

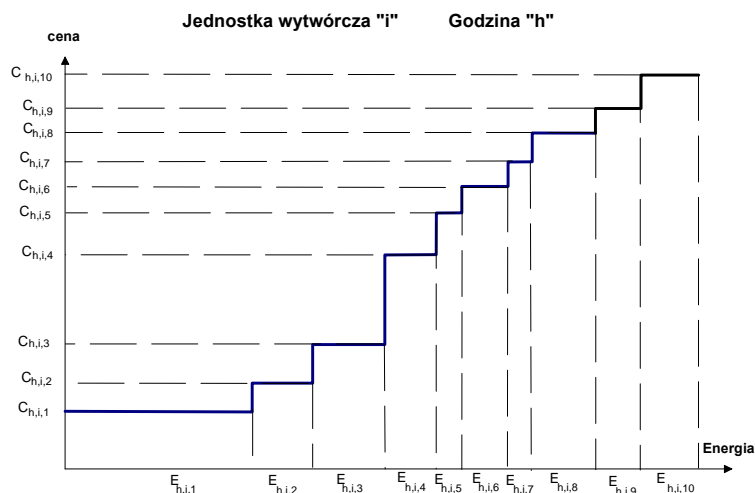
Wersja robocza uwzględniająca Projekt Karty Aktualizacji nr B/7/2008 IRiESP – z dnia 17 września 2008 roku

ZAŁĄCZNIK nr 1

Zasada działania Algorytmu Rozdziału Obciążeń

1. Zmienne i dane wejściowe Algorytmu Rozdziału Obciążeń

- 1.1. Zmiennymi podlegającymi optymalizacji w procesie rozdziału obciążeń są wielkości wytwarzania energii przez Jednostki Grafikowe. Parametrami są ceny ofertowe poszczególnych pasm Ofert Bilansujących, ceny za wytwarzanie wymuszone energii elektrycznej przez poszczególne JWCD, ceny za uruchomienie JWCD dla każdego rodzaju uruchomienia: ze stanu gorącego, ciepłego i zimnego, oraz ograniczenia systemowe uwzględniane bezpośrednio przez moduł LPD w procesie rozdziału obciążeń.
- 1.2. Metoda programowania linowego jakiej używa Algorytm Rozdziału Obciążeń (moduł LPD) traktuje ilości energii zgłoszone w poszczególnych pasmach Oferty Bilansującej jako zmienne. Energia wykorzystana z danego pasma może przybierać wartości od zera do wartości maksymalnej z danego pasma. Zasada ta nie odnosi się do pierwszego pasma, w którym powinna być zgłoszona energia odpowiadająca minimalnej mocy technicznej danej jednostki.
- 1.3. Rysunek Z.1. przedstawia przykład sposobu przydzielania zmiennych poszczególnym pasmom oferty bilansującej.



Rys. Z.1. Przykład sposobu przydzielania zmiennych pasmom Oferty Bilansującej

- 1.4. Algorytm Rozdziału Obciążeń (moduł LPD) wykorzystuje w sposób bezpośredni następujące dane wejściowe:
 - (1) Prognoza zapotrzebowania na każdy podstawowy okres handlowy doby n .
 - (2) Plany wymiany energii z zagranicą na każdy podstawowy okres handlowy doby n .

- (3) Plan pracy wytwarzania zdeterminowanego na każdy podstawowy okres handlowy doby n .
 - (4) Dane techniczne z Ofert Bilansujących.
 - (5) Dane handlowe z Ofert Bilansujących.
 - (6) Ceny za wytwarzanie wymuszone energii elektrycznej przez poszczególne JWCD, określone w Umowach przesyłania.
 - (7) Ceny za uruchomienie JWCD dla każdego rodzaju uruchomienia: ze stanu gorącego, ciepłego i zimnego, określone w Umowach przesyłania.
 - (8) Ograniczenia systemowe dla doby n z systemu GMOS.
 - (9) Macierz rozptyłów W .
- 1.5. Macierz rozptyłów W , z której korzysta moduł LPD, określa jak zmniejszenie lub zwiększenie wytwarzania w danym węźle i powoduje zwiększenie lub zmniejszenie przepływu energii w linii łączącej węzły $k - l$.
- 1.6. Danymi wejściowymi do tworzenia macierzy rozptyłów W są:
- (1) Układ normalny, określający topologię sieci oraz bazowe wytwarzanie i pobór energii na dobę n .
 - (2) Plan wyłączeń na każdy podstawowy okres handlowy doby n .
- 1.7. Wartości współczynników macierzy rozptyłów wyznacza się zgodnie z zależnością:

$$w_{k-l,i} = \frac{\Delta S_{k-l}}{\Delta P_i} \quad (\text{Z.1})$$

gdzie:

$w_{k-l,i}$ - współczynnik macierzy W określający wpływ zwiększenia wytwarzania w węźle i o wielkość ΔP_i

ΔP_i - przyrost mocy czynnej w węźle i wywołany zwiększeniem wytwarzania energii czynnej w tym węźle

przy czym:

$\Delta S_{k-l} = S_{k-l(0)} - S_{k-l}$ - przyrost obciążenia elementu sieci łączącego węzły k i l

gdzie:

$S_{k-l(0)} = \frac{\delta_{k(0)} - \delta_{l(0)}}{X_{k-l} / V_n^2} \text{tg} \varphi_{k-l(0)}$ - moc pozorna płynąca w elemencie łączącym węzły $k-l$ dla rozptyłów liczonych w bazowym układzie normalnym

$S_{k-l} = \frac{\delta_k - \delta_l}{X_{k-l} / V_n^2} \text{tg} \varphi_{k-l}$ - moc pozorna płynąca w elemencie łączącym węzły $k-l$ dla po zwiększeniu wytwarzania mocy czynnej w węźle i o wielkość ΔP_i

δ_k - kąt napięcia węzeł k

δ_l	-	kąt napięcia węzła l
X_{k-l}	-	reaktancja elementu łączącego węzły $k-l$
V_n^2	-	kwadrat napięcia znamionowego
$\text{tg } \varphi_{k-l}$	-	tangens wynikający ze stosunku mocy biernej i czynnej w elemencie łączącym węzły $k-l$
0	-	indeks odnoszący się rozptyłów wyznaczonych dla układu normalnego

