



Bartosz SOBIK¹

Analiza przyczyn wystąpienia zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej w sierpniu 2015 roku w Polsce oraz sposoby zapobiegania takim zdarzeniom

Streszczenie: W sierpniu 2015 roku w efekcie wystąpienia szeregu niekorzystnych okoliczności zaistniało zagrożenie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej w Polsce. Pierwszy raz od lat osiemdziesiątych XX wieku wprowadzono stopnie zasilania. Wystąpienie tak poważnej sytuacji skłoniło do zadania pytania o bezpieczeństwo funkcjonowania systemu elektroenergetycznego w okresie letnim i sformułowania konkretnych wniosków na przyszłość. W artykule dokonano szczegółowej analizy czynników prowadzących do wystąpienia tej sytuacji. W sierpniu 2015 roku na obszarze Polski wystąpiła susza, która wraz z wyjątkowo wysokimi maksymalnymi temperaturami dobowymi powietrza stworzyła niekorzystne warunki dla funkcjonowania elektrowni ciepłych, szczególnie z obiegami otwartymi, oraz wydatnie ograniczyła przepustowość napowietrznych linii przesyłowych. Warto podkreślić, że wybitnie niekorzystne warunki meteorologiczne panowały wówczas w całej Europie Środkowo-Wschodniej i Zachodniej, ale jedynie w Polsce wystąpiło zagrożenie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej. Niewłaściwa polityka remontowa oraz liczne awarie jednostek wytwórczych centralnie dysponowanych spowodowały znaczące obniżenie dostępnej mocy w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym. Nie bez znaczenia był także fakt wystąpienia zjawiska przepływów kołowych, przez co możliwości importu energii zostały ograniczone praktycznie do zera. Ponadto wykazano korelację między maksymalną temperaturą dobową w dni upalne a wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną. Całokształt czynników wpływających niekorzystnie na funkcjonowanie Krajowego Systemu Elektroenergetycznego doprowadził do wystąpienia zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej. W niniejszym artykule zwrócono także uwagę na raport Najwyższej Izby Kontroli z 2014 roku, który przewidywał wystąpienie takiej sytuacji, jednak pozostał bez echa. Sformułowano także propozycje przedsięwzięć mających na celu poprawienie funkcjonowania Krajowego Systemu Elektroenergetycznego w okresie letnim oraz zapobieganie wystąpieniu podobnych zdarzeń w przyszłości.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo energetyczne, Krajowy System Elektroenergetyczny, przepływy kołowe, warunki meteorologiczne, *blackout*

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw, KN Nova Energia, Kraków;
e-mail: bartosz.s222@gmail.com

An analysis of the safety-hazards in electric energy delivery on August 2015 in Poland and ways to prevent such occurrences in the future

Abstract: Due to unfavorable factors, dangerous conditions occurred in the delivery of electric energy in Poland. This was the most serious incident of its kind since the 1980's. Such a serious incident raised concern about the safety of the electric power system in the summer and led to the formulation of conclusions for the future. In this article, the author analyses the conditions, which caused that situation. Poland was experiencing a drought in August 2015, which along with an extremely high maximum daily temperature created remarkably unfavorable conditions for power plants and decreased the capacity of overhead power lines. Such unfavorable meteorological conditions occurred not only in Poland, but also in Central-Eastern and Western Europe. It is worth emphasizing that the safety of electric energy delivery was endangered only in Poland. The improper renovation and upkeep policies, as well as unplanned outages in power plants caused a significant decrease of available power in the National Electric Power System. Unscheduled flows between Germany and Poland ruled out the possibility of importing electric energy at such a critical time. The author presents the correlation between the maximum daily air temperature in the sweltering heat and an increase in the demand for electric energy. Overall, unfavorable conditions posed a threat in the delivery of electric energy in Poland. In this article, the author draws attention to the report from the Supreme Audit Office (*Najwyższa Izba Kontroli – NIK*) from 2014, which predicted such a dangerous situation. Unfortunately, that report remained unnoticed. The author formulated appropriate solutions in order to increase the safety of electric energy delivery in the summer and to prevent such occurrences in the future.

Keywords: energy security, National Electric Power System, unscheduled flows, weather conditions, blackout

Wprowadzenie

Zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej jest podstawowym celem funkcjonowania Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE). Ciągłość dostaw energii jest kluczowym aspektem funkcjonowania gospodarki i społeczeństwa. W sierpniu 2015 roku w Polsce wystąpiła fala upałów, która przyczyniła się do znaczącego pogorszenia sytuacji hydrologicznej i wystąpienia dotkliwej suszy. Warunki meteorologiczne wpłynęły na obniżenie dostępnych mocy w systemie. Ponadto miały miejsce liczne remonty oraz awarie w elektrowniach zawodowych. Splot niekorzystnych zdarzeń spowodował, że pierwszy raz od lat osiemdziesiątych XX wieku bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej w Polsce zostało zagrożone. Według Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Art. 3. pkt. 16d) zagrożenie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej to stan systemu elektroenergetycznego lub jego części, uniemożliwiający zapewnienie bezpieczeństwa pracy sieci elektroenergetycznej lub równoważenie dostaw energii elektrycznej z zapotrzebowaniem na tę energię. Mimo iż wybitnie niekorzystne warunki atmosferyczne utrzymywały się w całej Europie Środkowo-Wschodniej i Zachodniej, jedynie w Polsce wystąpiło zagrożenie bezpieczeństwa dostaw energii. Wprowadzenie ograniczeń w jej poborze było koniecznością. Wystąpienie tak poważnej sytuacji skłoniło do zadania pytania o bezpieczeństwo funkcjonowania systemu elektroenergetycznego w okresie letnim. Co więcej, rok przed wydarzeniami z sierpnia 2015 r. Najwyższa Izba Kontroli opublikowała raport, w którym ostrzegała przed możliwością wystąpienia niedoboru energii w systemie w okresie letnim. Niestety publikacja ta pozostała bez echa. W niniejszym artykule skupiono się na wnikliwej analizie przyczyn wystąpienia zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej w sierpniu 2015 r. oraz zaproponowano przedsięwzięcia, które poprawią funkcjonowanie systemu w okresie letnim.

Poważne zdarzenia z sierpnia 2015 r. stworzyły konieczność wnikliwego przeanalizowania ich przyczyn i sformułowania konkretnych wniosków na przyszłość.

1. Przyczyny wystąpienia zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej w sierpniu 2015 roku w Polsce

1.1. Wpływ warunków meteorologicznych

Warunki meteorologiczne w znaczący sposób wpływają na funkcjonowanie KSE, a także determinują popyt i podaż na energię elektryczną.

Sytuacja hydrologiczna wpływa na generację energii elektrycznej z elektrowni z otwartym systemem chłodzenia, a także z elektrowni wodnych. W pierwszym przypadku zbyt niski stan wód zmniejsza efektywność chłodzenia albo, w skrajnych przypadkach, uniemożliwia wykorzystanie wody z rzek lub zbiorników do chłodzenia. Niskie stany wód ograniczają bądź uniemożliwiają generację energii elektrycznej z elektrowni wodnych.

