

# BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE, A PLANOWANIE DOSTAW PALIW W PRZEDSIĘBIORSTWACH ENERGETYCZNYCH

*W artykule omówiono planowanie dostaw paliw w przedsiębiorstwie energetycznym w kontekście bezpieczeństwa energetycznego. Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego jest najistotniejszym celem polityki energetycznej. Przedsiębiorstwa energetyczne, aby zagwarantować ciągłość dostaw energii, muszą posiadać odpowiednie zapasy paliw. Prawidłowo dobrane procesy zaopatrzenia mogą zasadniczo ograniczyć zapasy węgla w magazynach, jednocześnie gwarantując utrzymanie bezpieczeństwa energetycznego.*

## WSTĘP

Produkcja i dystrybucja energii elektrycznej oraz produkcja i transport paliw energetycznych należy do infrastruktury krytycznej [16]. Jest ona kluczowym elementem z punktu widzenia bezpieczeństwa narodowego, stabilności i rozwoju gospodarczego, a także funkcjonowania społeczeństwa. Rosnące znaczenie obiektów i systemów infrastruktury krytycznej dla bezpieczeństwa państwa wynika z ich strategicznego znaczenia dla podtrzymania niezakłóconego funkcjonowania państwa w różnych warunkach. Niezmiernie ważne jest podjęcie odpowiednich kroków, mających na celu zabezpieczenie tych elementów. Pozwoli to na zapewnienie ciągłości działania i integralności infrastruktury krytycznej oraz szybkiego odtwarzania na wypadek awarii, czy też innych zdarzeń zakłócających jej prawidłowe funkcjonowanie. Dlatego też na poziomie unijnym, a także krajowym, istnieje szereg przepisów, które regulują działalność przedsiębiorstw energetycznych, mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego. Obowiązek ciągłości dostaw energii wynika więc z przyjętej strategii, polityki energetycznej i obowiązujących aktów prawnych.

Celem artykułu jest zatem wskazanie uwarunkowań zapewniających bezpieczeństwo energetyczne, z uwzględnieniem przyjętych regulacji prawnych oraz rozwiązań logistycznych w procesach zaopatrzenia magazynów w węgiel..

## 1. BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE W DOKUMENTACH POLITYKI ENERGETYCZNEJ POLSKI ORAZ AKTACH PRAWNYCH

Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju jest jednym z celów polityki energetycznej państwa [21], ponieważ w bezpośredni sposób przyczynia się do rozwoju całej gospodarki i poziomu życia społeczeństwa. Polska, będąc państwem członkowskim Unii Europejskiej, musiała dostosować swoje prawo do zapisów prawa energetycznego obowiązującego na terenie Wspólnoty.

Dokumenty, które zobowiązały Polskę do dostosowania prawa krajowego z prawem unijnym w dziedzinie energetyki to: podpisany w dniu 16 grudnia 1991 r. Układ Europejski o Stowarzyszeniu Rzeczypospolitej Polskiej ze Wspólnotą Europejską [31] oraz podpisana 17 grudnia 1991 roku Europejska Karta Energetyczna [5]. Określone w nich zostały płaszczyzny współpracy Polski z Unią Europejską

w dziedzinie energetyki, która ma być realizowana w ramach zasad gospodarki rynkowej oraz rozwijana wraz z postępującą integracją rynku polskiego z rynkiem Wspólnoty. Współpraca ta dotyczy przede wszystkim: modernizacji infrastruktury, poprawy i zróżnicowania zaopatrzenia, opracowywania i planowania polityki energetycznej, popierania oszczędzania energii i efektywności w zakresie energetyki [9].

Zgodnie z tymi dokumentami zapewnienie bezpieczeństwa energetyczne kraju stanowi jeden z podstawowych celów polityki energetycznej Polski. Polityka ta w szczególności określa takie elementy wpływające na bezpieczeństwo jak: bilans paliwowo-energetyczny kraju, zdolności wytwórcze krajowych źródeł paliw i energii, zdolności przesyłowe, efektywność energetyczną gospodarki, rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, wielkości i rodzaje zapasów paliw oraz kierunki restrukturyzacji i przekształceń własnościowych sektora paliwowo-energetycznego.

Najistotniejszymi zasadami polityki energetycznej są [21]:

- pełna integracja polskiej energetyki z europejską i światową,
- zasada harmonijnego gospodarowania energią w warunkach społecznej gospodarki rynkowej,
- wypełnianie zobowiązań traktatowych Polski,
- wspomaganie rozwoju odnawialnych źródeł energii (OZE),
- zasadę rynku konkurencyjnego z niezbędną administracyjną regulacją w obszarach, w których mechanizmy rynkowe nie działają.