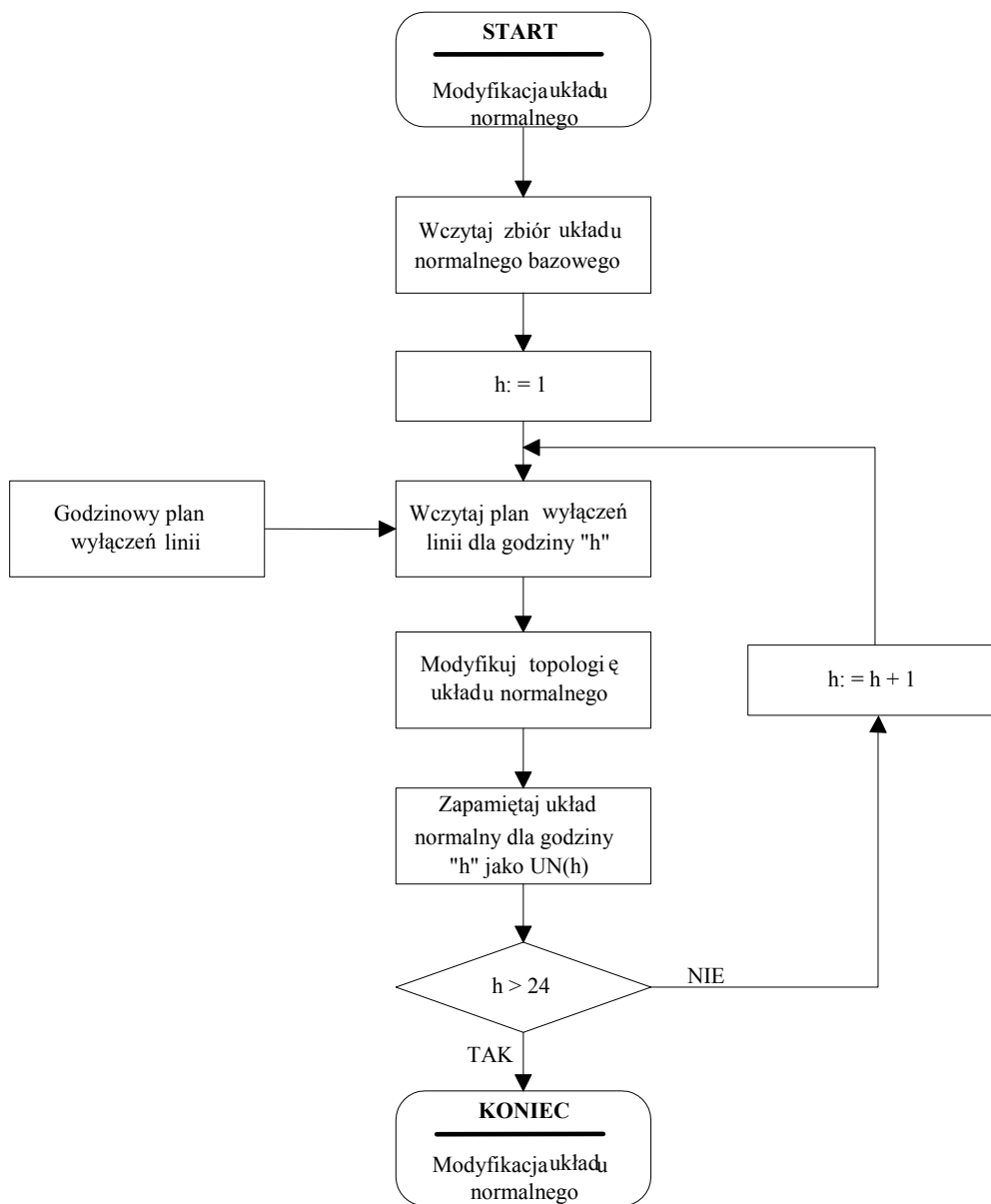
1.8. Macierz W jest wyznaczana dla każdego podstawowego okresu handlowego doby n w postaci:

$$W(h) = \begin{bmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & & w_{1,N} \\ w_{2,1} & & & \\ & & w_{g,n} & \\ w_{G,1} & & & w_{G,N} \end{bmatrix} \quad (\text{Z.2})$$

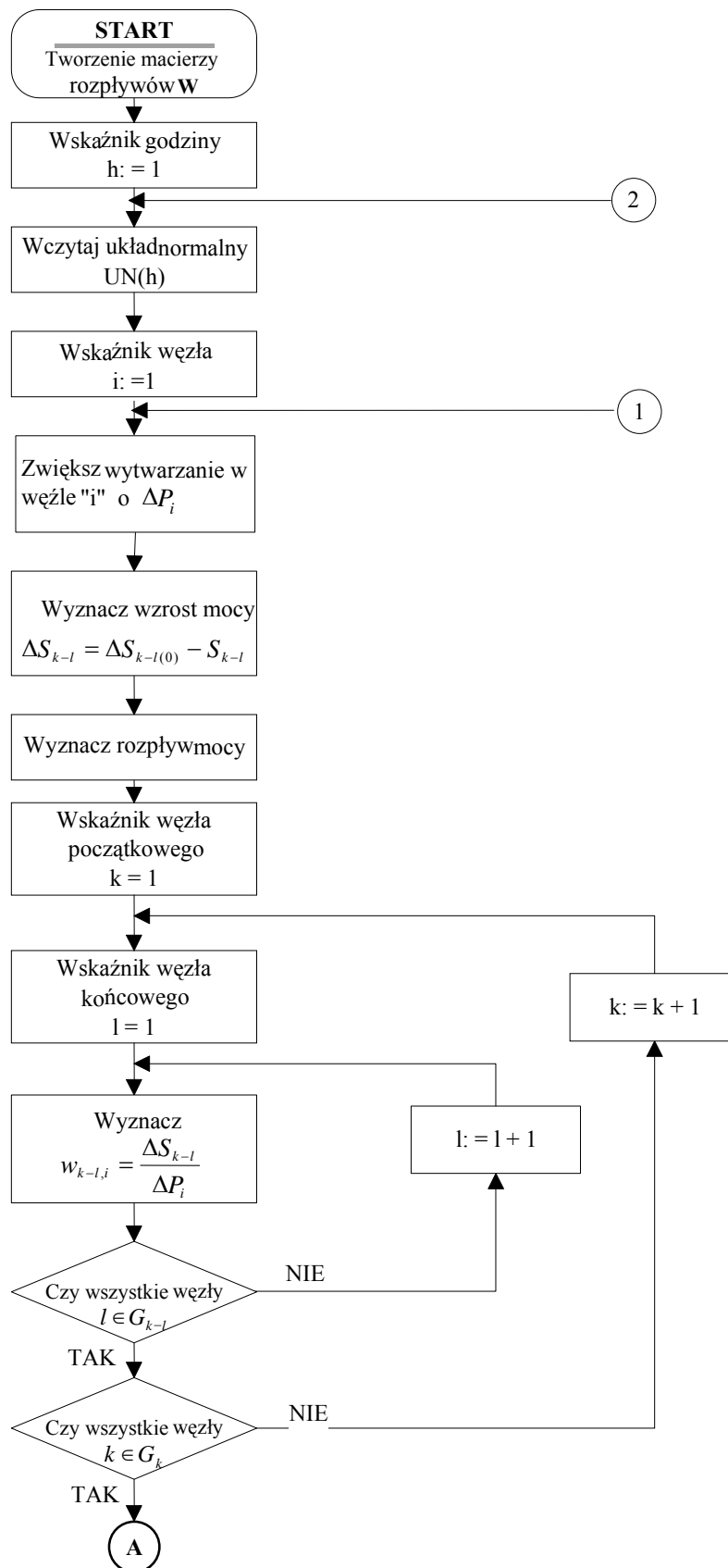
gdzie:

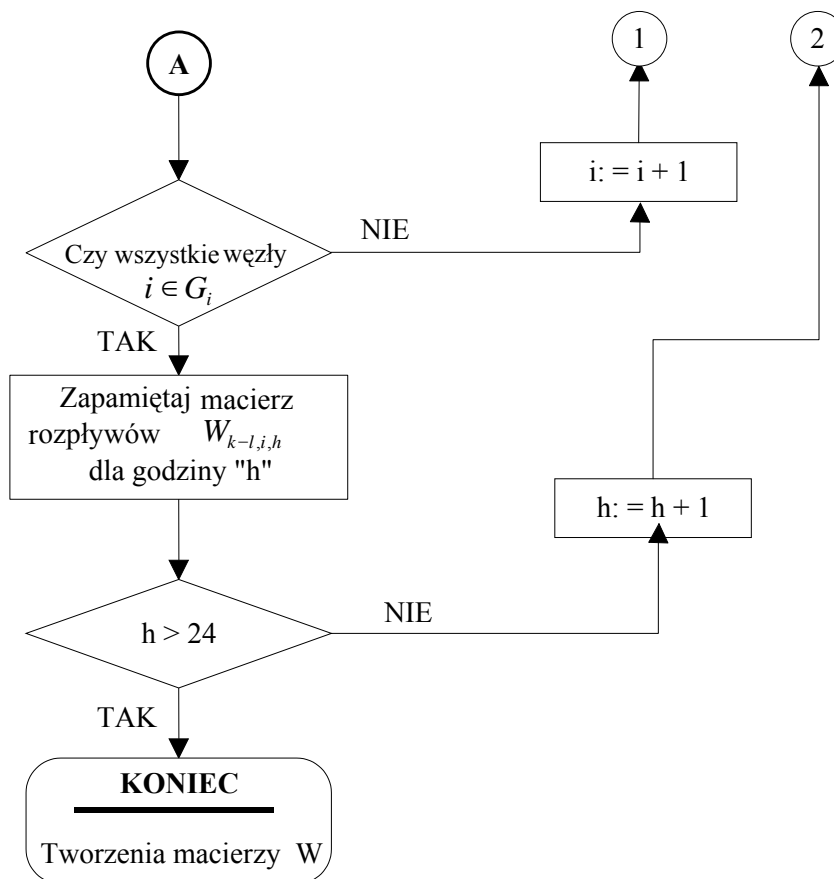
- G - liczba gałęzi w rozpatrywanej sieci
- N - liczba węzłów z zmiennym wytwarzaniu mocy czynnej

1.9. Modyfikacja topologii układu normalnego oraz wyznaczania współczynników macierzy rozptyłów W , przebiega według algorytmów pokazanych na rysunkach nr Z.2. i Z.3.



Rys. Z.2. Modyfikacja układu normalnego poprzez zmianę topologii sieci powodowaną wyłączeniami linii





Rys. Z.3. Algorytm tworzenia macierzy przepływów W

2. Ograniczenia systemowe uwzględniane przez Algorytm Rozdziału Obciążeń w procesie tworzenia PKD

2.1. Ograniczenia techniczne JWCD

2.1.1. Algorytm Rozdziału Obciążeń w procesie tworzenia PKD uwzględnia następujące ograniczenia techniczne JWCD:

- (1) Rozruchy poszczególnych JWCD poprzez uwzględnienie:
 - (1.1.) Charakterystyk rozruchu ze stanów: zimnego, ciepłego i gorącego.
 - (1.2.) Energii wprowadzanej do systemu w czasie rozruchu.
- (2) Moc minimalną techniczną JWCD.
- (3) Minimalny czas postoju JWCD.
- (4) Szybkość obciążania i odciążania JWCD.
- (5) Wymuszony postój JWCD.
- (6) Minimalny czas pracy JWCD.

- 2.1.2. Charakterystyki rozruchowe poszczególnych JWCD są określone przez parametry zgłoszone w danych technicznych Oferty Bilansującej zgodnie z pkt 3.1. IRiESP – Bilansowanie systemu i zarządzanie ograniczeniami systemowymi.
- 2.1.3. Włączenie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń energii produkowanej w czasie rozruchu następuje poprzez sprawdzenie jaki typ rozruchu ma miejsce, a następnie wykorzystanie odpowiedniej dla danego typu rozruchu charakterystyki w celu określenia ilości energii wprowadzanej do systemu.
- 2.1.4. Określanie typu rozruchu następuje poprzez ustawianie odpowiednich wartości zmiennym decyzyjnym, a następnie włączaniu JWCD do pracy zgodnie z wartościami tych zmiennych według następujących zależności:

- (1) Określanie rozruchu ze stanu zimnego – zmienna decyzyjna $RZ_{h,i}$

$$\sum_{n=h-TPZ(i)}^{h-1} DP_{n,i} \geq 0 \Rightarrow RZ_{h,i} = 0 \quad (Z.4)$$

$$\left(\sum_{n=h-TPZ(i)}^{h-1} DP_{n,i} = 0 \wedge DP_{h,i,1} = 1 \right) \Rightarrow RZ_{h,i} = 1 \quad (Z.5)$$

gdzie:

- $RZ_{h,i}$ - zmienna decyzyjna oznaczająca rozruch JWCD i w godzinie h ze stanu zimnego, przyjmująca wartości 0 lub 1
- $TPZ(i)$ - minimalny czas postoju JWCD i , po którym następuje rozruch ze stanu zimnego
- $DP_{h,i}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartość 1 gdy JWCD i ma pracować w godzinie h

- (2) Określanie rozruchu ze stanu ciepłego – zmienna decyzyjna $RC_{h,i}$

$$\sum_{n=h-TPC(i)}^{h-1} DP_{n,i} \geq 0 \Rightarrow RC_{h,i} = 0 \quad (Z.6)$$

$$\left(\sum_{n=h-TPC(i)}^{h-1} DP_{n,i} = 0 \wedge \sum_{n=h-TPZ(i)}^{h-TPC(i)-1} DP_{n,i} > 0 \wedge DP_{h,i} = 1 \right) \Rightarrow RC_{h,i} = 1 \quad (Z.7)$$

gdzie:

- $RC_{h,i}$ - zmienna decyzyjna oznaczająca rozruch i w godzinie h ze stanu ciepłego, przyjmująca wartości 0 lub 1
- $TPC(i)$ - minimalny czas postoju i , po którym następuje rozruch ze stanu ciepłego
- $DP_{h,i}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartość 1 gdy JWCD i ma pracować w godzinie h

- (3) Określanie rozruchu ze stanu gorącego – zmienna decyzyjna $RG_{h,i}$

$$\sum_{n=h-TPG(i)}^{h-1} DP_{n,i} \geq 0 \Rightarrow RG_{h,i} = 0 \quad (Z.8)$$

$$\left(\sum_{n=h-TPG(i)}^{h-1} DP_{n,i} = 0 \wedge \sum_{n=h-TPC(i)}^{h-TPG(i)-1} DP_{n,i} > 0 \wedge DP_{h,i} = 1 \right) \Rightarrow RG_{h,i} = 1 \quad (Z.9)$$

gdzie:

- $RG_{h,i}$ - zmienna decyzyjna oznaczająca rozruch JWCD i w godzinie h ze stanu gorącego, przyjmująca wartości 0 lub 1
- $TPG(i)$ - minimalny czas postoju JWCD i , po którym następuje rozruch ze stanu gorącego
- $DP_{h,i}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartość 1 gdy JWCD i ma pracować w godzinie h

2.1.5. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń energii wprowadzanej do systemu w czasie rozruchu danej JWCD odbywa się zgodnie z zależnością:

$$E_h = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{10} E_{h,k,i} + \sum_{i=1}^{A_r} ER_{h,i} \quad (Z.10)$$

gdzie:

- E_h - zapotrzebowanie na energię pokrywane w ramach tworzonego PKD
- $E_{h,k,i}$ - energia wytwarzana przez JWCD i z pasma k w godzinie h
- $ER_{h,i}$ - energia wprowadzana w czasie rozruchu JWCD i w godzinie h
- N - liczba JWCD

przy czym:

$$ER_{h,i} = \sum_{n=h+1}^{h+Z_i} RZ_{n,i} * PZ_{h+Z_i-n,i} * t + \sum_{n=h+1}^{h+C_i} RC_{n,i} * PC_{h+C_i-n} * t + \sum_{n=h+1}^{h+G_i} RG_{n,i} * PG_{h+G_i-n,i}$$

gdzie:

- $PZ_{h+Z_i-n,i}$ - moc obciążenia JWCD i w godzinie h wynikająca z charakterystyki rozruchu ze stanu zimnego
- $PC_{h+C_i-n,i}$ - moc obciążenia JWCD i w godzinie h wynikająca z charakterystyki rozruchu ze stanu ciepłego
- $PG_{h+G_i-n,i}$ - moc obciążenia JWCD i w godzinie h wynikająca z charakterystyki rozruchu ze stanu gorącego

$$Z_i = \frac{\sum_{n=1}^4 TRZ_n(i)}{60} \quad - \text{czas trwania rozruchu ze stanu zimnego JWCD } i, \text{ przeliczony z minut na godziny}$$

$$C_i = \frac{\sum_{n=1}^4 TRC_n(i)}{60} \quad - \text{czas trwania rozruchu ze stanu ciepłego JWCD } i, \text{ przeliczony z minut na godziny}$$

$G_i = \frac{\sum_{n=1}^4 TRG_n(i)}{60}$	- czas trwania rozruchu ze stanu gorącego JWCD i , przeliczony z minut na godziny
$TRG_n(i)$	- czas trwania rozruchu ze stanu gorącego JWCD i , wyrażony w minutach
$TRC_n(i)$	- czas trwania rozruchu ze stanu ciepłego JWCD i , wyrażony w minutach
$TRZ_n(i)$	- czas trwania rozruchu ze stanu zimnego JWCD i , wyrażony w minutach
A_r	- liczba JWCD, dla których dokonuje się rozruch w godzinie h
t	- podstawowy okres handlowy, na który składana jest oferta równy 1 h

2.1.6. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń mocy minimalnej technicznej danej JWCD odbywa się zgodnie z zależnością:

$$E_{h,i,1} = DP_{h,i} * E_{h,i,1}^{OF} \quad (Z.11)$$

$$E_{h,i,1} = \{E_{h,i,1}^{OF}, 0\} \quad (Z.12)$$

$$0 \leq E_{h,i,k} \leq E_{h,i,k}^{OF} \quad \forall h, i, k \quad (Z.12a)$$

gdzie:

$E_{h,i,1}$	- przyjęta do planu produkcji energia oferowana z pasma 1 JWCD i w godzinie h
$E_{h,i,k}$	- przyjęta do planu produkcji energia oferowana z pasma k JWCD i w godzinie h
$E_{h,i,1}^{OF}$	- moc oferowana w paśmie 1 JWCD i w godzinie h (system przyjmujący Oferty Bilansujące weryfikują czy moc oferowana w tym paśmie jest nie mniejsza od mocy minimalnej technicznej danej JWCD)
$E_{h,i,k}^{OF}$	- moc oferowana w paśmie k JWCD i w godzinie h

