

Prof. dr hab. inż. Janusz Badur, mgr inż. Bartosz Kraszewski,  
Zakład Konwersji Energii IMP PAN, Gdańsk

# Elektrownia Ostrołęka C w budowie

- a jej współpraca z energetyką wiatrową

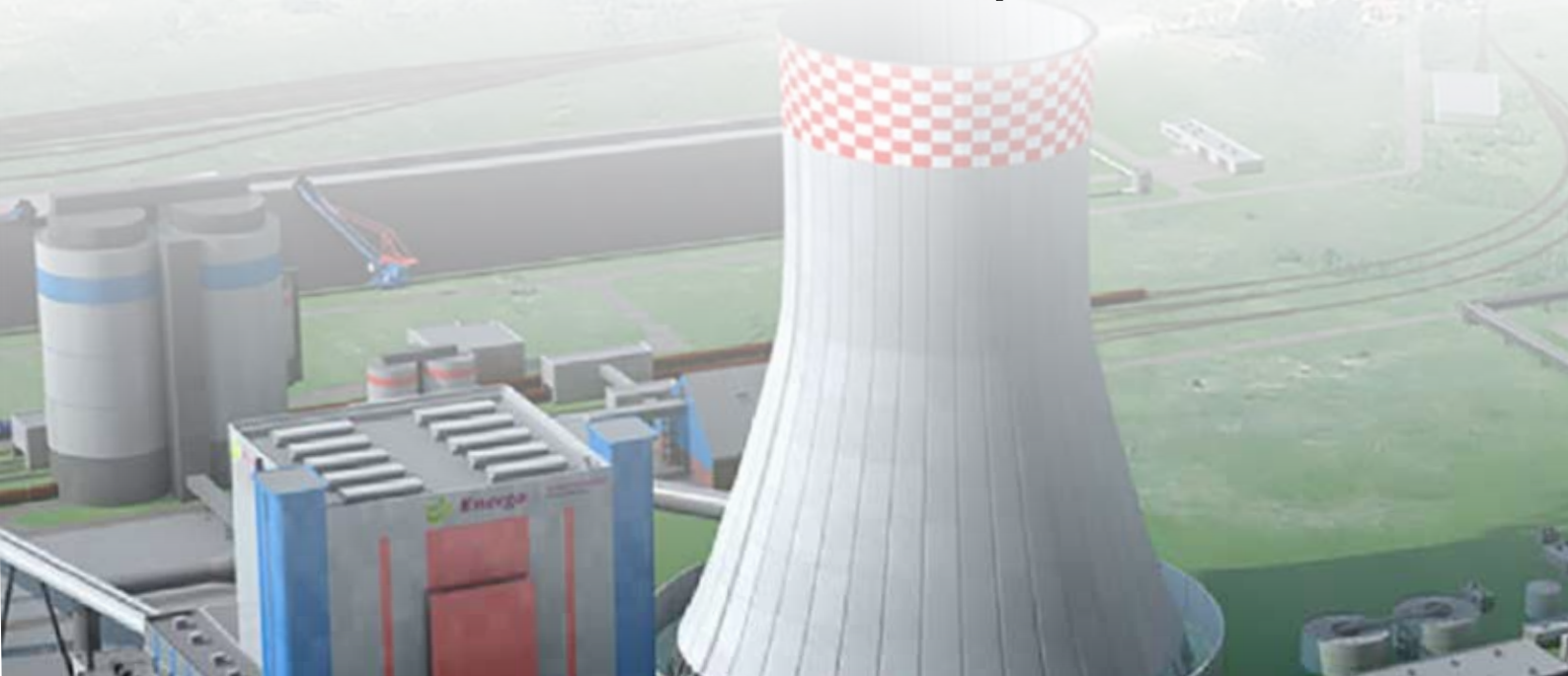
**B**udowa elektrowni Ostrołęka trwa. 4 października 2019 r. Minister Energii Krzysztof Tchórzewski wziął udział w podpisaniu umowy o kompleksową modernizację układu infrastruktury kolejowej i budowę bocznic kolejowej, w celu umożliwienia transportu elementów nowobudowanego bloku energetycznego oraz paliw produkcyjnych. Wykonawcą będzie konsorcjum firm: Torpol SA i Zakłady Automatyki „Kombud” SA. Prace potrwią 36 miesięcy, a ich koszt to 179 mln zł netto.

