

Part Code
ST1316



Grey Scale #13



DANES
PICTA
.COM

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

KATEDRA WOJSK ŁĄCZNOŚCI

DO WYTKU
SŁUŻBOWEGO

Egz. Nr 1

plk dr Henryk PIEKARSKI

ZASTOSOWANIE METODY ANALIZY SIECIOWEJ „PERT”
W ROZWIJANIU WĘZŁÓW ŁĄCZNOŚCI NA SZCZEBLU
TAKTYCZNYM I OPERACYJNYM



ARCHIWUM
BIBLIOTEKI SZKOŁY WARSZAWSKIEJ
AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni Karola Świerczewskiego

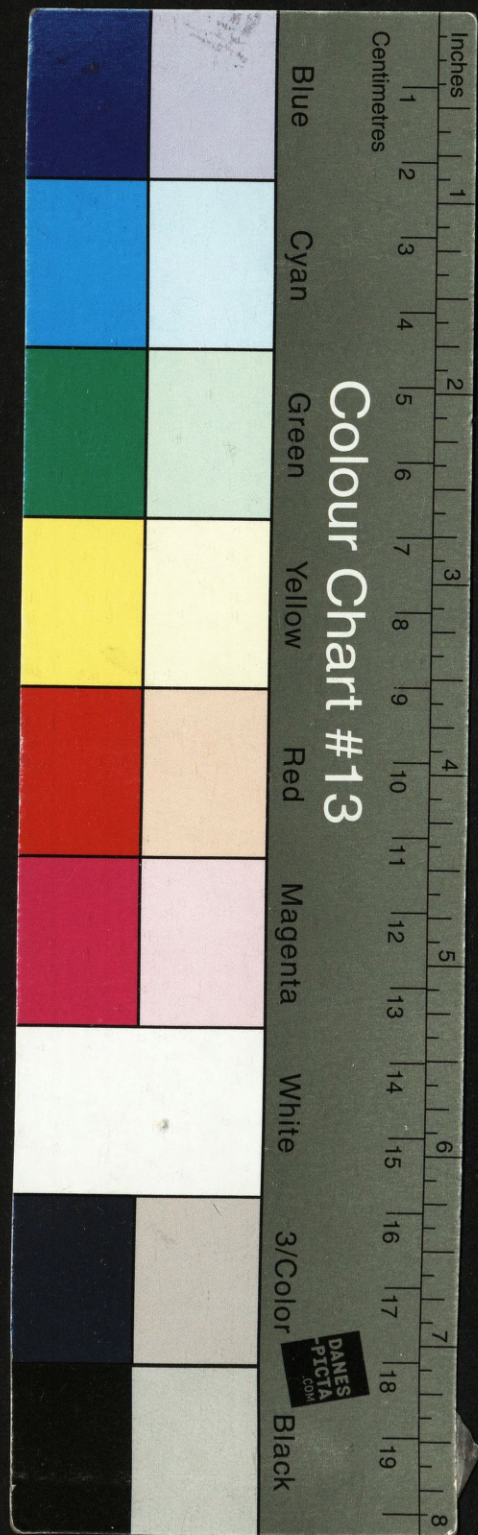
836523

WARSZAWA

WRZESIEŃ

1969

Strona 97



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

KATEDRA WOJSK ŁĄCZNOŚCI

DO WYTIĘK
SLUŻBOWO

Egz. Nr 1

płk dr Henryk PIEKARSKI

ZASTOSOWANIE METODY ANALIZY SIECIOWEJ „PERT”
W ROZWIJANIU WĘZŁÓW ŁĄCZNOŚCI NA SZCZEBLU
TAKTYCZNYM I OPERACYJNYM



3 lat
ARCHIWUM
BIBLIOTEKI SZKOŁY OFICERSKIEJ
IM. KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO
ul. gen. broni Karol Świerczewski
836523

WARSZAWA

WRZESIEŃ

1969

stron. 97

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Swierczewskiego

KATEDRA WOJSK ŁACZNOŚCI

Inkl. prot. 12657/1

ZATWIERDZAM
SZEF KATEDRY WOJSK ŁACZNOŚCI

płk dr Michał GELETA

DO UŻYTKU
SŁUŻBOWEGO

T A J N E

egz.nr.... 1

płk dr Henryk PIEKARSKI

ZASTOSOWANIE METODY ANALIZY SIECIOWEJ "PERT" W ROZWIJANIU
WEZŁÓW ŁACZNOŚCI NA SZCZEBLU TAKTYCZNYM I OPERACYJNYM



ARCHIWUM
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Swierczewskiego

36523

WARSZAWA

wrzesień

1969 r.

TREŚĆ

<u>Wstęp</u>	3
I. Wprowadzenie do tematu.	4
II. Ogólne dane o metodzie postępowania przy zastosowaniu modelu sieciowego.	7
III. Podstawowe założenia przyjęte do opracowania przykładowych modeli sieciowych.	15
1. Kolejność czynności podczas rozwijania polowych węzłów łączności.	16
2. Struktura organizacyjna polowych węzłów łączności stanowisk dowodzenia na szczeblu taktycznym i operacyjnym.	19
3. Czasowe normy rozwijania środków i urządzeń łączności.	20
4. Zasady rozmieszczenia środków i urządzeń łączności.	23
5. Przyjęte warunki taktyczno-operacyjne dla rozwijania węzłów łączności stanowisk dowodzenia.	30
IV. Rozwiązanie przykładowych modeli sieciowych.	32
1. Rozwiązanie przykładowego modelu sieciowego na rozwijanie węzła łączności SD pułku.	35
2. Rozwiązanie przykładowego modelu sieciowego na rozwijanie węzła łączności SD dywizji.	47
3. Wnioski i uogólnienia dotyczące rozwijania węzłów łączności stanowisk dowodzenia na szczeblu taktycznym.	60
4. Rozwijanie przykładowego modelu sieciowego na rozwijanie węzła łączności stanowiska dowodzenia armii.	65
5. Wnioski i uogólnienia dotyczące rozwijania węzła łączności stanowiska dowodzenia armii.	92

Załączniki:

- 3 -

WSTEP

W niniejszym opracowaniu dokonano próby modelowania przedsięwzięć związanych z rozwijaniem polowych węzłów łączności stanowisk dowodzenia na szczeblu taktycznym i operacyjnym, w oparciu o metodę analizy sieciowej PERT^{1/}. Modelowanie tego rodzaju przedsięwzięć w oparciu o metodę analizy sieciowej PERT ma na celu usprawnienie planowania i kontrolowania przebiegu wszystkich czynności jakie muszą być wykonywane w procesie rozwijania węzłów łączności, w warunkach polowych i w różnych sytuacjach taktyczno-operacyjnych.

Praca przeznaczona jest przede wszystkim jako pomoc szkoleniowa dla słuchaczy ASG. Zapoznaje ona w ogólnym zarysie z metodą modelowania przedsięwzięć z zakresu organizacji łączności, przy wykorzystaniu aparatu matematycznego.

Praca może być również wykorzystywana przez organa dowodzenia wojsk łączności, które są odpowiedzialne za planowanie i kierowanie łącznością, jak również za przenoszenie i rozwijanie polowych węzłów łączności. Może ona być także wykorzystywana przez organa wykonawcze /dowództwa i sztaby oddziałów i pododdziałów Wojsk łączności/, jako podstawa do praktycznego modelowania przedsięwzięć w zakresie rozwijania węzłów łączności na szczeblu taktycznym i operacyjnym.

-
- 1/ PERT a/ pierwsza nazwa: PROGRAM EVALUATION RESEARCH TASK
/program oceny badań norm pracy/;
b/ późniejsza nazwa: PROGRAM EVALUATION AND REVIEW
TECHNIQUE /technika oceny i kontroli programu/;
c/ nazwa przyjęta w kraju: Metoda planowania i kontroli realizacji przedsięwzięć.

I. WPROWADZENIE DO TEMATU

Automatyzowanie podstawowych procesów kierowania wojskami wymaga wyposażenia dowództw i sztabów w odpowiednie techniczne środki dowodzenia i łączności oraz elektroniczną technikę obliczeniową. Wymaga również realizacji całego szeregu przedsięwzięć wstępnych mających na celu formalizowanie podstawowych procesów informacyjnych i w oparciu o nie formalizowanie przedsięwzięć taktyczno-operacyjnych. Niezbędne staje się opracowanie określonej ilości modeli cybernetycznych walki ogólnowojskowej, działań poszczególnych rodzajów wojsk oraz modeli dowodzenia wojskami i organizacji łączności zabezpieczającej dowodzenie. Oprócz tego konieczne jest weryfikowanie opracowanych modeli w oparciu o doświadczenia z ćwiczeń i przygotowanie programów na elektroniczne maszyny cyfrowe.

Cybernetyka i matematyka pozwalają opisywać matematycznie wszelkie zjawiska, zdarzenia i procesy zachodzące na polu walki w tym również dowodzenie i łączność. Zastosowanie logiki i metod matematycznych wraz z elektroniczną techniką obliczeniową do formalizowania tych procesów stwarza możliwość optymalnego rozwiązywania najbardziej skomplikowanych problemów oraz efektywnego reagowania na ich przebieg.

Opracowanie modeli sieciowych i algorytmów dla przedsięwzięć wykonywanych przez sztaby i wojska nie jest sprawą łatwą, a przede wszystkim jest czynnością pracochłonną. Dlatego wszelkie prace związane z modelowaniem i formalizacją procesów dowodzenia i łączności powinny być wykonane z wyprzedzeniem - w okresie pokoju i weryfikowane na konkretnych przykładach działań bojowych podczas ćwiczeń dowódczo-sztabowych i ćwiczeń z wojskami w terenie.

Cybernetyczne i matematyczne modele działań bojowych powinny w zasadzie obejmować szczególnie złożone i skomplikowane przedsięwzięcia, takie jak: przegrupowanie wojsk, osiąganie gotowości bojowej przez oddziały i związki taktyczne /operacyjne/, wykonanie desantu, forsowanie przeszkód wodnych, użycie broni jądrowej w konkretnych warunkach

walki, podział celów między środki ogniowe, organizację obrony przeciwlotniczej, zaopatrywanie wojsk w środki materiałowe itp.

Podobnie jak w innych dziedzinach działalności wojskowej, tak również i w wojskach łączności metoda analizy sieciowej powinna znaleźć szerokie zastosowanie. Jest ona szczególnie przydatna przy rozwiązywaniu takich przedsięwzięć organizacji łączności jak rozwijanie węzłów łączności. Dotychczasowa bowiem praktyka postępowania przy rozwijaniu węzłów łączności opiera się wyłącznie na znajomości: taktyczno-technicznych danych, sprzętu, ludzi pracujących na nich oraz na posiadanym większym lub mniejszym doświadczeniu praktycznym. Choć są to walory, których nie można negować, jednak tego rodzaju postępowanie opiera się z zasady wyłącznie na intuicji i zaufaniu do podwładnych. Te czynniki w praktyce posiadają duże znaczenie, jednak wnioski i uogólnienia muszą być wielokrotnie sprawdzane w praktyce ćwiczeń. Poza tym muszą być one poparte podstawami lub metodami naukowymi, inaczej nie mogą dać należytych rezultatów.

W związku z powyższym trzeba dążyć do stosowania takich metod i form pracy organizacyjnej przy rozwijaniu węzłów łączności, które zostały wypracowane w oparciu o podstawy naukowe i które dzięki temu pozwolą sprostać stawianym zadaniom, jak również umożliwią uzyskanie najbardziej efektywnych rezultatów w zakresie wykorzystania czasu, ludzi i sprzętu.

Przy rozwiązywaniu złożonych i wieloczynnościowych przedsięwzięć organizacji łączności takich jak rozwijanie węzłów łączności, z powodzeniem może być stosowana metoda analizy sieciowej PERT.

Grafy sieciowe zestawione metodą PERT znalazły /jak dotychczas/ najszersze zastosowanie w praktyce. Są one obecnie interpretowane jako opisy działania układów złożonych, to znaczy takich układów, na które składa się praca przynajmniej kilku wykonawców wykonujących określone zadanie we wzajemnej od siebie zależności.

Metoda analizy sieciowej PERT jest naukową metodą planowania i kierowania, która może posłużyć szefowi łączności lub szefowi węzła łączności w określeniu i koordynowaniu prac na węzle łączności, jak również może przyczynić się do wykonania zadań we właściwym /nakazanym/ terminie. Metoda ta nie daje gotowej decyzji, pozwala jednak określić należyście wszystkie konieczne dane, na podstawie których możliwe jest podjęcie odpowiednio optymalnej decyzji w zakresie organizacji i łączności.

Stosując metodę analizy sieciowej PERT można w postaci odpowiednio zastosowanego grafu sieciowego opisać i wykazać w czasie przebieg wszystkich czynności wykonywanych przez pododdziały i zespoły łączności. Można również wykazać zależności istniejące pomiędzy poszczególnymi czynnościami i ich wzajemne powiązanie.

Stosowanie metody analizy sieciowej PERT pozwala uniknąć pomyłek. Dzięki wykonanym obliczeniom matematycznym uzyskuje się realne dane o czasie trwania każdej czynności i całości przedsięwzięcia. W rezultacie tego można trafnie określić terminy rozpoczęcia i zakończenia wszystkich prac wykonywanych przy rozwijaniu węzłów łączności. Możliwe też jest konkretyzowanie terminów zdeaktualizowanych na skutek zaistniałych zmian w sytuacji taktyczno-operacyjnej oraz skuteczne przeciwdziałanie zakłóceniom powstałym podczas wykonywania poszczególnych planowanych prac. Uzyskuje się to dzięki możliwości wykrywania czynności krytycznych.

Szczególne istotnym walorem opracowywanych modeli sieciowych PERT, jest ich uniwersalność. Mogą być one stosowane w każdych warunkach. Wymagane jest tylko wprowadzanie do zawczasu przygotowanych modeli i ich rozwiązań niezbędnych korekt, stosownie do aktualnie wytworzonej sytuacji taktyczno-operacyjnej i warunków w jakich rozwijane są węzły łączności na polu walki.

II. OGÓLNE DANE O METODZIE POSTĘPOWANIA PRZY ZESTAWIANIU MODELU SIECIOWEGO

Przy zastosowaniu grafów sieciowych dla przedsięwzięć organizacji łączności należy przestrzegać aby:

1. Każda czynność miała swoje zdarzenie wyjściowe i końcowe.
2. Czynności następowały po sobie w porządku logicznym, przedstawiając przy tym czas i pracę w zakresie rozwijania poszczególnych elementów węzła łączności i sieci łączności wewnętrznej punktu dowodzenia.
3. Czynności występujące w jednym ciągu nie były uzależnione od którejkolwiek czynności następnej.
4. Czynności odpowiadały swą istotą i treścią, fragmentowi zamierzenia, a zdarzenia determinowały etapy przedsięwzięcia.
5. Zdarzenia i czynności wyraźnie precyzowały fakt rozpoczęcia czynności następnej i definitywne zakończenie poprzedniej.

Ważnym zagadnieniem jest ściśle określenie czasu niezbędnego na wykonanie tej lub innej czynności /zadania/. Norma czasowa posiada istotne znaczenie z punktu widzenia organizacyjnego ponieważ umożliwia powiązanie w jednolitą całość różnorodnych elementów działalności pododdziału lub zespołu łączności, określają początek, czas trwania i koniec wykonywanych czynności. Wykazuje ona również współdziałanie pomiędzy poszczególnymi pododdziałami i zespołami łączności.

Jeśli chodzi o normy czasowe poszczególnych czynności to są one podstawą wykonywania poszczególnych prac przy rozwijaniu węzłów łączności i stanowią podstawę do planowania całego przedsięwzięcia, jak również dostosowania go do określonych warunków i sytuacji taktyczno-operacyjnej oraz stanowią jednostki obliczeniowe niezbędne dla kalkulacji czynności i podstawowych wykresów sieciowych.

Należy przy tym podkreślić, że jedynie ludzie dobrze zapoznani z treścią i przedmiotem realizowanych zadań w zakresie rozwijania węzłów łączności, posiadający głęboką znajomość

struktury wewnętrznej tego przedsięwzięcia oraz posiadający wieloletnie doświadczenia dowódczo-organizacyjne, zdolni są prawidłowo zestawić model organizacji, rozwinięcia i przesunięcia węzła łączności oraz właściwie ocenić czas realizacji poszczególnych czynności i prac.

Metody oceny czasu trwania poszczególnych czynności podczas rozwijania węzłów łączności mogą być różne. Generalnie rzecz biorąc, zależą one od charakteru czynności i możliwości czasowych, jakimi dysponuje się przy sporządzaniu modelu sieciowego. Do najczęściej stosowanych metod określania czasów trwania czynności zalicza się trzy metody: kalkulacyjną, szacunkową i statystyczną.

Przy opracowywaniu modelu sieciowego dla rozwijania węzła łączności głównie stosuje się metodę kalkulacyjną opartą na znajomości zależności matematycznych określających przebieg czynności oraz na obowiązujących w wojskach normach czasowych.

Przy zestawianiu grafów sieciowych na rozwijanie węzłów łączności można też stosować naprzemian dwie metody oceny czasów trwania czynności:

1. Metodę kalkulacyjną, według której oblicza się czas realizacji czynności na podstawie obowiązujących norm czasowych, szczególnie w odniesieniu do technicznych środków łączności.

2. Metodę szacunkową, która opiera się na danych uzyskiwanych w drodze ocen przybliżonych, ustalanych na podstawie wniosków i doświadczeń z praktyki szkoleniowej oraz z ćwiczeń z wojskami w terenie.

Najpewniejszą i najbardziej przydatną jest metoda statystyczna. Obecnie jednak nie posiadamy prawie żadnych realnych i wartościowych danych statystycznych, możliwych do wykorzystania. Systematyczne gromadzenie i analiza danych wymaga dużo czasu i nie zawsze będzie dostępna, szczególnie w warunkach bojowych. Z tych też względów ta metoda jest obecnie najmniej stosowana w praktyce.

Dotychczasowa praktyka wykazuje, że przy rozwijaniu węzła łączności w określonych warunkach i sytuacjach bojowych

dla poszczególnych czynności nie można wyznaczać tylko jednej wartości czasu, tzn, nie można czynności przedstawiać w sposób deterministyczny. Przy wartościowaniu czasu trwania poszczególnych czynności musi być stosowana zasada prawdopodobieństwa.

Prawdopodobieństwo czasu trwania wykonywanych zadań /czynności/ może być określane różnymi sposobami. Dla zestawienia modelu sieciowego na rozwijanie węzłów łączności, charakterystykę trwania czynności najlepiej określać za pomocą skali trzech ocen czasu:

- a/ czas optymistyczny t_{ij}^a , to znaczy możliwie najkrótszy czas trwania czynności przy najkorzystniejszych warunkach jej realizacji;
- b/ czas pesymistyczny t_{ij}^b , czyli realnie najdłuższy czas trwania czynności wykonywanej w warunkach niesprzyjających;
- c/ czas najbardziej prawdopodobny t_{ij}^m , czyli mający miejsce w warunkach normalnych lub inaczej określając - w warunkach przeciętnych.

Z trzech wyżej wymienionych czasów t_{ij}^a t_{ij}^b t_{ij}^m / należy wyliczać czas średni tzw. czas ważony t_{ij}^e .

Najczęściej w też stosuje się następujący układ wag:

- dla czasu optymistycznego $W = 1$
- dla czasu pesymistycznego $W = 1$
- dla czasu najbardziej prawdopodobnego $W = 4$

Obliczeń dokonuje się z wzoru:

$$t_{ij}^e = \frac{t_{ij}^a + 4 \cdot t_{ij}^m + t_{ij}^b}{6}$$

to znaczy jeśli:

$$t_{ij}^a = 20 \quad t_{ij}^b = 40 \quad t_{ij}^m = 30$$

$$\text{wówczas } t_{ij}^e = 30$$

$$t_{ij}^e = \frac{20 + 4 \cdot 30 + 40}{6} = \frac{20 + 120 + 40}{6} = \frac{180}{6} = 30$$

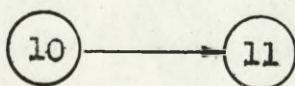
Dzięki wykonanym obliczeniom, każdy model sieciowy wskazuje terminy rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych czynności. Zwykle bierze się pod uwagę cztery terminy, a mianowicie:

- najwcześniejszy możliwy termin rozpoczęcia czynności, oznaczany symbolem T_i^W ;
- najwcześniejszy możliwy termin zakończenia czynności, oznaczony symbolem T_j^W ;
- najpóźniejszy dopuszczalny termin rozpoczęcia czynności oznaczany symbolem T_i^P ;
- najpóźniejszy dopuszczalny termin zakończenia czynności oznaczany symbolem T_j^P .