Rząd RP, w celu określenia założeń polityki energetycznej, opublikował szereg dokumentów. Należą do nich:

- **Polityka energetyczna Polski do 2025 roku** – dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 4 stycznia 2005 r. – zawiera pakiet działań, mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego, konkurencyjności gospodarki, jej efektywności energetycznej oraz ochrony środowiska (M.P. nr 42, poz. 562) [20],
- **Polityka energetyczna Polski do 2030 roku** – dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 10 listopada 2009 r. – jest to strategia państwa, która zawiera rozwiązania wychodzące naprzeciw najważniejszym wyzwaniom polskiej energetyki [21],
- **Program dla elektroenergetyki** – dokument przyjęty przez Radę Ministrów 27 marca 2006 r. – główne cele Programu to obniżenie kosztów wytwarzania, przesyłania i dystrybucji energii

elektrycznej, wzrost bezpieczeństwa energetycznego i niezawodności dostaw oraz ograniczenie wpływu energetyki na środowisko [23],

- **Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej (EEAP) 2007** – dokument opublikowany przez Ministerstwo Gospodarki w czerwcu 2007 r. [15],
- **Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko perspektywa do 2020 roku** – dokument opublikowany przez Ministerstwo Gospodarki i Ministerstwo Środowiska w kwietniu 2014 r. – obejmuje dwa niezwykle istotne obszary: energetykę i środowisko, wskazując m.in. kluczowe reformy i niezbędne działania, które powinny zostać podjęte w perspektywie do 2020 roku [28].

Dokumentem regulującym zagadnienia energetyki w prawie krajowym, jest Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne* [22], której ostatnia zmiana weszła w życie 12 lutego 2015 roku. Ustawa ta określa zasady kształtowania polityki energetycznej państwa, zasady i warunki zaopatrzenia i użytkowania paliw i energii, w tym ciepła, zasady działalności przedsiębiorstw energetycznych oraz organy właściwe w sprawach gospodarki paliwami i energią. Ustawa *Prawo energetyczne* jest najważniejszym aktem prawnym w aspekcie bezpieczeństwa energetycznego kraju, a postanowienia w niej zawarte mają kluczowe znaczenie w tym obszarze.

Warunki realizacji przepisów Ustawy *Prawo energetyczne* regulują następujące rozporządzenia i obwieszczenia:

- Rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej w sprawie zapasów paliw w przedsiębiorstwach energetycznych z dnia 12 lutego 2003 r. – Dz. U. Nr 39, poz. 338 ze zm. [24],
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Polityki Społecznej z dnia 23 kwietnia 2004 r. w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz zasad rozliczeń w obrocie energią elektryczną - Dz.U. 2004 nr 105 poz. 1114 [25],
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 15 stycznia 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemów ciepłowniczych - Dz.U. 2007 nr 16 poz. 92 [26],
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego - Dz.U. 2007 nr 93 poz. 623 [27],
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 21 grudnia 2009 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2030 r. (M.P. Nr 2, poz. 11) [18],
- Obwieszczenia Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2009 r. w sprawie sprawozdania z wyników nadzoru nad bezpieczeństwem zaopatrzenia w energię elektryczną (M.P. Nr 56, poz. 771) [17].

Problem bezpieczeństwa energetycznego kraju jest bardzo szeroko ujęty w ustawie PE [82]. Dotyczy przede wszystkim zagadnień i regulacji związanych z zapewnieniem: bezpieczeństwa energetycznego kraju, bezpieczeństwa dostaw energii oraz bezpieczeństwa funkcjonowania systemu przesyłowego i systemów dystrybucyjnych. Według ustawy „bezpieczeństwo energetyczne jest to stan gospodarki kraju umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na energię w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska”. Natomiast bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej to „zdolność systemu elektroenergetycznego do zapewnienia bezpieczeństwa systemu sieci elektroenergetycznej oraz równoważenia dostaw energii elektrycznej z zapotrzebowaniem na tę energię.” [22]

Bezpieczeństwo energetyczne wymusza odpowiednią wielkość poziomu zapasów minimalnych [6], [7], [8], które przedsiębiorstwa powinny utrzymywać, aby zagwarantować nieprzerwany cykl pro-

dukcji energii. Jednak większość przedsiębiorstw energetycznych gromadzi zapasy, których wielkość znacznie przekracza wielkości normatywne wynikające z rozporządzenia w sprawie zapasów paliw [24]. Dlatego też odpowiednio dobrane procesy zaopatrzenia mogą zasadniczo ograniczyć koszty funkcjonowania elektrociepłowni przez zmniejszenie pojemności magazynów i poziomu gromadzonych w nich zapasów, jednocześnie gwarantując utrzymanie bezpieczeństwa energetycznego obsługiwanego obszaru.

## 2. ŁAŃCUCH DOSTAW W PRZEDSIĘBIORSTWIE ENERGETYCZNYM

Zaopatrzenie elektrociepłowni w węgiel opałowy jest dużym wyzwaniem, ponieważ przedsiębiorstwa energetyczne podlegają tym samym prawom gospodarki magazynowej, co przedsiębiorstwa produkcyjne czy handlowe. Dodatkowym elementem mającym wpływ na poziom zapasów w przedsiębiorstwach tej branży jest bezpieczeństwo energetyczne, czyli konieczność zapewnienia ciągłości dostaw energii cieplnej i elektrycznej dla popytu zgłaszającego przez odbiorców.

