

# AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OP  
KATEDRA TAKTYKI TYŁÓW WOJSK LOTNICZYCH I OP

**JAWNE**

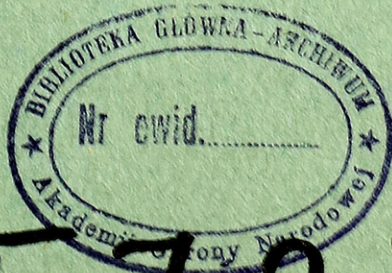
~~POUFTNE~~

Egz.nr... 1

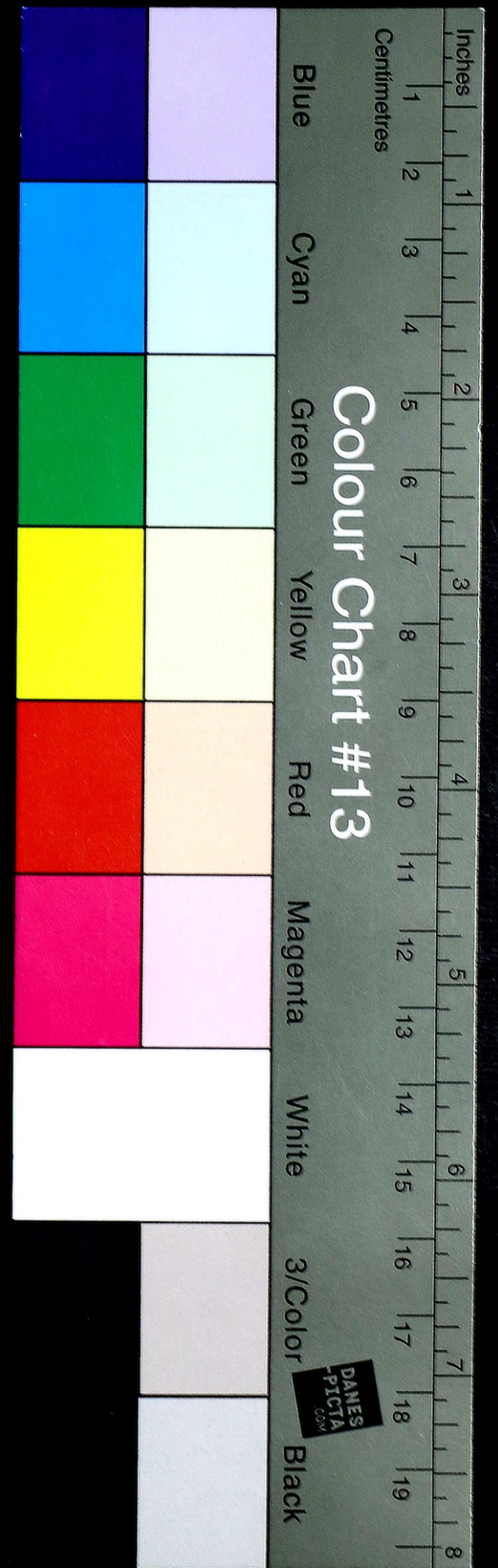


KOMPUTEROWY MODEL SYMULACYJNY  
EKSPLOATACJI LOTNISK W DZIAŁANIACH BOJOWYCH  
LOTNICTWA NA OBSZARZE KRAJU

/Projekt koncepcyjny/

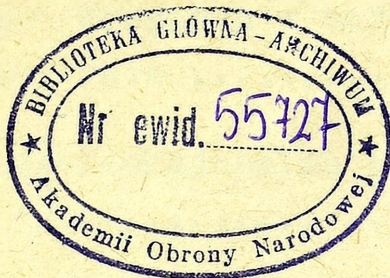


55727



A K A D E M I A   O B R O N Y   N A R O D O W E J

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OP  
KATEDRA TAKTYKI TYŁÓW WOJSK LOTNICZYCH I OP



**JAWNE**

~~POUFALE~~  
Egz. nr .... 1



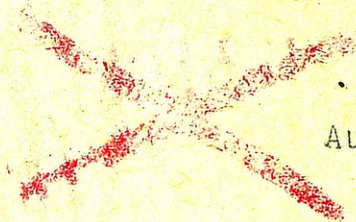
KOMPUTEROWY MODEL SYMULACYJNY  
EKSPLOATACJI LOTNISK W DZIAŁANIACH BOJOWYCH  
LOTNICTWA NA OBSZARZE KRAJU

/Projekt koncepcyjny/

*Ordium  
Ordynator na JAWNE  
28.01.2003 Jan Kobiński*

S P I S T R E Ś C I

	Str.
Wstęp .....	3
1. Analiza procesów odwzorowywanych w modelu oraz ich sformalizowany opis .....	3
2. Struktura organizacyjno-funkcjonalna i informacyjna modelu .....	11
3. Treść i forma dokumentów wejściowych /wynikowych/ .....	13
4. Charakterystyka danych stałych i normatywnych	14
5. Wymagania dotyczące bazy danych .....	15
6. Zestawienie algorytmów procedur obliczeniowych i logicznych .....	17
7. Założenia w zakresie zarządzania modelem i prowadzenia eksperymentów symulacyjnych ....	21
Zakończenie .....	22
Bibliografia .....	23
<u>Załączniki:</u>	
1. Model eksploatacji lotnisk w działaniach bojowych. Hipoteza zerowa. Stany eksploatacyjne lotnisk.	
2. Zapis danych wejściowych.	
3. Zestawienie wyników badań programowych.	
4. Zobrazowanie danych wyjściowych /harmonogram, tabela, wykres/.	



Autorzy:

płk dr Jerzy FILAR

por.mgr inż.Tomasz CISZEWSKI

## Wstęp

Projekt koncepcyjny przedstawia procedury formułowania modelu dla najwierniejszego odwzorowania relacji model - system eksploatacji lotnisk. Podstawą opracowania projektu jest zatwierdzona koncepcja budowy modelu TARAN oraz zadania projektowe modelu TARAN-2 S8.

