

Jan POPCZYK, Szymon CIURA,
Julian WOSIK

Institut Elektroenergetyki
i Sterowania Układów
Politechniki Śląskiej

LICZBA BRYGAD POGOTOWIA ENERGETYCZNEGO OBSŁUGUJĄCYCH
NAPOWIETRZNĄ SIĘĆ ROZDZIELCZĄ

Streszczenie. Przedstawiono sposób określania liczby brygad pogotowia energetycznego w sieci. W sposobie uwzględniono zakres prac planowych brygad i prac związanych z likwidacją skutków uszkodzeń. Uwzględniono także koszt likwidacji skutków uszkodzeń jednoczesnych. Przeprowadzono analizę. Podano praktyczne wnioski.

W zakres prac wykonywanych przez brygady pogotowia energetycznego wchodzi prace planowe i prace związane z likwidacją skutków uszkodzeń w sieci średniego i niskiego napięcia. Obciążenie brygad w godzinach wynikające z prac planowych można w przybliżeniu określić jako:

$$C_p = \frac{L}{100} \left[\sum_i n_{pi} (t_{pi} + s_{pi}) + \phi \sum_j n_{pnj} (t_{pnj} + s_{pnj}) \right] \text{ [h]}, \quad (1)$$

gdzie: L - długość sieci średniego napięcia [km],

ϕ - stosunek długości sieci niskiego napięcia do długości sieci średniego napięcia,

n_{pi} , n_{pnj} - intensywność przeciętna prac planowych "i" w sieci średniego napięcia oraz "j" w sieci niskiego napięcia $\left[\frac{1}{100 \text{ kmxrok}} \right]$,

t_{pi} , t_{pnj} - efektywny czas przeciętny realizacji pracy planowej "i" w sieci średniego napięcia oraz "j" w sieci niskiego napięcia [h],

s_{pi} , s_{pnj} - czas przeciętny przejazdów związanych z pracami planowymi odpowiednio "i" i "j" [h].

Czasy s_{pi} i s_{pnj} zależą od wielu czynników: wielkości obszaru obsługiwanej, a więc długości i gęstości powierzchniowej sieci; szybkości przejazdu brygady w terenie; kształtu obszaru sieciowego; gęstości po-

wierzchniowej dróg i innych. Z punktu widzenia dalszych rozważań ważną jest przede wszystkim zależność od długości i gęstości powierzchniowej sieci. Uwzględniając ten fakt można zapisać:

$$s_{pi} = m_{pi} \sqrt{\frac{l}{q}}, \quad (2a)$$

$$s_{pnj} = m_{pnj} \sqrt{\frac{\Delta x l}{q}} \quad (2b)$$

gdzie: q - gęstość powierzchniowa sieci $\left[\frac{\text{km}}{\text{km}^2} \right]$,

m_{pi} , m_{pnj} - współczynniki w $\frac{h}{\text{km}}$ uwzględniający w sposób statystyczny wpływ pozostałych czynników; ich wartości można wyznaczyć w oparciu o propozycje podane w pracy [3].

Wykaz prac planowych wykonywanych przez brygady pogotowia energetycznego obejmuje w sieci średniego napięcia:

- przełączenia w sieci i dopuszczenia do pracy brygad utrzymania, $i=1$;
- odbiory po zakończeniu remontu, $i=2$;
- interwencje podczas prac planowych przy transformatorach, $i=3$;
- zabiegi konserwacyjne, odczyty, regulacje napięcia, rejestracje itp. $i=4$

oraz w sieci niskiego napięcia:

- przełączenia w sieci i dopuszczenia do pracy brygad utrzymania, $j=1$;
- odbiory po zakończeniu remontu, $j=2$.

Obciążenie brygad związane z likwidacją skutków uszkodzeń można wyznaczyć w podobny sposób jak obciążenie wynikające z prac planowych. Należy jedynie uwzględnić fakt, że obciążenie związane z likwidacją skutków uszkodzeń rozkłada się na trzy zmiany. Jest:

$$C_{az} = \frac{l}{100} \left[N_{az} (t_a + s_a) + \delta N_{anz} (t_{an} + s_{an}) \right] \quad [h], \quad z=I, II, III, \quad (3)$$

gdzie: N_{az} , N_{anz} - intensywność przeciętna uszkodzeń odpowiednio w sieci średniego i niskiego napięcia w ciągu zmiany "z" $\left[\frac{1}{100 \text{ km zmianę rok}} \right]$,

t_a, t_{an} - efektywny czas przeciętny likwidacji skutków jednego uszkodzenia pojedynczego odpowiednio w sieci średniego i niskiego napięcia [h],

s_a, s_{an} - czas przeciętny przejazdów związanych z likwidacją skutków jednego uszkodzenia pojedynczego odpowiednio w sieci średniego i niskiego napięcia [h].