Obliczeń poszczególnych terminów dokonuje się według następującej zasady:

$$\frac{85}{135} \qquad \frac{115}{165}$$

30



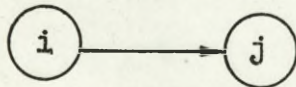
to oznacza, że

$$85 + 30 = 115$$

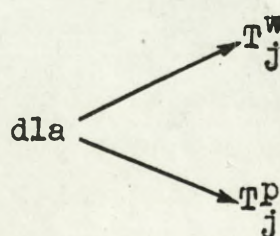
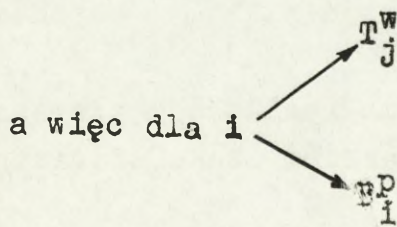
$$165 - 30 = 135$$

t_{ij}

to oznacza, że:



$$\frac{T_i^W}{T_i^P} = \frac{T_j^W}{T_j^P} = \frac{85}{135} + \frac{30}{30} = \frac{115}{165}$$



Licząc sieć "do przodu" najwcześniejszy możliwy termin wystąpienia zdarzenia następującego po danej czynności T_j^W otrzymujemy jako sumę terminu zdarzenia poprzedzającego T_i^W oraz czasu trwania czynności t_{ij} .

$$T_j^W = T_i^W + t_{ij}$$

Jeżeli do zdarzenia następującego po danej czynności dochodzi więcej niż jedna czynność, to interesujący nas termin znajdziemy jako maksimum na zbiorze terminów możliwych:

$$T_j^W = \max \left\{ T_i^W + t_{ij} \right\}$$

Licząc sieć "do tyłu" najpóźniejszy dopuszczalny termin wystąpienia zdarzenia poprzedzającego daną czynność T_i^P otrzymujemy jako różnicę zdarzenia następującego T_j^P oraz czasu trwania czynności t_{ij} .

$$T_i^P = T_j^P - t_{ij}$$

Jeżeli do zdarzenia poprzedzającego daną czynność dochodzi więcej niż jedna czynność, to interesujący nas termin znajdziemy jako minimum na zbiorze terminów możliwych:

$$T_i^P = \min \left\{ T_j^P - t_{ij} \right\}$$

Najwcześniejszy możliwy termin zaistnienia zdarzenia następującego jest powiększony o wartość czasu wiążącego ostatnie zdarzenie z poprzedzającym. Jeżeli zdarzenie następujące jest zależne od kilku poprzedzających zdarzeń, to wówczas najwcześniejszy termin zaistnienia zdarzenia określa się względem zdarzenia poprzedzającego, dla którego suma terminu najwcześniejszego i czasu realizacji wiążącej czynności była największa.

Najpóźniejszy dopuszczalny termin realizacji zdarzenia poprzedzającego jest pomniejszony o wartość czasu wiążącego poprzedzające zdarzenie.

Obliczeń czasu średniego oraz sumarycznego odchylenia standardowego dokonuje się dla metody kalkulacyjnej i szacunkowej według wzoru:

$$\sigma_t^2 = \left(\frac{t_p - t_o}{6} \right)^2$$
 co oznacza, że przy: $t_o = 20$ i $t_p = 40$

odchylenie standardowe wykonania przedsięwzięcia wynosi:

$$\sigma_t = \frac{40 - 20}{6} = \frac{20}{6} = \frac{10}{3} = 3\frac{1}{3}$$

Obliczenia odchylenia standardowego mogą być dokonywane według następującego wzoru:

Na przykład: $\sigma_\lambda \sqrt{\sum_{j,i}^m \sigma_{ij}^2}$

$$\sigma_{225} = \sqrt{\frac{100}{9} + \frac{100}{9} + \frac{20}{9} + \frac{25}{9} + \frac{400}{9} + \frac{25}{9} + \frac{25}{9} + \frac{25}{9}} = \sqrt{\frac{750}{9}}$$

$$\sigma_{225} = \frac{27}{3} = 9$$

$$\lambda = 225 \pm 3 \cdot 9$$

$$\lambda = 198 \pm 252$$

Dokonanie wszystkich uprzednio wymienionych obliczeń, jak również obliczeń dodatkowych pozwala wyszczególnić w modelu sieciowym zapasy czasów. Bierze się pod uwagę trzy rodzaje zapasu czasu:

- zapas całkowity, oznaczony symbolem Z_{ij}^c ;
- zapas wolny /swobodny/, oznaczony symbolem Z_{ij}^w ;
- zapas związany, oznaczony symbolem Z_{ij}^z ;

Zapasy czasów obliczane są z następujących wzorów:

1/ Zapas całkowity - Z_{ij}^c

$$Z_{ij}^c = T_j^p - t_{ij} - T_i^w$$

$$\text{lub } Z_{ij}^C = Z_{ij}^W + Z_{ij}^Z$$

$$\text{jeśli więc } Z_{ij}^W = 0 \quad \text{a } Z_{ij}^Z = 10$$

$$\text{to } Z_{ij}^C = 0 + 10 = 10$$

2. Zapas wolny /swobodny/ - Z_{ij}^W

$$Z_{ij}^W = T_j^W - t_{ij} - T_i^W$$

$$\text{jeśli więc } T_j^W = 60 \quad \text{a } t_{ij} = 30 \quad \text{i } T_i^W = 30$$

$$\text{to } Z_{ij}^W = 60 - 30 - 30 = 0$$

3. Zapas związany - Z_{ij}^Z

$$Z_{ij}^Z = T_j^D - T_j^W$$

$$\text{jeśli więc } T_j^D = 70 \quad \text{a } T_j^W = 60$$

$$\text{to } Z_{ij}^Z = 70 - 60 = 10$$

Zapasy całkowite oznaczają, że wyczerpanie najpóźniejszego terminu realizacji zdarzenia następującego jest bez wpływu na realizację całości przedsięwzięcia.

Zapasy wolne /swobodne/ określają jaką część zapasu czasu całkowitego danej czynności można zużyć na wydłużenie czasu jej trwania i jaką część zapasu można zużyć na wydłużenie czasu trwania czynności poprzedzających.

Zapasy związane określają rezerwę czasu, której naruszenie opóźnia najwcześniejszy termin realizacji zdarzenia następnego, jednak jego zużycie nie opóźni najpóźniejszego terminu zaistnienia zdarzenia następującego.

W wyniku wszystkich obliczeń dokonywanych przy zestawianiu modelu sieciowego można ustalić i wyselekcjonować te czynności, które determinują realizację całości przedsięwzięcia /zamierzenia/ w przewidywanym czasie, czyli, które zdarzenia i czynności uważa się za krytyczne. To znaczy, które czynności wymagają szczególnej kontroli i skoncentrowania uwagi przy rozwijaniu węzła łączności.

Wszystkie czynności determinujące realizacją całości przedsięwzięcia wykreśla się lub wydziela się w oddzielnej pozycji tabeli jako ścieżkę krytyczną. Pod tym określeniem należy rozumieć ciąg czynności i zdarzeń, w którym zdarzenie następujące po każdej czynności poprzedniej pokrywa się ze zdarzeniem początkowym czynności następnej, przy czym suma czasów trwania czynności określa czas trwania całego przedsięwzięcia.

Zatem ścieżką krytyczną nazywamy ciąg czynności i zdarzeń o zerowych zapasach całkowitych czasu trwania - czynności i zerowych luzach zdarzeń:

$$\frac{T_i^W}{T_i^P} \quad \text{luz} = T_i^P - T_i^W$$

Ścieżka krytyczna określa więc najdłuższą w czasie drogę w modelu sieciowym determinowaną najbardziej pracochłonnymi przedsięwzięciami. W czasie realizacji przedsięwzięć, znajdujących się na ścieżce krytycznej, należy zwracać szczególną uwagę na dotrzymanie terminów ukończenia wszystkich czynności, które mogą mieć decydujący wpływ na realizację w oznaczonym terminie całego przedsięwzięcia. Jeśli więc ścieżka krytyczna determinuje czas realizacji całości przedsięwzięcia, przedłużenie czasu trwania którejkolwiek czynności na niej leżącej, automatycznie wydłuża czas trwania przedsięwzięcia, zmienia termin zakończenia prac - termin gotowości węzła łączności. Mając to na uwadze dla podejmującego decyzję przy założonym z góry terminie ukończenia całości prac lub zdarzenia, bardzo ważne znaczenie ma ustalenie czy termin ten zostanie dotrzymany.

W celu ustalenia prawdopodobieństwa z jakim nastąpi realizacja całego przedsięwzięcia lub jego poszczególnych zdarzeń /czynności/ oblicza się czynnik prawdopodobieństwa według wzoru:

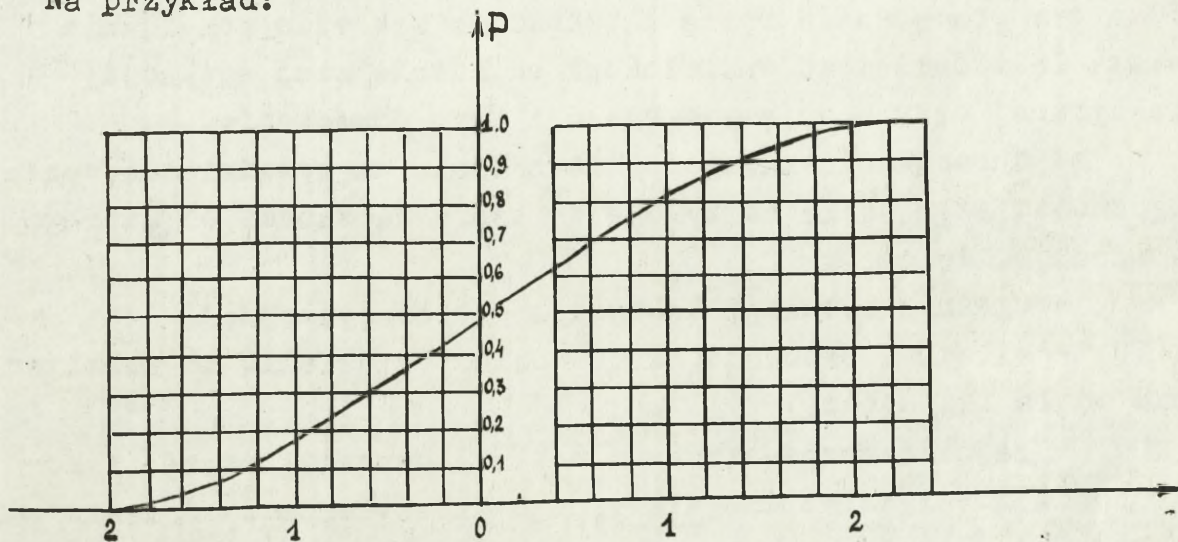
$$Z = \frac{T_S - T_E}{\sqrt{\sum_{k=1}^n \sigma_{TK}^2}}$$

T_S - pożądany lub z góry założony termin ukończenia całego przedsięwzięcia;

T_E - najwcześniejszy termin zaistnienia zdarzenia /jest to wartość czasu dla danego zdarzenia równa sumie okresów dla czynności na najdłuższej w czasie drodze, od początku przedsięwzięcia do danego zdarzenia/.

Następnie korzystając z tablicy rozkładu normalnego, wyznacza się prawdopodobieństwo ukończenia zdarzenia w określonym czasie.

Na przykład:



Przy otrzymanym z obliczeń prawdopodobieństwie wynoszącym $P = 50\%$, lub niewiele odbiegającym od $P = 50\%$, istnieje uzasadnione przypuszczenie, że przyjęty sposób realizacji całego przedsięwzięcia zapewnia wykonanie zadania w wyznaczonym terminie.

III. PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OPRACOWANIA PRZYKŁADO-
WYCH MODELI SIECIOWYCH

1. Kolejność czynności podczas rozwijania polowych węzłów
łączności

Pod pojęciem rozwinięcia polowego węzła łączności należy rozumieć rozwinięcie wszystkich elementów węzła, rozwinięcie i uruchomienie systemu zasilania, rozwinięcie i uruchomienie kablowej telefonicznej sieci łączności służbowej.

W opracowaniu przyjęto obowiązującą obecnie w wojskach kolejność czynności podczas organizacji i rozwijania polowych węzłów łączności. Zgodnie z instrukcjami MON^{3/}, ogólne kierownictwo w zakresie rozwijania, eksploatacji i zwijania polowych węzłów łączności sprawują szefowie węzłów łączności /dowódcy pododdziałów, oddziałów łączności/.

Praca szefa węzła łączności opiera się na zadaniach i wytycznych stawianych przez szefa łączności oraz w oparciu o ilość i stan techniczny posiadanych środków łączności. Poza tym praca szefa węzła łączności w zakresie rozwijania węzła łączności jest uzależniona od istniejącej sytuacji taktycznej oraz przyjętych zasad i form dowodzenia.

W opracowaniu założono, że zadania na rozwinięcie węzła łączności szef węzła otrzymuje od szefa łączności, od którego dowiadyuje się o:

- ogólnej sytuacji taktycznej /operacyjnej/;
- siłach i środkach, które należy wydzielić do rozwijania węzła łączności;
- rejonie rozmieszczenia węzła łączności, czasie i kolejności rozwijania, inżynierskiego zabezpieczenia i maskowania;
- z kim, jakimi środkami, w jaki sposób i w jakim terminie należy zorganizować łączność;
- kolejności rozwijania kablowej sieci służbowej i wew-

3/ Polowe węzły łączności związków taktycznych, oddziałów i pododdziałów - Instrukcja łączności MON - Warszawa 1967 r.
- Polowe węzły łączności związków operacyjnych - Instrukcja Łączności MON - Warszawa 1967 r.

nętrznej;

- sposobie zmiany danych radiowych, radioliniowych, radiotelefonicznych, kryptonimów i sygnałów rozpoznawczych osób funkcyjnych;

- sposobie zwijania i przenoszenia węzła łączności do nowego rejonu;

- terminach i sposobach kontroli łączności;

- terminie gotowości węzła łączności.

Przyjęto również, że po otrzymaniu zadania i wytycznych na organizację i rozwijanie polowego węzła łączności, szef węzła łączności analizuje otrzymane zadania i dokumenty oraz opracowuje wnioski odnośnie:

- wpływu sytuacji taktycznej na wykonanie zadań przez pododdziały łączności;

- warunków organizacji łączności i rozwijania polowego węzła łączności;

- czasu potrzebnego na przemarsz pododdziałów łączności do wyznaczonego rejonu rozwijania węzła łączności oraz ustalenia marszruty;

- czasu potrzebnego na rozwijanie węzła łączności i uruchomienie nakazanego systemu łączności;

- ilości potrzebnych sił i środków do rozwinięcia węzła łączności.

Na podstawie przeprowadzonej analizy, szef węzła łączności określa:

- termin i sposób przeprowadzenia rozpoznania rejonu wyznaczonego do rozwinięcia węzła łączności;

- czas wyjazdu pododdziałów łączności do nakazanego rejonu;

- sposób ustawienia kolumny marszowej;

- termin przybycia do nakazanego rejonu oraz sposób wykonania zadania.

Na podstawie powyższej oceny, szef węzła wydaje zarządzenia przygotowawcze wszystkim zainteresowanym funkcyjnym łączności, szczególnie w zakresie przygotowania sił i środków do wykonania zadania.

Rekonesans rejonu wyznaczonego do rozwinięcia polowego węzła łączności może się odbywać:

- w warunkach planowego rozwijania w rejonie zawczasu przygotowanym;

- w warunkach rozwijania w rejonie doraźnie wskazanym;

- w warunkach ograniczonego czasu, czyli z marszu.

We wszystkich wypadkach rekonesans rejonu rozmieszczenia polowego węzła łączności przeprowadza się równocześnie z rekonesansem rejonu stanowiska dowodzenia.

W rekonesansie rejonu węzła łączności uczestniczą funkcyjni węzła łączności.

W czasie rekonesansu ustala się:

- miejsce rozmieszczenia poszczególnych elementów węzła łączności;

- kierunki i sposoby wprowadzenia kablowych linii dalekosiężnych;

- rejon rozmieszczenia pododdziału obsługi i eksploatacji węzła;

- sposób organizacji i rozwijania wewnętrznych telefonicznych i telegraficznych sieci kablowych.

Po zakończeniu rekonesansu, szef węzła podaje funkcyjnym łączności:

- wytyczne dotyczące kolejności wprowadzenia środków łączności do rejonu rozwijania węzła łączności;

- wskazówki dotyczące organizacji łączności;

- wskazówki w zakresie ochrony i obrony rejonu węzła łączności.

W czasie rekonesansu funkcyjni łączności określają miejsca rozmieszczenia podległych im środków i urządzeń łączności oraz ustalają wzajemne współdziałanie podczas ich rozwijania.

Ogólne kierownictwo w czasie rozwijania elementów polowego węzła łączności sprawuje szef węzła łączności. Bezpośrednim rozwijaniem środków i urządzeń łączności kierują odnośni dowódcy elementów.

W pracy przyjęto, że węzły łączności stanowisk dowodzenia szczebla taktycznego i operacyjnego rozwija się w rejonach wybranych na podstawie mapy, bez uprzedniego ich rozpoznawania.

2. Struktura organizacyjna polowych węzłów łączności stanowisk dowodzenia na szczeblu taktycznym i operacyjnym

Węzły, jako główne ośrodki radiotelekomunikacyjne polowego systemu łączności oddziałów, związków taktycznych i operacyjnych, muszą spełniać następujące wymagania:

- zapewniać dowódcom i sztabom łączność w warunkach stosowania na współczesnym polu walki broni masowego rażenia;
- zapewniać dowódcom i sztabom łączność w warunkach szybko zmieniających się sytuacji oraz przy znacznym rozrzedkowaniu elementów ugrupowania bojowego i operacyjnego;
- zapewnić dowodzenie wojskami na postoju i w ruchu, we wszystkich rodzajach działań bojowych oraz w trudnych warunkach terenowych i atmosferycznych;
- zapewniać kompleksowe wykorzystanie środków i urządzeń łączności oraz właściwe powiązanie systemów łączności dla tworzenia dróg obejściowych i okrężnych kierunków łączności.

Wyżej wymienione wymagania determinują skład i strukturę organizacyjną polowych węzłów łączności stanowisk dowodzenia. Przy zestawianiu przykładowych modeli sieciowych założono, że wszystkie elementy węzłów łączności szczebla taktycznego i operacyjnego są urządzone na pojazdach mechanicznych, kołowych lub gąsienicowych, co nadaje im odpowiednią ruchliwość i możliwość szybkiego pokonywania odległości. Przyspiesza to również rozwijanie i zwijanie poszczególnych elementów, które wchodzi w skład określonego węzła łączności w zależności od rodzaju punktu dowodzenia i szczebla dowodzenia.

W opracowaniu przyjęto następującą strukturę organizacyjną polowych węzłów łączności stanowisk dowodzenia:

a/ Węzeł łączności SD pułku w składzie:

- grupy środków radiowych;
- stacji telefoniczno-telegraficznej;
- grupy ruchomych środków łączności.

b/ Węzeł łączności SD dywizji w składzie:

- grupy środków radiowych;

- grupy taktycznych stacji radioliniowych;
- stacji telefoniczno-telegraficznej;
- stacji transmisji informacji;
- stacji zasilania;
- składnicy meldunkowej.

c/ Węzeł łączności SD armii w składzie:

- zespół środków radiowych;
- grupy stacji radioliniowych;
- stacji telefonicznej;
- stacji telegraficznej;
- stacji transmisji informacji;
- stacji zasilania;
- składnicy meldunkowej.

3. Przyjęte do opracowania modeli sieciowych czasowe normy rozwijania środków i urządzeń łączności

Przy określaniu norm czasowych dla rozwijania środków i urządzeń łączności brano pod uwagę dobre wyszkolenie obsługi.

Uwzględniono, że poszczególne obsługi wyróżniają się:

- skoordynowaną i zgraną pracą;
- dobrym wyszkoleniem i gruntową znajomością możliwości taktyczno-technicznych i eksploatacyjnych środków i urządzeń łączności oraz ich roli, miejsca i współdziałania w kompleksowym systemie łączności;

, dobrą i skoordynowaną współpracą obsługi wszystkich rozwijanych środków i urządzeń na polowych węzłach łączności stanowisk dowodzenia.

Czas rozwijania przenośnych radiostacji małej mocy /w tym czasie liczone również nawiązanie łączności/.

