

Energia z odpadów

– doświadczenia szwedzkie i realia polskie



Energia z odpadów

**– doświadczenia szwedzkie
i realia polskie**

Zespół Autorów:

Józef Neterowicz, Ambasada Królestwa Szwecji

Aneta Marciniak, Przemysłowy Instytut Motoryzacji, Warszawa

Magdalena Rogulska, Przemysłowy Instytut Motoryzacji, Warszawa

Izabela Samson-Bręk, Przemysłowy Instytut Motoryzacji, Warszawa

Barbara Smerkowska, Przemysłowy Instytut Motoryzacji, Warszawa

Rozdział „Gospodarka odpadami w Szwecji” – tłumaczenie raportu Avfall Sverige, Swedish Waste Management Report 2013.

Wydawnictwo

Wydawnictwo Naukowe PIMOT

Przemysłowy Instytut Motoryzacji

ul. Jagiellońska 55

03-301 Warszawa

Redakcja: Dominika Trębacz

ISBN: 978-83-943681-0-4

SPIS TREŚCI

Współczesne technologie w ochronie środowiska z uwzględnieniem zasad zrównoważonego rozwoju 4

Gospodarka odpadami w Szwecji 15

Zapobieganie powstawaniu odpadów 18

Zbieranie odpadów i transport 19

Systemy selektywnej zbiórki odpadów 24

Odpady z gospodarstw domowych 24

Energetyczne wykorzystanie odpadów – produkcja biogazu 30

Produkcja biogazu w Szwecji 31

Technologie fermentacji metanowej i przykłady dobrych praktyk 35

Technologie uzdatniania biogazu 46

Sposoby wykorzystania biometanu w transporcie (transport prywatny, miejski, floty pojazdów) 51

Kierunki wykorzystania biogazu w Szwecji – biometan w transporcie 51

Przykłady dobrych praktyk 57

Biogaz z odpadów – certyfikacja pofermentu na cele rolnicze 63

Technologie WtE w Szwecji na przykładzie spalarni odpadów 70

Energia z odpadów w Polsce – stan obecny 74

Gospodarka odpadami w Polsce 74

Prawne aspekty wykorzystania biodegradowalnej frakcji odpadów komunalnych jako wsadu do biogazowni w Polsce 84

Ustawa o odpadach 88

Ustawa Prawo energetyczne 90

Prawny aspekt rolniczego wykorzystania pofermentu 91

Literatura i przypisy 95

WSPÓŁCZESNE TECHNOLOGIE W OCHRONIE ŚRODOWISKA Z UWZGLĘDNIENIEM ZASAD ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Józef Neterowicz

Ekspert ds. Ochrony Środowiska i Energii Odnawialnej

Członek Rady Konsultacyjnej ds. Energii w Sejmie RP

Radca Ambasady Szwecji w Polsce

WPROWADZENIE

Ludzkość od momentu wynalezienia ognia eksploatowała zasoby naturalne jedynie dla swoich potrzeb. Proces ten znacznie przyspieszył po rewolucji przemysłowej, która rozbudziła konieczność wykorzystania paliw o większej niż drewno gęstości energetycznej. Prawdopodobnie byłby on kontynuowany, aż do wyczerpania zasobów, gdyby nie podejrzanie, że powstające podczas takiej eksploatacji gazy cieplarniane, negatywnie wpływają na klimat na Ziemi.

Równolegle z dyskusją na temat negatywnego wpływu człowieka na zmiany klimatu, pojawiło się zagadnienie zrównoważonego rozwoju, czyli szansy na drastyczne zmniejszenie eksploatacji przez ludzi zasobów naturalnych Ziemi, przy utrzymaniu dotychczasowego standardu życia.

Wdrażanie w życie idei zrównoważonego rozwoju prowadzi do zmian zachowań społeczeństw, w imię zasady, że władztwo nad Ziemią otrzymaliśmy od naszych rodziców, ale tylko dzierżawimy je od naszych dzieci. To w najmniejszych komórkach społecznych – rodzinach – rozpoczyna się zmiana postaw społecznych.

Do budowy świadomości powinny włączyć się również organy administracyjne. Gminy muszą zapewnić na swym terenie zrozumiały dla ludności system zrównoważonej gospodarki, który z kolei musi mieć odbicie w planach wojewódzkich i ogólnopństwowych. Organami Unii Europejskiej, która jest prekursorem idei zrównoważonego rozwoju na świecie, sterują polityką państw członkowskich, poprzez wprowadzane dyrektywy. To one obligują państwa do wprowadzenia w parlamentach narodowych regulacji prawnych, ułatwiających zachowanie zrównoważenia.

Niekiedy jednak państwa, zastępując się interesem narodowym, opóźniają wprowadzenie takich regulacji przez swoje parlamenty.

Aby lepiej zrozumieć ideę zrównoważonego rozwoju, warto prześledzić zachowania ludzkie na przykładzie wytwarzania dwóch rodzajów odpadów: stałych i ciekłych jako pozostałości po podstawowych potrzebach człowieka: spożywaniu żywności i nabywaniu towarów.

TECHNOLOGIE W OCHRONIE ŚRODOWISKA – ZRÓWNOWAŻONE TECHNOLOGIE W OBRÓBCE ODPADÓW KOMUNALNYCH I ŚCIEKÓW

Odpady i ścieki są naturalnym wynikiem życia ludzi w aglomeracjach. Patrząc z perspektywy setek lat, ścieki naturalnie trafiały do wód gruntowych i tam ulegały utylizacji, poprzez biodegradację i naturalną filtrację w pokładach piasku. Odpady składowane były na powierzchni ziemi, podlegając naturalnemu procesowi rozpadu. W ostatnim stuleciu, w zależności od wielkości aglomeracji, powstawały systemy utylizacji tych dwóch produktów. W połowie tego okresu rozpoczęto rozwiązywanie spraw utylizacji ścieków poprzez instalowanie oczyszczalni ścieków, najpierw tylko mechanicznych, potem mechaniczno-biologicznych, a ostatnio mechaniczno-biologiczno-chemicznych.

Rozwój technologii oczyszczania ścieków jest konsekwencją zwiększenia ilości produkowanych ścieków, wynikającą ze zwiększania komfortu życia oraz zaostrożonych norm ekologicznych. Kraje Unii Europejskiej doprowadziły do sytuacji, w której ścieki nie stanowią w tej chwili zagrożenia ekologicznego dla wód gruntowych. Stanowią one natomiast dodatkowe źródło energii, powstałej z utylizacji biogazu, produkowanego w wydzielonych komorach fermentacyjnych (WKF-ach) oraz, ze względu na swą temperaturę, jako dolne źródło ciepła w pompach ciepła. Jest to przykład kompleksowego wykorzystania potencjału energetycznego zawartego w części biologicznej ścieków komunalnych, który prowadzi do częściowego odzysku potencjału energetycznego w biogazie i ciepła użytego w momencie wytwarzania tego ścieku.

Odpady stałe, ze względu na swoją postać, często deponowane były na składowiskach odpadów. Były również gromadzone w wyrobiskach po zwirowniach, ze względu na pozostającą po wydobyciu żwiru glinę, która w naturalny sposób, stanowiła barierę dla wód powierzchniowych w ich migracji do wód gruntowych.

Wraz ze zwiększeniem liczby ludności i zdecydowaną poprawą komfortu życia, i w konsekwencji – zwiększeniem ilości pozostałych po produktach opakowań, tradycyjna metoda składowania odpadów na wysypiskach śmieci przestała być wystarczająca. Taka sytuacja mogła doprowadzić do tego, że w ciągu kilku dziesięcioleci w krajach uprzemysłowionych zabrakłoby miejsca na składowanie metodą tradycyjną, a wydobywający się z frakcji biologicznej metan miałby druzgocący wpływ na efekt cieplarniany. Metan jest ponad 20-krotnie

bardziej szkodliwy poprzez sprzyjanie efektowi cieplarnianemu, niż dwutlenek węgla. Jednak odzyskiwany we właściwy sposób metan, tj. w postaci biogazu, jest pełnowartościowym paliwem i zamiennikiem dla kopalnianego gazu ziemnego.

Unia Europejska systematycznie wprowadza takie mechanizmy polityczne, by ilość odpadów kierowana ostatecznie na składowisko, była jak najmniejsza. W większości krajów UE zabronione jest składowanie odpadów komunalnych. Zjawiskami sprzyjającymi politycznym decyzjom w tym względzie były wzrastające ceny surowców, paliw, energii oraz dyskusje na temat klimatu. Zaczęto traktować odpady komunalne tak, jak w przypadku ścieków, nie tylko jako zło konieczne i problem ekologiczny, ale również jako źródło dochodów, które w dużej części pokrywa koszty i nakłady inwestycyjne wydawane na ich gospodarkę i utylizację.

Koniecznym jest by świadome podejście do kwestii zagospodarowania odpadów było kształtowane „u źródła”, czyli u konsumentów. Sposobem na motywowanie społeczeństwa do racjonalnego podejścia do sprawy odpadów, jest na przykład system kaucji na opakowania oraz opłat, związanych z dostarczaniem opakowań do odpowiednich punktów skupu. Jest niezmiernie ważne, by cena za przekazany i tak wysegregowany odpad, była wyższa niż przychód z energii, która powstaje poprzez jego spalanie. Nie wyklucza to oczywiście sytuacji, w której ponowne użycie surowca z odpadów może okazać się nieekonomiczne i dlatego też może on, mimo jego wysegregowania ze strumienia odpadów, trafić do spalarni.

Istotną frakcją, którą powinno się segregować w gospodarstwach domowych, jest frakcja biologiczna. Optymalnym sposobem zagospodarowania tej frakcji jest doprowadzenie w procesie beztlenowej fermentacji do produkcji biogazu, który jest używany albo do zamiany na energię elektryczną i ciepło, w tzw. silnikach gazowych albo przeznaczany jako paliwo do napędu pojazdów. Wysegregowanie tej frakcji z ogólnej masy odpadów komunalnych powoduje, że wartość kaloryczna odpadów wzrasta, dzięki usunięciu dużej ilości zawartej w tej frakcji wilgoci. Jest to jeden z najtrudniejszych do przeprowadzenia sposobów segregacji „u źródła”, bowiem wymaga ogromnej dyscypliny konsumenta i konieczności posiadania dodatkowego zasobnika o podwyższonych wymaganiach higienicznych.

Tak wysegregowana frakcja biodegradowalna z odpadów komunalnych pozbawiona jest zanieczyszczeń, przez co wyprodukowany kompost jest czysty. Taki kompost jest źródłem odnawialnej energii i jest odwrotnością kompostu powstałego w procesie kompostowania tzw. „frakcji podsitowej”. Proces ten nie tylko wymaga dostarczania energii elektrycznej do urządzeń napowietrzających, ale przede wszystkim produkuje kompost, który nie może być sprzedany ze względu na zanieczyszczenia.

Właśnie z tych względów zwykle dochodzi do sytuacji, w których węgiel zawarty we frakcji biologicznej, nie jest wykorzystywany do produkcji biogazu, ale bezpośrednio spalany w spalarniach. Powoduje to obniżenie wartości kalorycznej odpadów, co w konsekwencji zmniejsza efektywność całego procesu spalania. Dopiero wynalezienie technologii skraplania spalin pozwoliło nam na odzysk tej energii, którą musieliśmy najpierw dostarczyć

w palenisku, aby osuszyć odpady w kotle i doprowadzić do spalenia węgla znajdującego się we frakcji biologicznej.

W procesie optymalizacji i zamknięcia cyklu wykorzystania odpadów, równoległe z biogazowniami, powstawały zakłady termicznej przeróbki odpadów, czyli elektrociepłownie opalane odpadami komunalnymi.

Pierwsze instalacje powstały na terenie Skandynawii już w latach 70. ubiegłego stulecia. Prekursorem była Szwecja, która nie posiadała, w odróżnieniu od Danii i Norwegii, dostępu do paliw kopalnianych. Na początku odpady komunalne traktowane były zgodnie z rzeczywistością jako paliwo, a ciepłownie, które je utylizowały, płaciły za dostarczenie tego paliwa. Oczywiście istotny był fakt, że miejskie ciepłownie znajdowały się w obrębie aglomeracji miejskich i dlatego względy ekologiczne, związane z emisją produktów procesu spalania, poddane były ogromnej kontroli społecznej. Należy dodać, że Szwecja, która nie była jeszcze wtedy członkiem UE, miała wyjątkowo rygorystyczne prawo ekologiczne. W ślad za dalszym zaostrzaniem prawa ekologicznego oraz zwiększeniem zobowiązań gmin do wdrażania w życie politycznych decyzji parlamentu, obligujących do efektywnego i ekologicznego zagospodarowania odpadów, wymuszono inwestycje ekologiczne w ciepłowniach. Oznaczało to w praktyce, że dostarczanie do spalarni odpadów komunalnych, zamiast przynosić zyski gminom, wiązało się z kosztami. Przychody uzyskiwane z tych opłat, przeznaczone były na nakłady inwestycyjne oraz koszty eksploatacyjne w spalarniach.

Efektom wynikłej sytuacji jest fakt, że najtańszym paliwem w energetyce są odpady komunalne. Ich cena równa jest tzw. „opłacie na bramie” i zwykle wynosi 40-100 €/tonę. Ta duża rozbieżność w cenie spowodowana jest efektem przychodu dla spalarni ze sprzedaży energii odpadowej, czyli ciepła. Przy ilości odzyskanej energii z odpadów na poziomie 3,2 MWh/tonę (dzięki technologii skraplania spalin), koszt wyprodukowania 1 kWh elektrycznej wynosi w przeliczeniu ok. 7 groszy.

Nierozzerwalnym procesem związanym z życiem aglomeracji jest ciągłe wytwarzanie odpadów stałych. Dlatego też konieczne jest znalezienie ciągłego zbytu na energię wytwarzaną w trakcie ich termicznej obróbki. Zarówno ze względu na zapotrzebowanie, jak i koszty przesyłu, najbardziej odpowiednim odbiorcą energii wydaje się być sieć ciepłownicza, znajdująca się w pobliżu spalarni. W przypadku Polski, problemem jest geograficzne położenie, które powoduje dysproporcje w poborze ciepła w okresie letnim, w stosunku do okresu zimowego. Konieczne jest, by pobór ciepła w okresie letnim na danym obszarze, odpowiadał produkcji ciepła z odpadów dostarczanych przez aglomerację w tym okresie. Dlatego kocioł spalarni musi być dostosowany do letniego zapotrzebowania na energię cieplną. W większości przypadków jest to zapotrzebowanie na c.w.u. użytkowników podłączonych do sieci ciepłowniczej na terenie aglomeracji. Zwykle jest tak, że potencjał energetyczny odpadów produkowanych na danym terenie jest wyższy niż zapotrzebowanie ciepłe w okresie letnim. Niezbędna jest więc budowa systemu w skojarzeniu, po to by tę nadwyżkę energii zamienić i sprzedać jako energię elektryczną, tzn. by głównym rodzajem energii

w spalarni była energia elektryczna a „odpadem” było ciepło. Drugim ważnym powodem prowadzenia procesu spalania w skojarzeniu jest fakt, że energia elektryczna wytwarzana w tym procesie jest traktowana jako podstawa, a ciepło jest odpadem, który musi być w 100% sprzedany. Tylko takie warunki umożliwiają sytuację niskiej opłaty „na bramie” i krótkiego czasu spłaty inwestycji na poziomie 5 lat!

W wielu krajach UE część energii z odpadów w spalarniach zagospodarowuje się w postaci pary przemysłowej. Niestety w takiej sytuacji spalarnia bierze na siebie ryzyko związane z powstaniem nadwyżki pary, trudnej do ekonomicznego zagospodarowania w momencie likwidacji przemysłu korzystającego z pary ze spalarni. Sytuacja taka występuje szczególnie w krajach, w których nie ma rozbudowanej miejskiej sieci ciepłowniczej. Wtedy to odbiorcami ciepła są pieczarkarnie, suszarnie desek, cieplarnie itd.

Oczywiście można pozbyć się ciepła poprzez chłodzenie w chłodniach kominowych, ale wtedy spalarnie są tylko elektrowniami kondensacyjnymi, wykorzystującymi 24% energii chemicznej odpadów, co przekłada się na dłuższy czas spłaty inwestycji lub też konieczność podniesienia opłaty „na bramie”.

EFEKTYWNIEREALIZOWANE PRODUKCJA ENERGII ELEKTRYCZNEJ I ZAGOSPODAROWANIE CIEPŁA JAKO ZNACZĄCE CZYNNIKI ZRÓWNOWAŻENIA

Naturalną energią odpadową, powstającą podczas procesu produkcji energii elektrycznej z pary wodnej, z tradycyjnych kotłów energetycznych, jest ciepło. O ile sprawność produkcji energii elektrycznej w elektrociepłowniach (zależnie od paliwa) nie przekracza 40%, o tyle w skojarzeniu osiągamy nawet 90%, a przy technologii odzysku ciepła ze strat kominowych z wilgotnych paliw, przez skraplanie pary wodnej (surowej biomasy i odpadów komunalnych), sprawność może nawet osiągnąć 130%, w odniesieniu do kaloryczności wilgotnej biomasy. Jest to możliwe, dlatego że różnica między kalorycznością surowej biomasy a ciepłem spalania biomasy, osiąga w zależności od zawartości wody, często dwukrotną wartość. Technologia ta odzyskuje ok. 45% z tej różnicy – stąd sprawność powyżej 100%.

Warunkiem koniecznym do właściwego, pozbawionego ryzyka, zagospodarowania ciepła jest sieć ciepłownicza.

BIOGAZ JAKO WSPÓLNY MIANOWNIK DLA PRODUKTÓW PO FERMENTACJI BIOMASY I BIOODPADÓW (EFEKT WSPÓŁPRACY WSI Z MIASTEM) I JAKO PALIWO EKOLOGICZNE

Nie kompostowanie, ale beztlenowa fermentacja frakcji biodegradowalnej jest zrównoważonym sposobem jej zagospodarowania. Niestety opłacalność produkcji biogazu w małych,

kilkudziesięciu kilowatowych instalacjach produkujących biogaz z żywności (najczęściej kukurydzy), ze względu na fakt, że za taki substrat trzeba dostawcy płacić, zależna jest od systemów wsparcia. Takie rozwiązania systemowe wdrożono np. w Niemczech. Ubocznym efektem tej polityki było podniesienie – czterokrotne – cen kukurydzy (również tej spożywanej), co przełożyło się bezpośrednio na ceny żywności. O wiele lepszym sorbentem są odpady biodegradowalne, takie jak odpady rzeźne, masarskie, gnojowica, odpady z przemysłu browarniczego, wyłoki gorzelniane i z produkcji soków, frakcja żywnościowa z odpadów komunalnych itd. Wtedy cena substratu jest ujemna tzn. biogazownia pełni funkcję miejsca końcowej obróbki odpadu, za którego dostarczenie płaci dostawca. Również odpady z rolnictwa, po przetworzeniu ich przez trzodę chlewną, stają się bardzo wartościowym substratem, a produkt poprocesowy naturalnym nawozem. Dzięki takiemu procesowi obróbki odpadów, rolnik nie tylko oszczędza finansowo, ale przede wszystkim oddaje z powrotem do gleby to, co konieczne jest do wzrostu roślin. Biogaz jest albo spalany i zagospodarowywany jako źródło energii albo doczyszczany do biometanu i używany jako zamiennik gazu ziemnego w systemach gazu sieciowego bądź jako paliwo transportowe CNG.

IDEA SYMBIO CITY JAKO PRZYKŁAD WPROWADZENIA ZINTEGROWANEGO SYSTEMU ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU W AGLOMERACJACH MIEJSKICH

Symbio City zaczęto stosować w rozszerzeniu zagadnienia eko-miast Sustainable City, gdy nie tylko istotne było doprowadzenie na terenie gminy do zrównoważenia między potrzebami a środkami, ale jeszcze dodano parametr wzajemnej symbiozy między, często bardzo różnymi, dziedzinami gospodarki samorządowej. Takim przykładem są np. zakłady gospodarujące odpadami komunalnymi. Ich rola to dbanie o estetykę miasta, ale również dostawa najtańszego lokalnego paliwa. Tak samo oczyszczalnie ścieków, które prócz swojego podstawowego zadania, spełniają również funkcję biogazowni, itd.

JAK WPROWADZONO IDEĘ ZRÓWNOWAŻENIA I JAK TO WPŁYNNĘŁO NA SZWECJĘ?

Realizację idei zrównoważenia w Szwecji rozpoczęto od porządkowania definicji paliw. Do tradycyjnego rozumienia pojęcia (paliwa tradycyjne, takie jak węgiel, ropa naftowa i gaz ziemny) dodano również inne palne produkty.

Szwecja jest krajem o najbardziej na świecie rozwiniętym miksie energetycznym, jedynym krajem, który równolegle rozwinął, zarówno energię nuklearną, jak i energię odnawialną, redukując przy okazji udział energii kopalnej. Szwedzi są również bardzo zdeterminowani, by w roku 2030 być niezależnymi od tradycyjnych paliw kopalnych w transporcie. Udział

paliw niekopalnych w bilansie energii pierwotnej wynosi dzisiaj w Szwecji 41%. Realizując zadania nałożone przez unijną politykę klimatyczną – tak zwane 3x20 – w Szwecji zdecydowano się dobrowolnie podnieść udział paliw niekopalnych do poziomu 50% do roku 2020, mimo że Unia Europejska żądała „tylko” 49%. Ten dodatkowy procent jest ogromnym wyzwaniem.

Warto również wziąć pod uwagę krótki, jak na tak ambitne działania, okres wprowadzenia ogromnych zmian. Dzięki determinacji i pomocy polityków stanowiących prawo, w Szwecji na zmiany wystarczyło 28 lat.

W roku 1980 udział paliw kopalnych w produkcji ciepła wynosił, podobnie jak dziś w Polsce, 95%. Rozpoczęto od legislacji i opodatkowywania tego, co było energetycznie nieefektywne i wykorzystywało paliwa importowane. Zastosowano zasadę nie nagradzania za to, co „czyste i gospodarne”, tylko karania za to, co „brudzącego i niegospodarne”.

Płaci się zatem za:

u wytwórcy energii:

- nieskojarzenie,
- spalanie paliw kopalnych,
- emisję NO_x, SO₂

a od końcowego klienta (konsumenta) pobiera się:

- podatek energetyczny (bliski cenie energii),
- opłatę za zamówioną moc,
- opłatę za zużytą energię,
- dodatkowa drobna opłatę na promocję energii zielonej,
- i na końcu VAT od całej sumy.

W konsekwencji takich działań, zużycie energii cieplnej na mieszkańca w Szwecji jest o połowę niższe niż w Polsce, nie tylko ze względu na odzysk energii z wentylacji czy lepszą stolarkę, ale przede wszystkim dlatego, że przeciętnemu Szwedowi po prostu nie opłaca się marnować energii.

Ogromną rolę odegrała sieć ciepła, do której dostarcza się energię ze wszystkich źródeł, po odzyskaniu ciepła odpadowego, np. z przemysłu, ciepła ze ścieków (dzięki pompom ciepła), tradycyjnych strat kominowych, poprzez wspomnianą wcześniej, rewelacyjną technologię skraplania pary wodnej z wilgotnych spalin. Jest to układ kondensacyjny, który znamy z domowych kociołków kondensacyjnych na gaz ziemny, tylko na kilkaset większą skalę, który odzyskuje dodatkowe 35% energii cieplnej ze spalin. Na szczeblu krajowym, dzięki tej metodzie, odzyskuje się tyle energii, ile wytwarza 1,5 reaktora atomowego. Niebagatelną rolę odgrywają spalarnie odpadów, wykorzystujące energię z najtańszego dla ciepłowni paliwa, pompy ciepła gdzie dolnym źródłem ciepła jest Morze Bałtyckie, rzeki, jeziora, powietrze, ścieki czy też biogazownie produkujące energię elektryczną i ciepło lub biometan z biodegradowal-

nych odpadów komunalnych (nie tylko z żywności), osadów ściekowych czy przemysłowych.

Mimo tych wszystkich opłat i podatków, ale dzięki efektywnemu zagospodarowaniu energii, powszechnie traktowanej jako tracona czy też utajona, energia elektryczna i ciepło w Szwecji średnio nie są droższe niż w Polsce, a ostatnio nawet o 25% tańsze.

Temat efektywnego zagospodarowania energii w Szwecji jest obecny od czasów, w których o efekcie cieplarnianym, zrównoważonym rozwoju czy też „czarnym” CO₂ nie wspominało się, ponieważ efekty bezmyślnej eksploatacji zasobów naturalnych nie były tak odczuwalne.

Szwecja do połowy lat 70. prawie w 100% jako paliwa do swych systemów ciepłych używała oleju opałowego. W momencie kryzysu energetycznego, wywołanego przez kraje arabskie, nagle w ciągu kilku miesięcy, jego cena wzrosła kilkukrotnie. Wtedy to właśnie Szwedzi stwierdzili, że nie mogą być dalej uzależnieni od zewnętrznych dostaw podstawowego paliwa do produkcji energii cieplnej, ciepła wpływającego w znaczący sposób na komfort życia. Politycy i technolodzy w Szwecji doszli do wspólnego wniosku, że jedyną szansą dalszego utrzymania wysokiego standardu życia ciepłego w kraju o bardzo srogim klimacie, bardzo rygorystycznym prawie ekologicznym oraz najwyższym, wtedy, poziomie stopy życiowej na świecie, a jednocześnie nieposiadającym własnych tradycyjnych paliw (węgla, ropy lub gazu ziemnego), jest znalezienie własnych niekonwencjonalnych paliw. Rozpoczęto od drewna, ze względu na ogromny potencjał leśny Szwecji. Zaczęto produkować z odpadów drewnianych brykiety i pellety. Dopóki starczyło surowca z wysuszonej tarcicy, nie rzutowało to na cenę tych dwóch paliw. Problem zaczął się wtedy, gdy jako surowca zaczęto używać mokrego drewna „prosto z lasu”, o średniej wilgotności w granicach 50%. Warunkiem technologicznym dla sklejenia własną ligniną kawałków drewna jest fakt, że drewno to nie może mieć większej wilgotności niż 15%. Zaszła zatem konieczność usunięcia około 35% wilgoci z surowca, co było procesem energochłonnym, wpływającym oczywiście na cenę surowca.

Próbowano współspalania z węglem. Dla utrzymania procesu spalania w optymalnych warunkach zaczęto współspalać węgiel z przetworzoną suchą biomasą, czyli brykietami, peletami. Problemem jednak była wysoka cena brykietów i peletów w stosunku do węgla, oleju opałowego i surowej biomasy. Przetworzona biomasa w cenie miała nie tylko koszty surowca, ale również koszty jego osuszenia (energia ta jest tracona w fabrykach brykietu). Często różnica w cenie była dwukrotna w stosunku wobec alternatywnych rozwiązań.

Próbowano zatem współspalać nieprzetworzoną biomasę z węglem. Bardzo szybko stwierdzono, że nie można mieszać wody z ogniem, a wilgotna biomasa nie jest paliwem. Kosztem zmniejszenia wydajności energetycznej kotła doprowadzano do odparowania wilgoci ze zrębków biomasy i przeobrażenia jej w paliwo. Efektem tego faktu była konieczność zmniejszenia udziału biomasy w miksie z węglem.

By zmniejszyć negatywny wpływ naturalnej wilgoci (w surowej biomacie) na proces współspalania, starano się, po pierwsze ścinać ją pod koniec zimy, gdy naturalnie wil-

gość jest mniejsza w powietrzu, a soki znajdują się w korzeniach. Dbano także o transport i przechowywanie biomasy w zadaszeniu. Takie działania jednak generowały koszty i niedo-
godności w planowaniu dostaw. Odrębnym problemem stał się fakt że mieszanina popiołu
z węgla i biomasy nadawała się tylko do składowania. Tracono bezpowrotnie naturalny
nawóz – popiół z biomasy.

Dzięki wyjątkowej jedności w parlamencie odnośnie opłat i podatków, zrezy-
gnowano ze współspalania i na początku lat 80. w Szwecji postawiono na spalanie suro-
wej biomasy w kombinacji z nowo odkrytą technologią skraplania pary wodnej w spalinach,
zarówno podczas spalania wspomnianej już surowej biomasy, ale również niesortowanych
odpadów komunalnych. Technologia ta stała się przełomem w produkcji zielonej energii
z surowej biomasy, ponieważ umożliwiła uniknięcie wysokich kosztów uszlachetniania, uza-
leżnienia od pory roku oraz dała możliwość składowania paliwa pod gołym niebem i trans-
portowania biomasy w otwartych wagonach. Wilgoć w paliwie przestała być problemem.

Odzyskany z wilgoci w spalinach kondensat stał się źródłem zdeminalizowanej wody,
którą po oczyszczeniu z pyłów lotnych i technologii odwrotnej osmozy, używa się jako
wody do uzupełniania składu, oszczędzając drogocenną wodę pitną i środowisko naturalne
(nie potrzebne jest używanie chemikaliów do przygotowania wody systemowej). Dodat-
kową korzyścią stał się fakt, że woda ta miała temperaturę spalin, czyli ok. 40°C, a nie 10°C,
jak woda źródłana lub miejska.

Był jeszcze inny bardzo ważny bonus – efekt ekologiczny. Pyły lotne o małej średnicy,
które normalnie nie są wyłapywane przez elektrofiltry i filtry workowe, trafiały do konden-
satu i po ich usunięciu, zwracane były do paleniska.

Metoda ta doprowadziła do sytuacji, w której poziom emisji pyłów ze spalarni odpadów
komunalnych znalazł się na poziomie 10% wymaganego przez UE poziomu zapylenia.

EFEKTY POLITYKI

Najważniejszym celem polityki energetycznej ostatnich lat było **oszczędzanie i szano-
wanie energii**. Zużycie energii w Szwecji od dwudziestu pięciu lat jest mniej więcej takie
samo, chociaż szwedzki Produkt Krajowy Brutto wzrósł o 80%. Efektywizacja energetycz-
na wypełniła w 75% ten wzrost zapotrzebowania energii od roku 1970 do dnia dzisiejszego.
25% to nowe moce wytwórcze, głównie spalarnie odpadów komunalnych i kotłownie opa-
lane biomasą.

W wytwórstwie energii cieplnej, dzięki technologii skraplania spalin, odzyskano energię
odpowiadającą mocy 1,5 reaktora atomowego.

Inwestycje w efektywizację energetyczną są najbardziej zyskowe – tylko mniej pewne
niż obligacje państwowe, ale prawie sześciokrotnie bardziej rentowne.

W zagospodarowaniu tych ogromnych ilości energii, wykorzystano podobną do polskiej

infrastrukturę sieci energetycznych i ciepłych. Równoległe z siecią komunalnego ciepła, buduje się sieci komunalnego chłodu, co powoduje że w Szwecji nie występuje ryzyko przeciążenia sieci energetycznych stwarzające zagrożenie blackoutu w okresie upałów.

Sieci ciepłownicze umożliwiły nie tylko wykorzystanie wspomnianej już energii, ale również stały się podstawą do bardzo efektywnej (w skojarzeniu) realizacji zadania produkowania energii w rozproszeniu, obniżając dzięki temu znacznie straty przesyłu energii elektrycznej. Centralny chłód umożliwił bardzo efektywną trigenerację.

Ok. 50% ciepła w Szwecji, podobnie jak w Polsce, jest dystrybuowana przez sieć ciepłowniczą. Ta sieć technicznie jest bardzo podobna do polskiej sieci.