## ■ Klimatologia - nauka potrzebna od zaraz

Klimatolodzy i Ekolodzy organizują nowe protesty i marsze. Ostat-

nio, Młodzieżowy Strajk Klimatyczny był powodem do obnoszenia transparentów: „Stop Elektrowni Ostrołęka C”. Nie mam nic przeciwko temu, aby moja wnuczka Maja brała udział

w marszu niosąc szczytne hasła, jednak muszą to być hasła symetryczne i zrównoważone, równo występujące przeciw nowym źródłom emisji CO<sub>2</sub>. Toteż obok jednego transpa-



rentu „Stop Elektrowni Ostrołęka C” powinno się, przykładowo, nieść 29 transparentów z napisem „Stop Nordstream 2”, bowiem proporcja emisji równoważnego CO<sub>2</sub> między Ostrołęką C, a Nordstream 2 wynosi jak 1:29. Smutne jest przede wszystkim to, iż przedstawia się naszym dzieciom krajową energetykę zawodową jako największego truciciela na Ziemi.

Stojąc na gruncie wyników badań klimatologów, cztery lata temu Polska podpisała Globalne Porozumienie Paryskie o ochronie klimatu. Aż 196 krajów zgodziło się podjąć niezbędne działania, by utrzymać wzrost średniej temperatury globu „dużo poniżej 2°C”, w okolicach 1,5°. Jakże więc „niezbędne działania” zaproponowała nauka klimatologii? W zasadzie było to tylko jedno działanie. Klimatologia, jako nauka poniosła swą pierwszą klęskę wykazując brak wiary we własne osiągnięcia. Innymi słowy - by uniknąć katastrofalnego ocieplenia, które jest największym zagrożeniem, przed jakim ludzkość stanęła w całej swojej ciągle nierozpoznanej historii, podług Klimatologii, konieczne jest szybkie, jeśli nie natychmiastowe odejście od spalania paliw kopalnych, w tym węgla i gazu. Jak wyliczono modelem ESM - uznanym przez klimatologów - to natychmiastowe odejście od paliw kopalnych ma się odbyć już w 2030 r., czyli za 10 lat. Nie warto więc budować ani Nordstream 2, ani Ostrołęka C, bo nigdy się te inwestycje nie zwrócą.

Stąd też ludzie kochający przyrodę, ludzie wrażliwi na jakość życia, ekolodzy, artyści, a ostatnio nawet literaci piszą: „*Zmiany klimatu wywołane spalaniem paliw kopalnych stanowią dziś największe zagrożenie dla bezpieczeństwa ludzkości ... dlatego wołamy o rezygnację z budowy elektrowni węglowej Ostrołęka C*”.

Jednak konsekwencje rezygnacji budowy tej najnowocześniejszej w Europie elektrowni oraz pierwszej w Europie elektrowni współpracującej

ze źródłami OZE są do przewidzenia. Nie tylko w sferze gospodarczej, ale i społecznej. Mówimy o elektrowni, która przez swą elastyczność pracy dostosowana jest do współpracy z morską energetyką wiatrową. Może to oznaczać, że będziemy skazani na 2,5-krotnie droższy prąd zielony, co pogłębi nasze ubóstwo energetyczne, zmieni radykalnie tryb naszego życia i spowoduje nieuchronne odludnienie kraju.

Broniąc budowy Elektrowni Ostrołęka C, już poprzednio podnieśliśmy szereg argumentów. W niniejszym artykule podkreślamy techniczną możliwość osiągnięcia dużej elastyczności bloku nadkrytycznego.

### ■ Niezachwiana wiara w ustalenia naukowców

Pierwsza z pięciu prawd ogłaszanych przez 16-letnią Gretę Thunberg mówi, iż współczesna nauka zwana klimatologią stwierdza jednoznacznie, iż zachodzą zmiany klimatu. Nie możemy się na taką prawdę zgodzić w żadnym wypadku, właśnie dlatego, iż rozpoznanie stanu przyrody pochodzi od niewiarygodnej nauki. Gdyby zmianę klimatu zakomunikowała np. Pani Helena, która od lat handluje warzywami na naszym rynku lub Zygmunt, właściciel 16-to hektarowego gospodarstwa rozciągającego się za moim oknem, to moglibyśmy w to wierzyć. Nie należy wierzyć uczonym, bowiem są to tacy sami ludzie jak my. Tyle że nie kłamią, a konfabulują. Różnica między konfabulacją, a kłamstwem jest jednak istotna, bowiem kłamstwo jest społecznie nieakceptowane, a konfabulacja już tak. Jeden z moich zaprzyjaźnionych profesorów wyznał, iż nie uważa konfabulacji za grzech i wcale się z tego nie spowiada. Podobnie psychologowie zadają słuszne pytanie: czy klimatolodzy mają sumienie?

