

Problemy energetyki wyzwaniem dla budownictwa

Mgr inż. Tomasz Ozimowski, PGE Elektrownia Turów S.A.,
dr hab. inż. Eugeniusz Hotała, Politechnika Wroclawska

1. Wprowadzenie

Popyt na energię elektryczną w Polsce stale rośnie, a tymczasem w najbliższych 10 latach mają zostać wyłączone przestarzałe bloki energetyczne o łącznej mocy prawie 7000 MW. Blisko połowa z eksploatowanych obecnie bloków energetycznych została wzniesiona przed około 30 laty, a niektóre z nich dożywają nawet swego 50-lecia. Wiele z nich musi być wyłączone na stałe z eksploatacji. Potrzebne są więc nowe inwestycje budowlane w istniejących konwencjonalnych elektrowniach węglowych, a także inwestycje związane z wykorzystaniem w energetyce odnawialnych źródeł energii. W związku z koniecznością ochrony środowiska naturalnego – nowe inwestycje związane będą też z budową składowisk odpadów ze spalania węgla, wychwytywania i składowania CO₂ w formacjach geologicznych oraz z szerokim wykorzystywaniem biomasy w energetyce. We wszystkich elektrowniach, oprócz nowych inwestycji, konieczne są również stałe kontrole stanu technicznego oraz remonty bieżące i poawaryjne różnorodnych obiektów i konstrukcji budowlanych.

2. Modernizacje i rozbudowa bloków energetycznych

Konieczność wyłączenia starych bloków energetycznych w wielu polskich elektrowniach sprawia, że do roku 2030 trzeba wybudować wiele nowych bloków. Mając

na uwadze wyłączenia jednostek wyeksploatowanych i krajowy wzrost zapotrzebowania energii elektrycznej, w najbliższych latach powinny być oddane do użytku jednostki o łącznej mocy 1000 MW rocznie. Trzeba też będzie przebudowywać i modernizować istniejące bloki. Będzie to bardzo trudne wyzwanie inwestycyjne dla energetyków, projektantów i wykonawców. W Polskiej Grupie Energetycznej S.A. planowane są m.in. następujące inwestycje:

- budowa nowego bloku nr 11 w PGE Elektrowni Turów (fot. 1),
- oddanie do użytku budowanego bloku nr 13 o mocy 858 MW (fot. 2) oraz przebudowa i modernizacja 4 bloków w PGE Elektrowni Bełchatów,
- budowa nowych bloków nr 5 i 6 w PGE Elektrowni Opole,
- budowa 2 bloków o mocy 800 MW w Elektrowni Lublin,
- budowa 2 bloków o mocy 800 MW w PGE ZE Dolna Odra,
- budowa bloku gazowo-parowego 190 MW w PGE EC Bydgoszcz,

- budowa nowych jednostek wytwórczych energetyki wiatrowej,
- rozbudowa instalacji do współspalania biomasy,
- budowa pilotażowej instalacji do magazynowania CO₂ w PGE Elektrowni Bełchatów.

Podstawowymi jednostkami technologicznymi w realizowanych blokach są nowoczesne kotły energetyczne oraz wysokosprawne instalacje oczyszczania spalin. Postęp techniczny w dziedzinie budowy kotłów energetycznych jest widoczny, a aktualnie stosowane kotły wykorzystują coraz częściej technologię fluidalnego spalania węgla. Spalanie w kotłach fluidyzacyjnych jest technologią czystego spalania, a obniżenie temperatury spalania do 800÷900°C powoduje zmniejszenie ilości wytwarzanych tlenków azotu oraz cząstek sodu i wanadu. Instalacje odsiarczania spalin, wychwytywania CO₂ oraz składowiska odpadów (popiołów) to również złożone technologicznie obiekty i konstrukcje budowlane.



Rys. 1. Zmodernizowane bloki energetyczne i nowy komin H = 150 m w PGE Elektrowni Turów S.A.



Rys. 2. Budowa nowego bloku energetycznego nr 13 w PGE Elektrowni Bełchatów S.A.

3. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii

W dyrektywie europejskiej 2001/77/WE wymienione są następujące źródła energii odnawialnej: wiatr, energia słoneczna, energia geotermalna, energia pływów i fal morskich, hydroenergia, biogaz, biomasa i gaz z wysypisk. Państwa Unii Europejskiej postanowiły, że w roku 2020 udział energii z odnawialnych źródeł w ogólnej produkcji energii wyniesie 20%. Obecnie nie jest jednak możliwe pełne wykorzystywanie zasobów odnawialnych ze względu na poważne bariery technologiczne i ekonomiczne. Pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych jest niezwykle ważnym zadaniem dla polskiej energetyki.

