

Energetyka jądrowa w Szwecji. Najlepsza w surowym klimacie

Autor: dr Grzegorz Jezierski

(Energia Gigawat – 5/2004)

Szwecję, kraj półtora razy większy od Polski, zamieszkuje zaledwie 8,8 mln mieszkańców (2001 r.). Z uwagi na swoje położenie geograficzne i związany z tym surowy klimat, należy ona do krajów o największym zużyciu energii, w tym energii elektrycznej w przeliczeniu na jednego mieszkańca. Szwecja zajmuje pod tym względem drugie miejsce w świecie za Norwegią, ze wskaźnikiem 16.678 kWh na mieszkańca (dane z 1999 r.) Tak wysokie zużycie energii elektrycznej wynika także z tego, iż Szwecja ma najtańszą energię elektryczną w krajach Unii Europejskiej. Dlatego jest ona dość powszechnie wykorzystywana do ogrzewania mieszkań – ok. 750 tys. domów korzysta z ogrzewania elektrycznego.

Oprócz zasobów energii wodnej Szwecja nie posiada u siebie innych znaczących surowców energetycznych i jest uzależniona od ich importu. Np. w 1970 r. więcej niż $\frac{3}{4}$ energii pochodziło z importowanej ropy naftowej. Ponieważ w tym czasie wzrosła znacznie cena ropy, szwedzki parlament zdecydował o zmniejszeniu zależności energetycznej od tego surowca. Wybrano opcję rozwoju energetyki jądrowej.

Początki energetyki jądrowej w Szwecji sięgają samego początku jej światowego rozwoju, kiedy to w 1945 r. premier Tage Erlander zaproponował powołanie specjalnego komitetu ds. atomowych, który ukonstytuował się w 1947 r. jako AB Atomenergi. W 1954 r. uruchomiono pierwszy w Szwecji reaktor jądrowy R1 do celów badawczych, a wkrótce potem kolejny reaktor R2 w ośrodku badań jądrowych w Studsvik. Ponieważ w końcu lat 1950. panował w świecie dość duży optymizm jeśli chodzi o energetykę jądrową, zdecydowano się nawet uruchomić elektrociepłownię jądrową w pobliżu Sztokholmu. Już 17 lipca 1963 r. rozpoczęła pracę pierwsza w świecie elektrociepłownia w Agesta, która dostarczała ciepło do przedmieść stolicy - Farsta. Zainstalowano w niej reaktor ciężkowodny na uranie naturalnym, o mocy 68 MW_t oraz 12 MW_e.

Uran do tego reaktora pochodził ze skromnych krajowych złóż w Kvarntorp i Ranstad: ogółem wydobyto zaledwie 250 t uranu (200 t z Ranstad i 50 t z Kvarntorp). Dalsza eksploatacja rodzimych złóż okazała się jednak nieopłacalna z uwagi na niskie ceny tego surowca w świecie. Elektrociepłownia Agesta pracowała zaledwie 10 lat, bowiem z powodu wysokich kosztów została w 1974 r. zamknięta.

W 1963 r. rozpoczęto budowę pierwszej w Szwecji elektrowni jądrowej w Marviken na wschodnim wybrzeżu, 40 km na południe od miasta Studsvik. Projekt zakładał zastosowanie reaktora energetycznego ciężkowodnego, który okazał się wówczas niekonkurencyjny do działających już w Stanach Zjednoczonych reaktorów lekkowodnych. Stąd też projekt elektrowni w Marviken został w 1970 r. zaniechany, a istniejący obiekt został zaadaptowany na unikalne stanowisko doświadczalne w skali 1:1.

W 1966 r. rozpoczęto budowę reaktora lekkowodnego typu BWR o mocy 440 MW_e w Oskarshamn. W latach 70. uruchomiono w Szwecji sześć jądrowych bloków energetycznych, tj. dwa typu BWR w Oskarshamn, dwa typu BWR w Barseback koło Malmö (30 km od stolicy Danii - Kopenhagi) oraz jeden typu BWR i jeden PWR w Ringhals koło Goeteborga. Warto wspomnieć, iż planowano wówczas uruchomić w Szwecji nie mniej niż 24 elektrownie jądrowe - również w Brodalen, Sodermanland i Forsmark.