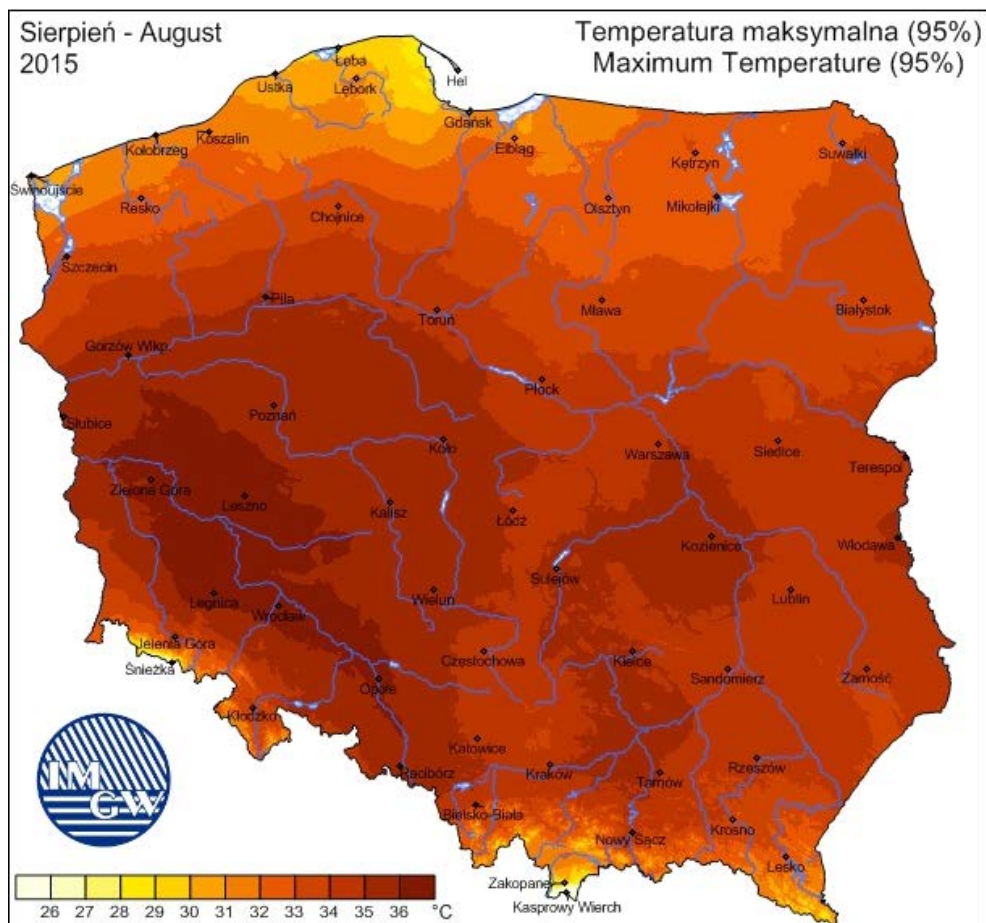
Temperatura otoczenia jest kolejnym czynnikiem negatywnie wpływającym na generację energii elektrycznej. Zbyt wysoka temperatura wyraźnie zmniejsza efektywność chłodzenia. Ponadto wysoka temperatura powietrza, szczególnie w okresie letnim, często idzie w parze z suszą i niskim stanem wód. Połączenie tych dwóch czynników jest już nie bez znaczenia dla funkcjonowania KSE.

Wiatr korzystnie wpływa na możliwości przesyłowe sieci elektroenergetycznych poprzez chłodzenie przewodów, a także jest niezbędny do wytwarzania energii z elektrowni wiatrowych. Jednak zbyt duże prędkości wiatru powodują uszkodzenia sieci napowietrznych i są zagrożeniem dla stabilności dostaw energii elektrycznej.

Duże nasłonecznienie wpływa na wytwarzanie energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych, jednak ich moc zainstalowana w KSE jest śladowa.

Ekstremalne zjawiska pogodowe, takie jak trąby powietrzne, gwałtowne burze czy orkany stanowią bezpośrednie zagrożenie dostaw energii elektrycznej. Powodują one uszkodzenie infrastruktury przesyłowej oraz duże straty i przerwy w dostawach energii do odbiorców końcowych.

W sierpniu 2015 roku miał miejsce splot kilku czynników meteorologicznych, które negatywnie wpłynęły na funkcjonowanie KSE. Miesiąc ten był wyjątkowo upalny. Dzień upalny to dzień z temperaturą maksymalną powyżej 30°C (Kossowska-Cezak 2010). Na przestrzeni lat obserwuje się tendencję wzrostową średniej rocznej temperatury w Europie. Sierpień 2015 roku zapisał się w historii meteorologii w Polsce jako jeden z najcieplejszych miesięcy od początku prowadzenia pomiarów. Rysunek 1 przedstawia temperatury maksymalne, jakie zostały zanotowane w sierpniu 2015 roku w Polsce. Fala upałów spowodowała wystąpienie licznych anomalii usłonecznienia (rys. 2) objawiających się zwiększonym nasłonecznieniem w stosunku do średniej dla sierpnia na podstawie danych z lat 1971–2000. Niestety fotowoltaika stanowi jedynie nieznacznym ułamek całej mocy zainstalowanej w KSE, więc nie było możliwości wykorzystania nadmiaru tej formy energii.