Radiostacja R-105D	- 3 minuty
Radiostacja R-108D i R-109 D	- 3 minuty
Radiostacja R-114D	- 3 minuty
Radiostacja R-115	- 3 minuty
Radiostacja R-350	- 30 minut
- Radiostacja R-352	- 3 minuty

Czas rozwijania samochodowych radiostacji

Radiostacja R-104M	- 15 minut
Radiostacja R-118	- 40 minut
Radiostacja R-102	- 80 minut
Radiostacja R-110	- 6 godzin
Radiostacja R-800	- 3 minuty
Radiostacja R-125M/AM i PM/	- 20 minut

Czas rozwijania i przygotowania do pracy radiostacji czoł-
gowych

Radiostacja R-112	- 3 minuty
Radiostacja R-113	- 3 minuty

Czas rozwijania i przygotowania do pracy wozów dowodzenia

Wóz dowodzenia R-3	- 30 minut
Wóz dowodzenia R-2	- 20 minut
Wóz dowodzenia R-4	- 30 minut
Wóz dowodzenia RPKO-3	- 30 minut
Wóz dowodzenia RPKO-2	- 20 minut

Czas rozwijania i przygotowania do pracy urządzeń telefo-
niczno-telegraficznych

Aparat telefoniczny TAJ-43, TAJ-43MR	- 2 minuty
Łącznica telefoniczna ŁP-10	- 10 minut
Łącznica telefoniczna ŁP-40	- 20 minut
Dalekopis ST-35	- 15 minut
Dalekopis DALIBOR-302	- 10 minut
Dalekopis T-51a	- 10 minut

Czas rozwijania i przygotowania do pracy stacji radioliniowych

Stacja radioliniowa R-401 MZ	- 30 minut
Stacja radioliniowa R-403 M	- 15 minut
Stacja radioliniowa R-400 M	- 2 godziny

Czas rozwijania i przygotowania do pracy aparatami łączności
typu taktycznego

Aparatownia RWI-	- 30 minut
------------------	------------

Aparatownia CRD K-4	- 30 minut
Aparatownia łączności dalekosiężnej /AŁD/	- 20 minut
Aparatownia transmisji informacji	- 20 minut
Aparatownia radio-odbiorcza /ARO/	- 30 minut
Aparatownia radio-odbiorcza dla łączności z grupami specjalnymi	- 40 minut
Aparatownia kontroli radiowej /AKR/	- 20 minut
Aparatownia posterunku łączności z lotnikiem	- 15 minut

Czas rozwijania i przygotowania do pracy aparatowni łączności typu operacyjnego:

Aparatownia zdalnego sterowania /AZS/	- 40 minut
Aparatownia kontroli częstotliwości /AKCz/	- 30 minut
Centrala telefoniczna dalekosiężna /CTD/	- 30 minut
Centrala telefoniczna automatyczna /CA-100/	- 20 minut
Aparatownia łączności dalekosiężnej /AŁD/	- 20 minut
Aparatownia dalekopisowa /AD/	- 20 minut
Aparatownia szefa węzła łączności /ASWŁ/	- 30 minut
Centrala telegraficzna /CTg/	- 30 minut
Ekspedycja telegraficzna /ETg/	- 20 minut
Aparatownia pomiarowa	- 20 minut
Aparatownia stacji transmisji informacji - telefoniczna /ASTJ-tlf/	- 30 minut
Aparatownia stacji transmisji informacji - telegraficzna /ASTJ-tlg/	- 40 minut

Czas rozwijania i przygotowania do pracy innych urządzeń węzła łączności

Składnica meldunkowa /SM/	- 20 minut
Warsztat łączności Ł-4	- 20 minut
Warsztat łączności Ł-8	- 20 minut
Warsztat łączności Ł-10	- 30 minut
Polowa stacja ładowania PSL-2	- 30 minut
Elektrownia EO-1/05	- 30 minut

Czas budowy przewodowych linii łączności:

- połowym kablem dalekosiężnym /PKD/ przez pluton 7-8 km/godz;
- połowym kablem akustycznym /PKA/ przez drużynę 3-4 km/godz;
- połowym kablem lekkim /PKL/ przez drużynę 4-6 km/godz.

Czas budowy stałej napowietrznej linii łączności /z podwieszeniem jednego toru w ciągu dnia roboczego /10 godzin/ przy zastosowaniu środków mechanizacji prac/:

- siłami plutonu 3-4 km;
- siłami kompanii 9-12 km.

Podwieszenie jednego toru na istniejących słupach w ciągu dnia roboczego /10 godzin/:

- siłami plutonu 8-10 km;
- siłami kompanii 24-30 km.

Przyjęto, że nadzór, remont i odbudowa stałych, napowietrznych linii łączności przez pluton wynosi 60-100 km /na linii może być rozwinięty jeden punkt kontrolno-wzmacniakowy i trzy punkty kontrolno-telefoniczne/.

Przyjmowano również, że szybkość prac przy rozwijaniu i przygotowaniu do pracy środków i urządzeń łączności w okresie zimowym w nocy i w trudnych warunkach terenowych obniża się średnio około 30%.

4. Przyjęte w opracowaniu zasady rozmieszczania środków i urządzeń na połowych węzłach łączności

Odpowiednie rozmieszczenie, terminowe rozwinięcie i właściwa eksploatacja elementów węzłów łączności stanowi zasadniczy warunek zapewnienia ciągłej i trwałej łączności dla odnośnego dowództwa i sztabu. W zależności od warunków terenowych i sytuacji taktyczno-operacyjnej mogą być przyjmowane różne kryteria rozmieszczania poszczególnych elementów węzłów łączności stanowisk dowodzenia.

Przy opracowaniu wzorcowych modeli sieciowych kierowano się obowiązującymi zasadami rozmieszczenia elementów węzłów

łączności. Za podstawę przyjęto wymagania zawarte w instrukcjach łączności MON.^{4/}

Przy określaniu wymagań na rozmieszczenie poszczególnych elementów węzła łączności brano pod uwagę:

- rozśrodkowanie i usytuowanie poszczególnych elementów w terenie;
- dogodny oraz szybki wjazd i wyjazd pojazdów mechanicznych;
- istnienie naturalnej ochrony przed zniszczeniem i odpowiednie maskowanie naturalne;
- istnienie odpowiednich warunków do organizowania obrony i ochrony.

Przyjęte wymagania dla węzłów łączności szczebla taktycznego
/WŁ SD pułku i dywizji/

Grupę środków radiowych węzła łączności pułku zmechanizowanego /pcz/ rozmieszcza się w rejonie stanowiska dowodzenia. Tylko radiostacje średniej mocy rozmieszcza się poza rejonem SD w odległości 2 km.

Grupę środków radiowych węzła łączności dywizji zmechanizowanej /DPanc/ rozmieszcza się również w rejonie stanowiska dowodzenia. Radiostacje średniej mocy rozmieszcza się poza rejonem SD w odległości 3 km.

Wozy dowodzenia pułku i dywizji, w których znajduje się zasadnicza część środków radiowych, rozmieszcza się w pobliżu oficerów dowództwa i sztabu, którzy korzystają z tych środków.

Dla radiostacji średniej mocy przyjęto, że powierzchnia rozwinięcia wynosi 60 x 60 m, a dla wozów dowodzenia 15 x 20 m.

Przyjęto również, że wszystkie środki i urządzenia radiowe są włączone w ogólny system łączności węzła i sta-

4/ - Polowe węzły łączności związków taktycznych, oddziałów i pododdziałów - Instrukcja Łączności MON - Warszawa 1967 r.

- Polowe węzły łączności związków operacyjnych - Instrukcja Łączności MON - Warszawa 1967 r.

nowiska dowodzenia.

Końcowe /węzłowe/ stacje radioliniowe rozmieszcza się w rejonie stanowiska dowodzenia w odległości około 500 m od grupy operacyjnej sztabu dywizji. Ponadto założono, że przy zgrupowaniu na węzle łączności więcej niż czterech stacji radioliniowych rozmieszcza się je w 2-3 grupach, przy czym odległość między grupami jest nie mniejsza niż 800 m, a odległość między stacjami w grupach - nie mniejsza niż 200 m.

Dla wszystkich taktycznych stacji radioliniowych powierzchnia rozwinięcia wynosi 30 x 30 m.

W skład stacji telefoniczno-telegraficznej węzłów łączności stanowiska dowodzenia szczebla taktycznego wchodzi następujące elementy.

a/ na połowym węzle łączności SD dywizji:

- centrala radiowa dalekosiężna K-4 CRD K-4/;
- aparatownia łączności dalekosiężnej typu AŁD-3;
- kablowa sieć telefoniczno-telegraficzna stanowiska dowodzenia;

b/ na połowym węzle łączności SD pułku /pż. pcz/:

- aparatownia przewodowo-radioliniowa RWŁ-1;
- telefoniczno-telegraficzna sieć kablowa stanowiska dowodzenia.

Centralę radiową dalekosiężną K-4 rozmieszcza się na węzle łączności, uwzględniając powierzchnię terenu potrzebną do rozwijania centrali oraz możliwości dojazdu do wybranego miejsca. Powierzchnię do rozwijania centrali K-4 przyjęto dla wypadku wykorzystania wszystkich czterech anten z masztami teleskopowymi i wynosi ona 35 x 35 m. Możliwość dojazdu do miejsca rozwijania oceniano biorąc pod uwagę ciężar centrali równy 9240 kg oraz najmniejszy promień skrętu wynoszący 9 m.

Biorąc za podstawę najbardziej dogodną z punktu widzenia techniczno-eksploatacyjnego rozmieszczenie centrali K-4, rejon rozwinięcia wyznaczono w środku ciężkości sieci kablowej węzła. Wyznaczanie środka ciężkości, w celach porównawczych dokonano przy pomocy kilku metod, a mianowicie:

- metody środkowego trójkąta;
- metody momentów sił;
- metody środka geometrycznego;
- metody środka naciągu.

Aparatownię łączności dalekosiężną typu AŁD-1 rozmieszcza się na węźle łączności w odległości 70 m od centrali K-4.

Aparatownię przewodowo-radioliniową RWŁ-1 pułku rozmieszcza się na stanowisku dowodzenia w odległości 80 m od autobusu sztabowego szefa sztabu pułku. Takie rozmieszczenie RWŁ-1 przyjęto dlatego, że zapewnia stosunkowo niewielkie zużycie środków przewodowych na budowę sieci wewnętrznej i kabli łącznikowych wewnątrz stanowiska dowodzenia. Poza tym podwyższa ona operatywność i jakość łączności /wymiany informacji/ oraz pozwala, w uzasadnionych przypadkach, dowódcy lub innym upoważnionym oficerom sztabu, prowadzić rozmowy bezpośrednio z aparatuwni RWŁ-1.

Przy opracowaniu modeli sieciowych założono, że polowe kablowe sieci telefoniczno-telegraficzne na stanowiskach dowodzenia dywizji i pułku rozwijają i eksploatują obsługi poszczególnych elementów węzła łączności oraz wyznaczane do tych prac zespoły lub grupy. Zespoły przeznaczone do rozwijania wyposażone są w środki transportowe, sprzęt liniowy, kable wprowadzaniowe typu TTWK S x2, polowe kable akustyczne PKA-2 i PKL-2 kable i materiały instalacyjne, wózki kablowe, zwijaki, ramy kablowe, sprzęt i materiały monterskie oraz polowe zestawy pomiarowo-badawcze i inny sprzęt pomocniczy.

W opracowaniu przyjęto, że składnice meldunkowe rozmieszcza się w miejscach zapewniających dogodny do nich dojazd pojazdów mechanicznych. Rozwija się je w odległości 2 km od węzłów łączności w kierunku rozmieszczenia polowych lądowisk, w pobliżu skrzyżowania dróg.

Założono, że grupę ruchomych środków rozmieszcza się w odległości 500 m od składnicy meldunkowej. Przy składnicy pozostawia się dyżurne środki lokomocji.

Przyjęte wymagania dla węzłów łączności szczebla operacyjnego /WŁ SD armii/.

Zespół środków radiowych węzła łączności stanowiska dowodzenia armii dzielony jest na grupy. Wyróżnia się następujące grupy:

- grupę radiowych środków odbiorczych;
- grupy radiowych środków nadawczych
- grupy radiostacji osobistych dowódców i wozów dowodzenia
- centralę radiową dalekosiężną CRD K-4.

W opracowaniu przyjęto, że grupę radiowych środków odbiorczych rozmieszcza się w rejonie stanowiska dowodzenia jako część składową polowego węzła łączności. Poszczególne aparatownie radioodbiornicze, wozy odbiorcze radiostacji i inne środki wchodzące w skład grupy rozmieszcza się we wspólnym rejonie w odległości 200-500 m jeden element od drugiego.

Wzajemne usytuowanie aparatowni i wozów odbiorczych przyjęto jako stałe, co jak wykazuje praktyka ćwiczeń ułatwia orientację w terenie i ich eksploatację.

Założono również, że grupy radiowych środków nadawczych rozmieszcza się w odległości 10-20 km od rejonu węzła łączności stanowiska dowodzenia związku operacyjnego. Przyjęto, że na szczeblu związku operacyjnego organizuje się 3 grupy radiowych środków nadawczych. W skład każdej grupy wchodzi 6 radiostacji /nadajników/.

Poszczególne radiostacje rozmieszcza się w odległości 200-1000 m od aparatowni zdalnego sterowania /AZS/. Pomędzy radiostacjami uwzględniano odległości od 150-600 m, kierując się tym aby miejsca przeznaczone na rozmieszczenie poszczególnych nadajników i radiostacji dużej i średniej mocy umożliwiły prawidłowe rozwinięcie systemów antenowych i eliminowały w maksymalnym stopniu wpływ wzajemnych zakłóceń radiowych.

Jako zasadę przyjęto też, że radiostacje osobiste dowódców i wozy dowodzenia rozmieszcza się w rejonie stanowiska

dowodzenia w pobliżu miejsc pracy dowódców, szefów służb i oficerów sztabu związku operacyjnego.

W skład grupy stacji radioliniowych węzła łączności stanowiska dowodzenia armii wchodzi:

- 2 stacje operacyjne 12-kanalowe, pracujące na osi radioliniowej armii i na kierunku do przełożonego;

- 6 stacji taktycznych, pracujących z podległymi związkami i oddziałami.

Oprócz tego w rozwiązaniu uwzględniono, że na węzle łączności SD armii znajdują się stacje radioliniowe wchodzące w skład aparatu zdalnego sterowania.

Brano pod uwagę obowiązującą zasadę, według której końcowe /węzłowe/ stacje radioliniowe rozmieszcza się bezpośrednio w rejonie polowego węzła łączności, w takich rejonach, w których istnieją dobre warunki współpracy z urządzeniami łącznikowymi węzła łączności - CTfD, CTg itp., przy stosowaniu możliwie najmniejszej ilości i krótkich odcinków kabli łączeniowych.

Założono również, że końcowe /węzłowe/ stacje radioliniowe rozmieszcza się w odległości co najmniej 500 m od radiostacji KF i UKF.

W skład stacji telefonicznej polowego węzła łączności stanowiska dowodzenia armii wchodzi:

- telefoniczna centrala dalekosiężna /CTfD/;
- telefoniczna centrala wewnętrzna /CTfW/;
- telefoniczna aparaturowa dowodzenia /ATfD/;
- przełączalnia liniowa;
- aparaturowa łączności dalekosiężnej;
- aparaturowa pomiarowa.

W stosunku do poszczególnych elementów stacji telefonicznej przyjęto najbardziej realne praktycznie warunki rozmieszczenia.

Biorąc to za podstawę założono, że telefoniczną centralę dalekosiężną rozmieszcza się z takim wyliczeniem, aby znajdowała się w odległości nie większej jak 200 m od przełączalni liniowej i telefonicznej centrali wewnętrznej. Poza tym, kierując się względami techniczno-eksploatacyjnymi

telefoniczną centralę dalekosiężną rozmieszcza się w środku ciężkości kabla. Uczyniono tak ze względu na: wyeliminowanie zakłóceń akustycznych, łatwość wjazdu i wyjazdu oraz lepsze warunki maskowania.

Telefoniczną centralę wewnętrzną i przełączalnię liniową rozmieszcza się według takich samych zasad jak telefoniczną centralę dalekosiężną.

Telefoniczną aparaturę dowodzenia rozwija się w rejonie stanowiska dowodzenia przy grupie operacyjnej sztabu armii, jak najbliższej miejsca pracy dowódcy.

Aparaturę łączności dalekosiężnej rozmieszcza się w rejonie węzła łączności. Przyjęto, że miejsce rozwinięcia aparatury znajduje się w odległości 200 m od centrali telefonicznej i telegraficznej oraz od przełączalni liniowej i stacji zasilania.

Aparaturę pomiarową rozmieszcza się w odległości 100 m od miejsca pracy dyżurnego łączności i grupy dyspozytorskiej. Takie rozmieszczenie jest konieczne ze względu na potrzebę ścisłej współpracy aparatury pomiarowej z wyżej wymienionymi elementami.

W skład stacji telegraficznej polowego węzła łączności stanowiska dowodzenia armii wchodzi:

- centrala telegraficzna;
- aparatury dalekopisowe;
- ekspedycja telegraficzna;
- aparatownia telekopiowa.

W opracowaniu założono, że centrala telegraficzna została rozmieszczona z takim wyliczeniem, aby znajdowała się w odległości 100 m od aparatury dalekopisowych, 200 m od radiowej centrali dalekosiężnej K-4, 200 m od aparatury teletransmisyjnych i stacji zasilania.

Aparaturę telegraficzną przeznaczoną do współpracy z centralą telegraficzną rozmieszcza się w odległości 100 m od centrali i nie dalej jak 150 m od stacji zasilania. W wypadku, gdy z centralą telegraficzną współpracują dwie aparatownie, wówczas odległości między nimi również wynoszą 100 m. Takie odległości zostały przyjęte ze względu na to, aby można

było wykorzystywać kable teletechniczne i energetyczne znajdujące się w wyposażeniu aparatowni.

Aparatownie dalekopisowe przeznaczone jako rozmównice dla dowództwa i oficerów sztabu armii rozmieszcza się w odległości 100 m, od grupy operacyjnej i w odległości ponad 500 m od centrali telegraficznej oraz w odległości 150 m od stacji zasilania.

Przyjęto, że ekspedycja telegraficzna jest rozmieszczona w odległości 100 m od najbliższej aparatowni dalekopisowej.

Stacja zasilania polowego węzła łączności stanowi zespół urządzeń, materiałów i środków przeznaczonych do zasilania jego elementów, aparatowni i urządzeń łączności.

Przyjęto, że na polowym węźle łączności SD armii znajduje się jeden polowy zestaw stacji zasilania typu SZ-1 wyposażony w dwa zespoły prądotwórcze typu PAD-30 zamontowane na samochodach specjalnych.

Założono, że stacja zasilania jest rozmieszczona w środku ciężkości obciążenia, to jest w taki sposób, który ułatwia rozwijanie kablowej sieci energetycznej oraz pozwala na ekonomiczne wykorzystanie kabli zasilających.

Składnicę meldunkową rozmieszcza się w miejscach nie demaskujących stanowiska dowodzenia i zapewniających dogodny do niej dojazd kołowych pojazdów mechanicznych. W opracowaniu przyjęto, że składnica meldunkowa jest rozmieszczona 3 km od stanowiska dowodzenia i 2 km od lądowiska w pobliżu skrzyżowania ważniejszych skrzyżowań dróg głównych i rakadowych.

5. Przyjęte warunki taktyczno-operacyjne dla rozwijania węzłów łączności stanowisk dowodzenia

Przy opracowaniu przykładowych modeli sieciowych założono, że węzły łączności stanowisk dowodzenia są rozwijane w rejonach wyjściowych do pierwszej operacji zaczepnej. Ze względu na to, że nastąpiła zmiana zadań taktyczno-operacyjnych, węzły łączności mają być rozwinięte w rejonach nie planowanych i rozpoznanych jedynie z mapy. Zgodnie z podjętą

decyzją przez szefa sztabu do wyznaczonych rejonów rozwinięcia polowych węzłów łączności udały się grupy rekonesansowe stanowisk dowodzenia, a wraz z nimi pododdziały łączności wyznaczone do rozwinięcia węzłów łączności.

Założono, że grupy rekonesansowe SD i pododdziały dojechały do wyznaczonych rejonów stanowisk dowodzenia i znajdują się w kolumnach marszowych w miejscach zamaskowanych w pewnej odległości od rejonów rozwinięcia węzłów łączności:

- kompania łączności pułku zmechanizowanego w odległości 1 km;

- batalion łączności dywizji zmechanizowanej w odległości 2 km;

- I batalion dowodzenia pułku łączności, część batalionu radioliniowego armii, część kompanii transmisji informacji, część kompanii ruchomych środków łączności, dwie kompanie z batalionu kablowo-liniowego armii i plutonu kontroli radiowej, w odległości 3 km.

Pododdziały łączności armii znajdują się w kolumnach marszowych na dwóch drogach dojazdowych do stanowiska dowodzenia armii.

Środki i urządzenia łączności wydzielone do organizacji radiowej grupy nadawczej znajdują się w kolumnie marszowej 12 km od wyznaczonego rejonu rozwinięcia.