Dzisiaj prawie 20% paliw do sieci ciepłowniczej pochodzi z **odpadów komunalnych**. Oznacza to, na przykład, że 60% budynków w mieście Malmö, które ma 250 000 mieszkańców, i cały południowy Sztokholm, gdzie mieszka ponad 130 000 osób, ogrzewane są dzięki spalaniu odpadów komunalnych. Dzięki efektywnej technologii pełnego odzysku energii z nieprzetworzonych odpadów komunalnych, osiągamy poziom, na którym dwie tony odpadów komunalnych odpowiadają energetycznie więcej niż jednej tonie węgla. Oto, jaki potencjał energetyczny znajduje się w śmieciach! Pełen efekt komercyjny można osiągnąć tylko wtedy, gdy uzyskaną energię w całości sprzedaje się do sieci energetycznych i to zarówno elektrycznej, jak i ciepłej.

Szwecja spala nie tylko własne odpady, ale również odpady z Norwegii, Włoch i Irlandii, zarabiając na tym ogromne pieniądze, ponieważ jak już wspomniano, za dostawę tego paliwa dostawca płaci około € 40/tonę loco elektrociepłownia.

Dodatkowo około dziewięć procent w miksie ciepłowniczym stanowi **ciepło odpadowe z przemysłu**.

Poza tym, prawie 10% ciepła wytwarzane jest dodatkowo za pomocą **pomp ciepła**, gdzie dolnym źródłem energii jest ciepło zawarte w Morzu Bałtyckim, w rzekach, w jeziorach i w oczyszczonych ściekach. Na przykład, w Sztokholmie oczyszczone ścieki mają temperaturę od 7 °C do 22 °C w ciągu roku (najzimniejsze są w kwietniu). Prowadzone są do dużej instalacji pomp ciepła, gdzie uzyskane jest ciepło, które jest wypompowane do sieci ciepłowniczej. Oczyszczona woda, która wpada do Bałtyku zawsze ma 1°C.

Możliwe jest to tylko dlatego, że różnica w cenie między energią elektryczną a ciepłą wynosi około 1,5 raza, a instalacja zdalczego chłodu pozwala na osiągnięcie COP w granicach 5!, tzn. 1 część energii elektrycznej zamieniana jest na 3 części ciepła i 2 części chłodu.

Największy udział, prawie 50% paliw pochodzi z różnego rodzaju **odpadów leśnych**. Nie spala się w Szwecji oczywiście drewna, tylko odpady leśne z leśnictwa i produkcji drzewnej, odpady przemysłu papierniczego i specjalnie uprawiane rośliny energetyczne. Porównując ze Szwecją, można podkreślić, że w Polsce wycina się rocznie o połowę mniej lasów, ale za to obszar pod uprawą agrarną jest 6 razy większy. Jest więc potencjał dla polskich rolników do produkcji agropaliw.

Obecnie, około 80% ciepła w szwedzkiej sieci ciepłowniczej, czyli 40% całego zapotrze-

bowania ciepła w Szwecji, pochodzi ze źródeł energii, które w wielu innych krajach świata nie są w ogóle wykorzystywane, lecz dosłownie marnowane. Często zamiast odzyskiwać energię z ciepłych, oczyszczonych ścieków, przemysł nawet woli płacić kary za zrzucanie ich do rzek.

Od roku 1990 do 2007 udział bioenergii w szwedzkim bilansie energetycznym wzrósł o ok. 79%. Równocześnie wzrost PKB wyniósł ok. 48%, a emisje CO₂ spadły o 9%. Przy okazji powstało też wiele miejsc pracy na wsi – w pobliżu wszystkich 570 szwedzkich ciepłowni, ponieważ **energetyka lokalna jest realizowana tylko poprzez energię ze źródeł odnawialnych**.

To gminy stały się prosumentami. Istnieją gminy samowystarczalne w paliwa lokalne wytwarzające ciepło i w ponad 50% samowystarczalne w energię elektryczną.

Koszt energii ciepłej w koszcie czynszu za mieszkanie to ok. 15%, a energii elektrycznej nie więcej niż 10%.

Najtaniej produkuje się energię elektryczną w spalarni odpadów – 7 groszy za kWh, następnie w elektrowni wodnej – 8 groszy, a w elektrowni nuklearnej – 9 groszy za kWh.

To wszystko pokazuje, że właściwie prowadzona polityka zrównoważenia między potrzebami a zasobami, nie musi prowadzić do wysokich cen energii i obniżenia standardu życia.

CEL TEGO OPRACOWANIA

Ambasada Królestwa Szwecji, mając na uwadze ogromne osiągnięcia Szwecji w uniezależnieniu się od paliw importowanych i w konsekwencji – bardzo pozytywne efekty ekonomiczne i ekologiczne dla mieszkańców – wydając to wydawnictwo, pragnie podzielić się z Czytelnikami szwedzkimi doświadczeniami.

Sukces Szwecji osiągnięty został kosztem wielu prób i błędów. Chcąc się podzielić wiedzą, propagujemy technologie eksploatowane przez wiele lat w skali przemysłowej, często także przy pomocy polskich produktów i wykonawców.

Zapraszamy do współpracy, w celu uzyskania przez Polskę, wzorem Szwecji, maksymalnego uniezależnienia się od obcych paliw i wywiązania się w optymalny sposób z unijnych regulacji dotyczących udziału paliw odnawialnych w państwowym miksie energetycznym, w latach 2020, 2030 i 2050.

W dalszej części prezentujemy materiał opisowy przekazany przez Avfall Sverige – organizację zrzeszającą szwedzkie firmy prowadzące gospodarkę odpadami komunalnymi.

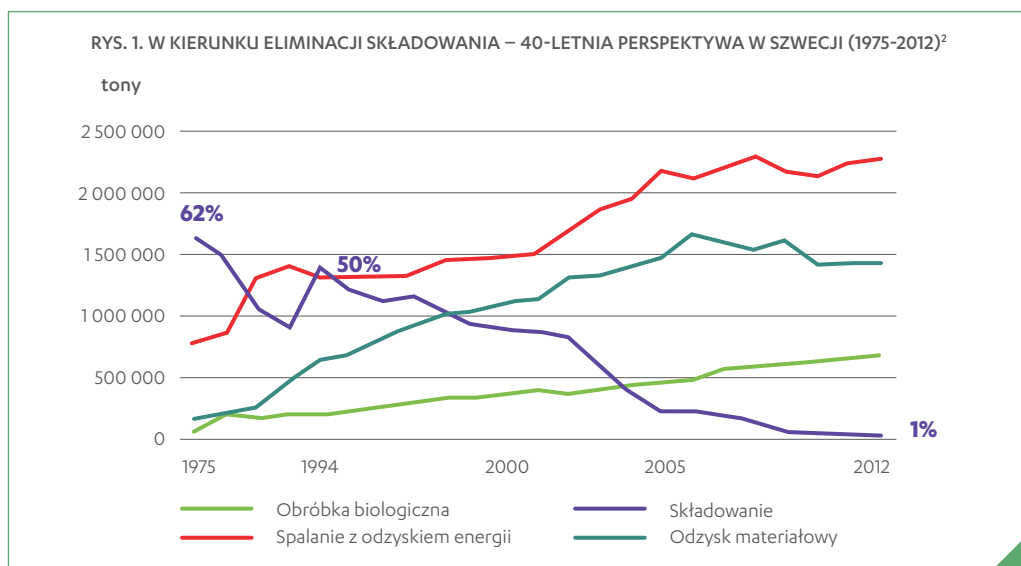
Józef Neterowicz
Radca Ambasady Królestwa Szwecji

GOSPODARKA ODPADAMI W SZWECJI¹

Regulacyjne ramy dla europejskiej gospodarki odpadami zostały określone przez Unię Europejską. Na podstawie tych ram, szwedzki parlament decyduje, jak powinna być skonstruowana szwedzka gospodarka odpadami. Cele środowiskowe skierowały Szwecję w kierunku bardziej ekologicznych praktyk zarządzania odpadami – procesu w których gminy odgrywają kluczową rolę.

Gospodarka odpadami powinna być ukierunkowana na osiągnięcie maksymalnych korzyści środowiskowych i społecznych. Każdy powinien uczestniczyć w tym procesie: gminy, producenci, gospodarstwa domowe i przedsiębiorstwa.

Szwecja dysponuje ponad czterdziestoletnim doświadczeniem w zakresie wdrażania regulacji i rozwiązań w sektorze gospodarki odpadami. Znaczące zmiany w tej dziedzinie rozpoczęły się w 1972 r., kiedy to w myśl ustawy o utrzymaniu czystości publicznej odpowiedzialność za odpady spoczęła na gminach. W 2005 r. całkowicie zakazano w Szwecji składowania odpadów biodegradowalnych. Systemy odzysku i recyklingu sprawiły, że ilość składowanych odpadów komunalnych zmalała z 50% w 2001 r. do 3% w 2011 r. i 1% w 2012 r.



¹ Za: Avfall Sverige, Swedish Waste Management Report 2013.

² J. Astrom, Avfall Sverige, prezentacja Ystad 2013.

Gminy są odpowiedzialne za zbieranie odpadów z gospodarstw domowych będących poza odpowiedzialnością producentów. Transport odpadów do centrum przetwarzania w celu recyklingu, utylizacji lub składowania jest również obowiązkiem gmin. Odnosi się to zarówno do odpadów z gospodarstw domowych, jak i odpadów z restauracji, sklepów, biur itp. Odpady muszą być zbierane i transportowane w sposób przyjazny dla środowiska.

Każda gmina musi mieć własny plan sanitarny, zawierający plan gospodarki odpadami oraz przepisy dotyczące gospodarki odpadami, które są adekwatne do potrzeb i możliwości danej miejscowości.

Między innymi, plan powinien szczegółowe informacje na temat metod stosowanych w gminie w celu ograniczenia ilości odpadów oraz ich szkodliwości.

Producenci są ustawowo odpowiedzialni za odpady, takie jak:

- papier zwrotny taki jak gazety oraz inne druki,
- opakowania,
- odpady elektryczne i elektroniczne,
- opony,
- samochody,
- baterie,
- farmaceutyki.

Producenci muszą zapewnić, że istnieją odpowiednie systemy zbierania odpadów oraz metody ich przetwarzania. Mają także obowiązek dostarczania informacji o metodach sortowania i odbioru.

Celem wprowadzenia odpowiedzialności producentów jest zapewnienie zużywania możliwie najmniejszej ilości zasobów naturalnych w ich produkcji, wytwarzanie produktów, które łatwo mogą być poddane recyklingowi i są wolne od szkodliwych dla środowiska substancji.

Gospodarstwa domowe są odpowiedzialne za segregację i składanie odpadów w dostępnych punktach zbiórki. Muszą również przestrzegać przepisów w zakresie gospodarki odpadami obowiązujących w danej gminie.

Przedsiębiorstwa są odpowiedzialne za usuwanie odpadów innych niż z gospodarstw domowych i odpadów, które nie są w zakresie odpowiedzialności producentów.

METODY PRZETWARZANIA

Stosowane są następujące metody przetwarzania odpadów:

- recykling materiałowy,
- biologiczne przetwarzanie,

- odzysk energii,
- składowanie na składowisku.

Odpady niebezpieczne, w zależności od ich charakterystyki, mogą być przetwarzane przy zastosowaniu jednej lub więcej spośród tych metod.

Recykling materiałów opakowań, makulatury, złomu, odpadów z urządzeń elektrycznych i elektronicznych (WEEE) oraz baterie itp. zmniejsza ich wpływ na środowisko, oszczędza energię i zasoby naturalne.

Biologiczne przetwarzanie zamyka cykl ekologiczny i umożliwia powrót substancji odżywczych do gleby. Odpady mogą być przetwarzane poprzez fermentację beztlenową (metanową) lub kompostowanie. W procesie fermentacji metanowej powstaje bionawóz i biogaz, który można wykorzystać na cele energetyczne – produkcja energii elektrycznej, ciepła lub (po uzdatnieniu do jakości gazu ziemnego) jako paliwo do pojazdów – biometan. Kompostowanie daje nawóz, który może być używany jako środek poprawiający właściwości gleby w ogrodach, parkach itp.

Termiczne przekształcanie odpadów (spalanie) jest wydajnym i bezpiecznym dla środowiska sposobem odzyskiwania energii z odpadów, zapewniając zarówno produkcję ciepła np. dla scentralizowanych systemów ogrzewania jak i produkcję energii elektrycznej. Metoda ta idealnie nadaje się do przetwarzanie odpadów, które nie mogą zostać poddane recyklingowi w inny sposób.

Składowanie jest metodą zagospodarowania odpadów, które nie mogą lub nie powinny być poddawane recyklingowi. Składowanie oznacza, że odpady będą przechowywane w sposób bezpieczny w długim okresie. Składowanie odpadów organicznych lub palnych na składowiskach jest zabronione.

ORGANIZACJA SYSTEMU GOSPODARKI ODPADAMI

Gminy decydują same o organizacji działań w zakresie gospodarki odpadami na ich terenie – prawo gmin do samostanowienia jest określone w szwedzkiej konstytucji – i mogą wybrać jedną z kilku form organizacyjnych:

- samorządztwo,
- przedsiębiorstwa komunalne, samodzielnie lub wspólnie z innymi gminami,
- wspólne zarządy,
- związki komunalne/gminne.

Współpraca odbywa się również poprzez wymianę usług pomiędzy gminami. Niektóre gminy współpracują ze sobą przy realizacji niektórych zadań, np. wspólnych zamówień. Współpraca stała się naturalnym środkiem do osiągnięcia korzyści środowiskowych

i społecznych oraz zapewnienia efektywnej kosztowo gospodarki odpadami przy udziale kompetentnych podmiotów.

W około 73% szwedzkich gmin, zbieranie odpadów jest zlecane do prywatnych firm zewnętrznych, pozostałe gminy realizują odbiór odpadów jako usługę publiczną (*in house*). Przetwarzanie odpadów jest albo wykonywane przez same gminy albo przez partnera zewnętrznego np. inną gminę, przedsiębiorstwo komunalne lub spółkę prywatną.

ZAPOBIEGANIE POWSTAWANIU ODPADÓW

Zapobieganie powstawaniu odpadów jest pierwszym krokiem w hierarchii i jest priorytetem zarówno w europejskim, jak i szwedzkim ustawodawstwie dotyczącym gospodarki odpadami. Hierarchia w gospodarce odpadami wygląda następująco:

- zapobieganie powstawaniu odpadów,
- powtórne wykorzystanie,
- recykling,
- inne sposoby przetwarzania np. przetwarzanie odpadów na energię, składowanie.

Wszystkie kraje członkowskie Unii Europejskiej od 12 grudnia 2013 r. powinny mieć zatwierdzone programy krajowe zapobiegania powstawaniu odpadów w celu zmniejszenia objętości odpadów i zredukowania ilości szkodliwych substancji na wysypiskach. W Szwecji za to zadanie odpowiedzialna jest Agencja Ochrony Środowiska.

Agencja skupia się na 4 kategoriach odpadów, które mają największy wpływ na środowisko:

- tekstylia,
- odpady żywnościowe,
- elektroodpady,
- odpady budowlane.

Te kategorie odpadów są również traktowane jako priorytetowe w narodowym planie gospodarki odpadami. W programie zapobiegania powstawaniu odpadów w Szwecji głównym celem jest zwiększenie ich ponownego wykorzystania.

Szwecja uzyskuje dobre wyniki jeśli chodzi o odzyskiwanie materiałów, energii i składników odżywczych z odpadów. Ale można pójść jeszcze dalej, zapobiegając powstawaniu odpadów. Korzyść dla środowiska jest większa jeśli produkt w ogóle nie jest wytwarzany niż w momencie gdy jest on wytwarzany, używany i poddany recyklingowi. Szwedzkie gmi-

ny są obarczone dużą częścią odpowiedzialności za zmniejszenie ilości odpadów i zminimalizowanie ilości substancji niebezpiecznych w wytwarzanych odpadach. Dla członków organizacji Avfall Sverige zapobieganie wytwarzaniu odpadów ma wysoki priorytet: w 2011 roku została przyjęta długoterminowa wizja „zero odpadów”. Wizja ta ma dwa cele na 2020: oddzielenie relacji między ilością odpadów a wzrostem gospodarczym i dokonania jasnego, silnego ruchu w górę hierarchii odpadów. Gminy mają do odegrania kluczową rolę jako podmioty wprowadzające zmiany i gwarantujące długoterminową, zrównoważoną gospodarkę odpadami.

NARZĘDZIA KONTROLI

Do tej pory brakowało narzędzi do śledzenia trendów w gospodarce odpadami i do sprawdzania, czy działania są zgodne z wyznaczonymi celami. Avfall Sverige, wraz z partnerami, rozpoczęło wspólny projekt, którego celem jest monitorowanie wskaźników gospodarki odpadami i opracowanie narzędzi umożliwiających śledzenie trendów i efektów realizacji wizji Avfall Sverige „zero odpadów”. Projekt został przedstawiony na początku 2014 roku.

PONOWNE WYKORZYSTANIE ODPADÓW

Na poziomie gmin coraz bardziej powszechna staje się współpraca z organizacjami charytatywnymi, zapewniająca możliwość deponowania ubrań i innych przedmiotów na stacjach recyklingu w celu ponownego użycia.

Avfall Sverige jest krajowym koordynatorem projektu UE „Europejski Tydzień Redukcji Odpadów”, który jest również wspierany przez szwedzką Agencję Ochrony Środowiska. Projekt rozpoczął się w 2009 roku i będzie trwał do roku 2015. W ramach projektu co roku, przez tydzień w listopadzie, w całej Europie realizowane są działania mające na celu zmniejszenie ilości odpadów i ilości substancji niebezpiecznych w odpadach.

ZBIERANIE ODPADÓW I TRANSPORT

Istnieje wiele różnych systemów zbierania i transportu odpadów z gospodarstw domowych. Odpady w pojemnikach i workach mogą być zbierane jako frakcja zmieszana odpadów przeznaczonych do odzysku energii lub jako dwie oddzielne frakcje: jedna dla odpadów spożywczych i druga dla odpadów palnych. Zmieszane odpady palne z domów jednorodzinnych są najczęściej zbierane do 190-litrowych pojemników, które są opróżniane co dwa tygodnie.

Istnieje również wiele rozmiarów pojemników i worków na odpady, które są opróżniane w odpowiednio dobranych odstępach czasu. Odpady z bloków mieszkalnych są zazwyczaj odbierane co tydzień.

Najczęstszym systemem zbiórki odpadów spożywczych u źródła jest wydzielony pojemnik w połączeniu z pojemnikiem dla odpadów zmieszanych. Są też kosze wielokomorowe i systemy sortowania optycznego przed obróbką. Optyczne sortowanie wymaga od gospodarstw domowych segregacji odpadów do worków w różnych kolorach, które są umieszczone w tym samym pojemniku. Worki są transportowane przez pojazd do instalacji sortującej, gdzie oddzielane są automatycznie w celu poddania odpowiedniej obróbce.

Odpady mogą być rozdzielane na szereg różnych frakcji, np.:

- odpady żywnościowe,
- makulatura,
- czasopisma/gazety,
- metal,
- plastik,
- inne odpady z gospodarstwa domowego.

Coraz więcej gmin wprowadza zbiórkę opakowań i gazet na zewnątrz posesji (przy krawężnikach chodników). Opakowania i gazety powszechnie zbiera się w dwóch, cztero-przedziałowych pojemnikach, które są odbierane w różnych odstępach czasu.



FOT. 1. WIELOKOMOROWY POJEMNIKA NA ODPADY (FOT. M. ROGULSKA)

Jeden pojemnik, przeznaczony przykładowo na odpady spożywcze, odpady palne, opakowania z papieru i kolorowe szkło, jest opróżniany co dwa tygodnie. Drugi pojemnik, przeznaczony na przykład do jasnego szkła, metalu, na opakowania z tworzyw sztucznych

i gazety, jest opróżniany co cztery lub osiem tygodni. Tradycyjne pojazdy tylno-ładowne nadal są najbardziej dominującymi pojazdami do usuwania odpadów, jednak udział pojazdów wielokomorowych rośnie i stają się one coraz bardziej zaawansowane technicznie.

Zwiększa się liczba pojazdów wykorzystujących biogaz jako paliwo, co gmina może kontrolować poprzez procedury przetargowe. Dodatkowo wykorzystywane są paliwa alternatywne takie jak RME (bioestry) i różne technologie hybrydowe w celu zmniejszenia wpływu na środowisko. Poprzez przetargi, gminy mogą również kontrolować wymagania środowiska pracy odnośnie pojemników na odpady i pojazdów do ich przewozu.

WSPÓŁCZESNE METODY ZBIÓRKI ODPADÓW

Zbieranie odpadów wiązało się dawniej z wieloma urazami osób przy tym pracujących. Codzienne podnoszenie ciężarów wymagało od pracowników dobrej formy fizycznej. Obecnie worki zostały zastąpione pojemnikami lub kontenerami różnego typu. Ręczne zbieranie odpadów zostało zastąpione przez nowe technologie i zautomatyzowane systemy, takie jak systemy próżniowe i systemy kontenerów podziemnych.



Oba te systemy są coraz bardziej powszechne, szczególnie w dużych miastach i na obszarach nowo zabudowanych. Jedną z zalet jest to, że nie wymagają ciężkiej pracy fizycznej. Mimo, że warunki pracy znacząco się poprawiły, nadal istnieją problemy, nad rozwiązaniem którymi przemysł stale pracuje.

Próżniowy system zbierania i podziemne systemy kontenerowe są pożądane z punktu widzenia środowiska pracy, jako systemy zamknięte i całkowicie zautomatyzowane. System

zmniejsza również zapotrzebowanie na transport naziemny, w szczególności na obszarach mieszkalnych. Istnieją dwa rodzaje próżniowych systemów zbierania: stacjonarne lub mobilne. Za pomocą systemu stacjonarnego, odpadki są wysysane przez powietrze do automatycznego układu próżniowego. Odpady są dalej transportowane przez rury podziemne, które prowadzą do kontenerów zbiorczych. Kontenery umieszczone są w terminalu i są zabierane przez pojazdy ciężarowe. Mobilny próżniowy system zbierania wykorzystuje również powietrze do zbierania odpadów. Zbiornik jest umieszczany pod każdym zsytem. Zbiorniki połączone są ze sobą za pomocą podziemnych rurociągów. Pojazd podłącza się do punktu dokującego, system próżniowy jest włączany i za pomocą strumienia powietrza zasysa się odpady ze zbiorników magazynowych przez punkt dokujący do pojazdu.

Podziemne systemy kontenerowe są kolejnym rozwijającym się systemem zbierania. Pojemniki umieszczone pod ziemią zmniejszają zapotrzebowanie na przestrzeń na poziomie ulicy. Temperatura poniżej poziomu ulicy, gdzie gromadzone są odpady, jest względnie niska, co zapobiega wydzielaniu zapachów, a kontenery są łatwo opróżniane przez pojazdy typu hakowiec. Są również podziemne kontenery opróżniane przez pojazdy z przednim systemem załadunku. Dzięki znacznej objętości podziemnych kontenerów ilość przejazdów może zostać zmniejszona.



FOT. 3. SYSTEM PODZIEMNYCH ZBIORNIKÓW W LUND (FOT. M. ROGULSKA)

ODPADY PŁYNNNE

Zbieranie odpadów płynnych takich jak ścieki, osady, osady po separacji tłuszczu, frakcja tłuszczowa, leży w zakresie odpowiedzialności gmin. 180 gmin, które umieściły swoje dane

na stronie Avfall posiada w sumie 500 000 instalacji oczyszczania ścieków które przerabiają około 1,2 miliona ton ścieków. 16 procent gmin korzysta z wozów asenizacyjnych z funkcją odwadniania ścieków, pozostałe korzystają z pojazdów tradycyjnych. 116 gmin usuwa łącznie 77 000 razy w roku ścieki z kanalizacji (ok. 1200 ton rocznie).

Gminy, które podały dane dla statystyk Avfall Web, wskazały 8200 instalacji separacji tłuszczu, o wydajności łącznej 48 000 ton. Średnio każda instalacja opróżniana jest 2-3 razy rocznie.

W ostatnich latach zostały zainstalowane nowe rozwiązania, takie jak filtry fosforowe (*phosphorus traps*) i inne rozwiązania w mikroskali dla zmniejszenia zawartości fosforu w przydomowych oczyszczalniach. Jest to związane z rygorystycznymi wymogami redukcji emisji powodujących przenawożenie. W latach 2010-2011 Szwedzka Agencja Ochrony Środowiska przeprowadziła ogólnokrajową kampanię nadzoru, w celu korekty uchybień w przydomowych oczyszczalniach ścieków. W 2012 Avfall Sverige przedstawiła nowy raport na temat filtrów fosforowych, które są sposobem na zwiększenie stopnia oczyszczania ścieków z fosforu. Materiał filtracyjny z filtru fosforowego i osady z małych oczyszczalni ścieków są klasyfikowane jako odpady z gospodarstwa domowego i wydziały gospodarki odpadami w gminach są odpowiedzialne za ich opróżnianie i separację/oczyszczanie.

CENTRA RECYKLINGU

W gminnych centrach recyklingu z obsługą, gospodarstwa domowe mogą oddać odpady elektroniczne i odpady niebezpieczne oraz odpady wielkogabarytowe, które są zbyt ciężkie, zbyt obszerne lub w inny sposób nieodpowiednie do odbioru, w workach lub pojemnikach.

W 2012 roku, gospodarstwa domowe zdeponowały 1 625 000 ton odpadów wielkogabarytowych, głównie w miejskich centrach recyklingu. Zebrana ilość odpowiada 170 kg na osobę.

Istnieje około 630 centrów recyklingu na terenie całego kraju, ze średnio 20 milionami wizyt rocznie. W ostatnich latach znacznie wzrosła ilość odpadów wielkogabarytowych i odpadów niebezpiecznych przyjmowana w centrach recyklingu. Wiele gmin dostosowało i zmodernizowało swoje centra recyklingu. Wiele mniejszych centrów recyklingu zostało zamkniętych, a gminy budują nowe, większe centra, lepiej dostosowane do aktualnych ilości odpadów i liczby zwiedzających.

Największe centrum recyklingu w każdej gminie jest średnio dostępne 46 godzin tygodniowo, 12 godzin wieczorami i w weekendy.

W niektórych krajach sąsiadujących ze Szwecją, sporo dużych miast, w swoich centrach zlokalizowało małe centra recyklingu, znane jako mikrocentra. W takich małych centrach można wyrzucić np. elektrośmieci i niewielkie ilości odpadów wielkogabarytowych. Trwają próby wprowadzenia mikrocentrów recyklingu w Szwecji. Istnieją również mobilne centra recyklingu, które przyjmują odpady niebezpieczne, niektóre odpady wielkogabarytowe

i elektrośmieci. Mobilne centra odwiedzają stałe punkty odbioru, zgodnie z ustalonym harmonogramem.

Centrum recyklingu w Timmersdala koło Skovde jest jedynym ośrodkiem w kraju, gdzie można oddać odpady nawet, gdy jest on zamknięty lub bez obsługi. Wymagane jest, by odwiedzający posiadał prawo jazdy, mieszkał w Skovde i ukończył krótki program szkoleniowy. Prawo jazdy musi najpierw zostać zarejestrowane, po czym jest stosowane jako karta dostępu, z odpowiednim zapisem gdy użytkownik wchodzi do środka. Centrum recyklingu w Timmersdala nadal jest obsługiwane jedynie w określonych godzinach.

Wiele centrów recyklingu w Szwecji w ostatnich latach miało poważne problemy z kradzieżami i włamaniami, wraz z sytuacjami zagrożenia dla personelu. Większość dużych, nowo budowanych centrów recyklingu, zainstalowało system ogrodzeń elektrycznych lub kamer, które znacznie zmniejszyły liczbę włamań.

Niektóre gminy wprowadziły również system bram w swoich centrach recyklingu, co poprawia bezpieczeństwo, zapewnia funkcjonalny system kontroli dostępu i zwiększa statystyki odwiedzin. Taki system często łączy się z kartami wstępu dającymi gospodarstwom domowym określoną liczbę darmowych wizyt. W niektórych gminach właściciele małych firm mogą także skorzystać, za dodatkową opłatą, z usług świadczonych w centrach recyklingu.

STACJE RECYKLINGU

System około 5800 bezzałogowych stacji recyklingu (w odpowiedzialności producentów), które przyjmują opakowania i gazety, został opracowany tak, by pokryć potrzeby całego kraju. System zbierania powinien zostać zaprojektowany przez producentów w konsultacji z gminą. Stacje recyklingu posiadają oddzielne pojemniki na gazety i różne materiały opakowaniowe. Coraz więcej gmin wprowadza odbiór odpadów bezpośrednio z mieszkań i domów jednorodzinnych.

SYSTEMY SELEKTYWNEJ ZBIÓRKI ODPADÓW

ODPADY Z GOSPODARSTW DOMOWYCH

W Szwecji najbardziej popularnym systemem zbiórki segregowanych odpadów komunalnych w gospodarstwach domowych („u źródła”) jest system dwóch pojemników: jeden dla odpadów żywnościowych (biodegradowalnych), drugi dla frakcji przeznaczonej do spalania (Fot.4). W ciągu ostatnich lat, część gmin zdecydowała się na zmodyfikowanie dotychczasowego systemu zbiórki odpadów i zaczęła stosować system wielofrakcyjnych pojemników,

w którym różne rodzaje odpadów są umieszczane również w dwóch pojemnikach, ale podzielonych na kilka oddzielnych komór (Fot.4). System ten pozwala na dokładną segregację opakowań, dzięki czemu możliwe jest ich ponowne wykorzystanie lub też przetworzenie w inne produkty.

Innym systemem używanym w niektórych gminach jest optyczne rozdzielanie worków o różnych kolorach, umieszczanych w tym samym, wielokomorowym pojemniku (Fot.4). System ten stosowany jest najczęściej wtedy, gdy instalacja wstępnego przetwarzania odpadów wyposażona jest w automatyczny system optycznej segregacji worków tak, jak np. w Borås.

W tabeli poniżej przedstawiono dane liczbowe dotyczące zastosowania wymienionych powyżej systemów zbierania odpadów w szwedzkich gospodarstwach domowych w 2012 r.

TAB. 1. SYSTEMY ZBIERANIA ODPADÓW W GOSPODARSTWACH DOMOWYCH³

	Oddzielne pojemniki	Optyczne sortowanie	Wielofrakcyjne pojemniki
Liczba zastosowanych systemów w gminach szwedzkich (gospodarstwa domowe)	125	18	25



FOT. 4. SYSTEMY SELEKTYWNEJ ZBIÓRKI ODPADÓW ŻYWNOŚCIOWYCH Z GOSPODARSTW DOMOWYCH STOSOWANE W SZWECJI⁴

Doświadczenia Avfall Sverige pokazują, że do głównych czynników sukcesu w zakresie prawidłowej zbiórki odpadów należą:

- planowanie,
- odpowiednie zasoby ludzkie,

³ Astrom J. konferencja Ystad, 13-14.11.2013, www.sansac.se, szwedzki producent worków papierowych.

⁴ Astrom J. konferencja Ystad, 13-14.11.2013.

- informacja,
- kontrole i działania następcze,
- jasno zdefiniowane i mierzalne cele,
- funkcjonujący i zrozumiały dla wszystkich system.

Aktualnie około jedna trzecia materiału z odpadów z gospodarstw domowych jest poddana recyklingowi, ale są potencjalne możliwości zwiększenia tej ilości. Standardowo prawie jedną trzecią zawartości typowego worka z odpadami stanowią opakowania i gazety, które powinny trafić do recyklingu materiałowego. Raport na temat odpadów z sierpnia 2012 roku, proponuje przekazanie gminom odpowiedzialności za zbieranie wszystkich odpadów z gospodarstw domowych, w tym opakowań i gazet. Niektóre gminy już z własnej inicjatywy wdrożyły metody zbierania opakowań i gazet, usługi, które zostały pozytywnie przyjęte przez ogół społeczeństwa i dały doskonałe wyniki.