W celu zapewnienia właściwego poziomu obsługi klienta na rynku energetycznym w Polsce, wykorzystuje się dostępne źródła energii i surowce energetyczne [11]. Pomimo dominującego w Unii Europejskiej trendu produkcji „czystej energii”, w Polsce nadal głównym paliwem energetycznym jest węgiel [8]. Podstawowym paliwem wykorzystywanym do produkcji ciepła jest węgiel kamienny, którego udział w produkcji ciepła stanowi 74,1% [4].

Głównymi dostawcami węgla na rynku energetycznym w Polsce są [10]:

- Jastrzębska Spółka Węglowa S.A.: KWK Borynia-Zofiówka, KWK Budryk, KWK Jas-Mos, KWK Krupiński, KWK Pniówek;
- Katowicki Holding Węglowy S.A.: KWK Murcki-Staszic, KWK Mysłowice-Wesoła, KWK Wieczorek, KWK Wujek;
- Kompania Węglowa S.A.: Oddział KWK Bielszowice, Oddział KWK Bobrek - Centrum Ruch Bobrek, Oddział KWK Bobrek - Centrum Ruch Centrum, Oddział KWK Bolesław Śmiały, Oddział KWK Brzeszcze-Silesia Ruch I, Oddział KWK Chwałowice, Oddział KWK Halemba-Wirek Ruch Halemba, Oddział KWK Halemba-Wirek Ruch Wirek, Oddział KWK Jankowice, Oddział KWK Knurów-Szczygłowice, Oddział KWK Marcel, Oddział KWK Piast, Oddział KWK Pokój, Oddział KWK Rydułtowy-Anna Ruch I, Oddział KWK Rydułtowy-Anna Ruch II, Oddział KWK Sośnica-Makoszowy Ruch Makoszowy, Oddział KWK Sośnica-Makoszowy Ruch Sośnica, Oddział KWK Ziemowit, Oddział Zakład Górniczy Piekary;
- Kopalnie – Spółki: KWK Kazimierz-Juliusz sp. z o.o., Lubelski Węgiel Bogdanka S.A., Siltech sp. z o.o.;
- Południowy Koncern Węglowy S.A.: Zakład Górniczy Janina, Zakład Górniczy Sobieski;
- Przedsiębiorstwo Górnicze "SILESIA" sp. z o.o..

Podstawą rozwiązań logistycznych w przedsiębiorstwach energetycznych, a w szczególności koncepcja logistycznego łańcucha dostaw [1], [32], którego istota polega na integracji przepływów we wszystkich jego elementach składowych oraz powiązań z innymi firmami, stanowi podejście systemowe.

Działalność przedsiębiorstw energetycznych pozostaje w stałej zależności działań z dostawcami w łańcuchu zaopatrzenia, podwykonawcami w łańcuchu dystrybucji, a także odbiorcami, czyli w całym łańcuchu logistycznym. Wymagania rynku odbiorców mają decydujący wpływ na procesy zaopatrzenia i jakości sprowadzanych surowców, a także procesy magazynowania, technologię i proces produkcji oraz realizacji dostaw w procesie dystrybucji energii elektrycznej i cieplnej [12].

Przedsiębiorstwa energetyczne, które chcą zapewniać bezpieczeństwo energetyczne [3] na danym obszarze, muszą planować działania dotyczące wytwarzania i dostaw energii, obejmujące kompletny łańcuch logistyczny [14].

Planowanie dostaw energii i odpowiedni poziom obsługi klienta [49] na docelowym rynku (ilości, miejsca i czasu) wywołuje wiele zintegrowanych konsekwencji dotyczących procesów dostarczenia energii cieplnej i elektrycznej odbiorcom, procesów produkcji i kooperacji produkcyjnej oraz dostaw zaopatrzeniowych i współpracy z dostawcami paliw i innych materiałów. Z punktu widzenia bezpieczeństwa łańcuchów logistycznych w energetyce należy wziąć pod uwagę łańcuch dostaw, który zapewnia ciągłość dostaw energii i ciepła odbiorcom poprzez odpowiednie planowanie zapasów paliw. Integracja działań w łańcuchu dostaw zaangażowanych w obsługę klienta na docelowym rynku i komórek organizacyjnych wewnątrz przedsiębiorstw wymaga sprzężenia w planowaniu działań, które mają swój początek i koniec na rynku (rys. 1.).

W łańcuchu dostaw [2], [32], w którym jednostki współpracują przy wytwarzaniu i dostarczaniu energii ostatecznym odbiorcom, zależności pomiędzy dokonaniem poszczególnych przedsiębiorstw odgrywają szczególną rolę. Wynika to z konieczności dostosowania dostarczania energii elektrycznej i cieplnej do potrzeb zgłaszanych przez rynek. Spełnienie bezpieczeństwa energetycznego jest tym bardziej utrudnione, że dostawcy dążą równocześnie do zapewnienia płynności dostaw energii oraz niskiego poziomu kosztów działalności. Szybka i niezakłócona obsługa odbiorców, zgodnie z ich oczekiwaniami, nie jest możliwa bez wymiany informacji pomiędzy ostatecznymi nabywcami a dystrybutorami, co umożliwiła z jednej strony szybką realizację zamówień wpływającą na planowanie produkcji i dostaw oraz informowanie o zmianach zapotrzebowania.