2.1.7. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń minimalnego czasu postoju danej JWCD odbywa się zgodnie z zależnością:

$$DP_{h,i} \leq 1 - \frac{\sum_{n=h-q_i}^{h-1} DP_{n,i}}{q_i} + DP_{h-1,i} \quad (Z.13)$$

gdzie:

$E_{h,i,1}$	- energia przyjęta do produkcji z pasma 1 JWCD i w godzinie h
$E_{h,i,1}^{OF}$	- energia oferowana w paśmie 1 JWCD i w godzinie h
$DP_{h,i}$	- zmienna decyzyjna przyjmująca wartości 0 lub 1

q_i - minimalny czas postoju JWCD i

2.1.8. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń szybkości obciążania danej JWCD odbywa się zgodnie z zależnością:

$$\frac{\sum_{k=1}^{10} E_{h,i,k} / t - \sum_{k=1}^{10} E_{(h-1),i,k} / t}{t} \leq RR_i \quad (Z.14)$$

gdzie:

$E_{h,i,k}$ - przyjęta do produkcji energia z pasma k JWCD i w godzinie h

$E_{(h-1),i,k}$ - przyjęta do produkcji energia z pasma k JWCD i w godzinie $h-1$

RR_i - szybkość obciążania JWCD i w MW/h z charakterystyki danej jednostki

T - podstawowy okres handlowy równy 1 godzinie

2.1.9. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń szybkości odciażania danej JWCD odbywa się analogicznie jak w pkt. 2.1.8.

2.1.10. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń wymuszonego postoju danej JWCD odbywa się zgodnie z zależnością:

$$DP_{h,i,1} = 0 \text{ dla wszystkich } i \in G_i \quad (Z.15)$$

gdzie:

$DP_{h,i,1}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartość 0 lub 1 (1 gdy jednostka pracuje oraz 0 gdy jednostka nie pracuje)

G_i - zbiór jednostek, których postój jest wymuszony

2.1.11. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń minimalnego czasu pracy danej JWCD odbywa się zgodnie z zależnościami:

$$E_{h,i,1} = DP_{h,1,i} * E_{h,i,1}^{OF} \quad (Z.16)$$

$$RZ_{h,i} * TPRZ_i \leq \sum_{n=h}^{h+TPRZ_i-1} DP_{n,i,1} \quad (Z.17)$$

$$RC_{h,i} * TPRC_i \leq \sum_{n=h}^{h+TPRC_i-1} DP_{n,i,1} \quad (Z.18)$$

$$RG_{h,i} * TPRG_i \leq \sum_{n=h}^{h+TPRG_i-1} DP_{n,i,1} \quad (Z.19)$$

gdzie:

$E_{h,i,1}$ - energia przyjęta do produkcji z pasma 1 JWCD i w godzinie h

$E_{h,i,1}^{OF}$ - energia oferowana w paśmie 1 JWCD i w godzinie h

$DP_{h,i,1}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartości 0 lub 1 w danej godzinie h

$TPRZ_i$ - minimalny czas pracy JWCD i po rozruchu ze stanu zimnego

$TPRC_i$ - minimalny czas pracy JWCD i po rozruchu ze stanu ciepłego

- $TPRG_i$ - minimalny czas pracy JWCD i po rozruchu ze stanu gorącego
- $RZ_{h,i}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartości 0 lub 1 odpowiadająca obecności rozruchu ze stanu zimnego JWCD i kończącego się w godzinie h
- $RC_{h,i}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartości 0 lub 1 odpowiadająca obecności rozruchu ze stanu ciepłego JWCD i kończącego się w godzinie h
- $RG_{h,i}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartości 0 lub 1 odpowiadająca obecności rozruchu ze stanu gorącego JWCD i kończącego się w godzinie h

2.2. Ograniczenia sieciowe

2.2.1. Algorytm Rozdziału Obciążeń w procesie tworzenia PKD uwzględnia następujące ograniczenia sieciowe:

- (1) Ograniczenia wynikające z utrzymania wymaganego poziomu rezerw mocy w KSE.
- (2) Ograniczenia wynikające z przepustowości linii elektroenergetycznych.
- (3) Ograniczenie wynikające z wymagania minimalnej liczby JWCD pracujących ze względów sieciowych.
- (4) Ograniczenie wynikające z wymagania maksymalnej liczby JWCD pracujących ze względów sieciowych.
- (5) Ograniczenie wynikające z wymagania minimalnej mocy czynnej JWCD pracujących ze względów sieciowych.
- (6) Ograniczenie wynikające z wymagania maksymalnej mocy czynnej JWCD pracujących ze względów sieciowych.
- (7) Ograniczenie wynikające z wymuszonej pracy JWCD w zadanym przedziale mocy.

2.2.2. Ograniczenia wynikające z utrzymania wymaganego poziomu rezerw mocy w KSE w trakcie tworzenia PKD są spełniane przez moduł LPD poprzez przydzielenie planowych punktów pracy poszczególnych JWCD tak, aby zapewnić niezbędną wielkość rezerwy zarówno przy wzroście zapotrzebowania ponad wartość planową, jak również przy spadku zapotrzebowania poniżej wartości planowanej.

2.2.3. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń ograniczenia wynikającego z utrzymania wymaganego poziomu rezerw mocy w KSE odbywa się zgodnie z zależnościami:

$$\sum_{i=1}^{No} \sum_{k=1}^{10} \frac{E_{h,i,k}^{OF}}{t} * DP_{h,i,1} - \sum_{i=1}^{No} \sum_{k=1}^{10} \frac{E_{h,i,k}}{t} \geq A^h \quad (Z.20)$$

$$\sum_{i=1}^{No} \sum_{k=1}^{10} \frac{E_{h,i,k}}{t} - \sum_{i=1}^{No} \frac{E_{h,i,1}^{OF}}{t} * DP_{h,i,1} \geq B^h \quad (Z.21)$$

gdzie:

- $E_{h,i,k}$ - energia przyjęta do produkcji z pasma k oferty JWCD i na godzinę h
- $E_{h,i,k}^{OF}$ - energia oferowana do produkcji w paśmie k oferty JWCD i na godzinę h
- NO - liczba JWCD składających oferty
- $DP_{h,i,1}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca stan 0 lub 1
- A^h - wielkość wymaganej rezerwy mocy w systemie ponad zapotrzebowanie dla godziny h
- B^h - wielkość wymaganej rezerwy mocy w systemie poniżej zapotrzebowania dla godziny h
- t - podstawowy okres handlowy równy 1 godzinie