PRZYKŁAD MIASTA LUND

W Lund selektywna zbiórka odpadów, w tym odpadów żywnościowych, została wprowadzona w roku 2011. System segregowanych odpadów komunalnych w gospodarstwach domowych z wykorzystaniem systemu dwóch pojemników przeznaczonych na odpady żywnościowe oraz zmieszane odpady kierowane do spalarni przedstawiono na przykładzie osiedla mieszkaniowego w jednej z dzielnic Lund.



FOT. 5. OSIEDLOWA STACJA RECYKLINGU – ZAMYKANA DREWNIANA ALTANA Z POJEMNIKAMI NA SEGREGOWANE ODPADY (FOT. M. ROGULSKA)

Osiedlowa stacja recyklingu – w tym przypadku drewniana altana (Fot. 5) – mieści pojemniki do selektywnej zbiórki odpadów, także odpadów żywnościowych dla ok. 200 mieszkańców. Na osiedlu znajduje się kilka takich altan. W każdym z punktów są trzy pojemniki na odpady żywnościowe oraz kilka pojemników na odpady zmieszane, które odbierane są raz w tygodniu lub w miarę potrzeb. Mieszkańcy w punkcie zbiórki odpadów mogą pobrać potrzebną ilość papierowych toreb, za pośrednictwem których zbierane są odpady żywnościowe. Nad pojemnikami umieszczona jest informacja co wolno wrzucać do pojemnika, a co jest zabronione (Fot 7).



FOT. 6. POJEMNIKI NA ODPADY ŻYWNOŚCIOWE ORAZ POJEMNIK Z TORBAMI PAPIEROWYMI (FOT. M. ROGULSKA)



FOT. 7. NAD POJEMNIKAMI UMIESZCZONE SĄ INSTRUKCJE PRZYPOMINAJĄCE ZASADY SEGREGACJI
(FOT. M. ROGULSKA)

System drugi – wielofrakcyjne pojemniki – tak jak wspomniano na początku, jest systemem, który jest intensywnie rozwijany w Szwecji w ostatnich latach. Pojemnik wykorzystywany w tego typu systemie zbiórki podzielony jest wewnątrz na kilka oddzielnych komór, przeznaczonych do selektywnego zbierania różnych typów odpadów, w tym opakowaniowych i żywnościowych. Żeby segregacja odpadów za pośrednictwem omawianego

systemu zbierania odpadów była skuteczna, pojazdy odbierające odpady muszą być dostosowane do tego typu pojemników (Fot. 8, 9).

Istnieje też możliwość samodzielnego dostarczania odpadów przez mieszkańców do stacji recyklingu (Fot. 10.). Stacje te zlokalizowane są zazwyczaj na osiedlach mieszkalnych

RYS. 2. POJEMNIKI WIELOFRAKCYJNE DO SEGREGACJI ODPADÓW „U ŹRÓDŁA”:
POJEMNIK 1: ODPADY MIESZANE, ODPADY KUCHENNE (ŻYWNOŚCIOWE), KOLOROWE SZKŁO, PLASTYK;
POJEMNIK 2: PAPIER, KARTONY, SZKŁO BIAŁE, METAL



FOT. 8. ODBIÓR ODPADÓW Z DOMKÓW JEDNORODZINNYCH⁵



FOT. 9. ŚMIECIARKA PRZYSTOSOWANA DO POJEMNIKÓW WIELOFRAKCYJNYCH⁵

⁵ Lewis-Jonson D.: From landfill to recycling. Konferencja „Energy from wastes – Swedish model”, MG, Warszawa, 2011.

lub w pobliżu supermarketów. Znajdują się w nich pojemniki umożliwiające segregację takich odpadów, jak makulatura, plastik, szkło, odpady wielomateriałowe czy baterie. Są to miejsca samoobsługowe i nie wymagające dużych nakładów finansowych.



FOT. 10. SAMOBSŁUGOWA STACJA RECYKLINGU W SZWECJI⁶

W przypadku odpadów wielkogabarytowych, odpadów elektrycznych i elektronicznych oraz odpadów niebezpiecznych, szwedzki system gospodarki odpadami zakłada, że są one dostarczane bezpośrednio przez mieszkańców do centrów recyklingu (Fot. 11.). Obsługa centrum pomaga w dopasowaniu dostarczonego odpadu do odpowiedniego pojemnika. Centra, w przeciwieństwie do stacji recyklingu, zajmują dosyć duże powierzchnie i zlokalizowane są zazwyczaj na obrzeżach miast.



FOT. 11. SZWEDZKIE CENTRA RECYKLINGU⁷

⁶ Źródło: Haglund G. Kielce 2012.

⁷ Źródło: Rogulska M, Smerkowska B., Gospodarka odpadami w Szwecji, Konferencja „Nasza miasto, nasze odpady, nasza sprawa”, Zabrze, 26 października 2012 r.

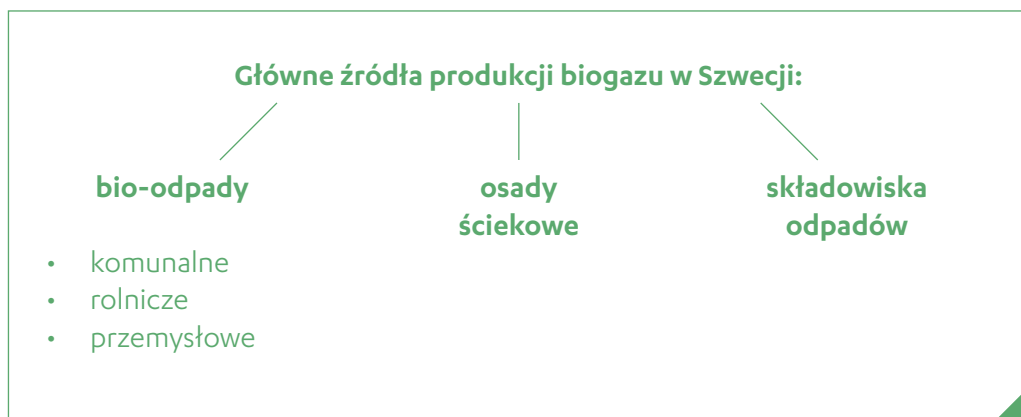
ENERGETYCZNE WYKORZYSTANIE ODPADÓW

– PRODUKCJA BIOGAZU

Szwecja jest krajem, którego rozwiązania odnośnie gospodarki odpadami i energetycznego wykorzystania biodegradowalnej frakcji odpadów komunalnych, mogą stanowić wzór do naśladowania dla innych państw. Punktem wyjścia rozwoju tej gałęzi gospodarki było uznanie odpadów za cenny zasób tj. surowiec energetyczny służący do wytwarzania energii elektrycznej, ciepła oraz paliw transportowych.

Rozwój szwedzkiego rynku energii z odpadów możliwy był dzięki zaangażowaniu władz samorządowych, firm, jak również lokalnych społeczności w segregację odpadów komunalnych. Wskutek działań podjętych już w latach 70. XX w. i wprowadzonych na przestrzeni minionych dekad zmian w krajowej polityce i świadomości społeczeństwa, obecnie Szwecja jest prawie zupełnie niezależna od zagranicznych dostaw (paliw kopalnych na cele energetyczne i przemysłowe) tj. ropy naftowej, gazu ziemnego czy węgla kamiennego, a import paliw dla transportu znacznie się zmniejszył. Tym samym, wieloletnie doświadczenie w obszarze zagospodarowania odpadów i wykorzystania ich na cele energetyczne stawia rozwiązania szwedzkie w światowej czołówce jako sprawdzone, przyjazne środowisku, efektywne ekonomicznie oraz możliwe do przemysłowego zastosowania. W tym ujęciu szczególnie istotna jest koncepcja typu „win-win-win” obejmująca wykorzystanie frakcji organicznej odpadów komunalnych (w tym z gospodarstw domowych) do produkcji biogazu. Zakłada ona rozwiązanie problemu gospodarki bioodpadami, przy jednoczesnym zwiększeniu udziału energii ze źródeł odnawialnych (wytwarzanie biogazu) oraz produkcji bionawozów (recykling składników odżywczych).

Natomiast jeżeli nie wydzieli się z odpadów komunalnych wilgotnej frakcji bio to stosując technologię skraplania wilgoci ze spalin, odzyskuje się w dużej części tę energię, która potrzebna jest do osuszenia w kotle wilgotnych odpadów i spalania ich.

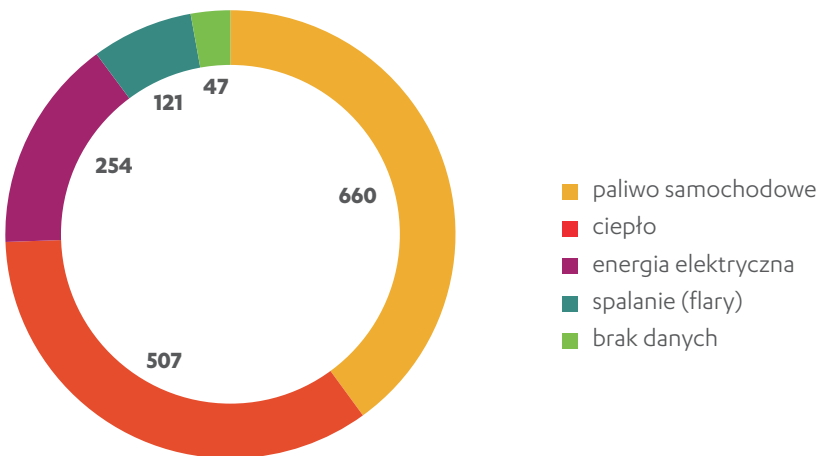


PRODUKCJA BIOGAZU W SZWECJI

Produkcja biogazu w Szwecji rozwija się systematycznie i ma wsparcie polityczne. Jednocześnie Szwecja ma odmienną strukturę produkcji biogazu niż większość państw europejskich: najwięcej biogazu pochodzi z oczyszczalni ścieków, a ilość gazu składowiskowego zmniejsza się ze względu na regulacje unijne (od 2005 r. obowiązuje w Szwecji zakaz składowania na składowiskach odpadów organicznych). Rosnący sektor to scentralizowane/regionalne biogazownie przetwarzające odpady organiczne (komunalne i przemysłowe oraz odpady z produkcji rolniczej i hodowli zwierząt). W ostatnich latach duże oczekiwania wiążą się z powstawaniem biogazowni rolniczych.

Na rysunku 3 zaprezentowano udział różnego typu biogazowni w całkowitej produkcji biogazu w Szwecji.

RYS. 3. ILOŚĆ BIOGAZU WYPRODUKOWANEGO W SZWECJI W 2013 ROKU W PODZIALE WEDŁUG SPOSOBU WYKORZYSTANIA⁸



Od 2005 r. odpady organiczne w Szwecji nie mogą być deponowane na składowiskach. W związku z tym zakazem, dynamicznie rozwija się ich recykling biologiczny. Produkcja biogazu pozwala zagospodarować odpady, równocześnie redukując emisję metanu do atmosfery (co ma miejsce w przypadku składowisk). Wpływ regulacji prawnych na sposoby przetwarzania odpadów (zwłaszcza widoczne jest ograniczenie składowania) ilustruje rysunek 4.

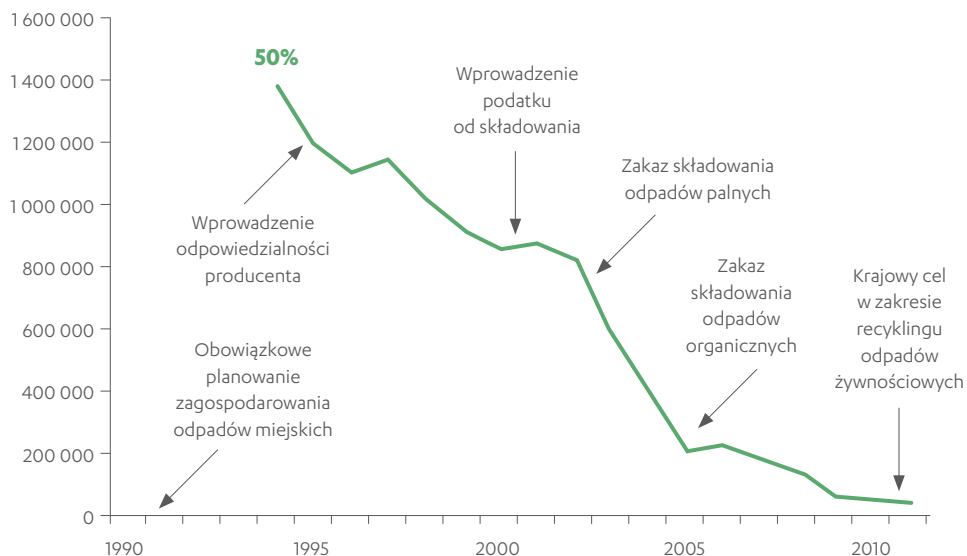
⁸ M. Fransson „Biogas production and usages in Sweden, konferencja „Energy from waste. Production and usage of biogas in economy”, Wisła 12.02.2014.



FOT. 12. SZWEDZKIE INSTALACJE BIOGAZOWE: OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW I BIOGAZOWNIA POFERMENTACYJNA W KRISTIANSTAD W SKANII – KOMORY FERMENTACYJNE I STACJA PRZYJĘĆ ODPADÓW (FOT. B. SMERKOWSKA)

RYS. 4. WPŁYW REGULACJI PRAWNYCH NA ILOŚĆ SKŁADOWANYCH ODPADÓW Z GOSPODARSTW DOMOWYCH W LATACH 1990-2010 W SZWECJI⁹

Odpady z gospodarstw domowych składowane w danym roku (w tonach)



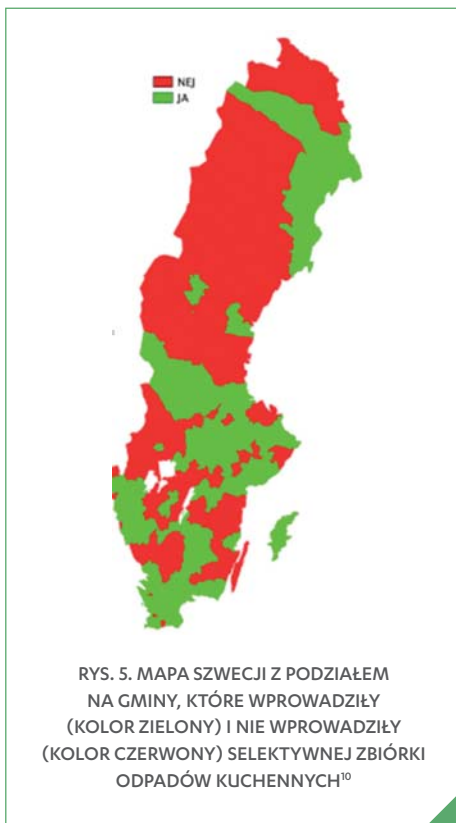
⁹ M. Backmann „Swedish-Polish Sustainable Energy Platform. History and success”, konferencja „Energy from waste. Production and usage of biogas in economy”, Wisła 12.02.2014.

Oddzielenie odpadów mokrych (organiczne) od suchych „u źródła”, pozwala uniknąć szeregu istotnych problemów:

- frakcja organiczna obniża kaloryczność odpadów palnych i wartość rynkową surowców przeznaczonych do recyklingu,
- frakcja organiczna po kilku dniach w odpadach zmieszanych powoduje niekontrolowane powstawanie metanu, czyli sprzyja efektowi cieplarnianemu,
- frakcja organiczna to największe zagrożenie bakteriologiczne w odpadach,
- największa wartość frakcji organicznej to jej potencjał w biogazie, a nie wartość kaloryczna.

Inne zalety segregacji odpadów u źródła:

- higieniczne oddzielenie różnego rodzaju odpadów komunalnych od siebie,
- najtańszy sposób segregacji,
- skierowanie do fermentacji frakcji organicznej przed rozpoczęciem powstawania metanu,
- zmniejszenie efektu cieplarnianego,
- zmniejszenie strumienia odpadów kierowanych na składowisko.



RYS. 5. MAPA SZWECJI Z PODZIAŁEM NA GMINY, KTÓRE WPROWADZIŁY (KOLOR ZIELONY) I NIE WPROWADZIŁY (KOLOR CZERWONY) SELEKTYWNEJ ZBIÓRKI ODPADÓW KUCHENNYCH¹⁰

Rocznie w Szwecji wytwarzane jest ok. 1 mln ton odpadów żywnościowych, w tym blisko 70% pochodzi z gospodarstw domowych. Do tej pory około 60% gmin wprowadziło system zbiórki selektywnej (separacja odpadów żywnościowych „u źródła”, czyli w domach i budynkach wielorodzinnych). Zgodnie z planami, już wkrótce 80% gmin będzie miało wprowadzony system zbiórki selektywnej. Gminy, które wprowadziły zbiórkę selektywną, zostały zaznaczone na poniższej mapie kolorem zielonym, te, które jeszcze tego nie zrobiły – kolorem czerwonym.

Działania na poziomie gminnym są wspierane przez (ustanowione na poziomie krajowym) obowiązujące cele w zakresie przetwarzania odpadów kuchennych: do 2018 roku

¹⁰ „Case study – Biogas. Karpalund – biogas plant” przygotowane przez Fahimeh Farhadian Energikontoret Skane dla użytkowników South Baltic Program 2012.

min. 50% odpadów żywnościowych (z domów, restauracji, sklepów) ma podlegać recyklingowi biologicznemu oraz min. 40% ma podlegać obróbce z odzyskiem energii. Cele środowiskowe są zatem jasno zdefiniowane, a ich efektem jest rosnąca ilość biogazowni kofermentujących odpady kuchenne z rolniczymi oraz z przemysłu rolno-spożywczego. W instalacjach takich niezwykle istotnym elementem są systemy obróbki wstępnej wsadu przed procesem fermentacji. Mają one na celu zwiększenie wydajności (uzysk biogazu) i obniżenie kosztów (pompowalna zawiesina, którą można transportować). Bardzo istotnym przyczynkiem do rozwoju technologii obróbki wstępnej są wymagania jakościowe dla bionawozu będącego produktem ubocznym procesów biogazowych (obowiązkowa certyfikacja bionawozu w celu rozprowadzania w rolnictwie na polach). Istotnym problemem w tym kontekście jest „jakość wsadu vs. straty materii organicznej”, jako że usuwanie głównych zanieczyszczeń, takich jak plastikowe torby na odpady lub ich fragmenty, piasek czy żwir, pociąga za sobą znaczące straty substancji organicznej, co z kolei wpływa na zmniejszenie produktywności biogazu. Obecnie działa w Szwecji około 20 instalacji obróbki wstępnej odpadów żywnościowych, niektóre z nich przetwarzają również odpady w opakowaniach (np. przeterminowana żywność ze sklepów czy hurtowni). Rynek ten dynamicznie się rozwija. Potencjał w zakresie energetycznego przetwarzania odpadów żywnościowych jest nadal znaczący, np. w 2011 roku zebrano i przetworzono biologicznie jedynie około 200 000 ton tych odpadów (nie wliczając zielonych odpadów poddanych kompostowaniu – około 20%).

TECHNOLOGIE FERMENTACJI METANOWEJ I PRZYKŁADY DOBRYCH PRAKTYK

Fermentacja metanowa to proces biologicznego rozkładu substancji organicznych zachodzący w warunkach beztlenowych. Fermentowany materiał rozkładany jest przez bakterie metanowe na związki proste, chemicznie ustabilizowane. Tymi prostymi związkami są przede wszystkim: metan (CH_4) i ditlenek węgla (CO_2) oraz, w małych ilościach, amoniak (NH_3), siarkowodór (H_2S) czy kwasy organiczne. Ilość i skład chemiczny biogazu, powstającego w procesie fermentacji metanowej, w dużej mierze uzależniony jest od składu chemicznego surowca. Biogaz bogaty w metan, można uzyskać wykorzystując substraty bogate w tłuszcze.

Proces fermentacji metanowej jest jednym ze sposobów biologicznego unieszkodliwiania odpadów organicznych z jednoczesnym wytworzeniem biogazu jako surowca energetycznego. Metoda ta może być wykorzystywana do przetwarzania selektywnie zbieranych odpadów organicznych z gospodarstw domowych, osadów ściekowych, odpadów zielonych czy odpadów z przemysłu rolno-spożywczego (Tab. 2.). Odpady, po poddaniu ich procesowi obróbki wstępnej, który jest dostosowany do odpowiedniego rodzaju odpadu, poddawane są procesowi fermentacji mezofilnej (w temperaturze 33-35°C) lub termofilnej (temp. ok. 50-55°C), w bioreaktorach z instalacjami do odprowadzania i gromadzenia biogazu oraz odprowadzania i odwadniania osadu pofermentacyjnego. Osad ten może być wykorzystany następnie jako naturalny nawóz organiczny i w łatwo przyswajalnej dla roślin postaci trafić na pola uprawne.

TAB. 2. ODPADY ORGANICZNE ULEGAJĄCE PROCESOWI BIODEGRADACJI¹¹

Kod odpadu	Opis
02	Odpady z rolnictwa, sadownictwa, upraw hydroponicznych, rybołówstwa, leśnictwa, łowiectwa oraz przetwórstwa żywności
02 01	Odpady z rolnictwa, sadownictwa, upraw hydroponicznych, leśnictwa, łowiectwa i rybołówstwa
02 01 02	Odpadowa tkanka zwierzęca

¹¹ Na podstawie: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2001 nr 112 poz. 1206).

TAB. 2. ODPADY ORGANICZNE ULEGAJĄCE PROCESOWI BIODEGRADACJI (cd.)

Kod odpadu	Opis
02 01 03	Odpadowa masa roślinna
02 01 06	Odchody zwierzęce
02 01 07	Odpady z gospodarki leśnej
02 01 82	Zwierzęta opadłe i ubite z konieczności
02 01 83	Odpady z upraw hydroponicznych
02 02	Odpady z przygotowywania i przetwórstwa produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego
02 02 01	Odpady z mycia i przygotowywania surowców
02 02 02	Odpadowa tkanka zwierzęca
02 02 03	Surowce i produkty nie nadające się do spożycia i przetwórstwa
02 02 04	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 02 82	Odpady z produkcji mączki rybnej
02 03	Odpady z przygotowania, przetwórstwa produktów i używek spożywczych oraz odpady pochodzenia roślinnego, w tym odpady z owoców, warzyw, produktów zbożowych, olejów jadalnych, kakao, kawy, herbaty oraz przygotowania i przetwórstwa tytoniu, drożdży i produkcji ekstraktów drożdżowych, przygotowywania i fermentacji melasy (z wyłączeniem 02 07)
02 03 01	Szlamy z mycia, oczyszczania, obierania, odwirowywania i oddzielania surowców
02 03 03	Odpady poekstrakcyjne
02 03 04	Surowce i produkty nie nadające się do spożycia i przetwórstwa
02 03 05	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 03 80	Wytłoki, osady i inne odpady z przetwórstwa produktów roślinnych (z wyłączeniem 02 03 81)
02 03 81	Odpady z produkcji pasz roślinnych
02 03 82	Odpady tytoniowe
02 04	Odpady z przemysłu cukrowniczego
02 04 03	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 04 80	Wysłodki
02 05	Odpady z przemysłu mleczarskiego
02 05 01	Surowce i produkty nieprzydatne do spożycia oraz przetwarzania
02 05 02	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 05 80	Odpadowa serwatka
02 06	Odpady z przemysłu piekarniczego i cukierniczego
02 06 01	Surowce i produkty nieprzydatne do spożycia i przetwórstwa
02 06 03	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 06 80	Nieprzydatne do wykorzystania tłuszcze spożywcze

TAB. 2. ODPADY ORGANICZNE ULEGAJĄCE PROCESOWI BIODEGRADACJI (cd.)

02 07	Odpady z produkcji napojów alkoholowych i bezalkoholowych (z wyłączeniem kawy, herbaty i kakao)
02 07 01	Odpady z mycia, oczyszczania i mechanicznego rozdrabniania surowców
02 07 02	Odpady z destylacji spirytualiów
02 07 04	Surowce i produkty nieprzydatne do spożycia i przetwórstwa
02 07 05	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków
02 07 80	Wytłoki, osady moszczowe i pofermentacyjne, wywary

Przykłady zakładów funkcjonujących w Szwecji, wraz z krótkim opisem technologii, przedstawiono poniżej.

BIOGAZOWNIA SOBACKEN

Zakład uruchomiony został w 2005 roku, w miejsce instalacji wytwarzającej kompost z odpadów organicznych, której element – urządzenie automatycznie sortujące odpady w zależności od koloru worka (biały/czarny) – stanowi część obecnie działającej aparatury. Linie wzbogacono w szereg urządzeń przetwarzających odpady organiczne, wskutek czego zakład w Sobacken przyjmuje dziś i przetwarza 30 000 Mg/rok frakcji BIO z gospodarstw domowych, produkując tym samym 3,5 mln Nm³ biogazu. System selektywnej zbiórki, którym objęci zostali mieszkańcy Borås i okolicznych gmin opiera się na rozdzieleniu odpadów kuchennych (żywnościowych) i odpadów do spalania, odpowiednio do worków czarnych i białych. Zawartość czarnych worków jest automatycznie opróżniana i transportowana do komory fermentacyjnej biogazowni, zaś puste czarne worki trafiają razem z białymi do spalania w elektrociepłowni w Borås.

Substratem biogazowni w Sobacken są substraty organiczne w ilości 30 000 Mg/rok, w tym:

- 40% odpadów komunalnych (od 150 tys. mieszkańców),
- 50% płynnych odpadów przemysłowych (przetwórstwo mięsa, produkcja soków, etc.),
- 10% odpadów komercyjnych (zakłady zbiorowego żywienia, supermarkety, etc.).

Materiał wsadowy podawany jest do instalacji z punktów przyjmowania surowca dostosowanych do właściwości dostarczonych odpadów. Sam zakład zajmujący 5 budynków, nie różni się znacząco od typowych zakładów przemysłu chemicznego lub oczyszczalni ścieków, zasadniczymi jego elementami są:

- linia sortowania SOR1 oraz SOR3,
- połączony z SOR1 i SOR3 zbiornik buforowy BFT1,
- linia sortująca SOR2 dedykowana do odpadów wymagających higienizacji,
- połączony z SOR2 zbiornik BFT2, gdzie odbywa się higienizacja,
- komora fermentacyjna RK1, do której trafia pulpa bezpośrednio ze zbiorników buforowych.

OBRÓBKA WSTĘPNA

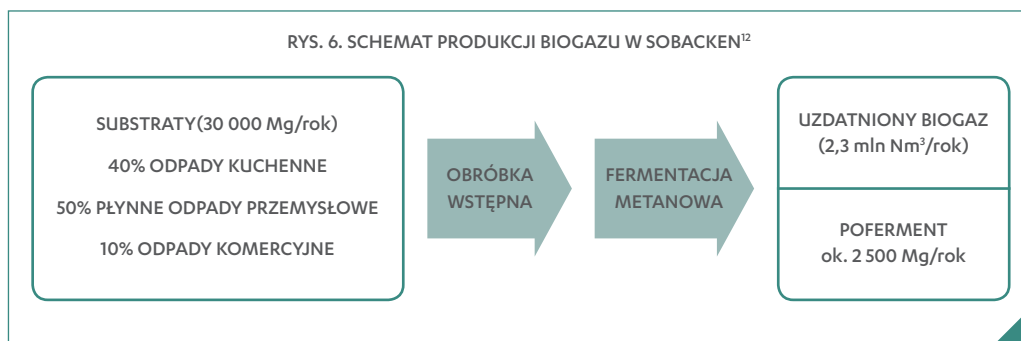
Linia sortowania SOR1 przyjmuje nieposortowane odpady komunalne z Borås i okolicznych gmin, jak wspomniano wcześniej, dostarczane w workach kolorze czarnym i białym. Sortowanie na miejscu odbywa się za pośrednictwem systemu przenośników transportujących odpady z punktu odbioru (zbiornika, do którego odpady wysypywane są z ciężarówek) i optycznego systemu sortowania. Puste czarne torby są automatycznie oddzielane w Sobacken i wraz z workami białymi kierowane do spalarni.

Linia sortowania SOR2 przyjmuje odpady pakowane w plastikowe lub metalowe opakowania, pochodzące m.in. ze sklepów, dlatego została wyposażona w zbiornik z 4 śrubami w podłodze, zgniatającymi dostarczone odpady. Następnie są one kolejno kierowane do młyna, a potem do bioseparatora.

FERMENTACJA METANOWA

Przygotowana pulpa trafia bezpośrednio ze zbiorników buforowych do komory fermentacyjnej biogazowni, którą stanowi zbiornik o pojemności 3000 m³. Fermentacja metanowa prowadzona jest w temp. 55°C, tj. w warunkach optymalnych dla działania bakterii termofilnych.

Powstający w Sobacken surowy biogaz jest transportowany rurociągami odmiejszcowości Gässlösa, a tam mieszany jest z biogazem z gminnej oczyszczalni ścieków. Daje to roczną produkcję 2,3mln Nm³ uzdatnionego biogazu (biometanu) i ok. 2500 Mg nawozu.



¹² Opracowanie własne na podstawie: „Energy from Waste – A Pilot Biogas System In Zabrze” Lund: IIIIEE 2013.

BIOGAZOWNIA VAFAB MILJÖ, VÄSTERÅS

Zakład został zbudowany w 2005 r. przez spółkę Svensk Växtkraft, utworzoną specjalnie dla potrzeb budowy i eksploatacji biogazowni. Svensk Växtkraft jest własnością konsorcjum składającego się z Vafab-Miljö (Zakład Gospodarki Odpadami, będący własnością gmin w Västmanland), LRF (Krajowa Federacja Rolników Szwedzkich), Mälarenergi (lokalna firma energetyczna) oraz siedemnastu rolników indywidualnych z okolic miasta Västerås. W zaprezentowanym systemie gminy odpowiedzialne są za zbieranie odpadów, natomiast VAFAB Miljö AB realizuje przetwarzanie odpadów na biogaz i dalsze jego oczyszczanie (instalacja upgradingu funkcjonuje od 2005 r.).

Biogazownia w Västerås w Szwecji działa na podstawie technologii dostarczonej przez firmę Ros Roca (<http://www.rosroca.com>). Obecnie w zakładzie przetwarzanych jest ok. 23 000 Mg odpadów rocznie, w tym:

- ok. 60% stanowią segregowane odpady żywnościowe o zawartości suchej masy ok. 30%,
- ok. 17% stanowią płynne odpady tłuszczowe (s.m. ok. 4%), osady z tłuszczowników z pobliskiej oczyszczalni ścieków,
- ok. 22% pochodzi z upraw roślin energetycznych dostarczanych na podstawie kontraktów na uprawy z 300 ha.

W zakładzie można wyróżnić kilka głównych sekcji, tj.:

- hala odbiorcza – gdzie odbywa się przyjmowanie odpadów, kontrola jakości surowca i wstępne przygotowanie do przetworzenia w biogazowni,
- obróbka wstępna – służąca utworzeniu zawiesiny pozbawionej cząstek obcych i szkodliwych bakterii,
- punkt przyjęcia kisonki – kisonka podawana jest bezpośrednio do komory fermentacyjnej,
- produkcja biogazu – proces fermentacji metanowej w komorze fermentacyjnej,
- obróbka pofermentu – separacja pofermentu na frakcję stałą i ciekłą,
- oczyszczanie powietrza – w płuczce wodnej i filtrze biologicznym powietrze odlotowe jest oczyszczane w celu uniknięcia problemów związanych z przykrym zapachem z biogazowni,
- odzysk wody procesowej – stosowana do rozcieńczania wsadu.