### 1. Analiza procesów odwzorowywanych w modelu oraz ich sformalizowany opis.

Eksploatacja lotniska w warunkach działań bojowych zajmuje znaczące miejsce w teorii tyłów lotnictwa naszych sił zbrojnych, obejmuje właściwe i zgodne z przeznaczeniem użytkowanie i obsługę obiektów lotniskowych /budowli i urządzeń/. Skutkiem użytkowania lotniska w działaniach bojowych jest zmiana jego cech /stanów/ eksploatacyjnych z obniżeniem zdolności bojowej pod wpływem czynników zewnętrznych /szczególnie oddziaływania przeciwnika/. Rezultatem obsługi jest proces odwrotny, polegający na przywracaniu cech zdolności bojowej lotniska. Obsługa lotniska obejmować będzie czynności konserwacyjne i naprawcze /szczególnie odbudowę/ mające na celu zapewnienie jego stałej sprawności technicznej i gotowości eksploatacyjnej.

Użytkowanie i obsługa lotniska ze względu na łączące je związki przyczynowo-skutkowe tworzą cykle eksploatacyjne.<sup>1/</sup> Pod wpływem czynników zewnętrznych /przeciwnik/ lub w wyniku zdarzeń losowych eksploatowane lotnisko może osiągnąć stan nieodwracalnej niezdolności do działań bojowych /stracone bezpowrotnie/. W tej sytuacji cykl eksploatacyjny jego zostanie zatrzymany, pozostałe lotniska kontynuować będą swoje cykle.

W celu określenia stanów eksploatacyjnych lotnisk w działaniach bojowych lotnictwa należy dokonać analizy morfologicznej procesu eksploatacji ze względu na czynności użytkowania i obsługi lotniska.

Użytkowanie lotniska wiąże się z takimi czynnościami i zdarzeniami, jak:

-----  
1/ W modelu przyjęto, że w skład cyklu eksploatacyjnego lotniska wchodzi również stany, które stanowią przerwę w jego eksploatacji.

- lotnisko jest użytkowane bez ograniczeń przez oddział /pododdział/ lotniczy;
- lotnisko jest w dyspozycji pułku lotniczego;
- lotnisko jest w dyspozycji ZT i ZO;

Obsługiwanie lotniska odzwierciedlają następujące czynności i zdarzenia:

- lotnisko jest odbudowywane bez użytkowania;
- lotnisko jest remontowane bez użytkowania;
- lotnisko jest rozbudowywane bez użytkowania;
- lotnisko jest rozpoznawane po ataku;
- lotnisko jest rozpoznawane przez służbę inżynieryjno-lotniskową przed wykonaniem zadania;
- lotnisko jest rozpoznawane przez oddział /pododdział/ lotniczy;
- lotnisko jest przekazywane oddziałowi /pododdziałowi/ lotniczemu po wykonaniu zadania inżynieryjno-lotniskowego.

Grupę stanów eksploatacyjnych lotniska, w których występuje zarówno użytkowanie, jak i obsługiwanie stanowią:

- lotnisko jest odbudowywane z użytkowaniem;
- lotnisko jest remontowane z użytkowaniem;
- lotnisko jest rozbudowywane z użytkowaniem.

Grupę stanów lotniska, które stanowią przerwy w cyklu eksploatacyjnym stanowią:

- *lotnisko jest atakowane*
- lotnisko jest zaminowane;
- lotnisko jest skażone;
- lotnisko jest rozminowywane;
- lotnisko jest odkażane;
- lotnisko czeka na wykonanie zadania inżynieryjno-lotniskowego;
- lotnisko jest stracone bezpowrotnie.

Stan, w którym lotnisko jest atakowane i rozpoznawane po ataku może wystąpić po każdym ze stanów lotniska w działaniach bojowych lotnictwa.

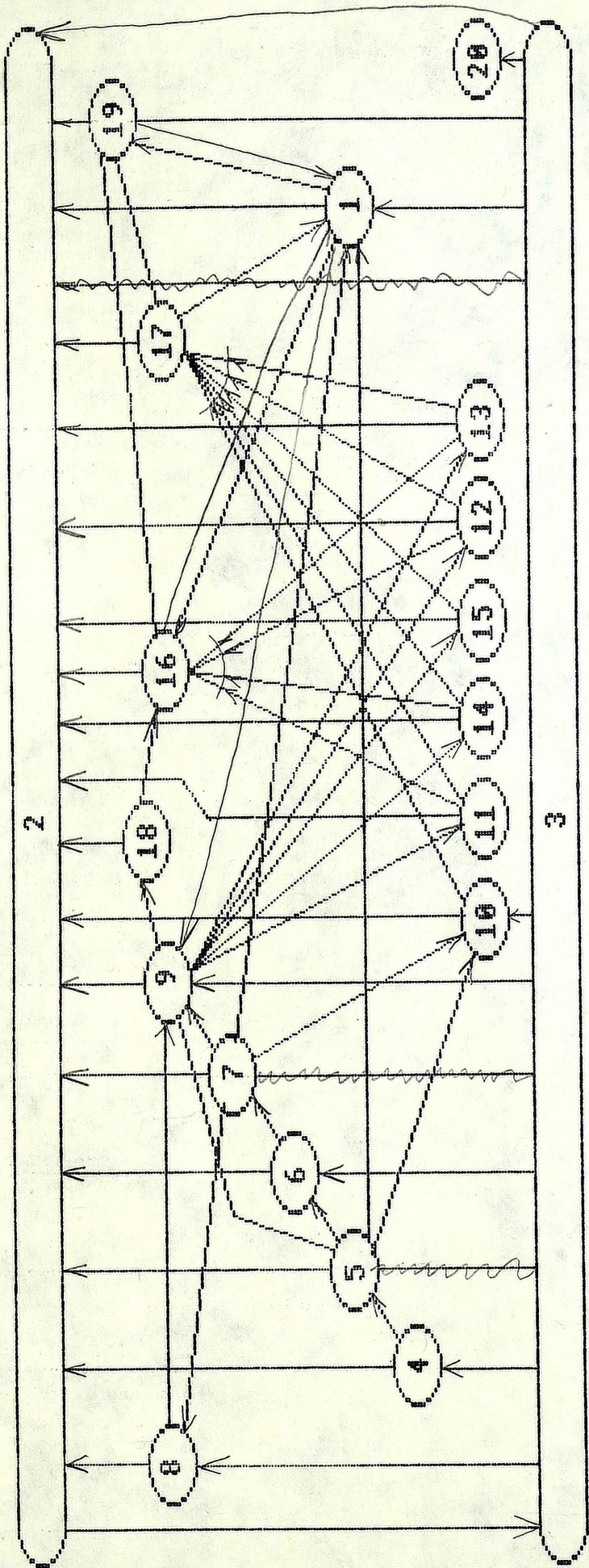
Budowę modelu formalnego rozpoczyna się od redukcji i syntezy czynności /zdarzeń/ tworzących procesy eksploatacji lotnisk. W celu wyodrębnienia z nich ważnych z punktu widzenia taktyki stanów eksploatacyjnych w wyniku badań wyodrębniono 20 stanów

lotniska, które powinny tworzyć formalną strukturę modelu. Lotnisko będące w cyklu eksploatacyjnym w czasie działań bojowych może znaleźć się w następujących stanach:

1. Lotnisko jest użytkowane bez ograniczeń przez oddział /pododdział/ lotniczy.
2. Lotnisko jest atakowane przez przeciwnika.
3. Lotnisko jest rozpoznawane po ataku .
4. Lotnisko jest zaminowane.
5. Lotnisko jest rozminowywane.
6. Lotnisko jest skażone.
7. Lotnisko jest odkażane.
8. Lotnisko czeka na wykonanie zadań inżynieryjno-lotniskowych.
9. Lotnisko jest rozpoznawane przez służbę inżynieryjno-lotniskową przed wykonaniem robót.
10. Lotnisko jest odbudowywane z użytkowaniem.
11. Lotnisko jest odbudowywane bez użytkowania.
12. Lotnisko jest remontowane z użytkowaniem.
13. Lotnisko jest remontowane bez użytkowania.
14. Lotnisko jest rozbudowywane z użytkowaniem.
15. Lotnisko jest rozbudowywane bez użytkowania.
16. Lotnisko jest rozpoznawane przez oddział /pododdział/ lotniczy.
17. Lotnisko jest przekazywane oddziałowi /pododdziałowi/ lotniczemu przez jednostkę SIL po wykonaniu robót.
18. Lotnisko jest w dyspozycji ZT i ZO.
19. Lotnisko jest w dyspozycji oddziału /pododdziału/ lotniczego
20. Lotnisko jest stracone bezpowrotnie.

#### Charakterystyka stanów eksploatacyjnych lotnisk.

1. Lotnisko jest użytkowane bez ograniczeń, gdy prowadzone są z niego działania bojowe przez oddział /pododdział/ lotniczy oraz wykonywane są inne przedsięwzięcia związane z jego użytkowaniem i obsługą. Obsługa lotniska wykonywana siłami i środkami kompanii obsługi lotniska /kol/.
2. Lotnisko jest atakowane, gdy przeciwnik wykonuje na nie uderzenie środkami napadu powietrznego lub środkami rażenia naziemnymi, przy użyciu broni masowego rażenia lub klasycznych środków rażenia. Stan ten może występować po każdym ze stanów



Rys. 1. Cykl eksploatacyjny lotnisk w działaniach bojowych lotnictwa

eksploatacyjnych lotniska w działaniach bojowych.

3. Lotnisko jest rozpoznawane po ataku, gdy prowadzone są na nim /przez odpowiednie siły i środki/ przedsięwzięcia mające na celu ustalenie skutków ataku na lotnisko.
4. Lotnisko jest zaminowane, gdy podczas ataku przeciwnik zaminował minami narzutowymi poszczególne jego elementy. Stan ten cechuje się brakiem na lotnisku sił i środków do rozminowania, trwa do chwili rozpoczęcia rozminowania przez saperów.
5. Lotnisko jest rozminowywane, gdy prowadzone są na nim przedsięwzięcia polegające na usunięciu skutków minowania narzutowego.
6. Lotnisko jest w stanie skażenia, gdy po użyciu przez przeciwnika środków promieniotwórczych, chemicznych nie są wykonywane przedsięwzięcia mające na celu likwidację skutków ich zastosowania.
7. Lotnisko jest odkażane, gdy wykonuje się na nim przedsięwzięcia mające na celu likwidację skutków użycia przez przeciwnika środków promieniotwórczych, chemicznych.
8. Lotnisko jest w stanie oczekiwania na wykonanie zadania inżynierjno-lotniskowego przez specjalistyczne jednostki SIL, gdy po rozpoznaniu zniszczeń od uderzenia przeciwnika, bądź rejonu przyszłych robót, nie przystępuje się do wykonania zadania. Przyczyną tego stanu mogą być: duży zakres zniszczeń sieci lotniskowej, małe możliwości wykonawcze SIL oraz znaczne potrzeby lotniskowe lotnictwa.
9. Lotnisko jest rozpoznawane podczas rekonesansu SIL przed wykonaniem zadania inżynierjno-lotniskowego w celu określenia zakresu robót oraz warunków ich wykonania.
10. Lotnisko jest odbudowywane z użytkowaniem, gdy jednocześnie prowadzone są z niego działania bojowe oraz wykonywane przedsięwzięcia w celu usunięcia zniszczeń po uderzeniach przeciwnika. Mały zakres zniszczeń oraz ich rozmieszczenie pozwalają na realizację odbudowy z jednoczesnym użytkowaniem lotniska.

Zasadniczo ten rodzaj odbudowy prowadzi się siłami i środkami kol, której możliwości wykonawcze pozwalają zaspokoić potrzeby lotniskowe bazującego oddziału /pododdziału/ lotniczego.

11. Lotnisko jest odbudowywane bez użytkowania, gdy wykonywane są na nim przedsięwzięcia w celu usunięcia zniszczeń po uderzeniach przeciwnika, w sytuacji, gdy lotnictwo nie ma warunków do prowadzenia działań bojowych. Duży zakres zniszczeń lotniska powoduje, że odbudowę realizują jednostki SIL w odpowiednio dobranym składzie. W większości przypadków w tym stanie eksploatacyjnym oddział /pododdział/ lotniczy będzie bazował na lotnisku ponieważ zniszczona nawierzchnia lotniskowej drogi startowej, dróg kołowania, ..., nie pozwoli na starty i lądowania statków powietrznych.
12. Lotnisko jest remontowane z użytkowaniem, gdy jednocześnie prowadzone są z niego działania bojowe oraz wykonywane są przedsięwzięcia w celu usunięcia uszkodzeń spowodowanych eksploatacją lotniska /użytkowaniem/. Zasadniczo remont lotniska mogą wykonywać specjalistyczne jednostki wykonawcze SIL.
13. Lotnisko jest remontowane bez użytkowania, gdy wykonywane są na nim przedsięwzięcia w celu usunięcia uszkodzeń spowodowanych eksploatacją lotniska /użytkowaniem i obsługą/ w sytuacji, gdy lotnictwo nie ma warunków do prowadzenia działań bojowych.
14. Lotnisko jest rozbudowywane z użytkowaniem, gdy lotnictwo prowadzi z niego działania bojowe oraz wykonywane są na nim przedsięwzięcia w celu przystosowania go do użytkowania przez statki powietrzne stawiające większe wymagania eksploatacyjne. W większości przypadków rozbudowa polegać będzie na zwiększeniu parametrów geometrycznych pola wzlotów, czasami grubości nawierzchni lotniskowej. Za szczególny rodzaj rozbudowy uważa się rozbudowę odcinków dróg na drogowe odcinki lotniskowe /dol/. Rozbudowę lotniska ze względu na odpowiednie możliwości wykonawcze można prowadzić siłami i środkami

specjalistycznych jednostek wykonawczych SIL.

