



**Assessing, Capturing and Utilising Methane from Expired
and Non-operational landfills**

**Ocena, pozyskiwanie i utylizacja metanu na zamkniętych i nieczynnych
wysypiskach odpadów.**



**An EU LIFE+ project
for 2012-2015**

**Projekt EU LIFE+
2012 -2015**

ACUMEN Project - Layman's report

Projekt ACUMEN - raport w języku niespecjalistycznym



The ACUMEN project was part-funded by the European Union LIFE+ Programme.

Projekt ACUMEN został częściowo sfinansowany ze środków programu unijnego LIFE+

LIFE11/ENV/UK/000402

www.gov.uk/ea/acumen

This report is presented in both *English* and *Polish*.

Niniejszy raport został opracowany w języku angielskim i polskim.



The LIFE Programme

The LIFE Programme is the EU's funding instrument for the environment and climate action. The general objective of LIFE is to contribute to the updating, implementation and development of EU environmental and climate policy and legislation by co-financing projects with European added value.

The ACUMEN project was co-financed by the 4th phase of the LIFE Programme, called LIFE+.

The project started on 1 September 2012 and ended on 28 August 2015.

The problem of old landfills

When biodegradable waste (such as food, paper, card and wood) is deposited in landfills it decomposes over time releasing a methane-rich gas, which is known as landfill gas.

Landfill gas continues to be produced in decreasing amounts for many decades after a landfill closes. While modern landfills typically collect and use this gas, there are many thousands of older landfills throughout Europe which either have no beneficial gas utilisation, or no gas control at all.

Program LIFE

Program LIFE jest instrumentem finansowym Unii Europejskiej poświęconym działaniom dotyczącym ochrony środowiska i klimatu. Jego głównym celem jest wspieranie aktualizacji, wdrażania oraz rozwijania wspólnotowego prawa i polityki z zakresu ochrony środowiska i klimatu poprzez współfinansowanie projektów z uwzględnieniem europejskiej wartości dodanej.

Projekt ACUMEN został współfinansowany w ramach czwartego etapu programu LIFE, zwanego programem LIFE+.

Projekt rozpoczął się 1 września 2012 r. i zakończył 28 sierpnia 2015 r.

Problem starych składowisk odpadów

Rozkład odpadów ulegających biodegradacji takich jak żywność, papier, karton i drewno, deponowanych na składowiskach prowadzi do wytwarzania gazu składowiskowego, zawierającego znaczne ilości metanu.

Niewielkie ilości gazu składowiskowego wytwarzane są jeszcze przez dziesiątki lat po zamknięciu składowiska. Na nowoczesnych składowiskach zwykle gaz ten jest zbierany i wykorzystywany. Jednakże w Europie znajduje się wiele tysięcy starych składowisk, na których gaz nie jest wykorzystywany ani kontrolowany.

Landfills currently contribute 4% to the UK's total greenhouse gas inventory, so improved gas control at older sites can make a contribution to reducing greenhouse gas emissions in the UK, and indeed across the EU.

The ACUMEN project

The ACUMEN project aimed to demonstrate new techniques and technologies for reducing the climate change impact of older landfills, and where possible, enable power generation from landfill gas.

This involved demonstrating new gas management options at five UK landfills, and using the findings to develop a range of tools to help landfill owners decide if similar approaches would be suitable for their sites.

In addition to considering the technical aspects of managing gas at closed landfills, our ACUMEN work also considered the costs and benefits.

Składowiska odpadów w Wielkiej Brytanii generują 4% wszystkich inwentaryzowanych w tym kraju gazów cieplarnianych. Dlatego też poprawa kontroli gazu na starych składowiskach może stanowić wkład w ograniczenie emisji gazów cieplarnianych nie tylko w Wielkiej Brytanii, ale również na terenie całej Unii Europejskiej.

Projekt ACUMEN

Celem projektu ACUMEN było przedstawienie nowych metod i technologii umożliwiających zmniejszanie wpływu starych składowisk na zmiany klimatyczne, a tam gdzie to było możliwe, odzysk energii z gazu składowiskowego.

Projekt zademonstrował nowe możliwości zarządzania gazem na pięciu składowiskach w Wielkiej Brytanii. Wyniki projektu wykorzystano do wypracowania instrumentów decyzyjnych, pomocnych właścicielom składowisk w rozważeniu lokalnego zastosowania metod kontroli gazu. projekcie.