OBRÓBKA WSTĘPNA

Odbiór ze śmieciarek selektywnie zbieranych odpadów ulegających biodegradacji, odbywa się w hali dostaw zakładu. Dostarczony materiał jest tu poddawany mokrej obróbce wstępnej, czyli rozcieńczaniu wodą procesową i mieszaniu w turbomikserach do uzyskania pożądanej postaci pulpy (homogenizacja wkładu). Ponadto etap ten odgrywa ważną rolę

w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa produkcji i wysokiej jakości surowca, mianowicie wówczas usuwane są zanieczyszczenia, takie jak szkło, kamienie czy kości.

Kolejnym stopniem oczyszczania pulpy jest układ grabi drążkowych, przez który przechodzi ona hydraulicznie i gdzie zgarniane są pływające na powierzchni kawałki plastiku, drewna i inne materiały nieulegające biodegradacji. Wówczas surowiec trafia do separatorów piasku, gdzie oddzielone zostają zanieczyszczenia, takie jak piasek, pozostałe szkło czy kamienie, a następnie powstała zawiesina poddawana jest dalszej obróbce w układzie maceracji (mielenia) i higienizacji w jednym z trzech zbiorników higienizacyjnych (w temp. 70°C przez 1 h).

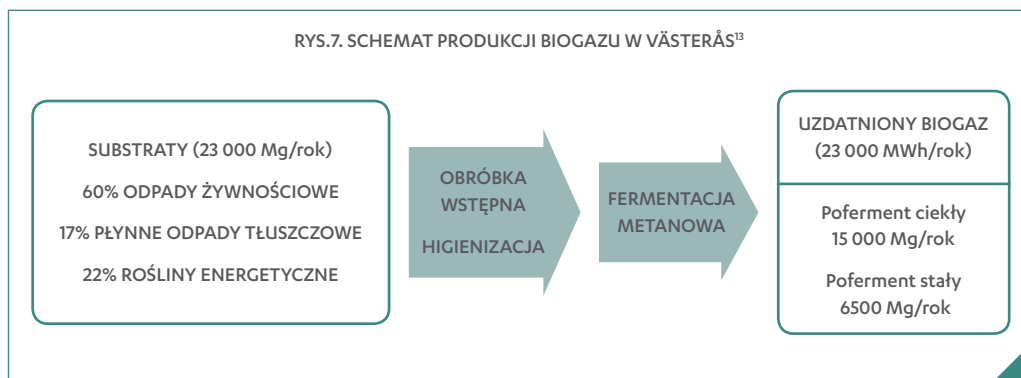
FERMENTACJA METANOWA

Ze zbiorników higienizacyjnych pulpa o zawartości s.m < 15% jest przepompowywana do komory fermentacyjnej biogazowni, którą stanowi reaktor poj. 4000 m³. Fermentacja metanowa prowadzona jest w temp. 37°C, tj. warunkach optymalnych dla działania bakterii mezofilnych.

Roczna produkcja zakładu to:

- biogaz z biogazowni – 15 000 MWh,
- biogaz z oczyszczalni ścieków – 8000 MWh,
- biogaz oczyszczony do parametrów gazu ziemnego – 23 000 MWh,
- osad pofermentacyjny frakcja stała (25-30% s.m.) – 6500 Mg,
- osad pofermentacyjny frakcja ciekła (2-3% s.m.) – 15 000 Mg.

Należy podkreślić, że powstały osad pofermentacyjny został zaakceptowany przez szwedzki system certyfikacji żywności organicznej KRAV do stosowania jako nawóz.



¹³ Opracowanie własne, op. cit.

FIRMA SYSAV I BIOGAZOWNIA KARPALUND

Firma Sysav należy do związku 14 szwedzkich gmin i odpowiada za gospodarkę odpadami w rejonie Skania na południu Szwecji, w oparciu o segregację odpadów „u źródła”. Instalacja wstępnego przetwarzania odpadów żywnościowych działa w Sysav od 2009 r., a zastosowana technologia jest ciągle rozwijana przez zespół SysavBiotec AB.

Obecnie produktem końcowym jest jednorodna zawiesina (szlam) przewożona cysternami do biogazowni w Karpalund, gdzie stanowi substrat do produkcji biogazu oraz nawozu, niemniej planowana jest budowa własnej biogazowni w Malmö, uzdatnianie wytworzonego biogazu na miejscu do parametrów paliwa transportowego oraz sprzedaż certyfikowanego pofermentu miejscowym rolnikom jako nawozu rolniczego.



Surowcem instalacji Sysav są:

- pompowalne ciekłe odpady spożywcze – pompowane bezpośrednio z cysterny do zbiornika odbiorczego,
- ciekłe odpady spożywcze w opakowaniach – np. soki, mleko w kartonach, dostarczane na paletach,
- segregowane stałe odpady żywnościowe – odpady z gospodarstw domowych, restauracji, punktów żywienia zbiorowego, itp. zebrane do pojemnika zbiorczego zawierającego wyłącznie resztki żywności i papierowe torby (ilość innych opakowań jest ograniczona).

OBRÓBKA WSTĘPNA

Instalacja w Sysav wyposażona jest w trzy linie wstępnego przetwarzania odpadów:

- linia 3 (dostawca technologii: OP system AB) o przepustowości 10 Mg/h (10 000 Mg/rok) przeznaczona jest do obróbki stałych odpadów spożywczych np. segregowanych w domach do dedykowanych do tego celu papierowych toreb – odpady te z leja zasypowego przekazywane są do rozdrabniacza, a następnie rozcieńczane poprzez dodanie

¹⁴ Opracowanie własne, op. cit.

odpadów płynnych, ewentualnie wody. Rozcieńczony materiał poddawany jest homogenizacji, aż trafia do ekstrudera. Do dalszej obróbki kierowany jest powstały odciek, zaś frakcja stała przekazywana jest do spalarni WTE (waste-to-energy) będącej częścią technologii Sysav. Powstałe ciepło jest wykorzystywane na potrzeby własne instalacji.

- dwie pozostałe linie przeznaczone są do obróbki odpadów płynnych:
 - w linii 1 (projekt i planowanie technologii: Purac & Sweco) przyjmowane są odpady płynne przywożone cysternami, pompowane poprzez zbiornik pośredni (65 m³), gdzie usuwane są zanieczyszczenia stałe np. kamienie do zbiornika magazynowego (200 m³).
 - linia 2 (dostawca technologii: OP system AB) o przepustowości 2 Mg/h (2000 Mg /rok) służy do obróbki wstępnej odpadów płynnych w opakowaniach – odpady te kierowane są, za pomocą przenośnika taśmowego, do prasy tłokowej w celu oddzielenia ich od opakowań. Uzyskana w ten sposób frakcja płynna kierowana jest do zbiornika magazynowego, a opakowania – do spalania (WTE). (uwaga: nie przyjmuje się opakowań szklanych).

Odpady żywnościowe płynne oraz stałe po obróbce wstępnej są mieszane i poddawane procesowi homogenizacji, tak, by uzyskać mieszaninę będącą produktem głównym instalacji Sysav. Jest ona transportowana za pośrednictwem cystern do biogazowni Karpalund, gdzie stanowi substrat w procesie fermentacji metanowej.

Biogazownia Karpalund w gminie Kristianstad położonej w południowej Szwecji funkcjonuje od 1997 roku. Jest to pierwsza i zarazem największa instalacja w Szwecji, która rocznie przetwarza ok. 85 000 Mg odpadów produkując biogaz w procesie kofermentacji:

- biodegradowalnej frakcji odpadów z gospodarstw domowych (30%),
- odpadów z przemysłu spożywczego (46%),
- gnojowicy (24%).

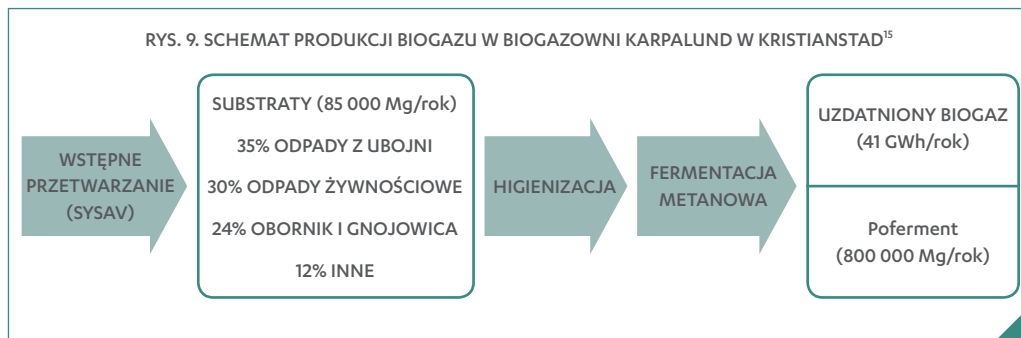
Zakład ma techniczną możliwość przetwarzania do 150 000 Mg surowca rocznie. Dostarczane materiały doprowadzane są do zbiornika odbiorczego i mieszalnika i przechowywane 3-7 dni. Powstałą mieszaninę ogrzewa się i poddaje higienizacji w 3 równoległych zbiornikach, w temp. 70°C, przez 1 godzinę.

FERMENTACJA METANOWA

Fermentacja metanowa prowadzona jest w 2 reaktorach o pojemności 6000 m³ i 4000 m³ w temp. 38°C, tj. w warunkach optymalnych dla działania bakterii mezofilnych.

W 2011 r. w biogazowni Karpalund wyprodukowano 41 000 MWh biogazu (maksymalna wydajność instalacji to 2000 Nm³/rok). Wyprodukowany biogaz zawiera ok. 68% metanu, a osad pofermentacyjny poddawany jest certyfikacji i rozprowadzany na polach jako nawóz

przez okolicznych rolników. Zawartość siarkowodoru redukowana jest w komorze fermentacyjnej do poziomu ok. 100 ppm przez wytrącanie siarki elementarnej i siarczku żelaza (II) za pomocą dodatku chlorków żelaza. Osuszony surowy biogaz jest następnie przesyłany rurociągiem (ok. 6 km) do jednej z dwóch instalacji uzdatniania (technologia ciśnieniowej absorpcji CO₂ w wodzie).



WYKORZYSTANIE BIOGAZU

Pozyskany biogaz wykorzystywany jest zarówno do produkcji ciepła i energii elektrycznej, jak również uzdatniany do jakości gazu ziemnego i zużywany na cele transportowe. Uszlachetniony biogaz (biometan), o parametrach jakościowych gazu ziemnego, wykorzystywany jest głównie jako paliwo transportowe, zasilające stację tankowania autobusów komunikacji miejskiej (wszystkie autobusy w Kristianstad, aktualnie ok. 60, jeżdżą na biometanie). Ponadto na terenie gminy uruchomiono 2 publiczne stacje tankowania tego paliwa, które obsługują ok. 250 samochodów osobowych. Nadmiar biogazu spalany jest w układzie CHP w lokalnej elektrociepłowni Allöverket, łącznie z biogazem pozyskiwanym z zamkniętego już składowiska odpadów. Elektrociepłownia bazuje głównie na biomasie stałej (drewno odpadowe z lasów, przemysłu drzewnego i z odzysku), a energia wytwarzana z biogazu to ok. 5% produkcji.

Warta uwagi jest lokalizacja instalacji uszlachetniania – tuż obok stacji tankowania autobusów oraz elektrociepłowni, co upraszcza kwestie logistyczne. Jednocześnie ok. 20% biometanu w systemach kontenerowych (po sprężeniu) dystrybuje przedsiębiorstwo energetyczne E.ON Gas Sverige AB. E.ON współpracuje z gminą i lokalnymi dealerami samochodowymi na zasadzie joint venture, którego celem jest systematyczne zwiększanie wykorzystania biogazu w transporcie, a tym samym przyczynienie się do realizacji planu gminy Kristianstad: „gmina niezależna od paliw kopalnych do 2020 roku”.

Do instalacji uszlachetniania doprowadzany jest również biogaz, pozyskiwany w wyniku procesów fermentacji osadów ściekowych z oczyszczalni ścieków w Kristianstad.

¹⁵ Opracowanie własne, op. cit.

Oczyszczalnia przetwarza dobowo ok. 25 000 m³ ścieków, ilość biogazu z tego źródła to ok. 3000 m³ na dobę, z czego 1000-1500 m³ (w zależności od pory roku) przeznaczane jest na potrzeby własne oczyszczalni. Osady ściekowe po fermentacji mieszane są z popiołem i piaskiem i stosowane jako polepszacze gleby przy rekultywacji terenów nierolniczych. Do oczyszczalni w Kristianstad trafiają ścieki bytowe oraz ścieki z przemysłu spożywczego. Trwają również przygotowania do procesu certyfikacji osadów ściekowych, by mogły być stosowane jako nawóz na polach uprawnych.

GMINA LINKÖPING

Przykładem godnym uwagi ze względu na zaangażowanie wielu sektorów gospodarki jest model wytwarzania i wykorzystania biogazu jaki zastosowała szwedzka gmina Linköping.

W gminie funkcjonują 2 biogazownie pozostające w zarządzie firmy: Tekniska Verken i jej spółki zależnej Svensk Biogas, łącznie produkujące 9 mln Nm³/rok biogazu (łączna zdolność techniczna instalacji wynosi 20 mln m³/rok).

Linköping Biogas AB założona została w 1995 roku przez Lantbrukets Ekonomi AB we współpracy z Biurem Technicznym samorządu lokalnego i spółdzielnią rolną (w skład której weszły „Swedish Meats”, Konvex i LRF). Pilotażowy projekt dotyczący biogazu przeprowadzono w latach 1990 i 1994, a biogazownia w pełnej skali została uruchomiona w 1997r. w Åby w pobliżu Linköping.

Parametry procesu fermentacji zostały na przestrzeni ostatnich lat dobrane tak, by umożliwić przetwarzanie substratu zawierającego duże ilości odpadów z rzeźni. Pomimo dużej zawartości jonów amonowych w substracie i stosunkowo wysokiego pH, proces pozostaje stabilny przez wiele lat.

Mniejsza z biogazowni działa z zastosowaniem:

- osadów ściekowych z lokalnej oczyszczalni ścieków, zaś w drugiej surowcem przetwarzanym w ilości 45 000 Mg/rok są:
- w 45% odpady poubojowe z rzeźni (22 000 Mg/rok),
- w 55% inne odpady spożywcze (23 000 Mg/rok).

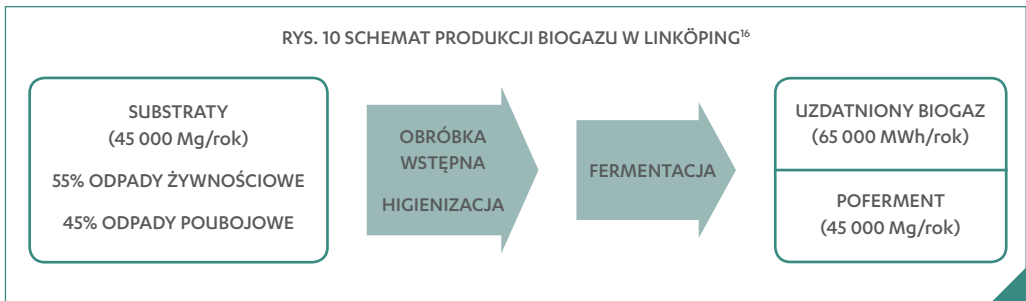
OBRÓBKA WSTĘPNA

Dostarczone do zakładu odpady są rozdrabniane i/lub mielone, a następnie mieszane z innymi substratami w zbiorniku homogenizacji. Pozyskana w ten sposób mieszanina ogrzewana jest za pomocą pary wodnej do temperatury 70°C i higienizowana przez 1 godzinę. Po zakończeniu procesu surowiec jest schładzany i pompowany do komory fermentacyjnej.

FERMENTACJA METANOWA

Komora fermentacyjna składa się z 2 reaktorów o pojemności 3800 m³ każdy. Rozkład surowca następuje w temp. 38°C (fermentacja mezofilowa) w sposób ciągły, w trakcie jedno-etapowego procesu z czasem retencji 30 dni.

Roczna produkcja oczyszczonego biogazu w zakładzie wynosi 65 000 MWh, zaś certyfikowanego bionawozu – 45 000 Mg.



Od początku działalności zakładu biogaz był wykorzystywany jako paliwo do autobusów miejskich, a pierwsza publiczna stacja paliw (biogazu) w Linköping została otwarta w 2001 r. Biogaz wytwarzany w Åby jest w całości poddawany oczyszczaniu na miejscu (3 zakłady oczyszczania) i rozprowadzany za pośrednictwem rurociągu na odległość 8 km, a następnie wykorzystywany jako paliwo do pojazdów (w Svensk Biogas i Linköping AB uruchomiona została jedna z pierwszych w Szwecji instalacji oczyszczania biogazu do jakości paliwa samochodowego).

Pozostałość pofermentacyjna stosowana jest przez rolników jako wysokiej jakości nawóz, natomiast biogaz przekształcany jest w paliwo dla pojazdów, co w głównej mierze stanowi sukces Linköping. W tej chwili wszystkie autobusy komunikacji publicznej zasilane są biogazem, co więcej, od 2005 roku wprowadzony został również lokalny pociąg zasilany tym paliwem.

LUNDS ENERGI, DALBY

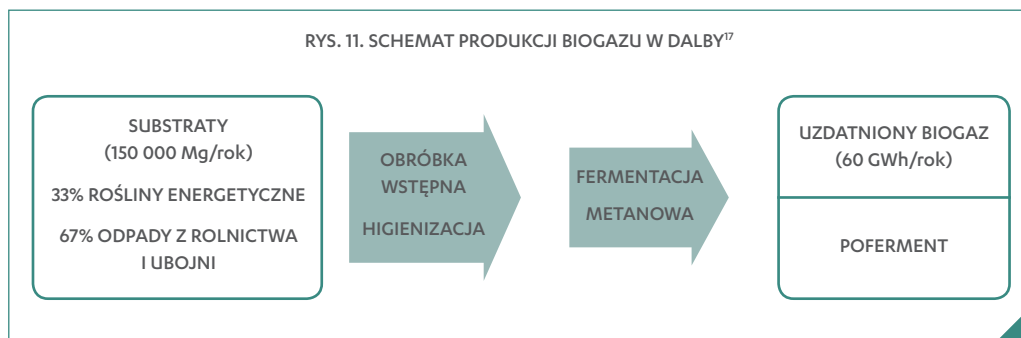
Na 2015 r. zaplanowano uruchomienie biogazowni w Dalby (lata 2014/2015 to drugi etap realizacji inwestycji). Jako substrat dla nowo powstającej biogazowni przewidziano:

- w 33% rośliny pochodzące z upraw energetycznych,
- w 67% odpady z rolnictwa i ubojni.

Dostarczone materiały wsadowe gromadzone będą w zbiorniku odbiorczym, a następnie poddawane higienizacji. W procesie fermentacji metanowej w komorze fermentacyjnej

¹⁶ Opracowanie własne, op. cit.

wytwarzany będzie biogaz, w ilości 60 000 MWh/rok, który po uzdatnieniu na miejscu załączany będzie do lokalnej sieci gazowej. Wytworzony przy tej okazji bionawóz będzie przekazywany okolicznym rolnikom i/lub wprowadzony na rynek.



TECHNOLOGIE UZDATNIANIA BIOGAZU

Szwecja jest europejskim liderem w oczyszczaniu biogazu do biometanu i wykorzystaniu jego w transporcie. W maju 2014 r. pracowało w tym kraju 55 instalacji uzdatniania biogazu i pojedyncze instalacje pilotażowe¹⁸. Najnowsza instalacja powstała w Mörrum na południu Szwecji (2013). Uzdatnianie polega na usuwaniu ditlenku węgla ze strumienia gazu, a tym samym zwiększania zawartości metanu, a co za tym idzie – wartości opałowej gazu.

Najczęściej wykorzystywane w Szwecji technologie uzdatniania biogazu obejmują:

- absorpcję w wodzie (tzw. płuczka wodna) – 38 instalacji,
- absorpcję aminową (tzw. płuczka chemiczna) – 9 instalacji,
- PSA (adsorpcję zmiennociśnieniową) – 8 instalacji.

Ponadto rozwijają się nowe technologie:

- kriogeniczna,
- membranowa.

Poniżej krótko scharakteryzowano wymienione metody:

PŁUCZKA WODNA

Technologia bazuje na różnicy rozpuszczalności w wodzie metanu i ditlenku węgla, szczególnie w niższych temperaturach. W kolumnie absorpcyjnej CO₂ rozpuszcza się w wodzie, podczas gdy stężenie metanu w gazie opuszczającym kolumnę wzrasta. Woda jest najczę-

¹⁷ Opracowanie własne, op. cit.

¹⁸ IEA Bioenergy Task 37.

ściej zwracana do procesu (po wcześniejszym usunięciu z niej rozpuszczonego CO₂ i pozostałości metanu). W celu optymalizacji procesu stosuje się podwyższone ciśnienie i niskie temperatury. Prostota i niezawodność tej technologii sprawiły, że należy ona do najczęściej stosowanych w Europie i na świecie. Ostatnie prace rozwojowe skupiają się na obniżeniu ciśnienia i temperatury procesu, by zmniejszyć zużycie energii. Ponadto prowadzone są prace nad instalacjami opłacalnymi w małej skali (<250 Nm³/h biogazu).

Na tej samej zasadzie opiera się technologia płuczki organicznej. Medium płuczającym są tu zamiast wody roztwory organiczne. W Szwecji nie funkcjonuje żadna taka instalacja komercyjna.

PŁUCZKA CHEMICZNA (AMINOWA)

Technologia ta polega na oczyszczaniu biogazu poprzez absorpcję oraz chemiczne wiązanie ditlenku węgla w roztworach amin. Istotną cechą tej technologii jest wysoka czystość uzyskanego biometanu (do 99,4% metanu) oraz minimalne straty metanu w instalacji. Obecnie do najczęściej stosowanych amin należy mieszanina MDEA (metylodietanoloamina) i piperazyny, często określanej jako aktywowana (aMDEA). Proces wymaga użycia ciepła, ale nie wymaga podwyższonego ciśnienia, zatem sprężany jest jedynie gaz opuszczający instalację co pozwala na znaczną oszczędność energii. Roztwory amin regenerowane są poprzez ogrzewanie, część ciepła jest odzyskiwana. Obecny w gazie siarkowodór również jest absorbowany, powodując konieczność stosowania jeszcze wyższych temperatur w celu desorpcji. Stąd w technologii tej zaleca się usunięcie H₂S przed podaniem gazu na kolumnę. Najnowsze prace rozwojowe obejmują m.in. optymalizację składu absorbentu, testowanie dodatków, np. enzymów w celu usprawnienia procesu i obniżenia temp.

PSA

PSA jest metodą pozwalającą na separację składników ze względu na ich właściwości fizyczne (adsorpcja CO₂ pod ciśnieniem na zeolitach lub węglu aktywnym). Regeneracja kolumn następuje poprzez rozprężanie gazu. W celu utrzymania ciągłości procesu wymagane jest stosowanie kilku kolumn jednocześnie (cykliczne sprężanie i rozprężanie w każdej kolumnie), co generuje stosunkowo duże zapotrzebowanie na energię. Ze względu na możliwość zatrucia materiału adsorpcyjnego, biogaz musi być wstępnie oczyszczony z siarkowodoru.

TECHNOLOGIA MEMBRANOWA

Technologia bazuje na selektywnej przepuszczalności materiału membranowego (ditlenek węgla, woda czy amoniak przechodzą przez membranę, metan zaś w minimalnym stopniu, co umożliwia rozdział składników). Proces często prowadzony jest z fazą wstępną. Najpierw gaz oczyszczany jest na filtrze z wody i aerozoli, siarkowodór zaś usuwany jest na węglu aktywnym. Tak przygotowany gaz podawany jest na membrany. Technologia ta komercyjnie stosowana jest od niedawna (głównie w Niemczech). Stosowane wcześniej rozwiązania nie

były efektywne w zakresie uzyskiwanego stężenia metanu oraz wydajności procesu. Ostatnie lata to dynamiczny rozwój membran o wysokiej selektywności i rozwiązań pozwalających na znaczące zmniejszenie strat metanu.

TECHNOLOGIA KRIOGENICZNA

Opiera się rozdzielaniu składników poprzez stopniowe schładzanie i wykraplanie, bazując na różnych temperaturach wrzenia poszczególnych składników biogazu. Obecnie w Szwecji nie funkcjonują instalacje opierające się na tej technologii, mimo podjętych prób w latach 2009-2011. Technologia jest niezwykle interesująca, ale do rozwiązania pozostaje szereg problemów operacyjnych.

Do potencjalnych zalet uzdatniania kriogenicznego (w porównaniu z innymi metodami) należą:

- spodziewane niskie jednostkowe zapotrzebowanie na energię,
- brak styczności pomiędzy gazem a chemikaliami,
- produkt uboczny w postaci czystego ditlenku węgla,
- możliwość prowadzenia procesów do uzyskania skroplonego biometanu (LBM – *liquified biomethane*) będącego odnawialnym odpowiednikiem LNG,
- możliwość usuwania azotu ze strumienia gazu.

TAB. 3. PORÓWNANIE WYBRANYCH TECHNOLOGII UZDATNIANIA BIOGAZU
(OPRACOWANIE WŁASNE NA PODSTAWIE DANYCH PRODUCENTÓW TECHNOLOGII)

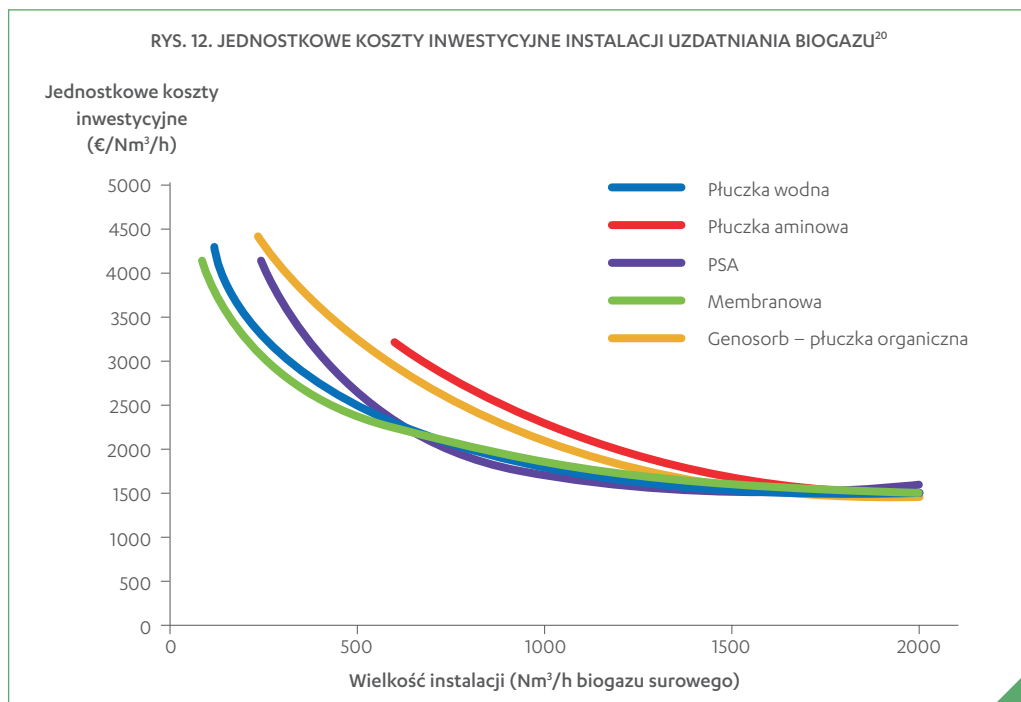
Technologia	Zapotrzebowanie na media	Wydajność instalacji (% metanu)	Zużycie energii (kWh/Nm ³ biogazu surowego)	Instalacja wstępnego odsiarczania	Straty metanu (%)	Uwagi
Absorpcja w wodzie	Energia elektryczna + woda	95-98	0,20-0,30	>300-2500 ppm	Ok. 1	ciśnienie 6-10 bar
Absorpcja chemiczna	Energia elektryczna + roztwory amin + ciepło	98-99	0,12-0,14 kWh el 0,55 kWh th	Tak	Ok. 0,1	Najwyższy stopień usunięcia CO ₂ Znaczny odzysk ciepła
Adsorpcja ciśnieniowa (PSA)	Energia elektryczna + adsorbent	94-98	0,20-0,30	Tak	1,5-2	ciśnienie 3-7 bar

TAB. 3. PORÓWNANIE WYBRANYCH TECHNOLOGII UZDATNIANIA BIOGAZU
(OPRACOWANIE WŁASNE NA PODSTAWIE DANYCH PRODUCENTÓW TECHNOLOGII) (cd.)

Separacja membranaowa	Energia elektryczna	>95	0,20-0,30	tak	0,5-2	Częściowe oddzielenie tlenu Brak strat metanu przy kriogenicznej separacji CO ₂ i metanu w odpadowym strumieniu gazu
Separacja kriogeniczna	Energia elektryczna	>94	0,26-0,34 (jeśli sprzedawany CO ₂)	>300-500 ppm		możliwość sprzedaży ciekłego CO ₂ , można prowadzić proces dalej do uzyskania ciekłego biometanu

Zasadniczym elementem inwestycji w uzdatnianie biogazu jest koszt instalacji uzdatniania, który dla biogazowni poniżej 2 MW jest wyższy niż w przypadku stosowania układu kogeneracyjnego do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła. Poniższy wykres zawiera porównanie kosztów – w przeliczeniu na jednostkowe koszty inwestycyjne. W przypadku technologii uzdatniania biogazu wyraźnie widoczny jest efekt ekonomii skali: niemalże niezależnie od technologii, najlepsze wskaźniki kosztów uzyskuje się dla dużych instalacji – powyżej 1000-1500 Nm³/h.

RYS. 12. JEDNOSTKOWE KOSZTY INWESTYCYJNE INSTALACJI UZDATNIANIA BIOGAZU²⁰

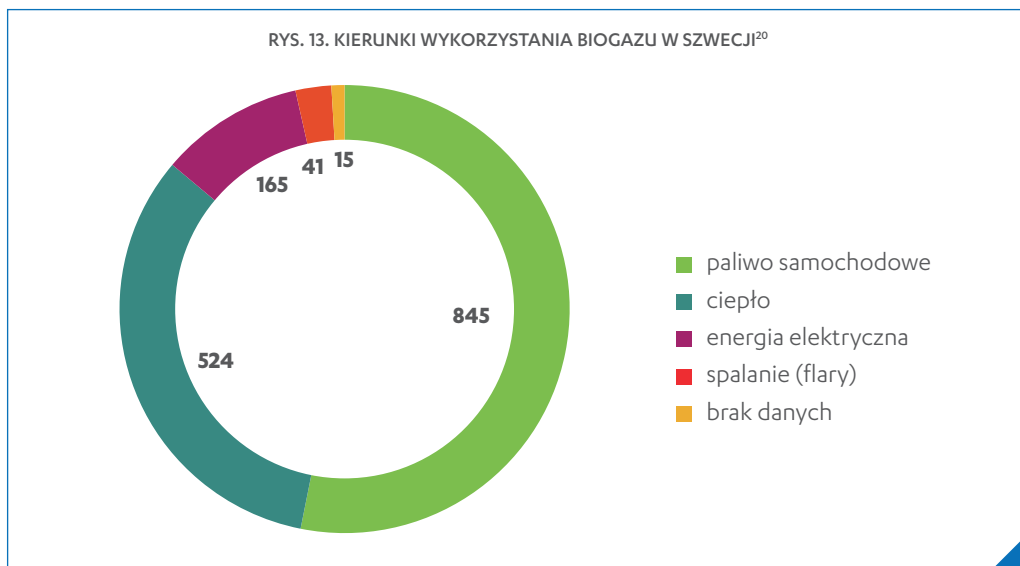


¹⁹ F. Bauer, C.Hulteberg, T.Persson, D. Tamm, Biogas upgrading – Review of commercial technologies, Swedish Gas Centre, SGC Raport 2013:270.