Podstawowym problemem jaki trzeba rozwiązać na każdym etapie wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej, jest uzyskanie precyzyjnej prognozy zapotrzebowania na energię w systemie energetycznym (lokalnym) i odpowiednie zaplanowanie dostaw paliw do przedsiębiorstwa, bez tworzenia zbędnych zapasów, które generują koszty. Od wyniku tej prognozy uzależnione jest bezpieczeństwo energetyczne obsługiwanego obszaru [29], jak i poziom osiąganego zysku z dostarczenia energii cieplnej i elektrycznej odbiorcom. Prognoza zapotrzebowania na energię cieplną i elektryczną wpływa również na dostawy paliw stałych i zapasy węgla gromadzone w magazynach przedsiębiorstw energetycznych. Dlatego też odpowiednio dobrane procesy zaopatrzenia [19] mogą zasadniczo ograniczyć ilość dostarczanego do nich węgla i wielkość gromadzonych zapasów, co w znaczący sposób może wpłynąć na koszty.

### 3. PROCEDURY PLANOWANIA DOSTAW PALIW W PRZEDSIĘBIORSTWIE ENERGETYCZNYM

Czynnością przedsiębiorstwa energetycznego zmierzającą do zapewnienia ciągłości dostaw energii do odbiorców jest odpowiednie planowanie zaopatrzenia elektrociepłowni w węgiel przy jednoczesnym utrzymaniu awaryjnego stanu węgla w magazynie, który wystarczy na pokrycie założonych wielkości miesięcznego zużycia. Planowanie to jest dokonywane na podstawie archiwalnego zużycia na początku rocznego okresu grzewczego rozpoczynającego się zazwyczaj w listopadzie i kończącego się w październiku roku następnego. W przypadkach koniecznych przedsiębiorstwo w trakcie jednego okresu grzewczego może dokonać korekt planu zaopatrzenia w węgiel, ale procedura ta jest nieznaną (dokonywane są na podstawie wcześniejszych doświadczeń).

Model zaopatrzenia przedsiębiorstwa energetycznego w węgiel zaprezentowano na rysunku (rys. 2).

Model ten oprócz procedur planowania dostarcza również inne możliwości dopasowania się do zmieniających się potrzeb. W ciągu okresu grzewczego uruchamiane są procedury w odpowiedzi na stany węgla w magazynie wymagające odpowiedniej reakcji, tj. dokupienia dodatkowego węgla albo rezygnacji z części zakontraktowanego już wcześniej węgla.

Pierwszą czynnością realizowaną podczas symulacji z użyciem modelu MS (rys. 2.) jest opracowanie skorygowanego planu miesięcznego zużycia węgla  $P_m^k$ . Model daje dwie możliwości w zakresie konstrukcji planu  $P_m^k$ . Pierwszą z nich jest ustalenie planowanego miesięcznego zużycia na pewnym założonym poziomie niezależnym od aktualnego zakontraktowanego zapotrzebowania na węgiel oraz zużycia węgla w poprzednich latach.

Drugą możliwością w zakresie konstrukcji planu  $P_m^k$  jest jego wyznaczenie na podstawie danych archiwalnych (zużycie z 3 ostatnich lat).

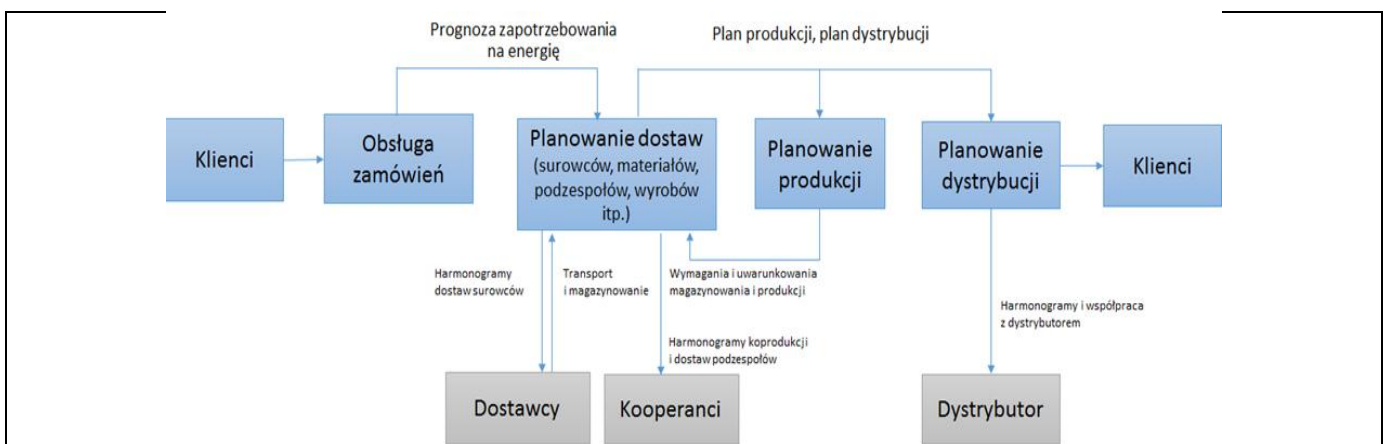
Proces generowania planu  $P_m^k$  można również przedstawić za pomocą formuł matematycznych:

Roczny plan zużycia paliwa:

$$P_r^k [i] = \sum_{i=1}^{12} P_m^k [i] \quad (1)$$

Miesięczny plan zużycia paliwa:

$$P_m^k [i] = MKW[i]wsp[i] \quad (2)$$



Rys. 1. Integracja planowania działań partnerów i wewnętrznych komórek organizacyjnych przedsiębiorstw energetycznych w łańcuchu dostaw [opracowanie własne na podstawie: [30]]

Miesięczna zamówiona moc (zapotrzebowanie na węgiel) w  $i$ -tym miesiącu:

$$MKW[i] = \sum_{k=D_i^p}^{D_i^k} ZW[k, ZZ] \quad (3)$$

Współczynnik średniego zużycia węgla do mocy zamówionej (w ciągu 3 lat) dla  $i$ -tego miesiąca:

$$wsp[i] = \frac{\sum_{l=1}^3 \frac{MZW[i, l]}{MKW[i]}}{3} \quad (4)$$

Archiwalne zużycie węgla w  $i$ -tym miesiącu:

$$MZW[i, l] = \sum_{k=D_i^p}^{D_i^k} ZW[k, I[l]] \quad (5)$$

gdzie:

$D_i^p$  – jest początkowym dniem  $i$ -tego miesiąca,

$D_i^k$  – jest końcowym dniem  $i$ -tego miesiąca,

$I[1] = AZ1, I[2] = AZ2, I[3] = AZ3$  – archiwalne zużycie węgla 1 rok, 2 lata lub 3 lata temu.

Następną czynnością w ramach modelu MS jest określenie dziennego planu zaopatrzenia elektrowni w węgiel  $P_z$ , czyli jest to ilość węgla dostarczanego każdego dnia do magazynu. Czynność ta jest realizowana oddzielnie dla każdego miesiąca w roku. Miesięczne zapotrzebowanie na węgiel jest rozbijane najpierw na  $n$  części o wielkości nieprzekraczającej maksymalnej ilość węgla, która może być dziennie dostarczona do magazynu ( $D_{max}$ ).

Części te wyznaczone są ze wzoru:

$$n = \lceil P_m^k[i] / D_{max} \rceil \quad (6)$$

Części te przyporządkowywane są do pierwszych dni roboczych (bez sobót, niedziel i świąt) w miesiącu. Reszta o wielkości  $P_m^k[i] - nD_{max}$  jest dostarczana w kolejny dzień roboczy.

W każdym dniu ilość dostarczanego węgla nie przekracza  $D_{max}$ .

W kolejnym kroku wyliczany jest stan węgla w magazynie, który w pierwszym dniu okresu grzewczego jest równy początkowej ilości węgla w magazynie ( $SWM = PSW$ ). W każdym dniu roku grzewczego następuje modyfikacja stanu magazynu o losową wartość dziennego zużycia węgla, wielkość węgla z opóźnioną dostawą oraz dzienną ilość węgla dostarczanego do magazynu. Ponadto, w każdym dniu analizowana jest pojemność magazynu oraz dzienny plan dostaw i na tej podstawie podejmowana jest decyzja dotycząca modyfikacji wielkości zamówionego węgla – dokupienia węgla lub redukcji wielkości zakontraktowanego już wcześniej węgla.

Bardzo ważnym elementem modelu MS są procedury modyfikacji ilości zamówionego do przedsiębiorstwa węgla w trakcie roku grzewczego. Obie procedury, czyli procedura dokupienia węgla oraz procedura redukcji ilości zamówionego wcześniej węgla, mogą zostać zapisane w postaci następującej formuły:

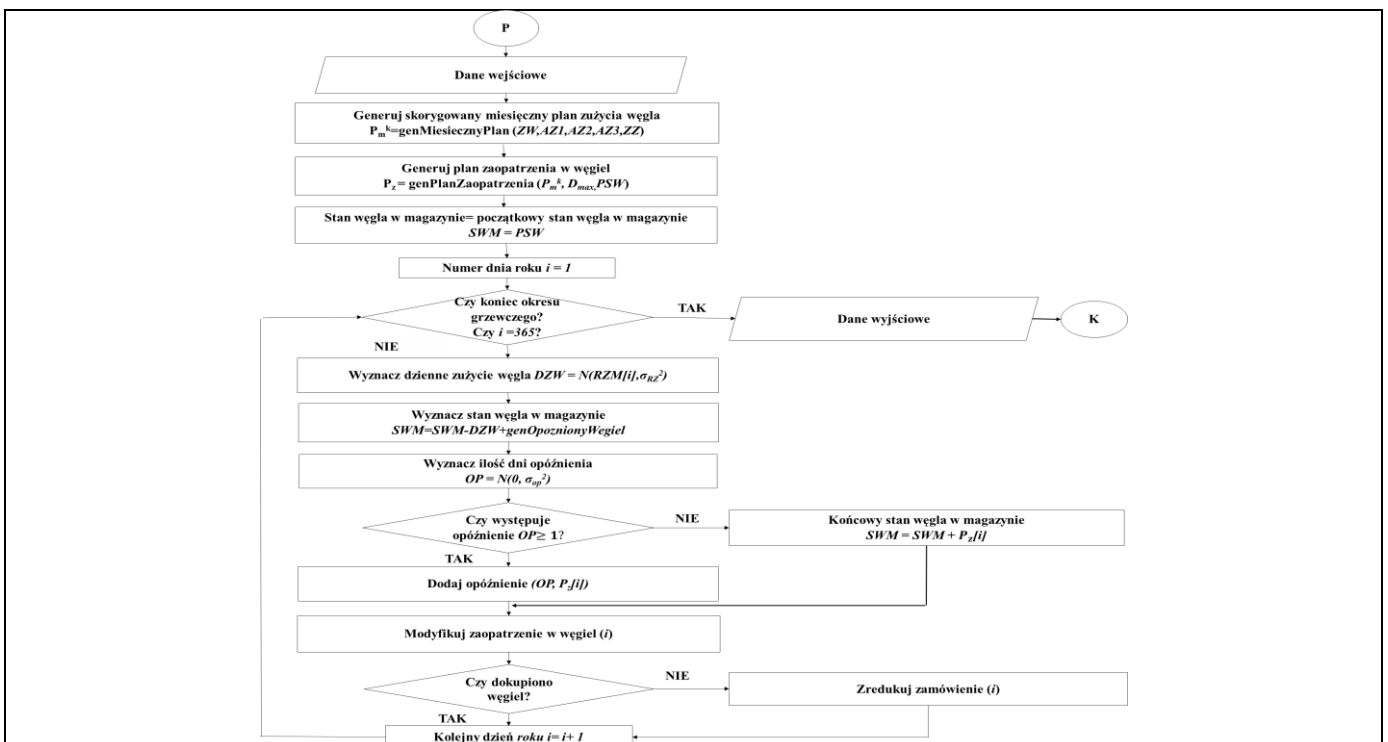
Procedura modyfikacji ilości zamówionego węgla:

$$PMZW(P_1, P_2, P_3, P_4) = \begin{cases} \left( \left( \frac{P_1 - P_2}{WM} \right)^{P_3} \right) P_4 & \text{jeśli } P_2 \leq P_1 \\ 0 & \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases} \quad (7)$$

gdzie:

$P_1, P_2, P_3, P_4$  - są zmiennymi procedury modyfikacji.

Pierwszą z tych procedur jest procedura dokupowania węgla, która wielkość dokupionego węgla  $DW_i$  dla  $i$ -tego dnia w roku definiuje w następujący sposób:



Rys. 2. Model zaopatrzenia przedsiębiorstwa energetycznego w węgiel – model MS

$$DW_i = PMZW(PD_1, R_i(PD_4, 1), PD_2, PD_3) \quad (8)$$

gdzie:

$PD_1, PD_2, PD_3, PD_4$  - są zmiennymi procedury dokupowania i kolejnymi parametrami modelu MS,  $R_i(M, IS_{max})$  jest to stan węgla po  $M$ -dniach, który wyraża się następującym wzorem:

$$R_i(M, IS_{max}) = SWM + WZPC_i(M) - ZP_i(M, IS_{max}) \quad (9)$$

gdzie:

$WZPC_i(M)$  - jest węglem dostarczanym do ciepłowni od dnia  $i$ -tego przez kolejne  $M$ - dni, czyli:

$$WZPC_i(M) = \sum_{k=i}^{i+M} P_z [((k-1) \bmod 365) + 1] \quad (10)$$

$ZP_i(M, IS_{max})$  - jest planowanym zużyciem węgla przez  $M$ -dni od dnia  $i$ -tego, czyli:

$$ZP_i(M, IS_{max}) = \begin{cases} M Z10_{max} & \text{jeśli } IS_{max} = 1 \\ M Z10_{min} & \text{w innym przypadku} \end{cases} \quad (11)$$

gdzie:

$Z10_{max}$  - jest maksymalnym natomiast  $Z10_{min}$  minimalnym dziennym zużyciem węgla w ciągu dziesięciu ostatnich dni.

