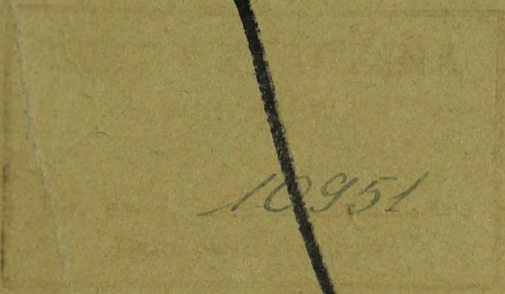




1146/R

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni Karola Świerczewskiego



10951



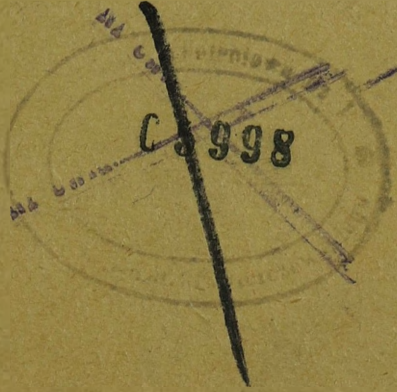
Egz. Nr 3

kmdr ppor. dypl. Jan Cieśla

ANALIZA I METODYKA OKREŚLENIA EFEKTYWNOŚCI
BRONI MINOWEJ Z UWZGLĘDNIENIEM MOŻLIWOŚCI
UŻYCIA JEJ NA MORZU BAŁTYCKIM

Rozprawa doktorska

Opracowana pod kierownictwem naukowym
kmdr por. dypl. prof. Eugeniusza Szpituna



40767
BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP
Archiwum Działu Zbierów Specjalnych
Nr ewid. _____

Rembertów listopad 1964 r.



236
177

146/R

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni Karola Świerczewskiego

~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~
Egz. Nr 3

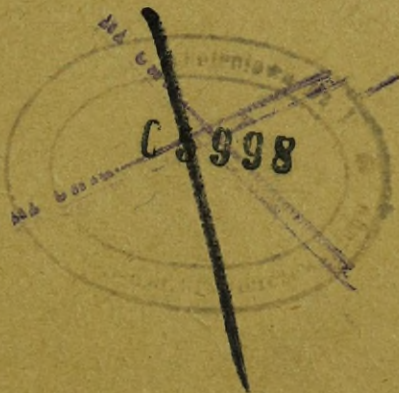
10951

kmdr ppor. dypl. Jan Cieśla

ANALIZA I METODYKA OKREŚLENIA EFEKTYWNOŚCI
BRONI MINOWEJ Z UWZGLĘDNIENIEM MOŻLIWOŚCI
UŻYCIA JEJ NA MORZU BAŁTYCKIM

Rozprawa doktorska

Opracowana pod kierownictwem naukowym
kmdr por. dypl. prof. Eugeniusza Szpituna



40767

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WF
Archiwum Działu Zbierów Specjalnych
Nr ewid. _____

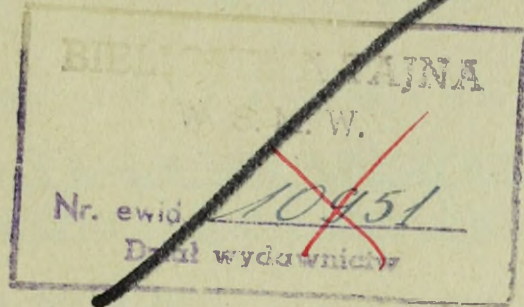
6

236
177

Rembertów listopad 1964 r.

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni Karola Świerczewskiego

PODSTAWA
Ustawa z dnia 22 stycznia 1999 roku
art. 96 ust. 2
(Dz.U. RP Nr 11 poz. 95)



~~TAJNE~~ JAWNE

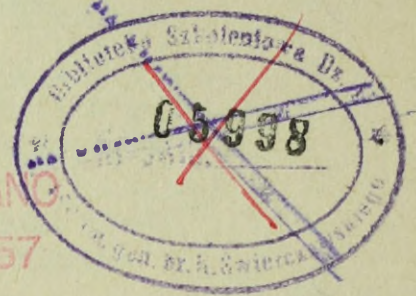
~~TAJNE~~

Egz. Nr 3

kmdr ppor. dypl. Jan Cieśla

PRZEKLASYFIKOWANO

Protokół Nr 12657



ANALIZA I METODYKA OKREŚLENIA EFEKTYWNOŚCI
BRONI MINOWEJ Z UWZGLĘDNIENIEM MOŻLIWOŚCI
UŻYCIA JEJ NA MORZU BAŁTYCKIM

Rozprawa doktorska

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WF
Archiwum Biura Zborów Specjalnych
Nr ewid. 40787

Opracowana pod kierownictwem naukowym

kmdr por. dypl. prof. Eugeniusza Szpituna

Rembertów listopad 1964 r.

Spis treści

| | Str. |
|---|------|
| Przedmowa. | |
| <u>Rozdział I. ZARYS HISTORYCZNY ROZWOJU MIN MORSKICH I ICH</u> <u>TAKTYCZNO-OPERACYJNEGO WYKORZYSTANIA.</u> | 4 |
| 1. Okres początkowy. | 4 |
| 2. Okres pierwszej wojny światowej /1914-1918 r./.. | 6 |
| 3. Okres międzywojenny i lata drugiej wojny światowej. | 8 |
| 4. Krótka charakterystyka działalności zagrodowo-minowej Wielkiej Brytanii, Niemiec i Stanów Zjednoczonych. | 12 |
| 5. Wojna minowa na Morzu Bałtyckim w latach 1939-45. | 19 |
| 6. Doświadczenia wojny koreańskiej i operacji sueskiej. | 26 |
| <u>Rozdział II. OCENA EFEKTYWNOŚCI BRONI MINOWEJ W OPARCIU</u> <u>O ANALIZĘ DOŚWIADCZEŃ DRUGIEJ WOJNY ŚWIATOWEJ.</u> | 29 |
| 1. Rozważania wstępne. | 29 |
| 2. Analiza wskaźników efektywności uzbrojenia minowego. | 31 |
| 3. Podsumowanie i wnioski. | 39 |
| <u>Rozdział III. WŁAŚCIWOŚCI TAKTYCZNE, DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE I KIERUNEK ROZWOJU WSPÓŁCZESNYCH MIN MORSKICH ORAZ MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ICH W WARUNKACH UŻYCIA BRONI ATOMOWEJ I RAKIETOWEJ.</u> | 45 |
| 1. Właściwości taktyczne i dane taktyczno-techniczne współczesnych min morskich. | 45 |
| 2. Kierunki rozwoju współczesnych min morskich. | 49 |
| 3. Wpływ broni atomowej i raketowej na możliwość wykorzystania uzbrojenia minowego. | 57 |
| <u>Rozdział IV. METODYKA OKREŚLENIA EFEKTYWNOŚCI MIN I ZAGRÓD MINOWYCH.</u> | 62 |
| 1. Kryteria efektywności min i zagród minowych. | 62 |
| 2. Prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na minach. | 64 |
| 3. Prawdopodobne straty okrętów na minach przy forsowaniu zagrody minowej. | 93 |
| 4. Działanie rażące min na okręty. | 106 |
| 5. Strefa rażenia i reagowania miny. | 116 |
| 6. Odporność przeciwtrałowa min i zagród minowych.. | 132 |
| 7. Żywotność i okres służby bojowej min. | 139 |
| 8. Ekonomiczne koszty stworzenia wymaganego stopnia niebezpieczeństwa minowego. | 145 |

| | Str. |
|--|---------|
| <u>Rozdział V. ANALIZA TAKTYCZNYCH WŁAŚCIWOŚCI RÓŻNYCH</u> | |
| <u>RODZAJÓW NOSICIELI MIN I ICH MOŻLIWOŚCI.</u> | 150 |
| 1. Rozważania wstępne. | 150 |
| 2. Odporność nosicieli min na przeciwdziałanie ze strony przeciwnika. | 153 |
| 3. Koszt produkcji lub aktualna wartość nosiciela.... | 158 |
| 4. Promień taktyczny nosicieli min. | 160 |
| 5. Zapas bojowy min. | 161 |
| 6. Dokładność postawienia min. | 162 |
| 7. Czas niezbędny na postawienie zagrody minowej. . . | 167 |
| <u>Rozdział VI. WARUNKI I OGÓLNE ZASADY TAKTYCZNO-OPERACYJNEGO</u> | |
| <u>WYKORZYSTANIA MIN MORSKICH NA MORZU BAŁTYCKIM. . .</u> | 171 |
| 1. Analiza warunków fizyczno-geograficznych i ich wpływ na wykorzystanie min. | 171 |
| 2. Ogólny optymalny wariant taktyczno-operacyjnego wykorzystania min przez stronę "Wschodnią". . . . | 174 |
| 3. Ogólny optymalny wariant taktyczno-operacyjnego wykorzystania min przez stronę "Zachodnią". . . . | 178 |
| <u>ZAŁĄCZNIKI NR 1-5.</u> | |
| Tabela 43. Wartości $P_z = f/\alpha; \gamma/$ | 180-182 |
| Tabela 44. Wartości $N = f / p; P_m \gg 1/$ | 183-187 |
| Tabela 45. Wartości $P_m = 1 - C^{-np}$ | 188 |
| Tabela 46. Wartości $R_m = f / K; G; \delta/$ | 189-190 |
| Tabela 47. Wartości $d, N_L, n_m = f / P_m; B_r; d_{min}/$ | 191-201 |
| Spis literatury. | 202 |

P r z e d m o w a

W pracy niniejszej zwróciłem główną uwagę na metodykę określenia efektywności min i zagród minowych.

Opracowana metodyka, ujmująca zasadnicze czynniki i kryteria wpływające na efektywność min i zagród minowych w postaci konkretnych zależności analitycznych, pozwala na teoretyczne uzasadnienie i wybór optymalnych wariantów i sposobów taktyczno-operacyjnego wykorzystania broni minowej przy założeniu określonych parametrów sytuacji wyjściowej.

W oparciu o nią można ocenić z punktu widzenia efektywności poszczególne rodzaje i typy min oraz dokonać prawidłowego ich wyboru, pod względem jakościowym i ilościowym, dla wykonania postawionych zadań zaczepnych i obronnych, przy określonych danych taktyczno-technicznych okrętów przeciwnika, częstości żeglugi i parametrach warunków fizyczno-geograficznych rejonu.

Możliwość otrzymania konkretnych wskaźników liczbowych pozwala na dokonanie porównania efektywności min morskich z innymi rodzajami uzbrojenia w walce na morzu pod względem taktycznym i ekonomicznym.

W pracy tej starałem się zbudować możliwie uniwersalny system metodologiczny, który w ręku oficerów specjalistów broni podwodnej i operatorów mógłby stanowić narzędzie analizy konkretnych warunków i optymalnego planowania użycia broni minowej.

W tym też celu unikałem przykładów obejmujących pojedyncze elementy konkretnej sytuacji na konto obliczeń obejmujących dowolny zakres praktycznego zastosowania, wyniki których ujęte są w tabelach zamieszczonych w środku pracy lub w postaci załączników.

W dwóch pierwszych rozdziałach poświęciłem wiele uwagi zagadnieniu taktyczno-operacyjnego wykorzystania uzbrojenia minowego w drugiej wojnie światowej i ocenie jego efektywności. Kierowałem się przy tym przeświadczeniem, że obróbka danych statystycznych, analiza i uogólnienie doświadczeń drugiej wojny światowej pod kątem oceny efektywności broni minowej odpowie na pytanie, czy celowe jest jej

użycie w ewentualnej przyszłej wojnie, a zatem i prowadzenie pracy naukowo-badawczej w obranym przeze mnie kierunku. Uzyskane wyniki okazały się bardzo zachęcające do dalszej pracy i stawiają miny morskie w rzędzie bardzo skutecznego, efektywnego i opłacalnego rodzaju uzbrojenia w walce na morzu.

Wyniki te w powiązaniu z rozdziałem trzecim niniejszej pracy pozwalają na właściwe określenie miejsca, rangi i perspektyw broni minowej w świetle współczesnych założeń prowadzenia działań wojennych na morzu z użyciem broni jądrowej i raketowej.

Analiza zamieszczonych materiałów w tych rozdziałach zastąpiła również doświadczenia i eksperymenty niezbędne dla poparcia teoretycznych rozważań w rozdziałach następnych, a których przeprowadzenie w dobie pokojowej nie jest możliwe.

Doświadczenia wojenne i obliczenia wskazują, iż wysoką efektywność min morskich można osiągnąć przy zmasowanym ich użyciu w określonym czasie i rejonie, skąd wypływają odpowiednie wymagania dotyczące ilości i jakości niezbędnych nosicieli min.

Właściwe sprecyzowanie tych wymagań w każdej konkretnej sytuacji może być ustalone za pomocą wstępnej, ukierunkowanej właściwie analizy i odpowiednich wyliczeń. Kierunek takiej analizy i metodykę obliczeń starałem się znaleźć w rozdziale piątym, wyjawiając przy tym możliwości naszych okrętów i samolotów jako nosicieli min.

Ogólne zasady taktyczno-operacyjnego wykorzystania min na Morzu Bałtyckim we współczesnej sytuacji polityczno-militarnej i istniejących warunkach fizyczno-geograficznych oraz globalne wyniki obliczeń przytoczone w rozdziale szóstym mogą ulec zmianie i zostać bardziej dokładnie sprecyzowane przy szczegółowych założeniach charakteru planowanych ewentualnych działań bojowych w tym rejonie.

Ogólnie należy stwierdzić, że rozpatrzone w niniejszej pracy zagadnienia nie znajdują odzwierciedlenia w dotychczasowej fachowej literaturze wojskowej wcale, bądź też potraktowane są w sposób ogólnikowy.

Trudności w tym zakresie napotykałe w czasie ćwiczeń i gier wojennych oraz luki w przedmiocie "taktyka minowania i trałowania" wykładanym słuchaczom Wyższej Szkoły Marynarki Wojennej i oficerom Marynarki Wojennej na kursach doskonalenia skłoniły mnie do podjęcia tych zagadnień w ramach niniejszej rozprawy.

*Odbito w 48 egz
Broszura w/1000. ONB
atankam Lady Mark*

Promotorowi Kmdr.por. prof. E. Szpitunowi, Szefowi Katedry Broni Podwodnej kmdr.ppor. mgr inż. J. Maltowskiemu i Starszemu Inspektorowi d/s Broni Podwodnej Marynarki Wojennej Kpt.mar. dypl. Z. Frankowiczowi - dziękuję za cenne uwagi.

Wyrazy podziękowania składam Kmdr ppor.mgr H. Barańskiemu i pracownikom Ośrodka Obliczeniowego WSMW za pomoc w wyliczeniu przy pomocy elektronicznych maszyn cyfrowych części załączonych tabel oraz Szefowi Wydziału Naukowo-Badawczego Kmdr ppor.dr W. Wojnowskiemu i Szefowi Wydziału Wydawniczego Kmdr ppor. S. Samkowi za organizacyjną i techniczną pomoc w wydaniu pracy.

Z wdzięcznością muszę podkreślić przychylny stosunek do mojej pracy i okazaną pomoc ze strony Komendy Wyższej Szkoły Marynarki Wojennej i Akademii Sztabu Generalnego oraz oficerów Oddziału I, II, VII i IX Sztabu Głównego Marynarki Wojennej.

R o z d z i a ł I

ZARYS HISTORYCZNY ROZWOJU MIN MORSKICH I ICH TAKTYCZNO OPERACYJNEGO-WYKORZYSTANIA

1. O k r e s p o c z ą t k o w y .

Myśl o wykonaniu uderzenia w podwodną część kadłuba okrętu przeciwnika jest stara jak stara jest żegluga morska i walki morskie. Pojawiła się ona w wyniku tego, że pierwotne "machiny" miotające kamienie, a następnie artyleria okrętowa wyrządzała mniejsze lub większe szkody w nadbudówkach okrętu pozostawiając mu zdolność utrzymywania się na wodzie.

Pierwszym rodzajem uderzenia w podwodną część kadłuba okrętu nieprzyjaciela prowadzącym do utraty pływalności było taranowanie. Ten rodzaj uderzenia okazał się jednak bardzo niewygodny, gdyż doznawane uszkodzenia i straty były często obustronne.

Z chwilą rozpowszechnienia użycia prochu powstała myśl skonstruowania podwodnego ładunku wybuchowego z możliwością poderwania /zdetonowania/ go pod kadłubem okrętu przeciwnika. Myśl tę w praktyce urzeczywistnił rosyjski wykładowca artylerii i fortyfikacji Morskiego Korpusu Kadetów ppłk J.J. Fictum, który w 1807 r. skonstruował ładunek podwodny z prochu czarnego ustawiany na dnie i podrywany przy pomocy lontu prochowego z brzegu. Jemu też należy przypisać ideę powodowania wybuchu ładunku miny za pomocą prądu elektrycznego, którą wprowadził w życie P.Ł. Szilling. Uczony rosyjski Szilling w 1812 r. spowodował wybuch miny za pomocą zapalnika elektrycznego pod wpływem prądu galwanicznego doprowadzonego do miny przewodem miedzianym z ład. Dzięki temu Rosja stała się ojczyzną narodzin nowego i groźnego środka bojowego w walce na morzu, jakim jest mina morska.

Podobne eksperymenty przeprowadzono w Stanach Zjednoczonych Ameryki w 1829 r., a w Anglii w 1837 r. W latach 1840-1847 znakomity fizyk rosyjski akademik B.S. Jakobi opracował kilka typów min galwa-

nicznych i elektryczno-uderzeniowych. Były to miny kotwiczne, stawiane na żądane zanurzenie wg zmierzanej głębokości.

Dla opracowania nowych rozwiązań konstrukcyjnych min została powołana w owym czasie specjalna grupa ludzi na czele z B.S. Jakobią. W skład tej grupy wchodziłi tacy uczeni, jak P.L. Czebyszew i E.H. Lenc oraz wybitni specjaliści wojskowi. Dalszy rozwój min we flocie rosyjskiej był uzależniony od ogólnego rozwoju i postępu w nauce i technice w Rosji.

W działaniach bojowych na morzu miny zostały zastosowane po raz pierwszy w czasie wojny krymskiej /1853-1856/ przez flotę rosyjską dla obrony rejonów umocnionych oraz portów od strony morza na Morzu Bałtyckim i Czarnym, np. dla obrony podejść do Kronsztadtu postawiono 372 min galwanicznych i 850 uderzeniowych /pirotechnicznych/ z ładunkiem 4-6 i 15 kg prochu czarnego, konstrukcji Jakobiego. Zagrody minowe były stawiane w rejonie zasięgu artylerii nadbrzeżnej, co dało początek pozycji minowo-artyleryjskiej. Pod Kronsztadtem poderwały się na minach cztery fregaty angielskie, które zostały uszkodzone, lecz nie utraciły swej pływalności dzięki małemu ładunkowi min; niemniej jednak miny okazały się skutecznym środkiem bojowym w obronie rejonów umocnionych i portów od strony morza. Ogółem w czasie wojny krymskiej na Morzu Bałtyckim i Morzu Czarnym postawiono około 2600 min.

W czasie wojny rosyjsko-tureckiej /1877-1878 r./ postawiono 1700 min o wadze ładunku wybuchowego 16+24 kg. Flotyllą kutrów stawiających miny dowodził w tym czasie kapitan pierwszej rangi Makarow. Późniejszy znakomity dowódca i uczonego admirał S.O. Makarow wysoko ocenił miny morskie oraz przewidział ich rolę i znaczenie w przyszłych wojnach pisząc: "Według mego mniemania, w przyszłych wojnach broń minowa odegra olbrzymią rolę".^{*/}

W 1882 roku lejtnant N.N. Azarow przedłożył sposób automatycznego ustawiania się min na żądanym zanurzeniu przy pomocy ciężarka, który stosowany jest powszechnie po dzień dzisiejszy. Dzięki temu proces stawiania min z okrętów znacznie uprościł się i powstała możliwość stawiania ich dalej od brzegów, na większych głębokościach.

*/ S.W. Rogulin - "Rozwój broni minowej we flocie rosyjskiej" /wyjāti/, wyd. Oficerska Szkoła Marynarki Wojennej - 1953 r.
str. 12.

W końcu 1880 roku w Rosji opracowano projekt okrętu nowej klasy - stawiacza min, według którego zbudowano w 1892 r. pierwsze stawiacze min "Bug" i "Dunaj".

W czasie wojny rosyjsko-japońskiej /1904-1905/ flota rosyjska stawiała miny kotwiczne, galwaniczno-uderzeniowe i galwaniczne o zwiększonym ładunku wybuchowym wynoszącym 32-57 kg piroksyliny.

Ogółem w rejonie Port-Arturu i Władywostoku Rosjanie postawili 4113 min, na których poderwało się i utonęło 13 okrętów japońskich /główne straty we flocie japońskiej za czas wojny/.

Tak np. na zagrodzie minowej złożonej z 50 min, którą postawił stawiacz min "Amur" w odległości 10÷11 Mm od Port-Arturu zatoneły dwa pancerniki japońskie. Ogólnie strony walczące postawiły za czas wojny 6365 min.

Sukces min w wojnie rosyjsko-japońskiej przekonał wszystkie mocarstwa morskie o ich skuteczności. Od tego czasu prawie wszystkie państwa morskie położyły nacisk na rozwój i produkcję min oraz środków obrony i walki z nimi.

W 1907 roku we flocie rosyjskiej, a następnie w innych flotach pojawia się nowa klasa okrętów - trałowce.

Zwrócono również uwagę na obronę podwodną okrętów zwiększając odporność kadłubów budowanych okrętów na wybuchy podwodne.

2. O k r e s p i e r w s z e j w o j n y ś w i a t o - w e j / 1 9 1 4 - 1 9 1 8 / .

W pierwszej wojnie światowej mina morska stała się środkiem bojowym masowego użycia, o czym świadczy fakt, że na okres wojny strony walczące postawiły około 310 tys. min, z czego 2/3 użyto w zagrodach obronnych, a 1/3 w zaczepnych.

Miny wykorzystywane były w walce na morzu przez wszystkie państwa morskie biorące udział w wojnie, co widać z przytoczonej tabeli nr 1. Miny używano w celach obronnych i zaczepnych stawiając przed zagrodami minowymi różne zadania operacyjno-taktyczne.

W ciągu wojny od min utonęło 202 okrętów bojowych nie licząc trałowców, w tym 9 okrętów liniowych, 10 krążowników, 106 torpedowców i 58 okrętów podwodnych, a znaczna ilość jednostek została uszkodzona. Niemcy stracili około 100 okrętów, z czego około 50 % na Morzu Bałtyckim /40 zatopionych i 20 ciężko uszkodzonych okrętów bojowych/.

Tabela 1.

Przybliżone zużycie min w pierwszej wojnie światowej /1914-1918 r./.

| Lp. | Państwo | Ilość postawionych min | U w a g i : |
|-----|-------------------|------------------------|---|
| 1. | Wielka Brytania | 129.000 | Niniejsza tabela została zestawiona w oparciu o materiały radzieckie. |
| 2. | Stany Zjednoczone | 57.600 | |
| 3. | Rosja | 52.100 | |
| 4. | Niemcy | 45.000 | |
| 5. | Włochy | 12.000 | |
| 6. | Austro-Węgry | 6.000 | |
| 7. | Francja | 5.000 | |
| 8. | Dania | 1.200 | |
| 9. | Turecja | 900 | |
| 10. | Norwegia | 400 | |
| 11. | Państwa pozostałe | 600 | |
| | R a z e m : | 309.800 | |

Jeszcze większych strat doznały floty handlowe państw walczących, gdyż na minach poderwało się i zatonięło 586 statków różnych bander, nie licząc jednostek uszkodzonych.

Jeśli uwzględnić tylko zatopione okręty bojowe i statki, to na każdą zatopioną jednostkę przypada globalnie 393 min, a zatem uzbrojenie minowe okazało się dostatecznie efektywne. Z ogólnej ilości około 310 tys. wystawionych przez państwa walczące 96 % min postawiły okręty nawodne, a 4 % okręty podwodne. Wyjątek stanowi 70 min, które Niemcy postawili w Zatoce Ryskiej przy pomocy samolotów.

Za okres wojny wypracowano zasady taktyki wykorzystania min z okrętów nawodnych różnych klas. Nową działalność bojową okrętów podwodnych - stawianie min - zapoczątkował rosyjski podwodny stawiacz min "Krab" projektu M.P. Naletowa, zbudowany na stoczni w Nikołajewie. Na początku wojny na minach skrycie postawionych przez niego w cieśninie Bosfor poderwał się niemiecki krążownik "Breslau".

Okręty podwodne zaczęto używać do skrytego stawiania min w celach zaczepnych u wybrzeży przeciwnika, w oddalonych rejonach. Tak np., latem 1918 r. amerykański pancernik "San Diego" poderwał się na minie

postawionej przez niemiecki okręt podwodny u wybrzeży Ameryki i w ciągu pół godziny zatonał.

Ogólnie we wszystkich państwach uczestniczących w wojnie dominującą miną była kotwiczna mina galwaniczno-uderzeniowa.

Na początku wojny powstaje również mina antenowa przeznaczona do walki z nowopowstałą klasą okrętów - okrętami podwodnymi. Miny antenowe stawiane wspólnie z minami galwaniczno-uderzeniowymi przez siły anglo-amerykańskie w rejonie Helgolandu i w kanale La Manche oraz na Morzu Północnym były skuteczną przeszkodą dla działalności niemieckich okrętów podwodnych.

W trakcie pierwszej wojny światowej wyjawiono następujące braki min:

1. mały ciężar, a stąd i mała moc niszcząca ładunku wybuchowego;
2. niedostateczna długość minliny;
3. mała odporność przeciwtrażowa;
4. ograniczony okres służby bojowej /mała żywotność min/.