15. Lotnisko jest rozbudowywane bez użytkowania, gdy wykonywane są na nim przedsięwzięcia w celu przystosowania go do użytkowania przez statki powietrzne stanowiące większe wymagania eksploatacyjne oraz lotnictwo nie ma warunków do prowadzenia z niego działań bojowych.
16. Lotnisko jest rozpoznawane podczas rekonesansu przez oddział /pododdział/ lotniczy w celu określenia warunków bazowania oraz przyjęcia obiektu do eksploatacji /użytkowania i obsługi/. Stan ten występuje w sytuacji, gdy oddział lotniczy wcześniej bazował na innym lotnisku.
17. Lotnisko może być przekazywane oddziałowi /pododdziałowi/ lotniczemu przez jednostkę wykonawczą SIL po wykonaniu przez nią robót w sytuacji, gdy oddział bazował na lotnisku. Przekazującym lotnisko może być również inny wcześniejszy użytkownik.
18. Lotnisko jest w dyspozycji ZT i ZO, gdy przydzielone zostało rozkazem przełożonych.
19. Lotnisko jest w dyspozycji oddziału /pododdziału/ lotniczego, gdy przydzielone zostało rozkazem przełożonego, rozpoznane oraz odpowiednio przygotowane do natychmiastowego użytkowania w zależności od potrzeb.
20. Lotnisko jest stracone bezpowrotnie, gdy zakres zniszczeń, stopień skażenia, zaminowanie przekraczają możliwości ich usunięcia przez specjalistyczne jednostki wykonawcze SIL, w toku trwania operacji.

Skończona liczba stanów eksploatacyjnych, powiązanych relacjami zachodzącymi z określonym prawdopodobieństwem, pozwala na formalizację przebiegu eksploatacji lotnisk w działaniach bojowych lotnictwa. Proces eksploatacji lotnisk jest systemem stochastycznym, który może przyjmować jeden z  $n$  stanów  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , a stany zmieniają się tylko w dyskretnych chwilach czasowych. Stan w chwili  $k$ -tej zależy tylko od stanu w chwili  $/k-1/$  i nie zależy od żadnego innego z poprzednich stanów. Innymi słowy, w ciągu

kolejnych prób, wynik próby K-tej zależy tylko od wyniku próby /k-1/. Aby opisać proces, musimy dla każdego stanu eksploatacyjnego lotniska  $S_i$  określić prawdopodobieństwo przejścia w następnej chwili do każdego z n stanów. Prawdopodobieństwo przejścia  $P_{ij}$  jest to więc prawdopodobieństwo tego, że jeżeli obecnym stanem procesu jest  $S_i$ , to następnym stanem będzie  $S_j$ . Te prawdopodobieństwa  $P_{ij}$  muszą spełniać następujące warunki:

$$1/ \quad 0 \leq P_{ij} \leq 1 ;$$

$$2/ \quad \sum_{j=1}^n P_{ij} = 1.$$

Suma prawdopodobieństw przejść do wszystkich możliwych stanów z danego stanu musi być równa jedności /drugi warunek/. Prawdopodobieństwa najwygodniej zapisać w postaci macierzy przejść, spełniającej wymienione wcześniej warunki.

Każdy stan charakteryzuje się najkrótszym i najdłuższym czasem przebywania w nim lotniska. Dane czasowe w połączeniu z rozkładami prawdopodobieństw ujęte w jedną macierz stanowią hipotezę zerową.

Wybór prawdopodobieństw, według których realizowane będą przejścia do kolejnych stanów eksploatacyjnych oraz czas przebywania w stanie zależą od:

- zakresu zniszczeń lotniska;
- możliwości wykonawczych podsystemu roboczego;
- potrzeb lotniskowych lotnictwa sił zbrojnych;
- czasu trwania działań bojowych /operacji/;
- innych zmiennych warunków przyszłego pola walki.

## 2. Struktura organizacyjno-funkcjonalna i informacyjna modelu.

Strukturę modelu matematycznego oparto na grafice metody GERT /Graphical Evaluation and Review Technique/. Elementami /zdarzeniami/ tworzącymi sieć są stany eksploatacyjne lotnisk określone na podstawie wyników badań. Relacje między stanami określono po uwzględnieniu opinii ekspertów, specjalistów praktyków oraz kolejnych weryfikacji w procesie dydaktycznym. Ważnym elementem struktury modelu jest hipoteza zerowa, której treść stanowi podstawę do prowadzenia eksperymentów symulacyjnych. W zależności od poglądów eksperymentatora treść hipotezy /prawdopodobieństwa przejść oraz czasy/ można dowolnie modyfikować. Zapis różnych wariantów hipotezy zerowej w pamięci komputera będzie bankiem danych /poglądów/ dla przyszłych użytkowników modelu.

Stochastyczny model sieciowy wraz z hipotezą zerową przedstawiono w załączniku nr 1.

Model /program/ komputerowy w ogólnej postaci składa się z 4 podstawowych i 3 pomocniczych zadań /podprogramów/.