2.2.4. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń ograniczeń wynikających z przepustowości linii elektroenergetycznych odbywa się zgodnie z zależnością:

$$P_{k-l,h}^n + \sum_{i=1}^N [w_{k-l,i} * (E_{g,h,i} - E_{z,h,i}^n) / t] \leq P_{k-l,max} \quad (Z.22)$$

Powyższy wzór po przekształceniach przyjmuje postać:

$$\sum_{i=1}^N w_{k-l,i} * E_{g,h,i} / t \leq P_{k-l,max} - P_{k-l,h}^n + \sum_{i=1}^N w_{k-l,i} * E_{z,h,i}^n / t \quad (Z.23)$$

gdzie:

- $P_{k-l,h}^n$ - moc w gałęzi $k-l$ w godzinie h , w stanie normalnym (układ normalny KSE)
- $P_{k-l,max}$ - maksymalna moc przesyłu dla linii $k-l$
- $w_{k-l,i}$ - elementy macierzy W
- X_{k-l} - reaktancja gałęzi $k-l$
- $E_{z,h,i}^n$ - energia zapotrzebowania w węźle i w godzinie h , w stanie normalnym
- N - liczba węzłów sieci bez węzłów bilansujących
- $E_{g,h,i}$ - energia generowana przez JWCD w godzinie h , w węźle i
- T - okres czasowy równy 1 godzinie

2.2.5. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń ograniczenia wynikającego z wymagania minimalnej liczby JWCD pracujących ze względów sieciowych odbywa się zgodnie z zależnościami:

- (1) wymaganie minimalnej liczby JWCD pracujących w systemie elektroenergetycznym:

$$\sum_{i=1}^N DP_{h,i,1} \geq LJ_h^{\min} \quad (Z.24)$$

gdzie:

$DP_{h,i,1}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartość 0 lub 1 (1 gdy JWCD pracuje (przyjęta została do produkcji co najmniej energia z pasma pierwszego JWCD i w godzinie h))

LJ_h^{\min} - minimalna liczba pracujących JWCD

N - liczba JWCD

(2) wymaganie minimalnej liczby JWCD pracujących w wyznaczonej grupie lub węźle:

$$\sum_{i=1}^{N_p} DP_{h,i,1} \geq LJ_{h,p}^{\min} \quad (Z.25)$$

gdzie:

$DP_{h,i,1}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartość 0 lub 1 (1 gdy JWCD pracuje (przyjęta została do produkcji co najmniej energia z pasma pierwszego JWCD i w godzinie h))

$LJ_{h,p}^{\min}$ - minimalna liczba pracujących JWCD w grupie lub węźle p , w godzinie h

N_p - liczba JWCD w grupie lub węźle p

2.2.6. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń ograniczenia wynikającego z wymagania maksymalnej liczby JWCD pracujących ze względów sieciowych odbywa się zgodnie z zależnościami:

(1) wymaganie maksymalnej liczby JWCD pracujących w systemie elektroenergetycznym:

$$\sum_{i=1}^N DP_{h,i,1} \leq LJ_h^{\max} \quad (Z.27)$$

gdzie:

$DP_{h,i,1}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartość 0 lub 1 (1 gdy JWCD pracuje (przyjęta została do produkcji co najmniej energia z pasma pierwszego JWCD i w godzinie h))

LJ_h^{\max} - liczba pracujących JWCD

N - liczba JWCD

(2) wymaganie maksymalnej liczby JWCD pracujących w wyznaczonej grupie lub węźle:

$$\sum_{i=1}^{N_p} DP_{h,i,1} \leq LJ_{h,p}^{\max} \quad (Z.28)$$

gdzie:

$DP_{h,i,1}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartość 0 lub 1 (1 gdy JWCD pracuje (przyjęta została do produkcji co najmniej energia z pasma pierwszego JWCD i w godzinie h))

- $LJ_{h,p}^{\max}$ - maksymalna liczba pracujących JWCD w grupie lub węźle p , w godzinie h
- N_p - liczba JWCD w grupie lub węźle p

2.2.7. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń ograniczenia wynikającego z wymagania minimalnej mocy czynnej generowanej przez JWCD pracujące ze względów sieciowych odbywa się zgodnie z zależnościami:

- (1) wymaganie minimalnej mocy czynnej generowanej przez JWCD pracujące w systemie elektroenergetycznym:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{10} E_{h,i,k} / t \geq PJ_h^{\min} \quad (\text{Z.29})$$

gdzie:

- $E_{h,i,k}$ - energia przyjęta do produkcji z pasm k , JWCD i w godzinie h
- PJ_h^{\min} - minimalna moc wszystkich JWCD w godzinie h
- N - liczba JWCD

- (2) wymaganie minimalnej mocy czynnej generowanej przez JWCD pracujące w wyznaczonej grupie lub węźle:

$$\sum_{i=1}^{N_p} \sum_{k=1}^{10} E_{h,i,k} / t \geq PJ_{h,p}^{\min} \quad (\text{Z.30})$$

gdzie:

- $E_{h,i,k}$ - energia przyjęta do produkcji z pasm k JWCD i w godzinie h
- $PJ_{h,p}^{\min}$ - minimalna moc wszystkich JWCD pracujących w grupie lub węźle p w godzinie h
- N_p - liczba JWCD w grupie lub węźle p

2.2.8. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń ograniczenia wynikającego z wymagania maksymalnej mocy czynnej generowanej przez JWCD w wyznaczonej grupie lub węźle ma postać:

$$\sum_{i=1}^{N_p} \sum_{k=1}^{10} E_{h,i,k} / t \leq PJ_{h,p}^{\max} \quad (\text{Z.31})$$

gdzie:

- $E_{h,i,k}$ - energia przyjęta do produkcji z pasm k JWCD i w godzinie h
- $PJ_{h,p}^{\max}$ - maksymalna moc wszystkich JWCD pracujących w grupie lub węźle p w godzinie h
- N_p - liczba JWCD w grupie lub węźle p