Jakość ówczesnych min odzwierciedla tabela nr 2.

Tabela 2

Zasadnicze dane taktyczno-techniczne min będących na uzbrojeniu floty rosyjskiej w latach 1914-1918.

| typ miny dane takt.-techniczne | "1908" | "1912" | "1016" | "Ribk" | "S" | "PT-100" |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-----|----------|
| ciężar ogólny | 500 | 600 | - | 180 | 310 | - |
| ciężar ładunku wybuchowego | 113 | 100 | 100 | 8 | 10 | 100 |
| długość minliny | 110 | 132 | 400 | 110 | 132 | 132 |
| zanurzenie | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,3 | 1,0 | 1,2 |
| minimalny odstęp między minami. | 35 | 30 | 30 | 15 | 15 | 30 |

3. Okres międzywojenny i lata drugiej wojny światowej.

W okresie między pierwszą a drugą wojną światową w dziedzinie techniki minowej większość państw ograniczała się jedynie do nieznacz-

nych udoskonaleni istniejących wówczas kotwicznych min kontaktowych. Udoskonalenia szły po linii usunięcia lub zmniejszenia braków min z okresu pierwszej wojny światowej wymienionych w poprzednim punkcie. Jeżeli inne parametry min kotwicznych łatwo było zmienić, to podniesienie odporności przeciwtrażowej napotykało na duże trudności.

W latach dwudziestych na uzbrojeniu szeregu flot pojawiły się protektory pól minowych, które wprawdzie zapewniały większą odporność przeciwtrażową zagród minowych, lecz nadawały się w zasadzie do użycia tylko w zagrodach obronnych. Analiza efektywności walki z minami w okresie pierwszej wojny światowej wykazała, że zarówno traży kontaktowe będące na uzbrojeniu trażowców, jak i indywidualne traży - ochraniacze typu "parawan" zastosowane przez Anglików okazały się skutecznym środkiem w walce z minami kotwicznymi.

Fakt powyższy w powiązaniu z małymi głębokościami panującymi na Morzu Bałtyckim i Północnym skłonił Niemców do skonstruowania miny dennej niekontaktowej reagującej na pole magnetyczne okrętu. W 1920 roku niemiecka marynarka wojenna zwróciła się do prof. Bestelmayera zajmującego się zagadnieniami magnetycznymi na Uniwersytecie w Getyndze i Breifswaldzie, z propozycją opracowania magnetycznego urządzenia zapalającego do min.

Prowadzone w ścisłej tajemnicy prace pod kierunkiem prof. Bestelmayera przy współudziale jego asystenta dra Blamberg'a i inżynierów Krügera i Bauermeistera zostały uwieńczone sukcesem. W roku 1929 zbudowano pierwszą partię min magnetycznych wynoszącą 50 sztuk.

Miny te posiadały 800 kg materiału wybuchowego i kadłub w kształcie półkuli z materiału antymagnetycznego /stop aluminium/. W 1935 roku Niemcy posiadali już miny magnetyczne przystosowane do stawiania z wyrzutni torpedowych okrętów podwodnych. Miały one długość 2300 mm, średnicę 530 mm, materiał wybuchowy ważył 580 kg, a ciężar całkowity wynosił 740 kg. Później mina tego typu została zwiększona, długość jej wzrosła do 3400 mm, materiał wybuchowy do 935 kg, a ciężar do 1115 kg. Od 1930 r. Niemcy zaczęli opracowywać konstrukcję lotniczej miny magnetycznej.

Przy pomocy spadochronu opadanie miny zostało zredukowane do 16 m/sek. Skonstruowano dwa typy min lotniczych: pierwszy - o ciężarze całkowitym 500 kg i 300 kg materiału wybuchowego, którego prototyp wykonano w 1934 roku oraz drugi - o ciężarze całkowitym 1000 kg i 700 kg materiału wybuchowego, zbudowany w dwa-trzy lata później.

W chwili wybuchu drugiej wojny światowej gotowych było kilkaset min jednego i drugiego typu. Lotnictwo niemieckie bardziej niż marynarka widziało w minach skuteczny środek walki na morzu. Goering żądał, aby do kwietnia 1942 roku lotnictwo mogło dysponować zapasem około 50 tys. min lotniczych. Oprócz wymienionych min dennych, Niemcy zbudowali także lotniczą minę kotwiczną o ciężarze całkowitym 1050 kg i 290 kg materiału wybuchowego. Użycie przez Niemców, po wybuchu drugiej wojny światowej, dennych min magnetycznych na przybrzeżnych wodach angielskich zdezorganizowało w poważnym stopniu żeglugę morską w tym rejonie, gdyż istniejące wówczas trałowce przystosowane były wyłącznie do walki z minami kotwicznymi kontaktowymi. We wrześniu i październiku 1939 r. sprzymierzeni stracili na minach niemieckich 19 statków o łącznym tonażu 59027 BRT, w listopadzie - 27 statków /120957 BRT/, a w grudniu 32 statków /82557 BRT/.

W tym też czasie zatoneły dwa angielskie niszczyciele i jeden patrolowiec. Ze względu jednak na mały zapas min magnetycznych /1500/ Niemcy nie zdołali osiągnąć zamierzonego taktycznego i technicznego zaskoczenia przeciwnika. Pod koniec listopada 1939 roku w ręce Anglików wpadły dwie niemieckie miny magnetyczne, które zrzucone były z samolotów i utkwily w mule Tamizy koło Shoeburyness. Były to miny z magneto-statycznymi urządzeniami zapalającymi, działającymi pod wpływem bezwzględного przyrostu składowej pionowej pola magnetycznego okrętu ΔH_z , podobnie jak wszystkie inne urządzenia zapalające stosowane przez Niemców w minach magnetycznych do końca wojny.

Po rozbrojeniu przez Anglików podniesionych min i zdjęciu parametrów urządzenia zapalającego opracowano metodę częściowej kompensacji pola magnetycznego okrętu przy pomocy urządzeń demagnetyzacyjnych znanych pod nazwą "degaussing" i prototyp współczesnych trałów elektromagnetycznych elektrodowych. Równocześnie w Anglii rozpoczęto gorączkowe prace nad skonstruowaniem własnej miny magnetycznej i już w dniach od 13 do 25 kwietnia 1940 r. Anglicy postawili w przybrzeżnych wodach niemieckich 160 min magnetycznych. Angielskie miny posiadały magneto-dynamiczne urządzenia zapalające działające pod wpływem określonej wielkości przyrostu składowej poziomej pola magnetycznego

x/ Przy opisie rozwoju min magnetycznych w latach międzywojennych wykorzystano artykuł inż. Wojciecha Terecha pt. "Rozwój i wykorzystanie broni minowej w dwóch wojnach światowych i wojnie koreańskiej". PM nr 10, 1958 r., str.20-21.

okrętu w czasie $\frac{dH_{x,y}}{dt}$. Produkcja angielskich min magnetycznych zwanych popularnie minami indukcyjnymi była łatwiejsza i znacznie tańsza w porównaniu z niemieckimi. Wynikało to stąd, że niemieckie miny magnetyczne były pod względem konstrukcyjnym bardziej skomplikowane i wymagały stosowania do ich budowy wyłącznie materiałów amagnetycznych.

Niemcy w krótkim czasie poznali szczegóły konstrukcyjne min angielskich, lecz produkować tego typu min nie mogli ze względu na brak niklu, którego do ówczesnej konstrukcji rdzenia cewki indukcyjnej trzeba było około 6 kg. Cenili przy tym również lepszą lokalizację wybuchu miny w stosunku do okrętu, jaką zapewniały magnetyczne urządzenia zapalające. Przystępując do masowej produkcji min niekontaktowych Niemcy szukali dróg obniżenia kosztów produkcji i technicznego zaskoczenia przeciwnika. W wyniku tych poszukiwań zostały skonstruowane miny akustyczne, a następnie ciśnieniowe.

Miny akustyczne Niemcy postawili po raz pierwszy 28 sierpnia 1940 r., które również w krótkim czasie zdobyli i poznali Anglicy.

W listopadzie 1940 r. Anglicy wprowadzili na uzbrojenie swoich trałowców trały akustyczne. Podobnie jak w przypadku użycia min magnetycznych, Niemcy popełnili zasadniczy błąd taktyczny rozpoczynając akcje minowania nowymi typami min przy ograniczonym ich zapasie. W rezultacie zanim przemysł niemiecki zdążył wyprodukować większą ilość min, Anglicy znali je już i dysponowali środkami do walki z nimi.

Wprawdzie wojskowi historycy niemieccy rekrutujący się z byłych wyższych oficerów Kriegsmarine, jak np. Fridrich Ruge pomniejszają ten błąd twierdząc, że użycie nawet niewielkich ilości nowych i nieznanymi min zmuszało Anglików do poświęcenia wiele uwagi obronie przeciwminowej. Wciągnięcie zaś dużej ilości uczonych i specjalistów wojskowych do kosztownych prac naukowo-badawczych oraz wydzielenie licznych sił lekkich floty do walki z zagrożeniem minowym sprzyjało niemieckim okrętom podwodnym w osiągnięciu większych sukcesów na morskich i przybrzeżnych liniach komunikacyjnych przeciwnika.

Nie negując tej zależności należy stwierdzić, iż masowe użycie nowych rodzajów min wpłynęłoby na osiągnięcie większych sukcesów zarówno przez broń minową, jak i okręty podwodne.

Prace naukowo-badawcze w zakresie możliwości wykorzystania pola ciśnieniowego okrętów w technice minowej były prowadzone równocześnie przez Niemców i Anglików z udziałem wybitnych naukowców w tej dzied-

dzinie, jak np. w Anglii prof. G. Taylor, T.H. Havelock, prof. dr B. Haigh i inni. Już w 1940 r. Anglicy przeprowadzając doświadczenia z modelami okrętowymi w basenie doświadczalnym Zakładów Broni Podwodnej Admiralicji Brytyjskiej w Haslar doszli do wniosku, że Niemcy mogą wykorzystać pole ciśnieniowe okrętów i skonstruować miny bardzo trudne do wytrażowania.

Prof. dr B. Haigh przeprowadził szereg doświadczeń z modelami poszczególnych klas okrętów w celu ustalenia rozkładu izobar przy różnych szybkościach okrętów i głębokościach rejonu. W oparciu o te doświadczenia w Anglii wyprodukowano minę ciśnieniową /prawdopodobnie w 1941 r./ oraz przygotowano tabele bezpiecznych szybkości dla okrętów różnych klas i, różnych dostępnych dla min dennych, głębokości morza. Admiralicja brytyjska nie zdecydowała się na użycie swoich min ciśnieniowych w obawie przed możliwością wykorzystania tej zasady przez Niemców.

Informacje uzyskane przez Anglików po zakończeniu wojny wykazały, że Niemcy również posiadali podobne miny wcześniej, lecz kierowali się podobnymi względami i dopiero zmuszeni koniecznością, mając całkowitą pewność, iż nie będą musieli tych min trażować, postawili je pierwsi przy wybrzeżach Normandii, a później Holandii /latem 1944 r./.

Tak więc druga wojna światowa przyniosła dalszy poważny rozwój jakościowy uzbrojenia minowego.

4. K r ó t k a c h a r a k t e r y s t y k a d z i a - ł a l n o ś c i z a g r o d o w o - m i n o w e j W i e l k i e j B r y t a n i i , N i e m i e c i S t a n ó w Z j e d n o - c z o n y c h A.P.

S i ł y M o r s k i e W i e l k i e j B r y t a n i i -
rozpoczęły stawianie obronnych zagród minowych już w pierwszych dniach wojny, stawiając miny w dniach 3 i 4 września 1939 r. u wejścia do zatok Firth of Clyde i Firth of Forth, a 11 i 16 września w rejonie Dover. W ciągu pierwszych czterech miesięcy wojny Anglicy postawili szereg obronnych zagród minowych w kanale La Manche i wzdłuż swych południowo-wschodnich wybrzeży.

Zagrody te miały na celu:

1. wzmocnić system obrony przeciwdesantowej wybrzeża;

2. uniemożliwić niemieckim okrętom podwodnym przedostawanie się na Atlantyk przez kanał La Manche;
3. podnieść bezpieczeństwo żeglugi przybrzeżnej.

Po zajęciu przez Niemców Norwegii Anglicy przedkłużyli swoje przybrzeżne pola minowe na całą długość wschodnich wybrzeży, patrz rysunek nr 1.^{x/} Ten gigantyczny pas zagród minowych powstał w wyniku obawy Anglików przed inwazją niemiecką na Wyspy Brytyjskie oraz konieczności ochrony przed okrętami podwodnymi najważniejszych komunikacji morskich, wzdłuż wschodniego wybrzeża Anglii. W latach 1940-1943 rozbudowywano sukcesywnie system pól minowych w pasie między Hebrydami a Wyspami Owczymi i Islandią mających zamknąć niemieckim okrętom podwodnym dostęp z Morza Północnego na Atlantyk, by uniemożliwić im atakowanie statków i konwojów między Ameryką i Anglią. Zagrody te były jednak mało skuteczne, gdyż niemieckie okręty podwodne forsowały je i przedzierały się na Atlantyk. Działalność minowo-zagrodowa w celach zaczepnych angielskich sił morskich była opóźniona ze względu na brak nadających się do tego celu min. Miny kontaktowe kotwiczne stawiane w celach zaczepnych z początkiem 1940 roku nie przyniosły żadnych efektów, gdyż z minami tymi bez trudności i strat dawały sobie radę niemieckie trałowce. Dopiero z chwilą wejścia na uzbrojenie miny indukcyjnej /kwiecień 1940 r./ Anglicy głównie przy pomocy lotnictwa rozpoczęli ożywioną działalność zagrodowo-minową w celach zaczepnych, stawiając miny w ujściach rzek, na podejściach do portów i przybrzeżnych liniach komunikacyjnych. Ogólnie do stawiania zagród minowych Anglicy wydzielili 1 krążownik, 8 szybkich stawiaczy min specjalnej budowy, 10 stawiaczy min przebudowanych ze statków handlowych, 48 niszczycieli, 7 okrętów podwodnych, dziesiątki kutrów i dużą ilość samolotów bojowych. W okresie wojny ze środków tych przeciwnik zniszczył w czasie stawiania min 1 szybkości stawiacz min, 2 niszczyciele, 4 okręty podwodne, 4 małe okręty nawodne i około 500 samolotów. Ogólną ilość min postawionych przez siły morskie Anglii w okresie drugiej wojny światowej obrazuje tabela nr 3.

x/ Por.: J. Lipiński - Druga wojna światowa na morzu. Wydawnictwo Morskie, Gdynia 1962 r., str.47.

Tabela 3^{sz}/

Ogólna ilość min angielskich postawionych w czasie drugiej wojny światowej przez poszczególne rodzaje nosicieli.

| Rodzaje nosicieli min | Ilość postawionych min | |
|---------------------------------------|------------------------|-------|
| | sztuk | % |
| Szybkie stawiacze min | 30.707 | 11,7 |
| Niszczyciele | 6.754 | 2,6 |
| Stawiacze min przebudowane ze statków | 144.021 | 34,6 |
| Kutry itp. | 24.417 | 9,3 |
| Okrety podwodne | 3.283 | 1,2 |
| Lotnictwo | 54.194 | 20,6 |
| R a z e m : | 263.376 | 100,0 |

W zagrodach zaczepnych Anglicy postawili 76 tys. min, co stanowi 29 % ogólnej ilości min postawionych przez nich w czasie wojny.

Podział min na poszczególne rodzaje nosicieli obrazuje tabela nr 4.

Tabela 4^{sz}/

Ilość min w liczbach przybliżonych postawionych przez poszczególne rodzaje nosicieli w celach zaczepnych.

| Rodzaje nosicieli min | Ilość postawionych min | |
|---------------------------------------|------------------------|-------|
| | sztuk | % |
| Lotnictwo | 55.000 | 73 % |
| Szybkie stawiacze min i niszczyciele. | 11.000 | 15 % |
| Kutry torpedowe i desantowe | 6.500 | 8 % |
| Okrety podwodne | 3.000 | 4 % |
| R a z e m : | 75.500 | 100 % |

Na angielskich minach zatoneło lub zostało uszkodzonych 1488 okrętów bojowych i statków przeciwnika, z czego 1347 jednostek pływających poderwało się na minach postawionych przez lotnictwo i 67 na minach postawionych przez okręty podwodne, co daje 40,2% i 49 min na jedną zatopioną lub uszkodzoną jednostkę pływającą przeciwnika. Jest to bardzo wysoki wskaźnik efektywności uzbrojenia minowego w walce na morzu.

N i e m i e c k i e s i ł y m o r s k i e według danych radzieckich w ciągu drugiej wojny światowej postawiły 247 tys. min. Największe nasilenie niemieckich działań zagrodowo-minowych przypadło na rejon wód północno-zachodniej Europy, gdzie Niemcy według informacji amerykańskiego czasopisma "Military Review" postawili około 126 tys. min. Z wymienionej ilości min około 80 % przypada na gigantyczny system obronnych zagród minowych wystawionych w postaci tak zwanego "wałku zachodniego" począwszy od równoleżnika 52°N do równoleżnika 62°N wzdłuż zachodnich wybrzeży Holandii, Niemiec, Danii i Norwegii, patrz rys. nr 2.*/

Zadaniem tego systemu zagród była obrona własnych przybrzeżnych linii komunikacyjnych przed atakami angielskich okrętów nawodnych i podwodnych. "Wał zachodni" miał w obronie własnych strategicznie ważnych przybrzeżnych komunikacji morskich zrekompensować przewagę floty angielskiej nad flotą niemiecką pod względem ilości dużych okrętów nawodnych. Zadanie to zostało osiągnięte. Zaczepny charakter działań zagrodowo-minowych prowadzili Niemcy przy pomocy lotnictwa, okrętów podwodnych i niszczycieli na podejściach do portów i na angielskich przybrzeżnych liniach komunikacyjnych, głównie w celu sparaliżowania żeglugi i zablokowania portów. Działalność tę cechowała wysoka skuteczność. Na 20 tysiącach dennych min magnetycznych, postawionych przez Niemców w angielskich wodach przybrzeżnych do końca 1941 r. poderwało się i zatoneło lub zostało uszkodzonych około 400 statków o łącznym tonażu ponad 1 mil. ton.

Na minach postawionych przez Niemców na wodach północno-zachodniej Europy Anglicy stracili w okresie całej wojny 281 okrętów wojennych i 296 statków handlowych. Oprócz strat, niebezpieczeństwo minowe zmuszało Anglików do użycia dużej ilości sił i środków do walki z minami.

*/ Por.: Fridrich Ruge - Der Seekrieg 1939-1945 .. Stuttgart 1954 r.

Na wodach otaczających wybrzeża brytyjskie w ciągu wojny trałowaniem zajętych było około 1000 różnych okrętów i 20 tys. ludzi.

Oprócz wymienionych rejonów Niemcy stawiali miny na większą skalę na Morzu Śródziemnym, Bałtyckim i Czarnym, głównie w celach obronnych zabezpieczając swoje komunikacje morskie i nadmorskie działania wojsk lądowych przed interwencją silniejszych flot swoich przeciwników. Charakter propagandowo-prestiżowy miało stawianie min przez okręty podwodne u wybrzeży Ameryki.

Dönitz skierował kilka okrętów podwodnych z minami ku portom Ameryki Północnej i Środkowej; w czasie od czerwca 1943 r. do kwietnia 1944 r. postawiły one w sumie 210 min w postaci łach i małych zagród minowych. Na minach tych poderwały się trzy statki. Według wypowiedzi H.B. Hagena w książce "Seemacht heute" i innych Niemcy w mniejszym stopniu niż Anglicy wykorzystywali miny w celach zaczepnych. Analiza danych zawartych w dostępnych źródłach informacji pokazuje, że zaczepna działalność minowo-zagrodowa floty i lotnictwa niemieckiego w okresie drugiej wojny światowej nosiła charakter epizodyczny, gdyż w czasie poszczególnych kampanii agresywnych, a następnie w miarę pogarszania się sytuacji na froncie wschodnim, intensywność tej działalności malała.

S t a n y Z j e d n o c z o n e A m e r y k i P ó ł -
n o c n e j dla obrony własnych portów i baz postawiły szereg od-
dzielnych zagród minowych o małej efektywności wzdłuż wybrzeża Oceanu
Spokojnego i Atlantyckiego używając starych min kotwicznych kontak-
towych, w tym również min galwanicznych z przewodami. Na uwagę zasłu-
guje zaczepna działalność minowo-zagrodowa, gdyż w odróżnieniu od in-
nych państw 2/3 min z ogólnej ilości wykorzystano w celach zaczepnych,
głównie na Oceanie Spokojnym w wojnie z Japonią. Według amerykańs-
kiego czasopisma "United States Naval Institute Proceedings" w okresie
całej wojny na minach postawionych przez Amerykanów poderwało się
ponad 2 miliony ton tonażu japońskiego, czyli około 25 % tonażu ja-
pońskiej floty handlowej z okresu przedwojennego. Na tonaż ten skła-
dają się statki o łącznym tonażu 649.736 ton, które zatoneły i statki
uszkodzone 1.377.780 ton. Uszkodzony od wybuchu miny statek wymagał
przeciętnie od 70 do 95 dni remontu, lecz Japończycy mieli poważne
trudności z remontami, ponieważ z 22 stoczni remontujących statki
handlowe aż 19 miało ograniczone możliwości z powodu zaminowania po-

dejsć i basenów przez Amerykanów. Jeżeli chodzi o okręty bojowe, to według opublikowanych przez Amerykanów w 1953 r. materiałów /"United States Navy Bureau of Ordnance in World War II"/ na minach poderwało się 146 jednostek japońskich, w tej liczbie 2 okręty liniowe, 2 lotniskowce eskadrowe, 8 krążowników, 46 niszczycieli i torpedowców oraz 7 okrętów podwodnych. Ze 146 okrętów większość uległa uszkodzeniu.

W okresie całej wojny Amerykanie postawili na wodach Japonii i okupowanych przez nią terytoriów ponad 25 tys. min różnych typów. Z liczby tej 21.389 min, a więc około 85,5 % postawiło lotnictwo, pozostałe zaś 3.611 min, czyli 14,5 % - okręty nawodne i podwodne. Miny te postawiono przeważnie w celach zablokowania baz i portów, przez które przechodziło zaopatrzenie dla walczących wojsk japońskich oraz sparaliżowania przewozów drogą morską ropy naftowej i smarów dla przemysłu. Lotnictwo amerykańskie wykonało z minami 4.760 samoloto-wylotów. Średnio każdy samolot zabierał 4-5 min, zaś samoloty typu "B-29", posiadający większy udźwig zabierały od 7 do 12 min niekontaktowych dennych o wadze materiału wybuchowego 540 kg i 275 kg. Okręty podwodne w latach 1942-45 wykonały 35 wyjść na stawianie min, głównie w rejon Morza Południowo-Chińskiego oraz przybrzeżnych wód Indochin i Wysp Indonezyjskich, stawiając niekontaktowe denne miny z wyrzutni torpedowych. W oddzielnych wypadkach okręty podwodne jednorazowo zabierały po 32 miny. Ogólnie okręty podwodne postawiły około 1000 min, co stanowi 4 % z 25 tys. min postawionych na Oceanie Spokojnym w celach zaczepnych.

Amerykańską wojnę minową na japońskich liniach komunikacyjnych można ująć w dwie kampanie: tzw. kampanię strefy zewnętrznej i kampanię strefy wewnętrznej. Kampania strefy zewnętrznej rozpoczęła się w końcu 1942 r. i trwała do końca marca 1945 r. Głównym jej zadaniem było minowanie linii komunikacyjnych, baz i portów na terytoriach okupowanych przez Japonię, położonych w dużej odległości od macierzystych wysp japońskich. Amerykanie starali się w ten sposób utrudnić zaopatrzenie i uzupełnienie wojsk japońskich na terytoriach okupowanych oraz uniemożliwić przewóz surowców z rejonów południowo-wschodniej części Oceanu Spokojnego. Podczas trwania tej kampanii amerykańskie samoloty, okręty nawodne i podwodne postawiły około 13000 min w ponad 150 okupowanych przez Japończyków portach i na podejściach do nich. Na minach tych poderwało się 355 japońskich

statków handlowych o ogólnym tonażu 776.260 ton. Z liczby tej 201 statków utonęło, a 154 zostało poważnie uszkodzonych. W marcu 1945 r. rozpoczęła się tzw. kampania strefy wewnętrznej. Trwała ona do końca wojny. Przed rozpoczęciem jej Amerykanie poczynili staranne przygotowania. Wykorzystując doświadczenia angielskie, w 1944 r. zorganizowali w siłach morskich specjalną grupę badawczą mającą na celu zwiększenie efektywności broni minowej przez udoskonalenie posiadanych typów min i sposobów ich wykorzystania. W grupie tej pracowali najlepsi specjaliści cywilni i wojskowi. W czasie trwania kampanii strefy wewnętrznej Amerykanie, głównie przy pomocy lotnictwa, stawiali udoskonalone miny własne i angielskie. Były to przeważnie niekontaktowe miny magnetyczne, akustyczne i ciśnieniowe. Ogółem w kampanii tej postawili ponad 12000 min, za pomocą których wyłączono z udziału w wojnie przeszło 1,2 mln ton tonażu zatopionych i ciężko uszkodzonych jednostek.

Według źródeł amerykańskich podczas kampanii strefy wewnętrznej, której celem było naruszenie japońskich komunikacji na wodach przybrzeżnych i wewnętrznych, faktycznie zaminowane zostały wszystkie ważniejsze porty japońskie. Flota japońska będąc słabo przygotowana do walki z minami do końca wojny nie mogła uporać się z niebezpieczeństwem minowym, a dowództwo jej uważało w tym czasie obronę przeciwminową za jedno z najważniejszych zadań.