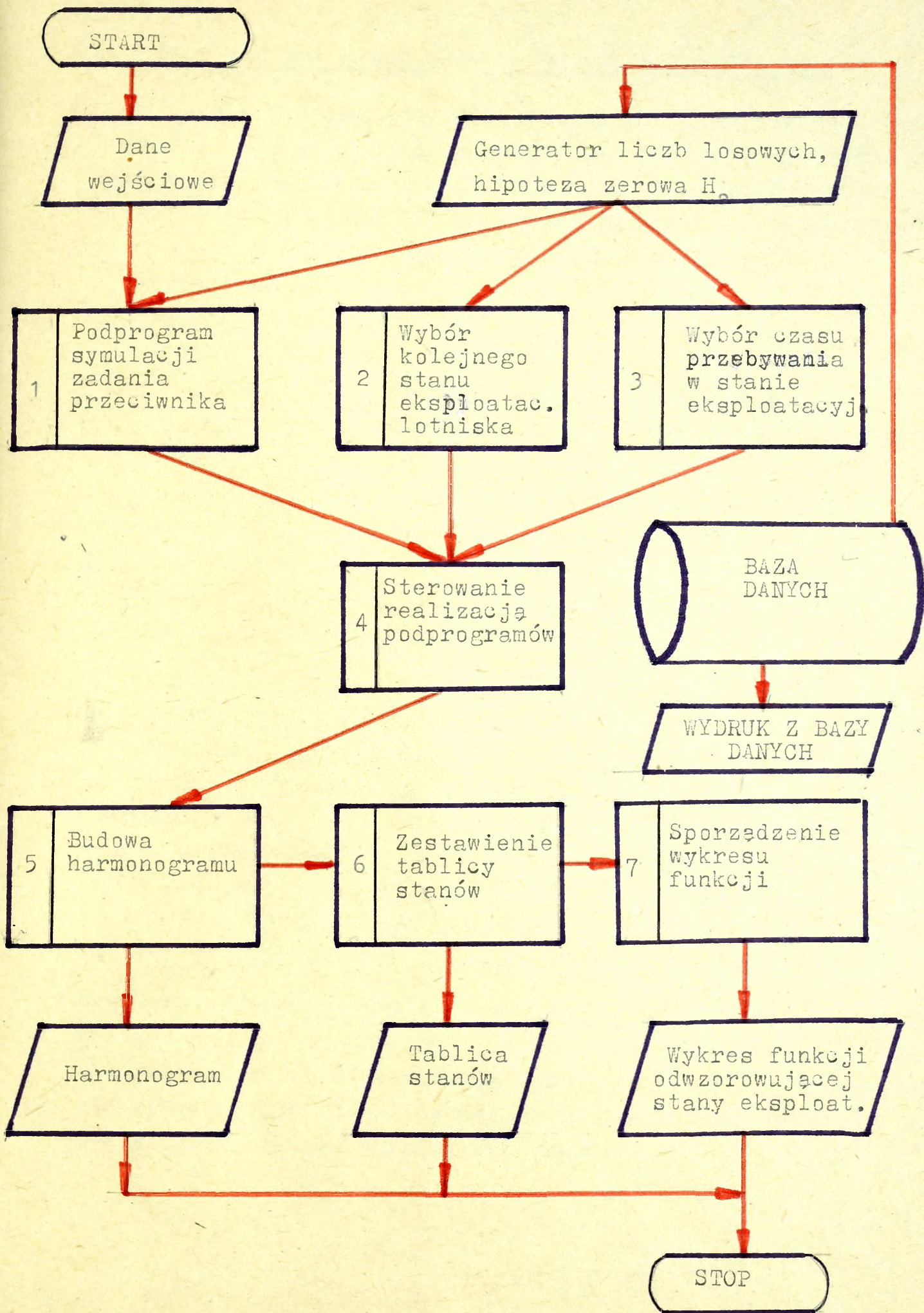
Do grupy zadań podstawowych należy zaliczyć podprogramy:

- określenia skutków uderzenia przeciwnika /zakresu zniszczeń/ na sieć lotnisk na obszarze kraju;
- wyboru kolejnego stanu eksploatacyjnego;
- wyboru czasu przebywania lotniska w poszczególnych stanach eksploatacyjnych;
- sterowania realizacją podprogramów.

Do zadań pomocniczych należą podprogramy transformacji danych wyjściowych w postaci:

- harmonogramu przebywania lotnisk w kolejnych stanach eksploatacyjnych;
- tablicy przedstawiającej sumaryczną liczbę lotnisk w poszczególnych stanach eksploatacyjnych;
- wykresu odwzorowującego liczbę lotnisk osiągających dany stan eksploatacyjny w funkcji czasu.

Ogólna struktura modelu /programu komputerowego/ uwidoczniła jest w postaci schematu blokowego na rys.2.



Rys.2. Schemat blokowy

### 3. Treść i forma dokumentów wejściowych /wynikowych/.

Jedną z cech symulacji komputerowej jest ograniczenie w ilości niezbędnych danych wejściowych /egzogenicznych/ i zastąpienie ich danymi endogenicznymi programu komputerowego.

W KMS TARAN-2 S3 dane wejściowe ograniczono do podstawowych informacji o nalocie przeciwnika z podaniem:

- czasu uderzenia na lotnisko;
- kierunku i szerokości nalotu;
- sił i środków nalotu;
- wykazu lotnisk, na które zostało wykonane uderzenie;
- rodzaju środków użytych do niszczenia poszczególnych lotnisk;
- lokalizacji /planu/ zniszczeń na lotniskach po uderzeniach przeciwnika.

Dokumenty wyjściowe przedstawione zostaną w formie:

- harmonogramu przebywania lotnisk w poszczególnych stanach eksploatacyjnych;
- tablicy z sumaryczną liczbą lotnisk w kolejnych stanach eksploatacyjnych;
- wykresu obrazującego liczbę lotnisk, osiagających dany stan eksploatacyjny w funkcji czasu.

Podstawową formą dokumentów wyjściowych jest harmonogram, w którym stany eksploatacyjne lotnisk zapisane są w postaci szeregów czasowych rozumianych jako skończony zbiór  $t, S_t$ , gdzie  $t$  należy do zbioru liczb całkowitych  $/t = 0, 1, 2 \dots, N/$  i każdemu  $t$  przyporządkowany jest stan  $S_t$ . Symulowane ciągi  $S_t$  szeregów czasowych, zapisane w postaci harmonogramu są charakterystyką procesu eksploatacji lotnisk w działaniach bojowych. Dane wyjściowe, niezależnie od formy, mają charakter hipotezy statystycznej, ponieważ zawierają prawdopodobne rozkłady lotnisk w możliwych stanach eksploatacyjnych.

#### 4. Charakterystyka danych stałych i normatywnych.

Danymi stałymi są czynniki, stanowiące niezmiennie warunki badań, których cechą podstawową jest to, że nie mogą być zaliczane do czynników badanych. Wartość czynników stałych może być ustalona przed przystąpieniem do badań lub w ich trakcie na wybranych przez eksperymentatora poziomach.