Oprócz aspektów technicznych związanych z zarządzaniem gazem na terenie zamkniętych składowisk odpadów, projekt ACUMEN obejmował również analizę kosztów i zysków.



Our work involved landfill gas monitoring at many older closed sites

Projekt obejmował monitorowanie gazu składowiskowego na terenie wielu starych zamkniętych składowisk

Assessing older landfills

Many older, closed landfills no longer have an on-site staff presence or intensive management. As a result, many organisations responsible for closed landfills no longer have staff who are operationally familiar with managing closed landfills.

This issue is particularly acute in municipal authorities, where managing closed landfills may be just one responsibility amongst several others, such as contaminated land, noise, and other environmental protection issues.

For this reason, ACUMEN developed a range of simple tools to help staff with limited experience to assess their closed landfills for their potential to benefit from improved landfill gas management.



Ocena starych składowisk odpadów

Na terenie wielu starych, zamkniętych składowisk nie ma personelu obsługi ani nie prowadzi się intensywnego zarządzania. W rezultacie, wiele organizacji odpowiedzialnych za zamknięte składowiska odpadów nie zatrudnia pracowników, którzy posiadaliby umiejętności potrzebne do zarządzania takimi obiektami.

Stanowi to poważny problem wielu władz miejskich, dla których zarządzanie zamkniętymi składowiskami odpadów jest jednym z wielu aspektów ich zakresu odpowiedzialności, takich jak zanieczyszczenia gruntu, hałas czy inne kwestie dotyczące ochrony środowiska.

Z tego powodu, w ramach projektu ACUMEN opracowano szereg prostych instrumentów decyzyjnych, które mogą pomóc pracownikom z niewielkim doświadczeniem w ocenie zamkniętych składowisk odpadów, pod względem korzyści z poprawy zarządzania gazem składowiskowym.



Our work involved making use of existing landfill gas management infrastructure

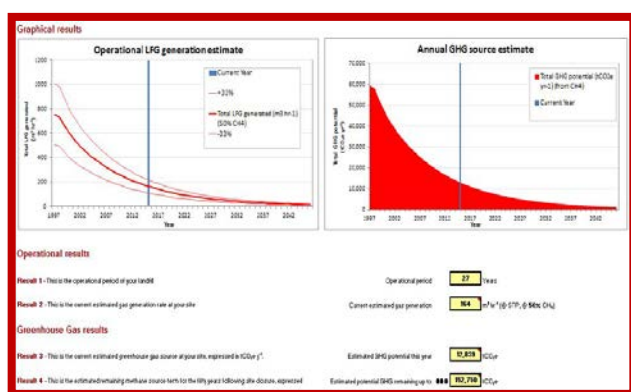
Projekt obejmował wykorzystanie istniejącej infrastruktury odgazowania składowisk

Portfolio Screening Tool

This simple tool allows site owners to score various aspects of their landfill's characteristics (such as waste type, infrastructure, grid connection and so on) on their potential to enable a power generation scheme. The tool's results allows users to better understand their portfolio of sites, and identify which landfills may warrant further investigation.

Gas Estimation Tool

Modelling the amount of landfill gas any given site might generate is a common challenge for the owners of older closed sites. This spreadsheet-based tool allows users to estimate the amount of gas their sites may be generating at present, based on a small number of basic parameters.



Gas Estimation Tool

Narzędzie do szacunkowej oceny ilości gazu

Narzędzie charakteryzujące składowiska

To proste narzędzie pozwala właścicielom na scharakteryzowanie ich składowisk pod względem potencjału odzysku energii np. rodzaju odpadów, infrastruktury, przyłączenia do sieci itp. Uzyskane wyniki umożliwiają użytkownikom bardziej wnikliwą ocenę grupy składowisk oraz podjęcie decyzji o prowadzeniu dalszych badań na obiektach wybranych z grupy, zgodnie z ustalonymi priorytetami..

Narzędzie do szacunkowej oceny ilości gazu

Szacowanie ilości gazu składowiskowego, szczególnie na starych i zamkniętych składowiskach jest często występującym wyzwaniem stanowiącym problem dla decydentów. To narzędzie w formie arkuszy kalkulacyjnych pozwala użytkownikom na oszacowanie aktualnie wytwarzanej ilości gazu składowiskowego w oparciu tylko o kilka podstawowych parametrów.