Należy dodać, że w końcowej fazie kampanii strefy wewnętrznej, która rozpoczęła się 9 lipca 1945 r. i trwała do końca wojny, samoloty amerykańskie minowały rejony portów Korei Północnej, co nie było uwarunkowane koniecznością sytuacji wojennej, lecz chęcią utrudnienia działania w tych rejonach floty radzieckiej posuwającej się wraz z wojskami lądowymi naprzód. Potwierdza to fakt, że Amerykanie stawiali najwięcej min w portach koreańskich położonych bliżej wybrzeża ZSRR i bezpośrednio przed ich zajęciem, np.: w rejonie portu Razin - 443, Sejsin - 243, Fuzan - 198 i Genzan - 133 min. Liczniki wielokrotności u 90 % min były nastawione na "zero" a u reszty na 1,3 i 5 cykli, natomiast likwidatory były nastawione na maksymalny możliwy czas - 6 miesięcy. Przejścia do tych portów Rosjanie przebijali głównie przy pomocy bomb głębinowych i lotniczych.

5. Wojna minowa na Morzu Bałtyckim w latach 1939 - 45.

Niemcy hitlerowskie przygotowując się do wojny planowali użycie min na Bałtyku na szeroką skalę, co uwidoczniło się w ich praktycznych działaniach podczas wojny. Poważnie traktowali też zagrożenie minowe ze strony przeciwników, o czym świadczy fakt, że w skład zespołu okrętów bojowych wydzielonego do operacji przeciw flocie polskiej na Bałtyku dowództwo Kriegsmarine włączyło trzy flotylle trałowców w składzie 21 okrętów oraz pośpiech, z jakim starali się zniszczyć polskiego stawiacza min "ORP "Gryf". Pierwszego dnia wojny od świtu wodnopłatowce poszukiwały go w porcie wojennym - Gdyni i w Zatoce Puckiej, a po wykryciu na torze wodnym Gdynia-Hel o godz. 1800 był atakowany przez kilkadziesiąt bombowców nurkujących typu "Ju-87". W wyniku skomplikowanej sytuacji oraz nieudolności Kierownictwa Marynarki Wojennej i Dowództwa Floty zarówno stawiacz min "Gryf" posiadający pełen zapas min, jak i inne jednostki bojowe przystosowane do stawiania min nie zdołały postawić planowanych zagród minowych. W czasie całej kampanii wrześniowej jedynie trzy trałowce typu "Jaskółka" postawiły zagrodę na linii Hel-Gdańsk z około 60 min kotwicznych galwaniczno-uderzeniowych, a okręty podwodne "Ryś", "Wilk" i "Żbik" zdołały postawić łącznie 50 min na południe od cypla półwyspu helskiego, na których 1 października poderwał się niemiecki trałowiec "M-85".

Wymowny również jest skład niemieckich sił morskich, które jak podaje Fridrich Ruge - zostały wydzielone do działań na Bałtyku w wojnie przeciw Związkowi Radzieckiemu, a które składały się z:

- 28 kutrów torpedowych /częściowo szkolnych/;
- 5 okrętów podwodnych /szkolnych/;
- 10 stawiaczy min;
- 3 flotylle nowoczesnych trałowców;
- 5 flotylle parowych trawlerów rybackich;
- 2 flotylle trałowców /100-tonowe/;
- 3 przerywaczy pól minowych;
- 2 trałowców z kutrami motorowymi na pokładzie.

Szykując się do napaści na Związek Radziecki flota niemiecka w dniach od 16 do 20 czerwca 1941 r. postawiła kilka obronnych zagród minowych na podejściach do obecnych portów Kłajpedy, Bałtijska i Kołobrzegu oraz zagrodę minową na linii Kłajpeda - południowy cypel

szwedzkiej wyspy Öland dla przykrycia swoich linii komunikacyjnych w południowej części Morza Bałtyckiego. W noc poprzedzającą rozpoczęcie wojny oraz z chwilą jej rozpoczęcia, w celu ograniczenia swobody ruchu Floty Bałtyckiej ZSRR, Niemcy przy pomocy lotnictwa i okrętów podwodnych postawili zaczepne zagrody minowe w wejściu do Zatoki Fińskiej i cieśniny Irbeńskiej, na podejściach do portów Lipawy i Windawy oraz na torach wodnych bazy Hanko - porty Tallin, Kronsztadt i w szeregu innych miejsc stawiając ponad 1000 min w większości niekontaktowych. Wyniki pierwszych ataków niemieckich samolotów i "U-Bootów" na Flotę Bałtycką były nieznaczne, podczas gdy już drugiego dnia wojny Rosjanie odczuli skutki broni minowej, która w wojnie niemiecko-radzieckiej odegrała podobnie jak i w działaniach bałtyckich pierwszej wojny światowej największą rolę i przysporzyła stronom walczącym najwięcej strat. W dniu tym w Zatoce Fińskiej wpadł na minę i odniósł poważne uszkodzenia niszczyciel "Gniewnyj" i ciężki krążownik "Maksim Gorkij", któremu wybuch miny oderwał część dziobową do 60-go wręgu.

Dalsze straty Floty Bałtyckiej ZSRR poniesione zostały przede wszystkim na minach niemieckich, które stawiane były przez lotnictwo głównie w Zatoce Fińskiej. Podczas ewakuacji baz Lipawy, Rygi i Tallina flota radziecka doznała poważnych strat. Na minach poderwało się 10 okrętów podwodnych, nie mniej niż 3 niszczyciele, 1 eskortowiec i przeszło dwa razy więcej statków handlowych. Fridrich Ruge podaje za liczbę minimalną 35 statków. Ponadto od min i bomb lotniczych zginęły w operacji ewakuacyjnej jeszcze 4 niszczyciele, bez dokładnego rozgraniczenia wymienionych przyczyn. Większość z wymienionych okrętów i statków zatonała na zagrodzie minowej zwanej przez Niemców "Juminda-Spere", którą Niemcy i Finowie postawili u Jumindy na wschód od Tallina. W pierwszej połowie maja 1942 r. niemiecko-fińskie siły morskie przystąpiły do organizacji dwóch silnych pozycji minowych - pierwszej na linii Nargön, Porkkala-Udd nazwanej "Nashorn" i głównej na linii Gogland, wyspa Bolszoj Fjutiers, Przylądek Kurgalski /"Seeigel"/. W ten sposób w ciągu lata /do 25 września/ 1942 r. została wzmocniona i rozbudowana zagroda minowa u Jumindy, zamykająca całą szerokość Zatoki Fińskiej do szkerów fińskich, gdzie pozostawiono przejście dla okrętów własnych.

W 1942 roku siły niemiecko-fińskie postawiły w Zatoce Fińskiej 12873 min, planując blokadę Floty Bałtyckiej w obawie przed przedar-

ciem się jej do Szwecji w wypadku zajęcia Leningradu. Obawy takie wyszły prawdopodobnie od Hitlera. Mimo skomplikowanej sytuacji operacyjnej w kampanii 1942 r. radzieckie okręty podwodne forsując blokadę wykonały ponad 30 rejsów bojowych, zatapiając 29 i uszkodzając 2 statki niemieckie. Zimą działalność radzieckich okrętów podwodnych przerwała sytuacja lodowa w Zatoce Fińskiej. Wiosną 1943 r. obawiając się przedarcia radzieckich okrętów podwodnych Niemcy wspólnie z Finami wzmocnili i rozbudowali swoje zagrody używając w tym celu antenowych i dennych min magnetycznych /około 10000 min/ oraz sieci przeciw okrętom podwodnym. Powstała w ten sposób silna minowo-sięciowa rubież przeciw okrętom podwodnym była solidną i skuteczną przeszkodą dla radzieckich okrętów podwodnych, próby forsowania której okręty podwodne przepłacały życiem. Łącznie za okres wojny, według danych radzieckich, w Zatoce Fińskiej Niemcy postawili 29064, zaś Finowie 5150 min. Niemcy ochraniaли swoje zagrody minowe przed wytrałowaniem przy pomocy protektorów pól minowych, na które przypadało 28 % od ogólnej ilości postawionych min. Największą gęstość min posiadała rubież przeciw okrętom podwodnym na linii Nargöbn, Porkkala - Udd, gdzie postawiono za czas wojny 11404 min nie licząc protektorów. Na zachód od zagrody minowej wystawiono dwa rzędy sieci przeciw okrętom podwodnym. Na rubieży Goglanskiej postawiono ogółem 16690 min i 6305 protektorów. Na obydwóch rubieżach miny kontaktowe stawiane były w formie zasłon pionowych z różnymi zanurzeniami, a miny denne na głębokości 60-80 m.

Flota Bałtycka ZSRR w pierwszych dniach wojny, głównie przy pomocy niszczycieli i trałowców bazowych, rozpoczęła stawiać obronne zagrody minowe dla obrony podejść do portu Lipawy oraz wejść do Zatok Ryskiej i Fińskiej. Nie stawiano ich według uprzednio opracowanego planu ze względu na sytuację nagłego napadu Niemiec na ZSRR oraz nie dokończono w wyniku szybkiego przesuwania się frontu nadmorskiego i opanowywania przez Niemców portów nadbałtyckich od strony lądu. Niemniej jednak w lipcu 1941 r. na podejściach do portu Lipawa podrywając się na minie zatonął niemiecki ścigacz OP nr 113, transportowiec "Leontes" i 4 trałowce z zespołu oczyszczającego redę portu. Cieśninę Irbenz pozwalającą na dostęp do portu Ryga i Parnawa Niemcy oczyszczali od min do końca sierpnia, podczas gdy od strony lądu Ryga zajęta została 3 lipca. Po ewakuacji garnizonu półwyspu Hanko i przystąpieniu Finlandii do wojny przeciw Związkowi Radziec-

kiemu zgodnie z zarządzeniem "Stawki" rozpoczęto organizować "wschodnią zagrodę minową" wydzielając do tego celu specjalny zespół okrętów z dowództwem i sztabem.

W sierpniu, gdy wojska niemieckie przerwały się do Zatoki Fińskiej i wyszły na przedpola Leningradu, w celu niedopuszczenia przejścia okrętów niemieckich w wschodnią część Zatoki Fińskiej postawiono zagrody minowe przy wyspie Gogland i na wschód od niej. Zagrody te odegrały poważną rolę w systemie obrony podejść do Kronsztaedu. W ciągu 1941 r. w celach obronnych flota radziecka postawiła około 10000 min, patrz rys. 3.*

Stawianie zaczepnych zagród minowych przy brzegach przeciwnika i na jego komunikacjach morskich rozpoczęto w 1941 r. przy pomocy okrętów podwodnych, kutrów patrolowych i torpedowych oraz samolotów. Kutry torpedowe i patrolowe oraz samoloty Floty Bałtyckiej były wykorzystywane do stawiania min na wejściach do szkerów w Zatoce Fińskiej i na podejściach do Porkkala - Udd, Helsinek, Parwoo, Lowize i Kotke.

Zaczepne zagrody minowe stawiano w ciągu całych czterech lat wojny naruszając przybrzeżne komunikacje morskie nieprzyjaciela i wyrządzając poważne straty w jego okrętach bojowych i tonażu statków handlowych. Stosunek strat wyrządzonych przez radzieckie miny w niemieckiej flocie handlowej na tle innych rodzajów uzbrojenia pokazuje tabela nr 5.

*/ Por.: "Istoria Wielikoj Oteczestwiennoj Wojny Sowietsskogo Sojuza 1941-1945", tom II, str. 88. Wyd. Wojennoje Izdatielstwo MOS SSR, Moskwa 1961.

Tabela 5

Straty niemieckie we flocie handlowej na
Morzu Bałtyckim

| Straty spowodowane przez: | Straty w poszczególnych latach | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|------------------------|----------------|-----------------------|------------------|-------------------------|------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | 1941 | | 1942 | | 1943 | | 1944 | | 1945 | | Razem za okres wojny | | |
| | ilość | tonaż w BRT | ilość | tonaż w BRT | ilość | tonaż w BRT | ilość | tonaż w BRT | ilość | tonaż w BRT | ilość | tonaż w BRT | % |
| Lotnictwo | $\frac{-}{2}$ | $\frac{-}{5200}$ | $\frac{2}{6}$ | $\frac{4165}{15600}$ | $\frac{13}{6}$ | $\frac{25658}{15600}$ | $\frac{73}{54}$ | $\frac{176305}{167959}$ | $\frac{96}{12}$ | $\frac{278026}{24410}$ | $\frac{184}{80}$ | $\frac{484154}{228769}$ | $\frac{59,0}{74,3}$ |
| Okręty podwodne | $\frac{3}{1}$ | $\frac{6191}{2600}$ | $\frac{29}{2}$ | $\frac{78962}{5200}$ | $\frac{-}{-}$ | $\frac{-}{-}$ | $\frac{13}{-}$ | $\frac{28027}{-}$ | $\frac{13}{-}$ | $\frac{73428}{-}$ | $\frac{58}{3}$ | $\frac{186608}{7800}$ | $\frac{22,8}{2,5}$ |
| Okręty nawodne | $\frac{-}{5}$ | $\frac{-}{13000}$ | $\frac{1}{-}$ | $\frac{2600}{-}$ | $\frac{-}{-}$ | $\frac{-}{-}$ | $\frac{-}{-}$ | $\frac{-}{-}$ | $\frac{7}{-}$ | $\frac{8800}{-}$ | $\frac{8}{5}$ | $\frac{11400}{13000}$ | $\frac{1,4}{4,2}$ |
| Artylerię nadbrzeżną | $\frac{1}{2}$ | $\frac{2600}{5200}$ | $\frac{-}{-}$ | $\frac{-}{-}$ | $\frac{-}{-}$ | $\frac{-}{-}$ | $\frac{-}{4}$ | $\frac{-}{10400}$ | $\frac{3}{4}$ | $\frac{2250}{13300}$ | $\frac{4}{10}$ | $\frac{4850}{28900}$ | $\frac{0,6}{9,4}$ |
| M i n y | $\frac{8}{-}$ | $\frac{10489}{-}$ | $\frac{20}{2}$ | $\frac{35900}{12800}$ | $\frac{7}{2}$ | $\frac{9545}{3859}$ | $\frac{19}{3}$ | $\frac{32877}{10382}$ | $\frac{12}{1}$ | $\frac{43688}{2600}$ | $\frac{66}{8}$ | $\frac{132499}{29641}$ | $\frac{16,2}{9,6}$ |
| R a z e m : | $\frac{12}{10}$ | $\frac{19280}{26000}$ | $\frac{52}{10}$ | $\frac{121627}{33600}$ | $\frac{20}{8}$ | $\frac{35203}{19459}$ | $\frac{105}{61}$ | $\frac{237209}{188741}$ | $\frac{131}{17}$ | $\frac{406192}{40310}$ | $\frac{320}{106}$ | $\frac{819511}{308110}$ | $\frac{100,0}{100,0}$ |

Tabela 6

Sumaryczne straty niemieckie w okrętach wojennych zadane przez radzieckie siły morskie.

| Straty spowodowane przez | Okrety liniowe | pancerniki | obrony wybrzeża | krażownik i pomocnicze | montory i kuty opanc. | kanonierki | niszczyciele i torpedowce | dozorowce | kuty torpedowe | okrety podwodne | kuty dozorowe | stawiace min | trakowce i kuty trakowe | okrety desantowe | jednostki szkolne | plywajace bazy | jednostki pomocnicze spec. holownicze | holowniki | doki plywajace i inne | bazowe i inne | plywajace | R a z e m | % |
|--------------------------|----------------|------------|-----------------|------------------------|-----------------------|------------|---------------------------|-----------|----------------|-----------------|---------------|--------------|-------------------------|------------------|-------------------|----------------|---------------------------------------|-----------|-----------------------|---------------|--------------|-----------|---|
| Lotnictwo | 2 1 | | | 3 4 | 2 5 | 8 - | 7 25 | 22 45 | 14 33 | 3 9 | 101 53 | 7 5 | 56 68 | 110 165 | 1 - | 5 1 | 23 8 | 38 18 | 13 6 | 407 454 | 66,2 83,4 | | |
| Okrety podwodne | - | - | - | - | - | - | 1 - | 8 - | - | 2 - | 3 - | - | 5 - | 11 2 | - | 1 - | - | 2 - | 33 3 | - | 5,5 0,6 | | |
| Okrety nawodne | - | - | - | 1 - | - | - | 3 3 | 7 4 | 1 12 | 7 5 | 4 11 | 1 - | 11 2 | 8 11 | - | - | - | 8 2 | 53 54 | 3 3 | 8,6 9,9 | | |
| Miny | 1 - | - | - | - | - | - | 8 2 | 5 - | 7 - | 10 - | 2 - | 8 - | 23 1 | 22 5 | 1 1 | 2 - | 5 - | 9 - | 103 9 | - | 16,8 1,6 | | |
| Artylerię nadbrzeżną | - | - | - | 1 - | - | - | 1 2 | - | - | 1 - | 6 6 | - | 2 2 | 4 11 | - | - | 1 - | 1 2 | 18 25 | 4 - | 2,9 4,5 | | |
| R a z e m : | 3 1 | | 3 6 | 2 5 | 8 - | 18 33 | 42 49 | 22 45 | 22 45 | 23 14 | 116 70 | 16 5 | 97 73 | 155 194 | 2 1 | 8 1 | 28 9 | 59 22 | 614 545 | 20 9 | 100 100 | | |

U w a g a : 1/ W liczniku wykazano ilości jednostek zatopionych, w mianowniku - ilość jednostek uszkodzonych.

2/ Tabela nr 5 i 6 z pracy "Protiw falsyfikátorow istorii wtorej mirowoj wojny".
Wyd. Min.Obr.ZSRR, Moskwa 1959 r.

Dokładniejszych danych odnośnie strat niemieckich w okrętach wojennych na Morzu Bałtyckim brak, niemniej jednak, jak widać z tabeli nr 6, sumaryczne straty niemieckie poniesione od min na Morzu Bałtyckim, Czarnym i Barentsa przewyższają sumaryczne straty zadane przez okręty podwodne, nawodne i artylerię nadbrzeżną Floty Bałtyckiej, Czarnomorskiej i Północnej, przy czym gros strat niemieckiej floty na minach przypada na Morze Bałtyckie.

Biorąc pod uwagę stosunkowo małą ilość min /szczególnie w celach zaczepnych/, jaką postawiła Flota Bałtycka oraz ich jakość /głównie miny kontaktowe starych typów/ można stwierdzić, że miny w działaniach bojowych na Bałtyku okazały się najskuteczniejszą bronią.

W granicach obecnych wód przybrzeżnych PRL - według dokumentacji Oddziału I Sztabu Głównego Marynarki Wojennej prowadzonej w oparciu o zdobyte dokumenty niemieckie oraz radzieckie i angielskie dane powojenne - w czasie drugiej wojny światowej postawiono następującą ilość min; patrz tabela nr 7.

Tabela 7

Ilość min postawionych przez Niemcy, ZSRR i Anglię w czasie drugiej wojny światowej w granicach obecnych wód przybrzeżnych PRL.

| Rodzaj min Państwo | Kotwiczne | Denne | Razem |
|-----------------------|-----------|-------|-------|
| Niemcy | 940 | 531 | 1.071 |
| Anglia | - | 1444 | 1.444 |
| Związek Radziecki | 97 | 4 | 101 |
| Polska | ok.110 | - | 110 |
| R a z e m : | 747 | 1979 | 2.726 |

U w a g a : Dla ogólnego zobrazowania ilości postawionych min w wymienionym rejonie w tabeli podano również polskie miny postawione we wrześniu 1939 r.

W wyniku powojennego trałowania przez radzieckie i polskie trałowce wytrałowano w tym rejonie 65 min kotwicznych kontaktowych w latach 1945-47 oraz poderwano przy pomocy trałów 34 dennych min mag-

netycznych w latach 1945-52. Oprócz tego w czasie od 8.08.1946 r. do 21.05.1962 r. w strefie naszych wód przybrzeżnych wykryto 80 min bojowych i nierozpoznanych, które dryfowały lub zostały wyrzucone na plażę.

Analiza różnych dostępnych dzisiaj źródeł naukowych i popularnych wykazuje, że ogólna ilość min postawionych przez państwa walczące i neutralne w czasie drugiej wojny światowej na Morzu Bałtyckim zamyka się w granicach 60 tys., patrz tabela nr 8.

Tabela 8

Szacunkowa ilość min /w liczbach zaokrąglonych/, postawionych przez poszczególne państwa na Morzu Bałtyckim w czasie drugiej wojny światowej.

| Państwo | Niemcy | ZSRR | Finlandia | Anglia | Szwecja | Razem |
|------------------------|--------|--------|-----------|--------|---------|--------|
| Ilość postawionych min | 32.000 | 15.500 | 6.500 | 2.000 | 4.000 | 60.000 |

6. Doświadczenia wojny koreańskiej i operacji sueskiej.

Strona koreańska posiadając znikome siły morskie w porównaniu z siłami floty amerykańskiej i nie mogąc przeciwstawić się im, dla obrony podejść do swych baz i portów szeroko wykorzystywała miny różnych typów w tym i miny pływające w zanurzeniu. Miny koreańskie okazały się bardzo skuteczną bronią nawet w warunkach bezwzględnej panowania na morzu floty amerykańskiej, o czym świadczy przebieg amerykańskiej operacji desantowej w rejonie portu Wonsan. Koreańscy wykorzystując dogodne warunki hydrologiczne /płytkie wody, muliste dno/ oraz idealne warunki geograficzne do stworzenia klasycznej minowo-artyleryjskiej zagrody pozycyjnej, na podejściu i w wejściu do zatoki pod Wonsanem postawili około 3000 min kotwicznych i dennych, minując rejon o powierzchni około 400 Mm². Desant morski w sile 50 tys. piechoty morskiej z techniką wojenną na okrętach desantowych i transportowcach oraz około 250 okrętów wojennych /w tym lotniskowce i krążowniki/, który zgodnie z planem miał być wysadzony w porcie Wonsan, po natrafieniu na pola minowe zmuszony był czekać

w morzu na oczyszczenie przejść. W czasie oczyszczania przejść dla desantu na minach poderwały się i zatoniły dwa trałowce. W rezultacie po ośmiodniowym opóźnieniu desant został wysadzony na plaży a nie w porcie. W międzyczasie oddziały amerykańskiej armii lądowej podeszły do rejonu lądowania desantu, przez co stracił on swoje planowane znaczenie strategiczno-operacyjne.

Dowódca floty amerykańskiej depešzował do Pentagonu: "Flota Stanów Zjednoczonych straciła panowanie w wodach koreańskich ... - i dalej - oni zaskoczyli nas. Te przeklęte miny kosztowały nas osiem dni opóźnienia w wysadzaniu desantu i przeszło 200 zabitych. Samo to jest już poważną sprawą, lecz mogą też lekko wskazać sytuację, w której ośmiodniowe zatrzymanie desantu przed wybrzeżem mogło oznaczać przegranie wojny. Jeśli nie możemy iść gdzie chcemy i kiedy chcemy, to panowanie na morzu nie jest osiągnięte, a panowanie na morzu leży u podstaw wszystkich naszych planów wojennych. Przejmowaliśmy się zagrożeniom ze strony okrętów podwodnych i lotnictwa, teraz począwszy od ubiegłego tygodnia niepokoi nas zagrożenie minowe".^{*}

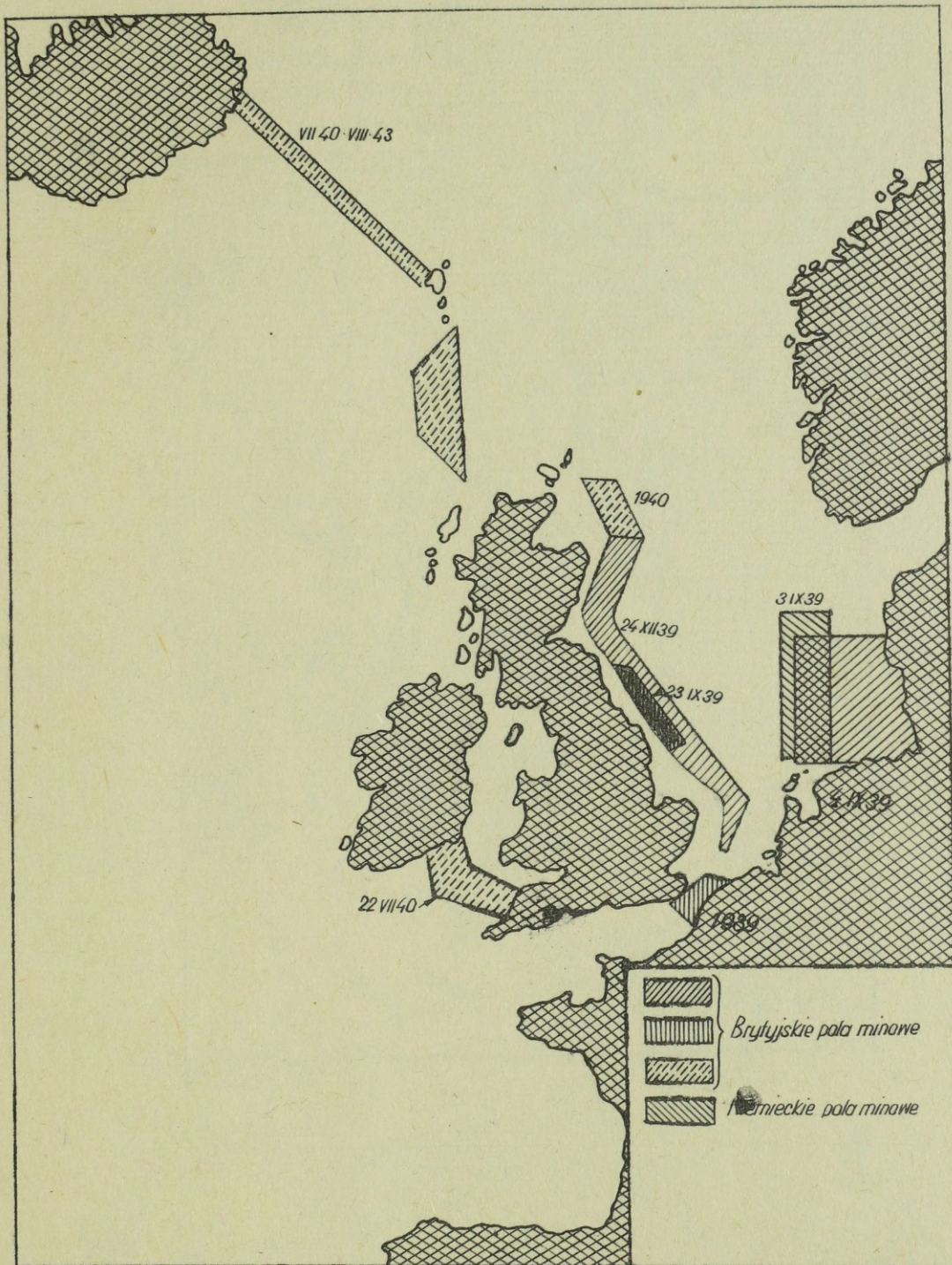
Należy dodać, że Amerykanie posiadali pełną swobodę ruchów przy oczyszczaniu przejść od min, gdyż Koreańczycy potężnej "armadzie" amerykańskiej mogli przeciwstawić zaledwie kilka baterii artylerii nadbrzeżnej, lecz desant nie posiadał właściwego zabezpieczenia przeciwminowego. Z doświadczeń pod Wonsanem Amerykanie wysunuli szereg wniosków zmierzających do podniesienia gotowości floty do walki z zagrożeniem minowym. Obecnie siły minowe /Mine Force/ są stale modernizowane i rozwijane oraz stanowią ważną część składową floty.