W modelu TARAN-2 S5 dane stałe zawarto w hipotezach zerowych, wpisując w nie rozkłady prawdopodobieństw zmian stanów eksploatacyjnych, parametry czasowo-eksploatacyjne lotnisk biorących udział w eksperymencie symulacyjnym.

Hipotezy zerowe opracowane zostały na podstawie doświadczeń z eksploatacji lotnisk w minionych wojnach oraz lokalnych konfliktach zbrojnych, zebranych z dostępnych materiałów źródłowych. Cennym materiałem są doświadczenia z eksploatacji lotnisk w okresie pokojowym.

5. Wymagania dotyczące bazy danych.

Bazę danych do eksperymentu symulacyjnego stanowić , będą zbiory informacji stałych /normatywnych/ zawarte w hipotezach zerowych oraz informacje względnie stałe zawarte w danych wyjściowych przeprowadzonych już eksperymentów. Dane stałe pozostają niezmiennie w kolejnych eksperymentach, składają się z hipotez dotyczących lotnisk znajdujących się na obszarze kraju. Hipotezy zerowe podlegają weryfikacji i mogą być zmieniane wraz z poglądami eksperymentatora na proces eksploatacji lotnisk w działaniach bojowych. W danych stałych znajdują się również generatory liczb losowych o rozkładzie normalnym lub innych rozkładach w zależności od celu eksperymentu.

STRUKTURA BAZY DANYCH O LOTNISKACH

1	Liczba porządkowa		
2	Nazwa lotniska		
3	Rodzaj lotniska		
4	Stan eksploatacyjny lotniska w działaniach bojowych		
5	Współ.geograf. x		
6	Współ. geograf. y		
7	Azymut-y DS	Charakterystyka elementów lotniska	
8	Liczba DS		
9	Rodzaj nawierzchni DS		
10	Długość DS		
11	Szerokość DS		
12	Długość GDK		
13	Szerokość GDK		
14	Starty i ład. z GDK		
15	Liczba GMPS		
16	Długość CPPS		
17	Szerokość CPPS		
18	Liczba SRS		
19	Liczba schronhang.		
20	Liczba obwałowań		
21	Samolotołapacze		
22	Nachylenie p-w		
23	Rurociąg paliwowy		zabudowa lotniskowa /budowle i urządzenia lotniskowe/
24	Poj.magaz. MPS		
25	Liczba pktów tankow.		
26	Magazyn uzbr.typu stał.		
27	Stanow.przyg.i elab.rak		
28	Liczba i rdz. schronów		
29	Zasilanie energetyczne		
30	Stac.baza remont.		
31	Pojemn.ukryć dla sam. spec.i trans.		
32	Liczba i wyd.ujęc wodn.		
33	Pojemn.stac. bazy żywienia		
34	Pojemn. stac. bazy leczniczej		
35	Stacjonarna baza kol		
36	ATU-2 lub ATU-2M	Charakterystyka zabezpieczenia naziemnego	
37	NKLZ		
38	UKLZ		
39	KLS		
40	GZN		
41	GZZ		
42	Użytkownik - oddz./podooddział/		
43	Ukompletowanie zapasów materiałów inż. - lotnisk.		

Tabela 1

## 6. Zestawienie algorytmów, procedur obliczeniowych i logicznych

Algorytmy i procedury przedstawione w tym rozdziale stanowią wstępną propozycję realizacji programów /podprogramów/. Są one rozwinięciem schematu blokowego z rys.2. W opracowaniu zostały pominięte algorytmy podprogramu sterującego oraz procedur przedstawiania danych wyjściowych w postaci zestawień tabelarycznych i wykresów. Sformułowanie algorytmu podprogramu sterującego będzie możliwe dopiero na etapie opracowania projektu technicznego.

Tabele i wykresy są pomocniczą formą przedstawiania danych wyjściowych, można je otrzymać drogą transformacji treści harmonogramu stosując standardowe procedury i przekształcenia.

### Zadanie 1

Dany jest model nalotu wyrażony:

- czasem nalotu śnp /uderzenia/ przeciwnika;
- przeciwnikiem /-ami/ i szerokością nalotu;
- siłami i środkami użytymi do niszczenia lotnisk.

Należy określić, na które lotniska zostało wykonane uderzenie /z podaniem zakresu i planu zniszczeń/ oraz lotniska, na których należy wykonać rozbudowę lub remont eksploatacyjny.

### Zadanie 2

Dana jest hipoteza zerowa /wg wzoru z załącznika nr 1/ zawierająca strukturę i prawdopodobieństwa przejść między stanami  $S_i$  i  $S_j$ . Ustalony jest również typ generatora liczb losowych /gen.x/.

Należy wybrać losowo ścieżkę przejścia lotniska przez kolejne stany w cyklu eksploatacyjnym.

#### Proponowane rozwiązanie:

Wybór należy rozpocząć od stanu  $S_i = 1$ , następnie kolejne przejścia realizować etapami. Wybór stanu  $S_j$  zapoczątkowuje kolejny etap, jeżeli  $S_j \neq 1, 20$  lub  $19$ .

Wybrany stan  $S_j$  traktujemy jak  $S_i$  i określamy /wybieramy z hipotezy zerowej/ wszystkie możliwe do osiągnięcia z niego stany  $S_j$ .

Następnie zgodnie z algorytmem przedstawionym na rys.3 dokonać kolejnego wyboru.

### Przykład

Na wejściu dany jest gen.  $x$  oraz cztery pary, każda składa się z numeru stanu i prawdopodobieństwa jego wyboru. Zgodnie z prawdopodobieństwem wybrać losowo jeden z czterech możliwych stanów  $S_j$ .

Wyboru dokonać wg algorytmu z rys.3.

### Zadanie 3

Dany jest najkrótszy czas  $t_i$  i najdłuższy czas  $t_j$  przebywania lotniska w wybranym stanie  $S_j$  oraz gen.  $x$  wybierający losowo liczby z przedziału  $/0,1/$ . Należy z przedziału  $/t_i, t_j /$  wybrać losowo czas przebywania lotniska w stanie  $S_j$ .

