies, 2014]. Это гораздо ниже смоделированного извлекаемого свалочного газа (см. рисунок А3-2).



## **Приложение 5**

**Мусорная свалка в регионе Vink, Barneveld, Нидерланды**

## Мусорная свалка в регионе Vink, Barneveld, Нидерланды

На рисунке ниже показано местоположение полигона Vink в Нидерландах. Область, в которой установлена система Multriwell, отмечена синим цветом.

*Рисунок А4-1 расположение полигона Vink*



### Описание локации / система Multriwell

Vink – это мусорный полигон в центре Нидерландов неподалеку от города Барневельд. Оператором объекта является Afvalverwerking Vink B.V., частная компания. Полигон занимает примерно 38 гектаров, на которых установлены обе системы добычи свалочного газа.

Система Multriwell была установлена в августе 2009 года, и на данный момент она является старейшей из установленных систем в мире. Настоящая система Multriwell называется “Скважина 25М” и находится рядом с традиционной скважиной №26, которая является частью традиционной системы сбора газа на этом полигоне. Multriwell установлена на расстоянии 2x2 м, глубина – 10 м под поверхностью на участке в 1600 м<sup>2</sup> [TerrAdvies, 2010A]. 26-я скважина отмечена синим цветом на рисунке А4-1 слева. Результаты первого полевого тестирования системы не упомянуты в данном отчете, так как это был первый опыт и установки, и ввода в эксплуатацию, а также по причине того, что некоторые данные не были бы надежными для сравнения с традиционной системой добычи свалочного газа.

В феврале 2013 года в пределах полигона Vink на коллекторе 43 было установлено

другое прямоугольное поле Multriwell (1,377 м<sup>2</sup>, средняя глубина 14м, на расстоянии 3х3м). Помимо этого прямоугольного поля были установлены четыре скважины (42, 44, 45 и 46). Из этих скважин Multriwell V-типа с 16 по 32 были вставлены в массив отходов под углом. Упомянутые выше четыре скважины соединены в одно устье скважины, и состояние этих четырех установленных скважин описываются в настоящем отчете.

**Таблица А4-1 Характеристики установленной системы Multriwell 2013**  
**[TerrAdvies, 2014]**

Номер	Характеристика	Средняя глубина Multriwell V-типа (м)
42	Одиночная скважина, V-тип установлен под углом	14
43	Поле (1,377 м <sup>2</sup> ), V-тип установлен вертикально	14
44	Одиночная скважина, V-тип установлен под углом	11
45	Одиночная скважина, V-тип установлен под углом	13
46	Одиночная скважина, V-тип установлен под углом	14

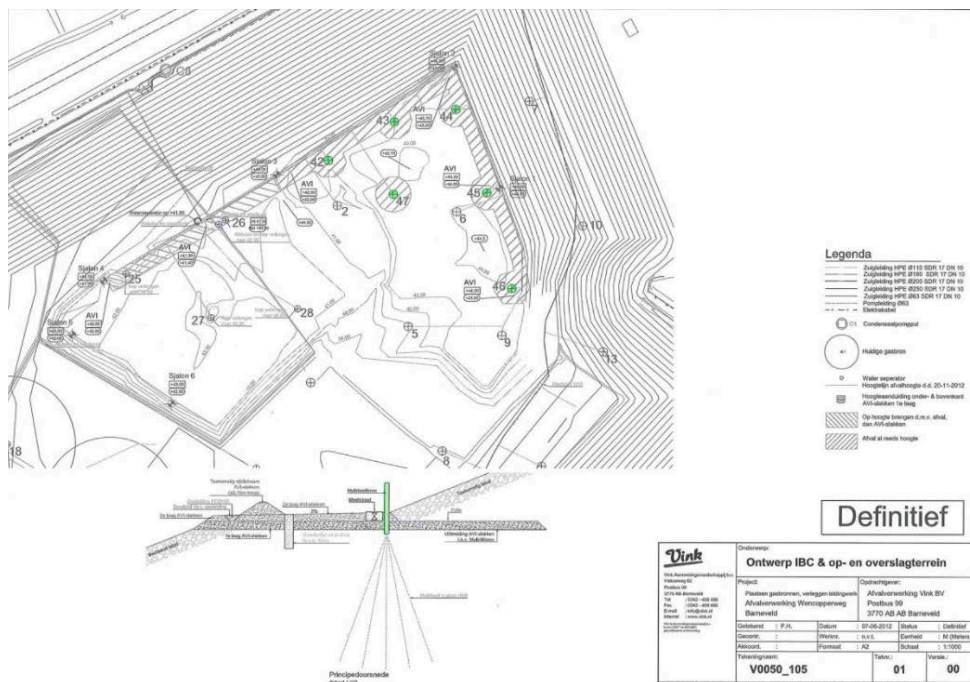
Рисунок А4-2 показывает сеть гибких скважин V-типа, установленных на скважинах 42, 44, 45, 46. Рисунок А4-3 – это изображение установленной системы Multriwell на полигоне Vink в 2013 году.