SPOSOBY WYKORZYSTANIA BIOMETANU W TRANSPORCIE (TRANSPORT PRYWATNY, MIEJSKI, FLOTY POJAZDÓW)

KIERUNKI WYKORZYSTANIA BIOGAZU W SZWECJI – BIOMETAN W TRANSPORCIE

Najbardziej popularnym sposobem wykorzystania biogazu w Szwecji jest jego uzdatnianie do biometanu i stosowanie jako paliwo w sektorze transportu (ponad 50%). Następną w kolejności jest produkcja ciepła – ponad 30%. Wytwarzanie energii elektrycznej z biogazu jest nieopłacalne, stąd minimalne jego zużycie na ten cel.



²⁰ M. Fransson „Biogas production and usages in Sweden, konferencja „Energy from waste. Production and usage of biogas in economy”, Wisła 12.02.2014.

Do dynamicznego rozwoju wykorzystania biogazu w transporcie w Szwecji przyczyniły się następujące czynniki:

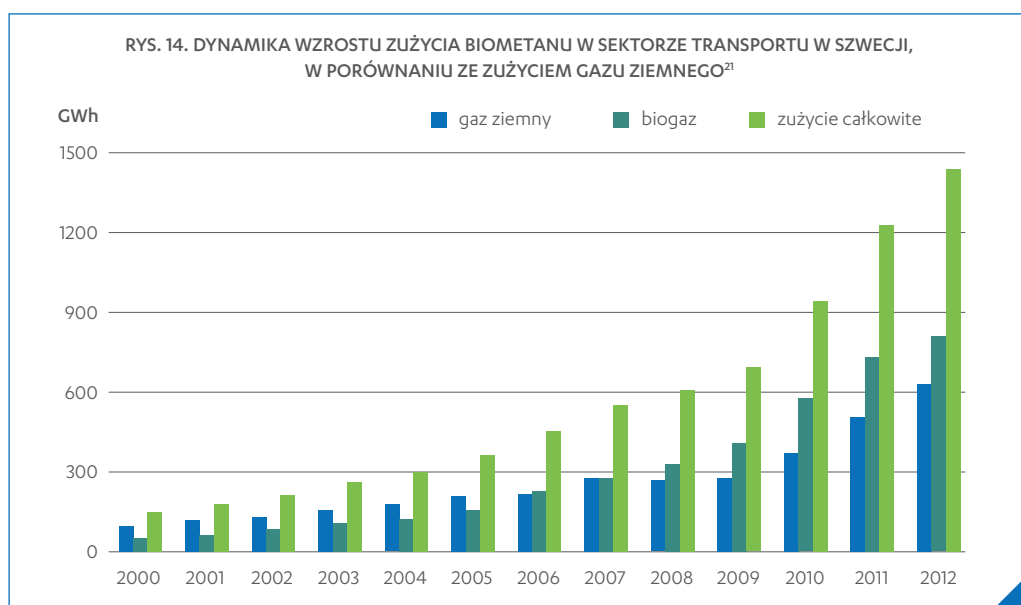
- zmiany klimatyczne,
- emisje i zanieczyszczenie powietrza na poziomie lokalnym,
- bezpieczeństwo energetyczne (w tym dotyczące dostaw ropy),
- lokalna produkcja paliwa zwiększająca autonomię kraju,
- koszty energii.

Pierwsze floty autobusowe zostały przekształcone na zasilanie gazem ziemnym w latach 90. ubiegłego wieku, w połączonych siecią gazową miastach zachodniej Szwecji. Główną motywacją było zmniejszenie lokalnego zanieczyszczenia środowiska. Obawy dotyczące zależności od importu ropy naftowej oraz globalnego ocieplenia, doprowadziły do utworzenia krajowych funduszy programowych, mających na celu złagodzenie zmian klimatycznych. Dzięki funduszom, które funkcjonowały ponad dekadę, miasta nie mające dostępu do sieci gazu ziemnego, zyskały możliwość wprowadzenia paliwa gazowego do swoich środków transportu. Pierwsze miasta wykorzystały szansę wypełnienia celów środowiskowych poprzez wdrażanie technologii uzdatniania biogazu, stosując mieszkankę biometanu i gazu ziemnego do zasilania pojazdów. W ten sposób rosnący rynek pojazdów NGV (natural gas and biomethane vehicles – pojazdy zasilane gazem ziemnym i biometanem), doprowadził do stałego zwiększania zużycia uzdatnionego biogazu jako paliwa. Połączenie stosowania gazu ziemnego i biometanu jest cechą charakterystyczną szwedzkiego rynku NGV. Biometan dostarczany jest za pomocą sieci gazowej, poprzez włączanie do sieci oraz pierwszeństwo przy sprzedaży. Stacje paliw znacznie oddalone od sieci gazowej i źródeł produkcji oraz uzdatniania biogazu, zaopatrywane są przez systemy mobilne.



FOT. 13. KONTENERY NAPEŁNIONE BIOMETANEM (FOT. J. NETEROWICZ)

Obecnie w Szwecji jeździ około 50 000 pojazdów NGV, w tym ok. 2000 autobusów w ponad 40 miastach. Około 50% zużycia paliw gazowych, zarówno CNG (sprężony gaz ziemny) jak i CBM (sprężony biometan) zapewniają autobusy transportu publicznego (1 autobus zużywa około 20-30 razy więcej paliwa niż pojazd dostawczy). Floty autobusowe i przewoźnicy stworzyli doskonałą niszę dla powstającego rynku pojazdów na gaz, umożliwiając tym samym późniejszy rozrost i dywersyfikację rynku. Co roku odnotowuje się stały wzrost udziału pojazdów NGV we flotach autobusowych, pozostających wciąż najważniejszym rynkiem NGV. Aktualnie funkcjonuje około 200 stacji tankowania CNG i biometanu. Wzrost rynku biometanu w ostatnich latach to około 13-27% w skali roku, a jego udział w rynku NGV w 2011-2013 wyniósł około 60%. Dynamikę zmian w zakresie wykorzystania gazu ziemnego i biometanu w sektorze transportu zilustrowano na wykresie:



Biometan w Szwecji szybko osiągnął znaczącą pozycję, ponieważ ceny gazu ziemnego zawsze były tam wyższe niż w pozostałych państwach europejskich, a dodatkowo kraj ten nie posiada rozbudowanej sieci gazowej.

Jednak tak intensywny rozwój rynku nie byłby możliwy bez wsparcia władz krajowych i samorządowych. Obecność wymogów środowiskowych w zamówieniach publicznych (floty) wytworzyły pierwsze zapotrzebowanie na pojazdy przyjazne środowisku, w tym na biometan.

²¹ „Case study – Biogas. Karpalund – biogas plant” przygotowane przez Fahimeh Farhadian Energikontoret Skane dla użytkowników South Baltic Program 2012.

Sukcesywny wzrost zużycia paliw alternatywnych i biopaliw wspierają również cele na poziomie rządowym (sektor transportu wolny od paliw kopalnych do 2030) jak i regionalnym (np. Skania – komunikacja autobusowa wolna od paliw kopalnych do 2020 roku). Przez lata szwedzki rynek NGV korzystał z wielu przywilejów i ulg, m.in. z dotacji inwestycyjnych na rozwój stacji tankowania czy bezpłatnego parkowania. Poniżej wymieniono przykładowe działania:

- od 2006 r. wszystkie duże stacje paliwowe muszą mieć co najmniej jeden dystrybutor z biopaliwem,
- wprowadzona została definicja „czystych” (ekologicznych) pojazdów i o nią oparty jest szereg mechanizmów wsparcia,
- zwolnienie z opłat parkingowych,
- w latach 2007-2009 wprowadzono dodatek finansowy dla osób kupujących nowy ekologiczny samochód w wysokości 10 000 SEK (900 €),
- od 2007 r. co najmniej 85% samochodów rządowych i 25% służb ratowniczych ma być przyjaznych środowisku,
- biometan/biogaz zwolnione są z podatku węglowego (CO₂) nałożonego na paliwa mineralne.²²



FOT. 14. TANKOWANIE AUTOBUSÓW MIEJSKICH W KRISTIANSTAD (FOT. B. SMERKOWSKA),
TANKOWANIE CIĘŻARÓWKI VOLVO LNG/LBM, GOTEORG (FOT. V. CHUDNIKOVA)

²² www.energyplatform.net

Ważnym producentem biometanu są gminy odpowiedzialne za gospodarkę odpadami komunalnymi oraz będące również odbiorcami (użytkownikami) tej energii, np. we flotach pojazdów komunalnych. Model szwedzki rozwiązań gminnych (regionalnych) w tym zakresie może być przykładem dobrych praktyk.

Wobec rozwiniętego rynku biometanu, pojawiają się nowe kierunki rozwoju, w tym zastosowanie biometanu w formie ciekłej (skroplony biometan LBM), zwłaszcza w samochodach ciężarowych. Volvo Trucks planuje realizację projektu pilotażowego w zakresie skraplania biometanu i wykorzystywania go w ciężarówkach. W celu wprowadzenia biopaliw również do sektora rolniczego prowadzony jest obecnie w Szwecji projekt badawczy dotyczący możliwości zasilania ciągników i maszyn rolniczych biometanem.

Ponadto, w miastach takich jak Sztokholm, kolejnym krokiem staje się zwiększenie efektywności energetycznej pojazdów komunikacji miejskiej oraz wzrost udziału energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych (poprzez wprowadzenie autobusów hybrydowych: energia elektryczna – biometan).

Zwiększenie podaży biometanu ma zostać osiągnięte (poza budową nowych biogazowni) poprzez zgazowanie termiczne i metanizację pozostałości z produkcji drzewnej, co potencjalnie ma pokryć 2/3 obecnego zapotrzebowania na paliwo w transporcie drogowym. Pierwszy projekt komercyjny na dużą skalę, pn. *GoBiGas – Gothenburg Biomass Gasification Project* jest realizowany przez Göteborg Energi. Biometan (bio-SNG czyli *syntetic natural gas*) jest otrzymywany przez zgazowanie odpadów z przemysłu drzewnego (gałęzie, korzenie, itp.). Powstały gaz syntezowy jest oczyszczany i poddawany procesom metanizacji by uzyskać biometan o parametrach porównywalnych do gazu ziemnego. Powstałe paliwo jest wprowadzane do szwedzkiej sieci przesyłowej (której operatorem jest Swedegas) i mieszane z gazem ziemnym. W ten sposób uzyskano znacznie szersze możliwości dystrybucji biometanu, na który popyt nieustannie się zwiększa. Docelowo (w 2050 roku) planuje się całkowite zastąpienie gazu ziemnego w sieci przesyłowej Swedegas paliwem odnawialnym. Pierwsza faza projektu została oddana do użytku na początku 2013 roku, druga faza planowana jest na 2016 rok. Docelowo produkcja roczna ma wynosić 800-1000 GWh (co odpowiada ilości paliwa, którą można zatankować 80 000-100 000 samochodów)²³.

WYMAGANIA NORMATYWNE

Szwecja opracowała normę zarówno dla biometanu wprowadzanego do sieci jak i stosowanego jako paliwo. Uwzględniła go też w swoich regulacjach prawnych dotyczących paliw transportowych.

²³ Za: Swede Gas, prezentacja C. Steinwig „Biomgas to grid”, Ystad 2013.

Jak dotąd jako jedyne państwo w Europie Szwecja podaje zużycie biometanu w transporcie w corocznych raportach z realizacji dyrektywy o biopaliwach (2003/30/WE) dla Komisji Europejskiej.

Biogaz stosowany w pojazdach jako paliwo musi spełniać krajową normę SS 15 54 38. Przepisy te uwzględniają odrębne standardy biogazu dla: silników bez regulacji Lambda, czyli silników przystosowanych do pracy na ubogiej mieszance (typ A) i silników z regulacją Lambda (typ B). Wymagania te zestawiono w Tabeli 4.

TAB. 4. SZWEDZKIE WYMAGANIA DLA BIOGAZU JAKO PALIWA DO POJAZDÓW – SS 15 54 38

Parametr	Jednostka	Biogaz, typ A	Biogaz, typ B
Liczba Wobbego	MJ/m ³	44,7-46,4	43,9-47,3
Zawartość metanu	% obj.	97±1	97±2
Punkt rosy przy najwyższym ciśnieniu przechowywania (t – najniższa średnia dzienna temperatura na przestrzeni miesiąca)	0°C	t-5	t-5
Maksymalna zawartość wody	mg/m ³	32	32
Maksymalna zawartość CO ₂ + O ₂ + N ₂	% obj.	4,0	5,0
Gdzie maksimum tlenu	% obj.	1,0	1,0
Maksymalna całkowita zawartość siarki	mg/m ³	23	23
Całkowita maksymalna zawartość związków azotu (wykluczając N ₂) policzona jako NH ₃	mg/m ³	20	20
Maksymalny rozmiar cząstek	µm	1	1

Wymagania normy dotyczącej biogazu wtłaczanego do sieci przedstawiono w Tabeli 5.

TAB. 5. SZWEDZKIE NORMY DLA BIOMETANU WPROWADZANEGO DO SIECI²⁴

Parametr	Jednostka	Wartość
Liczba Wobbego	MJ/m ³	43,9-47,31 dla zawartości metanu 95-99%
Liczba oktanowa motorowa	-	> 130 (wyliczone według ISO 15403)
Punkt rosy	0°C	< t (temperatura otoczenia) -5
CO ₂ +O ₂ +N ₂	% obj.	< 5
O ₂	% obj.	< 1
Całkowita siarka	mg/m ³	< 23
NH ₃	mg/m ³	20

²⁴ Źródło: Swedish Gas Center, Basic data on biogas, Sweden 2007.

PRZYKŁADY DOBRYCH PRAKTYK

REGION SZTOKHOLM²⁵

Interesującym przykładem wdrażania biopaliw w transporcie publicznym w aglomeracjach miejskich jest stolica Szwecji – Sztokholm, z populacją około 2 mln mieszkańców w całym regionie (województwo – län, skupiającym 26 gmin. Zarząd Transportu Publicznego w Sztokholmie (SL) jest odpowiedzialny za funkcjonowanie transportu publicznego w całym regionie (autobusy, metro, pociągi podmiejskie, szybki tramwaj).

Zapotrzebowanie na biometan generują czynniki natury środowiskowej, politycznej i ekonomicznej. Należą do nich:

- obawy związane ze zmianami klimatycznymi,
- jakość powietrza,
- dążenie do niezależności energetyczno-paliwowej i lokalnego wytwarzania energii,
- koszty energii.

Większość aglomeracji miejskich borykając się z podobnymi problemami dąży do zwiększenia udziału transportu publicznego w zakresie przewozu ludzi i towarów, poprzez zwiększenie jego atrakcyjności. Jednym z istotnych elementów rozwiązania problemów komunikacyjnych jest dążenie do zrównoważonego rozwoju systemu transportu, w tym zmniejszenia szkodliwych emisji (np. gazów cieplarnianych – GHG czy cząstek stałych – PM) poprzez wzrost zużycia paliw odnawialnych. Około 40% emisji gazów cieplarnianych w Szwecji pochodzi z sektora transportu i ten udział nadal rośnie.

SL ustaliło i osiągnęło cel redukcji emisji z eksploatacji autobusów do max. 55 g na osobokilometr. Ponadto prowadzone są ciągłe działania w celu zmniejszenia zależności od paliw kopalnych. W tym zakresie ustanowiono następujące cele:

- kolej korzysta wyłącznie z energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych (energia wiatrowa i wodna),
- 25% paliwa stosowanego w komunikacji autobusowej od 2006 r. i 50% od 2011 r. pochodzi ze źródeł odnawialnych, a wszystkie autobusy poruszające się w centrum miasta muszą jeździć na biopaliwach,
- 75% paliw odnawialnych w 2016 r. oraz ograniczenie zużycia energii o 10%,
- do roku 2025 wszystkie autobusy mają wykorzystywać biopaliwa.

²⁵ Za: L. Hallgren „Biogas as vehicle fuel”, konferencja „Energy from waste. Production and usage of biogas in economy”, Wiśła, 12.02.2014.

Obecnie około 75% pojazdów SL bazuje na energii ze źródeł odnawialnych (w tym wszystkie pojazdy szynowe). Miasto wykorzystuje te rodzaje biopaliw, które są dostępne z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia. Około 60% autobusów wykorzystuje: biometan (obecnie 300 autobusów, docelowo w najbliższych latach – 500), etanol (600 autobusów) i biodiesel (RME) – 300 autobusów. W pozostałych 1250 autobusach stosowany jest olej napędowy (ON) z 7% domieszką RME. W zakresie aspektów ekonomicznych – koszt biometanu jest zbliżony do kosztu ON, jednak gdy brane są pod uwagę koszty środowiskowe – biometan został uznany za najlepsze rozwiązanie. Nowe autobusy mają coraz bardziej efektywne silniki, obniżają się koszty eksploatacji i serwisu, ponad 10-letnia eksploatacja pojazdów NGV przynosi pozytywne efekty, a doświadczenia w zakresie pokonywania problemów technicznych są przekazywane dalej. Ponadto lokalna produkcja biogazu, w 100% z odpadów, będąc istotnym elementem zrównoważonej gospodarki odpadowej, przyczynia się do rozwoju regionu i wzrostu zatrudnienia. Planowana jest np. rozbudowa sieci gazowej w Sztokholmie, co wpłynie pozytywnie na popyt w zakresie produkcji biogazu w regionie.

W zakresie korzyści środowiskowych istotne jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych – GHG, w tym CO₂, redukcja innych zanieczyszczeń, w tym kancerogennych cząstek stałych oraz zmniejszenie natężenia hałasu, co przekłada się bezpośrednio na korzyści dla lokalnej społeczności. Na rysunku 15 przedstawiono rezultaty prac badawczych przeprowadzonych na zlecenie SL, pokazujące wpływ na środowisko wybranych paliw. We wszystkich rozważanych kategoriach biogaz uzyskał najlepsze wyniki.

RYS. 15. WPŁYW NA ŚRODOWISKO KOMERCYJNIE DOSTĘPNYCH BIOPALIW W PORÓWNANIU Z ON²⁶

CGH (CO ₂)	Emisje PM	Emisje NOx	Hałas
1. Biogaz	1. Biogaz	1. Biogaz	1. Biogaz
2. Etanol	2. Etanol	2. Etanol	2. Etanol, RME, ON
3. Biodiesel (RME)	3. RME	3. RME, ON	
4. ON	4. ON		

Na podkreślenie zasługuje również element współpracy długoterminowej pomiędzy miastem (regionem), Zarządem Transportu Publicznego a producentami biogazu (oczyszczalnie ścieków i inwestorzy biogazowi) oraz lokalną spółką gazową. W celu wypracowania jak najefektywniejszych rozwiązań zaangażowane są podmioty w całym łańcuchu dostaw, co przynosi mierzalne efekty.

²⁶ L. Hallgren „Biogas as vehicle fuel”, konferencja „Energy from waste. Production and usage of biogas in economy”, Wiśła, 12.02.2014.

REGION SKANIA²⁷

Wytwarzanie biogazu na cele transportowe nie jest w Szwecji wspierane przez system dopłat bezpośrednich, natomiast biogaz jako paliwo zwolniony jest z podatku akcyzowego. Decyzja na poziomie gmin o przejściu flot miejskich na pojazdy zasilane biogazem była pierwszym impulsem do stworzenia nowego rynku i zapotrzebowania na to paliwo. Wykorzystanie biogazu w sektorze transportu wspierane jest również pośrednio przez ulgi w opłatach i podatkach związanych z zakupem i rejestracją pojazdów zasilanych tym paliwem.

W regionie Skania przechodzenie flot na biogaz wspierane jest również przez ustanowienie kolejnych celów:

- do 2015 wszystkie autobusy poruszające się w miastach będą zasilane paliwami ze źródeł odnawialnych,
- do 2018 wszystkie autobusy w regionie będą zasilane paliwami ze źródeł odnawialnych,
- do 2020 zakłada się, że wszystkie pojazdy transportu publicznego będą funkcjonować bez użycia paliw kopalnych.

Szacuje się, że na początku 2014 roku cele te zrealizowane były w ok. 70%. Region Skania jest największym zagłębiem rolniczym Szwecji, stąd znaczący potencjał wytwarzania biogazu zarówno z odpadów żywnościowych, jak i z przemysłu rolno-spożywczego oraz z pozostałości produkcji rolnej czy upraw energetycznych. Celem wyznaczonym w mapie drogowej dla Skanii jest produkcja biogazu na poziomie 3 TWh w 2020 roku. Oczekuje się, że taka produkcja wpłynie pozytywnie na rozwój regionu, w tym około 3300 nowych miejsc pracy i wzrost ekonomiczny w regionie na poziomie 5,6 mld koron.

Poniżej przedstawiono wybrane przykłady miast regionu. W Skanii zlokalizowana jest także biogazownia Karpalund w Kristianstad, opisana w poprzednim rozdziale. Przykład Kristianstad pokazuje interesujące rozwiązania w zakresie współdziałania i wykorzystywania efektu synergii w gminie i regionie.

LUND

Miasto Lund, leżące na południu Szwecji w Skanii liczy około 111 000 mieszkańców, z czego ok. 40 000 to studenci największego uniwersytetu w Skandynawii. Rozwijają się tam, przy wsparciu naukowców z uniwersytetu i Ideon Science Park, firmy nastawione na działalność innowacyjną i zaawansowane technologie. Obecnie powstają dwa nowe centra naukowe: European Spallation Source i Max IV (laboratorium z synchrotronem do badań multidyscyplinarnych).

Miasto Lund od kilku dekad systematycznie wdraża programy środowiskowe, zarówno

²⁷ "Biofuel cities" raport, 2010.

w ramach struktur miejskich, jak i we współpracy z przedsiębiorstwami, których właścicielem jest miasto.

W prace związane z wdrożeniem zainicjowanych programów zaangażowani są zarówno politycy, jak i urzędnicy, pracujący krok po kroku nad osiągnięciem zamierzonych celów. Do istotnych celów w zakresie środowiska należy zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych w gminie o 50% do 2020 roku (w porównaniu do roku 1990). W tym samym czasie przewiduje się wzrost populacji o 30%. Kolejnym istotnym czynnikiem jest kwestia zaopatrzenia miasta w ciepło sieciowe i prace zmierzające do uzyskania ciepła w 100% ze źródeł odnawialnych.

W zakresie współpracy i oddziaływania na mieszkańców, miasto kieruje się zasadą, by ułatwić mieszkańcom dokonywanie właściwych wyborów (środowiskowo). Realizacja tej idei przejawia się np. w sposobie organizacji transportu publicznego, ilości ścieżek rowerowych, urządzeń do selektywnej zbiórki odpadów, stacji tankowania biogazu itp.

W zakresie wykorzystania biogazu jako paliwa transportowego, Lund zaczęło od gazu ziemnego, którego sieć zbudowano w 1985 roku. Ze względu na problemy z zanieczyszczeniem powietrza związanym z emisjami z motoryzacji zdecydowano o budowie stacji tankowania gazu ziemnego dla autobusów miejskich (1995), samochodów (1996) i śmieciarek (1997). W latach 2006-2010 wybudowano dwie kolejne stacje tankowania dla pojazdów i jedną stację tankowania autobusów.

Jednocześnie gaz ziemny jako paliwo kopalne nie spełnia oczekiwań szwedzkich w zakresie środowiskowym oraz bezpieczeństwa energetycznego.

Miasto Lund, planując zastosowanie biometanu jako paliwa w sektorze transportu zanalizowało kilka istotnych aspektów:

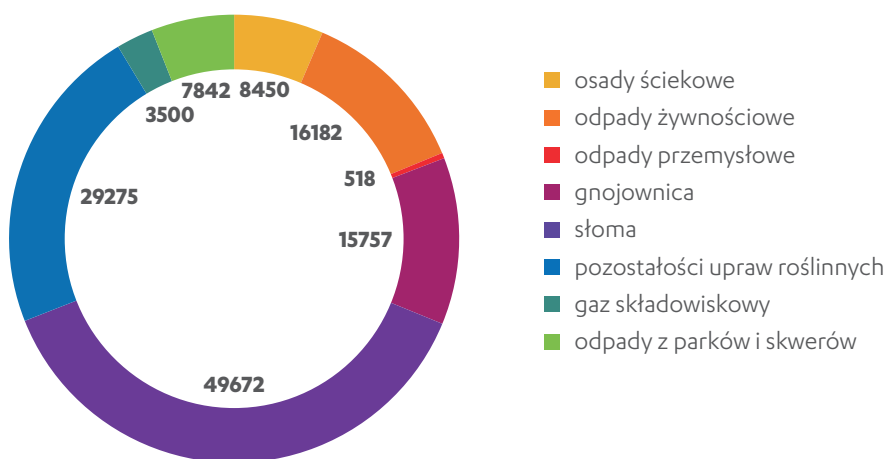
- możliwość pozyskania własnego substratu, a zatem zwiększenia niezależności od zewnętrznych dostawców i rozwiązania przy okazji kwestii zagospodarowania uciążliwych odpadów. Zbadano potencjał produkcji biogazu z odpadów i pozostałości (Rys.16.),
- planowanie – w tym zakresie wyznaczono cele środowiskowe, sprawdzono dostępność infrastruktury i wyznaczono lokalizacje pod inwestycje,
- utworzenie rynku zbytu dla biometanu – jednym z instrumentów wytworzenia pierwszego zapotrzebowania rynkowego są zielone zamówienia publiczne,
- informacja i edukacja – działalność ta pełni ważną funkcję zwłaszcza w odniesieniu do kształtowania odpowiednich postaw społecznych jak i pozyskiwania akceptacji społecznej dla inwestycji odpadowych czy biogazowych. Ponadto działania edukacyjno-informacyjne kierowane są do przedsiębiorstw z sektora publicznego jak i prywatnego,
- zbadanie dodatkowych możliwości, np. w zakresie nawiązania współpracy i rozwiązania problemów różnych branż i podmiotów poprzez wspólne działanie i inwestycje.

Rezultaty tego podejścia są obecnie w Lund widoczne:

- ustalony cel środowiskowy redukcji emisji o 50% do 2020 r.,

- wprowadzanie biogazu pozyskiwanego w oczyszczalni ścieków do sieci gazowej od 2010 roku,
- 50% odpadów żywnościowych zbieranych selektywnie,
- 25% pojazdów jeżdżących na paliwach gazowych,
- plany przedsiębiorstwa Lunds Energi w zakresie postawienia instalacji biogazowej wytwarzającej 60 GWh biogazu rocznie (we współpracy z rolnikami, ma też być przetestowane użycie odpadów z parków i skwerów) – 2015/2016,
- zwiększona produkcja biogazu w oczyszczalni ścieków,
- intensywna współpraca z zainteresowanymi partnerami.

RYS. 16. POTENCJAŁ BIOGAZU Z ODPADÓW I POZOSTAŁOŚCI W MIEŚCIE LUND²⁸



BIOGAZOWNIA JORDBERGA W OKOLICY TRELLEBORGGA

Jest to obecnie największa biogazownia szwedzka, biogaz wytwarzany jest z substratów pozyskiwanych z wielofunkcyjnych upraw (poplony) oraz buraka cukrowego. Nie jest to typowa biogazownia odpadowa, ale rozwój flot pojazdów zasilanych biogazem spowodował znaczące zwiększenie zapotrzebowania na to paliwo, co skutkuje kolejnymi inwestycjami. Co istotne, głównym wyznacznikiem realizacji inwestycji nie są względy ekonomiczne, ale osiągnięcie wyznaczonych celów środowiskowych i uzyskanie paliwa ze źródeł odnawialnych. Głównym udziałowcem jest Swedish Biogas International (55%) a partnerzy to E.ON (20%), Skånska Biobränslebolaget (20%) i Nordic Sugar (5%).

Planowana produkcja ma sięgać 110 GWh gazu (11,7 mln m³ biometanu) rocznie oraz

²⁸ M. Paulsson, „Biogas production from a municipal perspective”, konferencja „Energy from waste. Production and usage of biogas in economy”, Wista, 13.02.2014.

110 000 ton bionawozu zasilającego pobliskie uprawy rolne poprzez sieć rurociągów. Wyprodukowany gaz będzie zasilać sieć gazowniczą (pierwszy projekt gdzie biogaz wprowadzany jest do sieci przesyłowej) oraz służyć jako paliwo do samochodów. Instalacja rozpoczęła produkcję biogazu latem 2014 roku, rozpoczęcie pełnej produkcji planowane jest na początku 2015 roku.

Instalacja ma być też miejscem testowania innowacyjnych rozwiązań. Trwają analizy mające na celu ustalić, w jaki sposób można zasilić proces produkcji biogazu algami. Planowane jest np. utworzenie sztucznego zbiornika wzdłuż pobliskiej rzeki, Tullstorpsån, w celu zredukowania eutrofizacji Morza Bałtyckiego oraz pozyskania zielonego materiału do produkcji biogazu. Są również plany dotyczące budowy turbin wiatrowych, aby zasilać biogazownie w energię elektryczną. Zapoczątkowana została również współpraca w celu użycia części biogazu jako paliwa dla promów²⁹.

²⁹ M. Anissimoff, The Eutrophication of the Baltic Sea: An Assessment of a Remediation Strategy Encompassing Wetlands, Algae, and Biogas. Master thesis, Lund 2009.

BIOGAZ Z ODPADÓW – CERTYFIKACJA POFERMENTU NA CELE ROLNICZE³⁰

W Szwecji od 1999 roku funkcjonuje dobrowolny system certyfikacji osadu pofermentacyjnego z biogazowni, nadzorowany i finansowany przez szwedzkie stowarzyszenie działające w obszarze gospodarki odpadami i recyklingu – Avfall Sverige. Udział w procesie certyfikacji produktu pozwala na zapewnienie ze strony niezależnej jednostki o jego zgodności względem standardowych lub specyficznych wymagań. W lutym 2013 roku ww. systemem objętych było w Szwecji łącznie 14 biogazowni i 3 kompostownie.

W warunkach szwedzkich certyfikacja prowadzona jest przez specjalnie do tego powołaną jednostkę certyfikującą (SP Technical Research Institute of Sweden Certification), wydzieloną i całkowicie niezależną od innych jednostek badawczych i kontrolnych. Nadzór na nią sprawuje zarząd, w skład którego wchodzi przedstawiciele różnych sektorów przemysłu i rolnictwa.

Certyfikację produktów w Szwecji przeprowadza się zgodnie z normą SS-EN 45011, a wymagania dotyczące przebiegu procesu zapisane zostały w postaci szczegółowych zasad certyfikacji (SPCR, ang. *Specific Certification Rules*). Wspomniane zasady opracowywane zostały przede wszystkim dla biogazowni, niemniej jednak mogą znaleźć zastosowanie wobec kompostowni, pod warunkiem, że zakłady te korzystają z surowca zatwierdzonego zgodnie z wymaganiami systemu.