Można w tym miejscu zaznaczyć, że w roku 2008 udział elektrowni wodnych i wiatrowych w produkcji energii w Polsce wynosił zaledwie 2,1%. Widoczne jest jednak znaczne przyspieszenie w wykorzystaniu biomasy w elektrowniach i związany z tym szybki rozwój upraw roślin energetycznych. Budowane są też nowe farmy i parki wiatrowe, a budowany na Górze Kamieńsk park wiatrowy będzie miał moc $12 \times 2\text{MW}$. Planowane są budowy nowych dużych farm wiatrowych, a ta gałąź energetyki ma spore perspektywy rozwoju w Polsce. Trzeba zaznaczyć, że całkowita moc siłowni wiatrowych w Polsce na dzień 30.06.2009 r. wynosiła zaledwie 553 MW [1]. Zdecydowanymi liderami europejskimi w tej dziedzi-



Rys. 3. Otwarte składowisko tymczasowe popiołów z elektrowni

nie [1] są Niemcy (około 25 tys. MW) i Hiszpania (około 17 tys. MW). W roku 2008 całkowita moc siłowni wiatrowych wynosiła wg [1] 25170 MW w USA, 23903 MW w Niemczech, 12210 MW w Chinach oraz 9600 MW w Indiach.

W wielu krajach barierą w rozwoju energetyki wiatrowej jest brak terenów pod budowę siłowni wiatrowych. Dlatego też planuje się lokalizowanie turbin wiatrowych na specjalnych pływających jednostkach morskich lub stałych platformach. Budowy takich konstrukcji i linii przesyłowych energii z terenów morskich są niezwykle wyzwaniami dla inżynierów budownictwa i energetyków. Do tej złożonej problematyki należy włączyć także konstrukcje elektrowni wykorzystujących energię fal i pływów morskich.

4. Ochrona środowiska naturalnego

Zaplanowana przez kraje Unii Europejskiej redukcja emisji gazów cieplarnianych do 2020 r. o 20% w stosunku do poziomu emisji tych gazów w roku 1990 [2] jest zadaniem niezwykle ambitnym i być może mało realnym. Zadanie to trzeba realizować na wiele sposobów, z których wymienić należy dość kontrowersyjną technologię wychwytywania i wtłaczania CO_2 do formacji geologicznych, nazwaną w pakiecie klimatyczno-energetycznym jako „technologia CCS” [2]. Wybór miejsca składowania jest w tym przypadku sprawą niezwykle ważną, a konsekwencje tego wyboru mogą być odczuwane przez następne pokolenia, gdyby istniało zbyt duże ryzyko wycieku CO_2 spod ziemi. W Polsce trwa ożywiona dyskusja na temat wykorzystania technologii CCS. Poważnym problemem dla każdej elektrowni węglowej jest składowanie odpadów z procesu spalania węgla. Budowa stałych i tymczasowych składowisk popiołów paleniskowych jest trudnym przedsięwzięciem. W elektrowniach wy-

korzystujących węgiel brunatny składowiska te lokalizuje się w wyrobiskach po węglu, a następnie po ich wypełnieniu przeprowadza się rekultywację tych wyrobisk i składowisk.

Stosowane obecnie sposoby składowania popiołów (fot. 3) nie są całkowicie obojętne dla środowiska naturalnego. Zapylenie otoczenia, destrukcja gruntów na dużym obszarze wokół tych wyrobisk i składowisk wymagają poszukiwania lepszych rozwiązań technologicznych w procesie transportu i składowania odpadów z elektrowni.

5. Remonty i wzmocnianie obiektów energetycznych

Poważnym wyzwaniem dla inżynierów budowlanych jest konieczność utrzymania obiektów i konstrukcji energetycznych w dobrym stanie technicznym, uwzględniając przy tym konieczność wykonywania prac remontowych w warunkach ich ciągłej eksploatacji.

Prowadzenie remontowych prac spawalniczych w warunkach drgań eksploatacyjnych konstrukcji może mieć bardzo negatywny wpływ na jakość i nośność wykonywanych spoin. Prace badawcze, dotyczące tych nierozpoznanych dotychczas zagadnień, prowadzone są w Instytucie Budownictwa Politechniki Wrocławskiej [3, 4].