Czasy s_a i s_{an} można obliczać wg wzorów:

$$s_a = m_a \sqrt{\frac{L}{q}}, \quad (4a)$$

$$s_{an} = m_{an} \sqrt{\frac{L}{q}} \quad (4b)$$

Współczynniki m_a i m_{an} we wzorach (4) mają taki sam charakter jak współczynniki m_{pi} i m_{pnj} we wzorach (2). Wartości ich są jednak o wiele większe i wynikają z optymalizacji sposobu likwidacji skutków jednego uszkodzenia pojedynczego [1].

Sumaryczne obciążenie brygad równe

$$C = C_p + C_{aI} + C_{aII} + C_{aIII} \quad (5)$$

jest podstawowym, ale nie jedynym, czynnikiem decydującym o liczbie brygad pogotowia energetycznego. Drugim czynnikiem jest koszt niedostarczonej energii. Jego uwzględnienie powoduje, że pojawiają się dwa problemy:

- 1) jaka liczba brygad powinna utrzymywać dyżur w bazie, a jaka powinna pełnić pogotowie domowe odpowiednio w ciągu II i III zmiany,
- 2) jaka liczba brygad jest uzasadniona z punktu widzenia likwidacji skutków uszkodzeń jednoczesnych pojawiających się w sieci.

W zakresie pierwszego problemu, w realnych praktycznych warunkach, chodzi o stwierdzenie, czy w ciągu II, i niezależnie w ciągu III, zmiany jest opłacalne utrzymywanie dyżuru jednej brygady w bazie. W analizie tego zagadnienia można, nie popełniając większego błędu, przyjąć, że brygady w ciągu II i III zmiany nie wykonują prac planowych.

Drugi z problemów wymaga znajomości rozkładu prawdopodobieństwa uszkodzeń jednoczesnych. Rozkład ten jest zależny od długości sieci, w związku z tym dalej będzie oznaczany przez $p(w;L)$, gdzie "w" jest liczbą uszkodzeń jednoczesnych. Sposób analityczny wyznaczania rozkładu $p(w;L)$ dla różnych długości L sieci został podany w pracy [2].

Przedstawione uwagi pozwalają podać warunki określające odpowiednie liczby brygad.

1) Liczba brygad n_I na I zmianie wynika z obciążenia na tej zmianie i można ją wyliczyć ze wzoru:

$$n_I = \text{entier} \left(\frac{C_p + C_{aI}}{T_b \beta} + 1 \right) \quad (6)$$

gdzie: T_b - roczny czas pracy brygady [h],

β - współczynnik wykorzystania czasu pracy brygad wynikający ze względów organizacyjnych.

2) Liczba brygad n_{II} i n_{III} pełniących dyżur w bazie odpowiednio na II i III zmianie wynika z analizy kosztu niedostarczonej energii. Jest:

$$n_{II} = \begin{cases} 1 & \text{dla } \frac{L}{100} \cdot a_{II} \Delta K'_{AII} > \Delta K_b \\ 0 & \text{dla } \frac{L}{100} \cdot a_{II} \Delta K'_{AII} < \Delta K_b \end{cases} \quad (7a)$$

$$n_{III} = \begin{cases} 1 & \text{dla } \frac{L}{100} \cdot a_{III} \Delta K'_{AIII} > \Delta K_b \\ 0 & \text{dla } \frac{L}{100} \cdot a_{III} \Delta K'_{AIII} < \Delta K_b \end{cases} \quad (7b)$$

gdzie: $\Delta K'_{AII}$, $\Delta K'_{AIII}$ - wzrost kosztu niedostarczonej energii związanego z jednym uszkodzeniem pojedynczym odpowiednio na II i III zmianie w przypadku, gdy likwidacja skutków tego uszkodzenia jest wykonywana przez brygadę utrzymującą pogotowie domowe w stosunku do kosztu obliczonego dla brygady utrzymującej dyżur w bazie (różnice kosztu $\Delta K'_{AII}$ i $\Delta K'_{AIII}$ wynikają z różnic obciążenia przeciętnego w sieci w czasie II i III zmiany),

ΔK_b - różnica rocznych płac (wraz z narzutami) brygady utrzymującej dyżur w bazie i brygady utrzymującej pogotowie domowe.