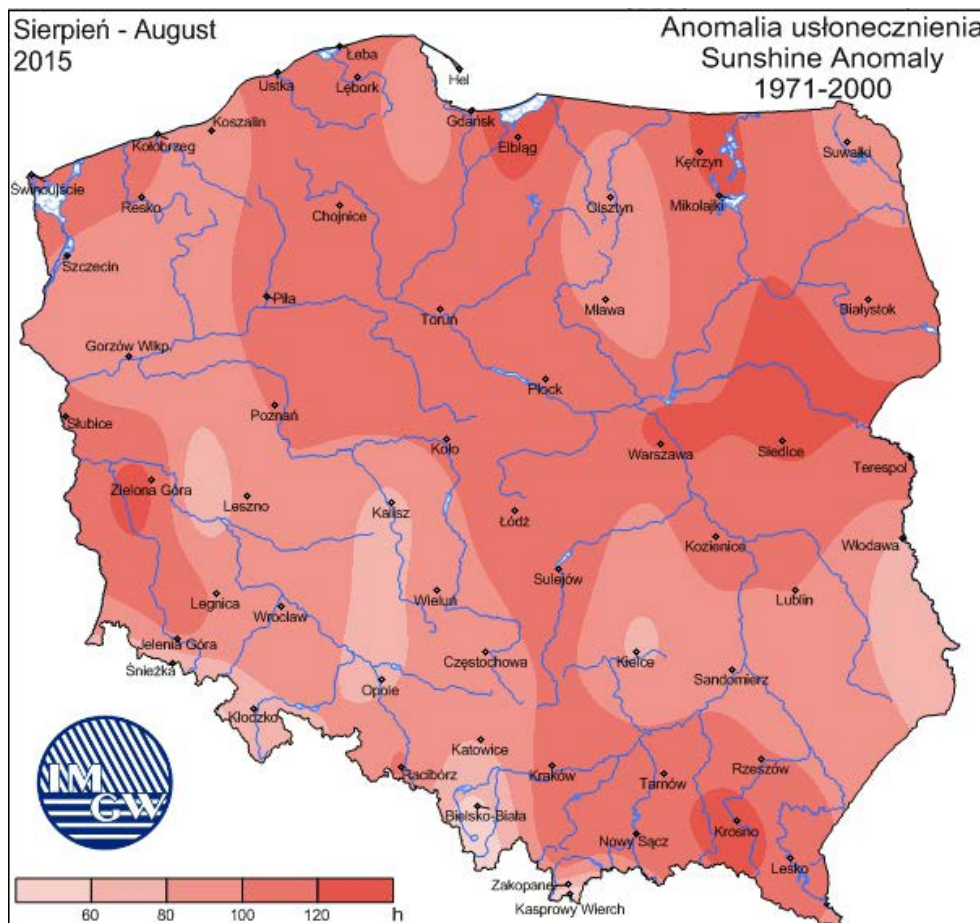


Rys. 1. Temperatura maksymalna w sierpniu 2015 roku
Źródło: IMGW

Fig. 1. Maximum temperature in August 2015

Dni upalne charakteryzują się zazwyczaj bardzo niekorzystnymi warunkami wietrznymi, co doprowadziło do tego, że w niewaligicznych momentach generacja elektrowni wiatrowych była praktycznie bliska zeru.

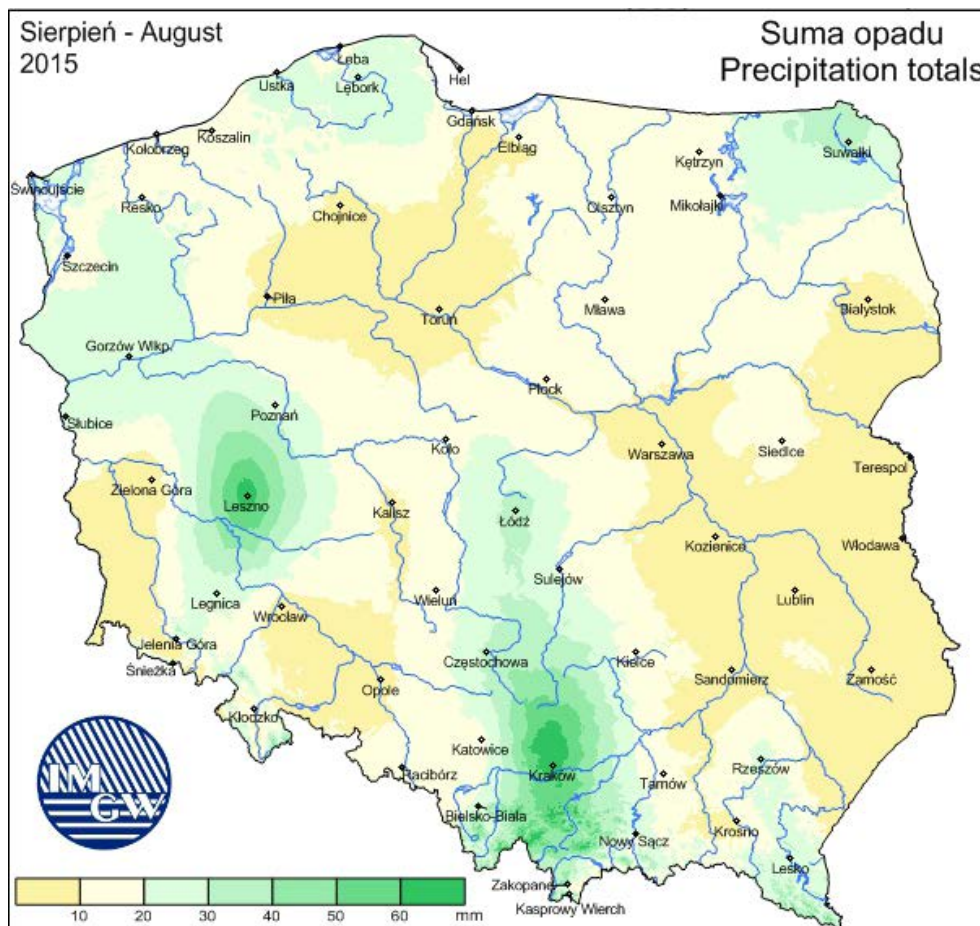
Sierpień w 2015 roku został sklasyfikowany jako miesiąc ekstremalnie ciepły. Ponadto miesiąc ten był szczególnie suchy. Wystąpiły znaczne anomalie opadów. Zestawienie sum opadów z wielolecia 1971–2000 (rys. 3) i sierpnia 2015 (rys. 4) przedstawia znacznie niższe sumy opadów względem tego okresu i wskazuje na wystąpienie suszy. Sytuacja meteorologiczna w sierpniu 2015 r. była skrajnie niekorzystna z punktu widzenia energetyki. Jednostki wytwórcze miały problemy z chłodzeniem, a w konsekwencji z generacją mocy. Szczególne kłopoty miały elektrownie wykorzystujące wodę z rzek lub jezior, takie jak np. Ostrołęka



Rys. 2. Anomalia usłonecznienia w sierpniu 2015 roku na podstawie danych z wielolecia 1971–2000
Źródło: IMGW

Fig. 2. The anomalies in the duration of sunshine on August 2015 based on the data from 1971–2000