Podczas uroczystego otwarcia elektrowni jądrowej w Oskarshamn 18 maja 1972 r. król szwedzki Gustaw VI Adolf powiedział: *„Energia jądrowa jest dowodem zdolności człowieka do przyszłego kształtowania przez niego swojego świata. W przyspieszony sposób ukazała nam sposób na uniknięcie kryzysu energetycznego, z którym mieliśmy obawę się skonfrontować. W czasie, kiedy energetyka wodna osiągnęła swój kres i kiedy zrozumieliśmy trudności związane ze źródłami paliw kopalnych, energia jądrowa sama przyszła do nas. Pierwsza szwedzka komercyjna elektrownia jądrowa inauguruje nową epokę w dostarczaniu energii naszemu krajowi.*

W latach 1980. uruchomiono kolejne sześć bloków jądrowych, tj. jeden BWR w Oskarshamn, dwa PWR w Ringhals oraz trzy BWR w Forsmark. Aktualnie energetyka jądrowa w Szwecji stanowi od wielu lat znaczny, bo 47 proc., udział w wytwarzaniu energii elektrycznej; 46 proc. daje energetyka wodna i 7 proc. pozostałe źródła energii. Dzięki energetyce jądrowej Szwecja jest dzisiaj w stanie eksportować energię elektryczną do Finlandii, Norwegii, Danii oraz Niemiec.

Z uwagi na to, iż Szwecja jest często postrzegana przez przeciwników energetyki jądrowej jako kraj, który zdecydowanie i konsekwentnie dąży do likwidacji swoich 12. elektrowni jądrowych, celowym jest przybliżenie tej tematyki. Szwedzi od dawna wyczuleni są na punkcie ochrony środowiska. Jednak kwestię wpływu energetyki jądrowej na przyrodę wywołały w Szwecji nie tyle organizacje ekologiczne czy ruchy społeczne, co partie polityczne. Przeciwnikiem energetyki jądrowej była głównie Partia Centrum (partia agrarna) Torbjörna Fäldina oraz Partia Zielonych i Partia Komunistyczna. W latach 1970. sprawa budowy dalszych elektrowni jądrowych urosła w Szwecji do rangi problemu politycznego numer 1, a poczynając od 1976 r. stała się elementem gry politycznej między głównymi partiami politycznymi rywalizującymi o władzę. Zaciekle spory i wynikię przy okazji głośne protesty i demonstracje nowo tworzącego się ruchu ekologicznego przyczyniły się nawet do zmiany dwóch ekip rządowych. Niejako w celu usunięcia kwestii energetyki jądrowej z treści nadchodzącej kampanii wyborczej, zdecydowano się ogłosić ogólnonarodowe referendum w tej sprawie.

Należy wspomnieć, iż wiosną 1979 r., a więc tuż przed referendum, miała miejsce poważna awaria w amerykańskiej elektrowni jądrowej Three Mile Island Nr 2 w pobliżu Harrisburga, co na pewno miało wpływ na wyniki. Referendum odbyło się 23 marca 1980 r. Przeszło 5 mln uprawnionych do głosowania oraz 900 tys. imigrantów nie miało jednak jednej sprecyzowanej alternatywy (tj. „tak” lub „nie”), lecz trzy propozycje, przedstawione przez trzy rywalizujące o władzę bloki polityczne.

I tak, pierwsza propozycja wysunięta przez Partię Konserwatywną przewidywała, iż przez najbliższe 25 lat w Szwecji czynnych będzie 12 elektrowni jądrowych (6 już pracowało, 4 zbudowano, ale jeszcze nie uruchomiono, zaś 2 znajdowały się w fazie budowy) Jednocześnie przestałyby one pracować ok. 2010 r. Propozycję taką sformułowano przy założeniu, że do 2010 r. rozwinięte zostaną inne źródła energii, np. odnawialne, które zastąpią wycofywane sukcesywnie elektrownie jądrowe. Ponadto rok 2010 został ustalony przy założeniu 25-letniego okresu finansowej amortyzacji elektrowni jądrowych. Popelniono jednak zasadniczą pomyłkę, bowiem okres technicznej sprawności elektrowni jądrowej oceniany jest obecnie na co najmniej 40 lat; np. amerykańska elektrownia jądrowa Calvert Cliffs wystąpiła nawet o przedłużenie swojego okresu eksploatacji do 60 lat. Zakładając, że jednocześnie nie będą już budowane nowe elektrownie jądrowe w Szwecji, 2010 r. miał więc oznaczać całkowitą rezygnację z energetyki jądrowej.