3) Koszt likwidacji skutków uszkodzenia jednoczesnego o rozkładzie $p(w;L)$ zależy od liczby brygad n , które dokonują likwidacji; dalej oznacza się ten koszt przez $K_A[p(w;L), n]$. Z punktu widzenia optymalizacji liczby brygad obsługujących sieci interesująca jest największa liczba n spełniająca warunek:

$$\frac{L}{100} \frac{\sum_w v_{az}}{\sum_w wp(L;w)} \left\{ K_A[p(w;L), (n-1)] - K_A[p(w;L), n] \right\} > K_b, \quad (8)$$

gdzie: K_b - roczny koszt utrzymania brygady (płace wraz z narzutami i wyposażenie).

Ostatecznie liczbę brygad N obsługujących sieć należy wyznaczać jako:

$$N = \begin{cases} (n_I + n_{II} + n_{III}) & - \text{jeżeli } (n_I + n_{II} + n_{III}) > n \\ n & - \text{jeżeli } (n_I + n_{II} + n_{III}) < n \end{cases} \quad (9)$$

Ze względu na coraz większe trudności w zakresie zatrudnienia ważna jest ocena efektywnego wykorzystania czasu pracy brygad. W przypadku danej sieci o długości L , obsługiwanej przez N brygad, za ocenę taką może posłużyć wskaźnik zdefiniowany w sposób następujący:

$$\mathcal{P}_1(L) = \frac{T_e}{NT_b}, \quad (10)$$

gdzie:

$$T_e = \frac{L}{100} \left[\sum_i N_{pi} t_{pi} + \delta \sum_j N_{pnj} t_{pnj} + t_a \sum_z N_{az} + \delta t_{an} \sum_z N_{anz} \right] \quad (11)$$

Jeszcze ważniejszym zagadnieniem niż ocena wartości wskaźnika \mathcal{P}_1 dla danej sieci jest wyznaczenie takiej wielkości sieci, przy której efektywne wykorzystanie czasu pracy brygad jest maksymalne (naturalnie przy założeniu, że liczba brygad N dalej spełnia warunek (9)). Sformułowanie powyższego problemu wynika stąd, że:

- ze wzrostem długości L sieci rośnie czas przejazdów brygad, co zmniejsza efektywne wykorzystanie czasu ich pracy,
- wzrost długości L powoduje zwiększenie wykorzystania czasu pracy brygad w czasie II i III zmiany, co zwiększa oczywiście ogólne efektywne wykorzystanie czasu ich pracy,
- w pewnym zakresie długości L o liczbie brygad N może decydować koszt niedostarczonej energii związany z uszkodzeniami jednoczesnymi (wtedy $N=n$). Powoduje to zmniejszenie efektywnego wykorzystania czasu pracy brygad.

Dla rozwiązania sformułowanego problemu nie można posłużyć się w sposób bezpośredni wzorem (10), bowiem wskaźnik \mathcal{P}_1 wyliczony wg niego zmienia swoją wartość wraz ze zmianą długości L sieci w dwojaki sposób:

- w sposób ciągły na skutek ciągłego wzrostu czasu przejazdów brygad,
- w sposób skokowy przy tych długościach sieci, przy których liczba brygad wzrasta o 1 (wzrost może wynikać z powodu obciążenia brygad na I zmianie, albo z powodu kosztu niedostarczonej energii).

Ten drugi efekt, przy wyznaczaniu długości L sieci, dla której osiąga się maksimum efektywnego wykorzystania czasu pracy brygad, trzeba wyeliminować. Dlatego należy zdefiniować nowy wskaźnik:

$$\mathcal{P}_2(L) = \frac{T_e}{N'T_b}, \quad (12)$$

gdzie N' jest liczbą brygad spełniających warunek (9) przy tym założeniu, że liczby brygad n_I i n występujące w tym warunku należy zastąpić liczbami n'_I i n' , które w ogólności wynikają z równań (6) i (8), nie są jednak sprowadzane do liczb całkowitych. Liczba n'_I jest mniejsza od liczby n_I równa się:

$$n'_I = \frac{C_p + C_{gI}}{T_b \beta} \quad (13)$$

Liczba n' jest natomiast większa od liczby n i równa się:

$$n' = n + \Delta n \quad (14)$$

gdzie Δn spełnia równanie:

$$\frac{L}{100} \left\{ \frac{\sum_w N_{az}}{\sum_w wp(L;w)} \left[K_A [p(w;L), n] - K_A [p(w;L), (n+\Delta n)] \right] \right\} = \Delta n K_b \quad (15)$$

Znalezienie liczby rzeczywistej dodatniej Δn takiej, która spełniałaby dokładnie równanie (15), jest praktycznie trudne. Można jednak posłużyć się metodą prób korzystając z aproksymacji krzywoliniowej kosztu K_A w zakresie od n do $(n+1)$ uzyskując dobry wynik.