The screenshot displays the 'ACUMEN Cost Benefit Analysis Tool' interface. It features a list of input fields for site details and appraisal parameters, including 'Input Site Details and Appraisal Period', 'Input Business as Usual (BAU)', 'Input Generator', 'Input Flare', and 'Input Bio-Oxidation'. Each field has a 'Go' button. There is also an 'Output Results' section with a 'Go' button. A large blue button labeled '>Start CBA >' is at the bottom. The interface includes logos for Environment Agency, acumen, and the European Union.

Cost Benefit Analysis tool

Narzędzie do analizy kosztów i korzyści

The tool doesn't require detailed information, and you don't need modelling expertise to use it. The Gas Estimation Tool also provides an approximation of a site's potential climate change impact.

Cost Benefit Analysis Tool

This detailed tool allows landfill owners to explore the costs and benefits of different landfill gas management options. It works for both utilisation (e.g. revenue generating options) and mitigation options (which reduce greenhouse gas emissions).

Do korzystania z arkusza niewymagane są ani szczegółowe informacje ani specjalistyczna wiedza. Narzędzie do szacunkowej oceny ilości gazu określa również w przybliżeniu potencjalny wpływ składowiska na zmiany klimatu.

Narzędzie do analizy kosztów i korzyści

To szczegółowe narzędzie umożliwia właścicielom składowisk odpadów ocenę kosztów i korzyści różnych scenariuszy zarządzania gazem składowiskowym. Obejmuje zarówno wykorzystanie gospodarcze gazu (generowanie przychodu), jak i ograniczanie emisji gazów cieplarnianych.



Carrying out spot monitoring at a closed landfill
Monitorowanie punktowe zamkniętego składowiska przy pomocy urządzenia przenośnego



Landfill gas continuous monitoring borehole
Odwiert do ciągłego monitoringu gazu składowiskowego

In addition to assessing the purely economic impacts of different options (costs and revenues), the CBA tool also compares the environmental costs and benefits of different ways of managing landfill gas (for example, the benefit of mitigating methane against the impact of engine exhausts).

Monitoring landfill gas emissions

Monitoring landfill gas emissions is a standard part of managing a site, particularly so on modern and operational landfills.



Carrying out surface emission surveys
Badanie emisji powierzchniowej

Oprócz czysto ekonomicznej oceny kosztów i korzyści, narzędzie do ich analizy umożliwia porównanie aspektów środowiskowych różnych sposobów zarządzania gazem składowiskowym, np. korzyści ze zmniejszenia ilości emitowanego metanu w odniesieniu do wpływu na środowisko spalin z silnika zasilanego tym gazem.

Monitorowanie emisji gazu składowiskowego

Monitorowanie emisji gazu składowiskowego jest nieodłączną częścią zarządzania nowoczesnym składowiskiem.



A landfill gas pumping trial underway
Próbne pompowanie gazu składowiskowego

This is commonly achieved by taking a single measurement of gas concentrations at set intervals (usually monthly or quarterly). This is called 'spot monitoring', and is used to measure gas conditions within the landfill, at the surface and immediately beyond the site boundary. While spot monitoring is useful, it only provides a snapshot of what gas is present, and doesn't capture the dynamic nature of landfill gas behaviour.

ACUMEN demonstrated the use of continuous monitoring, and other innovative landfill gas monitoring techniques. Continuous monitoring records landfill gas behaviour at much more frequent intervals (typically minutes to hours), and in conjunction with other parameters (such as atmospheric pressure) can be used to better understand landfill gas behaviour. These techniques could help closed landfill operators to better manage their sites, reduce emissions and increase power generation revenues.

Można to zwykle osiągnąć poprzez pojedyncze pomiary stężenia gazu prowadzone w ustalonych odstępach czasu, zwykle miesięcznie lub kwartalnie. Nazywane są one „monitorowaniem okresowym” i wykorzystywane do pomiarów ilości gazu wewnątrz składowiska, na jego powierzchni oraz tuż przy jego granicy. Monitorowanie okresowe jest przydatne, dostarcza jednak wyłącznie częściowej charakterystyki występującego gazu, nie wychwytuje natomiast dynamiki jego zachowania.

W ramach projektu ACUMEN zaprezentowano monitoring ciągły oraz inne innowacyjne metody monitorowania gazu składowiskowego. Monitorowanie ciągłe dokumentuje parametry gazu składowiskowego i innych czynników (np. ciśnienia atmosferycznego) ze zwiększoną częstotliwością, zwykle minutową lub godziną, co umożliwia skok jakościowy w ocenie zachowania się gazu. Metody takie umożliwiają operatorom zamkniętych składowisk poprawę zarządzania, zmniejszanie emisji oraz zwiększanie przychodów z generowanej energii.