Druga propozycja związana z Partią Socjaldemokratyczną i Związkami Zawodowymi różniła się od pierwszej jedynie tym, że jej autorzy postulowali upaństwowienie całej energetyki lub oddanie jej pod kontrolę władz komunalnych. Nie miało to większego znaczenia, ponieważ w rękach prywatnych była tylko jedna elektrownia jądrowa. I wreszcie trzecia propozycja związana z przeciwnikami energetyki jądrowej, a więc z Partią Centrum, Partią Komunistyczną i Partią Zielonych, zakładała zlikwidowanie w ciągu 10 lat sześciu już pracujących elektrowni jądrowych, wstrzymanie procesu uruchamiania i budowy dalszych bloków jądrowych, zakaz eksploatacji szwedzkich złóż uranowych (zresztą bardzo skromnych) oraz zakaz eksportu technologii atomowej, w której Szwedzi mieli dość duże osiągnięcia.

Przy dość znacznej frekwencji w referendum, bo wynoszącej 75,7 proc., za pierwszą propozycją opowiedziało się 18,9 proc., za drugą 39,1 proc. i za trzecią 38,7 proc. Tak więc referendum zakończyło się przekonywującym zwycięstwem zwolenników energetyki jądrowej - niecałe 58 proc., choć przeciwnicy energetyki jądrowej również osiągnęli dość znaczący wynik, bo aż prawie 39 proc.

Konsekwencją awarii elektrowni jądrowej w Czarnobylu była decyzja szwedzkiego parlamentu w 1988 r. o zamknięciu dwu bloków jądrowych, odpowiednio w 1995 r i 1996 r. W tym samym czasie parlament uchwalił też ograniczenia co do emisji CO₂ - wartość z 1988 r. nie może być w przyszłych latach przekraczana. Jednakże przy ograniczonych możliwościach pozyskania energii z hydroelektrowni, były to wzajemnie wykluczające się decyzje. W wyniku tego anulowano decyzję parlamentu o zamknięciu dwóch bloków. Jednak w lipcu 1997 r. parlament podjął decyzję o zamknięciu w 1998 r. jednego bloku w elektrowni jądrowej Barsebäck. Z kolei rząd szwedzki zawiesił negocjacje w sprawie zamknięcia tej elektrowni do czasu, gdy Sąd Najwyższy w Szwecji ogłosi swój werdykt, czy nie zostało złamane prawo do konkurencji. W 1999 r. odrzucił on wniosek grupy Sydkraft AB, właściciela elektrowni Barseback, o opóźnienie zamknięcia jednego bloku, w związku z czym rząd nakazał właścicielowi zamknąć reaktor (615 MW_e). Stało się tak 30 listopada 1999 r. - blok Barseback po prawie 25 latach eksploatacji został zamknięty.

Nie brakuje głosów, że ówczesny rząd uznał, iż musi „zapłacić” elektrownią Barseback za usunięcie granicy 2010 r. dla reszty elektrowni jądrowych. Znaczący to, że zostały cofnięte ustalenia oparte na wynikach referendum, iż w 2010 r. mają być zamknięte wszystkie elektrownie i prawdopodobnie będą sukcesywnie zamykane po 40 latach eksploatacji, w latach 2012-2025.

Dzisiaj wobec spadku koniunktury, deficytu budżetowego i znacznego bezrobocia, Szwedów ogarnął strach przed skutkami zamknięcia elektrowni jądrowych. Mimo znacznego upływu czasu od referendum z 1980 r. nie uczyniono nic, aby zapewnić pokrycie luki energetycznej, jaka powstałaby po rezygnacji z energii jądrowej. Stąd też ostatnie sondaże (1999 r.) na ten temat wykazały, iż 82 proc. ludności Szwecji opowiada się za utrzymaniem w kraju energetyki jądrowej również po 2010 r.

Aktualnie w Szwecji pracuje 11 bloków jądrowych (rys. 3), z czego osiem to bloki typu BWR, a trzy typu PWR. Średnia wielkość bloku wynosi 836 MW_e, a więc jest nieco większa niż średnia światowa. Bloki zlokalizowane są nad brzegiem Morza Bałtyckiego oraz cieśninami Sund i Kattegat, dlatego do chłodzenia kondensatu używa się wody morskiej. Taka lokalizacja jest korzystna również dla transportu świeżego i wypalonego paliwa, nie wspominając już o transporcie dużych gabarytowo urządzeń podczas budowy i montażu elektrowni jądrowej. W samych elektrowniach jądrowych zatrudnionych jest ok. 3500 pracowników, co przy zainstalowanej w nich mocy elektrycznej 9460 MW daje wskaźnik zatrudnienia wynoszący zaledwie 0,37 pracownika na 1 MW_e.