Na uwagę zasługuje również przygotowanie i przebieg operacji sueskiej w 1956 r. Z opublikowanych w wojskowej prasie zagranicznej materiałów wynika, że planując agresję przeciw młodej wówczas Republice Egipskiej w Londynie i Paryżu poważnie liczone się z zagrożeniem minowym. Świadczy o tym skład francuskich i brytyjskich morskich sił interwencyjnych, gdzie na 21 środków transportowo-desantowych i 71 okrętów ochrony wydzielono 26 trałowców. Biorąc pod uwagę czynnik zaskoczenia, na jaki liczyli interwencji oraz fakt, że Egipcjanie posiadali tylko dwie fregaty przystosowane do stawiania min /jedną od strony Aleksandrii i Port-Saidu, drugą od strony Suez/, wydzielone siły trałowe można uważać za duże. Admirał francuski Barjot w artykule ze

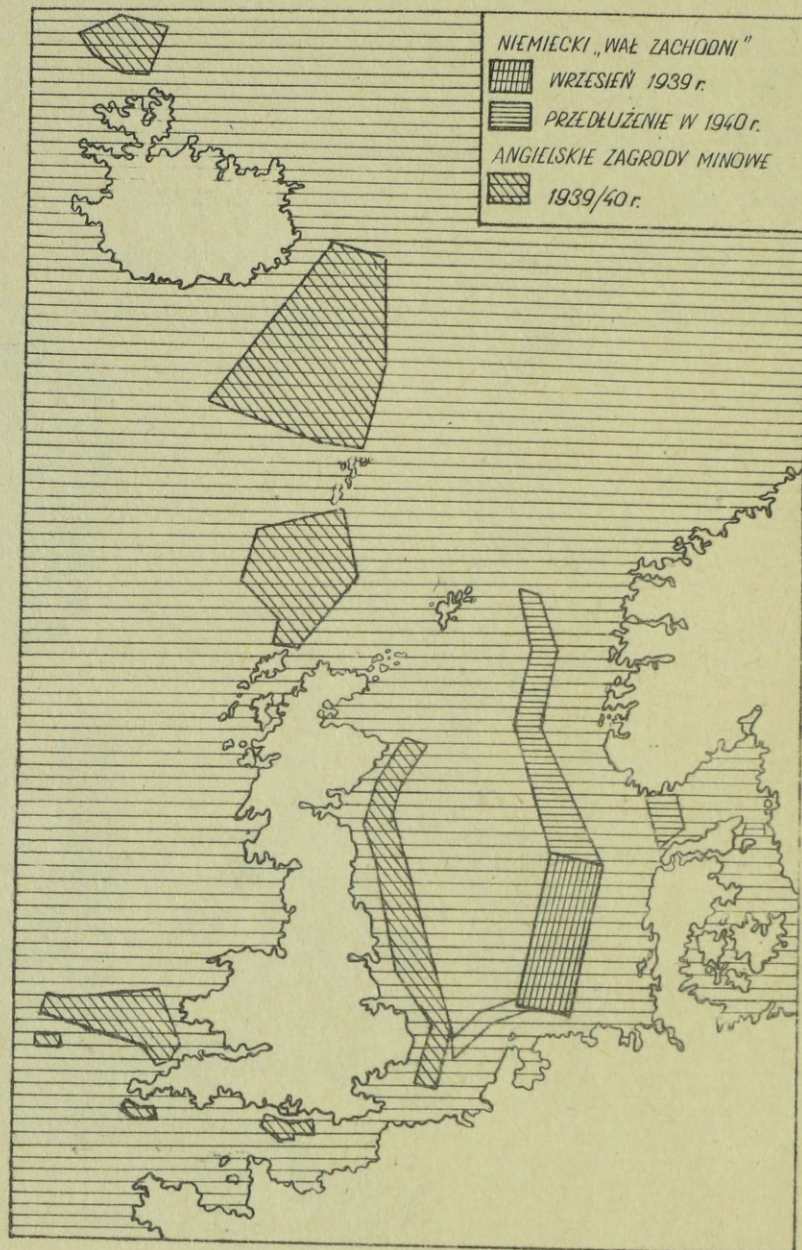
*/ W.P. Biełoszickij, Ju.M. Baginskij - "Oruże podwodnego udara".
Wydawnictwo Min.Obr.ZSRR, Moskwa 1960 r., str.19.

stycznia 1959 r. zamieszczonym w "La Revue Maritime" pisze, iż odnosi wrażenie, że sprawa min poważnie zaważyła na decyzjach i przyczyniła się również do osłabienia tempa wyładunku desantu. Podaje on także, że admirał Sancelot, który doprowadził zespół okrętów na 15 Mm od portu-Saidu, nie włączył się do akcji dla ewentualnego wsparcia francuskich i angielskich oddziałów spadochronowych, gdyż obawa przed napotkaniem zagród minowych powstrzymała go od wejścia do kanału do czasu ogłoszenia o pomyślnym zakończeniu operacji powietrzno-desantowej.

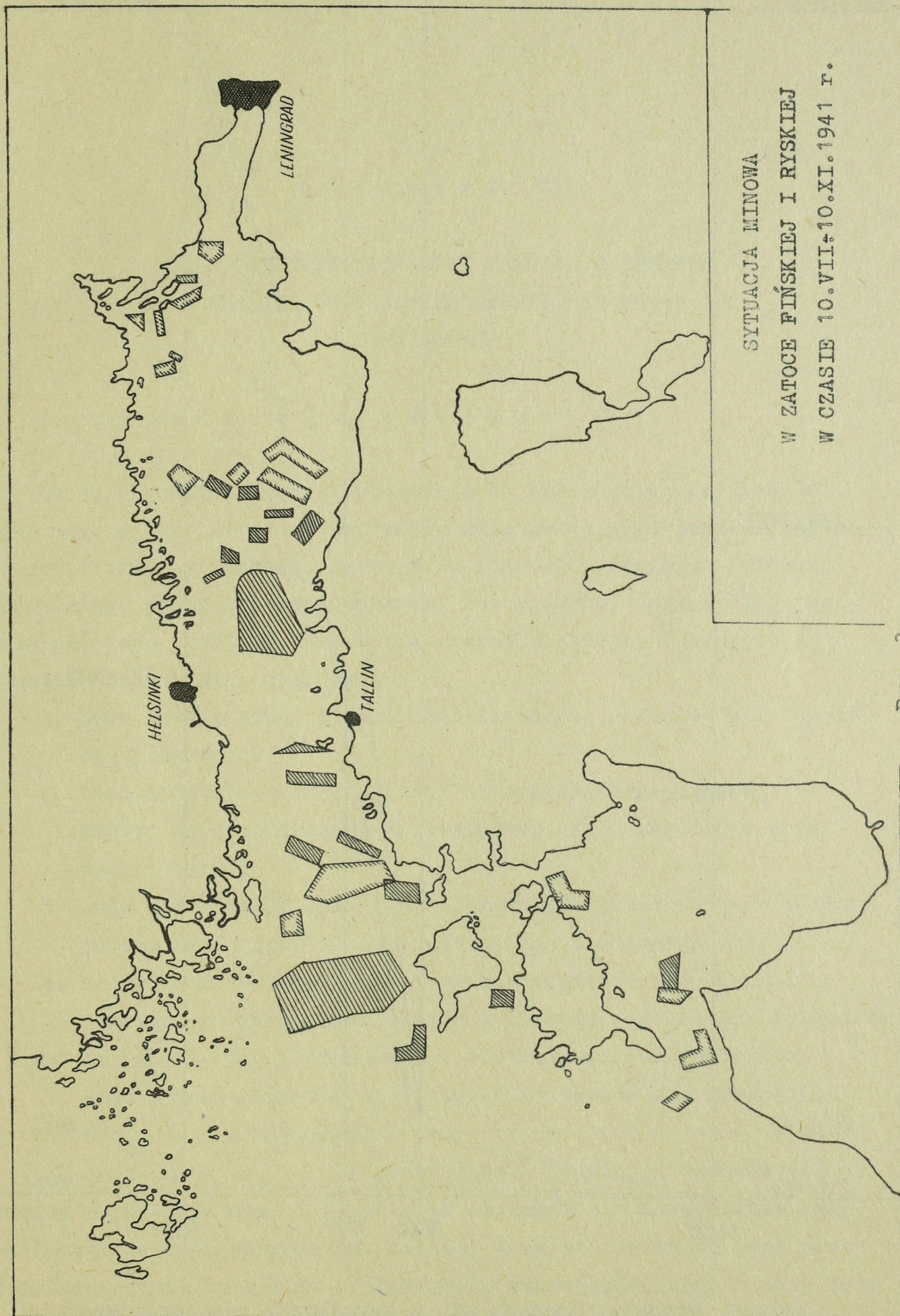
Plan rozmieszczenia brytyjskich i niemieckich pól minowych w latach 1939 - 1940.



Rys. 1.

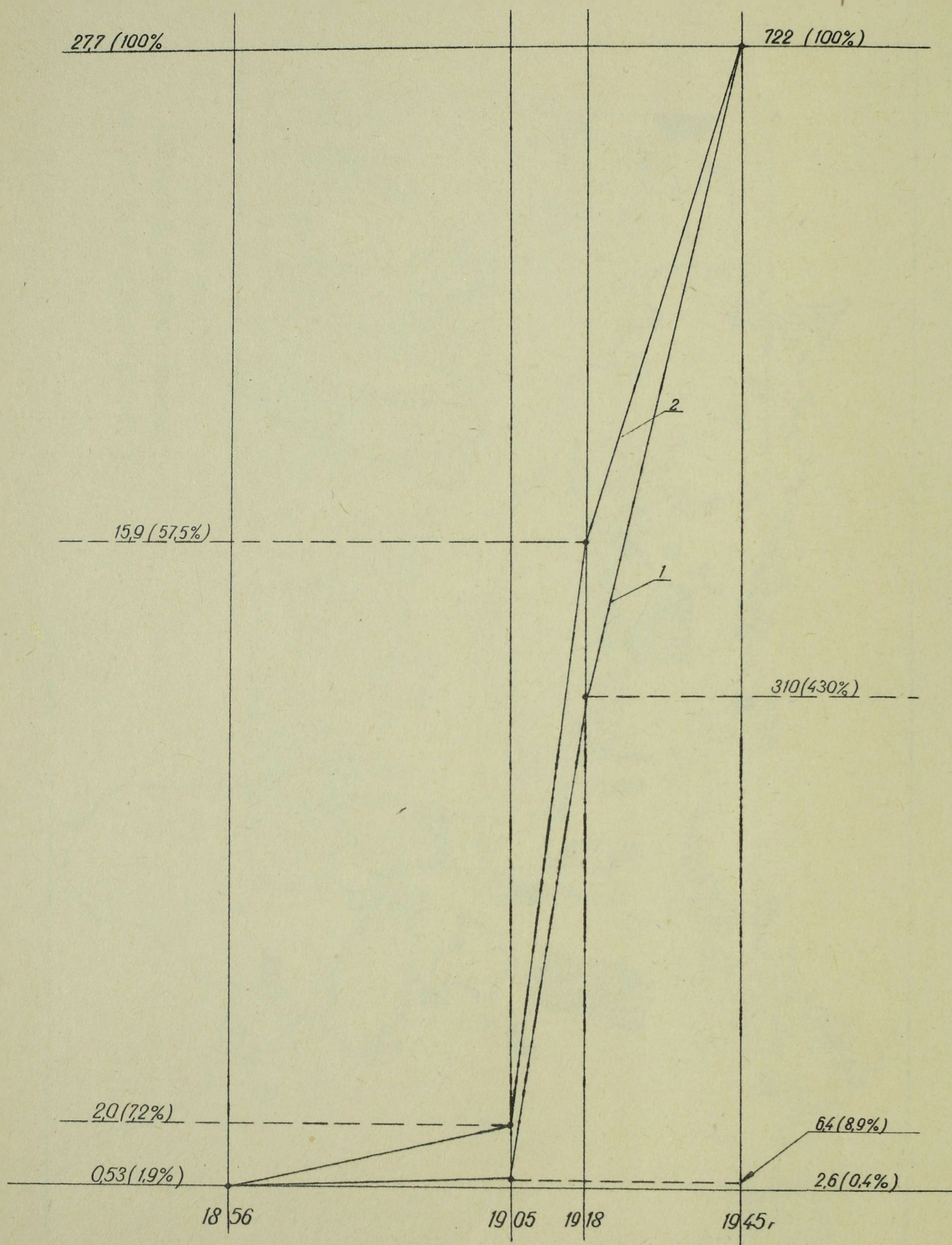


Rys. 2.



SYTUACJA MINOWA
W ZATOCE FIŃSKIEJ I RYSKIEJ
W CZASIE 10.VII-10.XI.1941 r.

Rys. 3.



Rys. 4.

Wykresy wzrostu rozchodu min w krymskiej, rosyjsko-japońskiej oraz pierwszej i drugiej wojny światowej, gdzie:
 1 - globalny rozchód min w wojnie w tysiącach sztuk;
 2 - średni roczny rozchód min w przeliczeniu na jedno państwo w tysiącach sztuk.

R o z d z i a ł I I

OCENA EFEKTYWNOŚCI BRONI MINOWEJ W OPARCIU O ANALIZĘ DOŚWIADCZEŃ DRUGIEJ WOJNY ŚWIATOWEJ

1. R o z w a ż a n i a w s t ę p n e .

Rozdział niniejszy nie pretenduje do określenia efektywności broni minowej za okres drugiej wojny światowej, gdyż jest to bardzo szeroki i złożony problem, który może stanowić przedmiot dociekań samodzielnej pracy naukowo-badawczej lub rozprawy doktorskiej. Na złożoność tego problemu składa się szereg przyczyn, z których do najważniejszych można zaliczyć:

1. brak dostatecznej ilości opublikowanych materiałów i danych statystycznych;
2. duża objętość różnojęzycznej literatury ~~zagranicznej~~, w której są opublikowane interesujące nas materiały i dane statystyczne;
3. duża rozbieżność danych opublikowanych przez autorów różnych państw wynikająca z nieścisłości lub tendencyjności;
4. konieczność rozszerzenia i przeprowadzenia weryfikacji szeregu opublikowanych danych w oparciu o oficjalne dokumenty znajdujące się w archiwach i bibliotekach zagranicznych;
5. brak sprecyzowanych, optymalnych kryteriów efektywności i sposobów ich określania.

Ze względu na to, że dla prawidłowych uogólnień doświadczeń drugiej wojny światowej i właściwych wniosków z wykorzystania tego czy innego rodzaju uzbrojenia, celowe, a nawet niezbędne jest przeprowadzenie analizy efektywności danego uzbrojenia, zagadnieniu temu poświęcimy nieco uwagi.

Doświadczenia minionych wojen wykazują, iż każdy efektywny ro-

dziej uzbrojenia jednej wojny znajdował szerokie zastosowanie w początkowym okresie następnej wojny, obok nowych rodzajów uzbrojenia, dopóki te ostatnie nie okazały się skuteczniejszymi oraz dopóki nie nabyto doświadczenia i praktycznych nawyków w stosowaniu ich we wszystkich sytuacjach i warunkach użycia poprzednich rodzajów uzbrojenia. albo w przypadku braku w dostatecznej ilości skuteczniejszych rodzajów środków bojowych. A zatem, nawet wstępna orientacyjna ocena efektywności broni minowej w minionej wojnie światowej pozwoli na dokonanie pewnych uogólnień i wyciągnięcie wniosków w zakresie opłacalności oraz możliwości i rozmiarów użycia tej broni w ewentualnej przyszłej wojnie, a przynajmniej w jej okresie początkowym. Wskaźniki określające wyniki wykorzystania min są również cennymi, praktycznymi miernikami stopnia prawidłowości ich wykorzystania w danym okresie i pozwalają na określenie kierunków racjonalnego użycia w przyszłości. Za wskaźniki takie można przyjąć dane statystyczne charakteryzujące:

1. ogólne zużycie /rozchód/ min przez to lub inne państwo albo stronę walczącą w okresie całej wojny lub tylko w pewnym okresie czasu;
2. ilość /procent lub stosunek/ min użytych w celach obronnych i zaczepnych;
3. ilość okrętów wojennych i statków handlowych zatopionych lub uszkodzonych wskutek wybuchu min;
4. ilość postawionych min, które przypadają na jeden zniszczony lub uszkodzony okręt wojenny /statek handlowy/;
5. ilość wydzielonych sił i środków do walki z minami.

Wymienione wskaźniki należy rozpatrywać w czasie, a zatem ogólnie biorąc, za podstawę czasu można przyjmować cały okres wojny lub dowolnie wybrany odcinek czasu. Bliższa analiza pokazuje jednak, że przy braniu dowolnych krótkich odcinków czasu dla uogólnień i wniosków trzeba wychodzić z konkretnej, szczegółowej sytuacji bojowej i fizyko-geograficznych warunków danego rejonu działań. Chcąc ustrzec się od pochopnych subiektywnych uogólnień i wniosków celowe jest operowanie wskaźnikami bezwzględными za okres całej wojny lub wskaźnikami względnymi /średnimi/ za dowolnie wybrany odcinek czasu.

2. A n a l i z a w s k a ź n i k ó w e f e k t y w n o ś c i b r o n i m i n o w e j .

Rozpatrzmy obecnie wymienione wskaźniki. Wskaźnik pierwszy stanowi miernik masowości stosowania min morskich przez poszczególne państwa walczące w czasie drugiej wojny światowej. Ogólne zużycie min w czasie minionej wojny przedstawione jest w tabeli nr 9, z której widać, że miny były używane masowo przez wszystkie mocarstwa morskie w skali przewyższającej użycie ich w wojnach poprzednich. O dynamice wzrostu masowości użycia min w poszczególnych wojnach świadczą wykresy na rysunku nr 4, gdzie wykres 1 przedstawia ogólny wzrost rozchodu min w wojnach w liczbach bezwzględnych, a wykres 2 - średni roczny rozchód min w poszczególnych wojnach przypadający na jedno państwo.

Przy obliczaniu średniego rocznego rozchodu min w przeliczeniu na jedno państwo w pierwszej i drugiej wojnie światowej uwzględniono pięć pierwszych państw w tabeli 1 i 9, które posiadały własny przemysł produkujący miny i wyróżniały się masowym ich użyciem. Z wykresów widać stały poważny wzrost masowości użycia min w poprzednich wojnach, co pozwala wnioskować, że w ewentualnej przyszłej wojnie broń minowa będzie również wykorzystana w skali masowej.

Tabela 9

Przybliżony rozchód min w drugiej wojnie światowej.

| Lp. | Państwo | Ilość postawionych min | Źródła informacji |
|-----|-------------------|------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Wielka Brytania | 263.376 | Spis lit.poz.18,s.265, PM nr 7-8,1961r.,s.141. |
| 2. | Niemcy | 247.000 | Dane radzieckie |
| 3. | Japonia | 51.400 | Spis lit.poz.18 s.263. |
| 4. | Stany Zjednoczone | 44.000 | Spis lit.poz.18,s.80. |
| 5. | Związek Radziecki | 40.000 | Dane radzieckie |
| 6. | Włochy | 54.457 | Spis lit.poz.21, s.358. |
| 7. | Rumunia | 6,500 | Dane radzieckie |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|-------------|---------|-----------------|
| 8. | Finlandia | 5.500 | Dane radzieckie |
| 9. | Norwegia | 5.000 | Dane radzieckie |
| 10. | Szwecja | 4.000 | Dane radzieckie |
| 11. | Bułgaria | 1.000 | Dane radzieckie |
| 12. | Francja | - | Brak danych |
| 13. | Grecja | - | |
| | R a z e m : | 722.233 | |

U w a g a : Pod "danymi radzieckimi" należy rozumieć w całej pracy dane zaczerpnięte z wykładów i notatek akademickich własnych i innych oficerów, wypisów z różnych pozycji radzieckich o charakterze tajnym oraz uzyskane w czasie konsultacji naukowej w ZSRR.

Z punktu widzenia oceny efektywności uzbrojenia minowego najbardziej wymowne są trzy ostatnie wskaźniki, lecz ścisłe ustalenie ich przez autora niniejszej pracy, z przyczyn wspomnianych na wstępie rozdziału, praktycznie jest niemożliwe.

W oparciu o różne dostępne źródła informacji można zestawieć następujące dane dotyczące ilości zatopionych lub uszkodzonych na minach jednostek pływających, patrz tabela nr 10.

Na podstawie rejestrów zatopionych okrętów oraz opisów poszczególnych operacji, walk morskich i epizodów, w których przytaczane są konkretne /nie budzące zastrzeżeń/ dane odnośnie przyczyn zatonięcia okrętów /w różnych źródłach/ zdołano uchwycić następującą ilość jednostek; patrz tabela nr 11.

Tabela 10

Dane dotyczące skutków oddziaływania bojowego uzbrojenia minowego według różnych źródeł informacji.

| Lp. | Państwo lub przynależność państwowa min | Poniesione straty na minach | | | | | | Uwagi lub dane uzupełniające | Źródła |
|-----|--|-----------------------------|---------|--------------|--------|----------------|---------------------|---|--|
| | | Ogólne | | Okrętów woj. | | Statków handl. | | | |
| | | Ilość | Tonaż | Ilość | Tonaż | Ilość | Tonaż | | |
| 1. | Anglia, USA, Niemcy, Włochy i Japonia. | - | | 359 | | | | Wstępne niepełne dane powojenne | Dane radzieckie |
| 2. | Anglia, USA oraz państwa sprzymierzone i neutralne | | | | | 520 | 1,4 mln | Wstępne niepełne dane powojenne Bez uwzględnienia strat ZSRR | PM nr 12, 1958, str.39. |
| 3. | Japonia | | | 47 | | | | Na minach amerykańskich | Dane radzieckie |
| 4. | Japonia | 457 | | 107 | | 350 | | | Spis lit.poz.12,s.17. |
| 5. | Japonia | | | 146 | | | 649.736 1377.780 | 25 tys. min amerykańskich | PM nr 4, 1959 Dane amerykańskie |
| 6. | Stany Zjednoczone | 80 | 130.676 | 66 | 42.567 | 14 34 | 88.109 240.772 | Na minach przeciwników do 8.05.1945 r. | wg indeksów spis lit. poz.18. |
| 7. | Stany Zjednoczone | 6 | | 1 | 625 | 5 43 | 35.732 321.232 | Na minach przeciwników w czasie od 8.05.45 do 8.08.50 r. | - " - |
| 8. | Anglia | 620 | | 280 | | 340 | | | Spis lit.poz.12,s.17. |
| 9. | Anglia | 577 | | 281 | | 296 | | Na minach niemieckich | Spis lit.poz.3,s.218. |
| 10. | Miny niemieckie | 1098 | | | | | | Okręty i statki przeciwników na 120 tys. min. | Spis lit. poz.19. |
| 11. | Niemcy | 1050 | | 500 | | 550 | | | Spis lit.poz.12,s.17. |
| 12. | Miny angielskie | 1050 540 | | | | | | Okręty i statki przeciwników na 76 tys.min | Spis lit.poz.19. PM-7/8, 1961, s.136. |
| 13. | Miny angielskie | 1050 | | 250 | | 800 | | Okręty i statki przeciwników na 76 tys.min | Spis lit.poz.13,s.218. |
| 14. | Miny radzieckie | 265 22 | | 103 9 | | 162 13 | 366.300 39.876 | Okręty i statki niemieckie | Wg tabel, zamieszczonych w spis.lit.poz.6. |
| 15. | Włochy | | | 29 | | | | Na Morzu Śródziemnym w czasie 10.06.40-7.09.43r. | Spis lit.poz.21,s.360. |
| 16. | Włochy i Niemcy | | | | | 80 | | - " - | Spis lit.poz.21,s.366. |
| 17. | Anglia oraz państwa sojusznicze i neutralne | | | | | 438 | 1089.385 | Za okres wojny do 3.05.1944r. | Zebrano z: spis. lit. poz.14 i 20. |
| 18. | Miny angielskie | | | | | 565 | 509.635 | W wodach Europy Zachodniej w czasie do 3.05.1944 r. | - " - |

Tabela II

Częściowy wykaz ilości i tonażu okrętów poszczególnych państw, zatopionych wskutek poderwania się na minach.

| Klasa okrętów | Krażowniki | | Niszczyciele | | Dozorowce | | Trałowce | | Okręty podwodne | | Inne | | Razem |
|-----------------------------|------------------|-------|--------------|--------|-----------|-------|----------|-------|-----------------|-------|-------|-------|------------|
| | Ilość | tonaż | Ilość | tonaż | Ilość | tonaż | Ilość | tonaż | Ilość | tonaż | Ilość | ton. | |
| Państwo | | | | | | | | | | | | | |
| Brytyjska wspólnota narodów | 2 ^{*/} | 9825 | 23 | 31370 | 6 | 5205 | 33 | 23000 | 10 | 9150 | - | - | 74 78550 |
| Finlandia | 1 ^{**/} | 3900 | - | † | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 3900 |
| Francja | - | - | 1 | 1320 | 2 | 1570 | - | - | 1 | 970 | - | - | 4 3860 |
| Grecja | - | - | 1 | 1040 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 1040 |
| Holandia | - | - | - | - | - | - | 1 | 525 | 2 | 1420 | - | - | 3 1945 |
| Japonia | - | - | 7 | 11190 | 2 | 1680 | 7 | 4460 | 4 | 4265 | - | - | 20 21595 |
| Niemcy | - | - | 17 | 23825 | 1 | 712 | 22 | 13000 | 33 | 28590 | - | - | 73 66127 |
| Norwegia | - | - | - | - | 1 | 1100 | - | † | - | - | - | - | 1 1100 |
| Polska | - | - | 1 | 1050 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 1050 |
| USA | - | - | 7 | 11600 | - | - | 23 | 10870 | 3 | 4380 | 36 | 20100 | 69 46950 |
| Włochy | - | - | 19 | 19220 | 2 | 1130 | - | - | 2 | 1400 | 9 | 3500 | 32 25250 |
| ZSRR | - | - | 10 | 16350 | 3 | 1460 | 5 | 2200 | 14 | 8410 | - | - | 32 28420 |
| R a z e m : | 3 | 13725 | 86 | 116965 | 17 | 12857 | 91 | 54055 | 69 | 58585 | 45 | 23600 | 311 279787 |

* / Pod pozycją tą figuruje KRL "Neptune" o wyporności 7175 ton i szybki stawiacz min "Abdiel" o wyporności 2650 ton.