ACUMEN has also developed a new technique for measuring greenhouse gas emissions from landfills. While other techniques exist for measuring methane emissions, they are often expensive, difficult to deploy or unreliable.

Using existing techniques, ACUMEN has begun development of a method for measuring actual methane emissions from landfills which could in future be deployed on a large number of sites. Such work could improve how landfill emissions are accounted for in national greenhouse gas inventories.

In addition to monitoring, we also carried out a landfill gas pumping trial at one of our demonstration sites to allow us to verify our in-ground monitoring.

W ramach projektu ACUMEN opracowano również nową metodę pomiarów emisji gazów cieplarnianych na terenie składowisk odpadów. Aktualnie stosowane metody są często kosztowne, trudne do wdrożenia i niemiernodajne.

W ramach projektu ACUMEN opracowano metodę pomiaru rzeczywistej emisji metanu, przeznaczoną do zastosowania na dużej liczbie składowisk. Szeroko zakrojony monitoring tego typu mógłby pomóc w ocenie udziału emisji metanu ze składowisk odpadów przy sporządzaniu inwentaryzacji krajowej produkcji gazów cieplarnianych.

Oprócz monitorowania, na jednym ze składowisk objętych projektem przeprowadzono również próbną pompowanie gazu, co umożliwiło weryfikację danych uzyskanych z pomiarów monitoringu z sond zainstalowanych w gruncie.



Sharing what we learnt was important during ACUMEN - We presented our work in the UK, Ireland, Poland and Italy, as well as holding online webinars.

Dzielenie się nabytą wiedzą stanowiło istotny element projektu ACUMEN. Przedstawiliśmy wyniki naszych prac w Wielkiej Brytanii, Irlandii, Polsce i we Włoszech oraz podczas seminariów internetowych.

Demonstrating new technologies

The most important element of ACUMEN was the demonstration of new gas management techniques and technologies at our closed landfill demonstration sites. ACUMEN's demonstration sites had all been closed for many years. The sites were chosen to be representative of the wide range of closed landfills that exists.

ACUMEN selected five UK landfills of different sizes and ages. The sites selected used a mixture of full-time and part-time landfill gas flaring, and passive landfill gas venting before the project commenced.

ACUMEN's demonstrations split into two categories: utilisation and mitigation. In total, the project demonstrated three examples of each, across the five sites.

Utilising landfill gas at closed sites

Relative to operational landfills, closed sites typically produce smaller amounts of landfill gas, with lower concentrations of methane.

Prezentacja nowych technologii

Najważniejszym elementem projektu ACUMEN była prezentacja nowych metod i technologii zarządzania gazem na zamkniętych składowiskach. Składowiska objęte projektem ACUMEN były nieczynne od wielu lat. Zostały wybrane jako obiekty referencyjne spośród kilkudziesięciu wstępnie zakwalifikowanych do projektu zamkniętych składowisk odpadów.

Na potrzeby projektu ACUMEN wybrano pięć składowisk o różnej wielkości i w różnym wieku, znajdujących się na terenie Wielkiej Brytanii. Przed rozpoczęciem projektu na wybranych składowiskach stosowano zarówno ciągłe jak i okresowe spalanie gazu składowiskowego w pochodniach oraz odgazowanie bierne.

Projekt ACUMEN zademonstrował na pięciu składowiskach po trzy przykłady technologii unieszkodliwiania i wykorzystania gospodarczego metanu.

Wykorzystanie gazu na zamkniętych składowiskach

Stare i zamknięte składowiska zwykle generują mniejsze ilości gazu o niższych stężeniach metanu w porównaniu do składowisk będących w trakcie eksploatacji.

This has traditionally caused problems for landfill gas engines. ACUMEN has demonstrated two options to help older sites continue to use their landfill gas beneficially for longer.

Te obniżone parametry gazu powodowały problemy z jego wykorzystaniem w silnikach. W ramach projektu ACUMEN zaprezentowano dwie opcje przedłużające okres odzysku energii z gazu na starszych składowiskach.



The small-scale engine (right) replaced the flare (left)
 Niewielki silnik (po prawej stronie) zastąpił pochodnię (po lewej stronie)



Stirling engines in operation at a closed landfill
 Silniki Stirlinga pracujące na zamkniętym składowisku odpadów

ACUMEN's first demonstration installed a small-scale internal combustion engine at a 17 hectare site which closed in 1997. The engine generated up to 150 kW of electricity from approximately $140 \text{ m}^3 \text{ hr}^{-1}$ of landfill gas with 40% methane (A typical operational landfill can generate several thousand cubic metres per hour).

