

## **Gaz, olej i prąd z łupków**

(„Energia Gigawat” – 7-8/2018)

**Jednym z surowców energetycznych o znikomym udziale w światowej produkcji energii elektrycznej i ciepłej są łupki bitumiczne. Tymczasem, chociaż ich spalanie sprawia duże trudności techniczne, w Europie znajduje się region, w którym są one od dawna podstawowym paliwem dla energetyki. W Estonii mianowicie pracują już pół wieku największe elektrownie na świecie opalane roponośnymi łupkami.**

Surowiec ten należy do skał osadowych zawierających węglowodory o nazwie bituminy. W skałach tych występują substancje organiczne w postaci żółtych ziarenek tkwiących w ciemnej, łupkowatej masie. Pod wpływem wyższej temperatury substancje te przechodzą w ciekłe węglowodory o składzie i własnościach podobnych do ropy naftowej. Największe dostępne złoża tych minerałów na świecie występują u estońskich wybrzeży Bałtyku, mniejsze zaś w Szkocji. W naszym kraju spotyka się je w niektórych okolicach Karpat i Sudetów. W Estonii występują dwa rodzaje łupków powstałe w okresie ordowiku. Częściej spotykany argillit graptolityczny zawiera stosunkowo niewiele części organicznych i dlatego nie znalazł gospodarczego zastosowania. Natomiast bardziej przydatny do celów energetycznych kukersit występuje w opłacalnej do wydobycia ilości 650 mln ton. Zasoby te wynoszą 1.1 % światowych złóż łupków roponośnych i ustępują jedynie australijskim. Estoński kukersit zawiera średnio 40 % części organicznych, a jego wartość kaloryczna sięga 3,600 kcal/kg. Głównym składnikiem organicznym kukersitu jest telalginin powstały z zielonych alg. Złoża te zalegają na głębokości 7 do 170 m na obszarze ok. 2000 km<sup>2</sup>. Wydobycie łupków wciąż stanowi aż 70% jego światowej produkcji oraz dwie trzecie wszystkich kopalin pozyskiwanych w tym kraju. Estonia, co zasługuje na szczególne podkreślenie, jest jedynym krajem świata stosującym ten surowiec do bezpośredniego przetwarzania na energię elektryczną. W ostatnich latach łupki roponośne dawały krajowi aż 70 % całkowitej energii pierwotnej oraz ponad 90 % energii elektrycznej. W sektorze wydobycia i przetwórstwa tego surowca zatrudnionych było 6500 pracowników. Estonia zajmuje także drugie miejsce w świecie po Chinach w produkcji ropy z tych kopalin, dostarczając rocznie 650 tys. ton tego paliwa. Blisko 78% tej ilości jest kierowane na eksport głównie jako olej opałowy.

### **Trochę historii**

Początki przemysłowego wydobycia łupków bitumicznych w tej części Europy sięgają 1916 roku, gdy ogarnięta wojennym kryzysem gospodarczym carska Rosja została zmuszona do użycia nowego źródła energii. Z początku surowiec ten wykorzystywano lokalnie do celów grzewczych, następnie zaczął on zastępować deficytowy węgiel w elektrowniach, kotłach i piecach przemysłowych. Jeszcze w trakcie I-szej wojny światowej zaczęto dostarczać go do

stolicy Piotrogradu, gdzie służył także do odzysku gazu. Impulsem dla rozwoju wydobycia łupków na skalę przemysłową okazało się uzyskanie niepodległości przez Estonię w 1918 roku; natychmiast zaczęły powstawać prywatne firmy górnicze będące własnością nie tylko miejscowych kapitalistów, lecz również inwestorów zagranicznych. Do początku lat trzydziestych łupki wydobywano tu wyłącznie dzięki ręcznej pracy górników. Później zaczęto wprowadzać mechanizację robót i transportu. Dzięki temu w 1940 r. roczne wydobycie tego surowca osiągnęło 1.7 mln ton. Z uwagi na specyficzne własności estońskich łupków stosowane za granicą sposoby ich przeróbki nie przyjęły się w tym kraju. Zamiast nich w latach trzydziestych wdrożono własną technologię przetwarzania tego surowca, dzięki czemu uzyskano wkrótce samowystarczalność energetyczną. Wzrost produkcji umożliwił również skierowanie znacznych ilości (45%) otrzymywanych produktów ropopochodnych, między innymi oleju opałowego i benzyny, na eksport. W okresie powojennym postępująca mechanizacja i elektryfikacja kopalń zapewniła szybki wzrost wydobycia aż do rekordowego poziomu 31.5 mln ton w 1980r. Władze radzieckie wykorzystywały estońskie złoża łupków do zaopatrywania w paliwo bałtyckiej floty wojennej oraz leningradzkich gazowni. W 1948 r. otwarto w Kohtla-Järve wytwórnię gazu z kukersitu, skąd dostarczano go 200-kilometrowym rurociągiem do Leningradu oraz innym gazociągiem do Tallinnu. W szczytowym okresie rozwoju estońskiego gazownictwa tj. latach 70-tych z łupków odzyskiwano blisko 600 mln m<sup>3</sup> gazu. Jednak w 1986 r. produkcję tę wstrzymano zastępując ją tańszym gazem ziemnym.