** / Pod pozycją tą figuruje pancernik obrony wybrzeża "Ilmarinen".

Straty "trałowców" i "innych" okrętów zawarte w tabeli 11 - obejmują tylko fragmentaryczną część strat ogólnych tych klas okrętów. Również do niepełnych należy zaliczyć straty niszczycieli, dozorców i okrętów podwodnych, co wynika z zestawienia w tabeli nr 12.

Tabela 12

Wykaz strat okrętów, część których przypada na konto min.

| Klasa okrętu Przyczyna Państwo | Ni | Dz | Ni | OP | |
|--------------------------------------|---------------------|-----|-------------------|---------------------|----------|
| | Prawdopodobnie miny | | Miny lub samoloty | Prawdopodobnie miny | Nieznana |
| Brytyjska Wspólnota Narodów | 1 | 2 | - | 14 | 11 |
| Francja | - | - | - | - | 2 |
| Holandia | - | - | - | - | 1 |
| Japonia | 1 | 1 | 1 | - | 15 |
| Niemcy | - | - | 1 | - | 26 |
| Norwegia | - | - | - | 1 | - |
| Polska | - | - | - | 1 | - |
| Stany Zjednoczone | - | - | - | - | 10 |
| Włochy | - | - | - | - | 3 |
| Związek Radziecki | - | - | 8 | - | 12 |
| R a z e m : | 2 | 3 | 9 | 16 | 80 |
| Prawdopodob. przyczyny | 0,6 | 0,6 | 0,3 | 0,6 | 0,3 |
| Nadzieja matematyczna | 1,2 | 1,8 | 2,7 | 9,6 | 24 |

W zaokrągleniu można przyjąć, iż dodatkowo na minach zatoneły 4 niszczyciele /o sumarycznej średniej wyporności 6250 ton/, 2 dozorców /1850 ton/ i 34 okręty podwodne /28700 ton/. Przyjęte prawdopodobieństwo przyczyny "0,6" wynika stąd, że pod przyczyną "prawdopodobnie miny" ujęte są te jednostki, które w różnych źródłach figurują jako straty poniesione prawdopodobnie na minach lub na minach bez całkowitej pewności.

Prawdopodobieństwo "0,3" dla niszczycieli przyjęto wychodząc z gęstości zagród minowych w rejonie, w którym zginęło osiem niszczycieli radzieckich podczas ewakuacji bazy Tallin i garnizonów przyległych wysp podczas nalotów niemieckich samolotów. Dla okrętów podwodnych prawdopodobieństwo "0,3" przyjęto biorąc pod uwagę fakt, że większość okrętów figurujących pod "przyczyną nieznaną" zginęło w rejonach przybrzeżnych, gdzie szeroko stosowane były miny różnych typów.

Przemawia za tym również fakt, że miny działają zniemacka i z dużą siłą niszczącą, a zatem okręt podwodny będący w zanurzeniu, jeśli poderwie się na minie, tonie natychmiast i przeważnie nie ma żadnych szans na uratowanie załogi oraz powiadomienie bazy o swej tragedii.

Drugim obok min zasadniczym rodzajem przyczyn nagłego zatonięcia okrętu podwodnego może być wybuch wewnątrz okrętu, przekroczenie granicy dopuszczalnego zanurzenia, rozbicie się o skały lub góry lodowe itp.

Analizując możliwości i częstotliwość występowania wymienionych przyczyn można wnioskować, że przyjęte prawdopodobieństwo "0,3" na konto min nie jest za wysokie i w pełni realne.

Uwzględniając dane przytoczone w tabeli 10, 11 i 12 można z dużym przybliżeniem do stanu faktycznego przedstawić straty flot wojennych na minach w następujących granicach; patrz tabela 13.

Tabela 13

Przybliżone straty okrętów wojennych państw walczących poniesione na minach w czasie drugiej wojny światowej.

| Klasa okrętów | Okręty 1 rangi | Niszczyciele | Dozowce | Okręty podwodne | Trałowce | Inne okręty | Razem |
|-------------------------------|----------------|--------------|---------|-----------------|----------|-------------|---------|
| Ilość | 3 | 90 | 19 | 103 | 91 | 500 | 806 |
| Tonaż | 13.725 | 118.215 | 14.707 | 87.285 | 54.055 | 200.000 | 456.187 |
| Średnia cena jedn. w mln dol. | 15 | 10 | 5 | 5 | 2 | 1 | |
| Ogólna wart. w mln. dol. | 45 | 900 | 95 | 515 | 182 | 500 | 2.237 |

U w a g a : pod mianem "inne okręty" figurują trałowce, ścigacze OP, monitory, kanonierki, okręty desantowe, stawiacze min, kutry różnych typów, jednostki szkolne, bazy pływające itp.

Oprócz strat w tonażu okrętów wojennych państwa biorące udział w wojnie ponosiły poważne straty materialne w postaci uszkodzeń różnego stopnia, jakich doznawały okręty różnych klas. Uszkodzone okręty wychodziły na pewien okres z linii, co osłabiało siłę bojową flot i zespołów uderzeniowych działających w różnych rejonach. Na europejskim teatrze morskim jako przykład mogą służyć takie okręty, jak: angielski okręt liniowy "Nelson", lekki krążownik "Aurora", "Penelope" i "Belfast" oraz szybki stawiacz min "Adventure"; niemiecki okręt liniowy "Scharnhorst" i "Gneisenau", pancernik szkolny "Schlesien" i ciężki krążownik "Prinz Eugen"; radziecki ciężki krążownik "Maksim Gorkij" i szereg innych okrętów różnych klas.

We wszystkich wypadkach okręty doznając uszkodzeń podwodnej części kadłuba wychodziły z linii na dłuższy okres czasu /np. "Scharnhorst" - rok czasu/ oraz zmuszone były przechodzić remont na doku. Unieruchomienie dużego okrętu na doku kończyło się niekiedy tragicznie, jak np. w wypadku niemieckiego okrętu liniowego "Gneisenau", który w czasie przedzierania się przez kanał La Manche z Brestu na Morze Północne, nocą 12.02.1941 r. w rejonie Terschelinga wpadł na denną minę niekontaktową, w wyniku czego musiał iść na dok. W kilka dni później na doku w Kilu podczas nalotu samolotów brytyjskich otrzymał trafienie bombą lotniczą w dziób, od której powstał pożar i wybuchły dziobowe komory amunicyjne. Sumaryczne uszkodzenia wpłynęły na zaniechanie przez Niemców dalszego remontu; okręt do końca wojny stał w Gdyni i w 1945 r. został zatopiony przez Niemców u wejścia do portu.

Jeszcze większych strat ilościowych doznały floty handlowe. Analizując przytoczone dotychczas dane oraz zachowując ich średnie proporcje dla uzupełnienia danych brakujących możemy ustalić, że w okresie drugiej wojny światowej państwa walczące straciły na minach /nie licząc statków uszkodzonych/ przeszło 2000 statków o łącznym tonażu rzędu 4 mln BRT, co stanowi około 6 % ogólnego tonażu światowego 1939 roku.

Większość zatopionych statków posiadała uzbrojenie artyleryjskie /przeciwlotnicze/ i była załadowana cennym ładunkiem lub sprzętem wojskowym. Przyjmując zatem za średnią wartość jednej jednostki 600 tys. dolarów, otrzymamy ogólną wartość zatopionych statków wynoszącą przeszło 1.200 mln dolarów. Uwzględniając ilość jednostek uszkodzonych można ustalić, że na minach zostało zniszczonych lub uszko-

dzonych około 4500 okrętów i statków. Straty te przypadają głównie na zaczepne zagrody minowe oraz częściowo na obronne zagrody minowe /przeciwdesantowe/, w których wystawiono około 200000 min. Wskaźnik czwarty zatem - ilość postawionych min, które przypadają na jeden zniszczony lub uszkodzony okręt wojenny albo statek handlowy - kształtuje się średnio na poziomie 45 min na jednostkę.

Analizując wskaźnik piąty - ilość wydzielonych sił i środków do walki z minami - widzimy, że państwa walczące przeznaczały poważną ilość okrętów i ludzi do zapewnienia bezpieczeństwa żeglugi pod względem minowym w rejonach własnych wód przybrzeżnych i kontrolowanych przez własne siły.

Według danych radzieckich tylko przy brzegach Anglii za okres wojny trałowaniem zajętych było 1533 trałowców różnych typów i 57000 ludzi, a ogółem w 1945 r. w skład sił morskich Wielkiej Brytanii wchodziło 2500^{x/} jednostek różnych typów wydzielonych do walki z zagrożeniem minowym na różnych teatrach działań.

Podobnie w niemieckiej flocie trałowaniem zajętych było 1670 trałowców, a Stany Zjednoczone Ameryki Północnej pod koniec wojny posiadały 1200 trałowców.

Arnold S. Lott w książce "Most dangerous see" podaje na str.269, że pod koniec drugiej wojny światowej siły minowe /Mine Force/ Floty Oceanu Spokojnego USA liczyły przeszło 500 okrętów, 3000 oficerów i około 30000 podoficerów i marynarzy. Podliczenia wskazują, że ogólna ilość okrętów obrony przeciwminowej /trałowce różnych podklas i typów, przerywacze pól minowych i okręty przystosowane do walki z minami/ wydzielona przez poszczególne państwa za okres wojny zamyka się liczbą nie mniejszą niż 6000 jednostek oraz 250 tys. ludzi. Przyjmując średnią cenę jednostki 1 mln dolarów uzyskujemy ogólny koszt wydzielonych okrętów - 6.000 mln dolarów. Ponieważ ilość okrętów angażowanych do walki z minami wzrastała kolejno z każdym rokiem wojny, można przyjąć, że średnio przez cały okres wojny działało 1000 jednostek. Prowizoryczny rachunek wykazuje, iż eksploatacja 1000 trałowców różnych typów w ciągu pięciu lat w warunkach wojennych kosztuje średnio 1.400 mln dolarów.

Obok powyższego duże wydatkiłożono na prace naukowo-badawcze nad neutralizacją pól fizycznych okrętów i wynalezieniem nowych tra-

x/ Taktyka Marynarki Wojennej. Wyd. MON - 1955 r. s.172.

łów oraz na zmiany konstrukcyjne zmierzające do wzmocnienia obrony podwodnej kadłubów budowanych jednostek pływających. Począwszy od stycznia 1940 r. Anglicy rozpoczęli wyposażać swe okręty i statki w urządzenia demagnetyzacyjne /degaussing/. Instalacja degaussingu na jeden okręt kosztowała 1000 funtów szterlingów. W dziedzinie tej prowadzone były prace naukowo-badawcze również w Stanach Zjednoczonych w Laboratorium Uzbrojenia Morskiego. 21 maja 1940 r. admirał William R. Furlong otrzymał od Kongresu amerykańskiego 5.629.500 dolarów na obronę okrętów od min magnetycznych.

Pierwsze własne urządzenia demagnetyzacyjne Amerykanie zamontowali w czerwcu 1940 r., koszt których wynosił 1400 dolarów na jeden okręt. Do 15 września 1945 r. 12693 okrętów i statków amerykańskich posiadało podobne urządzenia. Koszt amerykańskich urządzeń demagnetyzacyjnych zamontowanych na 6422 okrętach wojennych był oceniony na 150 mln dolarów.*/ Ogólny koszt urządzeń demagnetyzacyjnych zamontowanych na okrętach i statkach angielskich i amerykańskich wynosił nie mniej niż 600 mln dolarów.

3. P o d s u m o w a n i e i w n i o s k i .

Sumując wyjawione dotychczas częściowe straty i rozchód środków materialnych w wyniku wojny minowej otrzymamy sumę 6 mld dolarów. Analizując działalność zagrodowo-minową państw biorących udział w wojnie można stwierdzić, że za okres wojny wystawiono około 200000 min w celach zaczepnych, co stanowi wartość ogólną około 0,1 mld dolarów /cena jednej miny - 5000 dolarów/.

W oparciu o powyższe widać, iż minimalny stosunek wartościowy użytych min i poniesionych kosztów w wyniku ich oddziaływania kształtuje się jak 1:60.

Powyższy stosunek z czysto ekonomicznego punktu widzenia świadczy o wysokiej opłacalności wykorzystywania min w wojnie na morzu. Bardziej szczegółowa analiza uwzględniająca całokształt kosztów z jednej i drugiej strony wykazałyby, iż stosunek ten uległby zmianie jeszcze bardziej na korzyść min. Pobieżna analiza dowodzi, że w oddzielnych okresach i rejonach, jak np. na Morzu Bałtyckim stosunek ten również jest korzystniejszy dla min.

*/ S.W. Roshill "The war at sea 1939-1945". London: Her Majesty's Stationary Office: 1960, s.68.

Z przytoczonych liczb wynika, że globalny koszt wystawienia wszystkich min w drugiej wojnie światowej /zarówno w celach zaczepnych jak i obronnych/ mieści się w kosztach związanych z neutralizacją /zmniejszeniem/ pola magnetycznego okrętów i statków, natomiast straty w tonażu jednostek zatopionych i uszkodzonych, wydatki na utrzymanie olbrzymich sił trałowych oraz aspekty taktyczno-operacyjne są dodatkowym i nie opłaconym osiągnięciem wojny minowej.

Dotychczasowa analiza danych statystycznych i wyjawienie części kosztów poniesionych przez państwa walczące w wyniku wojny minowej nie daje pełnego obrazu wpływu broni minowej na zmniejszenie potencjału ekonomicznego stron walczących. Doświadczenia wykazują, że broń minowa odgrywała poważną rolę w utrudnianiu i zrywaniu morskich i rzecznych przewozów ekonomicznych poprzez blokadę cieśnin, baz, portów, kanałów, rzek itd.

W okresie drugiej wojny światowej i konfliktach zbrojnych powojennych można było obserwować poważny wpływ broni minowej na zmianę sytuacji operacyjno-taktycznej lub strategicznej na danym kierunku operacyjnym lub teatrze działań wojennych oraz na utrudnienie lub opóźnienie warunków sprzyjających dla przeciwnika do prowadzenia zaplanowanych operacji, co w wielu przypadkach stanowi ważniejsze czynniki określające efektywność broni minowej niż bezpośrednio wskaźniki statystyczne i ilościowe w rodzaju strat w tonażu flot wojennych i handlowych.

Przytoczone ilościowe i jakościowe wskaźniki pozwalają określić efektywność broni minowej z punktu widzenia ekonomiki i możliwości wykonania postawionych zadań, lecz nie dają skali porównawczej z efektywnością innych środków bojowych. Celowe jest zatem wprowadzenie wskaźnika porównawczego. Dla przykładu porównamy rezultaty osiągnięte przez angielskie lotnictwo bombowe w zwalczaniu tonażu floty handlowej przeciwnika drogą ataków bezpośrednich i działalności minowo-zagrodowej. Za wyborem tego porównania przemawiają następujące czynniki:

1. lotnictwo angielskie postawiło 73 % min z ogólnej sumy postawionych w celach zaczepnych;
 2. istnieje dostateczna dla obróbki ilość danych statystycznych.
- Zebrane dane statystyczne ujmijemy w formę tabelaryczną; patrz tabela nr 14 i 15.

Tabela 14

REZULTATY BEZPOŚREDNICH ATAKÓW ANGIELSKIEGO LOTNICTWA
BOMBOWEGO

| Rok | Ilość miesiący | Zatopione statki | | Ogólna ilość samoloto- lotów | Straty w samolotach | Ilość samolotolotów na jeden za- topiony statek | Ilość samoloto- lotów na 1000 BRT zatopionych statków |
|--------------|-------------------|------------------|----------------|------------------------------------|------------------------|--|--|
| | | Ilość | Tonaż w BRT | | | | |
| 1940 | 9 | 62 | 88.790 | 12.326 | 373 | 198,80/6,0 | 138,80 |
| 1942 | 12 | 42 | 61.028 | 9.866 | 259 | 234,90/6,2 | 161,70 |
| 1943 | 12 | 54 | 96.643 | 16.873 | 229 | 312,50/4,2 | 174,60 |
| 1944 | 4 | 36 | 48.007 | 5.602 | 55 | 155,60/1,5 | 116,70 |
| R a z e m 37 | | 194 | 294.468 | 44.667 | 916 | 230,24/4,7 | 151,68 |

Tabela 15

REZULTATY DZIAŁALNOŚCI MINOWO-ZAGRODOWEJ ANGIELSKIEGO
LOTNICTWA BOMBOWEGO

| Rok | Ilość miesięcy | Zatopione statki | | Ogólna ilość samolotów | Straty w samolotach | Ilość samolotów na jeden zatopiony statek | Ilość samolotów na 1000 BRT zatopionych statków |
|--------|----------------|------------------|-------------|------------------------|---------------------|---|---|
| | | Ilość | Tonaż w BRT | | | | |
| 1940 | 9 | 142 | 136.930 | 3.226 | 94 | 22,70/0,70 | 23,60 |
| 1942 | 12 | 187 | 197.605 | 4.907 | 174 | 26,20/0,90 | 24,80 |
| 1943 | 12 | 157 | 113.559 | 5.754 | 162 | 36,60/1,0 | 50,70 |
| 1944 | 4 | 79 | 61.541 | 3.221 | 48 | 40,80/0,6 | 52,30 |
| Razem: | 37 | 565 | 509.635 | 17.108 | 478 | 30,30/0,8 | 33,60 |

Uwaga: W tabelach nr 14 i 15 w kolumnie 7 podano w mianowniku ilość straconych samolotów przypadających na jeden zatopiony statek przeciwnika.

Porównamy końcowe wyniki dwóch tabel przyjmując wyniki tabeli nr 15 za 100 % i dla uzyskania poglądowości zestawimy je w tabelę nr 16.

Tabela 16

Tabela porównawcza rezultatów ataków bezpośrednich i działalności minowo-zagrodowej

| Rodzaj działalności lotnictwa | Zatopione statki | | Ogólna ilość samolotów w % | Ogólne straty w samolotach w % | Ilość samolotów na jeden zatopiony statek w % | Ilość samolotów na 1000 BRT zatopionych statków w % | Straty samolotów na jeden zatopiony statek w % |
|-------------------------------|------------------|-------|----------------------------|--------------------------------|---|---|--|
| | Ilość | tonaż | | | | | |
| Zagrodowo-minowa | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Bezpośrednie ataki | 34,4 | 57,8 | 162,1 | 191,6 | 760,6 | 452 | 558,1 |

Z tabeli nr 16 wynika, że działalność zagrodowo-minowa lotnictwa była skuteczniejsza od ataków bezpośrednich przeszło siedem i pół razy pod względem ilości zatopionych statków oraz przeszło cztery i pół razy pod względem zatopionego tonażu ponosząc równocześnie przeszło pięć i pół razy mniejsze straty w samolotach.

Uwzględniając wartość straconych samolotów i zatopionych statków oraz zakładając jednakową ilość samolotów można stwierdzić, iż działalność zagrodowo-minowa była dziesięciokrotnie skuteczniejsza od ataków bezpośrednich.

Przeanalizowany przykład nie jest typowy dla ilustracji skutecznej walki z flotą handlową, ponieważ żegluga niemiecka była znacznie w mniejszym stopniu ożywiona niż np. aliancka lub japońska. Podobna analiza skuteczności działalności zagrodowo-minowej w odniesieniu do żeglugi angielskiej i japońskiej wykazałaby jeszcze wyższy wskaźnik.

Na zakończenie niniejszego rozdziału należy stwierdzić, że przeprowadzona wstępna ocena efektywności uzbrojenia minowego w oparciu o doświadczenie drugiej wojny światowej świadczy, iż broń minowa była bardzo opłacalnym i skutecznym środkiem bojowym w walce na morzu, co

wskazuje na celowość szerokiego wykorzystania jej przez nas w ewentualnej przyszłej wojnie i pozwala wnioskować, że przeciwnik również będzie szeroko ją stosował.

R o z d z i a ł III

WŁAŚCIWOŚCI TAKTYCZNE, DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE I KIERUNEK ROZWOJU WSPÓŁCZESNYCH MIN MORSKICH ORAZ MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ICH W WARUNKACH UŻYCIA BRONI ATOMOWEJ I RAKIETOWEJ.

1. Właściwości taktyczne i dane t ak t y c z n o - t e c h n i c z n e w s p ó ł c z e s n y c h m i n m o r s k i c h .

Dla prawidłowego i optymalnego wykorzystania uzbrojenia minowego w celu wykonania określonych zadań operacyjno-taktycznych w różnych warunkach i sytuacji trzeba znać jego właściwości taktyczne i dane taktyczno-techniczne. Pod właściwościami taktycznymi min morskich rozumiemy charakterystykę zasadniczych cech odróżniających miny od innych rodzajów uzbrojenia. Zespół właściwości taktycznych min określa ich zalety bojowe i wady, a zatem stanowi jakościową charakterystykę min.

Pod danymi taktyczno-technicznymi min morskich rozumiemy głównie zespół danych cyfrowych, czyli ilościowych wskaźników charakteryzujących ich możliwości bojowe i techniczne, poziom konstrukcyjny, działanie poszczególnych przyrządów i mechanizmów oraz dane wagowe i gabarytowe. Dokładna znajomość oraz właściwa analiza danych taktyczno-technicznych min pozwala dokonać prawidłowego wyboru określonych typów min i optymalnego wykorzystania w zależności od zadania, sytuacji bojowej i geograficzno-fizycznych warunków panujących w danym rejonie.

Gruntowna analiza danych taktyczno-technicznych jest również nieodzownym warunkiem i punktem wyjściowym przy stawianiu zadań przed przemysłem zbrojeniowym w zakresie projektowania i produkcji nowych typów min.

Ustalone w wyniku analizy optymalne dane taktyczno-techniczne stanowią zasadniczą taktyczno-techniczną treść zadania. Właściwości taktyczne i dane taktyczno-techniczne uzbrojenia minowego stale zmieniają się i udoskonalają w miarę rozwoju nauki i techniki.

Rozwój techniki minowej wykazuje, że broń minowa w swym rozwoju uwzględnia systematycznie najnowsze osiągnięcia nauki i techniki światowej.

W oparciu o analizę zasadniczych właściwości taktycznych współczesnych min morskich można wyłonić ich wady i zalety bojowe.

Wyłonione zalety bojowe współczesnych min morskich postaramy się streścić w punktach:

1. Miny posiadają bardzo cenną swoistą tylko im właściwość bojową, którą jest zdolność długotrwałego i skrytego oddziaływania na przeciwnika, stwarzając stałe skryte niebezpieczeństwo dla żeglugi w rejonach zaminowanych niezależnie od pory dnia i stanu pogody. To ciągłe i ukryte niebezpieczeństwo czyhające na każdym kroku, wywołuje stan podniecenia nerwowego i wywiera bardzo szkodliwy wpływ moralno-psychiczny na załogi okrętów i statków. Doświadczenia minionych wojen pokazują, że strach i panika wywoływana zagrożeniem minowym przewyższały strach przed bezpośrednim bombardowaniem lub walką morską, gdzie występuje bezpośredni kontakt z widocznym przeciwnikiem, a cała uwaga skupiona w krótkim okresie czasu, zamienia się w wolę zwycięstwa.

2. Miny działają rażąco na najbardziej czułe miejsce okrętu - jakim jest dno i podwodna część kadłuba okrętu oraz stery i śruby okrętowe. Okręt utraciwszy pływalność lub szybkość tonie lub wychodzi z sztyku, mimo, że całość uzbrojenia i załogi może być zdolna do walki.