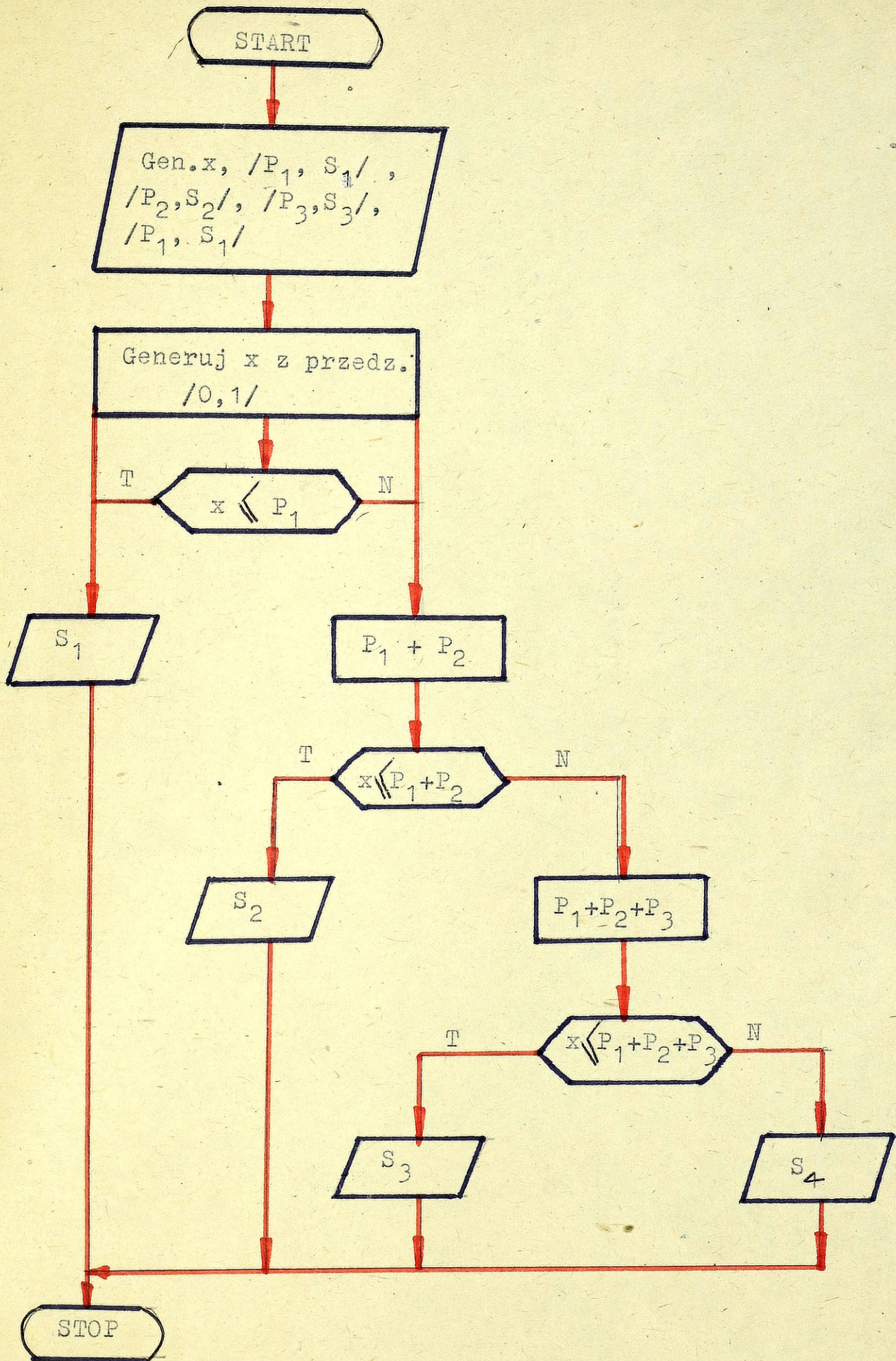
### Proponowane rozwiązanie

W pierwszym kroku określamy różnicę  $t_z = t_j - t_i$ , wybieramy losowo z przedziału  $/0,1/$  liczbę  $x$ , następnie mnożymy  $t_z$  przez  $x$  i otrzymujemy iloczyn  $y$ . Dodajemy do  $t_i$ , wynik jest wybranym losowo czasem przebywania lotniska w stanie  $S_j$ .