Przyjęto, że węzły łączności będą rozwijane w miesiącu czerwcu, w godzinach popołudniowych. Jako czas wyjściowy do opracowania modelu przyjęto godzinę 15.00 - to znaczy moment zatrzymania się kolumn marszowych pododdziałów łączności i grup rekonesansowych SD.

Miejsca rozwinięcia stanowisk dowodzenia węzłów łączności wybrano w lasach mieszanych i wysokopiennych. Obszar terenu wyznaczonego na rozwinięcie węzłów łączności jest dość znaczny i wynosi:

- dla węzła łączności SD pułku zmechanizowanego 500 m²;
- dla węzła łączności SD dywizji zmechanizowanej 1000 m²;
- dla węzła łączności SD armii 3000 m²;
- dla radiowej grupy nadawczej, oddalonej 12 km od węzła łączności SD armii 500 m².

W opracowaniu założono, że dojazd do miejsca rozwinięcia węzłów łączności może odbywać się jedynie po drogach pólnych. Ilość dróg dojazdowych jest ograniczona. Do rejonów rozwinięcia węzłów łączności można wykorzystać jedynie następującą ilość dróg:

- do węzła łączności SD pułku zmechanizowanego, jedną drogę dojazdową i jedną wyjazdową;

- do węzła łączności SD dywizji zmechanizowanej, dwie drogi dojazdowe i jedną drogę wyjazdową;

- do węzła łączności SD armii trzy drogi dojazdowe i dwie wyjazdowe.

Ze względu na zły stan dróg na drogach dojazdowych i wyjazdowych ruch pojazdów mechanicznych może odbywać się tylko przy szybkości 10 km/godz.

IV. ROZWIĄZANIE PRZYKŁADOWYCH MODELI SIECIOWYCH

Przy opracowaniu wzorcowych modeli sieciowych brano pod uwagę jedynie zasadnicze czynności głównych zespołów uczestniczących w rozwijaniu węzłów łączności. Większość wykazanych czynności jest w znacznym stopniu zagregowana.

Dla łatwiejszego posługiwania się modelami sieciowymi zastosowano w układzie poziomym grafów sieciowych tak zwane ciągi wykonawcze dla poszczególnych zespołów. W każdym z tych ciągów wyróżniano tylko przedsięwzięcia jednego zespołu. W układzie pionowym grafów sieciowych starano się uwypuklić rodzaje czynności wykonywane w cyklu rozwijania węzłów łączności. W takim układzie sporządzone są również wykazy, jak również listy czynności i głównych zdarzeń.

Opracowane grafy sieciowe są modelami szkieletowymi, które w zależności od konkretnej sytuacji mogą być poprawiane, szczególnie w odniesieniu: do struktury modelu sieciowego, list czynności i zdarzeń, a zwłaszcza oceny czasu trwania czynności.

Poprawienie modelu polega na wyzerowaniu lub wyeliminowaniu tych czynności i zdarzeń z przykładowych modeli, które nie będą miały miejsca w konkretnej sytuacji i warunkach

taktyczno-operacyjnych oraz na uzupełnieniu modelu - jeżeli wystąpiły nowe czynności i zdarzenia nie przewidziane w przedstawianych modelach sieciowych.

Poprawek czasów trwania czynności i przedsięwzięć dokonuje się w zasadzie tylko w stosunku do czynności "zmiennych", to znaczy takich, których czas trwania znacznie się różni np. przemarsze zespołów i środków łączności, dojazdy do rejonów węzła lub miejsc wyznaczonych na rozwinięcie poszczególnych elementów, wykonywanie prac przygotowawczych i zabezpieczających itp. Wszystkie inne czynności, których czas trwania nie zmienia się lub też zmienia się w nieznaczących granicach, w stosunku do całego przedsięwzięcia, należy uważać za "stałe".

Po uaktualnieniu modelu /poprawieniu grafu sieciowego i wniesieniu poprawek do list czynności/ można przystąpić do obliczenia i analizy sieci przy pomocy elektronicznej maszyny cyfrowej /EMC/ lub też wykonać tę pracę sposobem ręcznym, co jest niezmiernie czasochłonne.

Przy wykorzystaniu EMC postępowanie powinno być następujące:

- poprawki dokonane w modelu wzorcowym /zdarzenia, czynności i czasy ich trwania/ należy wnieść do tabulogramu danych wejściowych i przekazać do ośrodka obliczeniowego wraz z żądaniami dotyczącymi treści i postaci danych wyjściowych;
- po obliczeniu i analizie sieci przez EMC, należy odebrać tabulogramy danych wyjściowych;
- opisać graf sieciowy według tabulogramu danych wyjściowych lub ewentualnie przy dużej wprawie przeprowadzić analizę sieci według samego tabulogramu;
- wyznaczyć ścieżkę krytyczną według tabulogramów ścieżki krytycznej lub tabulogramu danych wyjściowych;
- obliczyć średnie odchylenie sumaryczne ścieżki krytycznej i dodać potrójną jego wartość do czasu trwania całego przedsięwzięcia w celu uzyskania pewności co do realności realizowanego przedsięwzięcia.

Przy obliczaniu ręcznym należy posługiwać się uprzednio podanymi wzorami i obliczyć:

- średnie czasy oczekiwane poprawianych czynności wpisując je do grafu sieciowego;

Najwcześniejsze i najpóźniejsze terminy realizacji poszczególnych przedsięwzięć /zaistnienie zdarzeń/, zapasów czasów i odchylenia standardowe;

- wyznaczyć ścieżkę krytyczną;

- średnie odchylenie sumaryczne ścieżki krytycznej i dodać potrójną jego wartość do czasu trwania całego przedsięwzięcia.

Przedstawiane w niniejszym opracowaniu rozwiązania stanowią rezultat pracy wykonanej w ramach z pierwszych prób modelowania takich przedsięwzięć, jak rozwijanie węzłów łączności. W związku z powyższym przedstawione modele sieciowe należy traktować jako niedoskonałe, które w wyniku dalszych prac i badań w tym zakresie na pewno zostaną zmodyfikowane. Dalsza ich analiza na pewno pozwoli wyciągnąć wiele wniosków w dziedzinie organizacyjnej, technicznej i być może taktyczno-operacyjnej.

1. Rozwiązanie przykładowego modelu sieciowego na rozwinięcie
węzła łączności stanowiska dowodzenia /SD/ pułku zmechanizowanego /pcz/

Lista czynności

/uporządkowana według ciągów wykonawczych/

Główne zdarzenie i czynności /aij/	Czas trwania czynności /w minutach/			Treść czynności
	Optymistyczny t_{ij}^a	Najbardziej prawdopodobny t_{ij}^m	Pesymistyczny t_{ij}^b	
1	2	3	4	5
1-2	5	10	15	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia WŁ SD pz.
2-3	5	10	15	Dojazd kompanii łączności z miejsca zatrzymania do rejonu SD pułku.
3-4	10	15	20	Wydanie zadań funkcyjnym łączności na rozwinięcie poszczególnych elementów WŁ i zorganizowanie łączności radiowej, radioliniowej, radiotelefonicznej przewodowej i ruchomymi środkami łączności.
<u>Rozwijanie i urządzenie rejonu rozmieszczenia kompanii</u>				
4-51	2	4	6	Przejęcie dowódcy rzutu gospodarczego kompanii do miejsca postoju podległej grupy.
51-52	1	2	3	Wyjazd rzutu gospodarczego z kolumny marszowej kompanii.
52-53	5	10	15	Dojazd rzutu gospodarczego do wyznaczonego rejonu.
53-54	5	10	15	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia rzutu gospodarczego i postawienie zadań podwładnym.
54-55	30	40	50	Rozwijanie rzutu gospodarczego i urządzenie rejonu rozmieszczenia kompanii.
55-56	10	15	20	Maskowanie rejonu rozwinięcia rzutu gospodarczego i rejonu rozmieszczenia kompanii łączności.

1	2	3	4	5
56-57	2	4	6	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu rzutu gospodarczego i urządzenia rejonu rozmieszczenia kompanii łączności.
<u>Rozwijanie radiostacji R-118</u>				
4-5	2	4	6	Przejsie dowódcy radiostacji R-118 do miejsca postoju radiostacji.
5-6	1	2	3	Wyjazd radiostacji R-118 z kolumny marszowej kompanii.
6-7	10	15	20	Przejazd radiostacji R-118 do wyznaczonego rejonu rozwinięcia.
7-8	3	6	9	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia radiostacji R-118 i postawienie zadań obsłudze radiostacji.
8-9	20	30	40	Rozwijanie radiostacji R-118 i nawiązanie łączności radiowej w sieci sztabu dywizji.
9-10	5	10	15	Maskowanie rejonu rozwinięcia radiostacji R-118.
10-11	2	4	6	Sprawdzenie gotowości rozwinięcia radiostacji R-118 łączności w sieci radiowej sztabu dywizji.
11-57	2	4	6	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu radiostacji R-118 i gotowości radiowej.
<u>Rozwijanie aparatuwni RWŁ-1</u>				
4-12	2	4	6	Przejsie dowódcy RWŁ-1 do miejsca postoju RWŁ w kolumnie marszowej.
12-13	1	2	3	Wyjazd RWŁ-1 z kolumny marszowej.
13-14	3	6	9	Przejazd RWŁ do miejsca rozwinięcia.
14-15	3	6	9	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia RWŁ-1 i postawienie zadań obsłudze.
15-16	20	30	40	Rozwijanie RWŁ-1 i nawiązanie łączności radioliniowej i radiotelefonicznej.
16-17	20	30	40	Przygotowanie CT do przyjęcia kierunków łączności przewodowej - przyjmowanie kierunków.

1	2	3	4	5
17-18	3	6	9	Sprawdzenie łączności na podłączonych do CT kierunkach przewodowych.
18-19	5	10	15	Maskowanie miejsca rozwinięcia RWE-1 i sprawdzenie gotowości łączności.
19-57	2	4	6	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu RWE-1 i gotowości łączności
<u>Rozwijanie łączności przewodowej na SD</u>				
4-20	2	4	6	Przejscie dowódcy drużyny telefonicznej do miejsca postoju samochodów ze sprzętem.
20-21	1	2	3	Wyjazd samochodów ze sprzętem przewodowym z kolumny marszowej.
21-22	3	6	9	Przejazd drużyny telefonicznej do miejsca rozwinięcia RWE-1.
22-23	5	10	15	Rozpoznanie tras budowy kierunków przewodowych i przygotowanie drużyny do pracy.
23-24	20	40	50	Rozwijanie kierunków przewodowych łączności wewnętrznej na SD.
24-25	6	16	26	Sprawdzenie łączności na rozwiniętych kierunkach przewodowych i oddanie kierunków na CT RWE-1.
25-26	10	15	20	Maskowanie kierunków przewodowych.
26-57	2	4	6	Dojście i złożenie meldunku o gotowości łączności przewodowej na SD
<u>Rozwijanie wozów dowodzenia</u>				
4-27	2	4	6	Przejscie dowódcy WD R-3 do miejsca postoju WD w kolumnie marszowej.
27-28	1	2	3	Wyjazd WD z kolumny marszowej.
28-29	3	6	9	Dojazd WD do miejsca rozwinięcia.
29-30	10	15	20	Rozwijanie WD i nawiązanie łączności radiowej, radioliniowej i radiotelefonicznej.

1	2	3	4	5
30-31	3	6	9	Maskowanie miejsca rozwinięcia WD i wybudowanie linii telefonicznej do miejsca rozwinięcia wozu sztabowego dowódcy.
31-32	3	6	9	Sprawdzenie gotowości łączności z WD.
32-33	2	4	6	Złożenie meldunku o rozwinięciu WD R-3 i gotowości łączności.
4-33	2	4	6	Przejsście dowódców WD R-2 do miejsca postoju WD w kolumnie marszowej.
33-34	1	2	3	Wyjazd WD z kolumny marszowej.
34-35	3	6	9	Przejazd WD do wyznaczonych miejsc rozwinięcia.
35-36	5	10	15	Rozwijanie WD i nawiązanie łączności radiowej.
36-37	2	4	6	Wybudowanie linii telefonicznej do miejsca pracy szefa sztabu.
37-38	3	6	9	Maskowanie miejsca rozwinięcia WD.
38-57	2	4	6	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu WD i nawiązaniu łączności.

Rozwijanie SM /tajnej kancelarii/ i grupy ruchomych środków

		<u>łączności</u>		
4-39	2	4	6	Przejsście dowódcy drużyny ruchomych środków do miejsca postoju środków w kolumnie marszowej.
39-40	1	2	3	Wyjazd ruchomych środków z kolumny marszowej.
40-41	2	4	6	Przejazd ruchomych środków do wyznaczonego miejsca rozwinięcia.
41-42	5	10	15	Rozwinięcie SM /tajnej kancelarii/ i przygotowanie do pracy.
42-43	2	4	6	Wydanie zadań łącznikom.
43-44	3	6	9	Maskowanie rejonu rozwinięcia SM /tajnej kancelarii/ i ruchomych środków łączności.
44-57	2	4	6	Dojście i złożenie meldunku o gotowości ruchomych środków łączności.

1	2	3	4	5
	<u>Rozwijanie warsztatu łączności i PSŁ</u>			
4-45	2	4	6	Przejście dowódcy warsztatu i PSŁ do miejsca postoju środków w kolumnie marszowej.
45-46	1	2	3	Wyjazd warsztatu i PSŁ z kolumny marszowej.
46-47	5	10	15	Przejazd środków do wyznaczonego miejsca rozwinięcia.
47-48	5	10	15	Rozwijanie warsztatu łączności i PSŁ oraz ich przygotowanie do pracy.
48-49	5	10	15	Przyjęcie akumulatorów do ładowania.
49-50	2	4	6	Maskowanie rejonu rozwinięcia.
50-57	2	4	6	Złożenie meldunku o rozwiązaniu warsztatu łączności i PSŁ.

Tabulogram danych wejściowych do elektronicznej maszyny
cyfrowej /EMC/ /w minutach/

Zdarzenie początkowe	Zdarzenie końcowe	Czas trwania optymistyczny t_{ij}^a	Czas trwania najbardziej prawdopodobny t_{ij}^m	Czas trwania pesymistyczny t_{ij}^b
1	2	3	4	5
1	2	5	10	15
2	3	5	10	15
3	4	10	15	20
4	5	2	4	6
5	6	1	2	3
6	7	10	15	20
7	8	3	6	9
8	9	20	30	40
9	10	5	10	15
10	11	2	4	6
11	57	2	4	6
4	12	2	4	6
12	13	1	2	3
13	14	3	6	9
14	15	3	6	9
15	16	20	30	40
16	17	20	30	40
17	18	3	6	9
18	19	5	10	15
19	57	2	4	6
4	20	2	4	6
20	21	1	2	3
21	22	3	6	9
22	23	5	10	15
23	24	30	40	50
24	25	6	16	26
25	26	10	15	20
26	57	2	4	6
4	27	2	4	6

1	2	3	4	5
27	28	1	2	3
28	29	3	6	9
29	30	10	15	20
30	31	3	6	9
31	32	3	6	9
32	33	2	4	6
4	33	2	4	6
33	34	1	2	3
34	35	3	6	9
35	36	5	10	15
36	37	2	4	6
37	38	3	6	9
38	57	2	4	6
4	39	2	4	6
39	40	1	2	3
40	41	2	4	6
41	42	5	10	15
42	43	2	4	6
43	44	3	6	9
44	57	2	4	6
4	45	2	4	6
45	46	1	2	3
46	47	5	10	15
47	48	5	10	15
48	49	5	10	15
49	50	2	4	6
50	57	2	4	6
4	51	2	4	6
51	52	1	2	3
52	53	5	10	15
53	54	5	10	15
54	55	30	40	50
55	56	10	15	20
56	57	2	4	6
57	58	5	10	15
58	59	3	6	9

Tabulogram danych wyjściowych z elektronicznej maszyny
cyfrowej /w minutach/

Czynności		Średni ważony czas trwania t_{ij}	Rozpocząć		Zakończyć		c _{ij}	Odchylenia standardowe
Nr zdarz. począz.	Nr zdarz. końc.		Termin najwcześ. T_i^w	Termin najpóźniej. T_i^p	Termin najwcześ. T_j^w	Termin najpóźniej. T_j^p		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	10	0	0	10	10	0	1,666
2	3	10	10	10	20	20	0	
3	4	15	20	20	35	35	0	
4	5	4	35	35	39	62	23	0,666
5	6	2	39	62	41	64	23	0,333
6	7	15	41	64	56	79	23	1,666
7	8	6	56	79	62	85	23	1,000
8	9	30	62	85	92	115	23	3,333
9	10	10	92	115	102	125	23	1,666
10	11	4	102	125	106	129	23	0,666
11	57	4	106	129	133	133	0	0,666
4	12	4	35	35	39	39	0	0,333
12	13	2	39	39	41	41	0	1,666
13	14	6	41	41	47	47	0	1,000
14	15	6	47	47	53	53	0	3,333
15	16	30	53	53	83	83	0	
16	17	30	83	83	113	113	0	
17	18	6	113	113	119	119	0	1,000
18	19	10	119	119	129	129	0	1,666
19	57	4	129	129	113	113	0	0,666
24	20	4	35	35	39	40	1	
20	21	2	39	40	41	42	1	0,333
21	22	6	41	42	47	48	1	1,000
22	23	10	47	48	57	58	1	1,666
23	24	40	57	58	97	98	1	3,333
24	25	16	97	98	113	114	1	3,333

1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	26	15	113	114	128	129	1	1,666
26	57	4	128	129	133	133	1	0,666
4	27	4	35	35	39	94	55	
27	28	2	39	94	41	96	55	0,333
28	29	6	41	96	47	102	55	1,000
29	30	15	47	102	62	117	55	1,666
30	31	6	62	117	68	123	55	1,000
31	32	6	68	123	74	129	55	1,000
32	33	4	74	129	133	133	0	0,666
4	33	4	35	35	39	101	62	0,666
33	34	2	39	101	41	103	62	0,333
34	35	6	41	103	47	109	62	1,000
35	36	10	47	109	57	109	62	1,666
36	37	4	57	119	61	123	62	0,666
37	38	6	61	123	67	129	62	1,000
38	57	4	67	129	133	133	0	0,666
4	39	4	35	35	39	109	70	
39	40	2	39	109	41	105	64	0,333
40	41	4	41	105	45	109	64	0,666
41	42	10	45	109	55	119	64	1,666
42	43	4	55	119	59	123	64	0,666
43	44	6	59	123	65	129	64	1,000
44	57	4	65	129	133	133	0	0,666
44	45	4	35	35	39	93	54	
45	46	2	39	93	41	95	54	0,333
46	47	10	41	95	51	105	54	1,666
47	48	10	51	105	61	115	54	1,666
48	49	10	61	115	71	125	54	1,666
49	50	4	71	125	75	129	54	0,666
50	57	4	75	129	133	133	0	0,666
4	51	4	35	35	39	52	13	0,666
51	52	2	32	52	41	54	13	0,333
52	53	10	41	54	51	64	13	1,666
53	54	10	51	64	61	74	13	1,666
54	55	50	61	74	101	114	13	3,333
55	56	15	101	114	116	129	13	1,666
56	57	4	116	129	133	133	0	0,666
57	58	10	113	133	143	143	0	1,666
58	59	6	143	143	149	149	0	0,666

Uwaga: Tabulogram danych wyjściowych może być również wy-
prowadzony z uwzględnieniem czasu w stosunku do sym-
bolu "C" /początek rozwijania węzła łączności/ i z
jego zamianą na godziny i minuty.

Fragment takiego tabulogramu przedstawia poniższa
tabela.