3. Miny są niewidoczne dla przybliżającego się okrętu i dlatego działają nagle z zaskoczenia. Czynniki zaskoczenia wpływają na obniżenie zdolności i organizacji walki o żywotność okrętu.

4. Wybuch miny prowadzi do zatopienia lub uszkodzenia okrętu dzięki dużej sile wybuchu. Uszkodzenie okrętu /strata szybkości, przechył, uszkodzenie mechanizmów i uzbrojenia w wyniku silnego wstrząsu/ wyprowadza okręt z linii na pewien okres lub obniża jego zdolność bojową. Uszkodzenie podwodnej części kadłuba, sterów lub śrub związane jest z koniecznością dokowania okrętu, co we współczesnych warunkach prowadzenia wojny może nastręczyć duże trudności /zniszczone porty i stocznie/.

7. Minimalny odstęp między minami - warunkuje gęstość min w linii, a zatem i prawdopodobieństwo spotkania się okrętu z miną przy przechodzeniu przez linię min.

8. Maksymalna /dopuszczalna/ szybkość okrętu /samolotu/ i wysokość burty /wysokość lotu samolotu/ przy stawianiu min - określa możliwość wykorzystania min z danego nosiciela. Na okręcie należy uwzględniać tę szybkość, przy której zapewniona jest ciągłość stawiania całego zapasu.

9. Czas uzbrojenia się miny - posiada szczególnie ważne znaczenie przy stawianiu min w zagrodach manewrowych.

10. Obecność w minach zegara uzbrojenia i licznika wielokrotności oraz zakresy ich nastaw - pozwalają na dowolne zwiększenie odporności przeciwtrałowej w danym zakresie oraz na regulację terminu przejścia w położenie bojowe określonego procentu postawionych min. Należy uwzględniać przy tym fakt, że zwiększenie odporności przeciwtrałowej odbywa się kosztem zmniejszenia efektywnego okresu służby bojowej min, a stąd i prawdopodobieństwa poderwania się na nich.

11. Obecność likwidatora w minach - zabezpiecza w określonych terminach zniszczenie min celem umożliwienia pływania własnym okrętem i statkom w zaminowanym uprzednio rejonie.

12. Obecność przyrządu samozatopienia w minach - zapewnia bezpieczeństwo pływania własnym okrętem i statkom od min dryfujących w rejonach, w których znajdują się własne zagrody minowe, gdyż miny po zerwaniu się z kotwic toną. Przyrządy takie winny posiadać wszystkie miny kotwiczne użyte w obronnych zagrodach minowych. W strefie wód przeciwnika przeważnie nie używa się tych przyrządów.

13. Ilość i rodzaj przyrządu zabezpieczającego - zapewnia bezpieczeństwo obchodzenia się z miną przy przygotowaniu, stawianiu oraz po wypłynięciu miny na powierzchnię morza.

2. K i e r u n k i r o z w o j u w s p ó ł c z e s n y c h
m i n m o r s k i c h .

Śledząc poziom techniczny i różnorodność typów istniejących min oraz uogólniając wymagania stawiane przed współczesnymi minami, można wyodrębnić szereg kierunków, w których winien iść i idzie ich rozwój.

Dostrzegalne zasadnicze tendencje rozwojowe min można ująć w punktach.

1. Zwiększenie niszczącego działania miny w wyniku lepszej lokalizacji jej wybuchu w stosunku do przechodzącego okrętu i zastosowanie większych oraz silniejszych ładunków włącznie z ładunkiem jądrowym.

2. Zwiększenie zanurzenia min do głębokości osiąganych przez współczesne okręty podwodne plus promień rażenia miny.

3. Zwiększenie głębokości stawiania min kotwicznych do kilku tysięcy metrów, co możliwe jest przy zastosowaniu na minliny tworzyw sztucznych.

4. Nacisk na rozwój min pływających na żądanym zanurzeniu, lub oscylujących w określonym pasie głębokości.

5. Zwiększenie zanurzenia min dennych stawianych przeciw okrętom nawodnym /próby konstruowania min wpływających z dna, mina - pocisk/.

6. Daleko posunięta specjalizacja min pod względem obiektu rażenia:

- miny przeciw okrętom nawodnym średnim i dużym;
- miny przeciw środkom desantowym;
- miny przeciw okrętom podwodnym;
- miny przeciw okrętom odmagnesowanym;
- miny przeciw okrętom wolno idącym;
- miny przepuszczające trały i przerywacze pól minowych a wybuchające pod jednostkami przeprowadzanymi;
- miny przeciw trałowcom idącym z trałami elektromagnetycznymi elektrodowymi itd.

7. Duży nacisk na produkcję uniwersalnych min pod względem możliwości użycia ich z okrętów nawodnych i podwodnych oraz z samolotów przy dużych wysokościach i szybkościach stawiania.

8. Rozwój urządzeń utrudniających wytrałowanie min, montowanych na minlinach min kotwicznych i w układach urządzeń zapalających dennych min niekontaktowych oraz rozwój protektorów pól minowych. Zwiększenie odporności przeciwtrałowej dennych min niekontaktowych idzie głównie po linii stosowania wielokanałowych urządzeń zapalających z zastosowaniem kanałów /czujników/ reagujących na pola lub określone zakresy pól fizycznych okrętu, które trudno imitować trałami.

9. Zastosowanie urządzeń utrudniających rozbrojenie miny /pułapki/, zadaniem których jest zwiększenie szans utrzymania w tajemnicy nowych rozwiązań konstrukcyjnych układów urządzeń zapalających min

niekontaktowych, co utrudnia walkę z nimi i naśladownictwo przez przemysł zbrojeniowy przeciwnika.

10. Przedłużenie żywotności min dzięki zastosowaniu do budowy tworzyw sztucznych odpornych na działanie wody morskiej oraz zastosowanie długotrwałych źródeł energii do baterii atomowych włącznie.

Analizując kierunki rozwoju współczesnych min morskich trzeba stwierdzić, iż należy liczyć się poważnie z możliwością stosowania w minach ładunków jądrowych. Z doniesień prasy zagranicznej wynika, że na uzbrojeniu sił morskich Stanów Zjednoczonych i Anglii są miny posiadające ładunek jądrowy o ekwiwalencie trotylowym 20 KT. Promień rażenia takich min jest 20-30 razy większy od promienia dużych i średnich min dennych z ładunkiem klasycznych materiałów wybuchowych. W wyniku wybuchu podwodnego ładunku jądrowego o ekwiwalencie trotylowym 20 KT doznają poważnych uszkodzeń /toną lub wychodzą z linii/ duże okręty, jak okręty liniowe, krążowniki i lotniskowce w promieniu do 700 metrów od miejsca wybuchu. Strefa uszkodzeń dużych i zniszczeń małych okrętów sięga 1400 m, a strefa silnych skażeń okrętów do 3000 m i więcej.

Do pobudzania tego typu min w granicach ich promienia rażenia może być wykorzystane akustyczne i ciśnieniowe pole okrętu i ich kombinacja oraz inne nie poznane dotychczas w dostatecznym stopniu pola fizyczne.

Czasopismo francuskie "La Revue Maritime" /1956 r./ podaje, że krążownik o wyporności około 10 tys. ton idąc szybkością 25 węzłów w rejonie morza o głębokości 12÷15 m wytwarza spadek ciśnienia na dnie o 5 mm słupa wody do odległości trawersowej 500 m z lewej i prawej burty.

Dla zobrazowania charakteru rozkładu i możliwości wykorzystania pola ciśnieniowego i akustycznego w tym zakresie przeprowadzimy krótką orientacyjną analizę.

Spadek ciśnienia wywołany poruszającym się okrętem w interesującym nas dowolnym punkcie na dnie morza można obliczyć za pomocą następującego wzoru:

$$\Delta p = \frac{\rho \sqrt{v_k^2} S_M}{\pi a} \sum_{n=1}^{n=\infty} \left(\frac{1}{\sqrt{[(2n-1)H]^2 + y^2 + (x+E)^2}} - \frac{1}{\sqrt{[(2n-1)H]^2 + y^2 + (x+C)^2}} + \frac{1}{\sqrt{[(2n-1)H]^2 + y^2 + (x-C)^2}} + \frac{1}{\sqrt{[(2n-1)H]^2 + y^2 + (x-E)^2}} \right) \quad /1/$$

gdzie

$$E = \frac{L_k}{2}; \quad c = \frac{L_k - 2a}{2}; \quad a = L_k \left(1 - \frac{\sigma_D}{\beta}\right);$$

$$S_M = \beta \cdot T \cdot B.$$

Oznaczenia:

- B - szerokość okrętu w metrach;
- T - zanurzenie okrętu w metrach;
- L_k - długość okrętu w metrach;
- β - współczynnik pełnotliwości owręża;
- σ_D - współczynnik pełnotliwości wyporności;
- ρ - gęstość wody morskiej w $\text{kg} \cdot \text{sek}^2 \cdot \text{m}^{-4}$;
- V_k - szybkość okrętu w m/sek ;
- n - ilość uwzględnionych odbić lustrzanych celem wyrugowania wpływu swobodnej powierzchni wody i dna /w praktyce przyjmuje się $n = 2-3$ /;
- H - głębokość rejonu w metrach;
- x, y - współrzędne punktu w płaszczyźnie poziomej w stosunku do środokręcia /oś "x" leży w płaszczyźnie diametralnej okrętu/.

Posługując się wzorem /1/ obliczymy spadek ciśnienia na dnie w wybranych punktach wzdłuż linii trawersowej niszczyciela typu "Wicher" w zależności od szybkości okrętu z uwzględnieniem jednego odbicia lustrzanego od dna przy danych:

$B = 11,8 \text{ m}$; $T = 4,26 \text{ m}$; $L_k = 121 \text{ m}$; $\beta = 0,80$; $\sigma_D = 0,51$; $H = 20 \text{ m}$;
 $\rho = 102 \text{ kg} \cdot \text{sek}^2 \cdot \text{m}^{-4}$; $x = 0$; $y = 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160$ i 200 m ; $V_k = 10, 15, 20, 25$ i 30 węzłów.

Wyniki obliczeń zestawimy w formie tabeli, patrz tabela nr 17.

Tabela 17

$$(-\Delta p) = f(y, V_k); \text{ przy } x = 0, H = 20 \text{ m}.$$

| $y \backslash V_k$ | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|--------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 32,28 | 72,59 | 128,96 | 201,55 | 290,37 |
| 10 | 29,05 | 65,33 | 116,05 | 181,37 | 261,30 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|-------|-------|-------|--------|--------|
| 20 | 22,30 | 50,14 | 89,08 | 139,22 | 200,57 |
| 30 | 15,92 | 35,80 | 63,59 | 99,38 | 143,18 |
| 40 | 11,16 | 25,09 | 44,57 | 69,66 | 100,35 |
| 50 | 7,87 | 17,71 | 31,46 | 49,16 | 70,83 |
| 60 | 5,65 | 12,70 | 22,57 | 35,27 | 50,81 |
| 80 | 3,09 | 6,95 | 12,35 | 19,30 | 27,80 |
| 100 | 1,83 | 4,11 | 7,30 | 11,41 | 16,44 |
| 120 | 1,14 | 2,57 | 4,56 | 7,13 | 10,27 |
| 140 | 0,78 | 1,76 | 3,13 | 4,90 | 7,06 |
| 160 | 0,53 | 1,18 | 2,10 | 3,28 | 4,73 |
| 200 | 0,29 | 0,64 | 1,14 | 1,79 | 2,58 |

W oparciu o te wyniki możemy określić izobary obrazujące charakter rozkładu pola ciśnieniowego okrętu; patrz rysunek nr 5. Zakładając określony parametr zadziałania miny " Δp_z " możemy z wykresów odczytać odpowiadające mu szerokości strefy reagowania miny. I tak, jak widać z rysunku, dla $\Delta p_z = 10$ milimetrów słupa wody w zależności od szybkości okrętu

$$(v_k = 15, 25 \text{ i } 30 \text{ węzłów})$$

otrzymamy

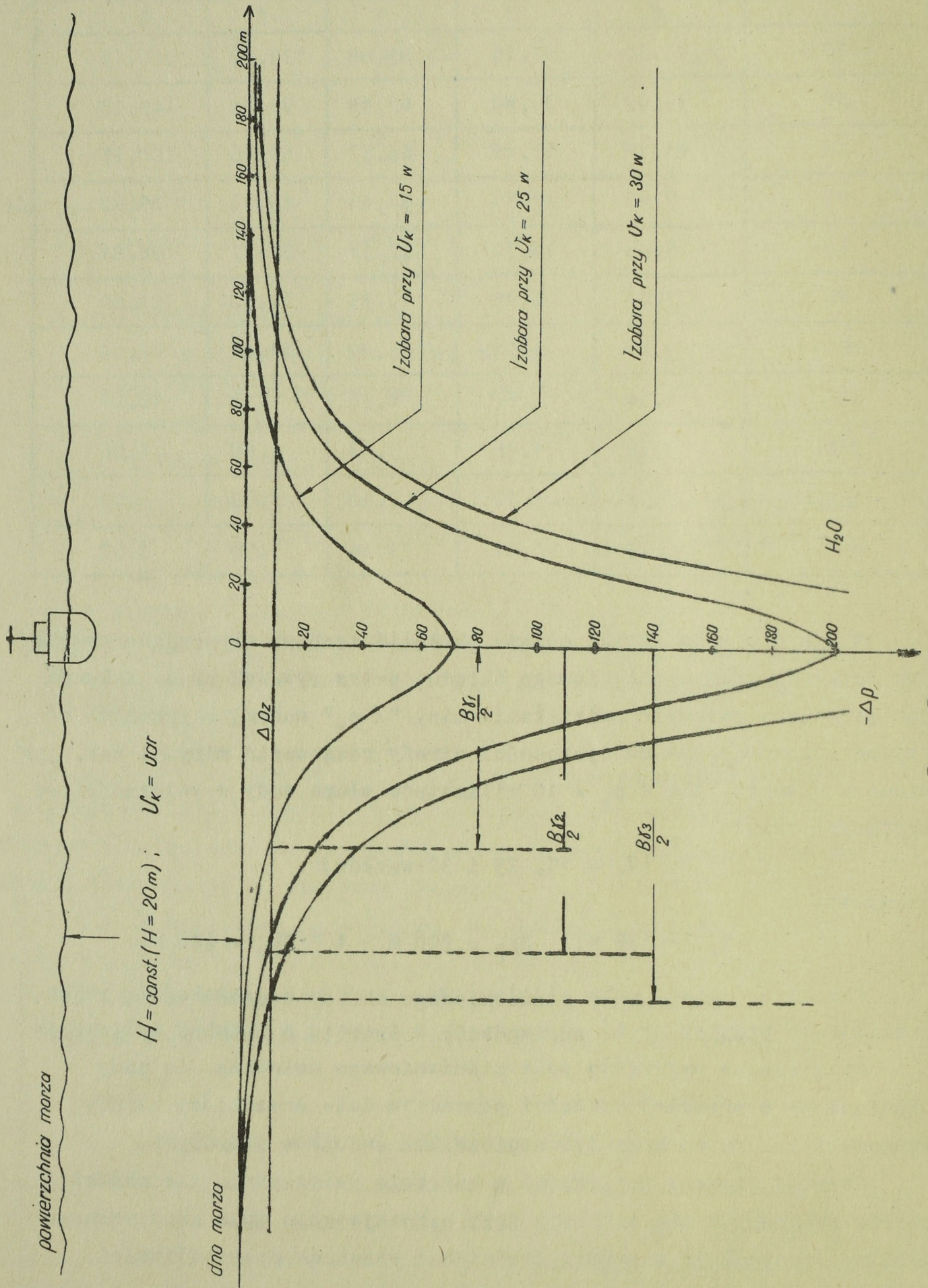
$$B_{\gamma_1} = 136 \text{ m}; \quad B_{\gamma_2} = 208 \text{ m} \quad \text{i} \quad B_{\gamma_3} = 240 \text{ m}.$$

Charakter zmiany pola ciśnieniowego okrętu z głębokością rejonu przedstawia rysunek nr 6, sporządzony w oparciu o podobne wyliczenia.

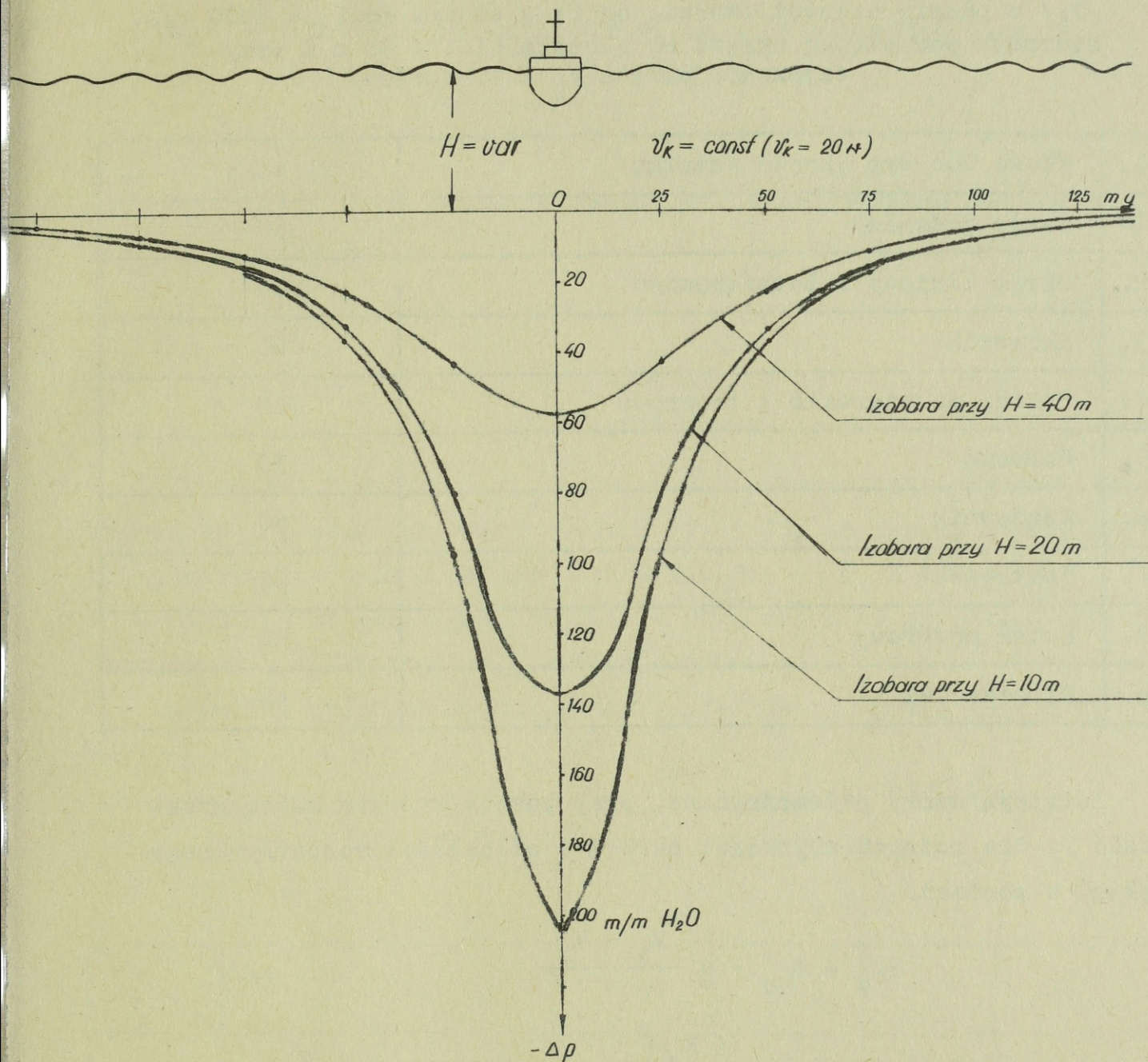
Przytoczone przykłady pola ciśnieniowego świadczą, że miny ciśnieniowe o wysokiej czułości posiadają duże szerokości strefy reagowania, a zatem mogą być nosicielami ładunków jądrowych.

Jeszcze większe możliwości w zakresie zwiększenia szerokości strefy reagowania min istnieją przy wykorzystaniu pola akustycznego okrętu, szczególnie w paśmie średnich i wysokich częstotliwości.

Według danych uzyskanych w Związku Radzieckim, przeprowadzone w 1947 r. w Anglii pomiary natężenia pola akustycznego okrętów różnych klas dały następujące wyniki; patrz tabela nr 18.



Rys. 5.
Rozkład izobar pola ciśnieniowego niszczyciela typu "Wicher" w płaszczyźnie poprzecznej okrętu przy różnych szybkościach.



Rys. 6.

Rozkład izobar pola ciśnieniowego niszcyciela typu "Wicher" w płaszczyźnie poprzecznej okrętu na różnych głębokościach rejonu.

Tabela 18.

Maksymalne wartości sumarycznego ciśnienia akustycznego $/P_a/$ w pasmie częstotliwości: od $f_1 = 40$ c/s do $f_2 = 8000$ c/s, mierzone pod stępką okrętu na głębokości $H = 40$ m i przy szybkości okrętu $V_k = 10$ węzłów.

| Lp. | Klasa lub typ okrętu /statku/ | P_Σ w μ b |
|-----|-------------------------------|----------------------|
| 1. | Okręt podwodny | 350 |
| 2. | Okręt liniowy i lotniskowiec | 200 |
| 3. | Holownik | 180 |
| 4. | Statki pasażerskie i towarowe | 160 |
| 5. | Korweta | 130 |
| 6. | Krażownik | 90 |
| 7. | Trałowiec | 60 |
| 8. | Kuter motorowy | 50 |
| 9. | Niszczyciel | 40 |

Istnieją wzory półempiryczne, przy pomocy których można przeliczać P_Σ dla różnych szybkości okrętu i odległości rozpatrywanego punktu, w postaci:

$$P_{\Sigma X} = P_{\Sigma O} \cdot q \frac{V_x - V_o}{m} \quad /2/$$

$$P_{\Sigma X} = P_{\Sigma O} \cdot \left(\frac{R_o}{R_x} \right)^n \quad /3/$$

gdzie

$P_{\Sigma O}$ - znana wartość sumarycznego ciśnienia akustycznego mierzona przy szybkości okrętu V_o i na odległość od okrętu R_o ;

$P_{\Sigma X}$ - szukana wartość sumarycznego ciśnienia akustycznego dla szybkości okrętu równej V_x i odległości R_x ;

Uwaga: wzory 1,2 i 3 - pochodzą z notatek prowadzonych na wykładach w Akademii Budowy Okrętów i Uzbrojenia im. A.N. Kryłowa w Leningradzie w latach 1955-58.

m, n - współczynniki empiryczne dla danych typów okrętów
/średnia wartość tych współczynników dla większości okrętów wojennych wynosi: $m = 3,5$; $n = 1,25$ /;

R_o - odległość od śruby okrętu do punktu pomiaru ciśnienia akustycznego;

$$R_o = \sqrt{X_o^2 + Y_o^2 + Z_o^2} \quad /4/$$

R_x - odległość od śruby okrętu do rozpatrywanego punktu /do miny/;

$$R_x = \sqrt{X_x^2 + Y_x^2 + Z_x^2} \quad /5/$$

X_o, Y_o, Z_o , oraz X_x, Y_x, Z_x = współrzędne punktu pomiaru i punktu rozpatrywanego.

Wychodząc z wartości $P_{\Sigma o} = 40 \mu b$ dla niszcyciela zawartej w tabeli 18 i posługując się formułami /2/ i /3/ obliczymy sumarycznie ciśnienie akustyczne w pasmie częstotliwości od $f_1 = 40$ c/s do $f_2 = 8000$ c/s na głębokości morza $H = 20$ m dla różnych odległości trawersowych /y/ i szybkości okrętu V_k .

Rezultat obliczeń zestawimy w formie tabeli; patrz tabela nr 19.

Tabela 19.

$$P_{\Sigma} = f /Y, V_k/, \text{ przy } X = 0, H = 20 \text{ m.}$$

$$Y = 0 \div 125 \text{ m.}$$

| $Y \backslash V_k$ | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
|--------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 10 | 95,1 | 52,9 | 27,6 | 17,4 | 12,4 | 11,9 |
| 15 | 261,6 | 142,4 | 75,9 | 47,9 | 34,1 | 32,8 |
| 20 | 689,6 | 383,4 | 200,1 | 126,5 | 89,9 | 86,4 |
| 25 | 1854,8 | 1031,2 | 538,2 | 340,1 | 241,8 | 232,4 |
| 30 | 4993,8 | 2776,2 | 1449,0 | 915,6 | 651,0 | 625,8 |

Mikrobar /skrót μb / jest to jednostka miary ciśnienia akustycznego odpowiadająca ciśnieniu słupa rtęci o wysokości $75 \cdot 10^{-5}$ mm przy temperaturze $t = 0^\circ C$, odpowiednio: $1 \text{ at} = 1,013 \cdot 10^6 \mu b$.

$$Y = 150 \div 400 \text{ m.}$$

| $V_k \backslash Y$ | 150 | 175 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10 | 7,6 | 6,3 | 5,3 | 4,0 | 3,6 | 2,6 | 2,2 |
| 15 | 20,8 | 17,3 | 14,6 | 11,0 | 9,8 | 7,3 | 6,2 |
| 20 | 54,8 | 45,5 | 38,6 | 29,0 | 25,8 | 19,2 | 16,3 |
| 25 | 147,4 | 122,5 | 103,7 | 78,0 | 69,5 | 51,6 | 43,8 |
| 30 | 396,9 | 329,7 | 279,3 | 210,0 | 187,1 | 139,0 | 118,0 |

Wyniki obliczeń zestawione w tabeli nr 19 wykazują, że szerokość strefy reagowania czułych min akustycznych wyraża się w setkach metrów. Kosztem tak dużych szerokości strefy reagowania można zwiększyć dopuszczalny dotychczas /ze względu na promień rażenia ładunku materiału wybuchowego miny/ zakres głębokości stawiania min dennych. Zastosowanie zatem w minach ładunków jądrowych z punktu widzenia możliwości pobudzania tych min w zakresie ich promienia rażenia jest praktycznie zupełnie realne.