**Рисунок А4-2 Multriwell V-типа, помещенный под углом и подключенный к 1 коллектору на полигоне Vink**





**Рисунок А4-3 Расположение системы Multiwell, установленной в 2013 году на полигоне Vink**



### Прогноз по свалочному газу

Следующая таблица приводит просчитанные потоки свалочного газа системы Multiwell (скважины 42-46), основанные на измерениях, сделанных 11 сентября 2014 [TerrAdvies, 2014]



**Таблица А4-2 Просчитанный поток свалочного газа системы Multriwell [TerrAdvies, 2014]**

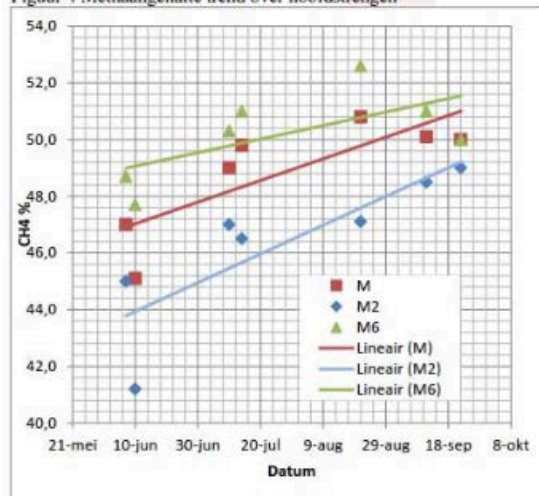
Номер	Поток LFG (м3/час), 11 сентября 2014
42	1.6
43	24
44	0.8
45	0.8
45	0.8
<b>Общий поток LFG</b>	<b>609</b>

### Измерение на полигоне

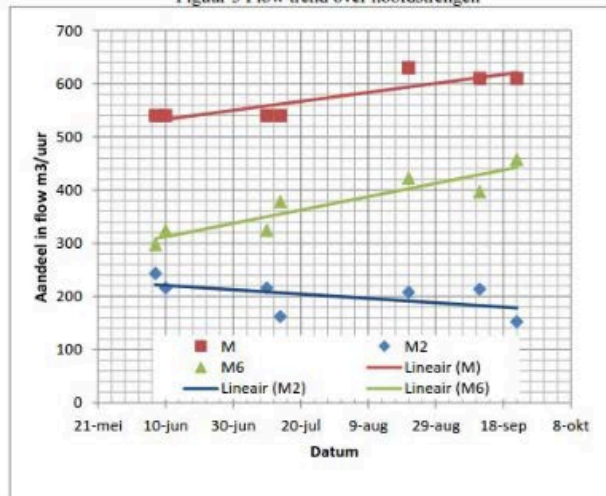
Исследования, проведенные с 19 апреля по 18 мая 2013 года, показывают следующие результаты по скважине №43: средний поток свалочного газа равен 31 м3/час со средней концентрацией метана в 47%, CO2 – 23%, отсутствием кислорода и давлением в -0.4 мбар. Площадь данного поля Multriwell равна 0.138 га, что дает потоку свалочного газа скорость примерно в 225 м3/час/га.

На графиках ниже видно, что концентрация метана и поток свалочного газа между 21 мая и 8 октября 2014 нанесены на отрезки M2 и M6. Поле Multriwell №43 и скважины 42, 44, 45, 46 являются частью отрезка M2. С момента установки системы Multriwell в феврале 2013 концентрация метана в M2 пошла вверх. Хотя поток свалочного газа и упал с отметки в 220 м3/час до 160 м3/час, это все равно остается достаточно заметным результатом. Система Multriwell поможет улучшить поток свалочного газа.