Zresztą wśród uczonych klimatologów również zdarzają się osob-

niki, które odmawiają owej konfabulacji i stając pod prąd głównemu strumieniowi badań, podnoszą swoje argumenty. Ale również filozofowie przyrody, analizując metodologię klimatologii, zauważają, iż ta interdyscyplinarna nauka wcale nie uogólnia praw przyrody poszczególnych składowych dyscyplin, lecz często je odrzuca, z tej racji, iż nie pasują do „końcowego wyniku”. Może najjaśniejszym przykładem jest odrzucanie praw fizyki, a wśród nich drugiego prawa termodynamiki (patrz: Gerlich & Tschuschner [1]).

Osobiście przestrzegam przed nadmiernym zaufaniem w rezultaty badań klimatologów również z innego powodu. Klimatologia jest bowiem „młoda nauka”. Nie ma więcej niż 300 lat, toteż znajduje się w embrionalnym stanie tak jak kiedyś była astrologia, wróżbiarstwo, firomancja, alchemia, czy spirytyzm. Wyniki badań młodej nauki mają charakter „przepowiedni”. W takim stylu też jest napisana pierwsza krajowa monografia „Nauka o Klimacie”, która wyszła spod pióra prof. Szymona Malinowskiego i jego uczniów [2]. Recenzja tego dzieła wymaga analizy zdania po zdaniu stąd, będzie przedmiotem innej pracy, jednak już obecnie można powiedzieć, iż została ona napisana przy niezachwianym acz mylnym założeniu, iż każde jej zdanie jest przyrodniczo prawdziwe.

### ■ Elastyczność pracy bloku nadkrytycznego

Morska energetyka wiatrowa pracuje w warunkach zmiennego wiatru, a tempo jego narastania, czy wygaszania mierzymy w minutach - najczęściej jest to około 30 minut. Mówimy, iż potrzebujemy elastycznej pracy konwencjonalnego bloku węglowego. Dla bloku nadkrytycznego, idealnie współpracującego z odnawialnym źródłem energii, start lub odstawienie w ciągu 30 minut jest wyzwaniem

konstrukcyjnym i technologicznym. Główną przeszkodą jest niewiedza o tym jak zachowują się elementy krytyczne konstrukcji, które będą podlegać dodatkowemu niskocyklowemu wyężeniu termicznemu. Powstaje nowe zagadnienie, jakim jest prognozowanie trwałości obiektów poddanych codziennym oddziaływaniom o charakterze mechanicznym i cieplnym. Pojawia się problem bezpieczeństwa i ponownego wyznaczenia „obliczeniowego czasu pracy”.

Dodatkowo, otwartym jest zagadnienie określenia kryteriów uwzględniających elastyczność pracy obiektu. W wielu bowiem przypadkach zastosowanie klasycznych kryteriów wyężenia materiału oraz limitów wytrzymałości nie uwzględnia w pełni złożoności zmian materiałowych zachodzących podczas ekstremalnie szybkiego obciążania elementu konstrukcji. Możemy sobie łatwo wyobrazić sytuację niedopuszczalną, czy to gwałtownego doprowadzenia pary o nominalnych parametrach podczas rozruchu, czy gwałtownego zalania turbiny zimną wodą podczas odstawienia. Konstruktorzy widzą tu dwa potencjalne zagrożenia. Pierwsze to

brak eksperymentalnej wiedzy na temat zachowania się i ewolucji struktury stopów żaroodpornych. Drugi to brak odpowiednich narzędzi projektowych, które uwzględniałyby - chociażby w przybliżony sposób - nowe warunki obciążeń. Prof. Jerzy Okrajni, doświadczony badacz rurociągów pary świeżej, sądzi iż: „niezbędne w takim przypadku okazuje się połączenie metod mechaniki pęknięcia, nauki o materiałach, ujmujące zjawiska mikrostrukturalnych procesów zmian własności oraz klasycznych metod mechaniki ciała stałego umożliwiającą lokalną analizę pól naprężeń i odkształceń. Proces degradacji właściwości użytkowych obiektu o dużym stopniu złożoności ma przy tym najczęściej lokalny charakter. W przypadku obiektów poddanych oddziaływaniu zmiennych obciążeń konieczna staje się lokalna analiza pól naprężeń i odkształceń w funkcji czasu, w celu wyznaczenia charakterystyk procesu” [3].