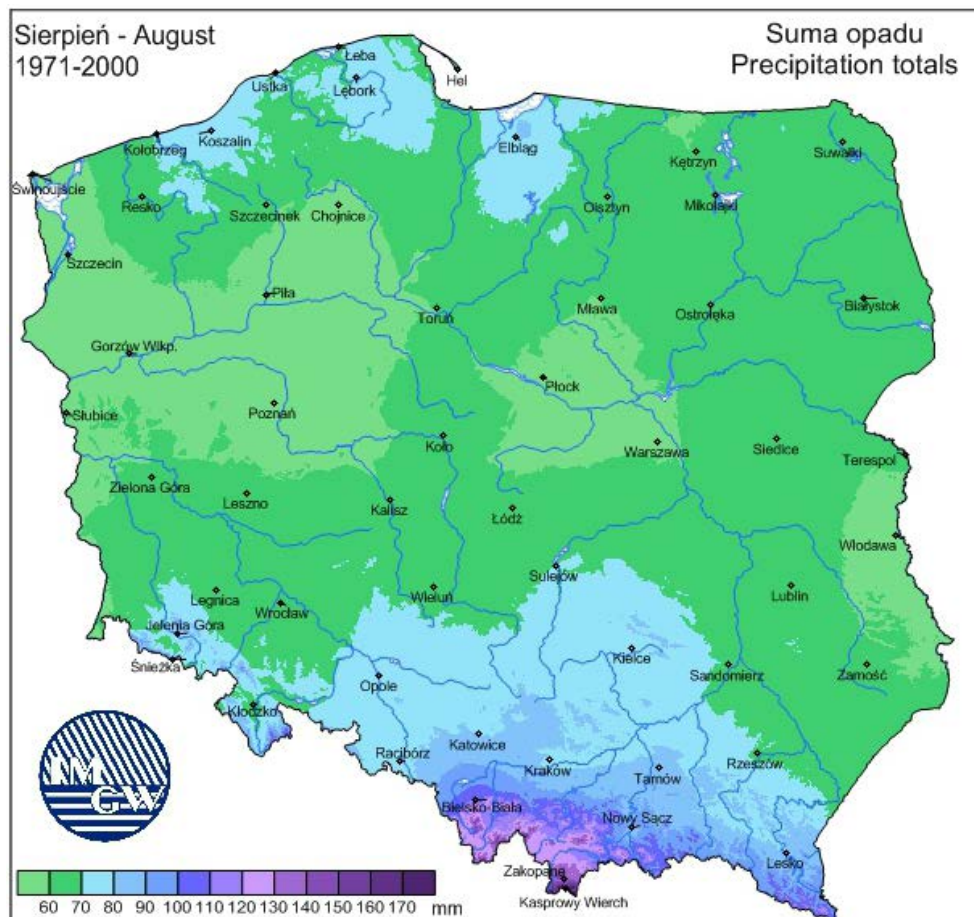
czy Kozienice. Ze względu na zbyt niski stan wody w Wiśle i jej wysoką temperaturę, elektrownia w Kozienicach została zmuszona do ograniczenia poboru wody z rzeki, by nie przekroczyć dopuszczalnej temperatury w miejscu zrzutu, co w konsekwencji doprowadziło do zmniejszenia wytwarzanej mocy. Natomiast utrzymująca się fala upałów wpływała na rosnące zapotrzebowanie na energię w godzinach południowych i popołudniowych. Bardzo wysoka temperatura powietrza w połączeniu z bezwietrzną aurą doprowadziła do wzrostu rezystancji, a także spowodowała wydłużanie się linii napowietrznych, co skutkowało większym zwisem. W efekcie wywołało to konieczność zmniejszenia obciążalności takiej linii, co w konsekwencji doprowadziło do zmniejszenia przepustowości linii nawet do 50% (Maćkowiak-Pandera i Rączka 2015). W związku z tym w godzinach południowych



Rys. 3. Średnia suma opadów w sierpniu na podstawie danych z wieloletnia 1971–2000
Źródło: IMGW

Fig. 3. The average amount of precipitation in August based on the data from 1971–2000

i wczesnym popołudniem, kiedy występuje najwyższa temperatura dobowa oraz panują niesprzyjające warunki pod kątem chłodzenia linii napowietrznych, istnieje konieczność zmniejszenia obciążenia linii. Łącząc ten fakt z wystąpieniem rekordowego zapotrzebowania na energię elektryczną w lecie 1 sierpnia 2017 r. właśnie o tej porze (13:15), można dojść do wniosku, że przy wystąpieniu niekorzystnych warunków meteorologicznych, w tak newralgicznym momencie dla KSE, sieci przesyłowe – pracując z obniżoną przepustowością – mogą być tzw. wąskim gardłem systemu i uniemożliwią efektywny przesył energii. W wyniku upałów Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA (PSE) zostały zmuszone do zmniejszenia obciążalności linii 110 kV na uśrednionym poziomie 300 MW ([Streszczenie Raportu PSE SA 2016](#)).



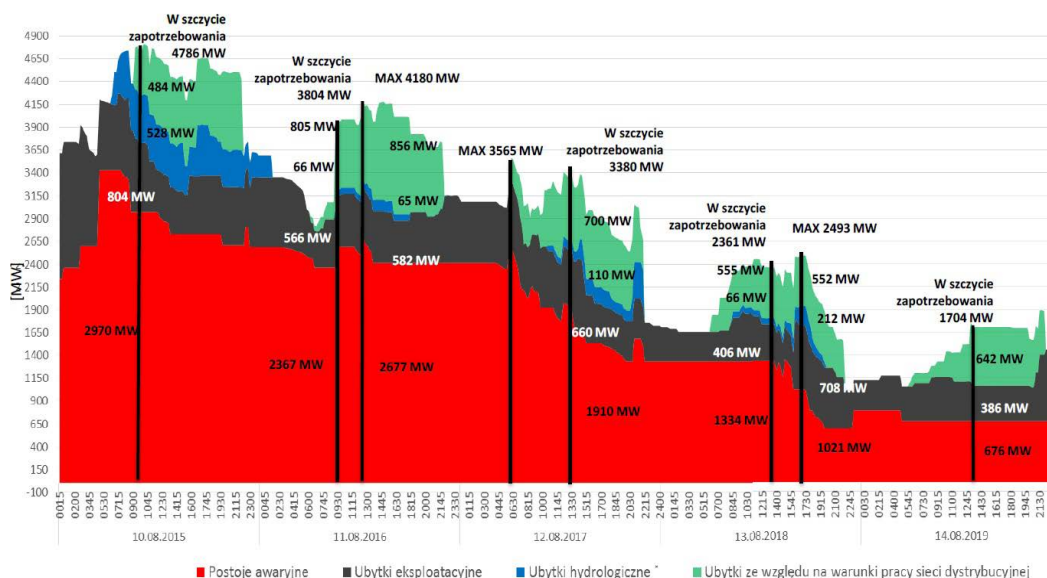
Rys. 4. Suma opadów w sierpniu 2015 roku
Źródło: IMGW

Fig. 4. The amount of precipitation in August 2015

Skrajnie niekorzystne warunki meteorologiczne panowały wówczas w całej Europie Środkowo-Wschodniej i na przeważającym obszarze Europy Zachodniej, jednak zagrożenie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej miało miejsce jedynie w Polsce, co świadczy o tym, że pozostałe czynniki istotnie wpłynęły na pogorszenie stanu Krajowego Systemu Elektroenergetycznego.

1.2. Wpływ polityki remontowej i awarii jednostek wytwórczych

Do 2015 r. większość remontów była przeprowadzana w okresie letnim, co powodowało zmniejszanie dostępnej mocy w KSE. Remonty planowe obniżyły zdolności wytwórcze w systemie. Według raportu Forum Analiz Energetycznych (FAE) (Maćkowiak-Pandera i Rączka 2015) aż 30% bloków energetycznych było odstawionych z powodu wykonywania prac modernizacyjnych i remontowych. Krytycznym momentem dla bilansu systemu elektroenergetycznego była awaria bloku o mocy 858 MW Elektrowni Bełchatów, która doprowadziła do konieczności wprowadzenia stopni zasilania i podjęcia uchwały o stwierdzeniu wystąpienia stanu zagrożenia dostaw energii elektrycznej. Właściciel Elektrowni, PGE GiEK SA, zapewniał, że awaria ta nie miała nic wspólnego z panującymi warunkami meteorologicznymi (Pogoda bez wpływu... PGE GiEK SA 2015). Według ówczesnego prezesa PGE GiEK SA, Jacka Kaczorowskiego, przyczyną były problemy z odzuzłaniem. PSE w swojej odpowiedzi na Raport FAE (Maćkowiak-Pandera i Rączka 2015) jako jedną z istotnych przyczyn obniżenia zdolności wytwórczych w KSE poniżej wymaganego minimum wskazał dużą liczbę awaryjnych postojów jednostek wytwórczych. Do 9 sierpnia system pracował prawidłowo, jednak wieczorem został zarejestrowany znaczny wzrost ubytków mocy w elektrowniach (1200 MW), a w godzinach nocnych ulegały one dalszemu zwiększaniu. W efekcie nieplanowane ubytki mocy sięgały aż 1/5 planowanego zapotrzebowania na moc w porannym szczycie 10 sierpnia, które prognozowano na 22 000 MW. Rysunek 5 ilustruje ubytki nieplanowane w dniach 10–14.08.2015 r. Na szczególną uwagę