Figuur 4 Methaangehalte trend over hoofdstrengen



Figuur 5 Flow trend over hoofdstrengen



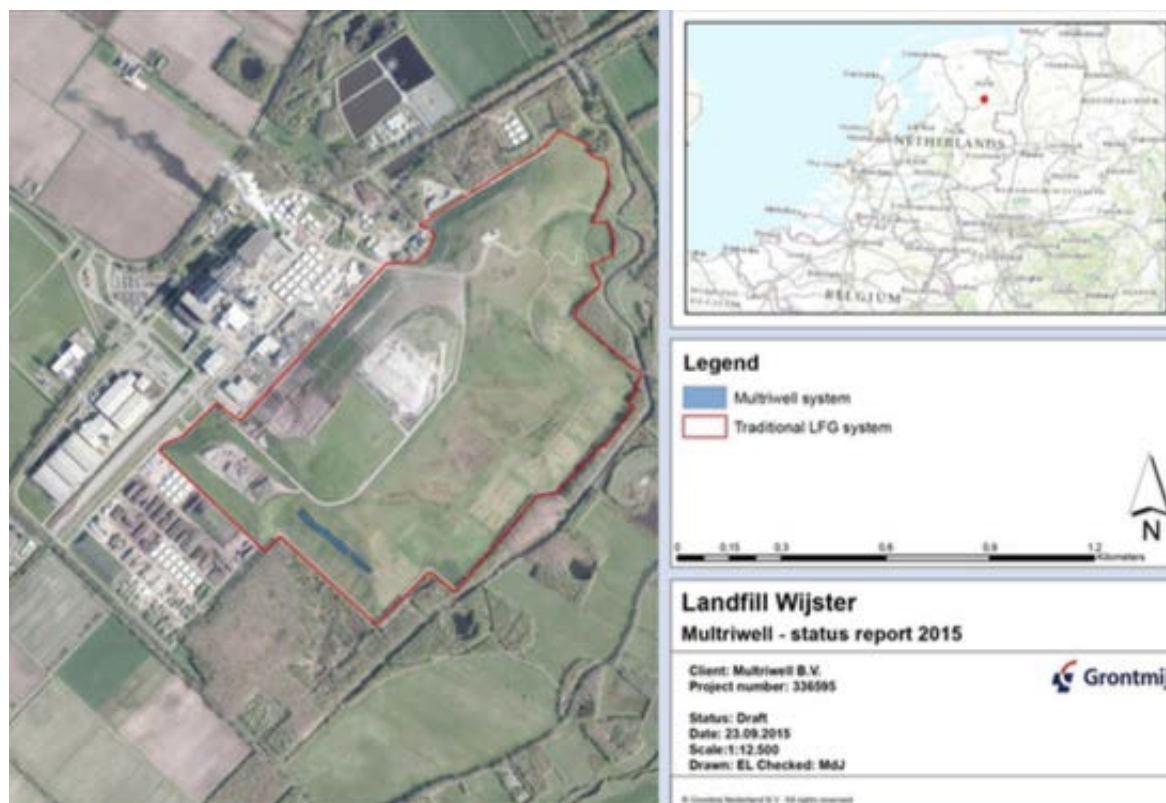
## **Приложение 6**

**Мусорная свалка в регионе VAM, Wijster, Нидерланды**

## Мусорная свалка в регионе VAM, Wijster, Нидерланды

На рисунке ниже показано местоположение полигона VAM в Нидерландах. Область, в которой установлена система Multriwell, отмечена синим цветом.