Pierwszy podprojekt demonstracyjny ACUMEN obejmował instalację niewielkiego silnika spalinowego na 17-hektarowym, zamkniętym w 1997 r. składowisku. Silnik generował do 150 kW energii elektrycznej, zużywając około $140 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ gazu składowiskowego o stężeniu metanu wynoszącym 40%. (Dla porównania - typowe czynne składowisko może generować kilka tysięcy metrów sześciennych gazu na godzinę).

This engine generates enough power to run almost 100 typical homes, and helps avoid almost 10,000 tonnes of carbon dioxide emissions a year.

ACUMEN's second utilisation demonstration was the installation of two micro-scale 'Stirling' engines on a small landfill site which closed in 2000. Stirling engines are an external combustion engine.

A pair of these very small engines generated 18 kW of electricity from $25 \text{ m}^3 \text{ hr}^{-1}$ of landfill gas with 32% methane. This electricity was enough to power the landfill site itself, and approximately eight to ten local homes. This demonstration also helped avoid approximately 1,000 tonnes of carbon dioxide emissions each year.

Energia elektryczna generowana przez ten silnik wystarcza do zaspokojenia potrzeb prawie 100 typowych gospodarstw domowych, eliminując jednocześnie emisję prawie 10 000 ton dwutlenku węgla rocznie.

W ramach drugiego podprojektu na niewielkim składowisku odpadów zamkniętym w 2000 r. zainstalowano dwa mikrosilniki typu Stirlinga o spalaniu zewnętrznym.

Dwa niewielkie silniki Stirlinga generowały 18 kW energii elektrycznej konsumując $25 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ gazu składowiskowego o stężeniu metanu 32%. Wyprodukowana energia elektryczna zaspokajała potrzeby własne składowiska oraz 8-10 okolicznych domów. W wyniku tego podprojektu uniknięto emisji około 1000 ton dwutlenku węgla rocznie.



A typical closed landfill and gas management system in the UK

Typowe brytyjskie zamknięte składowisko z systemem odgazowania

The final utilisation technique demonstrated was made possible by a by-product of the second demonstration. For every unit of electricity ACUMEN's Stirling engines produced, they produced twice as much heat. Without a way to use the heat, either on site or nearby, it would have been lost to the atmosphere.

ACUMEN used this heat to dry wet woodchips destined for use in biomass boilers. This direct heat use increased the value of the woodchip fuel, produced additional revenues for the site owner, and avoided more carbon emissions. Importantly, this demonstration further highlighted the potential benefits of utilising the gas at a closed landfill.

Mitigating landfill gas at closed sites

Eventually, the rate and quality of landfill gas generation at closed sites falls below the level that even new technologies can successfully use as a fuel. Traditionally, such landfill gas has been combusted in landfill gas flares. This approach mitigates the climate change impact of the gas, but it can be expensive to run.

Ostatni przykład technologii wykorzystania gazu w ramach projektu ACUMEN polegał na zagospodarowaniu ciepła - produktu ubocznego pochodzącego z drugiego podprojektu. Na każdą jednostkę energii elektrycznej, silniki Stirlinga wytwarzały dwa razy tyle ciepła. Brak możliwości jego lokalnego wykorzystania wiązałby się z bezpowrotną stratą energii cieplnej i jej uwalnianiem do atmosfery.

Projekt ACUMEN zaproponował wykorzystanie tego ciepła do suszenia wilgotnych wiórów drzewnych, przeznaczonych do spalania w kotłach opalanych biomasą. Bezpośrednie wykorzystanie ciepła odpadowego zwiększyło wartość biopaliwa, zapewniło dodatkowy przychód właścicielowi składowiska oraz zapobiegło emisji dwutlenku węgla. Co ważne, ten przykład dodatkowo podkreślił potencjalne korzyści z wykorzystywania gazu na zamkniętych składowiskach.

Unieszkodliwianie gazu na zamkniętych składowiskach

Ilość i jakość gazu generowanego na zamkniętych składowiskach w końcowej fazie spada poniżej poziomu umożliwiającego wykorzystanie go jako paliwa nawet przy zastosowaniu nowych technologii. Taki gaz zwykle spalany jest w pochodniach zlokalizowanych na składowiskach. Ta metoda zmniejsza wpływ gazu na zmiany klimatyczne poprzez spalanie metanu, jednak koszty eksploatacyjne mogą okazać się wysokie.