Szwecja ma bardzo mocno rozwinięty przemysł wytwórczy urządzeń dla energetyki, w tym także dla energetyki jądrowej. Potężny koncern ABB jest zaangażowany w przemysł jądrowy w skali całego świata, np. ABB-Atom, który specjalizuje się w konstrukcji reaktorów typu BWR, jest dostawcą wszystkich dziewięciu reaktorów BWR w Szwecji oraz dwóch w Finlandii.

Za gospodarkę wypalonym paliwem jak również odpadami promieniotwórczymi z elektrowni jądrowych odpowiadają eksploatatorzy poszczególnych elektrowni, którzy powołali w tym celu wspólną organizację pod nazwą Szwedzkie Przedsiębiorstwo Gospodarki Paliwem Jądrowym i Odpadami - SKB (Svensk Kärnbränslehantering). Zadaniem tego przedsiębiorstwa jest opracowywanie, wykonanie oraz eksploatacja urządzeń niezbędnych do transportu, składowania przejściowego oraz ostatecznego odpadów promieniotwórczych w tym i paliwa wypalonego. Zasadniczymi elementami organizacji SKB są:

- centralne składowisko tymczasowe wypalonego paliwa - CLAB (Centrala Lagret for Anvant Bränsle), działające od 1985 r.,
- składowisko ostateczne dla odpadów promieniotwórczych nisko- i średnioaktywnych, krótko-życiowych - SFR (Slutförvar for reaktoravfall), działające od 1988 r.,
- system transportu morskiego, działający od 1983 r.

Wypalone paliwo jest składowane w centralnym składowisku tymczasowym CLAB w pobliżu elektrowni jądrowej Oskarshamn na wschodnim wybrzeżu Szwecji. I elektrownia, i CLAB zlokalizowane są na półwyspie Simpevarp. Niedaleko od tego miejsca, na skalistej wysepce Åspö, powstało Laboratorium Twardej Skały - Aspö Hard Rock Laboratory. Przeprowadza się tam wiele bardzo ciekawych eksperymentów. Bada się przede wszystkim własności skał, ich strukturę i ewentualne ruchy górotworu. W skali 1:1 wiercone są otwory depozytowe, gdzie umieszcza się pojemniki symulujące warunki, w jakich przebywać będzie wypalone paliwo, testuje się techniki wydobywania pojemników i inne.

W CLAB wypalone paliwo jest przechowywane w basenach z wodą, podobnie jak w samych elektrowniach jądrowych, przy czym założony okres przechowywania to 30-40 lat. Po tym okresie paliwo winno być przetransportowane do składowiska ostatecznego. Główne baseny magazynowe są umieszczone w komorze skalnej 20-30 m pod powierzchnią gruntu. Pojemność składowiska CLAB wystarczy do zmagazynowania wypalonego paliwa do 2005 r. Aktualnie trwa rozbudowa jego pojemności z 5 tys. do 8 tys. t.

Składowisko CLAB obsługuje 70 pracowników. W Szwecji trwają także prace nad lokalizacją ostatecznego składowiska wypalonego paliwa, które przewiduje się zbudować w litej skale na głębokości 500 m pod powierzchnią. Warto podkreślić iż, część wypalonego paliwa poddaje się procesowi przerobu w La Hague we Francji.

SFR - Szwedzkie Ostateczne Składowisko Odpadów Promieniotwórczych jest centralnym składowiskiem wszystkich nisko- i średnioaktywnych odpadów, powstałych zarówno w elektrowniach jądrowych, jak i z zastosowań w przemyśle, medycynie oraz badaniach naukowych. Znajduje się ono w pobliżu elektrowni jądrowej Forsmark na wschodnim wybrzeżu Szwecji. SFR zbudowane jest na głębokości 50 m pod dnem morza, kilometr od wybrzeża. Pojemność składowiska wynosi 60 tys. m sześć. i w przyszłości będzie również powiększone. Składowisko SFR obsługuje 25 pracowników.

Do transportu wypalonego paliwa Szwedzi mają specjalny statek M/S Sigyn typu Ro-Ro, umożliwiający szybki załadunek i rozładunek. Został zbudowany we Francji i może pomieścić 10 kontenerów transportowych o masie 80-120 t każdy. Ładowność całkowita statku wynosi 400 t. Postój w porcie przy elektrowni dla załadunku czy rozładunku trwa zaledwie kilka godzin. Statek M/S Sigyn wykonuje rocznie ok. 30 transportów.