*Рисунок A5-1 местоположение полигона VAM*



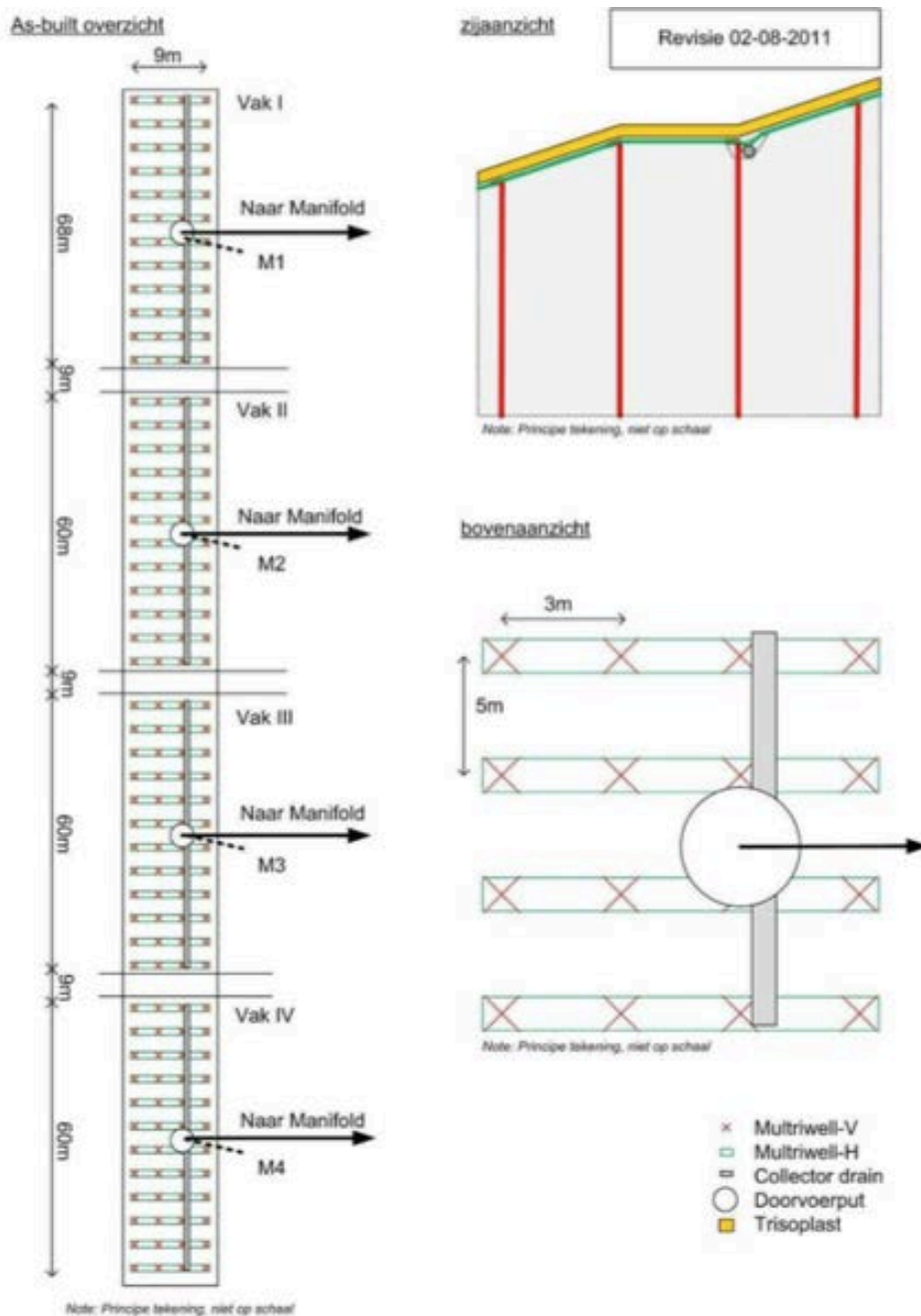
### Описание локации / система Multriwell

Полигон VAM, Wijster расположен близ города Хогевен на севере Нидерландов. Оператор данной области - Attero B.V. Полигон площадью в 90 гектаров является самым большим в Нидерландах. На территории установлена традиционная система, скважины расположены на значительном расстоянии от 50 до 70 метров друг от друга [Attero, 2011].

Область 3.1 площадью примерно в 6 га устлана одним слоем покрытия на 20 лет. Установка конечного покрытия (комбинация HDPE и минерального слоя Trisoplast®) прошла на момент установки самой системы Multriwell. В первое время свалочный газ добывался с области 3.1, но на данный момент традиционная система, установленная на этой территории, на протяжении долгого времени уже не находится в употреблении.

В 2011 году Multriwell была установлена как часть области 3.1 (на территории примерно в 20.000 м<sup>2</sup>), см. синие участки на рисунке A5-1 [Attero, 2011]. Всего было установлено 192 единицы скважин V-типа на средней глубине в 11,5 м, которые были подсоединены к 4-м коллекторам (M1 – M4) [Attero, 2011].