Gzybności		Czas		Rozpocząć		Zakończyć	
nr zda- rze- nia po- czat.	nr zda- rze- nia koń- cow.	godz.	min.	godz.	min.	godz.	min.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	0	10	15	00	15	10
2	3	0	10	15	10	15	20
3	4	0	15	15	20	15	35
4	5	0	04	15	35	15	39
5	6	0	02	15	39	15	41
6	7	0	15	15	41	15	56
7	8	0	06	15	56	16	02
8	9	0	30	16	02	16	32
9	10	0	10	16	32	16	42
10	11	0	04	16	42	16	46
11	17	0	04	16	46	16	50
4	12	0	04	15	35	15	39
12	13	0	02	15	39	15	41
13	14	0	06	15	41	15	47
14	15	0	06	15	47	15	53
15	16	0	30	15	53	16	23
16	17	0	30	16	23	16	53
17	18	0	06	16	53	16	59
18	19	0	10	16	59	17	09
19	57	0	04	17	09	17	13
57	58	0	10	17	13	17	23
58	59	0	06	17	23	17	29

Tabulogram ścieżki krytycznej

/w minutach/

Czynności		Czas wazo ny	Rozpocząć		Zakończyć		Z ^c _{ij}	Odchyle- nie stan- dardowe
Nr zdarze- nia począt. -	Nr zdarze- nia począt. -		Najwcześ. -	Najpóź. -	Najwcześ. -	Najpóź. -		
1	2	10	0	0	10	10	0	1,666
2	3	10	10	10	20	20	0	1,666
3	4	15	20	20	35	35	0	2,500
4	12	4	35	35	39	39	0	0,666
12	13	2	39	39	41	41	0	0,333
13	14	6	41	41	47	47	0	1,000
14	15	6	47	47	53	53	0	1,000
15	16	30	53	53	83	83	0	5,000
16	17	30	83	83	113	113	0	5,000
17	18	6	113	113	119	119	0	1,000
18	19	10	119	119	129	129	0	1,666
19	57	4	129	129	133	133	0	0,666
57	58	10	133	133	143	143	0	1,666
58	59	6	143	143	149	149	0	1,000

Tabela czynności krytycznych /w minutach/

Czynności	Czas trwania czynności			Treść czynności
	Optymist. t_{ij}^a	Najbar. praw. dop. t_{ij}^m	Pesymistyczny t_{ij}^b	
1-2	5	10	15	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia WŁ SD pz.
2-3	5	10	15	Dojazd kompanii łączności z miejsca zatrzymania do rejonu SD pułku.
3-4	10	15	20	Wydanie zadań funkcyjnym łączności na rozwinięcie poszczególnych elementów WŁ i zorganizowanie łączności radiowej, radioliniowej, radiotelefonicznej, przewodowej i ruchomymi środkami łączności.
4-12	2	4	6	Przejście dowódcy RWŁ-1 do miejsca postoju RWŁ w kolumnie marszowej.
12-13	1	2	3	Wyjazd RWŁ-1 z kolumny marszowej.
13-14	3	6	9	Przejazd RWŁ-1 do miejsca rozwinięcia.
14-15	3	6	9	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia RWŁ-1 i postawienie zadań obsłudze.
15-16	20	30	40	Rozwijanie RWŁ-1 i nawiązanie łączności radioliniowej i radiotelefonicznej.
16-17	20	30	40	Przygotowanie CT do przyjęcia kierunków łączności przewodowej - przyjmowanie kierunków.
17-18	3	6	9	Sprawdzenie łączności na podłączonych do CT kierunkach przewodowych.
18-19	5	10	15	Maskowanie miejsca rozwinięcia RWŁ-1 i sprawdzenie gotowości łączności.
19-57	2	4	6	Dojście i złożenie meldunków o rozwinięciu RWŁ-1 i gotowości łączności.

2. Rozwiązanie przykładowego modelu sieciowego na rozwijanie
węzła łączności stanowiska dowodzenia /SD/ dywizji zme-
chanizowanej /DPanc/

Lista czynności

/uporządkowania według ciągów wykonawczych/

Czynności i zdarzenia początkowe-koncowe	Czas trwania czynności /w minutach/			Treść czynności
	Optymist.	Najbardziej prawdopodob.	Pesymist.	
1	2	3	4	5
0-1	15	20	25	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia WŁ SD DZ.
1-2	10	15	20	Dojazd batalionu łączności z miejsca zatrzymania do rejonu SD dywizji.
2-3	5	7	10	Wydanie zadania przez SWŁ dowódcy kompanii radiowej.
3-4	5	8	10	Wydanie zadania przez dowódcę kompanii radiowej dowódcom radiostacji średniej i małej mocy oraz dowódcom wozów dowodzenia.
4-5	10	15	20	Dojazd i wybór miejsca na rozwinięcie radiostacji R-118.
5-6	10	15	20	Rozwijanie radiostacji R-118
6-7	3	5	7	Strojenie radiostacji R-118
7-8	3	5	7	Sprawdzenie radiostacji R-118 przy pracy na siebie.
8-9	3	5	7	Nawiązanie łączności radiowej w wyznaczonych kanałach radiowych.
9-10	3	5	7	Zameldowanie o gotowości do pracy radiostacji średniej mocy.
4-11	5	10	15	Dojazd i wybór miejsca na rozwinięcie wozów dowodzenia i radiostacji małej mocy.

1	2	3	4	5
11-12	5	10	15	Rozwijanie przez załogi wozów dowodzenia i radiostacji małej mocy.
12-13	1	2	3	Strojenie radiostacji z WD i radiostacji małej mocy pracujących indywidualnie.
13-14	1	2	3	Nawiązanie łączności w wyznaczonych kanałach radiowych.
14-10	2	3	4	Zameldowanie dowódcy kompanii radiowej o gotowości do pracy WD i radiostacji małej mocy.
10-40	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu środków radiowych i gotowości łączności radiowej.
3-15	5	10	15	Wydanie zadania przez SWŁ dowódcy kompanii telefoniczno-telegraficznej.
15-16	5	10	15	Wydanie zadania przez dowódcę kompanii telefoniczno-telegraficznej dowódcom stacji radioliniowych i dowódcom elementów WŁ.
16-17	2	3	4	Dojazd i wybór miejsca na rozwinięcie CRD K-4 i AŁD-3.
17-18	15	20	25	Rozwijanie aparatuwni CRD K-4 i AŁD-3.
18-19	3	5	7	Strojenie radiotelefonów aparatuwni CED K-4.
19-20	3	5	7	Nawiązanie łączności radiotelefonicznej z czterech K-1.
20-21	2	3	4	Dojście i zameldowanie dowódcy CRD K-4 o nawiązaniu łączności radiotelefonicznej.
21-33	2	3	4	Dojście i zameldowanie dowódcy kompanii telefoniczno-telegraficznej o gotowości do pracy CRD K-4 i AŁD-3.
17-22	3	5	7	Wybór miejsca na urządzenie skrzynek telefonicznych /słupków/.
22-23	20	30	35	Rozwijanie kabli wieloparowych i zainstalowanie skrzynek stacyjnych.

1	2	3	4	5
22-24	15	20	25	Budowa kierunków przewodowych od skrzynki nr 1 do miejsca pracy dowódcy szefa sztabu, wydziału operacyjnego, wydziału rozpoznawczego.
24-25	15	20	25	Budowa kierunków przewodowych od skrzynki nr 2 do szefa OPL, szefa saperów, szefa zabezpieczenia chemicznego, wydziału łączności.
25-26	25	30	35	Budowa kierunków przewodowych od skrzynki nr 3 do miejsc pracy zastępców dowódcy, wydziału politycznego, OD, ARO, AKR, dowództwa i sztabu AD i SM.
26-27	25	30	35	Budowa kierunków przewodowych od skrzynki nr 4 do radiostacji R-118, do WD i do rejonu rozmieszczenia batalionu łączności.
24-23	3	5	7	Przyjęcie kierunków przewodowych ze skrzynki nr 1 na CT CRD K-4.
25-23	3	5	7	Przyjęcie kierunków przewodowych ze skrzynki nr 2 na CT CRD K-4.
26-23	3	5	7	Przyjęcie kierunków przewodowych ze skrzynki nr 3 na CT CRD K-4.
27-23	3	5	7	Przyjęcie kierunków przewodowych ze skrzynki nr 4 na CT CRD K-4.
23-21	2	3	4	Dojście i zameldowanie dowódcy aparatuwni CRD K-4 o gotowości łączności wewnętrznej.
16-28	10	15	20	Dojazd i wybór miejsca na rozwijanie stacji radioliniowych.
28-29	15	20	25	Rozwijanie stacji radioliniowych.
29-30	5	10	15	Nawiązywanie łączności w kanałach telefonicznych i telegraficznych na kierunkach radioliniowych.
30-31	10	15	20	Rozwijanie kabli wieloparowych przez załogi stacji radioliniowych do CRD K-4.

1	2	3	4	5
31-32	3	5	7	Oddanie kanałów telefonicznych i telegraficznych na przełączalnię CRD K-4.
32-33	2	3	4	Dojście i złożenie meldunku o gotowości łączności radioliniowej.
33-40	2	3	4	Dojście i zameldowanie szefowi węzła łączności o gotowości łączności radioliniowej, radiotelefonicznej i przewodowej na SD.
3-15	3	5	7	Wydanie zadania przez SWŁ dowódcy plutonu ruchomych środków na rozwinięcie SM i lądowiska.
15-34	3	5	7	Dojazd i wybór miejsca na rozwinięcie SM, grupy ruchomych środków i lądowiska.
34-35	5	10	15	Wydanie zadania przez dowódcę plutonu ruchomych środków na rozwinięcie SM.
35-36	3	5	7	Wydanie zadania na rozwinięcie lądowiska i APŁL.
36-37	10	15	20	Rozwinięcie i przygotowanie do pracy SM.
36-38	20	25	30	Przygotowanie lądowiska i radiostacji R-800 do pracy i nawiązanie łączności z ST.
38-37	2	3	4	Dojście i zameldowanie o gotowości SM i lądowiska do pracy.
37-40	4	6	8	Zameldowanie SWŁ przez dowódcę plutonu ruchomych środków o podległych rozwinięciu elementów i ich gotowości do pracy.
3-41	3	5	7	Wydanie zadania przez SWŁ na rozwinięcie STJ, ARO i AKR i przygotowanie aparatury do pracy
41-42	5	10	15	Dojazd i wybór miejsca na rozwinięcie STJ, ARO i AKR.
42-43	20	25	30	Rozwinięcie i przygotowanie aparatury STJ, ARO i AKR do pracy.
43-44	2	3	4	Nastropienie odbiorników ARO i AKR na odpowiednie częstotliwości.

Tabulogram danych wejściowych do elektronicznej maszyny
cyfrowej /ENC/ /w minutach/

Zdarzenia początkowe	Zdarzenie końcowe	Czas trwania optymistyczny t_{ij}^a	Czas trwania najbardziej prawdopodobny t_{ij}^m	Czas trwania pesymistyczny t_{ij}^b
1	2	3	4	5
0	1	15	20	25
1	2	10	15	20
2	3	5	7	10
3	4	5	8	10
4	5	10	15	20
5	6	10	15	20
6	7	3	5	7
7	8	3	5	7
8	9	3	5	7
9	10	3	5	7
14	11	5	10	15
11	12	5	10	15
12	13	1	2	3
13	14	1	2	3
14	10	2	3	4
10	40	3	5	7
3	15	5	10	15
15	16	5	10	15
16	17	2	3	4
17	18	15	20	25
18	19	3	5	7
19	20	3	5	7
20	21	2	3	4
17	22	3	5	7
22	23	25	30	35
22	24	15	20	25
24	25	15	20	25
25	26	25	30	35
26	27	25	30	35

1	2	3	4	5
24	23	3	5	7
25	23	3	5	7
26	23	3	5	7
27	23	3	5	7
23	21	2	3	4
16	28	10	15	20
28	29	15	20	25
29	30	5	10	15
30	31	10	15	20
31	32	3	5	7
32	33	2	3	4
33	40	2	3	4
3	15	3	5	7
15	34	3	5	7
34	35	5	10	15
35	36	3	5	7
36	37	10	15	20
36	38	20	25	30
38	37	2	3	4
37	40	4	6	8
3	41	3	5	7
41	42	5	10	15
42	43	20	25	30
43	44	2	3	4
44	40	2	3	4
40	45	4	6	8

Tabulogram danych wyjściowych z elektronicznej maszyny
cyfrowej /w minutach/

Czynności		Średni ważony czas trwa- nia t _{ij}	Rozpocząć		Zakończyć		Z _{ij}	Odchylenie standardowe	Uwagi
Nr zdarz. pocz.	Nr zdarz. końc.		Termin naj- wcześ. T _w	Termin naj- późniejszy T _p	Termin naj- wcześ. T _w	Termin naj- późniejszy T _p			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1	20	0	0	20	20	0		
1	2	15	20	20	35	35	0		
2	3	7	35	35	42	42	0		
3	4	8	42	42	50	131	0		
4	5	15	50	131	65	146	81		
5	6	15	65	146	80	161	81		
6	7	5	80	161	85	166	81		
7	8	5	85	166	90	171	81		
8	9	5	90	171	95	176	81		
9	10	3	95	176	98	179	81		
14	11	10	50	134	60	162	84		
11	12	10	60	162	70	172	102		
12	13	2	70	172	72	174	102		
13	14	2	72	174	74	176	102		
14	10	3	74	176	98	179	102		
10	40	5	98	179	184	184	81		
3	15	10	42	42	52	52	0		
15	16	10	52	52	62	62	0		
16	17	3	62	62	65	65	0		
17	18	20	65	65	85	165	0		
18	19	5	85	165	90	170	0		
19	20	5	90	170	95	175	80		
20	21	3	95	175	178	178	80		
21	33	3	178	178	181	181	0		
17	22	5	65	65	70	70	0		
22	23	30	70	70	175	175	0		
22	24	20	70	70	90	90	0		
24	25	20	90	90	110	110	0		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	26	30	110	110	140	140	0		
26	27	30	140	140	170	170	0		
24	23	5	90	90	175	175	0		
25	23	5	110	110	175	175	0		
26	23	5	140	140	175	175	0		
27	23	5	170	170	175	175	0		
23	21	3	175	175	178	178	0		
16	28	15	62	62	77	129	0		
28	29	20	77	129	97	149	52		
29	30	10	97	149	107	159	52		
30	31	15	107	159	122	174	52		
31	32	5	122	174	127	179	52		
32	33	3	127	179	181	181	52		
15	34	5	52	52	57	135	0		
34	35	10	57	135	67	145	78		
35	36	5	67	145	72	150	78		
36	37	15	72	150	100	178	78		
36	38	25	72	150	97	175	78		
38	37	3	97	175	100	178	78		
37	40	6	100	178	184	184	78		
3	41	5	42	42	47	143	0		
41	42	10	47	143	57	153	96		
42	43	25	57	153	82	178	96		
43	44	3	82	178	85	181	96		
44	40	3	85	181	184	184	96		
40	45	6	184	184	190	190	0		

Tabulogram danych wyjściowych w stosunku do godziny "G"
/fragment/

Czynności		Czas		Rozpocząć		Zakończyć	
nr zdarzenia początkowego	nr zdarzenia końcowego	godz.	min.	godz.	min.	godz.	min.
0	1	00	20	15	00	15	20
1	2	00	15	15	20	15	35
2	3	00	7	15	35	15	42
3	15	00	10	15	42	15	52
15	16	00	10	15	52	16	02
16	17	00	03	16	02	16	05
17	22	00	05	16	05	16	10
22	23	00	30	16	10	16	40
22	24	00	20	16	10	16	30
24	25	00	20	16	30	16	50
25	26	00	30	16	50	17	20
26	27	00	30	17	20	17	50
24	23	00	05	16	30	16	35
25	23	00	05	16	50	16	55
26	23	00	05	17	20	17	25
27	23	00	05	17	50	17	55
23	21	00	03	17	55	17	58
21	33	00	03	17	58	18	01
33	40	00	03	18	01	18	04
40	45	00	06	18	04	18	10

Tabulogram ścieżki krytycznej /w minutach/

Czynności		Czas wazo- ny tę- tę	Rozpoczęć		Zakończyć		Z ^c _{ij}	Odchylenie standar- dowe
Nr zdarz. po- czątkowego	Nr zdarz. koń- cowego		Najwcześ.	Najpóźn.	Najwcześ.	Najpóźn.		
0	1	20	00	00	20	20	0	1,66
1	2	15	20	20	35	35	0	1,66
2	3	7	35	42	42	42	0	0,83
3	15	10	42	42	52	52	0	0,83
15	16	10	52	52	62	62	0	0,83
16	17	3	62	62	65	65	0	0,66
17	22	5	65	65	70	70	0	0,50
22	24	20	70	70	90	90	0	0,23
24	25	20	90	90	110	110	0	0,83
25	26	30	110	110	140	140	0	1,66
26	27	30	140	140	170	170	0	1,66
27	23	5	170	170	175	175	0	0,50
23	21	3	175	175	178	178	0	0,50
21	33	3	178	178	181	181	0	0,33
33	40	3	181	181	184	184	0	0,33
40	45	6	184	184	190	190	0	0,33

Tabela czynności krytycznych
/w minutach/

Czynności		Czas trwania czynności			Treść czynności
Nr zdarz. początkow.	Nr zdarz. końcowego	t_{ij}^a	t_{ij}^m	t_{ij}^b	
1	2	3	4	5	6
0	1	15	20	25	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia WŁ SD
1	2	10	15	20	Dojazd batalionu łączności z miejsca zatrzymania do rejonu SD dywizji.
2	3	5	7	10	Wydanie zadania przez SWŁ dowódcy kompanii radiowej.
3	15	5	8	10	Wydanie zadania przez SWŁ dowódcy kompanii telefoniczno-telegraficznej.
15	16	5	10	15	Wydanie zadania przez dowódcę kompanii telefoniczno-telegraficznej dowódcom stacji radioliniowych i dowódcom elementów WŁ.
16	17	2	3	4	Dojazd i wybór miejsca na rozwinięcie CRD K-4 i AŁD-3.
17	22	3	5	7	Wybór miejsca na urządzenie skrzynek teletechnicznych.
22	23	25	30	35	Rozwijanie kabli wieloparowych i rozwijanie skrzynek teletechnicznych.
22	24	15	20	25	Budowa kierunków przewodowych od skrzynki nr 1.
24	25	15	20	25	Budowa kierunków przewodowych od skrzynki nr 2.
25	26	25	30	35	Budowa kierunków przewodowych od skrzynki nr 3.
26	27	25	30	35	Budowa kierunków przewodowych od skrzynki nr 4.
27	23	3	5	7	Przyjęcie kierunków przewodowych ze skrzynki nr 4 na CT CRD K-4.
23	21	2	3	4	Dojście i zameldowanie dowódcy aparatu CRD K-4 o gotowości łączności wewnętrznej.

1	2	3	4	5	6
21	33	2	3	4	Dojście i zameldowanie dowódcy kompanii telefoniczno-telegraficznej o gotowości do pracy aparatów ni CRD K-4 i AŁD-3.
33	40	2	3	4	Dojście i zameldowanie szefowi węzła łączności o gotowości łączności radioliniowej, radiotelefonicznej i przewodowej na SD.
40	45	4	6	8	Dojście i zameldowanie o rozwinięciu węzła łączności na SD dywizji.

3. Wnioski i uogólnienia dotyczące rozwijania węzłów łączności stanowisk dowodzenia na szczeblu taktycznym

Analiza opracowanych modeli sieciowych pułku i dywizji zmechanizowanej wykazuje, że występują różnice w ogólnej ilości czasu zużytego na realizację całego przedsięwzięcia.

Na rozwinięcie węzła łączności SD pułku zmechanizowanego potrzeba 149 minut czasu, a na rozwinięcie węzła łączności SD dywizji tylko 190 minut. Ta nie duża różnica wynika przede wszystkim z tego, że w rozwiązaniu pułkowym uwzględniano wykonanie, przez zespoły poszczególnych elementów węzła łączności, prac związanych z maskowaniem i ochroną elementów WŁ. Tych prac nie brano pod uwagę w rozwiązaniu dywizyjnym.

Jeśli w rozwiązaniu dywizyjnym uwzględni się również czas na zabezpieczenie inżynieryjne, maskowanie oraz organizację ochrony i obrony rozwiniętych elementów łączności wówczas ogólny czas potrzebny na rozwinięcie węzła łączności wzrośnie średnio około 1,5 godziny /90 minut/, a więc w sumie będzie wynosił 280 minut /190 + 90 = 280/.

Czasy jakie uzyskano w przedstawionych modelach sieciowych - dla WŁ SD pułku 149 minut i dla WŁ SD dywizji 180 minut - na pierwszy rzut oka wydają się stanowczo za duże, jednak po wnikliwej ocenie i przeanalizowaniu przebiegu poszczególnych czynności sprawa wygląda inaczej.

3 Uzyskane czasy nie dużo się różnią od stosowanych norm czasowych wyszczególnionych w instrukcji MON /polowe węzły

łącności związków taktycznych oddziałów i pododdziałów/. Według tej instrukcji na rozwinięcia węzła łączności SD dywizji /DZ, DPanc/ potrzeba 170 minut czasu. W tym czasie mieszczą się jednak tylko prace związane z rozwinięciem elementów węzła, uruchomieniem systemu zasilania oraz z rozwinięciem i uruchamianiem kablowej telefonicznej sieci łączności wewnętrznej. Jeśli łącznie z nimi uwzględni się prace związane z zabezpieczeniem inżynieryjnym, maskowaniem, obroną i ochroną, to wówczas na rozwinięcie WŁ SD dywizji potrzeba od 230 do 390 minut czasu.

Zgodnie z instrukcją MON tylko na rozwinięcie elementów węzła łączności SD pułku potrzeba około 65 minut czasu, a w wypadku wykonywania prac związanych z inżynieryjnym zabezpieczeniem, maskowaniem, ochroną i obroną około 100-125 minut czasu.