Równocześnie w zagranicznej literaturze wojskowej specjaliści wojenno-morscy wypowiadają się, że według ich zdania istnieją obecnie możliwości zbudowania urządzeń zapalających min działających na nowych zasadach. W urządzeniach tych można np. zastosować czujniki o wysokiej czułości reagujące na zmianę temperatury, składu chemicznego wody, intensywności promieni świetlnych i kosmicznych w czasie przechodzenia okrętu nad miną itp. Według wspomnianego już czasopisma "La Revue Maritime", promienie kosmiczne przy pomocy specjalnych przyrządów pomiarowych wykrywane są na głębokości morza około 60 m. W latach powojennych do dnia dzisiejszego w szeregu państw prowadzone są intensywne prace naukowo-badawcze nad poznaniem właściwości i rozkładu różnych pól fizycznych okrętów. W USA i Anglii wyprodukowano nowe aparaty i czułe przyrządy pomiarowe do badań magnetycznego, akustycznego, ciśnieniowego, kosmicznego i innych pól fizycznych okrętów. Zbudowano szereg basenów doświadczalnych i jednostek pływających wyposażonych w aparaturę naukowo-doświadczalną.

Ogólnie należy stwierdzić, iż intensywne prace naukowo-badawcze w zakresie poznania pól fizycznych okrętów oraz obecny poziom myśli

naukowo-technicznej i przemysłu elektronicznego w państwach wysoko rozwiniętych zapewniają możliwości wykorzystania w technice minowej wszystkich znanych z nazw pól fizycznych okrętów jako zasadę działania nowych urządzeń zapalających min.

3. W p ł y w b r o n i a t o m o w e j i r a k i e -
t o w e j n a m o ż l i w o ś ć w y k o r z y s t a n i a
u z b r o j e n i a m i n o w e g o .

Analiza wpływu broni atomowej i raketowej na możliwości bojowego wykorzystania min pozwala wnioskować, że nowe bardziej mocne uzbrojenie nie zmniejsza znaczenia i roli uzbrojenia minowego.

Współczesne działania wojenne na morzu charakteryzujące się użyciem broni jądrowej i raketowej nie tylko w niczym nie ograniczają użycie min morskich, lecz wręcz odwrotnie - rozszerzają zakres stosowania i ich możliwości. Wniosek taki wypływa z szeregu czynników i warunków charakteryzujących działania wojenne z użyciem nowych rodzajów broni.

1. Użycie broni jądrowej i raketowej do niszczenia ważnych obiektów lądowych i miast, a zatem i węzłów kolejowych, mostów itp. zwiększa znaczenie komunikacji morskich oraz dyktuje konieczność zwiększenia ilości okrętów i statków niezbędnych do zapewnienia przewozów wojskowych i ekonomicznych drogą morską. Zwiększenie ilości morskich linii komunikacyjnych oraz częstości żeglugi zwiększa efektywność stosowanych min.

2. Ze względu na zagrożenie atomowe strony walczące będą zmuszone stosować rozśrodkowane bazowanie swych okrętów i statków na teatrze morskim, a to sprowadza się do konieczności zwiększenia ilości punktów bazowania i rozbudowywania systemu torów wodnych, kursów zalecanych, kotwicowisk i rejonów manewrowania, w granicach których zależnie od możliwości może stawiać zaczepne zagrody minowe lotnictwo, okręty podwodne i nawodne. Możliwość zapewnienia należytej obrony przeciwminowej przy rozśrodkowanym bazowaniu jest ograniczona w wyniku konieczności rozszerzenia przedsięwzięć obrony przeciwminowej i wydzielenia dużej ilości sił i środków, co w konsekwencji również podnosi efektywność min morskich, rozszerza zakres ich stosowania i sprzyja masowemu użyciu.

3. Stosowanie przeciwatomowych rozczłonkowanych marszowych i bojowych szyków i ugrupowań na przejściu morzem sprzyja wejściu okrętów i statków na zagrody minowe, czyli zwiększa prawdopodobieństwo trafienia okrętów na miny.

4. Stworzenie zagrożenia dla żeglugi, a szczególnie dla pojedynczych statków i okrętów nawodnych oraz okrętów podwodnych będących w zanurzeniu przy pomocy broni atomowej i rakiętowej przez dłuższy okres czasu wymaga użycia dużych sił, zatem jest utrudnione lub niemożliwe, zwłaszcza w strefie przybrzeżnych i wewnętrznych wód przeciwnika i w złych warunkach meteorologicznych. Przy użyciu min można stworzyć zagrożenie dla żeglugi nawodnej i podwodnej przez stosunkowo długi okres czasu w różnych rejonach, które nie zależą od pory roku, dnia i stanu pogody.

5. Miny postawione w zagrodach zaczepnych i obronnych są mniej narażone na zniszczenie niż inne rodzaje uzbrojenia w wojnie jądrowo-rakiętowej, zachowując przez długi okres czasu zdolność bojową /akumulują ofensywny i defensywny potencjał bojowy/.

6. Broń minowa jest również skutecznym nosicielem ładunków jądrowych. Zastosowanie ładunków jądrowych w minach pozwala na:

- zwiększenie siły niszczącej min, dzięki czemu poderwanie się na minie prowadzi do zniszczenia okrętu bez względu na klasę i wielkość;
- zwiększenie szerokości strefy rażenia i reagowania min, a zatem i prawdopodobieństwa poderwania się okrętu na minie, co pozwala wykonywać typowe dla broni minowej zadania taktyczno-operacyjne z mniejszą ilością min w porównaniu z minami klasycznymi /wiąże się z tym również zmniejszenie czasu i sił niezbędnych dla poszczególnych operacji minowo-zagrodowych/;
- zwiększenie zakresu głębokości rejonu stawiania min w porównaniu z zakresem głębokości dostępnych dla klasycznych min dennych /miny przykrywają skutecznie większy odcinek w płaszczyźnie poziomej i pionowej, co ma szczególne znaczenie przy organizowaniu rubieży przeciw okrętom podwodnym/.

Zastosowanie ładunków jądrowych w minach pociąga za sobą konieczność zmiany sił, środków i sposobów walki z minami oraz zasad marszowej ochrony przeciwminowej zespołów okrętów i statków na przejściu morzem.

Trałowanie dennych min z ładunkiem jądrowym współczesnymi trałami jest niemożliwe, gdyż **wytrałowanie** takiej miny grozi zniszczeniem całej grupy trałowców trałujących lub przeprowadzających okręty za trałami.

Możliwość użycia przez przeciwnika broni rakietowej i jądrowej w walce z zagrożeniem minowym może iść w kierunku:

1. niszczenia magazynów i składnic z minami oraz portów stanowiących dogodne punkty bazowania i pobierania min przez ich nosiciele;
2. niszczenia nosicieli min w czasie pobierania min, przejścia morzem i stawiania zagród minowych;
3. niszczenia zagród minowych ładunkami jądrowymi.

Z powyższego wynika szereg przedsięwzięć i zmian w zakresie składowania zapasów min i ich bojowego wykorzystania; do najważniejszych z nich należą:

1. zapasy min powinny być rozśrodkowane w rejonach niezagrażonych atakiem nieprzyjacielskim z użyciem broni rakietowej i jądrowej;
2. konieczność zapewnienia warunków organizacyjno-technicznych pobierania min w małych portach i bezpośrednio w morzu;
3. do stawiania zaczepnych zagród minowych używać głównie lotnictwa oraz małych i szybkich okrętów nie stanowiących dogodnego i opłacalnego celu dla broni rakietowej i jądrowej;
4. poszczególne linie min w obronnych zagrodach minowych /zagrody przeciwdesantowe i przeciw okrętom podwodnym/ winny być tak rozmieszczone, żeby w wyniku podwodnego wybuchu ładunku jądrowego powstało przejście tylko w jednej linii min, czyli winien być zachowany następujący warunek:

$$D_{\text{min.}} > 2 R_{\text{kr}}$$

/6/

gdzie:

- $D_{\text{min.}}$ - odległość minimalna między poszczególnymi liniami min w zagrodzie minowej;
- $R_{\text{kr.}}$ - promień krytyczny, w granicach którego zostają zniszczone lub uszkodzone miny w wyniku podwodnego wybuchu ładunku jądrowego.

Wartość promienia krytycznego może być obliczana przy pomocy przekształconego wzoru R. Koula /5/, jeśli znane jest hydrodynamiczne

ciśnienie krytyczne dla kadłuba lub komory urządzenia zapalającego miny $/P_{kr}/$.

$$R_{kr} = 100 \sqrt[3]{K \cdot q} \left(\frac{P_{kr}}{533} \right)^{-0,885} \quad /7/$$

gdzie

- q - ekwiwalent trotylowy ładunku jądrowego w KT;
- K - współczynnik uwzględniający procent energii wybuchu ekwiwalentnego ładunku trotylowego, jaka idzie na powstanie fali uderzeniowej.

Analizując dane opublikowane z prób przeprowadzonych przez Stany Zjednoczone /kryptonim prób "BAKER"^{x/} / na Bikini w 1946 r., drogą podstawiania do wzoru /7/ otrzymanych wartości ciśnienia w fali uderzeniowej podwodnego wybuchu ładunków jądrowych na ~~...~~ większej głębokości i odległości od punktu zerowego /w zakresie interesującym nas/, otrzymamy średnią wartość współczynnika

$$K = 0,6.$$

Ponieważ wybuchy jądrowe na płytkiej wodzie są charakterystyczne dla Morza Bałtyckiego, otrzymaną wartość współczynnika "K" możemy przyjąć przy obliczeniach promienia krytycznego dla min stojących w przybrzeżnych zagrodach minowych.

Dla podwodnych wybuchów ładunków jądrowych na większych głębokościach wartość współczynnika $K = 0,7 \div 0,8$.

Posługując się wzorem /7/ oraz przyjmując $K = 0,6$; $P_{kr} = 100 \text{ kg/cm}^2$ dla min kotwicznych i $P_{kr} = 150 \text{ kg/cm}^2$ dla min dennych, obliczymy promień krytyczny dla min przy wybuchu podwodnym ładunków jądrowych różnych wielkości, a wyniki obliczeń zestawimy w postaci tabeli nr 20.

Tabela 20

Promień krytyczny dla kotwicznych i dennych min przy wybuchu podwodnym ładunków jądrowych określonej wielkości.

| q /KT/ Rodzaj min | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Kotwiczne | 370 | 467 | 535 | 588 | 634 | 810 | 928 | 1021 | 1169 |
| Denne | 259 | 327 | 374 | 411 | 443 | 559 | 639 | 703 | 805 |

^{x/} Książka pt. "Skutki wybuchów jądrowych" - 1958r. /na prawach rękopisu/.

Z tabeli nr 20 widać, iż z punktu widzenia otrzymanych efektów /wielkości promienia krytycznego/ do przebijania przejść w zagrodach minowych celowo jest używać małych ładunków jądrowych o ekwiwalencie trotylowym $q = 5-10$ KT, stąd też przy planowaniu i stawianiu obronnych zagród minowych odległość minimalna między poszczególnymi liniami min winna wynosić:

$$D_{\text{min.}} > 1,620 \text{ m} \quad - \text{ dla min kotwicznych};$$

$$D_{\text{min.}} > 1,118 \text{ m} \quad - \text{ dla min dennych.}$$

Biorąc pod uwagę dokładność stawiania min, wyżej wymienione odległości można zaokrąglić do 1 Mm.

Odległości powyższe należy brać pod uwagę przy planowaniu obronnych zagród minowych, a szczególnie zagród przeciwdesantowych i przeciw okrętom podwodnym. Zwiększone odległości między poszczególnymi liniami min pociągają za sobą poważny wzrost głębokości zagród minowych /szczególnie przy stawianiu ich przez okręty posiadające mały zapas bojowy min/, co w rejonach o małym obszarze ogranicza swobodę manewru własnych sił.

R o z d z i a ł I V

METODYKA OKREŚLANIA EFEKTYWNOŚCI MIN I ZAGRÓD MINOWYCH

1. K r y t e r i a e f e k t y w n o ś c i m i n i z a g r ó d m i n o w y c h .

Zagrody minowe stawiane są w celu spełnienia określonych zadań operacyjno-taktycznych. W zależności od rodzaju zadania, przy planowaniu zagród minowych należy przeprowadzić niezbędne wyliczenia pozwalające na określenie optymalnej ilości wybranych typów min, przy pomocy których zostanie osiągnięte postawione zadanie. Aby przeprowadzić tego rodzaju wyliczenia, trzeba mieć jakieś liczbowe wskaźniki lub kryteria określające jednoznacznie skuteczność /efektywność/ poszczególnych typów min oddzielnie i planowanej zagrody minowej w całości.

W oparciu o te kryteria można byłoby dokonać prawidłowego wyboru rodzajów i typów min oraz określić optymalne ilości min i protektorów pól minowych niezbędnych do wykonania zadania postawionego przed zagrodą minową. Wymienione w poprzednim rozdziale właściwości taktyczne i zasadnicze dane taktyczno-techniczne oraz ich analiza w połączeniu z analizą postawionego zadania i fizyko-geograficznych warunków rejonu stawiania min pozwalają prawidłowo wybrać rodzaj /typy/ min do planowanej zagrody, lecz nie dają podstawy do wyboru globalnej ich ilości a tym bardziej ilościowego stosunku między poszczególnymi typami.

Dotychczasowy stan teorii taktyki minowania właśnie w tym zakresie posiada najpoważniejsze luki i niedomówienia. W obowiązujących podręcznikach i przepisach broni podwodnej mówi się o skuteczności zagrody minowej, którą określa się według następującego wzoru:

$$D_m = P \cdot R \cdot I$$

/8/

gdzie:

- D_m - skuteczność zagrody minowej;
- P - prawdopodobieństwo wejścia okrętu na minę;
- R - siła niszcząca miny;
- I - stopień żywotności zagrody minowej, czyli jej zdolność przeciwstawiania się środkom trałowym.

Jeśli do określenia prawdopodobieństwa wejścia okrętu na minę przytacza się podstawowe wzory, to dwóch dalszych składników iloczynu nie rozpatruje się w ogóle ze względu na złożoność tych zagadnień i trudność ujęcia w ramy ilościowych wskaźników lub formuł analitycznych. Przytoczone wyrażenie nie może służyć za kryterium skuteczności zagrody minowej, gdyż zależność między prawdopodobieństwem wejścia okrętu na minę, siłą niszczącą i odpornością przeciwtrałową min nie da się ująć w formie iloczynu, ponieważ te trzy składniki wchodzi w ścisłe powiązania funkcjonalne między sobą, co wykazane zostanie w dalszych rozważaniach. Można natomiast między innymi w sposób bardzo ogólnikowy przedstawić skuteczność zagrody minowej w formie:

$$D_m = f / P \cdot R \cdot I /$$

/8'/

Ze względu na dużą ilość i różnorodność czynników wpływających na efektywność zagrody minowej trudno ustalić jednoznaczne kryterium lub formułę obejmującą wszystkie czynniki. Trudność ta potęguje się tym bardziej, że ranga poszczególnych czynników jest różna i zmienia się ze zmianą sytuacji operacyjno-taktycznej na danym teatrze działań bojowych oraz w zależności od rodzaju i przeznaczenia zagrody minowej.

Analizując zasadnicze czynniki wpływające na efektywność min, można ustalić szereg kryteriów, które razem wzięte mogą stanowić ocenę efektywności zagrody minowej.

Do zasadniczych zatem kryteriów efektywności zagrody minowej możemy zaliczyć:

1. prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na minie;
2. nadzieję matematyczną ilości okrętów mogących poderwać się na minach przy forsowaniu zagrody minowej przez grupę /zespół/ okrętów;
3. działanie rażące min na okręty;

4. stosunek między strefą rażenia i reagowanie miny;
5. odporność przeciwtrałową min i zagrody minowej;
6. żywotność lub okres służby bojowej min;
7. ekonomiczne koszty stworzenia wymaganego stopnia niebezpieczeństwa minowego.

Rozpatrzmy obecnie kolejno wymienione kryteria pod kątem ujęcia ich w określone formuły i zależności matematyczne, pozwalające w drodze analitycznej wyrazić je w postaci konkretnych wartości - wskaźników liczbowych.

2. P r a w d o p o d o b i e ń s t w o p o d e r w a n i a s i ę o k r ę t u n a m i n a c h jest podstawowym i konkretnym wskaźnikiem efektywności zagrody minowej, wyrażonej w procentach.

Ażeby okręt poderwał się chociażby na jednej minie, muszą jednocześnie zajść dwa zdarzenia:

1. wejście okrętu na zagrodę minową /przecięcie linii min/;
2. spotkanie się okrętu chociażby z jedną miną w czasie przechodzenia przez zagrodę minową.

Zgodnie z prawem mnożenia prawdopodobieństw /z rachunku prawdopodobieństwa/, prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na minie równe jest iloczynowi prawdopodobieństwa tych zdarzeń:

$$P_M = P_Z \cdot P_{m \geq 1} \quad /9/$$

gdzie.

- P_M - prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na minie;
 P_Z - prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową;
 $P_{m \geq 1}$ - prawdopodobieństwo spotkania się okrętu chociażby z jedną miną przy przechodzeniu przez zagrodę minową.

Pod spotkaniem się z miną rozumiemy zderzenie się okrętu z miną kontaktową lub przejście nad miną niekontaktową w granicach jej promienia reagowania /rażenia/.

Prawdopodobieństwo spotkania się okrętu z miną nazywane jest również warunkowym prawdopodobieństwem poderwania się okrętu na minie.

A. O k r e ś l e n i e p r a w d o p o d o b i e ń s t w a w e j ś c i a o k r ę t u n a z a g r o d ę m i n o w ą / P_Z /.

Aby określić prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową, trzeba przeanalizować i posegregować warunki, w jakich została posta-

$$D_m = P \cdot R \cdot I \quad /8/$$

gdzie.

- D_m - skuteczność zagrody minowej;
- P - prawdopodobieństwo wejścia okrętu na minę;
- R - siła niszcząca miny;
- I - stopień żywotności zagrody minowej, czyli jej zdolność przeciwstawiania się środkom trałowym.

Jeśli do określenia prawdopodobieństwa wejścia okrętu na minę przytacza się podstawowe wzory, to dwóch dalszych składników iloczynu nie rozpatruje się w ogóle ze względu na złożoność tych zagadnień i trudność ujęcia w ramy ilościowych wskaźników lub formuł analitycznych. Przytoczone wyrażenie nie może służyć za kryterium skuteczności zagrody minowej, gdyż zależność między prawdopodobieństwem wejścia okrętu na minę, siłą niszczącą i odpornością przeciwtrałową min nie da się ująć w formie iloczynu, ponieważ te trzy składniki wchodzi w ścisłe powiązania funkcjonalne między sobą, co wykazane zostanie w dalszych rozważaniach. Można natomiast między innymi w sposób bardzo ogólnikowy przedstawić skuteczność zagrody minowej w formie:

$$D_m = f /P.R.I/ \quad /8'/$$

Ze względu na dużą ilość i różnorodność czynników wpływających na efektywność zagrody minowej trudno ustalić jednoznaczne kryterium lub formułę obejmującą wszystkie czynniki. Trudność ta potęguje się tym bardziej, że ranga poszczególnych czynników jest różna i zmienia się ze zmianą sytuacji operacyjno-taktycznej na danym teatrze działań bojowych oraz w zależności od rodzaju i przeznaczenia zagrody minowej.

Analizując zasadnicze czynniki wpływające na efektywność min, można ustalić szereg kryteriów, które razem wzięte mogą stanowić ocenę efektywności zagrody minowej.

Do zasadniczych zatem kryteriów efektywności zagrody minowej możemy zaliczyć:

1. prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na minie;
2. nadzieję matematyczną ilości okrętów mogących poderwać się na minach przy forsowaniu zagrody minowej przez grupę /zespół/ okrętów;
3. działanie rażące min na okręty;

4. stosunek między strefą rażenia i reagowanie miny;
5. odporność przeciwtrażową min i zagrody minowej;
6. żywotność lub okres służby bojowej min;
7. ekonomiczne koszty stworzenia wymaganego stopnia niebezpieczeństwa minowego.

Rozpatrzmy obecnie kolejno wymienione kryteria pod kątem ujęcia ich w określone formuły i zależności matematyczne, pozwalające w drodze analitycznej wyrazić je w postaci konkretnych wartości - wskaźników liczbowych.

2. Prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na minach jest podstawowym i konkretnym wskaźnikiem efektywności zagrody minowej, wyrażonej w procentach.

Ażeby okręt poderwał się chociażby na jednej minie, muszą jednocześnie zajść dwa zdarzenia:

1. wejście okrętu na zagrodę minową /przecięcie linii min/;
2. spotkanie się okrętu chociażby z jedną miną w czasie przechodzenia przez zagrodę minową.

Zgodnie z prawem mnożenia prawdopodobieństw /z rachunku prawdopodobieństwa/, prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na minie równe jest iloczynowi prawdopodobieństwa tych zdarzeń:

$$P_M = P_Z \cdot P_{m \geq 1} \quad /9/$$

gdzie.

- P_M - prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na minie;
 P_Z - prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową;
 $P_{m \geq 1}$ - prawdopodobieństwo spotkania się okrętu chociażby z jedną miną przy przechodzeniu przez zagrodę minową.

Pod spotkaniem się z miną rozumiemy zderzenie się okrętu z miną kontaktową lub przejście nad miną niekontaktową w granicach jej promienia reagowania /rażenia/.

Prawdopodobieństwo spotkania się okrętu z miną nazywane jest również warunkowym prawdopodobieństwem poderwania się okrętu na minie.

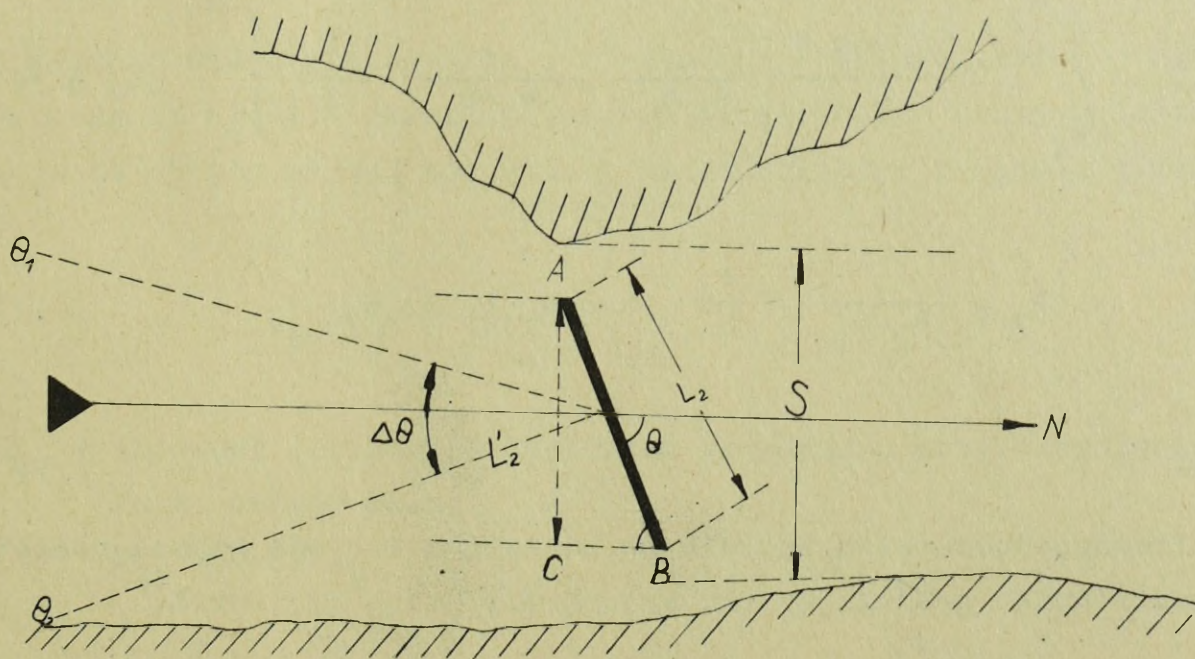
A. Określenie prawdopodobieństwa wejścia okrętu na zagrodę minową / P_Z /.

Aby określić prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową, trzeba przeanalizować i posegregować warunki, w jakich została posta-

wiona zagroda minowa i kiedy następuje przecięcie linii lub pasa min po wejściu okrętu w rejon zaminowany. Do najbardziej typowych możliwych warunków i sytuacji wejścia okrętu na zagrodę minową można zaliczyć:

1. wejście okrętu na zagrodę minową postawioną przez okręty nawodne w postaci uporządkowanych linii min o określonej długości i kierunku, przy równomiernym rozkładzie prawdopodobnych kursów okrętu w zagrożonym rejonie /charakterystyczne dla zagród obronnych/;
2. wejście okrętu na manewrową zagrodę minową, postawioną bezpośrednio na jego kursie;
3. wejście okrętu na zagrodę minową postawioną na wąskim torze wodnym przy pływaniu jednostek według nabieżników, pław lub radiometrycznych systemów nawigacyjnych;
4. wejście okrętu na zagrodę minową postawioną przez okręty podwodne lub lotnictwo na szerokim torze wodnym /rejonie/ w warunkach, gdy możliwe są duże odchylenia środka zagrody minowej od osi toru /rejonu/ wywoływane błędami przy określaniu swego miejsca przez nosiciele min i rozrzutem min w czasie stawiania.

Ad 1. Przy określaniu prawdopodobieństwa wejścia okrętu na zagrodę minową posłużymy się rysunkiem nr 7.



Rys. 7.