Рисунок А5-2 Схематический обзор систем Multriwell на полигоне VAM



### Прогнозы по свалочному газу

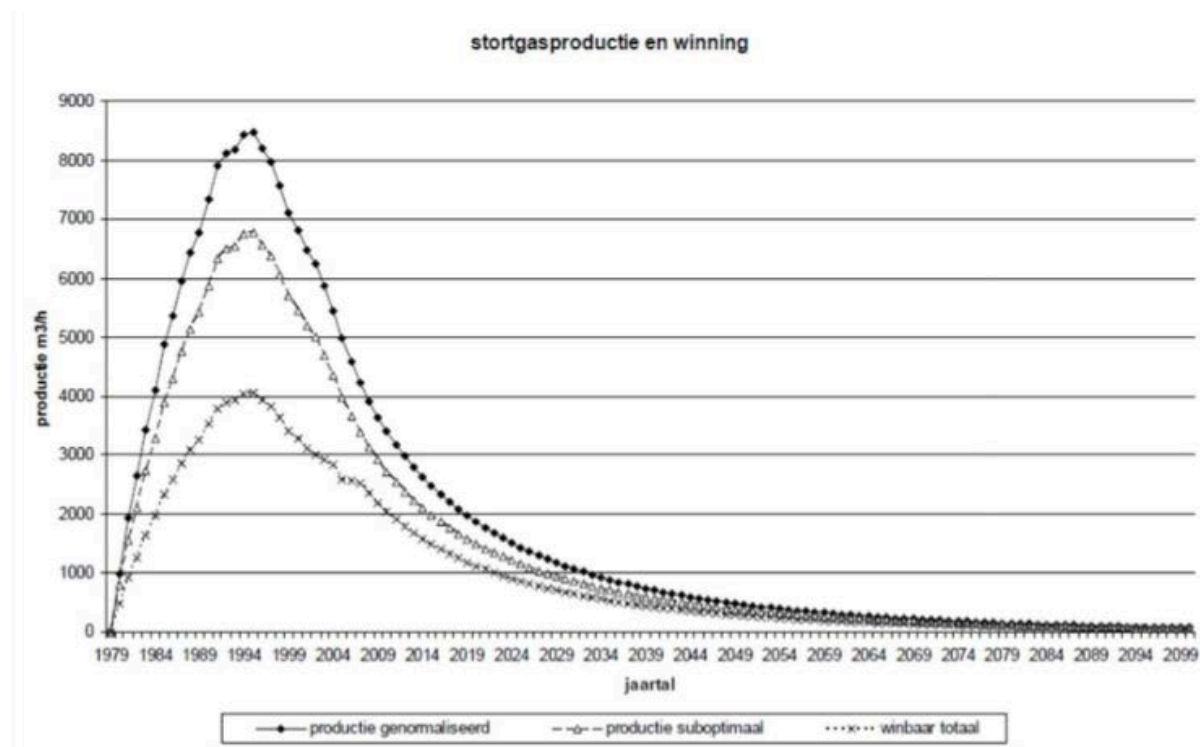
Attero подготовил бизнес-кейс только для внутреннего использования. Настоящее уточнение описано в разделе «Поправка (AWA) Multriwell.doc» от 3 мая 2011 года. В связи с этим не был подготовлен ни один публичный прогноз относительно установки системы Multriwell.

Однако, компанией Grontmij был сделан прогноз относительно традиционной системы. Смоделированное производство и добыча свалочного газа по традиционной системе на полигоне VAM показана на рисунке А5-3 [Grontmij 2012]. Прогноз заключается в том,



что в 2012 году с традиционной системой будет добыто приблизительно 2.000 м<sup>3</sup>/час свалочного газа на полигоне VAM.

**Рисунок А5-3** Смоделированное производство и добыча свалочного газа на полигоне VAM при традиционной системе [Grontmij 2012]



### Измерения свалочного газа

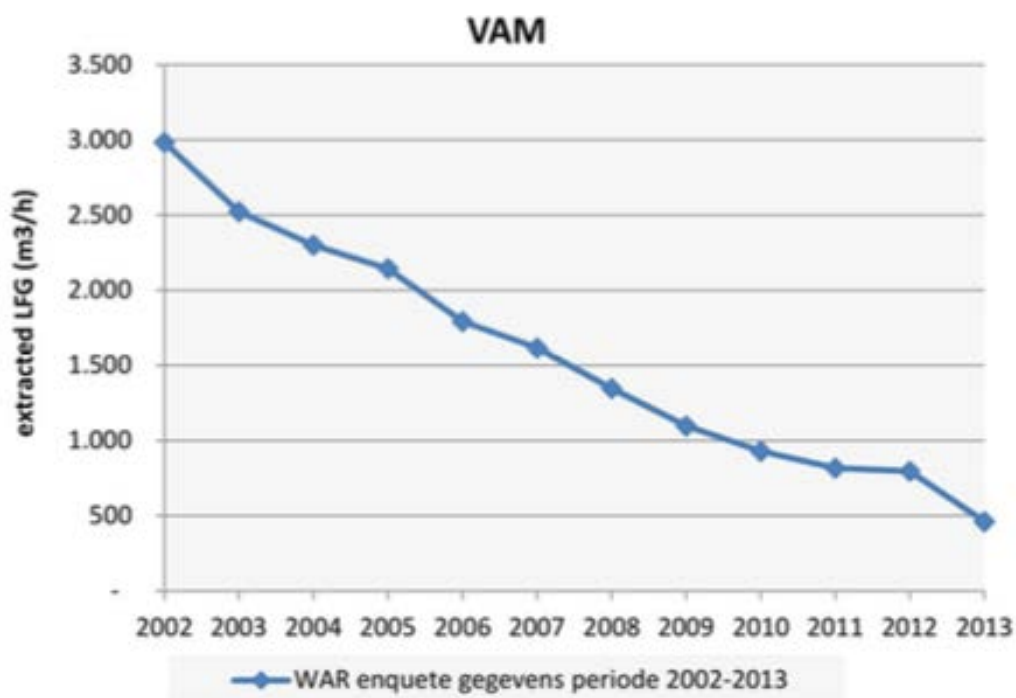
На территории, где присутствует система Multriwell, нет действующей традиционной системы. В связи с этим невозможно провести сравнение двух систем добычи газа, а также нельзя спрогнозировать поведение Multriwell.