Warto zwrócić uwagę na to, że w normach czasowych przedstawionych w instrukcji MON nie uwzględniany jest czas zużywany w praktyce na rozpoznanie rejonów rozwinięcia elementów węzła łączności, dojazd do miejsc rozwinięcia oraz stawianie zadań, który jest uwzględniany w przedstawianych modelach sieciowych. Usuwając z przedstawionych modeli sieciowych czynności, a wraz z nimi i czasy zużyte na wydawanie poleceń, rozpoznanie i składanie meldunków, można ogólny czas zmniejszyć o 30-40 minut. Oznacza to, że przy zachowaniu wszystkich innych wartości przedstawionych modeli sieciowych, ogólny czas nie będzie większy jak:

- dla WŁ SD pułku zmechanizowanego około 109-119, a więc poniżej normy wykazanej w instrukcji;
- dla WŁ SD dywizji /DZ, DPanc/ około 160-150, a więc poniżej obowiązującej normy regulaminowej.

Dokonując analizy przykładowych modeli sieciowych można zauważyć, że dla niektórych czynności występują dość duże zapasy czasu. Niektóre jednak czynności są bardzo napięte, co jest zresztą zgodne z obserwacjami dokonywanymi w czasie praktycznego rozwijania elementów węzłów łączności podczas ćwiczeń. Dość znaczne zapasy czasu wystąpiły podczas rozwijania i przygotowania do pracy urządzeń łączności nie biorących bezpośredniego udziału w tworzeniu kanałów łączności.

Uwzględniając wyżej podane fakty, we wszelkich dążeniach mających na celu skrócenie czasu rozwijania węzłów łączności trzeba zwracać uwagę na czynności napięte, w których nie występują żadne zapasy czasowe. Wszystkie te czynności należy usprawniać stosując doskonalszą organizację pracy oraz mechanizację prac.

Najbardziej napięte w czasie są czynności związane z rozbudową kablowej telefonicznej sieci łączności wewnętrznej na SD. Wynika to z tego, że dążąc do jak najlepszego zapewnienia obiegu informacji na stanowiskach dowodzenia, nie odrywając oficerów dowództwa i sztabu od ich miejsc pracy, obecnie szeroko rozbudowuje się kablową telefoniczną sieć łączności wewnętrznej. Budowa przewodowych kierunków łączności wewnętrznej w zasadzie w każdym wypadku determinuje ogólny czas gotowości węzła i łączności na stanowisku dowodzenia. Należy więc dążyć do tego, aby skrócić czas zużywany na wykonanie tych czynności, co wydaje się realne i możliwe do realizacji. Dowodem tego może być przykład ze szczebla dywizji.

Kierunki przewodowe łączności wewnętrznej na SD dywizji rozwija drużyna wydzielona ze składu osobowego aparatowni CRD K-4, który wynosi: $1 + 10 + 1 = 12$ /w tym 1 kierowca/. Przy rozwijaniu CRD K-4 w aparatowni pozostaje 6 osób załogi, a mianowicie:

- dowódca;
- 1 obsługujący na CT;
- 1 obsługujący przełączalnię;
- 1 obsługujący stację telegraficzną;
- 1 obsługujący stację radiotelefoniczne K-1;
- 1 obsługujący zespoły prądotwórcze /kierowca/.

Pozostałych sześć osób z załogi CRD K-4 stanowi drużynę łączności wewnętrznej.

Drużynę można podzielić tylko na dwa-trzy osobowe zespoły, które muszą w rejonie stanowiska dowodzenia odpowiednio rozmieścić skrzynki teletechniczne i rozwinąć łącznie około 20-tu kierunków przewodowych. Nic więc dziwnego, że czas budowy kierunków łączności wewnętrznej wydłuża czas rozwijania węzła łączności.

Czas ten można skrócić przez ograniczenie ilości kierunków, na co nie zawsze zgodzi się dowódca lub szef sztabu. Czas ten można skrócić również przez wydzielenie 1 lub 2 drużyn z plutonu telefonicznego, lecz tylko w tym wypadku, kiedy nie rozwija się dalekosiężnych kierunków przewodowych do kilku elementów ugrupowania bojowego.

Najbardziej realne jest skrócenie czasu przez rozdzielanie prac związanych z rozbudową kablowej telefonicznej sieci łączności wewnętrznej SD pomiędzy załogi poszczególnych elementów węzła łączności, jak: CRD K-4, wozy dowodzenia, radiostacje R-118 i inne aparatownie.

Jak wykazują przykładowe modele sieciowe w czynnościach tych wszystkich wymienionych załóg występują znaczne zapasy czasu. Załoga każdego elementu może być więc wykorzystana do rozbudowy łączności wewnętrznej. Kierunki przewodowe do miejsc pracy dowódcy, szefa sztabu, szefa wydziału operacyjnego, szefa wydziału rozpoznawczego, zastępców dowódcy i dowódcy artylerii i szefa saperów można nakazać wybudować załogom wozów dowodzenia.

Kierunki przewodowe rozwijane do sztabu artylerii i szefa OPL można nakazać wybudować łącznościowcom z im podległych pododdziałów. Kierunki przewodowe do radiostacji R-118 i aparatowni łączności /AED-3/, ARO, AKR, STJ itp/, można nakazać wybudować załogom tych elementów.

Podejmując jednak taką decyzję należy wcześniej /przed rozwijaniem węzła łączności/ przydzielić określonym załogom odpowiednią ilość sprzętu przewodowego.

Innym sposobem skrócenia czasu budowy przewodowych kierunków łączności wewnętrznej jest doraźne zwiększenie ilości ludzi w drużynie łączności wewnętrznej. Można to osiągnąć przez wydanie polecenia dowódcem radiostacji R-118, wozów dowodzenia i poszczególnych aparatowni łączności, aby po osiągnięciu rejonu rozwinięcia węzła łączności przysłali do dyspozycji dowódcy CRD K-4 po jednym żołnierzu ze składu podległych im załóg. Zastosowanie takiego manewru pozwala zwiększyć drużynę łączności wewnętrznej o około 12-15 ludzi. Ogółem więc będzie można użyć do rozbudowy kablowej telefonicznej sieci

łączności wewnętrznej 18-21 ludzi, co pozwala stworzyć 4 zespoły w składzie: dwa zespoły czteroosobowe i dwa zespoły pięcioosobowe lub trzy zespoły pięcioosobowe i jeden zespół sześciuosobowy /21/.

W wypadku ograniczenia do minimum czasu rozbudowy kablowej telefonicznej sieci łączności wewnętrznej, czynności krytyczne mogą wystąpić podczas rozwijania stacji radioliniowych¹ przy nawiązywaniu łączności telefoniczno-telegraficznej na wyznaczonych kierunkach.

Wydaje się, że skrócenie czasu rozwijania stacji radioliniowych i nawiązania łączności na wyznaczonych kierunkach można również osiągnąć przez zmechanizowane rozwijanie anten kierunkowych stacji radioliniowych, a także przez rozmieszczanie stacji radioliniowych jak najbliższej CRD K-4, aparatu AŁD-3 i aparatu ST4.

Przy zestawianiu modeli sieciowych, na rozwijanie węzłów łączności, należałoby również uwzględniać różnorodne obiektywne czynniki, które hamują realizację poszczególnych czynności jak na przykład: nieprzewidziane uszkodzenia w aparaturze, przerwy w kablach, awarie zasilania itp.

Uwzględniając powstawanie wariantalnych czynników hamujących realizację wielu czynności z góry należy założyć, że bardzo często prawdopodobieństwo wykonania całego przedsięwzięcia w czasie wykazanym w modelach sieciowych nie będzie równe w stosunku 1 do 1 /w 100% identyczne/. Dla przykładu jeśli przyjmijemy wartość argumentu 1,2 i założymy, że prawdopodobieństwo rozwinięcia winno być w granicach 0,9, jak również że sumaryczne odchylenie czasu trwania rozwijania węzła łączności średnio będzie wynosiło 8,40 to wówczas uzyskamy powiększenie czasu ogólnego całego przedsięwzięcia.

Dla węzła łączności SD pułku będzie on wynosił:

$$1,2 \cdot 8,40 + 149 \text{ minut} = 159 \text{ minut.}$$

a dla węzła łączności SD dywizji będzie wynosił:

$$1,2 \cdot 8,40 + 190 \text{ minut} = 200 \text{ minut.}$$

4. Rozwiązanie przykładowego modelu sieciowego na rozwijanie węzła łączności i stanowiska dowodzenia armii

Lista czynności

/uporządkowana według ciągów wykonawczych/

Czynności i zdarzenia początkowe /aij/	Czas trwania czynności /w minutach/			Treść czynności
	Optymistyczny t_{ij}^a	Najbardziej prawdopodobne t_{ij}^m	Pesymistyczny t_{ij}^b	
1	2	3	4	5
1	-	-	-	<u>Rekonesans rejonu rozwinięcia węzła łączności SD armii</u>
0-1	3	5	7	Zbiórka grupy rekonesansowej SWŁ.
1-2	5	10	15	Dojazd grupy rekonesansowej w rejon rozwinięcia węzła łączności.
2-3	15	20	25	Zapoznanie dowódców elementów węzła łączności z rozmieszczeniem dowództwa i sztabu armii i wyznaczenie miejsc na rozwinięcie elementów węzła łączności.
3	-	-	-	<u>Rozpoznanie rejonów wyznaczonych na rozwinięcie poszczególnych elementów węzła łączności.</u>
3-4	20	30	40	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia zespołu środków radiowych na SD armii i grupy środków nadawczych poza SD
3-5	10	15	20	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia taktycznych i operacyjnych stacji radioliniowych.
3-6	15	20	25	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia stacji telefonicznej i telegraficznej oraz stacji zasilania.
3-7	10	15	20	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia stacji transmisji informacji.
3-8	10	15	20	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia głównej składnicy meldunkowej i wybranie miejsca na lądowisko SD armii.

1	2	3	4	5
4,5,6,7 8	-	-	-	<u>Postawienie zadań funkcyjnym łączności na rozwinięcie poszczególnych elementów węzła łączności</u>
4-9	3	5	7	Wyprowadzenie środków radiowych z kolumny marszowej - postawienie zadań dowódcy grupy środków nadawczych.
9-10	20	30	40	Dojazd środków radiowych do wyznaczonych rejonów rozwinięcia na SD i poza SD armii.
10-11	5	10	15	Rozstawienie środków radiowych w wyznaczonych miejscach rozwinięcia.
11-28	5	10	15	Postawienie zadań funkcyjnym łączności - dowódcom grup /grupa samodzielnych radiostacji i WD, grupa środków odbiorczych, CRD K-4/ grupa AKR oraz złożenie meldunku szefowi węzła o gotowości do rozwijania elementów.
5-12	3	5	7	Wyprowadzenie z kolumny marszowej taktycznych i operacyjnych stacji radioliniowych.
12-13	5	10	15	Dojazd stacji radioliniowych do wyznaczonego rejonu rozwinięcia.
13-14	10	15	20	Rozstawienie stacji radioliniowych w wyznaczonych miejscach rozwinięcia.
14-27	5	10	15	Postawienie zadań dowódcom stacji radioliniowych i złożenie meldunku SWŁ o gotowości do rozwijania stacji.
6-15	5	10	15	Wyprowadzenie z kolumny marszowej środków i urządzeń stacji telefonicznej, stacji telegraficznej i stacji zasilania.
15-16	10	15	20	Dojazd środków i urządzeń stacji telefonicznej, telegraficznej i stacji zasilania do wyznaczonych rejonów rozwinięcia.
16-17	10	15	20	Rozstawienie środków i urządzeń stacji telefonicznej, telegraficznej i zasilania w miejscach wyznaczonych na rozwinięcie.
17-26	5	10	15	Postawienie zadań dowódcom elementów stacji telefonicznej, telegraficznej i zasilania oraz złożenie meldunku SWŁ o gotowości poszczególnych elementów do rozwijania.

1	2	3	4	5
7-18	5	10	15	Wyprowadzenie z kolumny marszowej środków i urządzeń stacji transmisji informacji.
18-19	5	10	15	Dojazd środków i urządzeń stacji transmisji informacji do wyznaczonego rejonu rozwinięcia.
19-20	10	15	20	Rozstawienie środków i urządzeń stacji transmisji informacji w wyznaczonych miejscach rozwinięcia.
20-25	5	10	15	Postawienie zadań funkcyjnym łączności stacji transmisji informacji i złożenie meldunku SWŁ o gotowości elementów stacji do rozwijania.
8-21	5	10	15	Wyprowadzenie z kolumny marszowej środków i posterunku łączności z lotnikiem.
21-22	5	10	15	Dojazd ruchomych środków i PİL do rejonu rozwinięcia GSM i lądowiska.
22-23	10	15	20	Rozstawienie środków GSM w wyznaczonych miejscach rozwinięcia.
23-140	5	10	15	Postawienie zadań funkcyjnym łączności i dowódcom elementów GSM oraz złożenie meldunku SWŁ o gotowości GSM do rozwijania.
28	-	-	-	<u>Rozwijanie i przygotowanie do pracy zespołu środków radiowych</u>
				<u>A. Grupa radiowych środków odbiorczych</u>
28-29	20	30	40	Rozwinięcie odpowiednich systemów antenowych samochodów, odbiorczych radiostacji i aparatuwni.
29-30	3	5	7	Wykonanie uziemień ochronnych poszczególnych samochodów.
30-31	20	30	40	Rozwinięcie kabli łącznikowych i połączenie samochodów odbiorczych radiostacji oraz ARO z aparatuwniami zdalnego sterowania.
30-51	20	30	40	Rozwinięcie kabli łącznikowych i połączenie samochodów odbiorczych radiostacji oraz ARO z CRD K-4.
30-125	10	15	20	Rozwinięcie kabli energetycznych i połączenie poszczególnych aparatuwni ze stacją zasilania wężła łączności.

1	2	3	4	5
31-32	5	10	15	Dokonanie kontroli sprawności urządzeń strojenia i regulacji łączy radiowych oraz wykonanie próby małej pętli.
32-35	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu środków i urządzeń odbiorczych i gotowości do pracy.
28-36	60	80	100	<u>B. Grupy radiowych środków nadawczych</u> Rozwinięcie odpowiednich systemów antenowych środków i urządzeń nadawczych.
36-37	13	5	7	Wykonanie uziemnień ochronnych.
37-38	15	20	25	Rozwinięcie kabli łącznikowych i połączenie nadajników oraz radiostacji z AZS.
38-39	5	10	15	Rozwinięcie kabli energetycznych do wynośnych zespołów spalinowo-elektrycznych i samochodów zasilania.
39-40	5	10	15	Przeprowadzenie kontroli sprawności urządzeń strojenia i regulację łączy radiowej.
40-41	5	10	15	Nawiązanie łączności we wszystkich nakazanych łączach i kanałach.
41-35	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu środków i urządzeń grupy nadawczej i gotowości do pracy. <u>C. Grupa radiostacji osobistych i wozów dowodzenia</u>
28-43	20	30	40	Rozwinięcie odpowiednich systemów antenowych radiostacji aparatu i wozów dowodzenia.
43-44	3	5	7	Wykonanie uziemnień ochronnych poszczególnych samochodów /wozów dowodzenia/.
44-45	15	20	25	Rozwinięcie kabli łącznikowych i wykonanie niezbędnych połączeń punktów odbiorczych /miejsc pracy/ wz nadajnikami radiostacji.
45-51	5	10	15	Rozwinięcie kabli łącznikowych do centrali radiowej dalekosiężnej K-4.
45-46	3	5	7	Przeprowadzenie kontroli sprawności urządzeń, strojenia i regulacji uruchamianych łączy radiowych.

1	2	3	4	5
46-47	5	10	15	Nawiązanie łączności we wszystkich nakazanych łączach i kanałach.
47-35	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu radiostacji i wozów dowodzenia.
28-49	20	30	40	<u>D. Centrala radiowa dalekosieżna K-4</u> Rozwinięcie odpowiednich systemów antenowych.
49-50	3	5	7	Wykonanie uziemnienia ochronnego
50-51	5	10	15	Przeprowadzenie kontroli sprawności urządzeń strojenia i regulacji uruchamianych łączy.
51-52	15	20	25	Przyjęcie kabli łącznikowych od samochodów odbiorczych radiostacji i aparatu /ARO, AZS, AKR/.
51-125	5	10	15	Rozwinięcie kabli energetycznych do stacji zasilania.
51-112	10	20	30	Rozwinięcie kabli łącznikowych do aparatu dalekopisowych.
51-70	10	20	30	Rozwinięcie kabli łącznikowych do CTfd.
52-106	10	15	20	Rozwinięcie kabli łącznikowych do CTg.
52-88	10	15	20	Rozwinięcie kabli łącznikowych do przełączalni liniowej.
52-53	10	15	20	Sprawdzenie wykonanych połączeń do elementów WŁ.
53-35	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu CRD K-4 i gotowości do pracy.
27	-	-	-	<u>Rozwijanie i przygotowanie do pracy grupy stacji radioliniowych taktycznych i operacyjnych</u>
27-55	100	120	140	<u>A. Operacyjne stacje radiolinie</u> Rozwinięcie systemów antenowych operacyjnych stacji radioliniowych
55-56	3	5	7	Wykonanie uziemień ochronnych dla poszczególnych samochodów operacyjnych stacji radioliniowych.
56-88	15	20	25	Rozwinięcie kabli łącznikowych do przełączalni liniowej stacji telefonicznej i telegraficznej /CTD, CTg, AŁD/.

1	2	3	4	5
56-132	10	15	20	Rozwinięcie kabli łącznikowych do STJ.
56-57	5	10	15	Przeprowadzenie kontroli sprawności urządzeń strojenia i regulacji uruchamianych łączy.
57-58	10	15	20	Nawiązywanie łączności w kanałach telefonicznych i telegraficznych.
58-59	20	30	40	Uruchomienie telefonicznych i telegraficznych kanałów radioliniowych ich sprawdzenie elementów węzła łączności.
59-60	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu operacyjnych stacji radioliniowych, nawiązaniu łączności oraz oddaniu kanałów telefonicznych i telegraficznych na poszczególne elementy WŁ.
				<u>B/ Taktyczne stacje radioliniowe</u>
27-62	20	30	40	Rozwinięcie systemów antenowych taktycznych stacji radioliniowych.
62-63	3	5	7	Wykonanie uziemień ochronnych dla poszczególnych samochodów taktycznych stacji radioliniowych.
63-88	15	20	25	Rozwinięcie kabli łącznikowych do przełączalni liniowej stacji telefonicznej i telegraficznej /CTD, CTg, AŁD/.
63-132	10	15	20	Rozwinięcie kabli łącznikowych do STJ.
63-64	5	10	15	Przeprowadzenie kontroli sprawności urządzeń strojenia i regulacji uruchamianych łączy.
64-65	10	15	20	Nawiązanie łączności w kanałach telefonicznych i telegraficznych.
65-66	15	20	25	Uruchomienie telefonicznych i telegraficznych kanałów radioliniowych ich sprawdzenie i oddanie do wyznaczonych elementów węzła łączności.
66-60	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu taktycznych stacji radioliniowych, nawiązaniu łączności oraz oddaniu kanałów telefonicznych i telegraficznych na poszczególne elementy WŁ.
26	-	-	-	<u>Rozwijanie i przygotowanie do pracy stacji telefonicznej, stacji telegraficznej i stacji zasilania</u>

1	2	3	4	5
26-69	20	30	40	A. <u>Stacja telefoniczna</u> Rozwijanie telefonicznej centrali dalekosiężnej /CTD/.
69-70	5	10	15	Przygotowanie telefonicznej centrali dalekosiężnej do pracy.
70-71	20	30	40	Przyjmowanie na telefoniczną centralę dalekosiężną kabli łącznikowych.
71-72	7	10	13	Uruchomienie telefonicznej łączności dalekosiężnej z CTfD.
72-73	10	15	20	Sprawdzenie łączności służbowej CTfD z elementami węzła łączności
73-85	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu CTfD i gotowości centrali do pracy.
26-75	25	30	35	Rozwijanie telefonicznej centrali wewnętrznej /CTfW/.
75-76	5	10	15	Przygotowanie telefonicznej centrali wewnętrznej do pracy.
76-77	15	20	25	Przyjmowanie na CTfW kabli łącznikowych.
77-78	5	10	15	Uruchomienie i sprawdzenie telefonicznej łączności wewnętrznej z CTfW.
78-79	15	20	25	Sprawdzenie łączności służbowej CTfW z innymi elementami węzła łączności.
79-85	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu CTfW i gotowości centrali do pracy.
26-81	15	20	25	Rozwijanie telefonicznej aparaturowości dowodzenia.
81-82	5	10	15	Przygotowanie telefonicznej aparaturowości dowodzenia do pracy.
82-88	5	10	15	Rozwinięcie kabli łącznikowych do przełączalni liniowej.
82-83	15	20	25	Przyjęcie kabli łącznikowych i nawiązanie łączności telefonicznej i telegraficznej na zestawianych obwodach.
83-84	10	15	20	Sprawdzenie sterowania radiostacjami średniej mocy za pomocą ultrakrótkofalowej radiostacji.
84-85	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu telefonicznej aparaturowości dowodzenia i gotowości do pracy.