## **Prąd z łupków**

W latach 50-tych zintensyfikowano rozbudowę estońskiej energetyki, a także przemysłu ciężkiego w oparciu o miejscowy surowiec. Obok istniejących elektrowni w Tallinie, Kohtla Jarve i Ahtme powstały dwie ogromne elektrociepłownie Balti (1430 MW) i Eesti (1610 MW). W latach 70-tych planowano budowę w Narwie trzeciej wielkiej elektrowni na bazie tego surowca, co wymagałoby dalszego zwiększenia wydobycia aż do 50 mln ton rocznie. Jednak sytuacja uległa wkrótce radykalnej zmianie: uruchomienie elektrowni atomowej pod Leningradem w 1981r. i postępująca stagnacja radzieckiego przemysłu ciężkiego zmniejszyły zapotrzebowanie na energię w tej części kraju. Stopniowe odchodzenie transformującej się gospodarki ZSRR, a następnie znów niepodległej Estonii od lokalnego paliwa ilustruje spadkowy trend wydobycia (mln ton): 1985- 25.7 , 1990- 21.2 , 1995- 12.1. Przy obecnym, znów stopniowo rosnącym, rocznym wydobyciu 15 mln t krajowych zasobów wystarczy na 25–30 lat. W 2014 r. pracowało tam już tylko 5 kopalń: 3 odkrywkowe i 2 podziemne. Największa z nich w Vaike-Pungeria jest zarazem największym w świecie zakładem wydobywczym tego surowca. W 2006 r. po 90 latach przemysłowego górnictwa wydobyto w Estonii **miliardową** tonę kukersitu. Mimo niekorzystnych prognoz długoterminowych energetyka tego kraju jeszcze przez kilka dekad ma bazować na dotychczasowym paliwie. Zlokalizowane w rejonie miasta Narva elektrownie Balti i Eesti wytwarzają blisko 90% krajowej energii elektrycznej oraz zaopatrują w ciepło okoliczne miasta i zakłady przemysłowe. Spalanie miejscowych łupków, zawierających prawie połowę części niepalnych sprawia jednak kolosalne problemy ekologiczne. Postępujące zużycie przestarzałych urządzeń

przy rosnących wymaganiach ekonomii i ochrony środowiska wymusiło podjęcie działań modernizacyjnych w obu największych elektrowniach świata opalanych tym nietypowym paliwem. Dwie jednostki wytwórcze po 215 MW: blok nr8 (Eesti) i nr11 (Balti) wyposażono w kotły fluidalne zapewniające redukcję emisji pyłów i SO<sub>2</sub> o ponad 95 % ! W 2011 r. zawarto także umowę z francuskim Alstomem na budowę nowej elektrowni Auvere. Kosztem 540 mln EUR wzniesiono blok, również z kotłem fluidalnym, o mocy 300 MW. Kotły te nie wymagają oddzielnych instalacji odsiarczania spalin - skuteczną eliminację związków siarki zapewnia w nich wysoka zawartość kamienia wapiennego w spalanych łupkach.

