

## ROZWÓJ SYSTEMÓW GOSPODARKI ODPADAMI I SPALARNI ODPADÓW W SZWECJI

Józef Neterowicz

**Ekspert ds. energii odnawialnych i ochrony środowiska  
Związek Powiatów Polskich**

Kryzys energetyczny w Szwecji w połowie lat 70-tych stanowił bodziec do zmiany myślenia, jeśli chodzi o paliwa. Wtedy to w ciągu kilku miesięcy dostawcy tradycyjnego paliwa - ropy naftowej podnieśli cenę kilkukrotnie, co wywołało ogromny stres w społeczeństwie żyjącym w zimnym klimacie, o najostrzejszym prawie i nieposiadającym własnych paliw kopalnych, społeczeństwie przyzwyczajonym do najwyższej stopy życiowej na świecie i wysokiego komfortu cieplnego.

Alternatywą okazały się niekonwencjonalne paliwa, a wśród nich przede wszystkim odpady komunalne. Zaczęto od rozbudowy systemów centralnego ciepłownictwa, by w optymalny sposób zagospodarować rozproszoną energię cieplną. Pojawił się problem rentowności tych rozwiązań przede wszystkim ze względu na fakt, że zarówno zrębki, jak i odpady komunalne są paliwami mokrymi tzn. takimi, które - by mogły być spalane - należy odparować z wilgoci. Koszt wyparowania wilgoci zmniejszała opłacalność używania tych paliw. Dopiero wynalezienie technologii skraplania spalin doprowadziło do przełomu w tej dziedzinie. Kluczową rolę odegrała sieć ciepłownicza i jej parametry.

Dla zabezpieczenia systematycznego i całkowitego zbycia energii powstałej z systematycznie doprowadzanego strumienia odpadów, użyta została sieć ciepłownicza. Jest to najbardziej rzetelny dla spalarni odbiorca energii cieplnej, która jest energią odpadową przy produkcji energii elektrycznej.

Najprostszym i najbardziej ekonomicznym była generacja energii elektrycznej. Niestety, ze względu na niemożność używania kotła w wysokich temperaturach ze względu na bardzo korozyjne spaliny, uzyskanie efektywności elektrycznej wyższej niż 25% w kondensacji stało się niemożliwe. Trzeba było wybrać coś bardziej efektywnego. Zdecydowano się na wariant kogeneracji. Zrezygnowano wtedy z ok. 5% sprawności elektrycznej dla odzysku 80% ciepła odpadowego.

Przełomem okazała się jednak dopiero wynaleziona technologia skraplania spalin, ponieważ umożliwiła dodatkowo odzysk energii traconej zwyczajowo w kominie (tzw. strata kominowa). Odzyskujemy energię cieplną, która została pobrana z kotła, by osuszyć mokre odpady. Dzięki temu odzyskuje się dodatkowo ponad 35 % energii cieplnej. Jediną dodatkową inwestycją w infrastrukturę techniczną - prócz samej instalacji odzysku było dobudowanie plastikowego kominia lub wyłożenie tapetą starego i podniesienie sprężu w wentylatorze spalin ze względu na dodatkowe opory w kanałach spalin oraz doprowadzeniu 1 rury sieciowej do magistrali, o przekroju mogącym przestać tę dodatkową ilość energii cieplnej.

Fizycznie stało się to możliwe dzięki ochłodzeniu spalin ze 170°C do 40°C. Ilość odzyskanej energii jest nie tylko proporcjonalna do różnicy temperatur i ilości spalin, ale przede wszystkim wynika z odzysku energii utajonej z powodu zmiany stanu skupienia, znajdującej się w spalinach pary wodnej w wodę.

Warunkiem koniecznym było by parametry techniczne cieci cieplnej sprzyjały temu zjawisku fizycznemu. Temperatura wody na powrocie w sieci cieplnej musiała być więc o kilka stopni niższa niż punkt rosy. Wystarczy by dla odpadów o wilgotności ok.45% temperatura na powrocie w sieci cieplnej miała alternatywnie nie więcej niż 53°C w przypadku samego skraplania spalin lub nie więcej niż 65°C - w przypadku doposażenia instalacji w dodatkowe nawilżanie powietrza spalania.

Dzięki tym technologiom efekt energetyczny ze spalania odpadów komunalnych określa się wg ciepła spalania odpadów suchych, czyli na poziomie 15 GJ/kg, a nie jak normalnie wg kaloryczności odpadów mokrych, na poziomie ok. 8 GJ/kg.