1	2	3	4	5
26-87	25	30	35	Rozwijanie przełączalni liniowej.
87-88	10	15	20	Przygotowanie przełączalni liniowej do pracy.
88-70	10	15	20	Rozwinięcie kabli łącznikowych do CTfD.
88-76	10	15	20	Rozwinięcie kabli łącznikowych do CTfW.
88-106	10	15	20	Rozwinięcie kabli łącznikowych do CTg.
88-132	7	01	13	Rozwinięcie kabli łącznikowych do STJ.
88-89	30	40	50	Przyjmowanie łączy telefonicznych i telegraficznych oraz dokonanie rozdziału łączy zgodnie z planem eksploatacyjnym.
89-90	7	10	13	Sprawdzanie łączności po zestawieniu odwodów telefonicznych i telegraficznych.
90-85	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu przełączalni liniowej sprawdzeniu łączności i gotowości do pracy.
26-93	15	20	25	Rozwijanie aparatuwni dalekosiężnych /AŁD/.
93-94	5	10	15	Przygotowanie aparatuwni dalekosiężnych do pracy.
94-88	5	10	15	Rozwinięcie kabli łącznikowych do przełączalni liniowej /stacji zasilania/.
94-76	10	15	20	Przekazywanie /przyjmowanie/ telefonicznych łączy na CTfW i CTfD.
94-95	15	20	25	Przekazywanie /przyjmowanie/ telegraficznych łączy na CTg, stację transmisji informacji, aparatuwnie dowodzenia i wozy sztabowe /dowodzenia/.
95-96	10	15	20	Sprawdzenie łączności służbowej AŁD z innymi elementami węzła łączności.
96-85	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu AŁD, sprawdzeniu łączności i gotowości do pracy.
26-105	20	30	40	B. <u>Stacja telegraficzna</u> Rozwijanie centrali telegraficznej /CTg/.

1	2	3	4	5
105-124	5	10	15	Rozwijanie kabla energetycznego do stacji zasilania.
105-106	5	10	15	Przygotowanie centrali telegraficznej do pracy.
106-107	15	20	25	Przyjmowanie kabli łącznikowych na centralę telegraficzną przekazanych przez: aparatownie dalekopisowe, aparatownię telegraficzną wielokrotną, stacje radioliniowe i radiową centralę dalekosięzną K-4.
107-108	10	15	20	Zestawianie międzycentralowych łączy telegraficznych.
108-109	5	10	15	Sprawdzenie łączności służbowej CTg z innymi elementami węzła łączności.
109-110	3	35	7	Sprawdzenie łączy telegraficznych doprowadzonych do dalekopisów abonenckich.
110-111	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu CTg, sprawdzeniu łączności i gotowości do dalszej pracy.
26-112	15	20	25	Rozwijanie aparatowni dalekopisowych.
112-124	5	10	15	Rozwijanie kabla energetycznego do stacji zasilania i centrali radiowej dalekosiężnej K-4.
112-113	5	10	15	Wykonanie osiemiń ochrony i podłączenie kabli energetycznych do aparatowni.
113-106	5	10	15	Rozwijanie kabli łącznikowych do CTg i centrali radiowej dalekosiężnej K-4.
113-114	5	10	15	Przygotowanie aparatowni dalekopisowej do pracy.
114-115	20	30	40	Nawiązywanie łączności telegraficznej i przepisywanie obwodów przez CTg i CRD K-4.
115-116	5	10	15	Sprawdzenie sterowania radiostacjami średniej mocy przez radiostacje R-105.
116-110	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu aparatowni dalekopisowych, sprawdzeniu łączności i gotowości do dalszej pracy.
26-120	5	10	15	Rozwijanie ekspedycji telegraficznej.

1	2	3	4	5
120-121	5	10	15	Przygotowanie ekspedycji telegraficznej do pracy.
121-122	5	10	15	Sprawdzenie łączności służbowej ekspedycji z innymi elementami węzła łączności.
122-110	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu ekspedycji telegraficznej i gotowości do dalszej pracy.
				C. Stacja zasilania
26-24	15	20	25	Rozwinięcie stacji zasilania.
24-124	5	10	15	Przygotowanie stacji zasilania do pracy i wykonanie uzziemień ochronnych.
124-125	5	10	15	Przyjęcie kabli energetycznych od elementów węzła łączności.
125-126	5	10	15	Sprawdzenie i regulacja zasilania poszczególnych elementów węzła łączności.
126-127	5	10	15	Sprawdzenie łączności służbowej z poszczególnymi elementami węzła łączności.
127-128	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu stacji zasilania, sprawdzeniu zasilania i gotowości do dalszej pracy.
25	-	-	-	<u>Rozwijanie i przygotowanie do pracy stacji transmisji informacji</u>
25-130	15	20	25	Rozwijanie aparatuwni stacji transmisji informacji.
130-131	5	10	15	Przygotowanie aparatuwni stacji transmisji do pracy.
131-51	5	10	15	Rozwinięcie kabli energetycznych do stacji zasilania i CRD K-4.
131-70	5	10	15	Rozwinięcie kabli łącznikowych do CTfD i CTfW węzła łączności.
131-94	5	10	15	Rozwinięcie kabli łącznikowych do AŁD.
131-132	5	10	15	Przyjęcie kabli łącznikowych przekazanych przez inne elementy węzła łączności.
132-82	5	10	15	Rozwinięcie kabli do aparatuwni do wodzenia.
132-133	5	10	15	Nawiązywanie łączności telefonicznej i sprawdzenie łączności dalekosiężnej.

1	2	3	4	5
133-134	3	5	7	Nawiązywanie łączności telefonicznej i sprawdzenie jakości łączności wewnętrznej.
134-135	5	10	15	Nawiązywanie łączności telegraficznej i sprawdzenie jakości łączy telegraficznych.
140	-	-	-	<u>Rozwijanie i przygotowanie do pracy GSM i lądowiska</u>
140-141	5	10	15	Rozwijanie ekspedycji składnicy meldunkowej.
141-142	5	10	15	Przygotowanie ekspedycji składnicy meldunkowej do pracy.
142-143	3	5	7	Wydanie zadań łącznikom i sprawdzenie łączności służbowej.
143-144	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o gotowości ekspedycji do pracy.
140-144	10	15	20	Rozwijanie APŁL i przygotowanie do pracy.
144-145	5	10	15	Nawiązanie łączności w sieci radiowej lotnictwa łącznikowego.
145-146	3	5	7	Sprawdzenie telefonicznej łączności służbowej z innymi elementami węzła łączności i SD.
140-147	5	10	15	Wydzielenie sprzętu i ludzi do pracy przy przygotowaniu lądowiska.
147-145	15	20	25	Przygotowanie lądowiska.
146-148	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o gotowości lądowiska i nawiązaniu łączności.
143-148	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o gotowości ekspedycji GSM do pracy
-	-	-	-	<u>Meldunki o rozwinięciu elementów węzła łączności i ich gotowości do pracy.</u>
85-86	3	5	7	Sprawdzenie przez dowódcę kompanii telefonicznej gotowości do pracy stacji telefonicznej.
86-149	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku szefowi węzła łączności o rozwinięciu stacji telefonicznej.
35-149	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku przez dowódcę kompanii radiowej o rozwinięciu zespołu środków radiowych i jego gotowości do pracy.

1	2	3	4	5
111-149	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku przez dowódcę kompanii telegraficznej o rozwinięciu stacji telegraficznej i stacji zasilania oraz o ich gotowości do pracy.
60-149	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku przez dowódcę batalionu radioliniowego o rozwinięciu grupy stacji radioliniowych i jej gotowości do pracy.
135-149	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku przez dowódcę kompanii transmisji informacji o rozwinięciu i gotowości do pracy stacji transmisji informacji.
148-149	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku przez dowódcę kompanii ruchomych środków łączności o rozwinięciu i gotowości do pracy GSM i lądowiska.
149-150	20	30	40	Dojście i złożenie meldunku szefowi wojsk łączności armii o rozwinięciu węzła łączności i nawiązaniu łączności radiowej, radiotechnicznej i radioliniowej. Zatwierdzenie planu rozmieszczenia i okablowania oraz ochrony i obrony stacji i urządzeń węzła łączności - wykonanym na mapie w skali 1:25.000

Tabulogram danych wejściowych do elektronicznej maszyny
cyfrowej /w minutach/

Zdarzenie początkowe	Zdarzenie końcowe	Czas trwania optymistyczny t_{ij}^a	Czas trwania najbardziej prawdopodobny t_{ij}^m	Czas trwania pesymistyczny t_{ij}^b
1	2	3	4	5
1	-	-	-	-
0	1	3	5	7
1	2	5	10	15
2	3	15	20	25
3	-	-	-	-
3	4	20	30	40
3	5	10	15	20
3	6	15	20	25
3	7	20	15	20
3	8	10	15	20
4,5,6,7,8	-	-	-	-
4	9	3	5	7
9	10	20	30	40
10	11	5	10	15
11	28	5	10	15
5	12	3	5	7
12	13	5	10	15
13	14	10	15	20
14	27	5	10	15
6	15	5	10	15
15	16	10	15	20
16	17	10	15	20
17	26	5	10	15
7	18	5	10	15
18	19	5	10	15
19	20	10	15	20
20	25	5	10	15
8	21	5	10	15
21	22	5	10	15

1	2	3	4	5
22	23	10	15	20
23	140	5	10	15
28	-	-	-	-
28	29	20	30	40
29	30	3	5	7
30	31	20	30	40
30	51	20	30	40
30	125	10	15	20
31	32	5	10	15
32	35	3	5	7
28	36	60	80	100
36	37	3	5	7
37	38	15	20	25
38	39	5	10	15
39	40	5	10	15
40	41	5	10	15
41	35	3	5	7
28	43	20	30	40
43	44	3	5	7
44	45	15	20	25
45	51	5	10	15
45	46	3	5	7
46	47	5	10	15
47	35	3	5	7
28	49	20	30	40
49	50	3	5	7
50	51	5	10	15
51	52	15	20	25
51	125	5	10	15
51	112	10	20	30
51	70	10	20	30
52	106	10	15	20
52	88	10	15	20
52	53	10	15	20
53	35	3	5	7
27	-	-	-	-

1	2	3	4	5
27	55	100	120	140
55	56	3	5	7
56	88	15	20	25
56	132	10	15	20
56	57	5	10	15
57	58	10	15	20
58	59	20	30	40
59	60	3	5	7
27	62	20	30	40
62	63	3	5	7
63	88	15	20	25
63	132	10	15	20
63	64	5	10	15
64	65	10	15	20
65	66	15	20	25
66	60	3	5	7
26	-	-	-	-
26	69	20	30	40
69	70	5	10	15
70	71	20	30	40
71	72	7	10	13
72	73	10	15	20
73	85	3	5	7
26	75	25	30	35
75	76	5	10	15
76	77	15	20	25
77	78	5	10	15
78	79	15	20	25
79	85	3	5	7
26	81	15	20	25
81	82	5	10	15
82	88	5	10	15
82	83	15	20	25
83	84	10	15	20
84	85	3	5	7
26	87	25	30	35

1	2	3	4	5
87	88	10	15	20
88	70	10	15	20
88	76	10	15	20
88	106	10	15	20
88	132	7	10	13
88	89	30	40	50
89	90	7	10	13
90	85	3	5	7
26	93	15	20	25
93	94	5	10	15
94	88	5	10	15
94	76	10	15	20
94	95	15	20	25
95	96	10	15	20
96	85	3	5	7
26	105	20	30	40
105	124	5	10	15
105	106	5	10	15
106	107	15	20	25
107	108	10	15	20
108	109	5	10	15
109	110	3	5	7
110	111	3	5	7
26	112	15	20	25
112	124	5	10	15
112	113	5	10	15
113	106	5	10	15
113	114	5	10	15
114	115	20	30	40
115	116	5	10	15
116	110	3	5	7
26	120	5	10	15
120	121	5	10	15
121	122	5	10	15
122	110	3	5	7
26	24	15	20	25
24	124	5	10	15

1	2	3	4	5
124	125	5	10	15
125	126	5	10	15
126	127	5	10	15
127	128	3	5	7
25	-	-	-	-
25	130	15	20	25
130	131	5	10	15
131	51	5	10	15
131	70	5	10	15
131	94	5	10	15
131	132	5	10	15
132	82	5	10	15
132	133	5	10	15
133	134	3	5	7
134	135	5	10	15
140	-	-	-	-
140	141	5	10	15
141	142	5	10	15
142	143	3	5	7
143	144	3	5	7
140	144	10	15	20
144	145	5	10	15
145	146	3	5	7
140	147	5	10	15
147	145	15	20	25
146	148	3	5	7
143	148	3	5	7
85	86	3	5	7
86	149	3	5	7
35	149	3	5	7
111	149	3	5	7
60	149	3	5	7
135	149	3	5	7
148	149	3	5	7
149	150	20	30	40

Tabulogram danych wyjściowych z elektronicznej maszyny
cyfrowej /w minutach/

Czynności		Sredni wazo- ny czas trwa- nia t_{ij}^c	Rozpocząć		Zakończyć		Z_{ij}^c	Odchy- lenie stan- dardo- we	Uwagi
nr zda- rzenia począt.	nr zda- rzenia końco- wego		Termin najwcz. /T _i ^w /	Termin najpóź. /T _i ^p /	Termin najwcz. /T _j ^w /	Termin najpóź. /T _j ^p /			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	1	5	0	0	5	0	0	-	-
1	2	10	5	5	15	15	0	-	-
2	3	20	15	15	35	35	0	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	4	30	35	35	65	90	25	-	-
3	5	15	35	35	50	50	0	-	-
3	6	20	35	35	55	130	75	-	-
3	7	15	35	35	50	175	125	-	-
3	8	15	35	35	50	200	150	-	-
4,5,6, 7,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	9	5	65	90	70	95	25	-	-
9	10	30	70	90	100	125	25	-	-
10	11	10	100	125	110	135	25	-	-
11	28	10	110	135	120	145	25	-	-
5	12	5	50	50	55	55	0	-	-
12	13	10	55	55	65	65	0	-	-
13	14	15	65	65	80	80	0	-	-
14	27	10	80	80	90	90	0	-	-
6	15	10	55	130	65	140	75	-	-
15	16	15	65	140	80	155	75	-	-
16	17	15	80	55	95	170	75	-	-
17	26	10	95	170	105	180	75	-	-
7	18	10	50	175	60	185	125	-	-
18	19	10	60	185	70	195	125	-	-

82

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19	20	15	70	195	85	210	125		
20	25	10	85	210	95	220	125		
8	21	10	50	220	60	210	150		
21	22	10	60	210	70	220	150		
22	23	15	70	220	85	235	150		
23	140	10	85	235	95	245			
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	29	30	120	145	150	235	85		
29	30	5	150	235	155	240	85		
30	31	30	155	240	185	270	85		
30	51	30	155	240	215	245	30		
30	125	15	155	240	195	245	50		
31	32	10	185	270	195	280	85		
32	35	5	195	280	260	285	25		
28	36	80	120	145	200	225	25		
36	37	5	200	225	205	200	25		
37	38	20	205	200	225	250	25		
38	39	10	225	250	235	260	25		
30	40	10	235	260	245	270	25		
40	41	10	245	270	255	280	25		
41	35	5	255	280	260	285	25		
28	43	30	120	145	150	235	85	85	
43	44	5	150	235	155	240	85		
44	45	20	155	240	175	260	85		
45	51	10	175	260	215	245	30		
45	46	5	175	260	180	270	90		
46	47	10	180	270	190	280	90		
47	35	5	190	280	260	285	25		
28	49	30	120	145	150	230	80		
49	50	5	150	230	155	235	80		
50	51	10	155	235	215	245	30		
51	52	20	215	245	235	265	30		
51	125	10	215	245	195	245	50		
51	112	20	215	245	145	215	70		
51	70	20	215	245	175	220	45		
52	106	15	235	265	185	230	45		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
52	88	15	235	265	225	225	0		
52	53	15	235	265	250	280	30		
53	35	5	250	280	260	285	25		
27	-	-	-	-	-	-	-	-	
27	55	120	90	90	210	210	0		
55	56	5	210	210	215	215	0		
56	88	20	215	215	225	225	0		
56	132	15	215	215	175	260	85		
56	57	10	215	215	225	235	10		
57	58	15	225	235	240	250	10		
58	59	30	240	250	270	280	10		
59	60	5	270	280	275	285	10		
27	62	30	90	90	120	210	90		
62	63	5	120	210	125	225	100		
63	88	20	125	225	225	225	100		
63	132	15	125	225	175	260	85		
63	64	10	125	225	135	245	110		
64	65	15	135	245	150	260	110		
65	66	20	150	260	170	280	110		
66	60	5	170	280	275	285	110		
26	-	-	-	-	-	-	-	-	
26	69	30	105	180	135	210	75		
69	70	10	135	210	175	220	45		
70	71	30	175	220	205	250	45		
71	72	10	205	250	215	260	45		
72	73	15	215	260	230	275	45		
73	85	5	230	275	280	280	45		
26	75	30	105	180	135	215	80		
75	76	10	135	215	175	225	50		
76	77	20	175	225	195	245	50		
77	78	10	195	245	205	255	50		
78	79	20	205	255	225	275	50		
79	85	5	225	275	280	280	50		
26	81	20	105	180	125	220	95		
81	82	10	125	220	145	240	95		
82	88	10	145	240	225	225	80		
82	83	20	145	240	165	260	95		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
83	84	15	165	260	180	275	95		
84	85	5	80	275	280	280	100		
26	87	30	105	180	135	210	75		
87	88	15	135	210	225	225	0		
88	70	15	225	225	175	220	45		
88	76	15	225	225	175	225	50		
88	106	15	225	225	185	230	45		
88	132	10	225	225	175	260	85		
88	89	40	225	225	265	265	0		
89	90	10	265	265	275	275	0		
90	85	5	275	275	280	280	0		
26	93	20	105	180	125	230	105		
93	94	10	125	230	145	240	95		
94	88	10	145	240	225	225	80		
94	76	15	145	240	175	225	50		
94	95	20	145	240	165	260	95		
95	96	15	165	260	180	275	95		
96	85	5	180	275	280	280	95		
26	105	30	105	180	135	210	75		
105	124	10	135	210	155	215	60		
105	106	10	135	210	185	230	45		
106	107	20	185	230	205	250	45		
107	108	15	205	250	220	265	45		
108	109	10	220	265	230	275	45		
109	110	5	230	275	235	280	45		
110	111	5	235	280	240	285	45		
26	112	20	105	180	145	215	70		
112	124	10	145	215	155	215	60		
112	113	10	145	215	155	225	70		
113	106	10	155	225	185	230	45		
113	114	10	155	225	165	235	70		
114	115	30	165	235	190	265	70		
115	116	10	195	265	205	275	70		
116	110	5	205	275	235	280	45		
26	120	10	105	180	115	255	140		
120	121	10	115	255	125	265	140		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
121	122	10	125	265	135	275	140		
122	110	5	135	275	235	280	45		
26	24	20	105	180	105	205	100		
24	124	10	105	205	155	215	60		
124	125	10	105	215	195	245	50		
125	126	10	195	245	205	255	50		
126	127	10	205	255	215	265	50		
127	128	5	215	265	220	270	50		
25	-	-	-	-	-	-	-		
25	130	20	95	220	215	240	125		
130	131	10	115	240	125	250	125		
131	51	10	125	250	215	245	30		
131	70	10	125	250	175	220	45		
131	94	10	125	250	145	240	95		
131	132	10	125	250	175	260	85		
132	82	10	175	260	145	240	95		
132	133	10	175	260	185	270	85		
133	134	5	185	270	190	275	85		
134	135	10	190	275	200	285	85		
140	141	10	95	245	105	265	160		
141	142	10	105	265	115	275	160		
142	143	5	115	275	120	280	160		
143	148	5	120	280	135	285	150		
140	144	15	95	245	110	265	150		
144	145	10	110	265	125	275	150		
145	146	5	125	275	130	280	150		
140	147	10	95	245	105	255	150		
147	145	20	105	255	125	275	150		
146	148	5	130	280	135	285	150		
85	86	5	280	280	285	285	0		
86	149	5	285	285	290	290	0		
35	149	5	260	285	290	290	25		
111	149	5	240	285	290	290	45		
60	149	5	275	285	290	290	10		
135	149	5	200	285	290	290	85		
148	149	5	135	285	290	290	150		
149	150	30	290	290	320	320	0		