Mając zdefiniowany wskaźnik η_2 można określić optymalną, z punktu widzenia wykorzystania efektywnego czasu pracy brygad pogotowia energetycznego, wielkość sieci wg warunku:

$$\eta_2(L) = \max_L \quad (16)$$

Z a ł o ż e n i a d o a n a l i z y

1) Sieć pracuje jako kompensowana i zwarcia doziemne (ok. 65% wszystkich uszkodzeń) są utrzymywane aż do momentu rozpoczęcia ich lokalizacji. W przypadku, gdy liczba uszkodzeń jest większa od liczby brygad, wykonuje się najpierw lokalizację punktową uszkodzeń, przyłącza się do sieci tych odbiorców, których można przyłączyć i później dopiero wykonuje się naprawę.

2) Roczny czas T_b pracy brygady wynosi ok. 2200 h. Współczynnik β wykorzystania czasu pracy brygady wynosi ok. 0,8. Do zakończenia likwidacji skutków uszkodzeń jednoczesnych brygady pracują po ok. 12 godzin w ciągu doby.

3) Przeciętna długość linii jest rzędu 30 km. Średnie obciążenie linii wynosi ok. 1 MW (wartość tę przyjęto częściowo dlatego, aby ułatwić przeliczenia dla innych obciążeń).

Gęstość powierzchniową sieci przyjęto jako równą $q = 0,5 \frac{\text{km}}{\text{km}^2}$, a stosunek długości sieci niskiego napięcia do długości sieci średniego napięcia $d = 1,9$.

4) Założono, że koszt niedostarczonej energii wynosi 25 zł/kWh. Koszt ΔK_b (wzory (7)) przyjęto jako równy ok. 350 tys. zł, a koszt K_b (wzór (8)) jako równy ok. 450 tys. zł.

5) Wartości poszczególnych intensywności i czasów, które przyjęto za dane wyjściowe do analizy, zestawiono w tabelicy 1. W tej samej tabelicy podano wartości współczynników m (wzory (2) i (4)) obliczone zgodnie z propozycjami w pracy [1].

Tabela 1¹⁾

	[P ₁]	[P ₂]	[P ₃]	[P ₄]	[P _{n1}]	[P _{n2}]	[a _I]	[a _{II}]	[a _{III}]	[a _{nI}] ³⁾	[a _{nII}]
λ [..] ²⁾	28	6	30	540	40	4	7,2	6	4,8	200	100
t [..] ²⁾	1,8	2,4	1,7	0,6	2,2	2,4	7,3			3,0	
m [..]	0,008	0,012	0,008	0,003	0,010	0,012	0,058			0,038	

1) Symbole w nawiasach kwadratowych w nagłówku tabelicy są indeksami intensywności λ , czasów t i współczynników m .

2) Wartości uzyskano w ZE Gliwice.

3) Intensywność λ_{anI} obejmuje również uszkodzenia z III zmiany.

6) Rozkłady prawdopodobieństwa $p(w;L)$ uszkodzeń jednoczesnych dla różnych długości sieci przedstawiono na rysunkach 1a i 1b. Rozkłady te zaczerpnięto bezpośrednio z pracy [2].