2.2.9. Uwzględnienie przez Algorytm Rozdziału Obciążeń ograniczenia wynikającego z wymuszonej pracy JWCD w zadanym przedziale mocy ma postać:

$$\sum_{k=1}^{10} E_{h,i,k} / t \geq PJ_{h,i}^{\min} \quad \text{i} \quad \sum_{k=1}^{10} E_{h,i,k} / t \leq PJ_{h,i}^{\max} \quad (\text{Z.32})$$

gdzie:

- $E_{h,i,k}$ - energia przyjęta do produkcji z pasm k JWCD i w godzinie h
- $PJ_{h,i}^{\max}$ - maksymalna moc JWCD i w godzinie h
- $PJ_{h,i}^{\min}$ - minimalna moc JWCD i w godzinie h

3. Zasada działania Algorytmu Rozdziału Obciążeń (modułu LPD)

3.1. Zasady ogólne

- 3.1.1. Proces rozdziału obciążeń przez moduł LPD ma na celu przygotowanie Planu Koordynacyjnego Dobowego dla prognozowanego zapotrzebowania na energię elektryczną w KSE.
- 3.1.2. Algorytm Rozdziału Obciążeń, tworząc Plan Koordynacyjny Dobowy dokonuje doboru pasm zdolności wytwórczych z Przyjętych Ofert Bilansujących – część handlowa poszczególnych JWCD w celu pokrycia, przy minimalnych kosztach, prognozowanego zapotrzebowania na energię elektryczną z jednoczesnym spełnieniem ograniczeń systemowych.

3.2. Sformułowanie funkcji celu modułu LPD

- 3.2.1. Funkcja celu algorytmu LPD obejmuje koszty wytwarzania energii elektrycznej, wyznaczone na podstawie cen deklarowanych przez uczestników rynku w Ofertach Bilansujących – części handlowej, oraz koszty uruchamiania jednostek wytwórczych, wyznaczone na podstawie cen za wytwarzanie wymuszone energii elektrycznej i cen jednostkowych za uruchomienie, określonych w Umowach przesyłania.
- 3.2.2. W matematycznym zapisie funkcji celu Algorytmu Rozdziału Obciążeń ma następująca postać:

$$f_{\text{celu}} = \min \left\{ \sum_{h=1}^{Hk} \sum_{i=1}^{N_o} \left[\sum_{k=1}^{10} CO_{h,i,k} \cdot E_{h,i,k} + ER_{h,i} \cdot CW_i + RZ_{h,i} \cdot CU_{Z,i} + RC_{h,i} \cdot CU_{C,i} + RG_{h,i} \cdot CU_{G,i} \right] \right\} \quad (\text{Z.33})$$

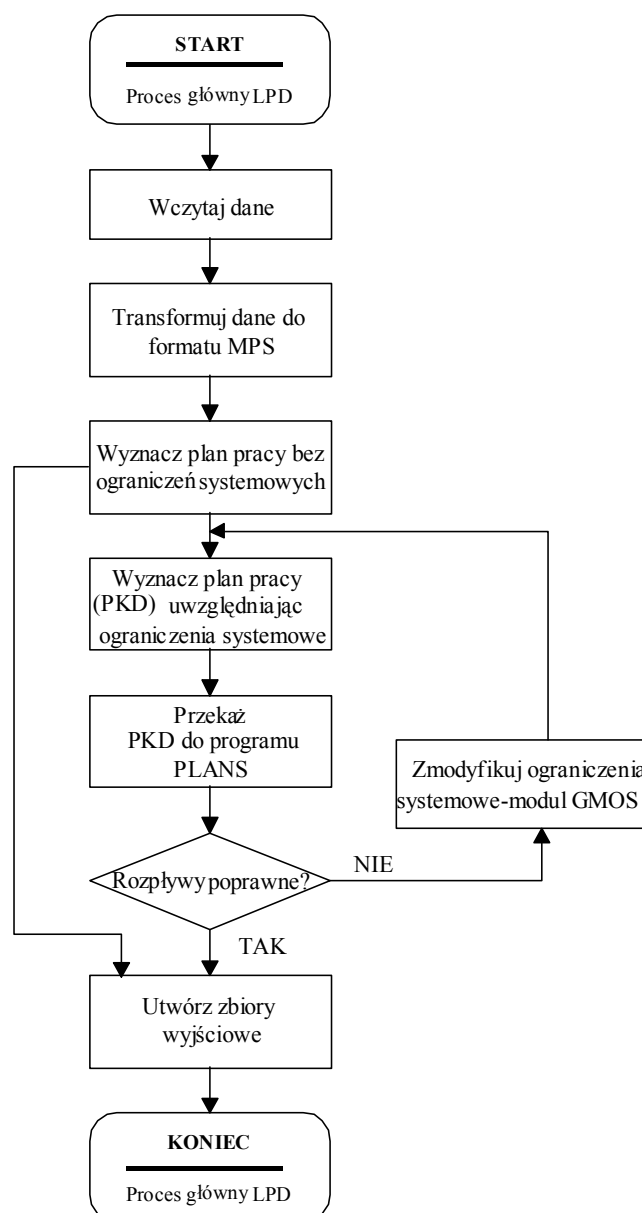
gdzie:

- $E_{h,i,k}$ - przyjęta do planu pracy produkcja energii z pasma k oferty JWCD i w godzinie h
- $CO_{h,i,k}$ - cena za wytwarzanie energii dla pasma k oferty JWCD i w godzinie h
- $ER_{h,i}$ - energia wprowadzana do systemu w czasie uruchomienia JWCD i w godzinie h , w ilości odpowiedniej dla stanu cieplnego, z którego następuje uruchamianie JWCD

- CW_i - cena za wytwarzanie wymuszone energii elektrycznej JWCD i
- $RZ_{h,i}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartości 0 lub 1, odpowiadająca obecności rozruchu ze stanu zimnego JWCD i kończącego się w godzinie h
- $RC_{h,i}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartości 0 lub 1, odpowiadająca obecności rozruchu ze stanu ciepłego JWCD i kończącego się w godzinie h
- $RG_{h,i}$ - zmienna decyzyjna przyjmująca wartości 0 lub 1, odpowiadająca obecności rozruchu ze stanu gorącego JWCD i kończącego się w godzinie h
- $CU_{s,i}$ - cena jednostkowa za uruchomienie JWCD i ze stanu ciepłego $s \in S$. Zbiór stanów ciepłych S JWCD, z których następuje uruchamianie JWCD, zawiera następujące elementy:
- Z – uruchomienie jednostki ze stanu zimnego
 - C – uruchomienie jednostki ze stanu ciepłego
 - G – uruchomienie jednostki ze stanu gorącego
- N_o - liczba JWCD składających Oferty Bilansujące
- Hk - horyzont optymalizacji (liczba godzin objętych optymalizacją)