Podstawowym założeniem utworzenia systemu certyfikacji osadu pofermentacyjnego było poświadczenie wysokiej jakości produktów pochodzących z przetworzenia segregowanych „u źródła” odpadów organicznych (w odniesieniu do wymagań względem surowca, dostawców, zbiórki i transportu, procesu fermentacji metanowej oraz produktu końcowego), a tym samym zbudowanie społecznego zaufania względem tego typu produktów. Ważną kwestią stała się także potrzeba rozgraniczenia pojęć: osadu pofermentacyjnego z biogazowni i osadów ściekowych. W latach 90. XX wieku powszechnie utożsamiano błędnie ze sobą oba te materiały, podczas gdy przyjęty w Szwecji system certyfikacji nie akceptuje jako substratu żadnych substratów z sektora gospodarki ściekami.

Szwedzki system jasno precyzuje akceptowane rodzaje substratów. Ogólnie rzecz biorąc, mogą to być wyłącznie czyste i segregowane odpady organiczne (pochodzące np. z parków, ogrodów i innych terenów zielonych, szklarni, centrów ogrodnich, itp.,

³⁰ RAPPORT B2009 Certification rules for digestate, Avfall Sverigeutveckling.

gospodarstw domowych, placówek żywienia zbiorowego i restauracji) oraz żywność pochodząca z placówek handlu detalicznego i hurtowego, produkty uboczne pochodzenia zwierzęcego, rolnictwa (głównie obornik i pozostałości upraw rolnych np. kiszonki) i leśnictwa. W praktyce dopuszczone przez system są głównie substraty pochodzenia żywnościowego lub paszowego, a dodatkowo, wykorzystanie odpadów organicznych pochodzenia zwierzęcego regulowane jest odpowiednimi przepisami UE w tym zakresie, przede wszystkim poprzez Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009 r. określające przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi, i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1774/2002 (rozporządzenie o produktach ubocznych pochodzenia zwierzęcego) (Dz. U. UE L 300/1 z 14.11.2009). Dodatkowo, jeśli fermentacji w biogazowni poddawane są produkty pochodzenia zwierzęcego kategorii II i/lub kategorii III, zakład musi zostać zatwierdzony przez Szwedzki Urząd ds. Rolnictwa spełniać wymagania przedstawione w poniższej tabeli.

TAB.6. WYMAGANIA DLA BIOGAZOWNI PRZETWARZAJĄCYCH PRODUKTY POCHODZENIA ZWIERZĘCEGO KAT. II I III

Kategoria zakładu	Kontrola sterylności	Stała kontrola operacyjna	Kontrola wyrobu gotowego
A Zakład przetwarzania odpadów organicznych i produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego kategorii 2 i/lub kategorii 3 (poferment do stosowania na gruntach rolnych zgodnie z zasadami i zaleceniami Szwedzkiego Urzędu ds. Rolnictwa dot. dopuszczalnych dawek składników odżywczych, bez ograniczeń dot. sterylizacji. Jeśli poferment zawiera produkty pochodzenia zwierzęcego zastosowanie znajdują przepisy odnośnie tego typu materiałów, szczególnie w przypadku stosowania na pastwiskach)	x	x	x
B Zakład przetwarzania odpadów organicznych, bez przetwarzania produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego kategorii 2 i/lub kategorii 3 (poferment do stosowania na gruntach rolnych zgodnie z zasadami i zaleceniami Szwedzkiego Urzędu ds. Rolnictwa dot. dopuszczalnych dawek składników odżywczych, bez ograniczeń dot. sterylizacji)	x	x	-
C Zakład przetwarzający odpady tego samego typu co w kategorii B (do stosowania na gruntach rolnych zgodnie z zasadami i zaleceniami Szwedzkiego Urzędu ds. Rolnictwa dot. dopuszczalnych dawek składników odżywczych, ale z następującymi ograniczeniami: produkt w pierwszej kolejności powinien być stosowany w uprawach technicznych. w innych przypadkach użycie należy najpierw konsultować z klientem)	-	x	-

Biorąc pod uwagę, że użyte surowce (substraty) mają istotne znaczenie z perspektywy jakości produktu, szwedzki system certyfikacji zaleca, by materiały zawierające substancje niebezpieczne lub inne, które znacząco negatywnie wpływają na jakość pofermentu nie były stosowane do produkcji biogazu.

Producent zobowiązany jest do prowadzenia kontroli w tym zakresie tak, by zaświadczyć, że zarówno surowiec, jak i produkty spełniają określone wymagania.

W szwedzkim systemie certyfikacji przewidziany został 1 rok tzw. „kwalifikacyjny”, w trakcie którego zakład ubiegający się o wydanie certyfikatu poddawany jest obserwacji (certyfikacja dodatkowych produktów nie wymaga odbycia drugiego roku kwalifikacyjnego). Wniosek o certyfikację musi zostać złożony w formie pisemnej, a dla zgłoszonych produktów należy przedstawić wstępną ocenę (na przykład w postaci wyników badań) świadczącą, że spełniają one wymagania systemu. W ciągu roku „kwalifikacyjnego” jest on następnie uzupełniany m.in. o:

- dane techniczne, w tym raporty z badań produktu, rekomendacje i wskazówki dotyczące wykorzystania pofermentu,
- stwierdzenie spełnienia wymagań środowiskowych odnośnie zawartości metali ciężkich, kontroli czynników chorobotwórczych i widocznych zanieczyszczeń,
- wyniki kontroli wewnętrznej (własnej) producenta,
- sprawozdanie z badań przeprowadzonych w roku kwalifikacyjnym w akredytowanym laboratorium potwierdzające spełnienie wymagań technicznych,
- deklarację własną producenta odnośnie składu i procesu (w tym wskazanie jednostek zaangażowanych w proces produkcji, lokalizacji, gdzie odbywa się proces fermentacji pomieszczeń produkcyjnych, kierownika produkcji, surowca, użytych dodatków i składników pomocniczych etc.),
- propozycje dotyczące etykietowania produktu,
- zalecenia i wskazówki dotyczące korzystania z osadu pofermentacyjnego tj. ilość pofermentu, którą powinno się lub wolno rozprowadzać na polach oraz wskazanie substancji, która ogranicza rozprowadzanie produktu na polach, etc.

Jeżeli producent posiada certyfikowany przez akredytowaną jednostkę system zarządzania zgodnie z SS-EN ISO 9001 lub SS-EN ISO 14001, może to stanowić potwierdzenie spełnienia wymagań w zakresie organizacji, kontroli zarządzania, kontroli wewnętrznych, dokumentacji i reklamacji.

Po pozytywnym zakończeniu oceny dokumentacji pod kątem zgodności z wymaganiami określonymi w przepisach certyfikacyjnych, próbki produktu są badane przez jednostkę certyfikującą w celu upewnienia się, że dostarczone wyniki kontroli wewnętrznych (własnych) producenta spełniają ustalone wymagania. Biorąc pod uwagę, że wstępnie jakość produktu została pomyślnie zweryfikowana, materiał wytworzony w ciągu roku

„kwalifikacyjnego” jest traktowany i stosowany jak objęty certyfikatem, z zastrzeżeniem, że nie może jeszcze nosić znaku certyfikacji.

Szwedzki system certyfikacji dopuszcza możliwość stosowania w procesie fermentacji metanowej dodatków i substancji pomocniczych. Warunkiem ich użycia jest uprzednie zgłoszenie ich i opisanie w wewnętrznym systemie jakości producenta, instrukcji jakości lub innym równorzędnym dokumencie dotyczącym jakości. Nie ustalono maksymalnego limitu w zakresie ich dawkowania, a jedynie na producenta nałożono obowiązek poinformowania organu kontrolnego, jak wpływają one na produkt końcowy.

Środki pomocnicze zatwierdzone do stosowania w przypadku certyfikowanego osadu pofermentacyjnego to:

- chlorek żelaza,
- tlenek żelaza,
- bentonit,
- KMB1 (opatentowany skład dodatku),
- ziemia okrzemkowa.

Surowiec do biogazowni poddawany jest obróbce wstępnej przy zastosowaniu odpowiednich technik, tak, by ryzyko zanieczyszczenia materiałów higienizowanych lub zakłóceń ze strony materiału niecertyfikowanego było zminimalizowane. Należy także mierzyć i dokumentować parametry operacyjne mające znaczenie dla jakości osadu pofermentacyjnego, m.in.:

- rodzaj i ilość materiału wejściowego i dodatków,
- temperaturę i pH w reaktorze,
- czas pomiędzy załadunkami komory fermentacyjnej,
- hydrauliczny czas retencji,
- zależność czasu i temperatury w komorze, gdzie osad ulega przeróbce,
- obciążenie komory fermentacyjnej ładunkiem związków organicznych,
- zakres obciążenia komory fermentacyjnej,
- środki zapobiegające wtórnemu zanieczyszczeniu,
- potencjalne zakłócenia procesu.

Podczas roku „kwalifikacyjnego” osad pofermentacyjny musi również spełniać określone w systemie wymogi takie jak maksymalna dopuszczalna zawartość metali ciężkich (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb i Zn), zawartość czynników chorobotwórczych czy widocznych zanieczyszczeń. W tabeli poniżej zawarte zostały wytyczne dotyczące zawartości metali w osadzie pofermentacyjnym.

TAB. 7. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ZAWARTOŚCI METALI W OSADZIE POFERMENTACYJNYM

Metal	Maksymalna dopuszczalna zawartość
[mg/kg suchej masy]	x
Ołów	100
Kadm	1
Miedź	600
Chrom	100
Rtęć	1
Nikiel	50
Cynk	800

Uwagi:

- 1) Wszystkie wartości, oprócz dotyczących miedzi i cynku, są zgodne z wartościami dla środków poprawiających jakość gleby zgodnie z „EU Flower”.
- 2) Wartości dotyczące miedzi i cynku są takie same jak dla osadów ściekowych dopuszczonych do rozprowadzania na polach, patrzSNFS1998:4.

Ponadto stały osad pofermentacyjny nie może zawierać więcej niż 2 żywe nasiona chwastów lub części roślinne na litr oraz musi zawierać co najmniej 20% substancji organicznej w przeliczeniu na suchą masę.

Z kolei termin „widoczne zanieczyszczenia” oznacza substancje obce, takie jak plastik, szkło, metale etc. Udokumentowana całkowita zawartość zanieczyszczeń tego typu wielkości >2mm, zgodnie z przepisami nie powinna przekraczać 0,5% suchej masy. Jednakże, jeśli materiał wejściowy cechuje niskie prawdopodobieństwo wystąpienia widocznych zanieczyszczeń, jednostka certyfikująca może udzielić zgody na odstępianie od dokumentowania tego wymagania.

Po zakończeniu roku „kwalifikacyjnego” wydawany jest certyfikat, który stanowi licencję na używanie znaku certyfikacji. Ciągła kontrola, rozumiana jako kontrola wewnętrzna (własna) producenta oraz kontrola w nadzorze jednostki certyfikującej gwarantuje, że wymagania jakościowe osadu pofermentacyjnego są spełnione w okresie ważności wydanego certyfikatu, tj. 5 lat (na wniosek jego posiadacza, np. na podstawie sprawozdań z kontroli nadzorowanych) ważność może zostać przedłużona).

Gotowe produkty muszą być przetwarzane tak, by osiągnąć zadowalający stopień homogenizacji i powinny zostać opatrzone informacjami dotyczącymi przechowywania, daty produkcji itp. Posiadacz certyfikatu jest odpowiedzialny za zagwarantowanie, że produkty nim objęte (i oznakowane znakiem certyfikacji), pod każdym względem pozostają zgodne z zapisami ww. zaświadczenia, że spełniają cele do jakich zostały wprowadzone na rynek oraz nie powodują zagrożenia czy innych uciążliwości.

Dokumentacja producenta powinna również zapewnić identyfikowalność wprowadza-

nego na rynek osadu pofermentacyjnego, a raz do roku wytwórca jest zobowiązany przedstawić raport zawierający co najmniej informacje dotyczące:

- ilości otrzymanego pofermentu,
- rodzaju surowca,
- wyniki analiz fizykochemicznych,
- ilości dostarczonego w ciągu ostatniego roku produktu certyfikowanego,
- ilości produktów niezgodnych i opis podjętych działań w przypadku ich wystąpienia,
- wyników kontroli wewnętrznych, etc.

Produkt będący mieszaniną gleby i certyfikowanego pofermentu także może być oznakowany znakiem systemu certyfikacji, nawet jeśli sam produkt końcowy nie jest objęty systemem. Warunkiem koniecznym jest, by w takiej sytuacji wyraźnie wskazano, że certyfikat dotyczy osadu pofermentacyjnego, którego udział w mieszaninie z glebą podano na etykiecie. Niemniej posiadacz certyfikatu jest zobowiązany do informowania organu certyfikującego przed wprowadzeniem jakichkolwiek zmian składu surowca lub procesu fermentacji, który następnie określa, czy charakter zmian może być przyjęty bez dodatkowych badań, kontroli lub rewizji świadectwa.

Certyfikowany osad pofermentacyjny jest w Szwecji powszechnie akceptowany jako nawóz, zarówno w rolnictwie, jak i w przemyśle spożywczym. Co więcej, szwedzki system certyfikacji żywności organicznej KRAV akceptuje certyfikowany poferment do stosowania jako nawóz, tak długo, jak udokumentowane źródło substratów do jego produkcji jest zgodne z dyrektywą UE, dotyczącą produkcji ekologicznej.

W przypadku wystąpienia produktu niezgodnego z wymaganiami podczas trwania roku „kwalifikacyjnego”, bez odpowiedniego wyjaśnienia przyczyn i podjęcia działań w celu rozwiązania powodów zaistniałego problemu w zakresie jakości, procedura (w tym rok „kwalifikacyjny”) rozpoczyna się od nowa. Produkty, które nie spełniają określonych wymagań muszą zostać oddzielone, a wszelkie oznakowania dotyczące certyfikacji usunięte. Produkty niezgodne nie mogą być wprowadzane do obrotu pod tą samą nazwą lub znakiem towarowym jak certyfikowane produkty. Jeśli produkt został dostarczony do klienta zanim wada została wykryta – klient musi zostać o tym poinformowany, a następnie podjęte działania, mające na celu określenie skutków wprowadzenia wyrobu niezgodnego.

Otrzymany certyfikat nie jest zbywalny, a jednostka certyfikująca może ze skutkiem natychmiastowym zdecydować o cofnięciu decyzji dotyczącej wydania certyfikatu (stałe lub tymczasowo), w przypadku gdy posiadacz certyfikatu:

- wykorzystuje znak certyfikacji względem produktów, które nie spełniają wymagań systemu,
- stosuje znak certyfikacji na produktach nieobjętych świadectwem,
- nie zastosował się do warunków w nim określonych,

- nie uiszczył opłaty w wyznaczonym terminie,
- pozostaje w stanie upadłości lub likwidacji,
- podał wyniki niezgodne z wymaganiami, ew. ciągła kontrola została wstrzymana.

Każdorazowo posiadaczowi certyfikatu wyznaczone zostają terminy na dostosowanie do wymagań systemu w nowych okolicznościach. W przeciwnym razie jest on zobowiązany zaprzestać niezwłocznie wykorzystania znaku certyfikacji w reklamie lub innych publikacjach dotyczących produktu, usunąć znak certyfikacji ze wszystkich produktów w magazynie i pokryć wszystkie koszty wynikające z wycofania (na życzenie jednostki certyfikującej) już dostarczonych produktów. Istnieje możliwość przywrócenia certyfikatu, bez konieczności odbycia nowego roku „kwalifikacyjnego”, jeżeli nie upłynął rok od chwili wstrzymania certyfikatu, a warunki produkcji nie zostały zmienione względem ustalonych wcześniej zasad certyfikacji.

TECHNOLOGIE WtE W SZWECJI NA PRZYKŁADZIE SPALARNI ODPADÓW

TERMICZNE PRZETWARZANIE ODPADÓW

Do procesów termicznego przetwarzania odpadów zaliczamy:

- spalanie,
- zgazowanie,
- pirolizę (odgazowanie),
- proces plazmowy.

Spalanie odpadów jest metodą ich termicznego przekształcania z odzyskiem lub bez odzysku wytwarzanej energii cieplnej stosowaną powszechnie w wielu krajach UE. Spalanie prowadzone jest w spalarniach obejmujących instalacje i urządzenia służące do prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów wraz z oczyszczaniem gazów odlotowych i wprowadzaniem ich do powietrza, kontrolą, sterowaniem i monitorowaniem procesów oraz instalacjami związanymi z przyjmowaniem, wstępnym przetwarzaniem i magazynowaniem odpadów dostarczonych do termicznego przekształcania oraz instalacjami związanymi z magazynowaniem i przetwarzaniem substancji otrzymanych w wyniku spalania i oczyszczania gazów odlotowych. Spalarnie wyposażone są w różnego typu piece takie, jak:

- piece rusztowe (z rusztami ruchomymi, rzadziej stałymi),
- piece obrotowe,
- instalacje do spalania w złożu fluidalnym,
- piece półkowe, połączone z osuszaniem odpadów.

Szwecja produkuje rocznie 4,5 mln Mg odpadów komunalnych, a jako frakcja do spalania po wysortowaniu odpadów niebezpiecznych i innych, podlegających recyklingowi, pozostaje 2,2 mln Mg ton odpadów komunalnych, które po zmieszaniu z odpadami przemysłowymi spalane są w ilości 4 mln Mg w spalarniach odpadów komunalnych. Przeciętny Szwed dostarcza rocznie na składowisko tylko 20 kg odpadów.

Zgodnie z prawodawstwem unijnym dotyczącym efektów klimatycznych, na terenie Szwecji odchodzi się całkowicie od produkcji ciepła z paliw kopalnych. Istnieją tylko dwie elektrociepłownie opalane węglem oraz kilka małych kotłów szczytowych opalanych

olejem opałowym. Ponad 80% energii cieplnej produkowane jest z paliw odnawialnych, z czego jak już wspomniano, prawie 20% stanowią odpady komunalne.

Podniesienie efektywności energetycznej wraz z rozwojem technologii produkcji energii z biogazu, spalarni odpadów i elektrowni wiatrowych umożliwiło zastąpienie ubytku energii elektrycznej spowodowanej zamknięciem dwóch reaktorów atomowych. Decyzja ta była wynikiem referendum przeprowadzonym na początku lat 80. w Szwecji. Nadmienić należy, że w tym okresie PKB wzrósł w Szwecji niemalże dwukrotnie.

W szwedzkich Przedsiębiorstwach Energetyki Ciepłej, inwestując w nowe kotły, wychodzi się z założenia, że nieistotny jest wsad paliwowy, ale ważna jest emisja i to, ile kosztuje 1 kWh wyprodukowanej energii (zarówno elektrycznej, jak i cieplnej). Dlatego też projektując nowe kotły na biomasę, można je również opalać odpadami komunalnymi oraz odpadami przemysłowymi (np. rzeźniczymi lub osadami pościekowymi), a instalacje oczyszczania spalin projektowane są tak, by spełnić najostrejsze wymogi unijnej dyrektywy odpadowej. Daje to możliwość dowolnego mieszania różnych paliw, w zależności od rachunku ekonomicznego i potrzeby chwili. Wraz ze wzrostem segregacji „u źródła” zakłada się, że będzie możliwe spalanie odpadów z innych miejsc niż tam gdzie są one produkowane. Przykładowo w Uppsali spala się odpady komunalne z Norwegii i dzięki temu mieszkańcy miasta mają o wiele tańsze ciepło systemowe i płacą mniej za własne odpady. Jak wiadomo odpady to jedyne paliwo, za które ich dostawca płaci klientowi – elektrociepłowni, w której jest ono utylizowane.

PRZYKŁADY DOBRZYCH PRAKTYK

UPPSALA

W Uppsali (Szwecja) funkcjonuje zakład wytwarzania energii z odpadów komunalnych na drodze procesów WtE. Elektrociepłownia w Uppsali znajduje się w bezpośredniej bliskości osiedli mieszkalnych (domy znajdują się po drugiej stronie ulicy, przy której położona jest spalarnia).

Dzięki tej inwestycji mieszkańcy miasta mają o wiele tańsze ciepło systemowe i płacą mniej za własne odpady. Jak wiadomo odpady to jedyne paliwo, za które ich dostawca płaci klientowi – elektrociepłowni, w której jest ono utylizowane.

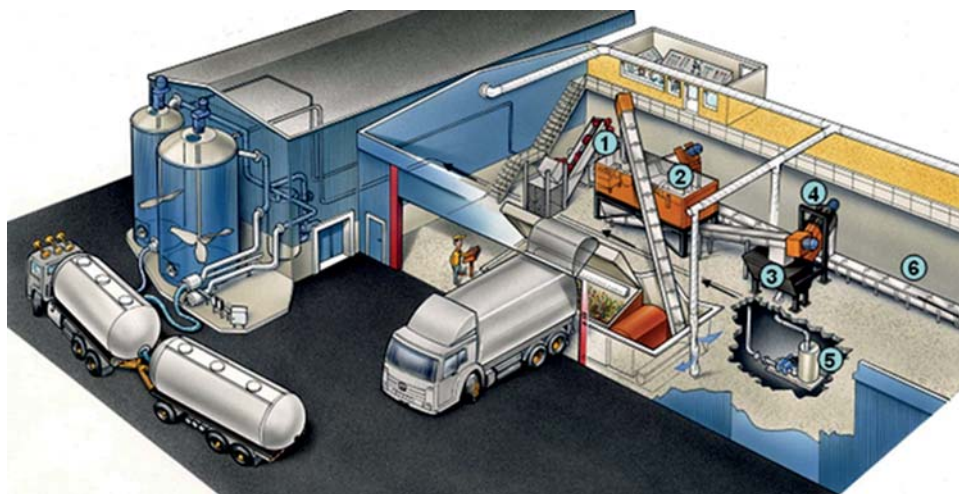
Blok spalający odpady został uruchomiony w zakładzie w Uppsali w 2005 roku. Blok jest zdolny do spalania posortowanych odpadów z gospodarstw domowych, jak również odpadów przemysłowych. Wraz z starszymi kotłami, blok 5 jest w stanie spalić 52 ton odpadów na godzinę. EC Vattenfall przetwarza rocznie 355 tysięcy ton odpadów komunalnych oraz w drugiej części obiektu mieszkankę torfu i drewna. Zakład wytwarza energię elektryczną i ciepłą, a także chłód, które są odprowadzane do miejskiego systemu klimatyzacji oraz parę technologiczną. Ze względu na wysoką opłacalność spalania odpady sprowadzane

są nie tylko z przyległych gmin, ale również z Norwegii i Finlandii. Rocznie produkuje 1700 GWh energii cieplnej i 250-350 GWh energii elektrycznej. Technologia spalania jest oparta na konwencjonalnych paleniskach rusztowych z płaszczem wodnym. Emisja zanieczyszczeń jest znacznie niższa niż rygorystyczne normy europejskie np. Emisja dioksyn wynosi 0,001-0,04 ng/m³ przy normie 0,1 ng/m³.

MALMÖ

Obiekt firmy Sysav, zlokalizowany na obrzeżach miasta Malmö realizuje dwie zasadnicze funkcje: zagospodarowanie odpadów i produkcja energii. Zgodnie z dyrektywami unijnymi, w Szwecji od 2002 r. zakazane jest składowanie na składowiskach odpadów organicznych. Jednocześnie rozwój gospodarczy spowodował wzrost zapotrzebowania na zużycie energii, co wiąże się z dużymi kosztami pozyskania konwencjonalnych nośników energii. Spowodowało to, iż od 1985 do 2012 roku ilość spalanych w Szwecji odpadów została zwiększona trzykrotnie, a ilość energii uzyskiwanej w ten sposób wzrosła aż pięciokrotnie. Dlatego też zainteresowanie takimi zakładami jak Sysav w Malmö znaczne wzrosło w ostatnich latach. Instalacja ta to jeden z 28 zakładów termicznego przekształcania odpadów w Szwecji.

RYS. 17. INSTALACJA WSTĘPNEGO PRZETWARZANIA ŻYWNOŚCIOWYCH ODPADÓW W FIRMIE SYSAV³¹



Legenda:

1 – prasa, 2 – rozdrabnianie, 3 – mieszanie, 4 – ekstruder, 5 – zbiornik na frakcję płynną, 6 – transport frakcji do spalania

³¹ Źródło: <http://www.sysav.se>

Sysav to spółka kapitałowa należąca do 14 gmin zlokalizowanych na południu kraju. W Szwecji, podobnie jak w Polsce, za stałe odpady odpowiada Gmina. Sysav jest operatorem i odbiorcą odpadów na zlecenie 14 gmin, z których największe to Malmö i Burlöv – główni odbiorcy energii wytworzonej w instalacji Sysav. Zakład w Malmö na chwile obecną, zaspakaja potrzeby wspomnianych gmin w energii w 60%. Energia sprzedawana jest do sieci, a jej cenę reguluje rynek.

W Sysav spala się rocznie ok. 550 tys. ton odpadów, z czego produkuje się ok. 1400 tys. MWh ciepła grzewczego, co pozwala ogrzewać ok. 70 tys. małych domów. Dodatkowo produkowane jest rocznie ok. 250 tys. MWh energii elektrycznej. Poziom emisji spalarni Sysav jest stale monitorowany. System filtrów pozwala na osiągnięcie parametrów znacznie niższych i korzystniejszych dla środowiska niż dopuszczalne normy.

W roku 2001 tylko połowa szwedzkich odpadów przetwarzana była ponownie, obecnie w Sysav składowanych jest 2% odpadów, pozostałe 98% poddawane jest recyklingowi i przetworzeniu na energię. W obrębie funkcjonowania zakładu, czyli na terenie 14 gmin, funkcjonuje 16 centrów recyklingu, poza tym zbiórka materiałów niebezpiecznych tj. żarówki, baterie w sieciach sklepów. Podstawowa przyjęta i stosowana zasada to zbiórka selektywna „u źródła”.

ENERGIA Z ODPADÓW W POLSCE – STAN OBECNY

WPROWADZENIE

Obok odpadów przemysłowych, grupą wytwarzaną w znaczących ilościach są odpady komunalne, zwłaszcza w dużych aglomeracjach miejskich. W przypadku odpadów komunalnych ich skład zależy od miejsca powstawania, statusu społecznego mieszkańców czy stopnia rozwoju gospodarczego. I tak w aglomeracjach miejskich najwięcej można wydzielić odpadów organicznych oraz opakowaniowych. Na terenach wiejskich zaś przeważają popioły oraz odpady wielkogabarytowe.

Stan zagospodarowania odpadów komunalnych w Polsce wymaga podjęcia zdecydowanych działań w tym zakresie. W chwili obecnej jedynie nieznaczny procent odpadów jest utylizowany. Na taki stan rzeczy wpływa między innymi niska świadomość ekologiczna społeczeństwa, brak planów gospodarki odpadami w gminach, jak również brak instalacji służących do odzysku i unieszkodliwiania odpadów. W obliczu obowiązków, jakie nakłada na Polskę Unia Europejska dotyczących konieczności zwiększenia poziomu odzysku odpadów, zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych czy też zwiększenia zużycia odnawialnych źródeł energii w ogólnym bilansie energetycznym kraju, Polska musi podjąć radykalne działania w kierunku zmiany zarówno regulacji w zakresie gospodarki odpadami jak i skutecznego wprowadzania ich w życie.

GOSPODARKA ODPADAMI W POLSCE

Szczegółowe wymagania w zakresie gospodarowania odpadami zostały określone w regulacjach unijnych, m.in:

1. **Dyrektywa Rady 1999/31/WE** z dnia 26 kwietnia 1999 r. w sprawie składowania odpadów (tzw. dyrektywa składowiskowa)
Dokument ten definiuje ograniczenie ilości składowanych odpadów komunalnych ulegających biodegradacji w roku 2013 do 50% całkowitej ilości (wagowo) tego typu odpadów komunalnych wytworzonych w 1995r. i, odpowiednio, 35% w roku 2020. Państwa członkowskie zobowiązane są do opracowania strategii redukcji poziomu składowania tych odpadów w oparciu o przyjętą hierarchię sposobów postępowania z odpadami,

szczególnie recykling, kompostowanie, produkcję biogazu lub odzyskiwanie energii i surowców. Ponadto dyrektywa zawiera zobowiązanie do wprowadzenia zakazu składowania:

- odpadów płynnych,
- odpadów, które na składowisku mogą stać się niebezpieczne,
- zakaźnych odpadów szpitalnych,
- całych zużytych opon, oraz
- odpadów niespełniających wymagań określonych w załączniku II do dyrektywy „Kryteria i procedury przyjęcia odpadów”, m.in. wymagania dotyczące wiedzy na temat całkowitego składu, limity ilości materii organicznej w odpadach, ograniczenia dotyczące stopnia biodegradacji części składowych odpadów organicznych, ilości określonych, potencjalnie szkodliwych i/lub niebezpiecznych części składowych, właściwości ekotoksykologiczne odpadów i związanego z nimi odcieku, etc.

W dokumencie określono także środki, procedury i zasady postępowania zmierzające do zapobiegania negatywnym dla środowiska skutkom składowania odpadów w trakcie całego cyklu istnienia składowiska, w szczególności zanieczyszczeniu wód powierzchniowych, wód gruntowych, gleby i powietrza oraz skutków dla środowiska globalnego.

2. **Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE w sprawie odpadów** (tzw. dyrektywa ramowa)

Dokument ten, podobnie jak dyrektywa składowiskowa, wskazuje najważniejsze reguły gospodarki odpadami w oparciu o hierarchię sposobów postępowania z nimi, a więc zapobieganie, redukcję i ponowne użycie oraz eliminowanie odpadów odprowadzanych wprost do środowiska. Dyrektywa wprowadza definicję odpadu, ustanawia sposoby postępowania z odpadami, zasady wydawania pozwoleń, a także określa wymagania dotyczące planowania gospodarowania odpadami w świetle całego cyklu życia produktów i materiałów (nie tylko fazy odpadu). Ponadto w dokumencie przewidziano zastosowanie środków zachęcających do poddawania odpadów odzyskowi oraz wykorzystywania odzyskanych materiałów w celu ochrony zasobów naturalnych.

Dyrektywa nakłada również na państwa członkowskie obowiązek opracowania programów zapobiegającym powstawaniu odpadów. Celem opracowania takich programów jest podjęcie działań w celu ograniczenia ilości powstających odpadów. Programy powinny być zintegrowane z planami gospodarki odpadami lub innymi programami w zakresie polityki ochrony środowiska.

Z punktu widzenia dotychczasowej polityki w obszarze gospodarki odpadami największe znaczenie ma wprowadzenie zdefiniowanych w ww. dyrektywie instrumentów prawnych w postaci: „końca statusu odpadu” (EoW, ang. *End-of-Waste*) oraz „produktu ubocznego” umożliwiających wyłączenie materiałów, substancji i przedmiotów spod jej zakresu.

W rozumieniu punktu(1) Art. 3 ww. dyrektywy wybrane rodzaje odpadów przestają być odpadami wówczas, gdy zostały poddane procesowi odzysku (w tym recyklingu) i spełniają poniższe warunki:

- a) substancja lub przedmiot jest powszechnie stosowana do konkretnego celu,
- b) istnieje rynek i popyt na takie substancje lub przedmioty,
- c) dana substancja lub przedmiot spełniają wymagania techniczne dla określonego w ppkt a) konkretnego celu oraz mające dla nich zastosowanie wymagania obowiązujących przepisów i norm, oraz
- d) zastosowanie danej substancji lub przedmiotu nie powoduje niekorzystnych skutków dla środowiska lub zdrowia i życia człowieka.