Procedura redukcji zamówionego wcześniej węgla zdefiniowana jest podobnie do procedury dokupowania węgla:

$$RW_i = PMZW(R_i(PR_4, 0), PR_1, PR_2, PR_3) \quad (12)$$

gdzie:

$PR_1, PR_2, PR_3, PR_4$  - są zmiennymi procedury redukcji i kolejnymi parametrami modelu MS.

Interpretacja zmiennych  $PD_1, PD_2, PD_3, PD_4$  w uogólnionej formule modyfikacji zamówionego węgla (7) jest inna niż zmiennych  $PR_1, PR_2, PR_3, PR_4$ , dlatego też poniżej podano odniesienie każdej z ww. zmiennych do zmiennych w formule (7), a także interpretację każdego z nich:

- $PD_1 = P_1, PR_1 = P_2$  - zmienne procedury oznaczające „próg”, czyli wielkość węgla w magazynie, która wymaga interwencji, czyli dokupienia węgla albo jego redukcji;
- $PD_2 = P_3, PR_2 = P_3$  - zmienne procedury oznaczające „potęgę” - wartość liczbowa nieposiadająca interpretacji odnoszącej się do problemu zaopatrzenia elektrociepłowni w węgiel;
- $PD_3 = P_4, PR_3 = P_4$  - zmienne procedury oznaczające „mnożnik” - wartość liczbowa nieposiadająca interpretacji odnoszącej się do problemu zaopatrzenia elektrociepłowni w węgiel;
- $PD_4, PR_4$  - zmienne procedury oznaczające „liczbę dni” -  $M$  w formule (9), obie zmienne określają przyszły punkt w czasie, na który prognozowany będzie stan węgla w magazynie.

## PODSUMOWANIE

Przedsiębiorstwa energetyczne, aby zapewnić bezpieczeństwo ciągłości dostaw energii do odbiorców, muszą posiadać odpowiednie zapasy paliw zabezpieczających utratę płynności w sytuacjach kryzysowych, które podlegają ścisłym kontrolom. Przedsiębiorstwa produkujące energię cieplną i elektryczną prowadząc swoją działal-

ność, muszą uwzględniać koszty, które decydują o tym, czy produkcja jest zyskowna, czy też przynosi straty i zapobiegać nadmieremu wzrostowi kosztów energii dla odbiorców.

Utrzymywanie nadmiernych zapasów węgla nie można uzasadniać w aktualnej sytuacji kraju, ani brakami tego surowca na rynku, ani znacznymi różnicami cen w ciągu roku, gdyż większość producentów energii posiada na jego dostawy zawarte umowy roczne lub wieloletnie, które w ciągu roku gwarantują stabilność cen tego surowca. Kopalnie węgla w Polsce posiadają także znaczne zapasy tego surowca na składach, więc utrzymanie w przedsiębiorstwach energetycznych takich wielkich zapasów nie ma ekonomicznego uzasadnienia.

Dlatego też odpowiednio dobrane procesy zaopatrzenia mogą zasadniczo ograniczyć koszty funkcjonowania elektrociepłowni przez zmniejszenie poziomu gromadzonych w magazynach zapasów, jednocześnie gwarantując utrzymanie bezpieczeństwa energetycznego obsługiwanego obszaru.

W takim przypadku główne znaczenie łańcucha logistycznego w sytuacji kryzysowej, sprowadza się do logistyki zaopatrzenia, która zapewni bezpieczeństwo ciągłości dostaw energii poprzez odpowiednie sformułowanie procedur dostaw i gromadzenia węgla.

Jednym z najważniejszych działań, jakie przedsiębiorstwa energetyczne powinny wdrożyć, aby zapobiec nadmieremu wzrostowi kosztów ciepła i energii dla odbiorców, jest poprawa ich efektywności, rozumiana jako optymalizacja kosztów.

## BIBLIOGRAFIA

1. Chaberek M., *Makro- i mikroekonomiczne aspekty wsparcia logistycznego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2002.
2. Christopher M., *Logistics and supply chain management: creating value-added networks*. Pearson Education, 2005.
3. Dołęga W., *Bezpieczeństwo energetyczne w krajowych i unijnych regulacjach prawnych*. Energetyka Ciepła i Zawodowa, nr 1/2010.
4. *Energetyka Ciepła w liczbach - 2011*, Urząd Regulacji Energetyki, Warszawa, wrzesień 2012.
5. *Europejska Karta Energetyczna*: <http://www.energycharter.org/process/european-energy-charter-1991/> [wgląd: styczeń 2015]
6. Gajdzik B., Kurp A., *Polityka zapasów w systemie obsługi infrastruktury produkcji na przykładzie elektrociepłowni - analiza ABC/XYZ*, *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, 7/2012.
7. Garbol J., *Optymalizacja zapasów paliw w przedsiębiorstwie energetycznym na przykładzie Energia Kogeneracja Sp.z o.o.*, Zarządzenie XXXVIII. Zeszyt 404. Toruń 2011.
8. Kamiński J., Saługa, *Gospodarka Surowcami Mineralnymi - Mineral Resources Management*, T. 30, z.1, 2014.
9. Komunikat Komisji do Rady Europejskiej i Parlamentu Europejskiego z dnia 10 stycznia 2007 r. - *Europejska polityka energetyczna*, COM(2007) 1.
10. Kopalnie węgla w Polsce: <http://gornictwo.wnp.pl/kopalnie/> [wgląd: wrzesień 2015]
11. Krajewska R., Łukasik Z., *Alternatywne dostawy paliw dla rynku energetycznego w Polsce*, TTS 9/2012.
12. Krajewska R., Łukasik Z., *Model procesu zaopatrzenia elektrociepłowni w węgiel opałowy*, *Logistyka* 1/2016.
13. Krajewska R., Łukasik Z., *Obsługa klienta jako podstawowy element kształtowania strategii logistycznej przedsiębiorstw*, *Logistyka* 3/2011.
14. Krajewska R., Łukasik Z., *Zapewnienie płynności dostaw paliw stałych do elektrociepłowni poprzez sprawne zarządzanie ry-*