W y n i k i a n a l i z y

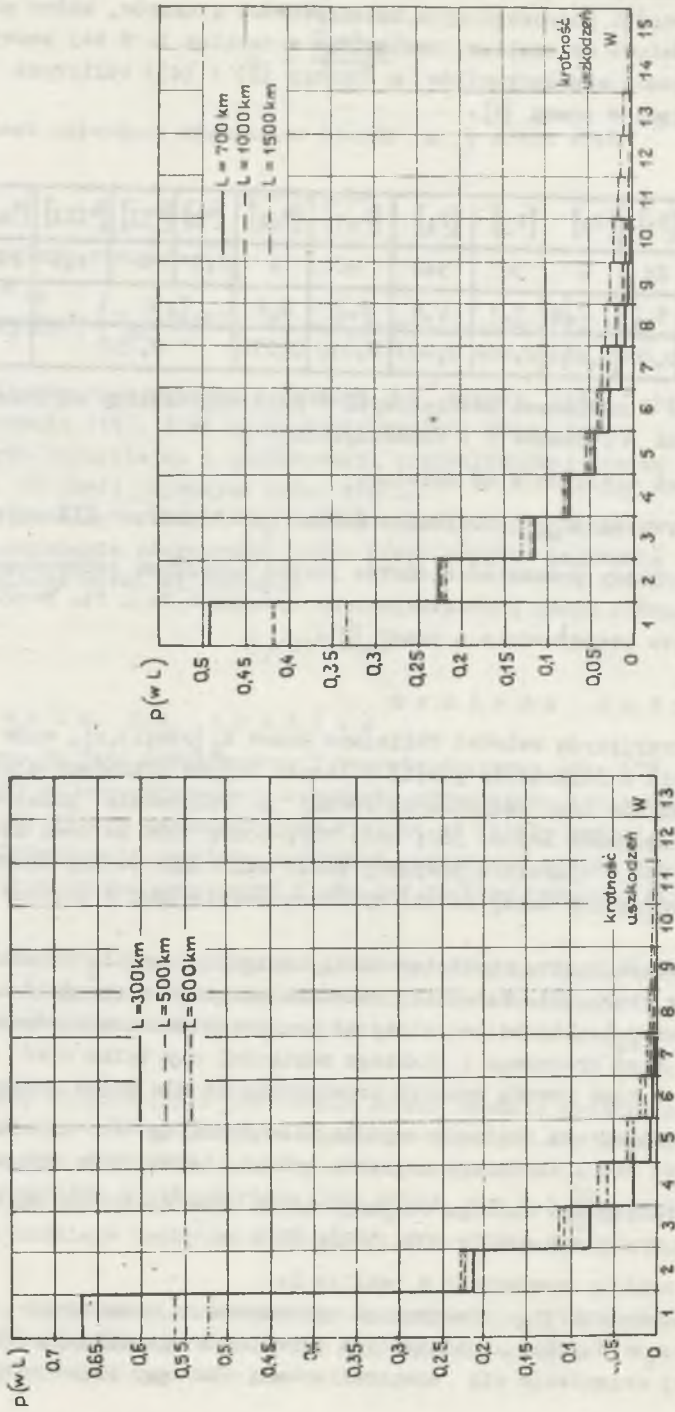
Dla przyjętych założeń obliczono koszt $K_A [p(w;L), n]$, wzór (8), dla uszkodzenia o rozkładzie $p(w;L)$ i liczby brygad biorących udział w likwidacji skutków tego uszkodzenia równej n . Obliczenia przeprowadzono dla sieci o długości $L=300; 500; 600; 700; 1000; 1500$ km oraz liczby brygad n od 1 do 15. W oparciu o powyższy koszt obliczono roczny koszt niedostarczonej energii w całej sieci. Wyniki przedstawiono w postaci wykresu na rys. 2.

Znajomość kosztu niedostarczonej energii pozwoliła określić liczbę brygad N wg wzoru (9). Wcześniej należało oczywiście określić liczbę brygad ($n_I+n_{II}+n_{III}$). Liczba ta zależy od tego, czy scentralizowana obsługa obejmuje sieć średniego i niskiego napięcia, czy tylko sieć średniego napięcia. Z tego powodu analizę przeprowadzono dla dwóch przypadków:

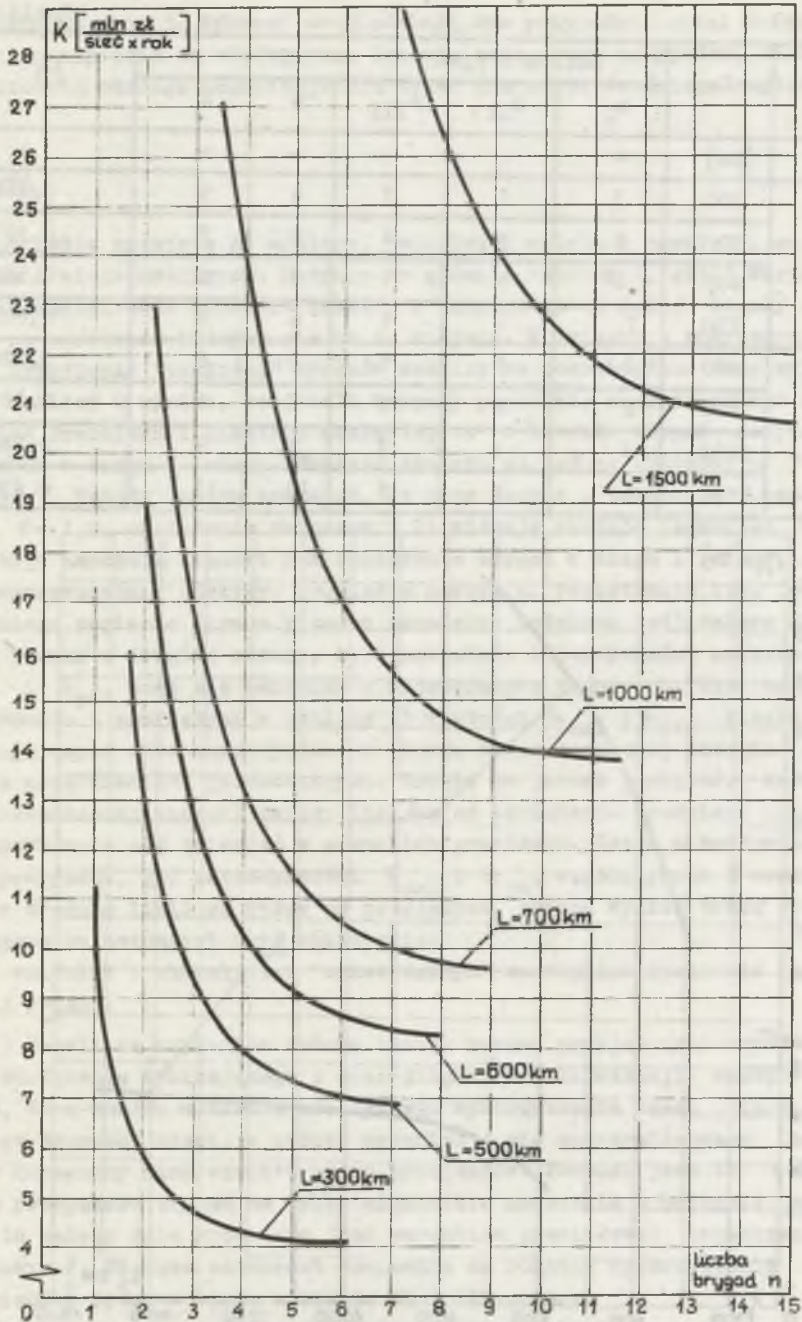
- scentralizowana obsługa obejmuje sieć średniego i niskiego napięcia; długość sieci średniego napięcia wynosi: $L=300; 500; 600$ km,
- scentralizowana obsługa obejmuje tylko sieć średniego napięcia; długość sieci wynosi: $L = 600; 700; 1000; 1500$ km.

Wyniki analizy zestawiono w tabelicy 2.

Współczynnik η_2 efektywnego wykorzystania czasu pracy brygad, mogących stanowić jedną z podstaw dla określenia optymalnej wielkości sieci, w której organizuje się scentralizowaną obsługę, przedstawiono w postaci



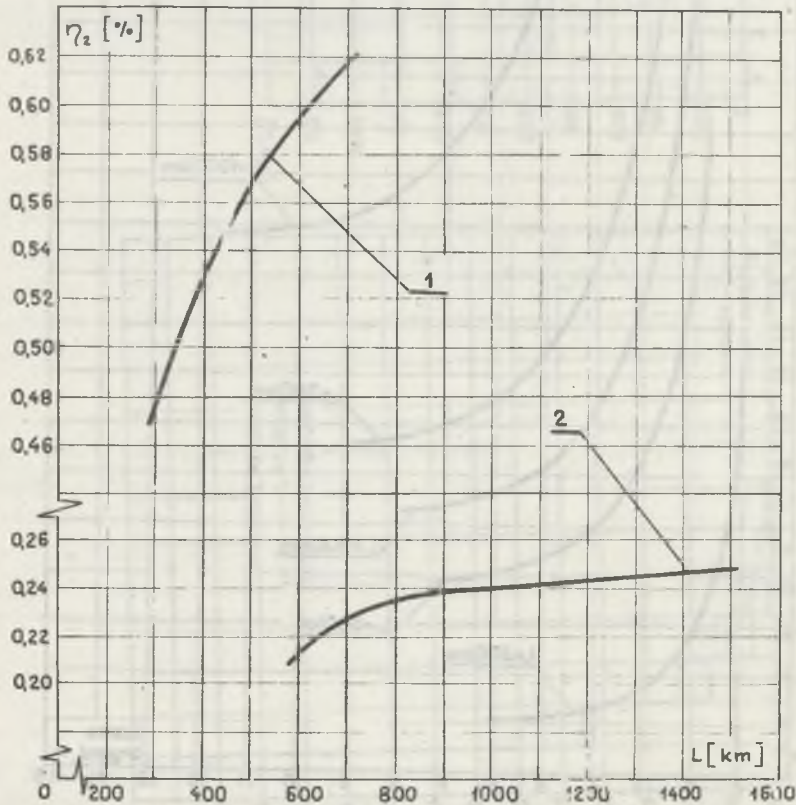
Rys. 1. Rozkład prawdopodobieństwa $p(w;L)$ uszkodzeń jednoczesnych:
 a) dla długości $L=300; 500; 600$ km, b) dla długości $L=700; 1000; 1500$ km