Intencją wprowadzenia przepisów w tym brzmieniu było stworzenie warunków umożliwiających pozyskanie ekologicznych i ekonomicznych korzyści z tytułu upowszechnienia recyklingu i **wykorzystania odpadów jako zasobów**. Wyłączenie materiału spod zakresu dyrektywy wskutek spełnienia przygotowanych dla niego kryteriów EoW powoduje, że staje się on produktem/surowcem będącym przedmiotem handlu, nie zaś odpadem. Problem też został opisany szerzej w części dotyczącej rolniczego zagospodarowania pofermentu.

Wyznaczone w powyższych dokumentach cele wpisują się w krajowe i regionalne dokumenty strategiczne odnoszące się do gospodarki odpadami (m.in. **Uchwała Rady Ministrów nr 217 z dnia 24 grudnia 2010r. w sprawie „Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2014”**), przede wszystkim zaś zaimplementowane zostały w polskich przepisach prawa tj.

1. **Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach** (Dz.U. 2013 Nr 0 poz. 21)
2. **Ustawa z dnia 1 lipca 2011 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw** (Dz.U. 2011 nr 152 poz. 897)

Dokumenty te wprowadzają szereg wymagań dotyczących odpadów, w tym konieczność wydzielenia frakcji organicznej odpadów komunalnych i jej unieszkodliwienie, zapobieganie powstawaniu odpadów, ograniczenie ich wytwarzania, zmniejszenie ich negatywnego oddziaływania na środowisko, jak również przygotowanie ich do ponownego użycia i wykorzystania.

Dodatkowo, od 2013r. zgodnie z zapisami **rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005r. w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu** (Dz.U. 2005 nr 186 poz. 1553) nie można składować odpadów zawierających więcej niż 5% węgla organicznego i posiadających ciepło spalania powyżej 6 MJ/kg – należy je przetworzyć w odpowiednich instalacjach.

AKTUALNY STAN GOSPODARKI ODPADAMI W POLSCE

Biorąc pod uwagę dane GUS za rok 2012, w Polsce zebrano 9 580,9 tys. Mg odpadów komunalnych, z czego 977,2 tys. Mg zostało unieszkodliwionych w wyniku termicznego, biologicznego i mechaniczno-biologicznego przetwarzania (bez odpadów biodegradowalnych zbieranych selektywnie), a blisko 62% ogólnej ilości zebranych w 2012 r. odpadów zdeponowano na 527 czynnych, kontrolowanych składowiskach odpadów. Nadal niewielka część składowisk posiada instalacje odgazowywania z odzyskiem energii: cieplnej (zaledwie 13) i energii elektrycznej (58 instalacji).

Od dnia 1 stycznia 2012 r. obowiązuje w Polsce nowa ustawa o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz. U. 2011 nr 152 poz. 897), która wprowadzając nowy system prawno-organizacyjny ma na celu zapewnienie poprawy poziomu selektywnej zbiórki odpadów oraz rozwój infrastruktury przetwarzania odpadów. Należy jednak podkreślić, że w racjonalnym gospodarowaniu odpadami ważny element stanowi ich selektywne zbieranie. W ten sposób w 2012 r. zebrano jedynie 1005 tys. Mg odpadów, a z odpadów komunalnych zmieszanych wysegregowano 440 tys. Mg. W dalszym ciągu podstawowym rodzajem instalacji zagospodarowania odpadów komunalnych w Polsce są składowiska.

W Ustawie o utrzymaniu czystości i porządku w gminach poza przygotowaniem do ponownego wykorzystania i recyklingu materiałów odpadowych przyjęto zobowiązanie do zorganizowania systemu odbierania odpadów komunalnych dla 100% mieszkańców najpóźniej do 2013 r., zapewnienie objęcia wszystkich mieszkańców systemem selektywnego zbierania odpadów najpóźniej do 2015 r., zmniejszenie ilości odpadów komunalnych ulegających biodegradacji kierowanych na składowiska odpadów do:

- nie więcej niż 50% w 2013 r.,
 - nie więcej niż 35% w 2020 r.,
- w odniesieniu do masy tych odpadów wytworzonych w 1995 r.

Obserwowany jest wzrost udziału selektywnego zbierania, jednak jego poziom, w porównaniu do innych państw Unii Europejskiej, jest wciąż niski. Wg danych GUS zbiórką odpadów komunalnych w 2012 r. objętych było zaledwie 68,9% ludności, a zmieszane odpady komunalne stanowiły blisko 90% wszystkich zebranych odpadów komunalnych.

Z drugiej strony Ustawa o odpadach nakłada w roku 2020 r. obowiązek poddania recyklingowi lub ponownemu użyciu przynajmniej 50% wytworzonej masy odpadów tj. papier, szkło, tworzywa i metale, a wśród nich największe znaczenie gospodarcze mają surowce zebrane selektywnie. Tymczasem osiągnięte w 2012 roku poziomy selektywnego zbierania tych czterech surowców z odpadów komunalnych w Polsce wahają się w granicach od 1,4% dla metali do 27,5% dla szkła (średnio 16,3%), stąd poważne wątpliwości budzi możliwość osiągnięcia do roku 2020 wymaganego przepisami poziomu 50%. Podobnie wygląda sytuacja w przypadku selektywnego zbierania bioodpadów. Biorąc pod uwagę, że wg Kpgo

2014, średnio 50% wytworzonego strumienia odpadów komunalnych stanowi frakcja biodegradowalna, w skład której wchodzi: papier i tektura, odpady kuchenne ulegające biodegradacji, odzież i tekstylia (z materiałów naturalnych), drewno, odpady zielone (z ogrodów i parków), odpady z targowisk (część ulegająca biodegradacji), etc. w roku 2012 na terenie Polski zebrano w sposób selektywny zaledwie 202 tys. Mg odpadów biodegradowalnych, co stanowi 20,1% ogólnej puli odpadów zebranych w ten sposób.

Jeśli chodzi o składowanie, choć jego udział w stosunku do ilości zebranych odpadów komunalnych zmalał z 98% w 1995 roku do ok. 75% w 2012 roku, Polska nadal pozostaje w tyle za innymi krajami UE. Należy zwrócić uwagę, że dotychczas funkcjonuje zaledwie jedna instalacja termicznego przekształcania odpadów komunalnych, natomiast kolejne projekty znajdują się w różnych fazach zaawansowania. Są to między innymi inwestycje w: Krakowie, Szczecinie, Bydgoszczy-Toruniu, Poznaniu, Białymstoku i Koninie. Biorąc więc pod uwagę wynikającą z przepisów prawa konieczność przetworzenia w przyszłości wszystkich (możliwych do przetworzenia) odpadów przed ostatecznym składowaniem, należy podjąć w kolejnych latach działania zmierzające do ograniczenia składowania odpadów komunalnych oraz budowy nowych instalacji przetwarzania odpadów tego typu. Zgodnie z Kpgo 2014 przepustowość istniejących instalacji pozwala na przetworzenie jedynie ok. 35% powstających odpadów, włączając sortownie, które nie zapewniają wymaganego stopnia przetworzenia odpadów komunalnych, a jedynie zapewniają odpowiedni poziom segregacji odpadów.

Podsumowując, polska gospodarka odpadami jest zorganizowana w sposób nie odpowiadający ogólnie przyjętym standardom. Prawie całą masę odpadów usuwa się na składowiska, a często składowane są odpady w stanie nieprzerobionym, mieszane z substancjami niebezpiecznymi, co ma szkodliwy wpływ na stan środowiska. Prawie 75% gmin w Polsce wywozi odpady na składowiska odpadów bez uprzedniej selekcji. Ponad jedna piąta gmin prowadzi segregację odpadów u źródła (rozwinętą bądź też częściową), a około 10% gmin prowadzi sortowanie odpadów przy składowiskach. Jedynie niespełna 5% gmin prowadzi częściową, selektywną zbiórkę odpadów. Niestety pozostałe gminy nie prowadzą żadnej zbiórki odpadów, co prowadzi do tego, że odpady składowane są na dzikich składowiskach, zakopywane w ziemi, bądź też spalane w gospodarstwach domowych.

Przedstawiony sposób postępowania z odpadami w głównej mierze dotyczy gmin wiejskich, ok. 78% tych gmin wywozi odpady na składowiska bez żadnej selekcji, niewiele tylko sortuje odpady u źródła lub przy składowiskach. Ogólnie w obszarach wiejskich powstaje znacznie mniej odpadów komunalnych, niż w miastach. Według danych GUS na jednego mieszkańca wsi przypada 2-2,5 razy mniejsza ilość odpadów komunalnych niż na jednego mieszkańca miasta. Badania wykonane w latach 2011-2012 r. przez Dolnośląski Ośrodek Badawczy Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego wykazały, że średnio na jednego mieszkańca wsi przypada 157 kg odpadów komunalnych rocznie.

Niezależnie od ilości powstających odpadów komunalnych na wsi, problemy z nimi zwią-

zane są podobne jak w miastach, mimo to znacznie trudniejsze do rozwiązania. Problemy te wiążą się z: transportem, zbiórką, składowaniem odpadów, ochroną środowiska przed ich szkodliwym działaniem oraz ostatecznym ich zagospodarowaniem.

Gospodarka odpadami w miastach jest bardziej uporządkowana i znacznie lepiej prowadzona, niż gospodarka odpadami w gminach wiejskich. (Rosolak et al., 2006b). Zbieranie odpadów na terenach wiejskich jest trudniejsze oraz generuje większe koszty, niż w miastach. Wynika to z odmiennych warunków i czynników mających wpływ na gospodarkę odpadami na obszarach wiejskich takich, jak:

- duże rozproszenie zabudowy,
- przewaga zabudowy jednorodzinnej,
- mało rozbudowanej sieci dróg,
- złej jakości dróg,
- utrudnienia lub całkowity braku możliwości dojazdu do poszczególnych posesji, zwłaszcza w terenach górskich oraz podgórskich (w szczególności w okresie zimowym),
- niejednorodny charakter gospodarki rolnej, zarówno pod względem wielkości gospodarstw, rodzaju produkcji, jak i sposobu jej prowadzenia (w większości gospodarstwa tradycyjne),
- brak infrastruktury sanitarnej (wodociągi, kanalizacja), zaopatrzenia w gaz i zbiorczego ogrzewania (w większości piece węglowe).

Wszystkie te czynniki wpływają bezpośrednio lub pośrednio na specyfikę gospodarki odpadami w obszarach wiejskich, a w szczególności na ilość i jakość odpadów (strukturę i skład morfologiczny) oraz koszty ich transportu.

SELEKTYWNE ZBIERANIE ODPADÓW W POLSCE

Prawie każdy odpad może stać się cennym surowcem, o ile zostanie odpowiednio zagospodarowany. Z roku na rok rośnie w Polsce masa powstających odpadów komunalnych, a także przemysłowych. Ich ilość zależy od zamożności mieszkańców, stylu życia, a przede wszystkim od miejsca zamieszkania. Największe ilości odpadów wytwarza się w dużych miastach i tam gospodarka nimi jest najistotniejsza. W Polsce tylko ok. 60% ludności jest obsługiwane przez przedsiębiorstwa oczyszczania miast, podczas gdy w krajach Europy zachodniej oraz Skandynawii wskaźnik ten wynosi ponad 90%. Dotychczasowy system zbierania odpadów w Polsce także nie jest doskonały, ponieważ ponad 90% wytworzonych odpadów nie jest zagospodarowywanych i trafia na składowiska.

Zgodnie z polskimi przepisami odpady powinny być zbierane w sposób selektywny. Tylko takie działanie pozwoli na wykorzystanie ich jako surowców wtórnych.

Najbardziej znanym sposobem gromadzenia odpadów jest ich zbieranie „u źródła” ich powstawania, czyli w gospodarstwach domowych. Polega on na oddzielaniu poszczególnych asortymentów i składowaniu ich w odrębnych pojemnikach lub workach. W zależności od przyjętego w danej miejscowości sposobu odbioru odpadów, wyróżniamy 3 główne sposoby gromadzenia odpadów:

1. Indywidualne gromadzenie odpadów, bezpośrednio w miejscu ich wytworzenia np. w gospodarstwach domowych.
2. Publiczne parki kontenerów lub lokalne punkty zbierania odpadów.
3. Mobilne punkty zbierania odpadów, np. niebezpiecznych lub wielkogabarytowych. Specjalnie przystosowana ciężarówka odbiera odpady z miejsca ich wytworzenia.

W przypadku indywidualnego zbierania odpadów bezpośrednio w miejscu ich wytworzenia, odpady gromadzi się w różnokolorowych workach plastikowych. Kolor worka oznacza rodzaj odpadu, który powinien zostać w nim umieszczony, gminy często indywidualnie ustalają kolory worków i podział odpadów. Przykładowy schemat:

- kolor niebieski: przeznaczone są do gromadzenia papieru, odzieży i tekstyliów,
- kolor żółty: przeznaczone są do gromadzenia tworzyw sztucznych, szkła i metali,
- kolor zielony: odpady organiczne (z pielęgnacji ogrodów, biodegradowalna frakcja odpadów komunalnych),
- kolor czarny: odpady bytowe (zmieszane).

Odpady niesegregowane (zmieszane) zbierane są również do plastikowych pojemników o różnej pojemności.

System zbierania odpadów w miejscu ich wytworzenia na mocy nowej ustawy o Utrzymaniu czystości i porządku w gminie zarządzany jest przez gminę. Kolorowe worki z segregowanymi odpadami oraz odpady zmieszane odbierane są od mieszkańców zgodnie z gminnym kalendarzem odbierania odpadów.

Selektywny sposób gromadzenia odpadów u źródła ich powstawania obniża koszty sortowania przez przedsiębiorstwo oczyszczania, a tym samym opłaty dla ludności za wywóz i utylizację. Poza tym dzięki niemu odzyskuje się surowce wtórne i kieruje do dalszego wykorzystania. Niestety, w większości miast i miejscowości w Polsce zbiórka odpadów odbywa się poprzez gromadzenie różnych odpadów w pojemnikach lub kontenerach i ich wywóz na składowiska, bez odzyskiwania surowców wtórnych.

Trochę inaczej, niż w przypadku odpadów komunalnych, wygląda system zbierania zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego – ZSEE (tzw. elektrośmieci).

Elektrośmieci to wszystkie urządzenia elektryczne i elektroniczne, działające kiedyś na prąd lub na baterie, które są zepsute, nieużywane czy niepotrzebne – zepsute komputery, zabawki i gadżety elektroniczne, stare pralki, lodówki, a także zużyte świetlówki. Klasyfikowane są one jako odpady niebezpieczne, ponieważ zawierają szkodliwe substancje. Powinny

one być zbierane selektywnie, następnie poddane procesom odzysku, recyklingu oraz unieszkodliwienia substancji trujących. Uzyskane w ten sposób produkty przekazywane są do zakładów przetwarzania, dzięki czemu mogą być wykorzystywane do produkcji nowych przedmiotów, np. żagli, naczyń żaroodpornych, mebli czy nowych urządzeń RTV i AGD.

W myśl przepisów unijnych i polskich dotyczących ochrony środowiska, użytkownicy zobowiązani są do przekazywania ZSEE podmiotom zbierającym takie odpady, w ramach systemu zarządzania zużytym sprzętem elektrycznym i elektronicznym (ZSEE). Zabronione jest wyrzucanie elektrośmieci łącznie z innymi odpadami. Podmioty zbierające (tj. sprzedawcy detaliczni i hurtowi, punkty serwisowe oraz gminne punkty zbierania ZSEE) zobligowane są do przyjmowania zużytego sprzętu od użytkowników.

Zgodnie z obowiązującym w Polsce prawem, zbiórka elektrośmieci, w przeliczeniu na mieszkańca, powinna być na poziomie 4 kg rocznie. Niestety, pułap ten nie został osiągnięty. Według różnych szacunków, rzeczywisty poziom zbierania i przetwarzania zużytego sprzętu elektrycznego w Polsce, jest nawet o około 40 proc. niższy od deklarowanego. Aby spełnić wymogi nałożone przez Unię Europejską, niezbędna jest współpraca rzetelnych organizacji odzysku z gminami oraz ciągła edukacja mieszkańców w zakresie prawidłowego postępowania z ZSEE.

PROGRAM „MOJE MIASTO BEZ ELEKTROŚMIECI” – DOBRE WZORCE WSPÓŁPRACY Z GMINAMI

Warto wspomnieć w tym kontekście o Ogólnopolskim Programie Edukacyjnym „Moje miasto bez elektrośmieci”, do którego przystąpiło kilkadziesiąt polskich gmin. W każdej z nich wdrożony został efektywny system zbierania zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (ZSEE). Organizatorem programu jest ElektroEko Organizacja Odzysku Sprzętu Elektrycznego i Elektronicznego. Program został objęty honorowym patronatem Ministerstwa Środowiska, Ministerstwa Edukacji Narodowej, a także Związku Miast Polskich. Podstawowym wymogiem programu jest zaangażowanie społeczności lokalnej w zbiórkę ZSEE i oddawanie go do prowadzonych przez ElektroEko i władze miasta punktów zbiórki.

Przystępujące do programu gminy mogą liczyć na wielorakie korzyści. Pierwszą z nich jest bezkosztowy dla samorządów sposób tworzenia kompleksowego systemu zbierania elektrośmieci. Drugą stanowi program bezpłatnego odbierania dużego sprzętu AGD i RTV z gospodarstw domowych, a trzecią finansowanie przez ElektroEko Funduszu Oświatowego. Mogą z niego korzystać wszystkie zgłoszone do programu szkoły. Placówki oświatowe, które będą aktywnie uczestniczyć w realizacji programu, mogą liczyć na atrakcyjne pomoce dydaktyczne, sprzęt sportowy lub elementy wyposażenia sal. Ponadto szkoły podstawowe biorące udział w programie otrzymują komplet darmowych materiałów dydaktycznych dla uczniów i nauczycieli. Umożliwia to przeprowadzenie lekcji, podczas których uczniowie

dowiedzą się m.in., dlaczego ZSEE uznawane są za odpady niebezpieczne, jakie korzyści płyną z procesów odzysku i recyklingu oraz gdzie należy je oddać.

Program opiera się na zbiorce dwukanałowej. Pierwszą możliwością jest oddanie zużytego sprzętu do publicznego punktu zbierania, do którego przyjmowane są elektrośmieci każdego typu i w każdej ilości. W zamian za przyniesiony sprzęt wydawane są kupony Funduszu Edukacyjnego. Harmonogram zbiórki można sprawdzić na stronie www.elektrosmieci.pl.

Drugą możliwością, dotyczącą sprzętu wielkogabarytowego (takiego jak pralki lub lodówki), jest odbiór bezpośrednio z gospodarstw domowych. W obu przypadkach wszelkie koszty związane ze zbiórką, transportem oraz przetworzeniem zebranego zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego ponosi ElektroEko. Wynika to ze statutu spółki, która jako organizacja non profit wszystkie wygenerowane środki przeznacza na rozbudowę systemu zarządzania ZSEE oraz na prowadzenie działań edukacyjnych, związanych z prawidłowym postępowaniem z elektrośmieciami.

Program kompleksowo wdrożono już m.in. w Warszawie, Płocku, Rzeszowie, Lublinie, Krośnie, Białymstoku, Bielsku-Białej, Radomiu, Łodzi, Tomaszowie Mazowieckim oraz Gnieźnie.

PRZYKŁADY DOBRZYCH PRAKTYK

GRATOWISKO POZNAŃ

Zakład Zagospodarowania Odpadów w Poznaniu zorganizował system segregacji odpadów oraz system zbiórki odpadów niebezpiecznych i problemowych. Zwiększająca się selektywna zbiórka odpadów zmniejsza strumień odpadów trafiających na składowisko, pośrednio korzystnie wpływając na środowisko naturalne.

Jednym z rozwiązań jest mobilny punkt selektywnego zbierania odpadów komunalnych, tzw. Gratowóz, który działa na terenie. Wśród odpadów przyjmowanych przez Gratowóz znajdują się m.in. zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny. Mieszkańcy mają możliwość dostarczenia do tymczasowego punktu w niewielkiej odległości od miejsca zamieszkania i oddać odpady elektryczne i elektroniczne.

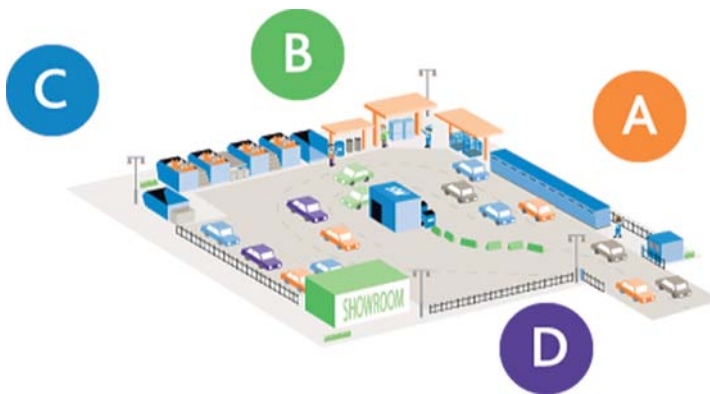
Na potrzeby mieszkańców Poznania Zakład Zagospodarowania Odpadów w Poznaniu stworzył również stałe punkty selektywnego zbierania odpadów komunalnych, tzw. GRATOWISKA. Na terenie aglomeracji funkcjonują już trzy takie obiekty. Pierwszy z nich powstał na składowisku w Suchym Lesie. Dla wygody mieszkańców na terenie miasta utworzono dalsze dwa punkty. Są to miejsca, do których mieszkańcy mogą przynosić odpady z gospodarstw domowych, które wymagają specjalistycznego recyklingu, unieszkodliwiania lub utylizacji i nie mogą trafić na składowisko odpadów komunalnych.

RYS. 18. PUNKT SELEKTYWNEGO ZBIERANIA ODPADÓW W POZNANIU (WWW.GRATOWISKO.POZNAN.PL)



EKO-STACJA STENA WARSZAWA

Ekostacja Stena jest pierwszą w Warszawie stacją recyklingu dla mieszkańców. Stacja działa od roku 2013. Można tu bezpłatnie oddać wszystkie surowce wtórne oraz odpady wielkogabarytowe i niebezpieczne. Wszystkie zostaną poddane recyklingowi lub utylizacji, zgodnie z obowiązującymi standardami i normami.



FOT. 15. SCHEMAT EKOSTACJI STENA (NA PODSTAWIE ULOTKI INFORMACYJNEJ)

Obiekt zbudowała szwedzka firma Stena Recycling, która jest liderem w dziedzinie kompleksowych usług w zakresie gospodarki odpadami dla biznesu. Stacja recyklingu powstała na bazie najlepszych skandynawskich doświadczeń w organizacji i prowadzeniu tego typu punktów zbiórki odpadów do przetworzenia.

Stacja zajmuje powierzchnię ok 1200 m² i jest podzielona na 4 części :

- odpady drobne – część A,
- odpady elektryczne i elektroniczne – część B,
- odpady wielkogabarytowe – część C,
- odpady niebezpieczne – część D.



FOT. 16. POJEMNIKI NA ODPADY DROBNE (FOT. M. WOJDA)

PRAWNE ASPEKTY WYKORZYSTANIA BIODEGRADOWALNEJ FRAKCJI ODPADÓW KOMUNALNYCH JAKO WSADU DO BIOGAZOWNI W POLSCE

Do wypełnienia zarówno przewidzianych prawem celów, jak i poprawy stanu lokalnego środowiska naturalnego, niezbędne jest stworzenie efektywnych środowiskowo, ekonomicznie i organizacyjnie narzędzi wspomagających gospodarkę odpadami. Pomimo implementacji różnego rodzaju regulacji w tym obszarze problemem pozostaje wdrożenie

bezpiecznego i skutecznego sposobu zagospodarowania odpadami, w tym szczególnie powstających nadwyżek odpadów biodegradowalnych. Biorąc pod uwagę zarówno kwestię ograniczenia masy składowanych odpadów komunalnych ulegających biodegradacji, selektywnego zbierania odpadów, jak i pozyskiwania z nich energii, dobrą praktyką niechętnie przyjmowaną przez polskie podmioty odpowiedzialne za gospodarkę odpadami, jest powstawanie biogazowni „utilizacyjnych”, umożliwiających odzysk energii z odpadów.

W polskim prawodawstwie wyraźnie widoczny jest brak spójności obowiązujących i proponowanych rozwiązań legislacyjnych w kontekście efektu synergii obszarów działalności resortu gospodarki odpowiadającego za politykę OZE oraz resortu środowiska w zakresie gospodarki odpadami. Zarówno w obszarze odpadów, jak i zielonej energii biogazownie utilizacyjne pozostają w Polsce niezauważone. Jakkolwiek w nowelizacji **Ustawy z dnia 8 stycznia 2010 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych innych ustaw** (Dz. U. z 2010 r. Nr 21, poz. 104) wprowadzono regulacje umożliwiające prowadzenie działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania biogazu i wtłaczania go do sieci dystrybucyjnej gazu ziemnego, należy podkreślić, że dotyczą one wyłącznie biogazu rolniczego³². Podobnie podstawowe parametry jakościowe biogazu wprowadzanego do sieci, sposoby pomiaru i rejestracji ilości biogazu oraz miejsce prowadzenia pomiarów ustalone w **Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z 24.08.2011 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązku potwierdzania danych dotyczących wytwarzanego biogazu rolniczego wprowadzonego do sieci dystrybucyjnej gazowej** odnoszą się tylko do tego rodzaju biogazu.

Tymczasem unijne dyrektywy nie wskazują jednoznacznie metody przetwarzania odpadów. Państwa członkowskie mają swobodę w doborze systemu gospodarki odpadami przy zachowaniu wymaganej hierarchii postępowania i sposobów jego realizacji.

Podstawowymi krajowymi aktami prawnymi obowiązującymi w Polsce są:

1. Ustawa z dnia 1 lipca 2011 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2011 nr 152 poz. 897),
2. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2013 Nr 0 poz. 21),
3. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2008 Nr 25, poz. 150, z późn. zm.),
4. Ustawy dotyczące poszczególnych typów odpadów, np. odpadów opakowaniowych, pojazdów wycofanych z eksploatacji, zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego,
5. Rozporządzenia wydane na podstawie upoważnień zawartych w poszczególnych ustawach, np. stawek opłat za korzystanie ze środowiska, wymagań dotyczących spalania i składowania, etc.

³² Biogaz rolniczy – paliwo gazowe otrzymywane z surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości przemysłu rolno-spożywczego lub biomasy leśnej w procesie fermentacji metanowej (źródło: Ustawa z dnia 8 stycznia 2010 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz. U.2010Nr 21, poz. 104).

Ustawa o utrzymaniu porządku i czystości w gminie nakłada na gminy obowiązek ustanowienia selektywnej zbiórki co najmniej następujących frakcji odpadów:

- papieru,
- metali,
- tworzyw sztucznych,
- szkła i opakowań wielomateriałowych,
- odpadów komunalnych ulegających biodegradacji (w tym odpadów opakowaniowych).

Pomimo, że odpady segregowane u źródła są znacznie lepszym jakościowo wsadem do instalacji biogazowej niż frakcja biodegradowalna wydzielona ze strumienia odpadów zmieszanych w ustawie nie zdefiniowano obowiązku selektywnej zbiórki odpadów kuchennych i spożywczych. Ustawodawca pozostawił tę kwestię decyzji gmin, które, przypadku, gdy uznają to za zasadne, mogą lokalnie wprowadzić taki wymóg, stworzyć odpowiednie punkty odbioru i podjąć się zagospodarowania tego typu odpadów. Pomimo, że organizacja systemów zbiórki odpadów może być bardzo różnorodna, zarówno na poziomie poszczególnych gmin, jak i kraju, system selektywnej zbiórki u źródła postrzegany jest w Polsce jako zbyt skomplikowany dla nieprzyzwyczajonego do segregacji odpadów społeczeństwa. Tymczasem należy także pamiętać, że wykorzystanie odpadów organicznych jako substratu do produkcji biogazu pozwala zarówno na uniknięcie emisji metanu do atmosfery, ale także pozostaje w zgodzie z opisaną w ustawie koniecznością redukcji ilości odpadów przeznaczonych do składowania zapewniając wykorzystanie ich nadwyżek.

Podstawowym założeniem ww. ustawy jest ustanowienie gmin posiadaczami odpadów komunalnych wytworzonych na ich terenie, w związku z czym zmieszane odpady komunalne odebrane przez gminy, odpady zielone oraz pozostałości z sortowania odpadów komunalnych przeznaczone do składowania mogą być zagospodarowane wyłącznie w regionie w jakim zostały wytworzone. Istotnym zapisem nowelizacji ustawy jest wprowadzenie selektywnego zbierania odpadów komunalnych „u źródła”, a tym samym zapewnienie prawnych warunków zmniejszenia ilości odpadów komunalnych (w tym odpadów ulegających biodegradacji kierowanych na składowisko). Gminy zobowiązane są więc ograniczyć masę odpadów komunalnych ulegających biodegradacji kierowanych do składowania:

- do 16 lipca 2013 r. do nie więcej niż 50% wagowo całkowitej masy tych odpadów,
- do 16 lipca 2020 r. do nie więcej niż 35% wagowo całkowitej masy tych odpadów – w stosunku do masy tych odpadów wytworzonych w 1995 r. (Tab. 6.).

Ponadto ustawa zakłada zwiększenie liczby nowoczesnych instalacji do odzysku, recyklingu oraz unieszkodliwiania odpadów komunalnych w sposób inny niż składowanie. Podobnie bowiem jak w odniesieniu do odpadów ulegających biodegradacji, gminy zobowiązane są osiągnąć do 31 grudnia 2020 r.:

- poziom odzysku odpadów papieru, metali, tworzyw sztucznych i szkła zawartych

TAB.8. POZIOMY REDUKCJI MASY SKŁADOWANYCH ODPADÓW KOMUNALNYCH ULEGAJĄCYCH BIODEGRADACJI³³

Rok	Poziomy redukcji składowania odpadów ulegających biodegradacji								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Redukcja składowania odpadów ulegających biodegradacji do:	70%	50%	50%	50%	45%	40%	40%	40%	35%

- w odpadach komunalnych – wielkości 50% wagowo odebranych odpadów,
- poziom recyklingu odpadów budowlanych i rozbiórkowych – wielkości 70% wagowo wytworzonych na terenie gminy.

Jednocześnie ustawodawca wprowadził podział województw na regiony gospodarki odpadami, w ramach których prowadzone będą wszelkie czynności związane z gospodarowaniem odpadami komunalnymi. Oczekuje się, że możliwe będzie w ten sposób ograniczenie dodatkowych zagrożeń dla środowiska wynikających z transportu odpadów komunalnych z miejsc ich powstania do miejsc odzysku lub unieszkodliwiania.

Dokumentem wykonawczym ustawy jest *Rozporządzenie z dnia 25.05.2012 r. w sprawie poziomów ograniczenia masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania oraz sposobu obliczania poziomu ograniczenia masy tych odpadów* (Dz.U. 2012 Nr 0 poz. 676). Określono w nim m.in.: poziomy ograniczenia masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania, które gmina jest obowiązana osiągnąć w poszczególnych latach oraz sposób obliczania poziomu ograniczenia masy odpadów.

³³ Opracowanie własne, na podstawie *Ustawy z dnia 1 lipca 2011 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw* (Dz.U. 2011 nr 152 poz. 897).

USTAWA O ODPADACH

Ustawa ta implementuje do polskiego porządku prawnego akty unijne, w szczególności dyrektywy: **Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylającą niektóre dyrektywy** (Dz. Urz. UE L 312 z 22.11.2008, str. 3) oraz **Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola)** (Dz. Urz. UE L 334 z 17.12.2010, str. 17).

Dokument ten w nowym brzmieniu określa m.in. środki:

- służące ochronie środowiska, życia i zdrowia ludzi,
- zapobiegające i zmniejszające negatywny wpływ na środowisko oraz zdrowie ludzi wynikający z wytwarzania odpadów i gospodarowania nimi,
- ograniczające ogólne skutki użytkowania zasobów i poprawiające efektywność takiego użytkowania.