- zykiem operacyjnym. Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe, 3/2013.
15. *Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej (EEAP) 2007*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, czerwiec 2007 r..
  16. Łukasik Z., Nowakowski W., Kuśmińska-Fijałkowska A., *Zarządzanie bezpieczeństwem infrastruktury krytycznej*, Logistyka 4/2014.
  17. Obwieszczenia Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2009 r. w sprawie sprawozdania z wyników nadzoru nad bezpieczeństwem zaopatrzenia w energię elektryczną (M.P. Nr 56, poz. 771).
  18. Obwieszczenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 21 grudnia 2009 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2030 r. (M.P. Nr 2, poz. 11).
  19. Pfohl H.C., *Systemy logistyczne. Podstawy organizacji i zarządzania*, Wydawnictwo Biblioteka Logistyka, Poznań 2001.
  20. *Polityka energetyczna Polski do 2025 roku*, Minister Gospodarki i Pracy, Zespół do spraw polityki energetycznej, Załącznik do Obwieszczenia Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 1 lipca 2005 r. (M.P. nr 42 poz. 562).
  21. *Polityki energetycznej Polski do 2030 r.*, Ministerstwo Gospodarki, Załącznik do uchwały nr 202/2009 Rady Ministrów Z dnia 10 listopada 2009 r.
  22. *Prawo energetyczne – Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r.* (Dz. U. z 2002 r. nr 135, poz. 1144 z póź. zm.).
  23. *Program dla elektroenergetyki*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, 27 marca 2006 r.
  24. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej w sprawie *zapasów paliw w przedsiębiorstwach energetycznych* z dnia 12 lutego 2003 r. (Dz. U. nr 39, poz. 338 ze zm.).
  25. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Polityki Społecznej w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz zasad rozliczeń w obrocie energią elektryczną z dnia 23 kwietnia 2004 r. (Dz.U. z 2004 nr 105 poz. 1114).
  26. Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie *szczegól-nych warunków funkcjonowania systemów ciepłowniczych* z dnia 15 stycznia 2007 r. (Dz.U. z 2007 nr 16 poz. 92).
  27. Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie *szczegól-nych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego* z dnia 4 maja 2007 r. (Dz.U. 2007 nr 93 poz. 623).
  28. *Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko perspek-tywa do 2020 roku*, Ministerstwo Gospodarki i Ministerstwo Środowiska, Warszawa, kwiecień 2014 r.
  29. Szymła W., *Efekty restrukturyzacji przedsiębiorstw sektora elektroenergetycznego a bezpieczeństwo energetyczne Polski po 1989 r.*, Zarządzenie Publiczne / Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, nr 4 (26), 2013.
  30. Śliwczyński B., *Planowanie logistyczne. Podręcznik do kształ-cenia w zawodzie technik logistyk*, ILiM, Poznań 2008.
  31. *Układ Europejski ustanawiający stowarzyszenie między Rze-cząpospolitą Polską, z jednej strony, a Wspólnotami Europejskimi i Państwami Członkowskimi, z drugiej strony*, Bruksela, 16 grudnia 1991 r. (Dz.U. z 1994 r. nr 11, poz.38 z póź. zm.).
  32. Witkowski J., *Zarządzanie łańcuchem dostaw: koncepcje, procedury, doświadczenia*, Polskie Wydawnictwo Ekonomicz- ne, 2010.

## Energy security and planning fuel supply in energy companies

*Paper discussed the planning of fuel supplies in the energy company in the context of energy security. the most important goal of energy policy is ensuring energy security. Energy companies, to ensure the continuity of energy supply must have adequate supplies of fuel. Properly selected procurement processes can essentially reduce coal inventories in warehouses, while ensuring the maintenance of energy security.*

Autorzy:

dr **Renata Krajewska** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, Instytut Systemów Transportowych i Elektrotechniki, Zakład Logistyki i Marketingu, r.krajewska@uthrad.pl.

prof. dr hab. inż. **Zbigniew Łukasik** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, Instytut Automatyki i Telematyki, Zakład Automatykacji Procesów.