Rys. 2. Koszt likwidacji skutków uszkodzeń w sieci o długości L w zależności od liczby brygad n

Tablica 2

Rodzaj sieci	L	Liczba brygad					η_1
		n_I	n_{II}	n_{III}	n	N	
	[km]	-	-	-	-	-	-
śn+nn	300	3	1	1	4	5	0,465
	500	5	1	1	5	7	0,557
	600	6	1	1	6	8	0,585
	700	7	1	1	6	9	0,607
śn	600	2	1	1	6	6	0,224
	700	2	1	1	6	6	0,261
	1000	3	1	1	9	9	0,249
	1500	5	1	1	13	13	0,258



Rys. 3. Wskaźnik η_2 efektywnego wykorzystania czasu pracy brygad w zależności od długości sieci L

1 - dla sieci średniego i niskiego napięcia; 2 - dla sieci średniego napięcia

wykresów na rys. 3. Wykresy uwzględniają dwa przypadki: sieci średniego i niskiego napięcia są obsługiwane łącznie oraz drugi przypadek, kiedy scentralizowaną obsługę organizuje się tylko dla sieci średniego napięcia.

Wnioski

Założenia przyjęte do analizy, jakkolwiek wzięte z praktyki, są tylko jednym z wielu możliwych. Dotyczy to głównie tablicy 1, gdzie wartości mogą się kształtować zupełnie inaczej w zależności od dużej liczby czynników, na omówienie których nie ma tu miejsca. W związku z powyższym ważne jest określenie "czułości" wyników analizy na poszczególne dane wyjściowe.

Z tablicy 2 wynika, że jeżeli brygady pogotowia energetycznego obsługują sieć średniego i niskiego napięcia, to o liczbie brygad decyduje obciążenie w ciągu I zmiany. Wniosek ten nie ma jednak charakteru "uniwersalnego". Należy bowiem zauważyć, że przy danych z tablicy 1 i współczynnika $\delta = 1,9$, obciążenie związane z likwidacją skutków uszkodzeń w sieci niskiego napięcia stanowi 65% obciążenia brygad w ciągu I zmiany, a zabiegi konserwacyjne, odczyty, regulacje napięcia, rejestracje itp. w sieci średniego napięcia (prace planowe oznaczone indeksem $i=4$) dalsze 20%. Wiadomo jednak z drugiej strony, że odpowiednie intensywności uszkodzeń, tzn. N_{anI} i N_{p4} , mogą się zmieniać w najszerszych granicach. Dla małych (w porównaniu z przyjętymi w tablicy 1) wartości N_{anI} i N_{p4} liczba brygad obsługujących sieć może wynikać z kosztu niedostarczonej energii związanej z uszkodzeniami jednoczesnymi. Trzeba tu jednak pamiętać, że koszt niedostarczonej energii zależy liniowo od obciążenia średniego linii, które znowu może się zmieniać w szerokich granicach. Zatem w każdym konkretnym przypadku, gdy intensywności N_{anI} i N_{pn} , współczynnik δ oraz obciążenie średnie linii są różne od przyjętych, podane wyniki tracą wartość; wymagane są natomiast nowe obliczenia.

Z wniosków o charakterze "uniwersalnym" szczególne znaczenie mają dwa niżej podane.