Через год после установки, 3 из 4-х скважин (M1, M3, M4) произвели большое количество свалочного газа лучшего качества, чем ожидалось. Поток с Multriwell был оценен примерно в 40 м<sup>3</sup>/час, в состав которого входили CO<sub>4</sub> - 60%, CO<sub>2</sub> - 20% и O<sub>2</sub> – 0,5% [Attero 2012] [Overzet, D., Woelders H., 2013].

Необходимо принять во внимание, что скважина M2 была закрыта по причине низкого качества и слабого потока свалочного газа, что могло быть спровоцировано составом отходов.

Добываемые 40 м<sup>3</sup>/час при помощи системы Multriwell составляют чуть более 5% от общего количества добываемого газа через традиционную систему. Согласно ежегодным голландским исследованиям отходов, в 2012 году было добыто 797 м<sup>3</sup>/час свалочного газа с полигона VAM (см. рисунок А5-4). Однако, этот показатель показывает добычу со всей территории полигона, и Multriwell занимает немногим больше 2% всей площади.

*Рисунок А5-4 Добываемый свалочный газ с полигона VAM (по данным ежегодных голландских исследований отходов, 2002 – 2013)*



На местах Multiwell на полигоне VAM уровень неприятного запаха и фильтрата упал вблизи скважины №6. Щелочь из области 3.1 (территория Multiwell) направляется к щелочному коллектору (скважина №6). Состав щелочи поменялся после установки системы, что показывают измерения пламенно-ионизационного детектора. Также установлено, что прекратились выбросы повышенных летучих веществ. Отсутствие неприятного запаха и смена в составе фильтрата было достигнуто при помощи установки системы Multiwell [Attero 2012].

## **Приложение 7**

**Мусорная свалка в регионе Преображенка, Самара, Россия**

## Мусорная свалка в регионе Преображенка, Самара, Россия

На рисунке ниже показано местоположение полигона Преображенка в России. Область, в которой установлена система Multriwell, отмечена синим цветом.

*Рисунок А6-1 расположение полигона в Самаре*



### Описание локации / система Multriwell

Полигон Преображенка расположен вблизи города Самары в России, что в 1050 км на юго-восток от Москвы. Оператором данной площадки является ГУП «Экология».

На территории была установлена традиционная система добычи газа. Однако из-за нехватки технического обслуживания традиционная система вышла из эксплуатации, поэтому данных о добычи свалочного газа (м<sup>3</sup>/час) традиционным способом нет.

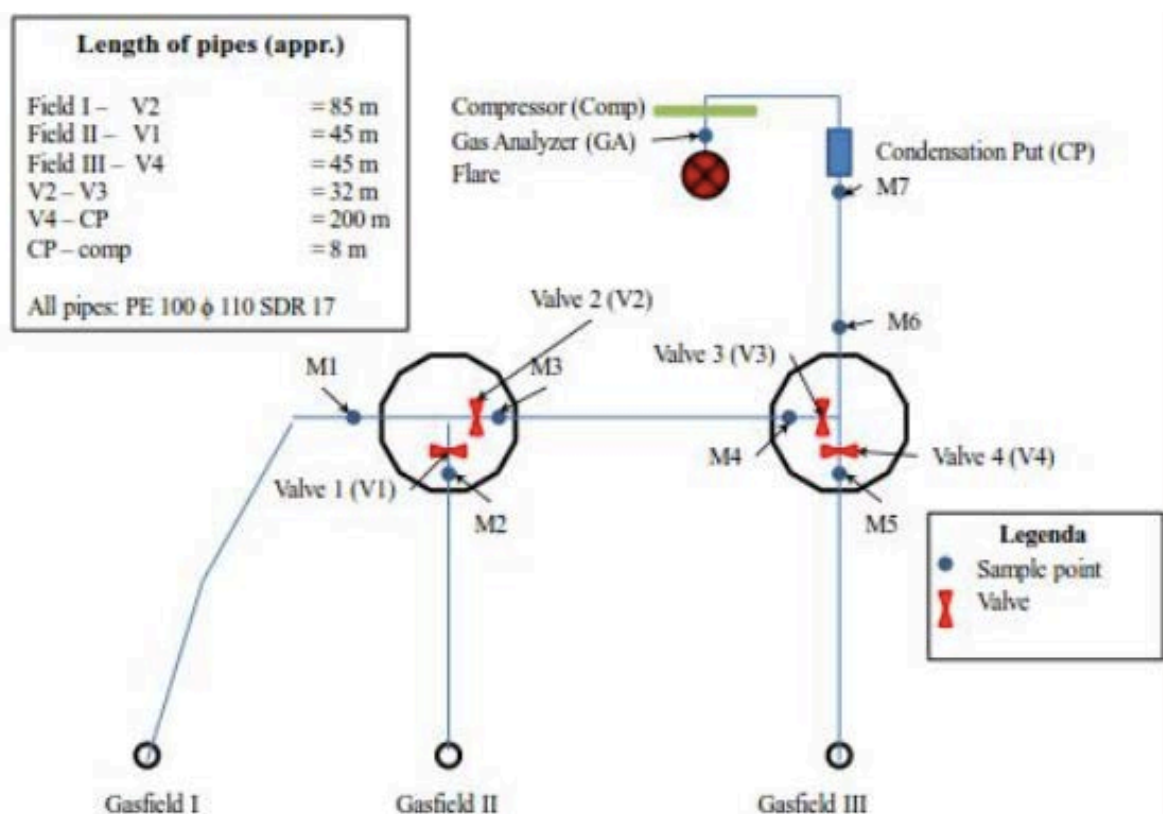
*Рисунок А6-2 Заброшенная вертикальная скважина добычи свалочного газа*