Traditionally, flares have difficulty combusting landfill gas with less than 20% methane. ACUMEN's first mitigation demonstration showcased a prototype 'low-calorific' flare which has been proven to work successfully on gas flows with as little as 8% methane. In this case, the flare also offered a financial incentive to the landfill operators, as it enabled significant cost savings by the replacement of old infrastructure (e.g. blowers) with a more efficient system thereby reducing electricity use (used to power gas extraction systems) at the site.

Many of the oldest landfills generate gas at such low levels, that its combustion is not economically feasible.



Prototype low calorific flare in operation
Działający prototyp pochodni do spalania gazu niskokalorycznego

Spalanie gazu o stężeniu metanu poniżej 20% napotyka pewne trudności techniczne. Pierwszy przykład unieszkodliwiania gazu w ramach projektu ACUMEN zaprezentował prototyp pochodni do spalania gazu niskokalorycznego, skutecznie spalającej gaz zawierający jedynie 8% metanu. W tym przypadku pochodnia stanowiła również zachętę ekonomiczną dla operatora składowiska odpadów, znacznie obniżając koszty eksploatacyjne poprzez zastąpienie starej infrastruktury (energochłonnych ssaw) bardziej oszczędnym urządzeniem zmniejszającym zużycie energii elektrycznej wykorzystywanej do zasilania systemu odgazowania.

Znaczna liczba najstarszych składowisk generuje gaz o tak niskich parametrach, że jego spalanie jest ekonomicznie nieuzasadnione.



An in-situ active bio-oxidation unit
Aktywny biofiltr zlokalizowany na składowisku

However, landfill methane is a greenhouse gas, and even at older sites with low emissions, it must be managed effectively. ACUMEN's final two demonstrations were aimed at this type of landfill.

ACUMEN demonstrated two different forms of a technique called active bio-oxidation. The technique works by harnessing the activity of naturally-occurring bacteria which 'feed' on methane.



Technical experts visit in-situ bio-oxidation unit

Wizyta studyjna specjalistów na biofiltrze

Jednakże nawet na tym etapie składowisko nie przestaje być źródłem emisji gazu cieplarnianego – metanu, który musi być skutecznie kontrolowany. Ostatnie dwa podprojekty ACUMENU miały na celu zademonstrowanie unieszkodliwiania gazu na tego rodzaju składowiskach.

Zaprezentowano dwie różne technologie aktywnego bioutleniania (biooksydacji), opierające się na wykorzystaniu aktywności występujących w środowisku naturalnym bakterii, których pożywieniem jest metan.



Active bio-oxidation modular unit installed on a site

Modułowe urządzenie do aktywnej biooksydacji

The first example demonstrated a so-called 'in-situ biofilter' constructed into the surface of a landfill which closed in 1988.

Pierwszy przykład prezentuje miejscowy biofiltr, zbudowany na powierzchni składowiska zamkniętego w 1988 r.

The biofilter is fed a diluted stream of landfill gas, with approximately 10% methane, which is degraded to carbon dioxide, water with some heat generated from the reaction as it passes through the biofilter.

The final ACUMEN demonstration showcased a 'modular biofilter'. This unit, which is housed in a portable shipping container, can be used for landfills with an intact capping layer. It requires electricity and a water supply to work, but is well suited to mitigating methane at many older closed landfills.

Both forms of bio-oxidation that ACUMEN demonstrated have successfully shown methane removal rates of up to 90%. These techniques therefore have the potential to be used during the very oldest phases of a closed landfill's life.

Strumień rozrzedzonego gazu składowiskowego, zawierający około 10% metanu wprowadzany jest do biofiltra, gdzie ulega rozkładowi na dwutlenek węgla i wodę, generując przy tym niewielką ilość ciepła.

W ostatnim przykładzie projektu ACUMEN zaprezentowano „biofiltr modułowy”, umieszczony w przewoźnym kontenerze. Urządzenie może być wykorzystywane na składowiskach z nienaruszoną wierzchowiną. Wymaga zasilania w energię elektryczną i wodę, jednakże doskonale nadaje się do unieszkodliwiania metanu na wielu starych i zamkniętych składowiskach odpadów.

Obydwie technologie biooksydacji zaprezentowane w ramach projektu ACUMEN wykazały skuteczność usuwania z gazu do 90% metanu. Dlatego też metody te mogą być stosowane w końcowych fazach aktywności zamkniętych składowisk odpadów.