Tabulogram danych wyjściowych w stosunku do grupy "G"
/fragment/

Godzina "G" - 15.00 rozpoczęcie pracy przy rozwijaniu WŁ
SD armii

Czynności		Czas		Rozpocząć		Zakończyć	
Nr zdarzenia początkowego	Nr zdarzenia końcowego	godz.	min.	godz.	min.	godz.	min.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	-	-	-	-	-	-
0	1	00	05	15	00	15	05
1	2	00	10	15	05	15	15
2	3	00	20	15	15	15	35
3	-	-	-	-	-	-	-
3	5	00	15	15	35	15	50
5	12	00	05	15	50	15	55
12	13	00	10	15	55	16	05
13	14	00	15	16	05	16	20
14	27	00	10	16	20	16	30
27	55	02	00	16	30	18	30
55	56	00	05	18	30	18	35
56	88	00	20	18	35	18	55
56	57	00	10	18	35	18	45
57	58	00	15	18	45	19	00
58	59	00	30	19	00	19	30
59	60	00	05	19	30	19	35
60	149	00	05	19	35	19	40
88	89	00	40	18	55	19	35
90	85	00	05	19	45	19	50
85	86	00	05	19	50	19	55
86	149	00	05	19	55	20	00
3	4	00	30	15	35	16	05
4	9	00	05	16	05	16	10
9	10	00	30	16	10	16	40
10	11	00	10	16	40	16	50
11	28	00	10	16	50	17	00

1	2	3	4	5	6	7	8
28	49	00	30	17	00	17	30
49	50	00	05	17	30	17	35
50	51	00	10	17	35	17	45
51	52	00	20	17	45	18	05
52	53	00	15	18	05	18	20
53	35	00	05	18	20	18	20
28	36	01	20	17	00	18	20
36	37	00	05	18	20	18	25
37	38	00	20	18	25	18	45
38	39	00	10	18	45	18	55
39	40	00	10	18	55	19	05
40	41	00	10	19	05	19	15
41	35	00	05	19	15	19	20
35	149	00	05	19	20	19	25
149	150	00	30	20	00	20	30

Tabulogram ścieżki krytycznej /w minutach/

czynności		Czas ważo- ny /tw/	Rozpocząć		Zakończyć		Z ^c _{ij}	Od- chy- lenie stan- dar- dowe
nr zda- rzenia począ- kowego	nr zda- rzenia końco- wego		Naj- wcześ- niej	Naj- póź- niej	Naj- wcześ- niej	Naj- póź- niej		
0	1	5	0	0	5	5	0	
1	2	10	5	5	15	15	0	
2	3	20	15	15	35	35	0	
3	5	15	35	35	50	50	0	
5	12	5	50	50	55	55	0	
12	13	10	55	55	65	65	0	
13	14	15	65	65	80	80	0	
14	27	10	80	80	90	90	0	
27	55	120	90	90	210	210	0	
55	56	5	210	210	215	215	0	
56	88	20	215	215	225	225	0	
88	89	40	225	225	265	265	0	
89	90	10	265	265	275	275	0	
90	85	5	275	275	280	280	0	
85	86	5	280	280	285	285	0	
86	149	5	285	285	290	290	0	
149	150	30	290	290	320	320	0	

Tabela czynności krytycznych /w minutach/

Czynności		Czas trwania czynności			Treść czynności
Nr zdarzenia początkowego	Nr zdarzenia końcowego	t_{ij}^a	t_{ij}^m	t_{ij}^b	
1	2	3	4	5	6
0	1	3	5	7	Zbiórka grupy rekonesansowej SWŁ.
1	2	5	10	15	Dojazd grupy rekonesansowej w rejon rozwinięcia węzła łączności
2	3	15	20	25	Zapoznanie dowódców elementów węzła dowodzenia i sztabu armii i wyznaczenie miejsc na rozwinięcie elementów węzła łączności.
3	5	10	15	20	Rozpoznanie rejonu rozwinięcia taktycznych i operacyjnych stacji radioliniowych.
5	12	3	5	7	Wyprowadzenie z kolumny marszowej taktycznych i operacyjnych stacji radioliniowych.
12	13	5	10	15	Dojazd stacji radioliniowych do wyznaczonego rejonu rozwinięcia.
13	14	10	15	20	Rozstawienie stacji radioliniowych w wyznaczonych miejscach rozwinięcia.
14	27	5	10	15	Postawienie zadań dowódcom stacji radioliniowych i złożenie meldunku SWŁ o gotowości do rozwinięcia stacji.
27	55	100	120	140	Rozwinięcie systemów antenowych operacyjnych stacji radioliniowych.
55	56	3	5	7	Wykonanie uzemień ochronnych dla poszczególnych samochodów operacyjnych stacji radioliniowych.
56	88	15	20	25	Rozwinięcie kabli łącznikowych do przełączalni liniowej stacji telefonicznej i telegraficznej.

1	2	3	4	5	6
88	89	30	40	50	Przyjmowanie łączny telefonicznych i telegraficznych oraz dokonanie rozdziału łączny zgodnie z planem eksploatacyjnym.
89	90	7	10	13	Sprawdzenie łączności po zestawieniu obwodów telefonicznych i telegraficznych.
90	85	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku o rozwinięciu przełączalni liniowej, sprawdzeniu łączności i gotowości do pracy.
85	86	3	5	7	Sprawdzenie przez dowódcę kompanii telefonicznej gotowości do pracy stacji telefonicznej.
86	149	3	5	7	Dojście i złożenie meldunku szefowi węzła łączności o rozwinięciu i gotowości do pracy stacji telefonicznej.
149	150	20	30	40	Dojście i złożenie meldunku szefowi wojsk łączności armii o rozwinięciu węzła łączności i nawiązaniu łączności radiowej, radiotelefonicznej i radiolinio- wej oraz łączności służbowej. Zatwierdzenie planu rozmieszczenia i okablowania oraz ochrony i obrony stacji i urządzeń węzła łączności - wykonanym na mapie w skali 1:25.000

5. Wnioski i uogólnienia dotyczące rozwijania węzła łączności stanowiska dowodzenia armii

W modelu sieciowym na rozwijanie węzła łączności uwzględniono tylko najważniejsze czynności takie jak: rozwinięcie stacji, elementów i aparatu, rozwinięcie pełnej kablowej sieci między elementami węzła, rozwinięcie i uruchomienie systemu zasilania, elementów oraz rozwinięcie kablowej telefonicznej sieci łączności służbowej. Oprócz nich uwzględniano czynności i czas związany z rozpoznaniem rejonów rozwinięcia elementów węzła łączności oraz z dojazdem środków do wyznaczonych rejonów.

W modelu nie uwzględniano czynności i czasu potrzebnego na uruchomienie przewodowych kierunków łączności daleko- siężnej oraz kablowej sieci abonenckiej stanowiska dowodzenia. Nie uwzględniano również czynności i czasu, który w praktyce przeznaczają się na zabezpieczenie inżynieryjne, maskowanie elementów polowych węzłów łączności i organizację ochrony i obrony. Ponadto w celu łatwiejszej orientacji, wszystkie czynności i czasy przedstawiane w modelu sieciowym występują w postaci zagręgowanej i są uporządkowane według ciągów wykonawczych.

Jak wskazuje przedstawione rozwiązanie modelu sieciowego na rozwinięcie węzła łączności /łącznie z czasem przewidzianym na: rozpoznanie, dojazd środków łączności do wyznaczonych rejonów, postawienie zadań funkcyjnym łączności, składowanie meldunków i zatwierdzenie planu rozmieszczenia i okablowania węzła/ potrzeba 320 minut czasu.

Jeśli od tego sumarycznego czasu odejmiemy czas jaki w praktyce przeznaczają się na wszystkie czynności dodatkowe i pomocnicze /rozpoznanie, dojazd itd/ to czas zużyty tylko na rozwinięcie węzła łączności odpowiada w zasadzie normie regulaminowej /210 min./.

Na czynności dodatkowe i pomocnicze w przykładowym modelu sieciowym przewidziano średnio 100-120 minut, co oznacza, że na czynności związane z rozwijaniem węzła łączności i nawiązaniem łączności zużyto tylko 200-220 minut /320 - 100 /120 = 300 - 320/.

Jeśli w przykładowym modelu sieciowym zostałyby uwzględniane czynności związane z inżynieryjnym zabezpieczeniem, markowaniem ochroną i obroną elementów węzła łączności, to wówczas ogólny czas na rozwijanie węzła łączności zwiększyłby się średnio o 90-120 minut. W każdym takim wypadku ogólny czas na rozwijanie węzła łączności będzie wynosił 410-440 minut lub 290-310 minut.

Czas jaki uzyskano w drodze wyliczeń przy zestawianiu modelu sieciowego świadczy o słuszności postępowania i realności założonych czasów realizacji poszczególnych czynności. Mimo to wszystkich przedstawionych obliczeń nie należy przyjmować bezkrytycznie. Nie dają one też podstawy do wyciągania ostatecznych wniosków i uogólnień. Należy pamiętać, że przy założeniu, że prawdopodobieństwo rozwinięcia w danym czasie nie będzie równe 100%, a przypuszczalnie w granicach 80-90%, to wówczas zawsze otrzymany rezultat w większym stopniu niekorzystny. Na ostateczny rezultat w dużym stopniu wywierają wpływ takie czynniki jak: warunki terenowe, pora roku i doby oraz aktualna sytuacja operacyjna i możliwości pododdziałów łączności oraz możliwości wykorzystywanego sprzętu łączności.

Przedstawione rozwiązanie modelu sieciowego wykazuje, że czas rozwinięcia węzła łączności stanowiska dowodzenia armii determinowany jest czasem rozwinięcia operacyjnych stacji radioliniowych i czasem jaki jest potrzebny na przyjęcie przez obsługę przełączalni liniowej łączy telefonicznych i telegraficznych oraz czas jaki jest potrzebny na dokonanie rozdziału łączy zgodnie z opracowanym planem eksploatacyjnym.

W praktyce czynności te można przyspieszyć przez: usprawnienie rozwijania systemów antenowych operacyjnych stacji radioliniowych, szybszą rozbudowę kabli łącznikowych oraz bardziej sprawne przyjmowanie i rozdział łączy na przełączalniach liniowych.

Znaczna strata czasu przy przyjmowaniu i rozdziale łączy telefonicznych i telegraficznych występuje przede wszystkim dlatego, że w zasadzie wszystkie elementy węzła łączności prawie w jednym terminie oddają do przełączalni poszczególne łącza.

Przyjęcie i sprawdzenie wszystkich łączy, nawet przy założeniu, że będą w 100% sprawne, wymaga zachowania określonego porządku i kolejności. To jednak znacznie wydłuża czas rozwinięcia węzła łączności w rezultacie dość dużej straty czasu jaka występuje przy rozwijaniu poszczególnych elementów węzła, szczególnie tych, które biorą udział w tworzeniu łączy i kanałów dalekosiężnych.

Konieczność zachowania odpowiedniej kolejności przy przyjmowaniu łączy, jak również istniejące jeszcze obecnie potrzeby znacznego rozbudowywania sieci połączeń teletechnicznych nie pozwala na przyspieszenie prac w tym zakresie. Nie pozwalają na to również warunki techniczne powiązań pomiędzy poszczególnymi urządzeniami łączności.

Skrócenie czasu można uzyskać jedynie przez równomierne rozdzielenie poszczególnych łączy na większą ilość urządzeń bez konieczności przeprowadzania ich przez jedną lub dwie przełączalnie liniowe, jak również przez lepszą organizację prac związanych z przyjmowaniem, sprawdzaniem i rozdziałem łączy. Poza tym skrócenie czasu można uzyskać przez unikanie sztucznego wydłużenia kabli łącznikowych, jak i też przez odpowiednie rozmieszczenie aparatowni wchodzących w skład określonych elementów węzła łączności. Odległości pomiędzy aparatowniami nie powinny być zbyt duże. Należy dążyć do tego, aby poszczególne aparatownie rozmieszczać w odległościach zalecanych przez obowiązujące instrukcje.

Analiza przykładowego modelu sieciowego wykazuje również, że przy realizacji niektórych czynności występują dość duże zapasy czasu, wynoszące średnio kilkadziesiąt minut. Znaczne zapasy czasu wystąpiły szczególnie przy rozwijaniu tych elementów węzła łączności stanowiska dowodzenia armii, które nie biorą bezpośredniego udziału w zestawieniu i tworzeniu łączy i kanałów łączności.

Ze względu na te zapasy czasu zespoły niektórych elementów węzła łączności mogą być wykorzystane do pomocy tym elementom węzła, które wykonują swoje czynności w czasie szczególnie napiętym. Każda rozsądnie pomyślana pomoc i współpraca pozwoli skrócić czas rozwijania węzła łączności SD armii.

GRAF SIECIOWY

Na rozwijanie węzła Łączność SD dywizji / DZ, DPanc /

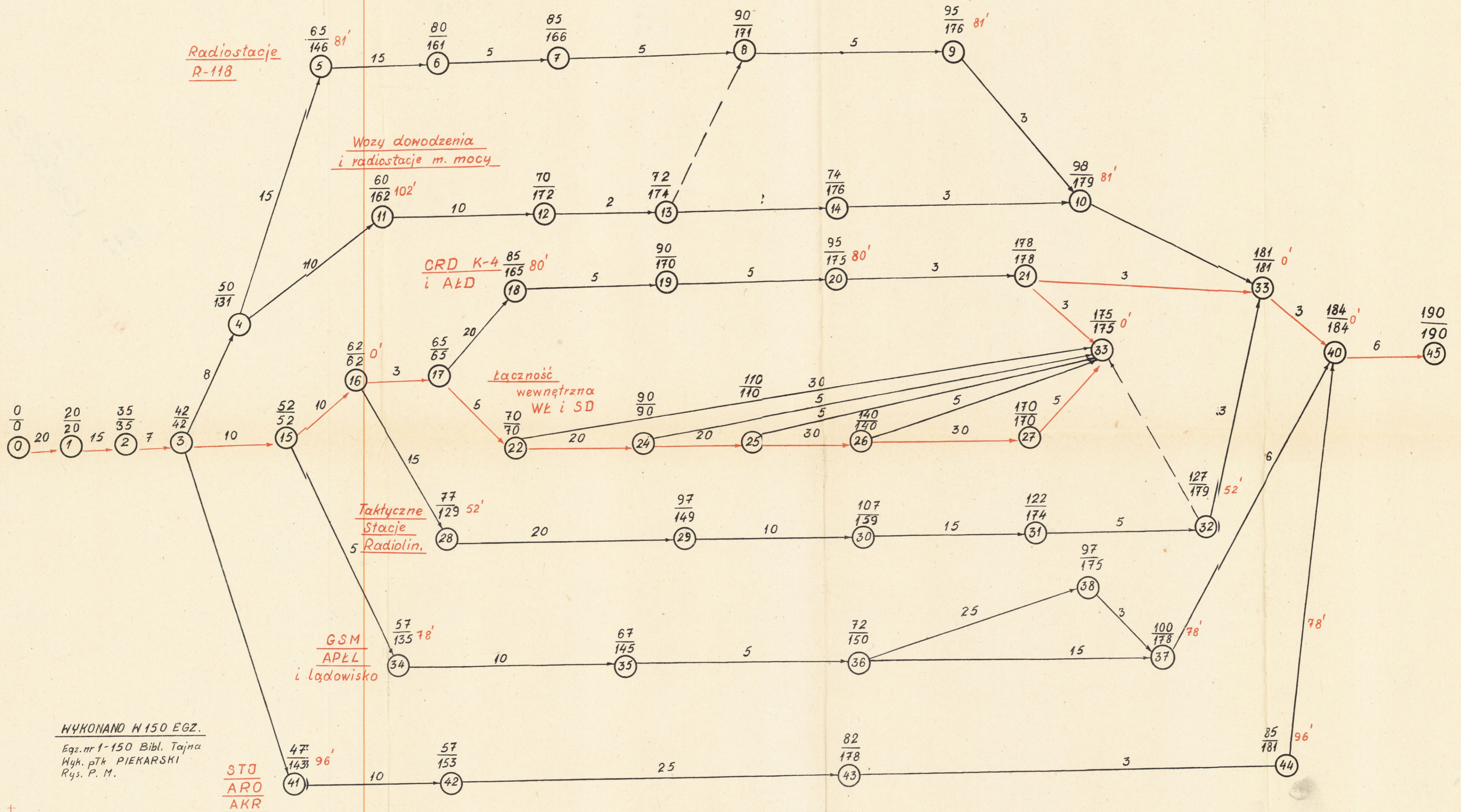
DO UŻYTKU

DATA

Egz. nr.
Nr ks. 02609/WW

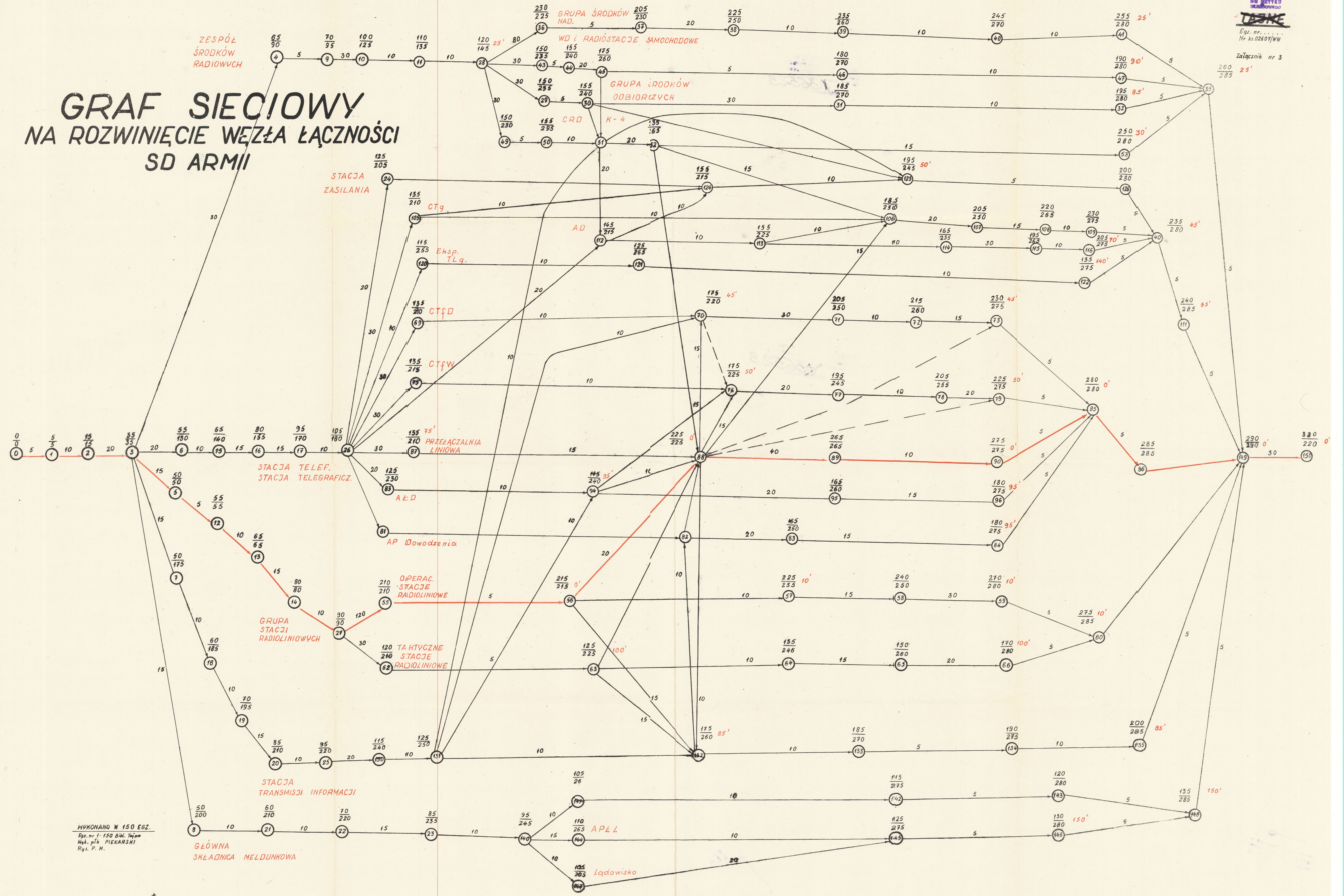
Załącznik nr 2

BIBLIOTEKA SZKOLENIA
KADRY SZTABU GENERAŁA
Im. gen. broni K. Górniewskiego



WYKONANO W 150 EGZ.
Egz. nr 1-150 Bibl. Tajna
Wyd. PTK PIEKARSKI
Rys. P. M.

GRAF SIĘCIOWY NA ROZWINIĘCIE WĘZŁA ŁĄCZNOŚCI SD ARMII



WYKONANO W 150 EGZ.

 Egz. nr 1-150 B/W. Tytuł

 Nsk. p/ł. PIEKARSKI

 Rys. P. M.