В 2012 году была установлена система Multiwell на площади примерно в 4.250 м<sup>2</sup> в пределах полигона. Всего 615 единиц V-типа было установлено на расстоянии в 4x4 м (два поля) и 2x2 м (одно поле). Внедрение гибких скважин проводилось при помощи экскаватора весом 30 тонн (CAT 330), однако можно было использовать экскаватор меньшего веса, поскольку отходы в этом месте не были плотно спрессованы.

Максимальная сшивающая глубина – 18 м, средняя – 15 м. Схематическое изображение установленной системы добычи свалочного газа представлено на рисунке 6-3. Видно, что большая часть тестируемой области укрыта только геомембраной, малая же часть вокруг выходных труб покрыта минеральным покрытием (Trisoplast®).

**Рисунок А6-3 Схематическое расположение конфигурации поля полигона в Самаре**



### Прогнозы по свалочному газу

Нет доступной информации для прогноза относительно свалочного газа

### Измерения полигона

Производительность установленной системы Multiwell была протестирована с 17 сентября по 29 декабря 2012 года.

Свалочный газ содержит 56% CH<sub>4</sub>, 42% CO<sub>2</sub> и 0,2% O<sub>2</sub> в компрессоре при заданном давлении в -18 мбар в месте отбора проб («сбор конденсации»). Настоящее качество было подтверждено вторым измерением спустя 22 дня, поток равнялся 240 Nm<sup>3</sup>/час. [TerrAdvies 2012].

3 апреля 2015 года был зафиксирован поток свалочного газа, в состав которого входило 47,5% CH<sub>4</sub>, 0,5% O<sub>2</sub> и 28 промилле H<sub>2</sub>S (см. рисунок А6-3).

**Таблица А6-1 Энергетическая ценность добытого свалочного газа с полигона в Самаре**

Год	Поток (м <sup>3</sup> /час)	Содержание метана (%)	Плотность* (кг/м <sup>3</sup> )	Энергетическая ценность (кг/час)
2012	240	56	0.671	90.2
2015	360	47,5	0.671	114.7

\* - на 1 бар и 15°C

Из таблицы выше можно заключить, что несмотря на спад содержания метана за последние 3 года, энергетическая ценность добываемого свалочного газа в 2015 году возросла в сравнении с 2012 годом.

**Рисунок А6-4 Интерактивное измерение добытого свалочного газа с полигона в Самаре**



## **Приложение 8**

**Мусорная свалка в регионе Zabrze, Zabrze, Польша**



## Мусорная свалка в регионе Zabrze, Zabrze, Польша

На рисунке ниже показано местоположение полигона Zabrze в Польше. Область, в которой установлена система Multriwell, отмечена синим цветом.

Рисунок А7-1 Местоположение полигона Zabrze



### Описание локации / система Multriwell

Полигон Zabrze находится вблизи города Катовице на юге Польше. Оператор области - Vireo Energy Polsk sp. Z.o.o.. Полигон расположен на 10 гектарах, на юго-восточной части установлена традиционная газовая система (площадь – 1, 395 га; количество скважин – 25).