A więc **2 tony** odpadów komunalnych energetycznie odpowiadają, co najmniej **1 tonie** wysokokalorycznego węgla.

Osiągnięcie takiej sprawności spowodowało, że w Szwecji w zasadzie nigdy nie traktowano na poważnie technologii paliw alternatywnych. **Było to absolutnie nieopłacalne.**

Efektem tak dużej ilości odzyskiwanej energii cieplnej jest brak konieczności utrzymania wysokich opłat „na bramie” za oddawane do spalania odpady. W największej w Europie spalarni odpadów komunalnych w Sztokholmie (750.000 ton/rok) opłata na bramie stanowi tylko 9% przychodów spalarni. Przychody ze sprzedaży energii elektrycznej dalsze 9% a reszta, czyli 82% to przychody ze sprzedaży energii cieplnej. Dlatego ważnym jest by spalarnie odpadów budować przy istniejących miejskich sieciach cieplnych by nie zawyżać opłaty na bramie w celu utrzymania rentowności spalarni. Nie można opierać produkcji energii z odpadów tylko na produkcji energii elektrycznej. W krajach nieposiadających sieci cieplnych, takich jak np. Francja, Belgia, Holandia, Szwajcaria czy częściowo Niemcy spalarnie są zmuszone opierać swoje ekonomiczne uwarunkowania **jedynie** na przychodach ze sprzedaży energii elektrycznej oraz opłat na bramie. Polska , tak jak i Szwecja, posiada dobrze rozwinięte sieci cieplne i dlatego możliwy jest dodatkowych ze sprzedaży odpadowej energii cieplnej.

Oczywiście dalszy postęp techniczny nie omija też technologii spalania odpadów. Dotyczy to przede wszystkim zagospodarowania wytworzonego kondensatu i wykorzystania go jako zamiennika deficytowej wody pitnej, zamiast traktowania jako ścieku.

W sukurs przyszły technologie membranowe.

Wytworzony dzięki skraplaniu kondensat jest już w zasadzie ciepłą wodą zdemineralizowaną ale oczywiście posiadającą inne zanieczyszczenia. Właśnie technologia membranowa pozwala na bardzo tanie i efektywne usunięcie tych zanieczyszczeń. Oczyszczony kondensat używany jest jako woda kotłowa, a usunięte zanieczyszczenia zawracane są do paleniska i odfiltrowywane w filtrach workowych lub są wykorzystywane do gaszenia i nawilżania pyłów z kotła. Dzięki temu instalacja jest bezodpadowa po stronie ścieków, oszczędza wodę pitną i niemal eliminuje używanie chemikaliów koniecznych do przygotowania wody kotłowej, wykorzystując już podgrzany do 40°C kondensat, zamiast zimnej surowej wody pitnej (temp.15°C).

Ogromną zaletą tych rozwiązań jest fakt, że w zasadzie nie gra roli, jaką metodę redukcji kwaśnych związków ze spalin – mokrą, pół mokrą czy suchą przyjmie się w instalacji. Okazuje się, że jedynym

## **Rozwój systemów gospodarki odpadami i spalarni odpadów w Szwecji**

---

niebezpiecznym odpadem, który opuszcza spalarnie odpadów komunalnych są pyły lotne z filtra workowego. Traktowany jest on jako „kosz na śmieci”. Odpady te stabilizuje się przeciwko wypłukiwaniu ich przez wody gruntowe i składowuje na specjalnych kwaterach na składowisku. Nadmienić należy, że bardzo ciekawą i obiecującą technologią jest polska technologia zagospodarowywania pyłów w tzw. technologii siarko - betonu. Można wtedy potraktować pył lotny częściowo jako produkt użytkowy a nie tylko odpad (ciężar właściwy siarko betonu zbliżony jest do stali, a więc jest znakomitym zamiennikiem wszystkich rodzajów urządzeń używających elementy stalowe, jako elementów obciążających, np. kable podmorskie).

Szwedzkie społeczeństwo mimo swego dużego zdyscyplinowania, w dalszym ciągu dostarcza do kosza na odpady nie do końca wysegregowane odpady. Rząd szwedzki poprzez system kaucji na butelki PET i puszki aluminiowe minimalizuje ich ilość w odpadach. Bardzo ważną frakcją, na segregacji, której zależy gminom, czyli właścicielom odpadów jest frakcja biologiczna.