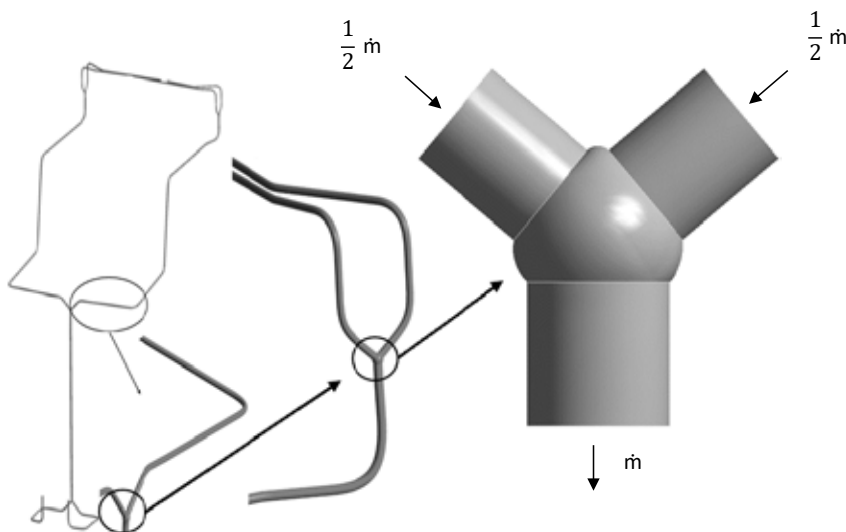
Zgadzamy się z tym stwierdzeniem, proponując, aby wziąć również pod uwagę zmienne w czasie pola temperatury i pola naprężeń termicznych. Taka zmienność będzie możliwa

do wyznaczenia, jeśli rozszerzymy domenę obliczeniową na kanał przepływowy pary, tak aby opisać wymianę ciepła bezpośrednio przez powierzchnię kontaktu płyn-ciało stałe.

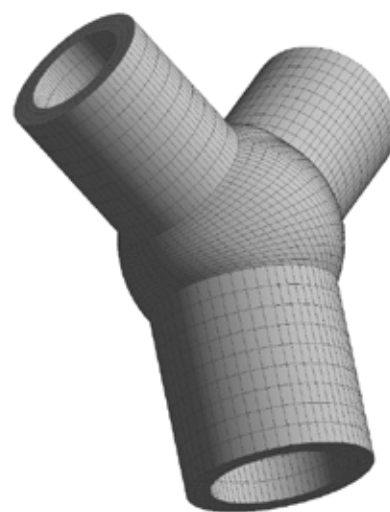
### ■ Ekstremalne obciążenie trójnika rurociągu pary świeżej

Prześledźmy całodniowe zmiany stanu trójnika pary świeżej w sytuacji, gdy blok nadkrytyczny współpracuje z odnawialnymi źródłami energii. Może być on uznany za element krytyczny konstrukcji, który podlega zwiększonej, przyspieszonej degradacji w wyniku nałożenia się na zwykły stan długotrwałego pełzania dodatkowego stanu związanego z niskocyklowymi zmianami naprężeń termicznych. Zachodzi też pytanie, czy przy szybkich półgodzinnych zjazdach i najazdach mocy, nie wystąpią zbyt duże stany wyężenia materiału prowadzące do lokalnego uplastycznienia.

Przyjęliśmy, że stan ciepły rurociągu to temperatura 300°C i pewne minimal-



Rys. 1. Schemat rurociągu parowego łączącego kocioł z turbiną



Rys. 2. Obszar obliczeniowy CSD trójnika wykonanego ze stali P91 - obszar obliczeniowy CFD dla przepływu pary ma nieco większe wymiary. Grubość rurociągu 5 cm. Średnica wewnętrzna 52 cm

ne ciśnienie pary wynoszące około 20 barów. W momencie pełnego obciążenia rurociągiem płynie strumień 300 kg/s pary pod ciśnieniem 200 barów i temperaturze 600°C. Kształt ekstremalnego obciążenia pokazuje rys (3).