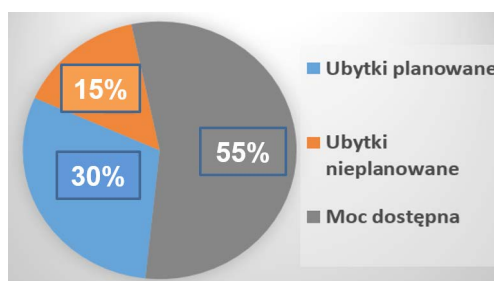
Rys. 5. Ubytki nieplanowane Jednostek Wytwórczych Centralnie Dysponowanych w dniach 10–14.08.2015 r.

Źródło: Streszczenie Raportu PSE SA 2016

Fig. 5. Losses of capacity in power plants between 10 and 14 August 2015

zasługuje sytuacja, która wystąpiła 10 sierpnia. Maksymalna suma ubytków nieplanowanych wyniosła wtedy aż 4786 MW. Większość z nich stanowiły wówczas postoje awaryjne. Ubytki hydrologiczne oraz te związane z warunkami pracy sieci dystrybucyjnej wyniosły łącznie 1012 MW.

Podsumowując, można zauważyć, że w krytycznym momencie w wyniku prowadzenia prac remontowych i modernizacyjnych aż 30% bloków energetycznych było odstawionych – przyjmując, że moc zainstalowana w elektrowniach ciepłych wynosiła 30 738 MW ([Streszczenie Raportu PSE SA 2016](#)), daje to aż 9221 MW straty – a z powodu usterek system elektroenergetyczny stracił 4786 MW. W związku z powyższym sumaryczne straty wyniosły ponad 14 007 MW, co stanowi aż 45% mocy zainstalowanej w elektrowniach ciepłych. Dane te ilustruje rysunek 6.



Rys. 6. Dostępność mocy z elektrowni ciepłych w KSE w szczycie porannym 10 sierpnia 2015

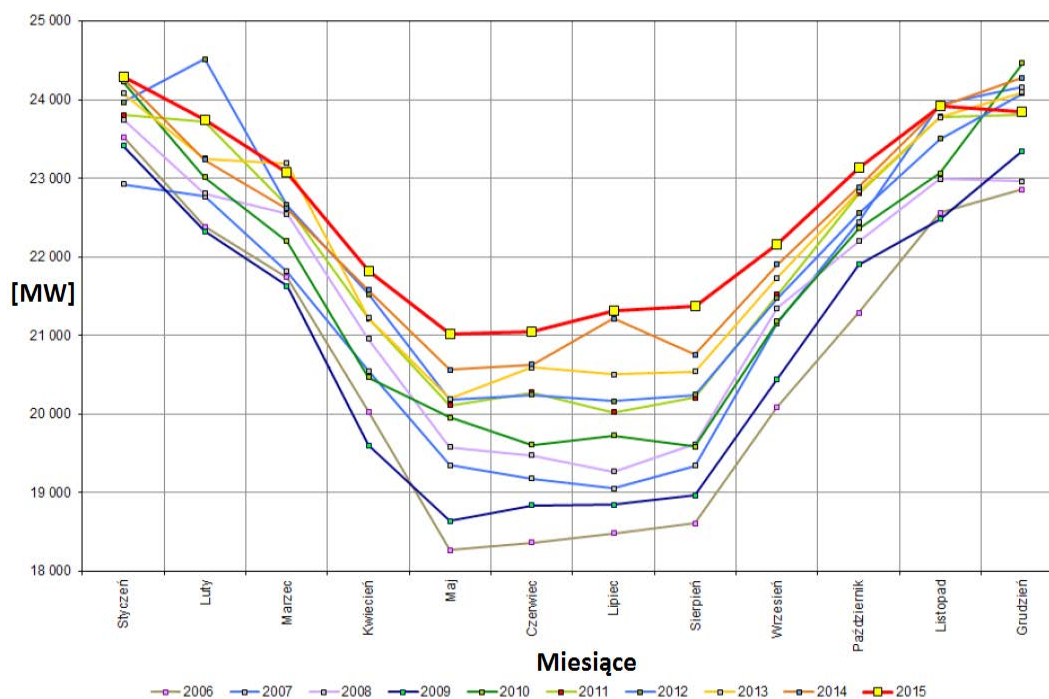
Fig. 6. Availability of power from power plants in the morning peak on 10 August 2015

Krytycznym momentem była awaria ówczesnie największego bloku w KSE (Bełchatów, 858 MW). System elektroenergetyczny nie spełniał wówczas kryterium $n - 1$, będącego podstawową zasadą bezpieczeństwa pracy sieci elektroenergetycznych, według której system musi pracować w taki sposób, żeby awaria jednego elementu (linii przesyłowej, dużej stacji transformatorowej czy bloku elektrowni ciepłej) nie spowodowała wyłączeń kaskadowych i w konsekwencji awarii całego systemu. W związku z niespełnieniem kryterium bezpieczeństwa $n - 1$ oraz niekorzystną prognozą bilansu w KSE w dniu 10 sierpnia 2015 r. PSE SA wprowadziło stopnie zasilania. Najwyższy 20 stopień zasilania (oznacza ograniczenie poboru mocy przez odbiorcę do ustalonego minimum, niepowodującego zagrożenia bezpieczeństwa osób lub uszkodzenia obiektów technologicznych, a także niepowodującego zakłócenia funkcjonowania obiektów strategicznych oraz szczególnie wrażliwych, takich jak obiekty związane z obronnością, telekomunikacją, wydobywaniem paliw kopalnych czy służbą zdrowia) obowiązywał jedynie przez 3 godziny. Należy podkreślić, że stopnie zasilania wprowadzane są po wykorzystaniu przez Operatora Systemu Przesyłowego (OSP) wszelkich możliwych środków służących poprawie funkcjonowania KSE i są ostatecznością. W sierpniu 2015 r. wystąpiło zagrożenie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, stąd operator podjął decyzję o zastosowaniu tak radykalnych kroków.

Od 2016 r. PSE dokłada wszelkich starań, by te remonty przesunąć na wiosnę i jesień. Dzięki temu w lecie jest dostępna większa moc w systemie.