Ustawodawca ponownie odniósł się do hierarchii postępowania z odpadami kładąc duży nacisk na działania mające na celu zapobieganie powstawaniu odpadów, ograniczanie ich wytwarzania, zmniejszanie negatywnego oddziaływania na środowisko oraz przygotowanie materiałów do ponownego użycia i wykorzystania.

Ponadto w ustawie o odpadach sformułowano przepisy określające ogólne zasady gospodarowania odpadami, plany gospodarki odpadami, uprawnienia wymagane do gospodarowania odpadami, zasady prowadzenia rejestrów podmiotów wprowadzających produkty w opakowaniach i gospodarujących odpadami, jak również zasady prowadzenia ewidencji odpadów. W dokumencie wprowadzono również nowe definicje, takie jak: sprzedawca odpadów (dealer), pośrednik w obrocie odpadami (broker) i zapobieganie powstawaniu odpadów, zaś niektóre dotychczasowe (np. odzysk, recykling) istotnie zmieniono. Zdefiniowane zostały również obowiązki wytwórców i posiadaczy odpadów, sprzedawców i pośredników w obrocie nimi oraz organów administracji publicznej oraz określone zostały rodzaje odpadów, które mogą być poddane odzyskowi po procesie fermentacji oraz procedury z tym związane (metody odzysku określone są symbolami od R1 do R14). Ponadto funkcjonujący dotychczas Zintegrowany System Odpadowy zastąpiony został Bazą danych o produktach i opakowaniach oraz gospodarce odpadami (tzw. BDO).

Dodatkowo na mocy ww. ustawy zostały wprowadzone nowe w polskim prawodawstwie narzędzia takie jak uznanie substancji/przedmiotu za produkt uboczny czy pojęcie końca statusu odpadu (ang. *end-of-waste*, EoW). Zapisy te mogą znaleźć szczególne zastosowanie w odniesieniu do masy pofermentacyjnej z biogazowni, której wyłączenie spod zakresu

przepisów dotyczących odpadów eliminuje problem zagospodarowania odpadu powstającego w procesie produkcji biogazu (w myśl ww. ustawy biogazownie traktować należy jako instalacje do odzysku odpadów).

Obecnie nie istnieje jednolity zharmonizowany na obszarze całej UE sposób określenia, czy masa pofermentacyjna jest odpadem czy też pełnowartościowym surowcem/produktem. Państwa członkowskie rozwiązują tę kwestię różnie w zależności od kraju, którego ona dotyczy, a decyzje w tym zakresie podejmowane są regionalnie w oparciu o indywidualne interpretacje dostępnych lokalnie dokumentów prawnych.

Jak wspomniano wcześniej polskie ustawodawstwo zawiera dokumenty regulujące rynek biogazu, jednak należy jeszcze raz zaznaczyć, że dotyczą one przede wszystkim wytwarzania i zagospodarowania biogazu rolniczego, mniej zaś biogazu z odpadów komunalnych. Wśród nich największe znaczenie ma **Ustawa z dnia 19 sierpnia 2011 o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych ustaw** (Dz.U. 2011 nr 205 poz. 1208 z późn. zm.), zawierająca aktualne wymogi prawne oraz **Ustawa o Odnawialnych Źródłach Energii**. Ze względu na fakt, że ustawa ta od kilku lat jest procedowana i jej projekt ulegał wielokrotnie dynamicznym zmianom, zatem nie wiadomo jaki kształt regulacja przyjmie ostatecznie, nie opisywano jej w niniejszym poradniku.

USTAWA PRAWO ENERGETYCZNE

Przepisy mające na celu przyspieszenie rozwoju biogazowni rolniczych zostały zawarte już w *Ustawie z dnia 8 stycznia 2010 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych innych ustaw* (Dz.U. 2010 nr 21, poz. 104), jednak zasadnicze znaczenie dla rynku biogazu w Polsce ma *Ustawa z dnia 19 sierpnia 2011 o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych ustaw* (Dz.U. 2011 nr 205 poz. 1208) powołująca rozszerzoną definicję biogazu rolniczego. Zgodnie z Art. 3 pkt.20a powyższej ustawy **biogaz rolniczy** to „paliwo gazowe otrzymane w procesie fermentacji metanowej surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego lub biomasy leśnej, z wyłączeniem gazu pozyskanego z surowców pochodzących z oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów”. Obecnie nie istnieje lista surowców, które mogą być zakwalifikowane do produkcji biogazu określanego mianem „rolniczy”, ale z informacji przekazywanych przez Ministerstwo Gospodarki oraz Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi wynika, że frakcja biodegradowalna odpadów komunalnych nie będzie zaliczana jako substrat do biogazowni rolniczych. Oznacza to, że kofermentacja odpadów pochodzenie rolniczego i komunalnego nie będzie układem pożądanym przez inwestorów, ze względu na utratę przywilejów związanych z wytwarzaniem biogazu rolniczego. Biogazu innego niż rolniczy nie można ponadto włączyć do sieci gazowej, zatem wykorzystanie biogazu uzdatnionego będzie również ograniczone.

Prawa energetyczne stworzyły ramy prawne regulujące podłączenie biogazowni rolniczych do lokalnych niskociśnieniowych gazowych systemów dystrybucyjnych m.in. umożliwiające dostarczenie energii do terenów wiejskich). Warunkiem niezbędnym dopuszczenia włączania biometanu do istniejącej infrastruktury gazowej w jest zapewnienie odpowiedniej jakości/składu gazu, tj. jakości przesyłanego surowca, w tym brak substancji lub składników szkodliwych dla przyjmującej infrastruktury gazociągowej.

W Polsce nie sformułowano dotychczas odrębnych norm dotyczących jakości biogazu włączanego do sieci. Parametry jakościowe gazu włączanego do sieci ustalane są przez Operatora Sieci Dystrybucyjnej (OSD) w warunkach przyłączenia na podstawie tzw. Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej (IRiESD), do utworzenia której są oni zobowiązani na mocy zapisów *Ustawy Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r.* (Dz. U. z 2012, poz. 1059, Art. 9g.34). W przypadku niespełnienia wymogów (ciśnienie, jakość paliwa) OSD może wstrzymać odbiór paliwa gazowego, a nawet wypowiedzieć umowę dystrybucyjną. W oparciu o zawarte w *Ustawie – Prawo energetyczne* przepisy biogaz rolniczy oczyszczony do parametrów jakościowych gazu ziemnego wysokometanowego lub gazu zaazotowanego może być tłoczony do sieci dystrybucyjnych lub lokalnych instalacji wybudowanych

z inicjatywy samorządów. W tej sytuacji biogazownie rolnicze można traktować jako alternatywne źródło pozyskania paliw gazowych.

Aktualnie istniejące biogazownie rolnicze i inne w Polsce produkują najczęściej energię elektryczną i ciepło w układzie kogeneracyjnym. Ze względu na uwarunkowania prawne i finansowe żadna instalacja komercyjna nie uzdatnia biogazu do biometanu by wtłaczać go do sieci gazowej lub wykorzystać jako biopaliwo.

PRAWNY ASPEKT ROLNICZEGO WYKORZYSTANIA POFERMENTU

Wykorzystanie masy pofermentacyjnej na poziomie unijnym regulują:

1. **Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy** (Dz. U. L 312 z 22.11.2008),
2. **Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009r. określające przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi, i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1774/2002 (rozporządzenie o produktach ubocznych pochodzenia zwierzęcego)** (Dz. U. UE L 300/1 z 14.11.2009),
3. **Rozporządzenie Komisji (UE) NR 142/2011 z dnia 25 lutego 2011r. w sprawie wykonania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 określającego przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi, oraz w sprawie wykonania** (Dz. U. UE L 54/1 z 26.02.2011).

Przepisy te definiują m.in. produkt uboczny i koniec cyklu życia odpadów (utrata statusu odpadu, ang. *End-of-Waste*, EoW) i ustanawiają przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi.

W myśl wspomnianej wyżej dyrektywy ramowej, biogazownie przetwarzające odpady organiczne traktować należy jako instalacje do ich odzysku. Jednocześnie biorąc pod uwagę instrumenty w niej zdefiniowane tj. „koniec statusu odpadu” (ang. *End-of-Waste*, EoW) oraz „produkt uboczny” możliwe jest wyłączenie masy pofermentacyjnej spod zakresu dyrektywy. W oparciu o Art. 6 ww. dyrektywy określone rodzaje odpadów przestają nimi być, kiedy zostaną poddane odzyskowi (np. w biogazowni), w tym recyklingowi, spełniając łącznie następujące warunki:

- dalsze wykorzystanie materiału jest pewnie, a nie tylko możliwe,
- materiał nadaje się do ponownego wykorzystania bez konieczności dalszego przetwarzania,

- materiał stanowi integralny element ciągłego procesu produkcyjnego,
- brak ze strony materiału oczywistego zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi oraz środowiska naturalnego.

W tym świetle osad pofermentacyjny przestaje być odpadem, jeżeli wprowadzony na rynek spełnia wszelkie istotne wymagania dla określonego zastosowania w zakresie produktu, ochrony środowiska i zdrowia ludzi oraz nie wywiera niekorzystnych oddziaływań na środowisko lub zdrowie ludzi.

Podobnie rozwiązaniem umożliwiającym wprowadzenie masy pofermentacyjnej na rynek w celach nawozowych z pominięciem opisanej w ustawie o nawozach i nawożeniu procedury uzyskania pozwolenia na wprowadzenie do obrotu jest uznanie jej za produkt uboczny zgodnie z zapisami ustawy o odpadach. Działanie to wymaga akceptacji przez marszałka województwa (na podstawie dokumentów m.in. potwierdzających spełnienie opisanych w ustawie o odpadach warunków dot. produktu ubocznego w postaci wyników badań laboratoryjnych odnośnie zanieczyszczeń mikrobiologicznych, zawartości metali ciężkich i in.). Uznanie z produkt uboczny zgłoszonej substancji następuje w przypadku, gdy w ciągu 3 miesięcy od zgłoszenia marszałek województwa nie wyrazi sprzeciwu w drodze decyzji.

Polskie prawodawstwo kwalifikuje masę pofermentacyjną jako odpad pod nazwą: „przefermentowany odpad z beztlenowego rozkładu odpadów zwierzęcych i roślinnych” (kod odpadu: 19 06 06) oraz „ciecze z beztlenowego rozkładu odpadów zwierzęcych i roślinnych” (kod odpadu: 19 06 05). Podstawowe regulacje w tym zakresie to:

1. **Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001r. w sprawie katalogu odpadów** (Dz. U. 2001 Nr 112 poz. 1206),
2. **Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach** (Dz.U. 2013 Nr 0 poz. 21),
3. **Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 kwietnia 2011 r. w sprawie procesu odzysku R10** (Dz.U. 2011 nr 86 poz. 476),
4. **Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu** (Dz.U. 2007 nr 147 poz. 1033),
5. **Rozporządzenie w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu** (Dz.U. 2008 nr 119 poz. 765 z późn. zm.),
6. **Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi** (Dz.U. 2002 nr 165 poz. 1359),
7. **Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności** (Dz.U. 2002 nr 166 poz. 1360).

W oparciu o ww. dokumenty masa pofermentacyjna nie wpisuje się obecnie w definicję nawozu naturalnego czy organicznego, spełnia jednak definicję środka poprawiającego właściwości gleby. Warto jednak zaznaczyć, że projekt nowej ustawy o nawożeniu przewi-

duje bezpośrednie wykorzystanie rolnicze produktu pofermentacyjnego w trybie przyjętym dla nawozów naturalnych.

Rozporządzenie w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu nakłada obowiązek przeprowadzenia badań pozostałości pofermentacyjnej przewidywanej do wykorzystania w celach nawozowych. Zgodnie z zapisami ww. dokumentu materiał bada się co najmniej przez 1 sezon wegetacyjny pod kątem przydatności do nawożenia roślin i gleb (wymóg nie dotyczy osadu pofermentacyjnego z biogazowni rolniczej, gdzie wystarczającym dowodem jakości produktu jest potwierdzenie w wyniku badań fizycznych, fizykochemicznych, chemicznych lub biologicznych materiału oraz na podstawie przedłożonej technologii jego produkcji lub informacji o surowcach zastosowanych do jego wytwarzania, że nawóz ten będzie przydatny do nawożenia roślin lub gleb czy rekultywacji gleb).

Ponadto, w oparciu o zapisy **rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby** oraz **rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi odnośnie dopuszczalnych wartości zanieczyszczeń dla nawozów organicznych** limitowane są:

- dopuszczalne zawartości zanieczyszczeń,
- dopuszczalne zawartości składników szkodliwych,
- minimalne wymagane zawartości składników organicznych i/lub nawozowych.

W masie pofermentacyjnej niedopuszczalne jest występowanie żywych jaj pasożytów jelitowych *Ascaris* sp. *Trichuris* sp., *Toxocara* sp. oraz bakterii z rodzaju *Salmonella*, a w przypadku utylizacji w biogazowni odpadowej tkanki zwierzęcej nadzorem objęta jest liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*. Podobnie opisana została konieczność określenia dawki odpadów możliwej do stosowania na glebach poprzez badania w laboratoriach posiadających certyfikat akredytacji lub certyfikat wdrożonego systemu jakości w rozumieniu **ustawy o systemie oceny zgodności** (zapis nie dotyczy wytwórców odpadów „powstałych w procesie beztlenowego rozkładu obornika, gnojówki, gnojowicy, odpadów roślinnych pochodzących z rolnictwa i przetwórstwa rolno-spożywczego”).

W odniesieniu do osadu pofermentacyjnego z biogazowni w oparciu o **Rozporządzenie ws odzysku R10** w celu nawożenia lub ulepszenia gleby mogą być stosowane (po spełnieniu opisanych w nim warunków) wyłącznie „substancje powstające w procesie beztlenowego rozkładu: obornika, gnojówki, gnojowicy, odpadów roślinnych pochodzących z rolnictwa i przetwórstwa rolno-spożywczego”. Inaczej wygląda sytuacja zagospodarowania masy pofermentacyjnej powstałej w wyniku fermentacji odpadów komunalnych, gdzie możliwość spełnienia wymagań dla nawozów organicznych dotyczy właściwie tylko osadu z fermentacji odpadów zbieranych selektywnie, zarówno komunalnych, jak i z sektora gospodarczego. Jest bardzo trudne, a w zasadzie nie jest możliwe, uzyskanie nawozów organicznych z instalacji przetwarzania mechaniczno-biologicznego pracującej na zmieszanych

odpadach komunalnych, zaś w przypadku osadów ścieków komunalnych przetwarzanych wspólnie ze zmieszanyimi odpadami komunalnymi zawartość metali ciężkich przekracza zwykle dopuszczalny poziom.

Dotychczas w Polsce brak doświadczeń w zakresie praktycznego wprowadzania do obrotu osadu pofermentacyjnego z biogazowni stosujących jako wsad odpady komunalne, w tym selektywnie zebranej frakcji odpadów biodegradowalnych. W świetle obowiązujących przepisów nie ma możliwości zastosowania tego pochodzenia masy pofermentacyjnej jako nawozów lub środków wspomagających uprawę, jednak trwają prace nad ujednoczeniem unijnego prawodawstwa w tym zakresie. Niemniej należy wyraźnie podkreślić, że w każdym przypadku materiału niespełniającego kryteriów jakościowych dotyczących nawozów organicznych lub środków wspomagających uprawę roślin jest on klasyfikowany jako odpad.

LITERATURA I PRZYPISY

WYBRANE AKTY NORMATYWNE

DOKUMENTY UNIJNE

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylającą niektóre dyrektywy (Dz. Urz. UE L 312 z 22.11.2008, str. 3)
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola) (Dz. Urz. UE L 334 z 17.12.2010, str. 17).
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009r. określające przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi, i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1774/2002 (rozporządzenie o produktach ubocznych pochodzenia zwierzęcego) (Dz. U. UE L 300/1 z 14.11.2009)
- Rozporządzenie Komisji (UE) NR 142/2011 z dnia 25 lutego 2011r. w sprawie wykonania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 określającego przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi, oraz w sprawie wykonania (Dz. U. UE L 54/1 z 26.02.2011).

USTAWY

- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2008 Nr 25, poz. 150, z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz.U. 2002 nr 166 poz. 1360)
- Ustawa z dnia 8 stycznia 2010 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2010 r. Nr 21, poz. 104)
- Ustawa z dnia 19 sierpnia 2011 o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych ustaw (Dz.U. 2011 nr 205 poz. 1208)
- Ustawa z dnia 1 lipca 2011 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2011 nr 152 poz. 897)
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2013 Nr 0 poz. 21)
- Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2007 nr 147 poz. 1033)

ROZPORZĄDZENIA

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001r. w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. 2001 Nr 112 poz. 1206)
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz.U. 2002 nr 165 poz. 1359)
- Rozporządzenie w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2008 nr 119 poz. 765 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 kwietnia 2011 r. w sprawie procesu odzysku R10 (Dz.U. 2011 nr 86 poz. 476)

PRZYPISY

- *Case study – Biogas. Karpalund – biogas plant*, FAHIMEH FARHADIAN ENERGIKONTOR-RET SKANE dla użytkowników SOUTH BALTIC PROGRAM 2012.
- *Energy from Waste – A Pilot Biogas System In Zabrze*, Lund: IIIIE 2013.
- Anissimoff M. *The Eutrophication of the Baltic Sea: An Assessment of a Remediation Strategy Encompassing Wetlands, Algae, and Biogas*. Master thesis, Lund 2009.
- Astroem J., *Avfall Sverige*, prezentacja Ystad 2013, www.sansac.se
- Backmann M. *Swedish-Polish Sustainable Energy Platform. History and success*, konferencja „Energy from waste. Production and usage of biogas in economy”, Konferencja Wisła 12.02.2014.
- Bauer F., Hulteberg C., Persson T., Tamm D. *Biogas upgrading – Review of commercial technologies*, Swedish Gas Centre, SGC Raport 2013:270.
- *Biofuel cities* raport, 2010.
- Fransson M. *Biogas production and usages in Sweden*, konferencja „Energy from waste. Production and usage of biogas in economy”, Wisła 12.02.2014.
- Hallgren L. *Biogas as wehicle fuel*, konferencja „Energy from waste. Production and usage of biogas in economy”, Wisła, 12.02.2014.
- IEA Bioenergy Task 37.
- Lewis-Jonson D. *From landfill to recycling*. konferencja „Energy from wastes – Swedish model”, MG, Warszawa, 2011.
- Paulsson M., *Biogas production from a municipal perspective*, konferencja „Energy from waste. Production and usage of biogas in economy”, Wisła, 13.02.2014.
- RAPPORT B2009 *Certification rules for digestate*, Avfall Sverigeutveckling
- Rogulska M, Smerkowska B., *Gospodarka odpadami w Szwecji*, Konferencja „Nasza miasto, nasze odpady, nasza sprawa”, Zabrze 26 października 2012 r.
- Swedish Gas Center, *Basic data on biogas*, Sweden 2007.

- Swedish Gas Center, Steinwig C. prezentacja „Biogas to grid”, Ystad 2013.
- Sverige A., *Swedish Waste Management Report 2013*.

PUBLIKACJE

- *From food waste to new resources. Sysav's pre-treatment plant for food waste*, broszura SYSAV BIOTEC; <http://www.sysav.se>
- *Växtkraft – Process description of the Biogas plant in Västerås*, materiały The Växtkraft Project 2006
- *Baltic Sea Region biogas infrastructure overview – existing and planned*, publikacja projektu Baltic Biogas Bus 2012
- *Ekonoenergetyka – zagadnienia technologii, ochrony środowiska i ekonomiki* (praca zbiorowa), Wydawnictwo Gdańskiej Wyższej Szkoły Administracji, Gdańsk 2010
- *Final demonstration report from sites*, raport projektu Biogasmax 2010; www.biogasmax.eu
- Aahrne M. *Regionalna szwedzka produkcja biogazu – doświadczenia i scenariusze wzrostu*, COMBUSTION ENGINES 1/2012 (148)
- Backmann M. *Swedish-Polish Sustainable Energy Platform. History and success*, konferencja „Energy from waste. Production and usage of biogas in economy”, Wisła 12.02.2014
- Brynås A. „15 Years of Co-Digestion – The Swedish Experience” Borchardt Conference 2011; www.swedishbiogas.com
- *Förbehandling av matavfall För biogasproduktion- inventering av beFintliga tekniker vid svenska anläggningar* Rapport B2013:01, Avfall Sverige. ISSN 1103-4092 (<http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Biologisk/B2013-01.pdf>)
- Haglund G. *Gospodarka odpadami w Szwecji*, Kraków 2011
- Haglund G. *Mix energetyczny w Szwecji*, Czysta Energia 11/2009
- Sprawozdanie z wizyty studyjnej projektu W2E do Linköping, Szwecja, 3-5.11.2010 r.
- Zadura L. *Szwedzki model produkcji i wykorzystania biogazu na przykładzie miasta Borås* Warszawa 2011

STRONY INTERNETOWE

<http://biogas-kristianstad.se/>

http://www.balticbiogasbus.eu/web/Upload/Distribution_of_biogas/Act_5_6/5.6_FINAL%20REPORT_BSR%20biogas%20infrastructure%20overview_compressed_webb.pdf

<http://www.baltic-ecoregion.eu/downloads/BFW.pdf>

<http://www.energyplatform.net>

<http://www.sysav.se>

SPIS RYSUNKÓW

- Rys. 1. W kierunku eliminacji składowania – 40-letnia perspektywa w Szwecji (1975-2012), J. Astrom, Avfall Sverige, prezentacja Ystad 2013.
- Rys. 2. Pojemniki wielofrakcyjne do segregacji odpadów „u źródła”: pojemnik 1: odpady mieszane, odpady kuchenne (żywnościowe), kolorowe szkło, plastik; pojemnik 2: papier, kartony, szkło białe, metal, Lewis-Jonson D.: From landfill to recycling. Konferencja „Energy from wastes – Swedish model”, MG, Warszawa, 2011.
- Rys. 3. Ilość biogazu wyprodukowanego w Szwecji w 2013 roku w podziale na rodzaje instalacji, M. Fransson „Biogas production and usages in Sweden, konferencja „Energy form waste. Production and usage of biogas in economy”, Wisła 12.02.2014.
- Rys. 4. Wpływ regulacji prawnych na ilość składowanych odpadów z gospodarstw domowych w latach 1990-2010 w Szwecji, M. Backmann „Swedish-Polish Sustainable Energy Platform. History and success”, konferencja „Energy form waste. Production and usage of biogas in economy”, Wisła 12.02.2014.
- Rys. 5. Mapa Szwecji z podziałem na gminy, które wprowadziły (kolor zielony) i nie wprowadziły (kolor czerwony) selektywnej zbiórki odpadów kuchennych, „Case study – Biogas. Karpalund – biogas plant” przygotowane przez FAHIMEH FARHADIAN ENERGIKONTORET SKANE dla użytkowników SOUTH BALTIC PROGRAM 2012.
- Rys. 6. Schemat produkcji biogazu w Sobacken, opracowanie własne na podstawie: „Energy from Waste – A Pilot Biogas System In Zabrze” Lund: IIIIEE 2013.
- Rys. 7. Schemat produkcji biogazu w Västerås, opracowanie własne na podstawie: „Energy from Waste – A Pilot Biogas System In Zabrze” Lund: IIIIEE 2013.
- Rys. 8. Schemat produkcji biogazu w Malmö, opracowanie własne na podstawie: „Energy from Waste – A Pilot Biogas System In Zabrze” Lund: IIIIEE 2013.
- Rys. 9. Schemat produkcji biogazu w biogazowni Karpalund w Kristianstad, opracowanie własne na podstawie: „Energy from Waste – A Pilot Biogas System In Zabrze” Lund: IIIIEE 2013.
- Rys. 10. Schemat produkcji biogazu w Linköping, opracowanie własne na podstawie: „Energy from Waste – A Pilot Biogas System In Zabrze” Lund: IIIIEE 2013.
- Rys. 11. Schemat produkcji biogazu w Dalby, opracowanie własne na podstawie: „Energy from Waste – A Pilot Biogas System In Zabrze” Lund: IIIIEE 2013.
- Rys. 12. Jednostkowe koszty inwestycyjne instalacji uzdatniania biogazu, F. Bauer, C. Hultberg, T. Persson, D. Tamm, Biogas upgrading – Review of commercial technologies, Swedish Gas Centre, SGC Raport 2013:270.

- Rys. 13. Kierunki wykorzystania biogazu w Szwecji, M. Fransson „Biogas production and usages in Sweden, konferencja „Energy form waste. Production and usage of biogas in economy”, Wisła 12.02.2014.
- Rys. 14. Dynamika wzrostu zużycia biometanu w sektorze transportu w Szwecji, w porównaniu ze zużyciem gazu ziemnego, „Case study – Biogas. Karpalund – biogas plant” przygotowane przez FAHIMEH FARHADIAN ENERGIKONTORET SKANE dla użytkowników SOUTH BALTIC PROGRAM 2012.
- Rys. 15. Wpływ na środowisko komercyjnie dostępnych biopaliw w porównaniu z ON, L. Hallgren „Biogas as wehicle fuel”, konferencja „Energy form waste. Production and usage of biogas in economy”, Wisła, 12.02.2014.
- Rys. 16. Potencjał biogazu z odpadów i pozostałości w mieście Lund, M. Paulsson, Biogas production from a municipal perspective”, konferencja „Energy form waste. Production and usage of biogas in economy”, Wisła, 13.02.2014.
- Rys. 17. Instalacja wstępnego przetwarzania żywnościowych odpadów w firmie Sysav, <http://www.sysav.se>, dostęp: 30.09.2015.
- Rys.18. Schemat ekostacji STENA, ulotka informacyjna STENA.

SPIS FOTOGRAFII

- Fot. 1. Wielokomorowy pojemnika na odpady (fot. M. Rogulska).
- Fot. 2. Pneumatyczny system odbioru odpadów organicznych w dzielnicy Västra Hamnen w Malmö źródło: www.malmo.se
- Fot. 3. System podziemnych zbiorników w Lund (fot. M. Rogulska).
- Fot. 4. Systemy selektywnej zbiórki odpadów żywnościowych z gospodarstw domowych stosowane w Szwecji, Astrom J. konferencja Ystad, 13-14.11.2013.
- Fot. 5. Osiedlowa stacja recyklingu – zamykana drewniana altana z pojemnikami na segregowane odpady (fot. M. Rogulska).
- Fot. 6. Pojemniki na odpady żywnościowe oraz pojemnik z torbami papierowymi (fot. M. Rogulska).
- Fot. 7. Nad pojemnikami umieszczone są instrukcje przypominające zasady segregacji (fot. M. Rogulska).
- Fot. 8. Odbiór odpadów z domków jednorodzinnych, Lewis-Jonson D.: From landfill to recycling. Konferencja “Energy from wastes – Swedish model”, MG, Warszawa, 2011.
- Fot. 9. Śmieciarka przystosowana do pojemników wielofrakcyjnych, Lewis-Jonson D.: From landfill to recycling. Konferencja “Energy from wastes – Swedish model”, MG, Warszawa, 2011.
- Fot. 10. Samoobsługowa stacja recyklingu w Szwecji, Haglund G. Kielce 2012.
- Fot. 11. Szwedzkie centra recyklingu, Rogulska M, Smerkowska B., Gospodarka odpadami w Szwecji, Konferencja „Nasza miasto, nasze odpady, nasza sprawa”, Zabrze, 26 października 2012 r.

Fot. 12. Szwedzkie instalacje biogazowe: oczyszczalnia ścieków i biogazownia pofermentacyjna w Kristianstad w Skanii - komory fermentacyjne i stacja przyjęć odpadów (fot. B. Smerkowska).

Fot. 13. Kontenery napełnione biometanem (fot. J. Neterowicz).

Fot. 14. Tankowanie autobusów miejskich w Kristianstad (fot. B. Smerkowska); tankowanie ciężarówki Volvo LNG/LBM, Goteborg (fot: V. Chudnikova).

Fot. 15. Punkt selektywnego zbierania odpadów w Poznaniu, www.gratowisko.poznan.pl, dostęp: 15.09.2015.

Fot. 16. Pojemniki na odpady drobne (fot. M. Wojda).

SPIS TABEL

Tab. 1. Systemy zbierania odpadów w gospodarstwach domowych, Astrom J. konferencja Ystad, 13-14.11.2013, www.sansac.se, dostęp:30.09.2015.

Tab. 2. Odpady organiczne ulegające procesowi biodegradacji, Na podstawie: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2001 nr 112 poz. 1206). Tab. 3. Porównanie wybranych technologii uzdatniania biogazu, opracowanie własne na podst. Danych producentów technologii.

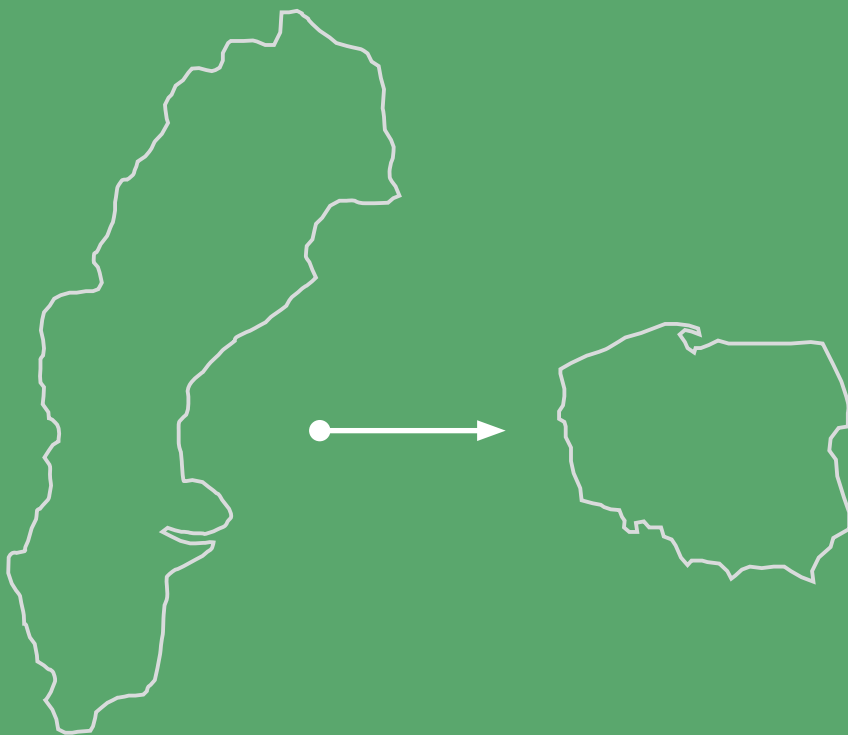
Tab. 4. Szwedzkie wymagania dla biogazu jako paliwa do pojazdów – SS 15 54 38, Swedish Gas Center, Basic data on biogas, Sweden 2007.

Tab.5. Szwedzkie normy dla biometanu wprowadzanego do sieci, Swedish Gas Center, Basic data on biogas, Sweden 2007.

Tab. 6. Wymagania dla biogazowni przetwarzających produkty pochodzenia zwierzęcego kat. II i III, opracowanie własne.

Tab.7. Wymagania dotyczące zawartości metali w osadzie pofermentacyjnym, opracowanie własne.

Tab.8. Poziomy redukcji masy składowanych odpadów komunalnych ulegających biodegradacji, Opracowanie własne, na podstawie Ustawy z dnia 1 lipca 2011 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2011 nr 152 poz. 897).



ISBN: 978-83-943681-0-4