Система Multriwell была установлена вместе с традиционной системой добычи свалочного газа в 2013 года. Всего 1549 устройств V-типа, расположенных на расстоянии в 3х3, были размещены на средней глубине в 15 метров на 4 полях (поле 1 запад, поле 1 восток, поле 2 и поле 3), в основном содержащие бытовые отходы. 4 поля укрыты геомембраной (0,5 мм), поверх которой лежит слой почвы в 20 см.

Поле 1 запад, на котором установлена система Multriwell, вместе с полем юг на полигоне в Zabrze были введены в эксплуатацию зимой. На поверхность отходов был нанесен поддерживающий слой песка и почвы перед началом зимнего сезона. По окончании сезона растаявший снег не мог просочиться сквозь массив отходов, создавая тем самым грязевые бассейны. Проникнувшие в систему Multriwell (H- и V-



типа) грязь и ил на полях 1 юг и 1 восток спровоцировали меньший объем добычи свалочного газа, чем предсказывалось.

### Прогнозы по свалочному газу

Нет доступной информации для прогноза относительно свалочного газа

### Измерения полигона

Характеристики четырех областей полигона Zabrze собраны в таблице A7-1.

**Таблица A7-1 Характеристики четырех областей полигона Zabrze**

Поле	Покрытие геомембраной (м2)	Добытый поток LFG июнь 2013 (м3/час)	Добытый поток LFG (м3/га)	CH <sub>4</sub> (%)
Поле 1 юг	2500	± 15	± 60	38,7
Поле 1 восток	3490			
2	4560	± 15	± 33	61,5
3	3720	± 20	± 54	50,0
<b>Итого</b>	<b>14270</b>		<b>± 35</b>	

Низкий поток на данном полигоне был в большей степени вызван блокировкой конденсатосборного коллектора и отсутствием качественного проницаемого поддерживающего слоя. Поддерживающий слой состоит из влажной глинистой почвы и отходов со значительным количеством пластика и имеет относительно низкий уровень газопроницаемости [Terradvies 2013A, 2013B].

**Рисунок A7-2 Видимая влажная глинистая почва вокруг стока (рёбра 'заполнены') осушительного коллектора на полигоне в Zabrze**



## **Приложение 9**

**Мусорная свалка в регионе Norte III-B, Buenos Aires, Аргентина**

## Мусорная свалка в регионе Norte III-B, Buenos Aires, Аргентина

На рисунке ниже показано местоположение полигона Norte III-B в Польше. Область, в которой установлена система Multiwell, отмечена синим цветом.

**Рисунок А8-1 Местоположение полигона Norte III-B**



### Описание локации

Полигон Norte III-B занимает территорию в 100 гектаров и обслуживается оператором SEAMSE с 2008 года. Отходы поступают из столичного округа Буэнос-Айреса (город Буэнос-Айрес и некоторые муниципалитеты, расположенные на окраинах). На территории полигона Norte III-B находятся 266 скважин традиционной системы добычи газа [Caterpillar, 2014; Ganfer, 2011].

В 2010 году система Multiwell была установлена на 4-х полях общей площадью 3,1 га по соседству с традиционной системой добычи свалочного газа.

### Прогнозы по свалочному газу

Предварительные расчеты спрогнозировали производство свалочного газа приблизительно в 2,200 м<sup>3</sup>/час на участке в 6,62 га. Эти расчеты не принимают во внимание сезонные факторы [TerraAdvies 2011B]. Традиционная система без герметичного покрытия должна извлекать 1.325 м<sup>3</sup>/час свалочного газа, эффективность добычи – 60%.

На основании пунктов, перечисленных ниже, был сделан расчет прогнозируемого потока свалочного газа в местах с системой Multiwell:

- Данные о производительности отдельных традиционных скважин
- Общий поток из зоны влияния ранее установленных традиционных скважин с поправкой на установленную зону влияния системы Multiwell. [TerrAdvies 2011B]

### **Измерения полигона**

Уровень добычи свалочного газа при помощи системы Multiwell должен достигнуть 650 м<sup>3</sup>/час (среднее из 720 м<sup>3</sup>/час и 574 м<sup>3</sup>/час) при внесении поправок на основе сезонных факторов.

Фактический средний поток добычи свалочного газа с системой Multiwell, наблюдаемый с 3 по 11 февраля 2011 года, составил 700 м<sup>3</sup>/час, содержание СН<sub>4</sub> – примерно 44%. Данный показатель на 8% больше по сравнению с вычисленным средним на основе данных из традиционных скважин.

**[www.grontmij.nl](http://www.grontmij.nl)**

**[www.sweco.com](http://www.sweco.com)**