1) Jeżeli za kryterium doboru liczby brygad przyjąć konieczność pokrycia obciążenia wynikającego z prac planowych i likwidacji skutków uszkodzeń, to z punktu widzenia efektywnego wykorzystania czasu pracy brygad wzrost długości sieci, w której organizuje się scentralizowaną obsługę, jest korzystny mimo wzrostu czasu przejazdów. Powodem jest tu fakt, że czas przejazdów brygad ma tylko niewielkie znaczenie w bilansie wykorzystania całego dnia roboczego (pod warunkiem prawidłowej organizacji prac planowych). Większe natomiast znaczenie ma rosnące wykorzystanie brygad pełniących dyżur w bazie w czasie II i III zmiany.

Jeśli wpływ przejazdów na efektywne wykorzystanie czasu pracy brygad jest niewielki, to "czułość" wyników analizy na zmiany gęstości powierzchni sieci q jest także niewielka.

2) Wzrost długości sieci powoduje zwiększenie efektywnego wykorzystania czasu pracy brygad również wtedy, gdy liczbę tych brygad trzeba dobierać wg kryterium kosztu likwidacji skutków uszkodzeń. Przyczyną w tym przypadku jest fakt, że rozkład prawdopodobieństwa uszkodzeń jednoczesnych zmienia się stosunkowo powoli i w związku z tym konieczny wzrost liczby brygad nie jest proporcjonalny do wzrostu długości sieci. Przedstawione w artykule podejście dotyczące optymalizacji liczby brygad obsługujących sieć oraz jej wielkości stanowi podstawę do dalszej naukowej analizy bardzo ważnego, z praktycznego punktu widzenia, zagadnienia:

LITERATURA

- [1] Popczyk J., Wosik J., Ciura Sz.: Optymalizacja organizacji i wyposażenia służb eksploatacyjno-ruchowych utrzymujących urządzenia sieciowe w gotowości ruchowej w nawiązaniu do automatycznego prowadzenia ruchu sieci. Cz. II, Gliwice 1975 (praca nie publikowana).
- [2] Popczyk J., Wosik J.: Rozkład prawdopodobieństwa uszkodzeń jednoczesnych. Prace Instytutu Elektroenergetyki i Sterowania Układów Politechniki Śląskiej, Gliwice 1976 (oddano do druku).
- [3] Szymik F., Popczyk J.: Niektóre zagadnienia obsługi ruchowej w napowietrznych sieciach średnich napięć. Prace Instytutu Elektroenergetyki i Sterowania Układów Politechniki Śląskiej, Gliwice 1976 (oddano do druku).

Przyjęto do druku w marcu 1976 r.

ЧИСЛО ОПЕРАТИВНЫХ БРИГАД ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ВОЗДУШНУЮ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНУЮ СЕТЬ

Р е з ю м е

В статье представлен метод определения числа оперативных бригад обслуживающих сеть. В методе учтен объем плановых работ оперативных бригад и работ, связанных с ликвидацией последствий повреждений. Учтены также расходы, связанные с ликвидацией одновременных повреждений. Проведен анализ. Предложены практические выводы.

NUMBER OF WORKING GROUPS CLEARING DAMAGES IN MEDIUM VOLTAGE OVER-HEAD LINES

Summary

The paper shows how to determine the number of the power grid emergency squads. The range of routine works and clearing of damages are taken into consideration. The cost of simultaneous damage repairs is also considered.

The practical conclusions are given.

Wprowadzenie. W artykule przedstawiono sposób wyznaczenia liczby brygad pogotowia energetycznego, uwzględniając zakres prac rutynowych i likwidacji uszkodzeń. Wzięto pod uwagę koszty naprawy uszkodzeń w sieciach energetycznych.

1. Wprowadzenie

Ważnym zadaniem przy projektowaniu i eksploatacji sieci energetycznych jest wyznaczenie liczby brygad pogotowia energetycznego, które zapewnią szybkie i skuteczne likwidowanie uszkodzeń. W tym celu należy uwzględnić zakres prac rutynowych oraz prace likwidacyjne. Koszt naprawy uszkodzeń w sieciach energetycznych jest istotnym czynnikiem przy wyznaczaniu liczby brygad.

2. Zakres prac i koszt naprawy uszkodzeń

Prace likwidacyjne w sieciach energetycznych obejmują przede wszystkim naprawy uszkodzeń linii przesyłowych i rozdzielnic. Koszt naprawy uszkodzeń zależy od rodzaju uszkodzenia i czasu naprawy.

Wieloletnie doświadczenia w eksploatacji sieci energetycznych dowiodły, że wyznaczenie liczby brygad pogotowia energetycznego jest jednym z najważniejszych zadań przy projektowaniu i eksploatacji sieci energetycznych.