Technical experts observing the prototype low calorific flare in operation
Specjaliści obserwujący pracujący prototyp pochodni do spalania gazu niskokalorycznego

Key findings

The key findings of the ACUMEN project are as follows:

- Power generation is possible at older closed landfills with gas regimes of approximately $100 \text{ m}^3 \text{ hr}^{-1}$ with methane concentrations of 40%.
- Micro-scale heat and power generation on older closed landfills with gas regimes of approximately $25 \text{ m}^3 \text{ hr}^{-1}$ with methane concentrations of 32% is possible.
- Low-calorific flaring of low quality landfill gas with methane concentrations as low as 8% is possible on older closed landfills. Often, cost savings can be achieved by reducing the amount of power needed to extract the landfill gas when using a smaller flare.
- Active bio-oxidation of very low quality landfill gas with methane concentrations of below 10% is possible on older closed landfills. Methane removal rates of up to 90% are possible with such techniques.

Kluczowe wnioski

Najważniejsze wnioski projektu ACUMEN:

- Na terenie starych, zamkniętych składowisk odpadów wytwarzających około $100 \text{ m}^3 \text{ hr}^{-1}$
- gazu o stężeniu metanu wynoszącym 40% możliwe jest generowanie energii elektrycznej.
- Na terenie starych, zamkniętych składowisk wytwarzających około $25 \text{ m}^3 \text{ hr}^{-1}$ gazu o stężeniu metanu wynoszącym 32% możliwe jest generowanie energii elektrycznej i ciepłej w mikroskali.
- Specjalne pochodnie mogą spalać bez paliwa pomocniczego gaz składowiskowy o niskiej jakości, zawierający do 8% metanu. Zastosowanie pochodni o małych wydajnościach często umożliwia obniżenie kosztów poprzez zmniejszenie ilości energii elektrycznej potrzebnej do odpompowania gazu składowiskowego.
- Na terenie starych, zamkniętych składowisk odpadów możliwa jest aktywna biooksydacja gazu o bardzo niskiej jakości (stężeniu metanu poniżej 10%) z efektywnością do 90%.

Communicating our findings

Throughout the three years of the project, and particularly during 2015, ACUMEN made great efforts to communicate the project's findings throughout the UK and EU. The project partners have all been involved in presenting the projects work at a variety of events including technical and scientific conferences, international industry and innovation events and a range of other events for both specialist and general audiences in the UK, Poland and Ireland.



A site workshop at Docking 2 landfill

Spotkanie warsztatowe na terenie składowiska Docking 2

Rozpowszechnienie wyników

W ciągu trzech lat trwania projektu ACUMEN, a szczególnie w roku 2015, dołożono wszelkich starań, aby przekazać rezultaty projektu na terenie Wielkiej Brytanii i Unii Europejskiej. Wszyscy uczestnicy projektu zaangażowali się w prezentowanie prac projektowych specjalistom jak i szerokiej publiczności w Wielkiej Brytanii, Polsce oraz Irlandii przy różnych stosownych okazjach, w tym na konferencjach technicznych i naukowych, międzynarodowych imprezach branżowych i innowacyjnych oraz podczas szeregu innych spotkań.



A joint ACUMEN/Chartered Institution of Wastes Management seminar in Ireland

Wspólne seminarium projektu ACUMEN oraz Instytutu Gospodarki Odpadami w Irlandii

In addition to dissemination events, ACUMEN also made use of various digital and social media channels to communicate with different audiences with an interest in landfills and climate change issues. This included a dedicated project page on the high profile UK Government website; gov.uk, an awareness raising profile on Twitter, and a forum for detailed technical discussion on the professional network LinkedIn. Links to the project have also been placed on the UK Trade and Industry website and the Polish waste management and environmental portal 'Sozosfera'. ACUMEN outputs are also available to download from the CIWM and LANDSS websites.

Using this variety of channels, ACUMEN has succeeded in communicating the project's key findings to a range of audiences across the EU and beyond.

Carrying on the work after ACUMEN

We are pleased to be able to report that, due to the way that the technologies performed during the project, work at four of our five demonstration sites will continue independently of the ACUMEN project.