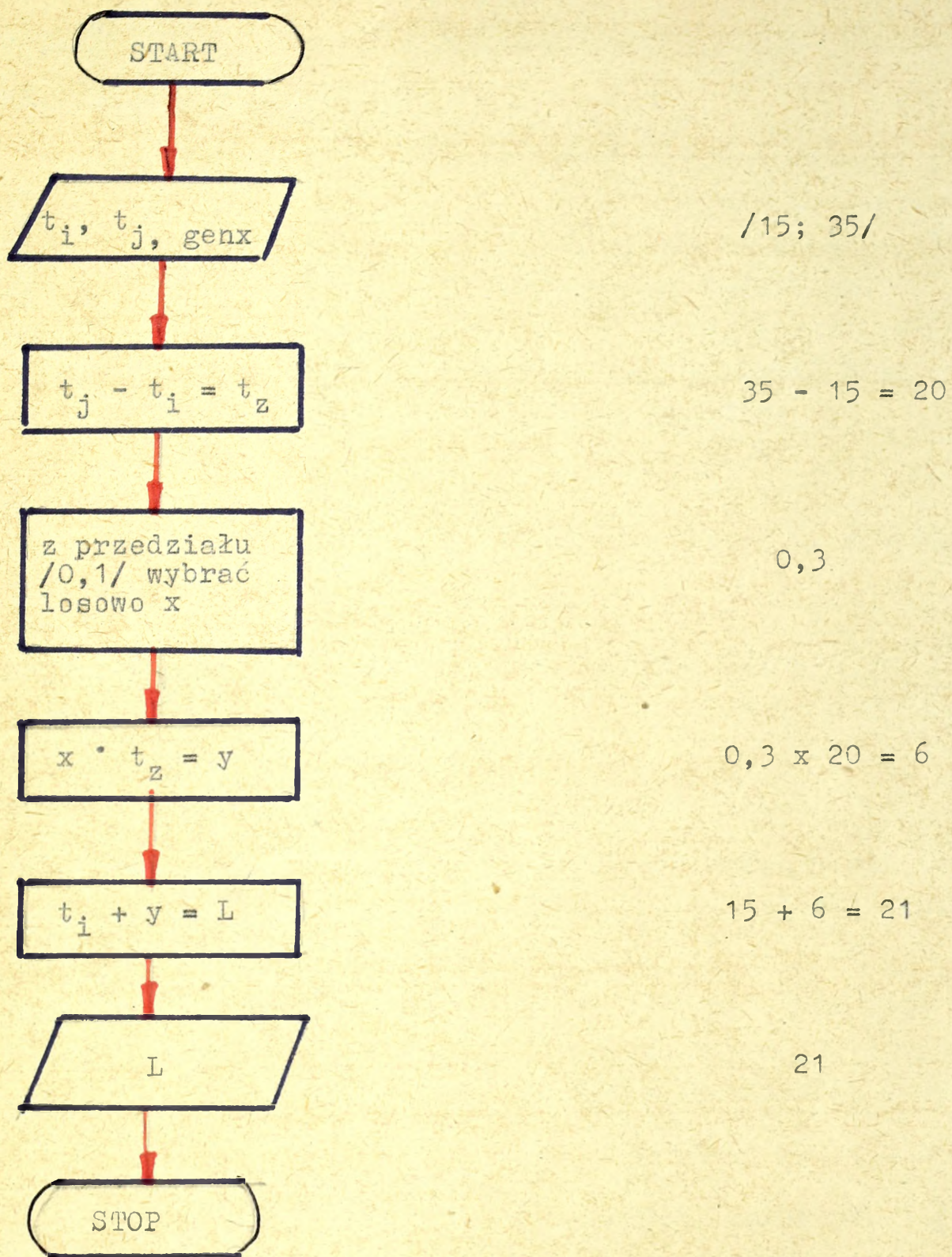
### Przykład

Na wejściu dane są czasy :  $t_i = 15$  godz.,  $t_j = 35$  godz.

Wygenerowano  $x = 0,3$ . Według algorytmu z rys. określić czas przebywania lotniska w stanie  $S_j$  z przedziału  $t_i ; t_j$ .



Rys.3. Algorytm wyboru kolejnego stanu eksploatacyjnego lotniska.



Rys.4. Algorytm wyboru czasu przebywania lotniska w stanie  $S_j$ .

## 7. Założenia w zakresie zarządzania modelem i prowadzenia eksperymentów symulacyjnych

Program komputerowy modelu TARAN-2 S3 przechowywany jest na dyskietce poufnej u osoby wyznaczonej na głównego użytkownika w Katedrze Taktyki Tyłów WL i OP. Podstawą do prowadzenia eksperymentów symulacyjnych z wykorzystaniem modelu stanowi plan prac naukowo-badawczych lub program zajęć dydaktycznych ASG WP. Przed przystąpieniem do eksperymentu należy określić plan - program jego przeprowadzenia, w którym należy ustalić:

- temat badań;
- cel badań;
- hipotezy robocze /w postaci danych wejściowych, przewidywanych wyników, itp./;
- metodykę eksperymentu;
- siły i środki do przeprowadzenia eksperymentu;
- osoby prowadzące eksperyment;
- terminy;
- koszty.

Wyniki badań komputerowych należy zaewidencjonować w książce drukarki, następnie zarejestrować wydruki w kancelarii dokumentów niejawnych.

Podstawowym elementem planu-programu jest metodyka jego przeprowadzenia, zawierająca system ustaleń, sposobów kolejnego prowadzenia badań eksperymentalnych. Metodyka prowadzenia eksperymentu powinna określać:

- cele i zadania eksperymentu;
- modyfikację czynników /hipotez zerowych, warunków, itp./;
- uzasadnienie użycia środków i ilości pomiarów;
- opis przeprowadzenia eksperymentu symulacyjnego.

Ścisłe określenie celu i zadań eksperymentu ma duży wpływ na poprawność wyników badań. Liczba zadań w jednym eksperymencie nie powinna przekraczać 3-4, natomiast w dużych, złożonych badaniach, dopuszcza się sformułowanie 8-10 zadań.

Zakończenie

Komputerowy model symulacyjny TARAN-2 S8 obrazować będzie w czasie i przestrzeni zmiany ilościowe i jakościowe zachodzące w systemie eksploatacji lotnisk w działaniach bojowych lotnictwa. Zastosowanie stochastycznego modelu sieciowego i jego rozwinięcie w postaci harmonogramu pozwala na zachowanie wierności w odwzorowywaniu czynności i zdarzeń w cyklu eksploatacji lotnisk. Projekt koncepcyjny kolejnym krokiem w urzeczywistnianiu modelu. Na podstawie ustaleń zawartych w niniejszym opracowaniu możliwe będzie sporządzenie projektu technologicznego oraz nadanie ostatecznego kształtu /formy/ strukturze programu komputerowego.

Bibliografia

1. BOJARSKI W. : Podstawy analizy inżynierii systemów. PWN Warszawa 1984r.
2. DEC N. : Teoria grafów i jej zastosowanie w technice i informatyce. PWN, Warszawa 1980r.
3. FINDEISEN W. : Analiza systemowa - podstawy i metodologia. PWN, Warszawa 1986r.
4. FILAR J. : Komputerowy model symulacyjny zabezpieczenia tyłowego działań bojowych lotnictwa i wojsk w systemie OPK. TARAN. ASG WP, Warszawa 1983r.
5. FILAR J. : Komputerowy model symulacyjny eksploatacji samolotów w działaniach bojowych lotnictwa myśliwskiego OP. TARAN-2 S1 /Zadanie projektowe oraz projekt koncepcyjny/. ASG WP, Warszawa 85r.
6. FISHMAN G.S. : Symulacja komputerowa, pojęcia i metody. PWE, Warszawa 1981r.
7. IGNASIAK E. : Teoria grafów i planowanie sieciowe. PWE, Warszawa 1982r.
8. JĘDRZEJOWICZ P. : Wybrane modele decyzyjne w produkcji i eksploatacji. WK i Ł, Warszawa 1979r.
9. MAZUR T.,  
MAŁEK A. : Zarządzanie eksploatacją systemów technicznych. WNT, Warszawa 1979r.
10. NIEDZIELSKA D. : Informatyka - poradnik dla ekonomistów. PWE, Warszawa 1977r.
11. POLAŃSKI Z. : Współczesne metody badań doświadczalnych. WP, Warszawa 1978r.
12. RADZIKOWSKI W. : Matematyczne techniki zarządzania. PWE, Warszawa 1980r.
13. SOBCZAK W. : Podstawy probabilistyczne teorii systemów informacyjnych. WNT, Warszawa 1981r.
14. ZEIGIER B.P. : Teoria modelowania i symulacji. PWN, Warszawa 84r.

Wydrukowano w 3 egz.

Egz.nr 1-3 - Bibl.GZS DZN

Wyk.płk Filar

Druk: E.M., dn. 1990-09-17

Nr ks.masz.PF 185/WL