## **Problemy ekologiczne**

Odpady z łupków wykorzystuje się do produkcji cementu portlandzkiego, a także jako materiał do budowy dróg. Niestety nie rozwiązuje to nawet części poważnych problemów ekologicznych wynikających z nadmiernej eksploatacji złóż tych kopalin. Wydobycie i przetworzenie miliarda ton łupków pozostawiło 360-370 milionów ton odpadów. Większość stanowią popioły i żużle (200 mln t), odpady kopalniane 90 mln t, pozostałości po odzysku oleju - 70-80 mln t. Do tych ilości dochodzi 73 mln ton argillitu, który jako wierzchnia warstwa był usuwany podczas wydobycia rud fosforytów. Należy również uwzględnić około 4 mln t kukersitu traconego rocznie w procesach górniczych. Pod względem ilości niebezpiecznych odpadów (za takie uważa się wspomniane odpady połupkowe) przypadających na jednego mieszkańca Estonia zajmuje niechlubne 1-sze miejsce w UE. Hałdy odpadów stwarzają groźbę pożarów z uwagi na znaczną zawartość składników organicznych. Towarzyszą im ponadto metale ciężkie oraz inne substancje toksyczne i rakotwórcze. Tereny działalności górniczej, byłej i obecnej, zajmują około 1 % powierzchni kraju czyli ponad 500 km<sup>2</sup>. Hałdy i wzgórza wznoszące się ponad równinny krajobraz są ponurymi "pomnikami" przemysłowej historii tego kraju. Wpływ estońskiego górnictwa łupkowego na środowisko dobitnie ilustruje ilość wody wypompowywanej z kopalń oraz pobieranej do transportu popiołów i chłodzenia elektrowni – jest to aż 90 % wszystkiej wody zużywanej w tym kraju ! Wydobycie jednego metra sześciennego kukersitu wymaga wypompowania 14-18 ton wody. Zmienia to radykalnie cyrkulację i jakość wód gruntowych. Efektem jest zanieczyszczenie jezior i źródeł, obniżenie poziomu w akwenach sródlądowych. W ośmiu wyeksploatowanych kopalniach podziemnych nagromadziło się już ponad 170 mln ton wody, silnie zasolonej i zasiarczanej. Woda odpadowa po transporcie popiołów i żużli jest silnie alkaliczna. Rocznie do rzek, jezior i Bałtyku wpływa kilka milionów ton takich rozcieńczonych ługów, zawierających także siarczany, chlorki, metale ciężkie itp. Nie mniejsze problemy występują w zakresie emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Rocznie, mimo coraz sprawniejszych filtrów, do otoczenia przedostaje się około 200 tys. ton pyłów, w których aż 30 % stanowią tlenki alkaliczne, zwłaszcza CaO. Alkaliczne popioły przenikają do wód podnosząc ich odczyn pH, co z kolei przyczynia się do niepożądanego rozwoju roślin eutroficznych (czyli ograniczających rozwój innych populacji przez zabieranie tlenu i pożywienia). Znaczna ilość zanieczyszczeń powietrza wywodzi się z wtórnego pylenia z niedostatecznie zabezpieczonych składowisk odpadów kopalnianych i elektrownianych.

Spalanie łąpków uwalnia do atmosfery więcej gazów cieplarnianych od jakichkolwiek innych paliw organicznych. Wytworzenie 1 MWh energii elektrycznej w estońskich elektrowniach powoduje emisję średnio 0.9 do 1 tony CO<sub>2</sub>. Dlatego estońska gospodarka odznacza się wyjątkowo wysoką emisją tego gazu na jednego mieszkańca (2-gie miejsce wśród krajów OECD). Dla obniżenia tego niechlubnego wskaźnika konieczne może być zwiększenie ilości łąpków przetwarzanych na olej kosztem spalania ich w elektrowniach i kotłowniach. Gruntowną modernizację przechodzi też sama energetyka, w której coraz liczniej wdraża się kotły fluidalne – ekologiczne i wydajne urządzenia do spalania najgorszych nawet paliw. Rekultywacja i zalesianie składowisk odpadów to kolejna droga do zmniejszenia uciążliwości tego sektora. W Kivioli 90 -metrową hałdę, najwyższe sztuczne wzniesienie w republikach nadbałtyckich, zamieniono w ten sposób w ośrodek sportów zimowych. Zalaną kopalnię odkrywkową Aidu przekształcono w tor wioślarski, a pokopalniane wyrobisko Sirgala – w teren ćwiczeń wojskowych. Innym optymistycznym akcentem w dość ponurym obrazie estońskiej gospodarki “monołupkowej” jest narastający udział alternatywnych źródeł energii. Najpopularniejszym kierunkiem okazuje się - podobnie jak w wielu innych krajach - utylizacja energii wiatrowej. W 2012 r. na zamkniętych składowiskach popiołów przy elektrowni Balti uruchomiono farmę wiatrową o łącznej mocy 39 MW (17 turbin E82 po 2.3 MW). Wspomniane przedsięwzięcia potwierdzają, iż kraj wkroczył już na drogę nieuchronnej transformacji sektora paliwowo-energetycznego.