1.3. Wpływ rosnącego zapotrzebowania na energię w okresie letnim

Zapotrzebowanie na energię elektryczną w okresie letnim jest niższe niż w zimie, jednak w ostatnich latach zauważono wyraźną tendencję wzrostową zapotrzebowania na nią w lecie (rys. 7). W czasie występowania upałów szczytowe zapotrzebowanie na moc pojawia się w godzinach 12–14. Jest to spowodowane głównie przez zwiększenie zużycia energii przez klimatyzatory, których przybywa z roku na rok. Urządzenia te są coraz popularniejsze w gospodarstwach domowych, a stały się już normą w zakładach produkcyjnych, obiektach usługowych, biurach czy budynkach użyteczności publicznej. Innymi urządzeniami przyczyniającymi się do takiego wzrostu zapotrzebowania w czasie upałów są wentylatory i urządzenia chłodnicze. Kolejnym powodem jest zastosowanie pewnych taryf dwustrefowych (G12 i G12w), w których gospodarstwa domowe w godzinach 13–15 korzystają z niższej o około 15% stawki za energię. Jest to rozwiązanie dobrze sprawdzające się w zimie (tzw. dolina południowa), jednak w lecie ma zły wpływ na funkcjonowanie KSE. Maksymalne zapotrzebowanie na moc 7 sierpnia 2015 r. przekroczyło 22 GW i stanowiło ówczesny rekord. Wystąpiło ono po godzinie 12, a więc typowej dla dni upalnych.

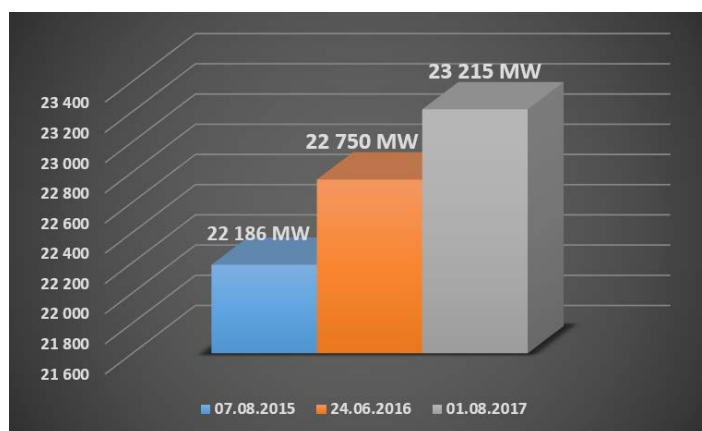


Rys. 7. Średnie miesięczne zapotrzebowanie na moc w dobowych szczytach obciążenia dni roboczych w 2015 roku na tle danych historycznych 2006–2015

Źródło: Raport Roczny PSE SA 2015 r.

Fig. 7. Average monthly demand for power on business day peaks in 2015 according to the background data 2006–2015

7 sierpnia praktycznie w całej Polsce maksymalna temperatura w ciągu doby przekroczyła 30°C. Rysunek 7 potwierdza więc istotny wpływ klimatyzatorów i urządzeń chłodzących na kształtowanie się zapotrzebowania na moc. Porównując szczytowe zapotrzebowanie na moc w dniu 10 lipca 2015 r. (17°C), które wyniosło 20 255 MW, a w dniu 7 lipca 2015 r. (31°C) 21 766 MW, można wysnuć wniosek, że wraz ze wzrostem średniej dobowej maksymalnej temperatury powietrza o 1°C, zapotrzebowanie na moc rośnie w przybliżeniu o ponad 100 MW. Należy jednak podkreślić, że owa zależność może być zauważalna jedynie w lecie, porównując dni upalne z dniami o znacznie niższej maksymalnej dobowej temperaturze powietrza. Ponadto rozkład temperatur nie zawsze jest równomierny na terenie kraju. Niemniej jednak wykazuje ona wpływ warunków meteorologicznych na zapotrzebowanie na moc w KSE. Decyzja o wprowadzeniu ograniczeń w poborze mocy była niezwykle istotna, gdyż prognozowane szczytowe zapotrzebowanie na moc wyniosłoby ponad 22 GW, czyli analogicznie jak 7 sierpnia. W związku z licznymi awariami bloków ciepłych (1/5 zapotrzebowania na moc) oraz ograniczeniem wytwarzania jej z powodu problemów z chłodzeniem, istniało ryzyko niepokrycia szczytowego zapotrzebowania. Rysunek 8 przedstawia letnie szczyty zapotrzebowania na energię w latach 2015–2017. Wskazuje on, że co roku szczytowe zapotrzebowanie rosło o około 500 MW. W związku z tym należy przygotować się na fakt, że tendencja wzrostowa będzie nadal utrzymana (Proгноza... 2016), a ponadto fale upałów mogą występować w lecie coraz częściej (Della-Marta i in. 2007), co może spowodować wystąpienie warunków analogicznych do tych z sierpnia 2015 r.



Rys. 8. Zestawienie maksymalnego zapotrzebowania na moc elektryczną w lecie w latach 2015–2017 [MW]
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PSE SA

Fig. 8. A comparison of peak power demand in summer 2015–2017

1.4. Sytuacja w sąsiednich systemach elektroenergetycznych

W sierpniu 2015 roku fala upałów dała się we znaki szczególnie mieszkańcom Europy Środkowo-Wschodniej. Analizując sytuację w sąsiednich systemach elektroenergetycznych,

można stwierdzić, że najlepiej poradzono sobie w Niemczech. Z uwagi na dużą moc zainstalowaną fotowoltaiki w niemieckim systemie elektroenergetycznym Niemcom nie groził brak energii. Warto zauważyć, że w sierpniu 2015 r. aż 32,6% krajowego zapotrzebowania na energię pokrywały źródła odnawialne (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE). Fotowoltaika miała 12,2% udziału w strukturze wytwarzania energii, będąc czwartym największym źródłem energii. Tak duża ilość energii wytworzonej ze źródeł odnawialnych wpłynęła na zaostrzenie problemu z przepływami kołowymi. Nieplanowane przepływy z kierunku zachodniego wpłynęły na pracę sieci przesyłowych. W Czechach natomiast podstawą systemu były elektrownie węglowe oraz jądrowe. Fotowoltaika stanowiła jedynie dodatek w miksie energetycznym. PSE zamierzały zakontraktować energię z Czech, co wyraźnie poprawiłoby sytuację w KSE. Niestety nad ranem 12 sierpnia doszło do niegroźnej awarii w bloku nr 2 elektrowni jądrowej w Temelinie. Uszkodzeniu uległ izolator przepustowy (element izolujący szynoprzewód wyprowadzający energię z generatora) (Artykuł... 2015), co spowodowało awarię układu chłodzenia. W związku z tym blok został wyłączony, a czeski system pozbawiony 1000 MW mocy. Awaria ta nie była groźna i nie istniało jakiegokolwiek ryzyko radiologiczne, jednak uniemożliwiło to import energii z tego kierunku. Dzięki połączeniu SwePol Link – podmorską linią kablową wysokiego napięcia prądu stałego pomiędzy Szwecją a Polską – w sierpniu 2015 możliwy był import mocy ze Szwecji (600 MW). Sytuacja na Słowacji i Ukrainie nie miała większego wpływu na funkcjonowanie KSE, natomiast połączenie z Litwą wówczas jeszcze nie istniało. O niepokojąco dużej skali przepływów kołowych, które miały miejsce w sierpniu 2015 roku, świadczy bilans wymiany energii na podstawie danych ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) (tab. 1). Import z Niemiec i Szwecji wyniósł sumarycznie 1299 GWh, natomiast eksport w kierunku południowym (Czechy, Słowacja) aż 1260 GWh, co oznacza, że prawie 97% energii importowanej z kierunku zachodniego i północnego zostało wyprowadzone z KSE i przesłane do Czech i Słowacji. Tak duży eksport w sytuacji

TABELA 1. Bilans wymiany energii z sąsiednimi systemami elektroenergetycznymi w sierpniu 2015 r.