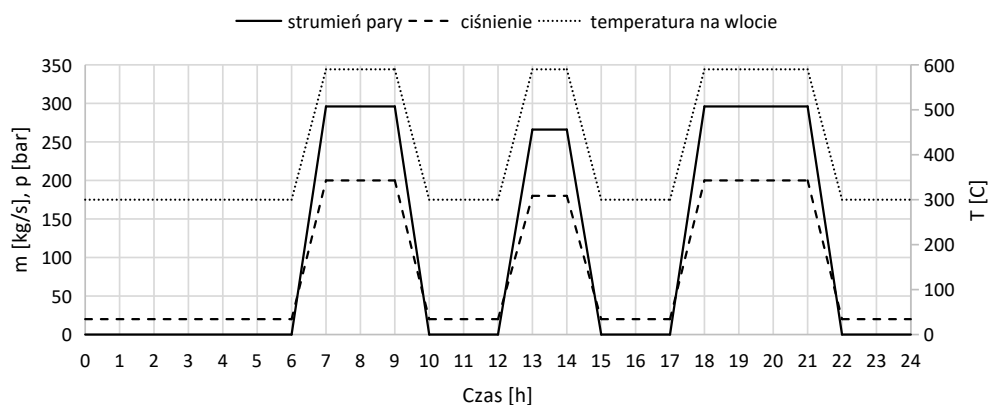
W trakcie symulacji numerycznej własności stali P91, zależne od temperatury ulegały zmianom, zgodnym z danymi producenta. Przyjęliśmy, że powierzchnia zewnętrzna rurociągu jest zaizolowana i nie następuje przez nią wymiana ciepła. Obliczenia prowadziliśmy w krokach czasowych co jedną minutę, zmieniając dane wlotowe według krzywych przedstawionych na rys. 3.

Monitorowaliśmy całodniowy stan przemieszczeń, deformacji, naprężeń w trójniku. Za najbardziej wyęteżone uznaliśmy te miejsca czaszy, w których naprężenia obwodowe przyjmowały największe wartości (rys. 4). Naprężenia radialne wykazywały duży gradient w kierunku radialnym, ale ich wartości nie były niepokojące. Podobnie zachowują się energetyczne miary wyęteżenia. Zarówno naprężenie ekwiwalentne Hubera, jak i naprężenia ekwiwalentne jego uczniów Burzyńskiego i Zawadzkiego wskazywały wartości kilkukrotnie mniejsze od naprężeń krytycznych.

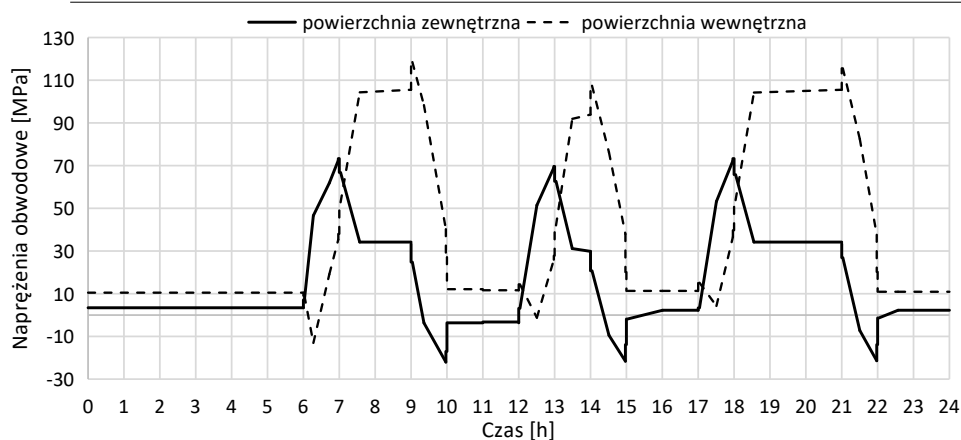
## Wnioski

W podsumowaniu, należy podkreślić, iż nowoczesne techniki symulacyjne zezwalają na precyzyjniejsze rozpoznanie zagrożeń i ewentualne wyznaczenie niebezpiecznego tempa rozruchów i odstawień. Nie mniej opracowanie kryteriów prognozowania trwałości obiektów poddanych codziennym oddziaływaniom o charakterze mechanicznym i cieplnym, wymaga dalszych prac.

□



Rys. 3. Schemat ekstremalnie zmiennej pracy dziennej z trzema odstawieniami i półgodziennymi najzjazdami mocy



Rys. 4. Przebieg zmienności naprężeń obwodowych w czaszy trójnika. Za niebezpieczne należy uznać naprężenia znako-zmienne pojawiające się przy odstawieniach - można je usunąć sterując poziomem ciśnienia w rurociągu odstawionym

### Literatura

[1] Gerhard Gerlich, Ralf D. Tschuschner, *Falsification of the atmospheric CO<sub>2</sub> greenhouse effect within the frame of physics*, *International Journal of Modern Physics B*, 23 (2009) pp. 275-364.

[2] M. Popkiewicz, A. Kardaś, Sz. Malinowski, *Nauka o Klimacie*, Wyd. Sonia Draga, 2018, pp. 1-540.

[3] J. Okrajni, G. Junak, K. Mutwil, M. Cieśla, *Techniczne zastosowania kryteriów trwałości materiałów poddanych zmęczeniu*, IV Symp. *Modernizacja wysokoprężnych rurociągów parowych*, Wisła, 2-4 października 2002, str. 23-33.