Frakcja ta wraz z osadami z oczyszczalni ścieków, odpadami pochodzącym z pielęgnacji zieleni gminnej oraz odpadów i celowych produktów rolniczych poddawana jest współfermentacji. Dopiero taka mieszanka substratu daje ekonomiczne przesłanki, by w efektywny sposób prowadzić produkcję biogazu. Produkt powstały po procesie fermentacji odsprzedawany jest rolnikowi, jako nawóz naturalny.

Kolejnym produktem poprodukcyjnym ze spalarni odpadów komunalnych są żużle i popioły paleniskowe. Ich wpływ na środowisko naturalne jest nieporównywalnie mniejszy niż wspomnianych wcześniej pyłów lotnych. Żużle wykorzystuje się jako materiał budowlany, do produkcji dróg na terenie składowiska. Coraz częściej mówi się również o odzysku metali szlachetnych z tych żużli.

### **Podsumowanie**

Szwecja produkuje rocznie 4, 5 miliona ton odpadów komunalnych. Jako frakcja do spalania po wysortowaniu odpadów niebezpiecznych i innych podlegających recyklingowi pozostaje 2, 2 miliona ton odpadów komunalnych, które po zmieszaniu z odpadami przemysłowymi spalane są w ilości 4 milionów ton w spalarniach odpadów komunalnych. Przeciętny Szwed dostarcza rocznie na składowisko tylko 20 kg odpadów, czyli tyle ile mieści w zwykłej walizce podróźnej. Za pozbycie się produkowanych odpadów każde gospodarstwo domowe płaci gminie około 800 PLN rocznie, czyli 67 PLN miesięcznie.

Pieniądże te gwarantują każdemu mieszkańcowi, że odpady zostaną zutilizowane we właściwy sposób, bez uszczerbku dla środowiska i zdrowia mieszkańców. Opłata ta, tak jak podatki, **musi być** odprowadzana do gminy. Dlatego też nikomu nie przychodzi nawet do głowy, by wyrzucać odpady do lasu lub na dzikie wysypiska.

Wraz z rozwojem wspomnianej technologii skraplania spalin stało się możliwym spalanie starych odpadów od lat leżących na wysypiskach. Po zlikwidowaniu tych składowisk, tereny te często sprzedawane są jako atrakcyjne miejsca inwestorskie.

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 2 reaktorów atomowych. Decyzja ta była wynikiem referendum przeprowadzonym na początku lat 80-tych w Szwecji. Nadmienić należy, że w tym okresie PKB wzrósł w Szwecji prawie dwukrotnie!

W szwedzkich PECach inwestując w nowe kotły wychodzi się z założenia, że nie ważne, czym się pali, ale ważne jest co wychodzi z komina i ile kosztuje 1kWh wyprodukowanej energii (zarówno elektrycznej jak i cieplnej). Dlatego też projektując nowe kotły nawet, jeżeli w tej chwili spalana będzie tylko biomasa dobiera się tak jakby były opalane 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.

Patrząc na rynek polski, który rocznie produkuje około 12 milionów ton odpadów komunalnych, posiada szeroko rozwiniętą sieć ciepłowniczą o właściwych parametrach można stwierdzić, że bez problemów można skopiować rozwiązania szwedzkie. Wykorzystując dotacje unijne, przy zastosowaniu urządzeń wymaganych dyrektywami unijnymi w bardzo szybki sposób możemy dojść do standardów szwedzkich tak, jak miało to miejsce w przypadku telefonii komórkowej czy jakości parku samochodowego. Trzeba mieć również na uwadze fakt, że po 2014 r. zabronione będzie składowanie na wysypiskach, odpadów o kaloryczności wyższej niż 5 GJ/kg. Niestosowanie się do tego będzie obciążone ogromnymi, na poziomie tysięcy EURO dziennie karami.

Znamiennym jest fakt, że od kilkudziesięciu lat w spalarniach odpadów komunalnych w Szwecji stosowane są polskie kotły, które znakomicie współpracują ze wspomnianymi technologiami. Komponenty do oczyszczania i skraplania spalin sprowadzane są z Polski. Polskie firmy wykonują prace montażowe. Zaplecze w Polsce jest, zatem przygotowane. Brakującym elementem jest świadomość i determinacja decydentów.

Naszym wspólnym interesem jest, więc zagospodarowanie tych 12 milionów ton odpadów, które energetycznie odpowiadają, co najmniej 6 milionom ton węgla, umożliwiając poważne rozpoczęcie wypełniania polskich zobowiązań 3x20. I to jak najszybciej.