TABLE 1. The balance of cross border physical flows between Poland and other countries in August 2015

Kraj	Bilans wymiany energii [GWh]
Niemcy	940
Szwecja	359
Czechy	-838
Słowacja	-422
Białoruś	0
Ukraina	0
Litwa	-
Razem	39

zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii był działaniem wysoce niekorzystnym i nieplanowanym. Nadwyżka wyniosła zaledwie 39 GWh, co było wartością zupełnie niewystarczającą. Wydarzenia z sierpnia 2015 r. wykazały słabość połączeń transgranicznych w czasie występowania przepływów kołowych. PSE przekazały do ENTSO-E raport na temat tych wydarzeń, gdzie jako jedną z najważniejszych przyczyn wymieniono przepływy kołowe, które praktycznie uniemożliwiły import energii na potrzeby KSE. Natomiast w Streszczeniu Raportu na temat sytuacji z sierpnia 2015 r PSE przyznaje, że z powodów przepływów kołowych możliwości realizacji importu energii elektrycznej do polskiego systemu elektroenergetycznego są ograniczone praktycznie do zera.

2. Sposoby zapobiegania sytuacji zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej w lecie

Najwyższa Izba Kontroli (NIK) 31 marca 2014 r. przedstawiła raport „Funkcjonowanie i bezpieczeństwo elektroenergetycznych sieci przesyłowych”. Przeanalizowano funkcjonowanie sieci przesyłowych w latach 2009–2013 (I półrocze) pod kątem efektywności, niezawodności prac i planowanych inwestycji w obszarze elektroenergetyki. Jeden z wniosków tej kontroli NIK-u zasługuje na szczególną uwagę: „Niedostatek mocy dyspozycyjnej w elektrowniach krajowych w stosunku do zapotrzebowania może wystąpić od 2015 r. Szczególnie w okresach nasilonych remontów planowych jednostek wytwórczych oraz w przypadku wystąpienia ekstremalnych warunków pogodowych, które powodują trudności z przesyłaniem energii elektrycznej oraz chłodzeniem jednostek wytwórczych w obiegach otwartych” (Funkcjonowanie... 2014). Z powyższego cytatu wynika jasno, że już rok wcześniej kontrolerzy NIK-u wskazali potencjalne zagrożenie i precyzyjnie opisali mechanizm przyczynowy jego powstawania. Niestety pomimo że raport został wydany przez organ administracji państwowej, jego wnioski nie zostały nigdzie uwzględnione. Niewyciągnięcie wniosków z raportu już nieco ponad rok później skutkowało wystąpieniem sytuacji opisanej przez NIK. Pojawienie się zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej w sierpniu 2015 roku nie było spowodowane jedną konkretną przyczyną, ale przez cały ich ciąg oraz sekwencję niekorzystnych zdarzeń. Stąd postulując rozwiązania mające na celu zapobieganie wystąpienia podobnych zdarzeń w przyszłości, nie można ograniczyć się do pojedynczych wniosków, ale trzeba zaproponować zmiany na wielu płaszczyznach. Na początku warto wspomnieć o inwestycjach w nowe moce wytwórcze, które jeszcze nie zostały oddane do eksploatacji. Inwestycje te są wpisane w obecną strategię energetyczną, jednak w celu podjęcia działań mających na celu zapobieganie wystąpienia zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii – podobnego do tego z sierpnia 2015 r. – powinno się zwrócić większą uwagę na dywersyfikację źródeł energii. Przede wszystkim należy wspomnieć o fotowoltaice, która spełniłaby kluczową rolę w stabilizacji KSE i pokryciu rosnącego zapotrzebowania w połączeniu z obniżeniem dostępnej mocy z elektrowni cieplnych. Niemcy w sierpniu 2015 r. ponad 12% krajowego zapotrzebowania pokrywali z fotowoltaiki, m.in. dzięki temu nie wystąpiło tam zagrożenie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej. Według danych URE na 30 września 2017 r. moc zainstalowana fotowoltaiki w Polsce wyniosła 103,896 MW.

Dla porównania w Czechach w 2017 r. przekroczyła 2 GW (według Solární asociace). Czechy, mające porównywalne warunki solarne do Polski, tak dużą zainstalowaną moc, opartą na energii słonecznej, zawdzięczają wyjątkowo atrakcyjnemu systemowi taryf gwarantowanych. Sytuacja, która wystąpiła w sierpniu 2015 r., stanowi przesłankę do zwiększenia mocy zainstalowanej fotowoltaiki w Polsce. Warto podkreślić, że fotowoltaika jest najlepszym źródłem mogącym w znaczący sposób zniwelować ryzyko powtórzenia sytuacji z sierpnia 2015 r., ponieważ jej największa efektywność zbiega się z występowaniem upałów. Ponadto budowa elektrowni fotowoltaicznych jest znacznie szybsza niż budowa tradycyjnych bloków węglowych czy gazowych. Wydarzenia opisywane w niniejszym artykule pokazały, że KSE potrzebuje źródeł, które są w stanie pokryć zapotrzebowanie szczytowe. Stąd potrzeba dywersyfikacji struktury wytwarzania energii elektrycznej i budowy nowych źródeł fotowoltaicznych, a także gazowych (mających bardzo krótki czas rozruchu w stosunku do tradycyjnych bloków węglowych). Jednak z uwagi na niestabilność pracy źródeł odnawialnych w KSE konieczne jest utrzymywanie rezerwy tworzonej przez źródła konwencjonalne. Pewnym rozwiązaniem tego problemu może być rozwój energetyki rozproszonej, objawiający się szczególnie w promowaniu energetyki prosumenckiej oraz budowaniu farm fotowoltaicznych. Lokalizacja źródeł blisko odbiorców zniweluje straty związane z przesyłem. Przepływy kołowe w znaczny sposób przyczyniły się do pogorszenia i tak trudnej sytuacji oraz praktycznie zniwelowały do zera możliwości importu energii. Jest to znaczący problem polskiej energetyki i w gestii władz na szczeblu państwowym oraz zarządu PSE SA leży jego jak najszybsze rozwiązanie. Najlepszym wyjściem z punktu widzenia Polski jest budowa linii NN łączących północ i południe Niemiec (która już się rozpoczęła, lecz jest znacznie spowalniana wskutek protestów lokalnych społeczności) lub rozdzielenie wspólnego rynku niemiecko-austriackiego. W czerwcu 2016 r. wystąpiła stosunkowo podobna sytuacja do tej będącej tematyką niniejszego artykułu, jednak jej skala i skutki były zdecydowanie mniejsze. Z uwagi na upały, pogorszenie się sytuacji hydrologicznej, zwiększone zapotrzebowanie na energię elektryczną w godzinach południowych oraz awarie jednostek wytwórczych KSE pracował już na niewielkim marginesie bezpieczeństwa. Kolejnym elementem KSE wymagającym inwestycji są sieci przesyłowe, które w sytuacji wystąpienia fali upałów oraz znacznego wzrostu zapotrzebowania na energię są tzw. wąskim gardłem całego systemu. Jednym z rozwiązań tego problemu może być wymiana obecnie stosowanych przewodów na przewody o wyższej temperaturze pracy. Drugim rozwiązaniem może być podwyższenie napięcia z 220 na 400 kV na już istniejących liniach. Pozwoli to na wzrost przepustowości linii bez konieczności prowadzenia inwestycji, które często napotykają na opór lokalnych społeczności, jak choćby budowa linii 400 kV Kozienice–Ołtarzew. Kolejnym rozwiązaniem, które powinno zostać zaimplementowane na szerszą skalę, jest usługa zarządzania popytem DSR (*Demand Side Response*). Korzyści ze stosowania DSR są obopólne, zarówno dla odbiorców usługi, jak i OSP oraz KSE. Firmy będące odbiorcami usługi otrzymują dodatkowe przychody (w szczególności w programie gwarantowanym). Z kolei dla KSE wprowadzenie usługi DSR oznacza zwiększenie bezpieczeństwa i stabilności systemu, szczególnie w momencie, gdy zapotrzebowanie rośnie szybciej niż generacja mocy. Dobrze rozwinięta usługa DSR może też zastąpić stosowanie interwencyjnych bloków energetycznych. W czerwcu 2017 r. PSE pozyskało dostawców usługi DSR