Wykonywane przed prawie 30 laty stalowe konstrukcje galerii transportowych węgla, stropów w budynkach kruszarni i młynowni oraz podtorzy przenośników rewersyjnych w zasobnikach węgla były poddane bardzo dużej liczbie cykli obciążeń ($N > 2 \times 10^6$). Spawane połączenia w tych konstrukcjach to karby konstrukcyjne, dla których tak duża liczba cykli obciążeń powoduje wyczerpanie nośności zmęczeniowej, prowadzące niejednokrotnie do niespodziewanych uszkodzeń i awarii [3, 4], pomimo wizualnie dobrego ich stanu technicznego. Jeśli w wielu obiektach nie doszło do takich awarii,

to należy jednak brać pod uwagę istnienie dużego ryzyka, że uszkodzenia lub takie awarie wystąpią. Dalsza eksploatacja starych konstrukcji obciążonych cyklicznie nie powinna być kontynuowana bez kompleksowej oceny ich stanu technicznego i nośności zmęczeniowej. Od czasu realizacji tych starych konstrukcji wiedza dotycząca nośności zmęczeniowej konstrukcji stalowych wyraźnie się powiększyła. Powinna ona być wykorzystywana przez projektantów zajmujących się modernizacjami obiektów energetycznych. W wielu przypadkach pozostawia się zużyte zmęczeniowo elementy konstrukcyjne, co grozi ich szybkim uszkodzeniem po wykonanej modernizacji [3, 4].

Nieodzownymi obiektami budowlanymi w elektrowniach są chłodnie kominowe oraz kominy do odprowadzania spalin. Obiekty te wymagają okresowych, starannych przeglądów i badań oraz remontów. Wykorzystuje się w tych procesach tradycyjne i nowoczesne metody analiz nośności hiperboidalnych, żelbetowych powłok chłodni oraz zaawansowane technologie ich remontów i wzmocnień. W elektrowniach problematyka wzmocnień różnorodnych konstrukcji budowlanych związana jest często z potrzebą zaawansowanych badań naukowych oraz współpracy wielu ośrodków projektowych, badawczych i specjalistycznych firm wykonawczych.

Odrębnym i szczególnie trudnym problemem w energetyce są bardzo liczne katastrofalne awarie linii elektroenergetycznych. Każdy nagły ubytek mocy, związany z początkiem takiej awarii, może prowadzić do kaskadowego wyłączenia jednostek wytwórczych energii elektrycznej, noszącego w literaturze nazwę „blackout”. Do najbardziej znanych awarii sieci i systemów elektroenergetycznych wg [5] należy awaria z roku 1965 w USA i Kanadzie, gdzie w 5 stanach pozbawionych prądu zostało 30 mln ludzi. Wymienia

się też znane awarie: w Rio de Janeiro w 1999 r. (26 mln odbiorców), w USA i Kanadzie w 2003 r. (60 mln odbiorców), w Niemczech i Francji w 2006 r. (5 mln odbiorców), a w Polsce w Szczecinie w 2008 r. [6] i w południowej części kraju w 2010 r.

Awarie linii elektroenergetycznych związane są z wystąpieniem ekstremalnych warunków klimatycznych. Są to nagłe ataki zimy lub występowanie silnych wiatrów. Obciążenia linii napowietrznych wywołane sadyż na przewodach są najczęstszą przyczyną awarii tych linii, spowodowanych zerwaniem przewodów lub zniszczeniem słupów. W warunkach polskich wiele linii energetycznych przebiega przez gęsto porośnięte tereny leśne. Połamane w wyniku wichury drzewa uszkadzają te linie. Większość stalowych podpór linii elektroenergetycznych to stare i zużyte konstrukcje kratowe, których nośność nie odpowiada aktualnym przepisom w zakresie projektowania tych podpór. Przepisy te są ponadto ciągle zmieniane, gdyż badania nad zjawiskami osadzania się sadyż na przewodach i konstrukcjach linii energetycznych przynoszą ciągle nowe odkrycia [4]. Wiele podpór linii elektroenergetycznych wymaga wymiany lub wzmocnienia, a skala potrzeb w tym zakresie jest olbrzymia.