Oprócz spotkań mających na celu rozpowszechnianie informacji, na potrzeby projektu ACUMEN wykorzystano również różne kanały internetowe i media społecznościowe aby skomunikować się z osobami zainteresowanymi kwestiami dotyczącymi składowisk odpadów oraz zmian klimatycznych. Stronę internetową poświęconą projektowi umieszczono na prestiżowej rządowej stronie internetowej w Wielkiej Brytanii - gov.uk. Utworzono podnoszący świadomość profil na Twitterze oraz forum poświęcone specjalistycznym dyskusjom na portalu specjalistycznym LinkedIn. Linki do projektu umieszczone zostały również na stronie internetowej UK Trade and Industry i polskiego portal środowiskowego Sozosfera. Sozosfera. Wyniki ACUMENU można także pobrać ze stron internetowych CIWM (Instytutu Gospodarki Odpadami) i LANDSS (Uniwersytet w Southampton).

Wykorzystując różnorodność kanałów komunikacyjnych projekt ACUMEN umożliwił przekazanie kluczowych wniosków projektu szerokiej publiczności w Unii Europejskiej i poza jej granicami.

Kontynuacja prac po zakończeniu projektu ACUMEN

Z ogromną radością przekazujemy informację, że dowodem na skuteczność wykorzystanych w projekcie ACUMEN technologii, są – pomimo zakończenia projektu – decyzje o kontynuacji działania instalacji na czterech z pięciu składowisk objętych projektem.

We feel that this shows that the techniques demonstrated for managing methane can be technically and financially viable. Additionally, one of the ACUMEN partners is just about to invest in nine new micro-scale engines for use in managing their closed landfills.

The Wider Benefits of ACUMEN

At the start of the project, ACUMEN targeted 3 challenges that are common priorities across Europe. The project outputs provide wider benefits relating to each, as below:

- **Mitigating Climate Change** – by directly reducing Greenhouse Gas emissions at the demonstration sites in the capture and utilisation of methane, and by offering long-term solutions in the measurement of emissions from closed landfill sites;
- **Developing a green Economy based on renewable energy** – by providing economic models of the cost and benefit in utilising methane from closed landfills and identifying the importance of government incentives in the long-term;

Naszym zdaniem jest to argument na opłacalność i techniczną wykonalność zademonstrowanych technologii wykorzystywania i unieszkodliwiania metanu. Co więcej, jeden z uczestników projektu ACUMEN zainwestuje wkrótce w dziewięć mikro silników przeznaczonych do odzysku energii z gazu na swoich zamkniętych składowiskach.

Szersze korzyści projektu ACUMEN

Od samego początku projekt ACUMEN ukierunkowany był na trzy wyzwania, stanowiące wspólne europejskie priorytety. Wyniki projektu zapewniają szeroko pojęte korzyści związane z każdym z nich:

- **Łagodzenie Zmian Klimatu** – poprzez bezpośrednią redukcję emisji gazów cieplarnianych. W lokalizacjach, w których zademonstrowano projekt, metan był ujmowany i wykorzystywany gospodarczo. Przedstawiono również długofalowe metody pomiarów emisji z zamkniętych składowisk odpadów;
- **Rozwój „zielonej gospodarki” opartej na energii odnawialnej** - dostarczając modeli ekonomicznych kosztów i korzyści wykorzystania metanu z zamkniętych składowisk oraz identyfikując znaczenie zachęt rządowych w perspektywie długoterminowej;

- **Preventing or reducing the adverse effects of landfill waste on the environment** – by changing a waste (methane) into a resource through its utilisation at closed landfills and offering regulatory frameworks to do this.
- **Zapobieganie i zmniejszanie negatywnego wpływu składowisk odpadów na środowisko** - poprzez zmianę odpadowego produktu ubocznego (metanu) w zasób - źródło energii odnawialnej - dzięki jego gospodarczemu wykorzystaniu na zamkniętych składowiskach a także wypracowanie ramowych regulacji prawnych umożliwiających to przedsięwzięcie.

Want more information?

The project team have produced a detailed report of the work undertaken during the project – This will be useful to landfill owners keen to replicate ACUMEN's work on their own sites. You can access the report [here](#).

You can contact the project at: acumen@environment-agency.gov.uk

Dodatkowe informacje

Zespół projektowy opracował szczegółowy raport dotyczący prac przeprowadzonych w ramach projektu ACUMEN. Informacje zawarte w raporcie mogą okazać się przydatne dla właścicieli składowisk odpadów nastawionych na wdrażanie podobnych technologii na swoim terenie. Raport dostępny jest [tutaj](#).

Z uczestnikami projektu można skontaktować się pod adresem: acumen@environment-agency.gov.uk



Project Partners



Project Co-funders



Department
for Environment
Food & Rural Affairs



Department
of Energy &
Climate Change



LinkedIn group



@ACUMEN_Project