o sumarycznej mocy 361 MW latem i 315 MW zimą. Jest to jednak wciąż zbyt mała moc, aby zabezpieczyć KSE przed takimi sytuacjami, jak ta z sierpnia 2015 r. W tym celu moc dostępna w ramach usługi DSR powinna wynosić co najmniej 1000 MW, a więc winna pokryć wzrost zapotrzebowania wynikający z warunków meteorologicznych. Warto także wspomnieć o wprowadzeniu rynku mocy, który ma stanowić impuls do modernizacji istniejących jednostek wytwórczych i budowy nowych.

Podsumowanie

W artykule wykazano jednoznacznie, że sytuacja, jaka miała miejsce w sierpniu 2015 r., stanowiła zagrożenie dla bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej. W tym czasie prawidłowo zadziałały wszystkie procedury i w związku z wykorzystaniem wszystkich dostępnych środków PSE SA podjęło decyzję o wprowadzeniu stopni zasilania. Decyzja o ograniczeniu dostaw energii była słuszna i konieczna. Trzeba jednak wskazać, że dla niektórych przedsiębiorców była ona wyjątkowo kłopotliwa, szczególnie dla przemysłu spożywczego, który nie jest objęty wyjątkami określonymi w IRiESP (Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej). O nieprzygotowaniu przedsiębiorców na wprowadzenie stopni zasilania świadczy także fakt ogromnej ilości postępowań prowadzonych przez URE, mających wyjaśnić przypadki niezastosowania się do ograniczeń oraz nałożyć potencjalne kary finansowe. Należy jednak podkreślić, że sytuacja z sierpnia 2015 r. nie wpłynęła znacząco na sytuację gospodarczą czy dynamikę PKB. Był to jednak wyraźny sygnał do przeprowadzenia koniecznych zmian, które mają na celu zapobieganie powtórnemu wystąpieniu podobnych zdarzeń. Zużycie energii w lecie ma tendencję wzrostową i KSE musi być na to przygotowany.

Dziękuję dr hab. inż. Tadeuszowi Olkuskiewiczowi za wspieranie w realizacji niniejszego artykułu.

Literatura

- Artykuł odnośnie do awarii w elektrowni Temelin. [Online] <http://adamrajewski.natemat.pl/151373,niegrozna-usterka-w-elektrowni-jadrowej-temel-n> [Dostęp: 28.04.2018].
- Della-Marta i in. 2007 – Della-Marta P.M., Haylock M.R., Luterbacher, J. i Wanner, H. 2007. Doubled length of western European summer heat waves since 1880. *Journal of Geophysical Research* Vol. 112, Is. D15.
- Funkcjonowanie i bezpieczeństwo elektroenergetycznych sieci przesyłowych. Najwyższa Izba Kontroli, 31.03.2014 r., Warszawa.
- Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej. PSE SA.
- Komentarz PSE do publikacji Forum Analiz Energetycznych FAE dotyczących niedoboru mocy w polskim systemie elektroenergetycznym w sierpniu 2015 r. Biuro Komunikacji PSE, wrzesień 2015, Konstancin-Jeziorna.
- Kossowska-Cezak, U. 2010. Fale upałów i okresy upalne. *Prace geograficzne zeszyt* 123. Kraków: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, s. 143.
- Pogoda bez wpływu na pracę elektrowni. PGE GiEK SA. [Online] Dostępne w: <https://elbelchatow.pgegiiek.pl/Aktualnosci/Pogoda-bez-wplywu-na-prace-elektrowni> [Dostęp: 28.04.2018].
- Prognoza... 2016. Prognoza pokrycia zapotrzebowania szczytowego na moc w latach 2016–2035. PSE SA, Konstancin-Jeziorna, 20 maja 2016 r.

- Rączka, J. i Maćkowiak-Pandera, J. 2015. Niedobory mocy w polskim systemie elektroenergetycznym – komentarz Forum Analiz Energetycznych. Forum Analiz Energetycznych. [Online] Dostępne w: http://forum-energii.eu/files/file_add/file_add-42.pdf [Dostęp: 28.04.2018].
- Streszczenie Raportu PSE SA 2016. [Online] https://www.pse.pl/documents/20182/51490/Raport_Roczny_2015.pdf/0edfb3b1-3011-430b-b7ea-fb1e7234c2e4?safeargs=646f776e6c6f61643d74727565 [Dostęp: 28.04.2018].
- Streszczenie Raportu zawierającego ustalenia dotyczące przyczyn powstałego zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, zasadności podjętych działań i zastosowanych środków w celu jego usunięcia, staranności i dbałości operatorów systemu elektroenergetycznego oraz użytkowników systemu, w tym odbiorców energii elektrycznej, o zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, w okresie 10–31.08.2015 r. PSE SA luty 2016, Konstancin-Jeziorna. [Online] Dostępne w: <http://www.me.gov.pl/files/upload/24635/Streszczenie%20Raportu%20OSP.pdf> [Dostęp: 27.04.2018].