3.3. Główny proces Algorytmu Rozdziału Obciążeń (modułu LPD)

- 3.3.1. Proces główny rozdziału obciążeń przez moduł LPD ma na celu przygotowanie Planu Koordynacyjnego Dobowego dla prognozowanego zapotrzebowania na energię elektryczną w KSE.
- 3.3.2. Główny proces rozdziału obciążeń realizowany jest w następujących krokach:
- (1) Wyznaczenie wstępnego planu pracy bez uwzględnienia ograniczeń systemowych.
 - (2) Wyznaczenie planu pracy JWCD z uwzględnieniem ograniczeń systemowych.
 - (3) Weryfikacja planu pracy JWCD poprzez symulacje rozptyłów mocy w programie PLANS lub PSLF.
- 3.3.3. Główny proces rozdziału obciążeń jest pokazany na rys. Z.4.



Rys. Z.4. Główny proces rozdziału obciążeń (modułu LPD)

3.4. Tworzenie list rankingowych uruchamiania i dociążania JWCD oraz odstawiania i odciążania JWCD

3.4.1. Listy rankingowe uruchamiania i dociążania JWCD oraz odstawiania i odciążania JWCD są tworzone zgodnie z pasmami z Oferty Bilansującej.

3.4.2. Listy rankingowe są tworzone poprzez wyznaczenie planu pracy jednostek wytwórczych dla dwóch poziomów zapotrzebowania:

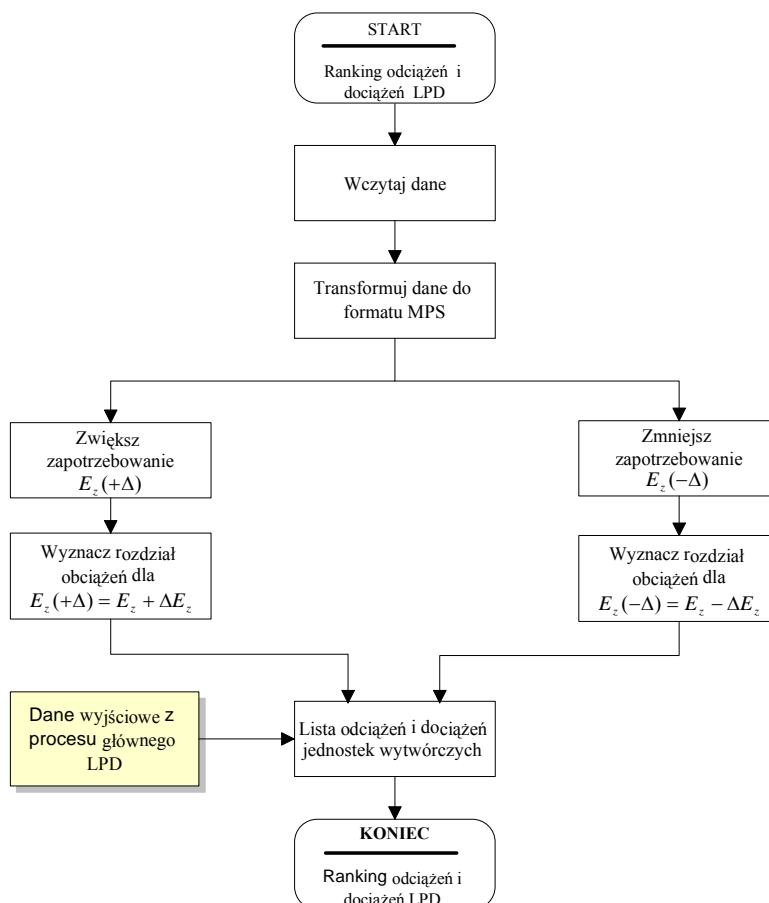
(1) Zwiększone zapotrzebowanie:

$$E_z(+\Delta) = E_z + \Delta E_z,$$

(2) Zmniejszone zapotrzebowanie:

$$E_z(-\Delta) = E_z - \Delta E_z,$$

- 3.4.3. Wielkości odchyłeń od prognozowanego zapotrzebowania są określane przez OSP na każdy podstawowy okres handlowy przygotowywanego Planu Koordynacyjnego Dobowego.
- 3.4.4. Porównanie planów pracy JWCD dla prognozowanego zapotrzebowania oraz dla dwóch poziomów odchyłeń pozwala wyznaczyć listy rankingowe uruchamiania i dociążania JWCD oraz odstawiania i odciążenia JWCD.
- 3.4.5. Schemat tworzenia list rankingowych jest pokazany na rys. Z.5.



Rys. Z.5. Tworzenie list rankingowych przy użyciu modułu LPD

4. Dane wyjściowe Algorytmu Rozdziału Obciążeń (modułu LPD)

- 4.1. Pliki wyjściowe Algorytmu Rozdziału Obciążeń (modułu LPD) zawierają następujące dane:
- (1) Plan pracy JWCD z uwzględnieniem ograniczeń systemowych w rozbiciu na pasma Oferty Bilansującej.
 - (2) Plan pracy JWCD z uwzględnieniem ograniczeń systemowych.
 - (3) Plan pracy JWCD bez uwzględnienia ograniczeń systemowych (poza ograniczeniami technicznymi JWCD) w rozbiciu na pasma Oferty Bilansującej.
 - (4) Plan pracy JWCD bez uwzględnienia ograniczeń systemowych (poza ograniczeniami technicznymi JWCD).
 - (5) Lista odstawiń JWCD w ramach PKD.

- (6) Lista uruchomień JWCD w ramach PKD.
- (7) Harmonogram pracy JWCD.
- (8) Lista rankingowa dociążania JWCD z rezerwy wirującej.
- (9) Lista rankingowa uruchomień JWCD i dociążania ich pasm Oferty Bilansującej.
- (10) Lista rankingowa uruchomień JWCD.
- (11) Lista rankingowa odciążenia JWCD.
- (12) Lista rankingowa odstawień JWCD.