6. Uwagi końcowe

Przedstawione w skrócie zagadnienia odnoszą się do najważniejszych problemów energetyki, w których rozwiązywaniu niezbędny jest udział inżynierów, rzeczoznawców i naukowców z dziedziny budownictwa. Konieczność współpracy w tej dziedzinie ze specjalistycznymi firmami zajmującymi się rozwojem technologii i nowych materiałów, stosowanych w realizacji nowych i w remontach starych konstrukcji energetycznych, jest też oczywista. Wymianie doświadczeń inwestorów, projektantów, rzeczoznawców i wykonawców obiektów budow-

nictwa energetycznego służą m.in. specjalistyczne konferencje i sympozja, wśród których cykliczne konferencje naukowo-techniczne „Budownictwo w Energetyce” znajdują szczególnie ważne miejsce. W maju 2010 r. odbędzie się w Złotnikach Lubańskich kolejna VII Konferencja „Budownictwo w Energetyce”, w której weźmie udział wielu doświadczonych specjalistów z całej Polski. Wybrane zagadnienia, dyskutowane na tej konferencji, są opublikowane w numerze majowym miesięcznika „Przegląd Budowlany”. Należy

mieć nadzieję, że nadal konferencja ta będzie w następnych latach jedną z najważniejszych imprez naukowo-technicznych, dotyczących szeroko rozumianych problemów budownictwa energetycznego.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Kiernicki J., Bałuka G., Energia wiatru jako szczególne źródło energii odnawialnej. *Energetyka* 10/2009
 [2] Szczygiał L., Meandry europejskiej polityki energetycznej. *Energetyka* 5/2008
 [3] Hotała E., Rykaluk K., Zagrożenia awaryjne stalowych konstrukcji obiektów energetycznych po modernizacji. *Prace Naukowe Instytutu Budownictwa Politechniki*

- Wrocławskiej nr 90 „Budownictwo w Energetyce”, Wrocław 2008
 [4] Hotała E., Rykaluk K., Problemy trwałości stalowych konstrukcji w zmodernizowanych obiektach energetycznych. „Przegląd Budowlany” 5/2010
 [5] Rakowska A., Grzybowski A., Stiller J., Czy grożą nam awarie systemowe wywołane zjawiskami klimatycznymi? *Energetyka* 7/2009
 [6] Paczkowska T., Paczkowski W., Zniszczenie słupów elektroenergetycznych jako jedna z przyczyn blackout'u szczecińskiego 2008. „Przegląd Budowlany” 5/2010

Zniszczenie słupów elektroenergetycznych jako jedna z przyczyn blackout'u szczecińskiego 2008

Dr inż. Teresa Paczkowska, dr inż. Wiesław Paczkowski, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin

1. Blackout szczeciński 2008

W nocy z 7 na 8 kwietnia 2008 r. doszło w Szczecinie i okolicy do blackout'u, czyli sytuacji, kiedy na skutek zaniku dostaw energii elektrycznej istotnym ograniczeniem uległo życie na znacznym terenie zamieszkałym przez dużą liczbę ludności.

Zniszczenia mechaniczne konstrukcji wsporczych wraz z błędami popełnionymi w zarządzaniu funkcjonowaniem systemu zasilania doprowadziły do blackout'u trwającego dla większości dotkniętych nim mieszkańców około 18 godzin. Objął on swym zasięgiem ponad 500 tys. mieszkańców na obszarze około 1200

km². Sprawne zarządzanie kryzysowe i względnie krótki czas trwania blackout'u pozwoliły na uniknięcie znaczących strat ekonomicznych i społecznych. Niemniej, zaistniała skala wydarzenia i potencjalnie groźne skutki, jakie mogło ono wywołać spowodowały, iż zostały przeprowadzone szczegółowe prace eksperckie, w wyniku których ustalono przyczyny blackout'u, a także zaproponowano podjęcie szeregu działań mających w przyszłości wyeliminować lub ograniczyć możliwość zaistnienia takich zdarzeń. Opisywana awaria była przedmiotem pracy kilku zespołów, przy czym zajmowały się one przede wszystkim aspektami elektroenergetycznymi. Podsumo-

waniem tych prac był raport Zespołu ds. Zbadania Przyczyn i Skutków Katastrofy Energetycznej [11] powołanego przez wojewodę zachodniopomorskiego.

2. Uszkodzenia mechaniczne słupów wsporczych

Bezpośrednią przyczyną awarii systemu elektroenergetycznego w nocy z 7 na 8 kwietnia 2008 r. były nietypowe dla województwa zachodniopomorskiego warunki atmosferyczne.

Warunki te sprzyjały występowaniu intensywnych opadów początkowo w postaci deszczu, później deszczu ze śniegiem i śniegu o dużej wilgotności. Temperatura od 0 do 1,5 °C