Na rysunku mamy następujące oznaczenia:

- S - szerokość rejonu, w granicach którego możliwe jest przejście okrętu;
- L_z - długość zagrody minowej, składającej się z jednej linii min;
- KN - linia kursu okrętu przecinającego zagrodę minową;
- θ - kąt spotkania, czyli kąt, pod którym okręt przecina zagrodę minową.

Jeśli znamy kurs okrętu i kierunek zagrody, a stąd kąt spotkania " θ ", to prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową " P_z " można obliczyć następująco:

$$P_z = \frac{AC}{S} = \frac{L_z \sin \theta}{S} \quad /10/$$

W praktyce nie można przewidzieć kursu, jakim okręt będzie szedł, lecz można ustalić zakres możliwych lub prawdopodobnych kursów, czyli określony sektor kątów spotkania " $\Delta\theta$ ".

Zakładając, że przecięcie linii min pod tym lub innym kątem θ w granicach sektora $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ jest jednakowo prawdopodobne, możemy zapisać

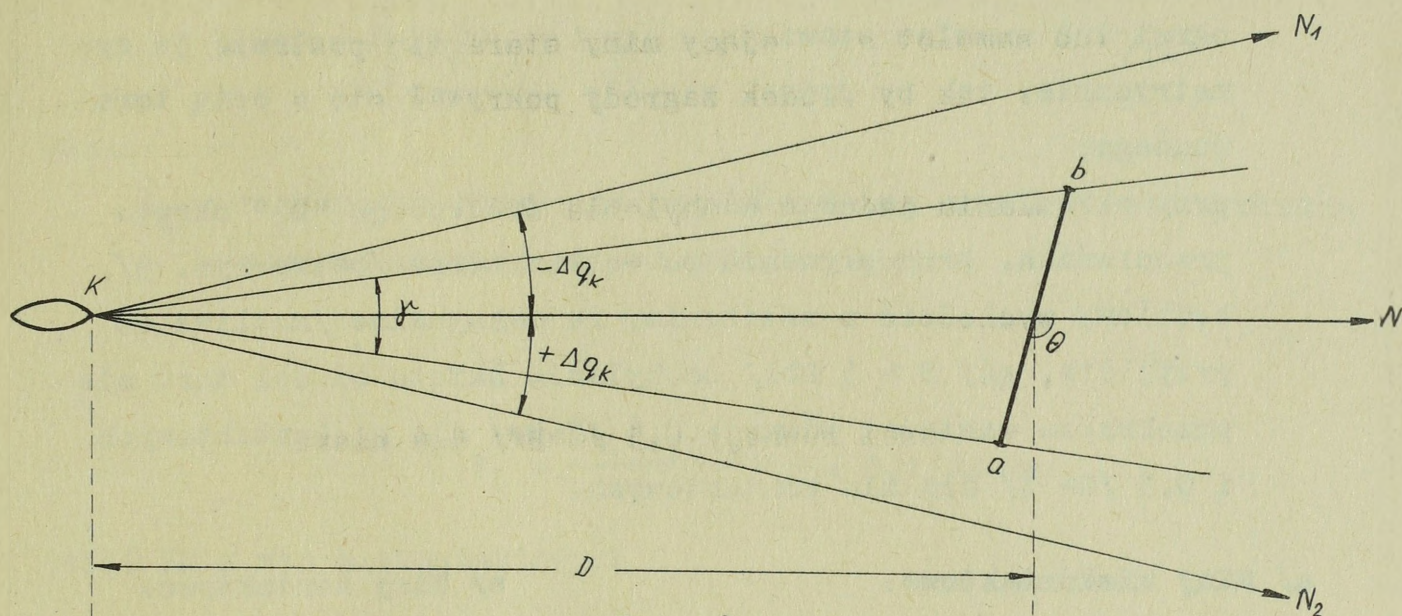
$$P_z = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{L_z \sin \theta}{S} \frac{d\theta}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{1}{\theta_2 - \theta_1} \cdot \frac{L_z}{S} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin \theta \, d\theta ;$$

stąd:

$$P_z = \frac{1}{\theta_2 - \theta_1} \cdot \frac{L_z}{S} / \cos \theta_1 - \cos \theta_2 / \quad /11/$$

Ad 2.

Prawdopodobieństwo wejścia na manewrową zagrodę minową rozpatrzemy również posługując się rysunkiem; patrz rys. nr 8.



Rys. 8.

Na rysunku mamy:

γ - kąt przekrycia /sektor dziobowych kątów biegu przekrytych zagrodą minową $ab = L_z /$;

$\pm \Delta q_k$ - maksymalny błąd w określeniu kąta biegu /kursu/ okrętu, przeciw któremu stawiane są miny;

D - wyprzedzenie liniowe.

Z rysunku widać, że zgodnie z rozkładem normalnym, któremu podporządkowane są błędy w określaniu kursu okrętu-celu, prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową można obliczyć w sposób następujący:

$$P_z = \hat{\Phi} \left(\frac{\gamma}{2E_{qk}} \right) \quad /12/$$

gdzie:

E_{qk} - środkowy /prawdopodobny/ błąd popełniony przy określeniu kursu okrętu-celu;

$$E_{qk} = 0,2 \Delta q_k$$

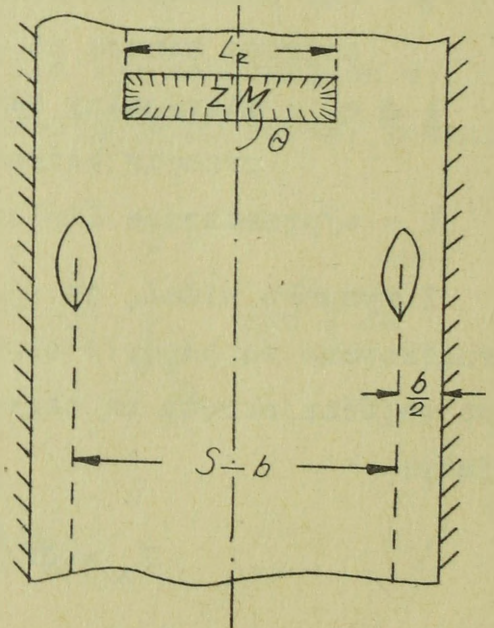
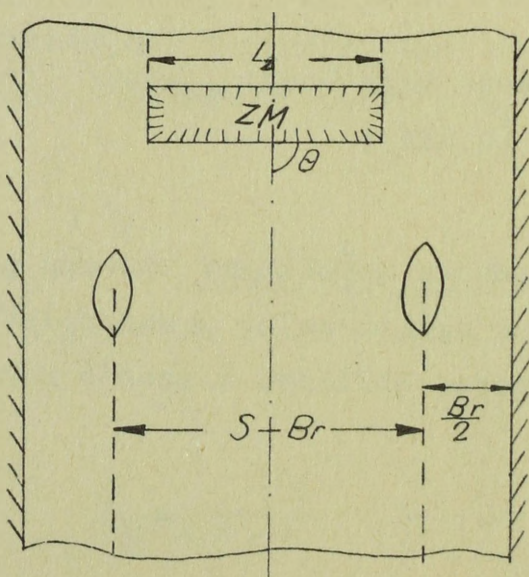
$$\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = \frac{L_z \sin \theta}{2D} \quad /13/$$

Ad 3. Określając prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową na wąskim torze przyjmujemy, że:

- odchylenia kursu okrętu i środka zagrody minowej od osi toru wodnego podporządkowane są normalnemu rozkładowi prawdopodobieństw;
- okręt lub samolot stawiający miny stara się postawić je symetrycznie, tak by środek zagrody pokrywał się z osią toru wodnego;
- przy określaniu jednego odchylenia środkowego " E_k " okrętu przeciwnika, przy pływaniu po wąskim torze /patrz rys. 9/, będziemy wychodzić z założenia, że maksymalne /możliwe do przyjęcia, gdy $S \leq 5$ kbl/ odchylenie okrętu od osi toru nie przekracza wartości równej: $0,5 /S - B_r/$ dla niekontaktowych i $0,5 /S - b/$ dla min kontaktowych.

a/ Miny niekontaktowe.

b/ Miny kontaktowe.



Rys. 9.

Na rysunku przyjęto następujące oznaczenia:

S - szerokość toru wodnego;

B_r - szerokość strefy rażenia okrętu przez wybuch podwodny miny niekontaktowej /zakładamy $B_r = B\gamma$ /;

b - szerokość okrętu;

ZM - zagroda minowa.

Prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową można obliczyć ze wzoru.

$$P_z = \hat{\phi} \cdot \frac{L_z \sin \theta}{2 E_S} \quad /14/$$

gdzie:

E_S - sumaryczne prawdopodobne odchylenie kursu okrętu i środka zagrody minowej od osi toru wodnego.

$$E_S = \sqrt{E_K^2 + E_{ZM}^2} \quad /15/$$

$$E_k = \frac{0,5 /S-Br/}{5} = 0,1 /S-Br/,$$

jeśli ZM z min niekontaktowych i

$$E_k = \frac{0,5 /S-b/}{5} = 0,1 /S-b/,$$

jeśli ZM złożona jest z min kontaktowych.

Dla określonej klasy okrętów /typów statków/ przy określonych warunkach geograficznych i hydrometeorologicznych oraz konkretnych środkach i sposobach hydrograficzno-nawigacyjnego wyposażenia rejonu prawdopodobne odchylenie kursu okrętu od środka toru wodnego w metrach można obliczyć dokładnie w sposób następujący:

$$E_k = 0,67 \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_1^2 + \sigma_2^2} \quad /16/$$

gdzie:

σ_0 - średni /standardowy/ błąd określenia własnej pozycji przez okręt /w metrach/, który oblicza się zgodnie z obowiązującą w nawigacji metodyką i w zależności od sposobu określania pozycji;

σ_1 - średni błąd utrzymania danego kursu okrętu /kierunku osi toru/ między dwoma sąsiednimi określeniami pozycji /w metrach/; oblicza się go według wzoru

$$\sigma_1 = 31 V_k \cdot t \cdot \text{tg } /0,3 \Delta K^\circ/ \quad /17/$$

V_k - szybkość okrętu idącego torem w węzłach;

- t - odstęp czasowy między poszczególnymi określeniami pozycji okrętu w minutach;
- ΔK° - maksymalny błąd w sterowaniu okrętem z uwzględnieniem dryfu;
- σ_2 - średni błąd uwzględnienia rzutu długości okrętu na linię prostopadłą do osi toru wodnego przy znosie okrętu /w metrach/, który można obliczyć według następującego wzoru:

$$\sigma_2 = L \cdot \sin /0,3Z^{\circ}/ \quad /18/$$

- L - długość okrętu w metrach;
- Z° - maksymalny znos okrętu.

Prawdopodobne odchylenie środka zagrody minowej od toru wodnego $/E_{ZM}/$ określa się wychodząc z dokładności określenia swojej pozycji przez nosiciele min i rozrzutu min przy stawianiu ich z samolotów.

W wypadku stawiania min przez okręty podwodne lub nawodne odchylenie to możemy obliczyć według wzoru.

$$E_{ZM} = 0,67 \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_{z1}^2 + \sigma_T^2} \quad /19/$$

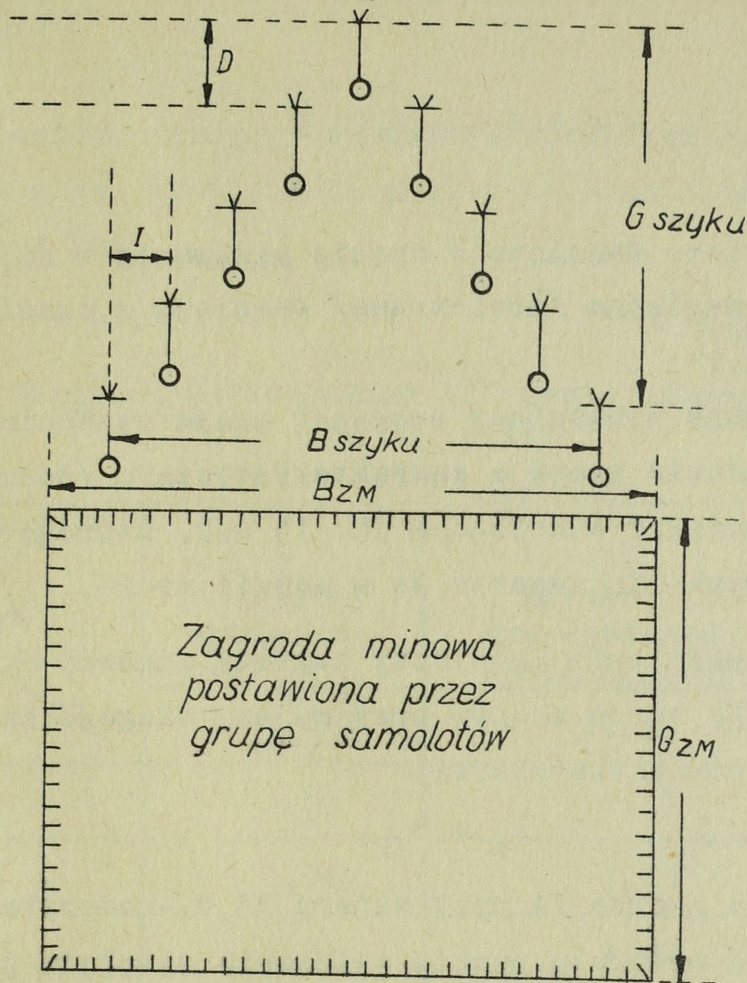
gdzie

- σ_0 - błąd standardowy ostatniej /przed rozpoczęciem stawiania min/ obserwowanej pozycji okrętu;
- σ_{z1} - błąd standardowy zliczenia nawigacyjnego za czas od ostatniej obserwowanej pozycji do punktu rozpoczęcia stawiania min;
- σ_T - błąd standardowy rozpoznania /określenia/ osi toru wodnego lub środka rejonu.

Samoloty nie mogą stawiać zagrody minowej w postaci uporządkowanej linii min /jak czynią to okręty/, ze względu na rozrzut techniczny min w powietrzu. Przy zrzucaniu min przez grupę samolotów idących w określonym szyku, miny układają się w granicach pewnej powierzchni, patrz rys. 10.

Szerokość i głębokość tej powierzchni można określić według następujących wzorów:

$$G_{ZM} = /N_m - 1/ d + n_D \cdot D - W \cdot t_0 + 4 E_{TS} \quad /20/$$



Rys. 10.

$$B_{ZM} = /N_s - 1/ I + 4 E_{TS}$$

/21/

gdzie:

- N_s - ilość samolotów wzdłuż frontu szyku;
- I - odstęp między samolotami wzdłuż frontu szyku;
- N_m - ilość min na jednym samolocie;
- d - odstęp minowy;
- n_D - ilość odstępów między samolotami wzdłuż głębokości szyku;
- D - odstęp między samolotami w głąb szyku;
- W - szybkość bezwzględna /drogowa/ samolotu;
- t_o - czas opóźnienia momentu zrzucenia min przez ostatnie samoloty w szyku w stosunku do prowadzącego, wynikający z "inercji refleksu" nawigatora przy stawianiu min na sygnał prowadzącego lub ustalone przesunięcie czasowe;
- E_{TS} - sumaryczne prawdopodobne odchylenie min wywołane rozrzutem samolotów w szyku i rozrzutem technicznym min w powietrzu.

Za miarę technicznego rozrzutu min przyjmujemy odchylenie prawdopodobne - E_T , które można obliczyć według poniższej formuły empirycznej:

$$E_T = 4,5 H \cdot K + 0,01 V \quad /22/$$

gdzie.

- H - wysokość lotu samolotu w czasie minowania w km;
- V - szybkość względna /powietrzna/ samolotu w czasie minowania w km/godz.;
- K - współczynnik wyrażający stosunek czasu opadania miny do czasu opadania bomby z charakterystycznym /normatywnym/ czasem opadania wynoszącym 20, 75 sek, którego wartości dla podstawowych min zawarte są w tabeli nr 21.

Po określeniu rozmiarów lotniczej zagrody minowej w zależności od jej usytuowania na torze wodnym przyjmujemy długość zagrody uwzględnianą we wzorze 14 równą szerokości.

$$L_z = B_{ZM}$$

Zamiast " E_s " we wzorze 14 przyjmujemy " E_c " - odchylenie prawdopodobne będące miarą rozrzutu punktu celowania samolotu prowadzącego w grupie w zależności od sposobu rzucania min, a zatem i miarą rozrzutu środka zagrody minowej w stosunku do osi toru wodnego.

Odchylenie to można obliczyć według następujących empirycznych formuł:

- a/ przy stawianiu min wg zliczenia drogi /czasu/:

$$E_c = 0,05 D \cdot K \quad /23/$$

- b/ przy stawianiu min wg celowników optycznych:

$$E_c = /10H + 0,1 V/ K \quad /24/$$

- c/ przy stawianiu min wg celowników radiolokacyjnych:

$$E_c = /7 H + 0,2 V/ K, \quad /25/$$

- d/ przy stawianiu min wg wyniesionego punktu celowania z celownikiem radiolokacyjnym:

$$E_c = /7 H + 0,2 V/ K + 20 D_w \quad /26/$$

- e/ przy stawianiu min wg radiometrycznego systemu typu "RYM"

$$E_c = 0,02 D \cdot K \quad /27/$$

gdzie:

D - odległość /droga/ do miejsca stawiania min w km;

D_w - odległość wyniesienia punktu celowania od miejsca stawiania min w km.

Tabela 21

Wartość współczynnika "K" występującego w formułach 22-27.

| H w metrach | Typ miny | | Różne miny z małymi spado- chronami | |
|----------------|-------------|---|---|--|
| | τ wsek | AMD-2M z jednym spadochro- nem | | AMD-500 z szybkościo- wym systemem spadochronowym |
| | | 25,25 | 26,00 | 23,00 |
| do 2000 | | 1,21 | 1,23 | 1,11 |
| 2000-6000 | | 1,38 | 1,43 | 1,19 |
| 6000-10000 | | 1,54 | 1,62 | 1,29 |

Ad 4. Prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową postawioną na szerokim torze wodnym lub w rejonie manewrowym. Dla rozpatrzenia tego zagadnienia przyjmujemy, że:

- przy pływaniu okrętu po szerokim torze wodnym rozkład jego kursów jest jednakowo prawdopodobny wzdłuż całej szerokości;
- okręty lub samoloty stawiając miny starają się, żeby środek zagrody minowej pokrywał się z osią toru wodnego lub środkiem rejonu;
- w wyniku popełnionych błędów przy stawianiu min zagroda minowa może leżeć w granicach toru lub wychodzić poza jego granice;
- rozrzut środka zagrody minowej, postawionej przez okręty charakteryzuje się odchyleniem standardowym " E_{ZM} " obliczanym wg wzoru 19, a postawionej przez samoloty odchyleniem " E_c ", które w zależności od sposobu stawiania można obliczyć wg wzorów 23÷27;
- odchylenia środka zagrody minowej / E_{ZM} lub E_c / posiadają rozkład normalny.

Aby określić prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową o długości L_z /jeśli $\theta = 90^\circ$ /, należy znaleźć prawdopodobieństwo zbie-

gu dwóch przypadkowych zdarzeń:

1. znajdowanie się zagrody minowej na torze wodnym, czyli środka ZM w przedziale $/x, x + dx/$, gdzie "x" jest współrzędną środka zagrody minowej, patrz rys. nr 11;
2. wejścia okrętu na zagrodę minową w tych warunkach, gdy

$$x \leq 0,5 (S - L_z).$$

Prawdopodobieństwo to zgodnie z prawem mnożenia prawdopodobieństw jest iloczynem:

$$\int_{/x/} \cdot P_z /x/ \cdot dx, \quad /28/$$

gdzie

$f_{/x/}$ - jest funkcją gęstości rozkładu normalnego środka zagrody minowej na osi OX /wzdłuż szerokości toru wodnego/ i ma następującą postać matematyczną:

$$f_{/x/} = \frac{f}{E_{ZM} \sqrt{\pi}} e^{-\frac{f^2 x^2}{E_{ZM}^2}} \quad /29/$$

$P_z /x/$ - warunkowe prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową.

Sumując analogicznie wyrażenia dla wszystkich możliwych wartości "x" zgodnie z prawem dodawania prawdopodobieństw, otrzymamy:

$$P_z = \int_{-\infty}^{+\infty} P_z /x/ \cdot \frac{f}{E_{ZM} \sqrt{\pi}} e^{-\frac{f^2 x^2}{E_{ZM}^2}} dx \quad /30/$$

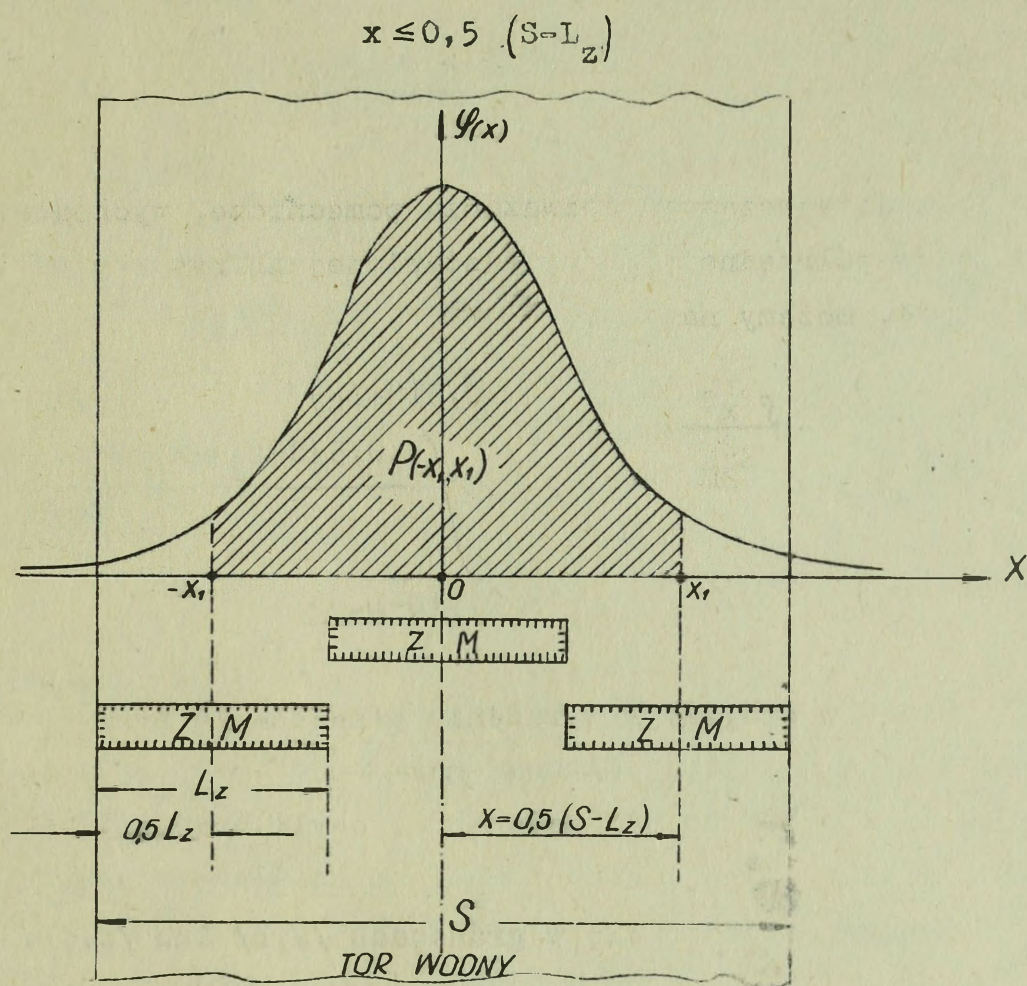
Jeśli cała zagroda minowa i płaszczyzna okrętu wkládają się w granicach toru wodnego, to:

$$P_z /x/ = \frac{L_z \sin \theta}{S} \quad /31/$$

Uwaga: w naszych rozważaniach przyjmujemy $\theta = 90^\circ$, a stąd

$$P_z /x/ = L_z / S.$$

Z rysunku nr 11 widać, że cała zagroda minowa mieści się w granicach toru wodnego wówczas, gdy środek jej oddalony jest od granicy toru o wartość nie mniejszą niż połowa jej długości, czyli gdy zachowany jest warunek



Rys. 11.

Taki układ środka zagrody minowej możliwy jest, jeśli

$$L_z \leq S - 10 E_{ZM} \quad \text{lub} \quad L_z \leq S - 10 E_c$$

Środek zagrody może zajmować w danym przypadku różne położenia w stosunku do osi toru wodnego w granicach $5 E_{ZM}$ lub $5 E_c$.

Jeśli warunek ten nie będzie spełniony i $x > 0,5 (S-L_z)$, to część zagrody wyjdzie poza granicę toru wodnego, a szerokość zamianowanej części toru będzie mniejsza od długości zagrody minowej, patrz rys. nr 12.

Określimy "P_Z" w warunkach, gdy środek zagrody minowej będzie leżeć w granicach:

$$0,5 (S-L_z) \leq x \leq 0,5 (S + L_z)$$

W ogólnym wypadku dla dowolnego położenia środka zagrody minowej na osi OX w przedziale /a,b/ lub /c,d/, warunkowe prawdopodobieństwo wejścia na zagrodę okrętu idącego w granicach toru wodnego kursem równoległym do osi toru wodnego przy $\theta = 90^\circ$, wynosi

$$P_z/x/ = \frac{0,5 (S + L_z) - x}{S} \quad /32/$$

W oparciu o dotychczasowe rozważania pomocnicze, wychodząc z zakresów wartości współrzędnej "x" przedstawionej na rysunku nr 12 i wzorów 22,23 i 24, możemy napisać:

$$P_z = \frac{L_z}{S} \int_{-0,5(S-L_z)}^{0,5(S-L_z)} \frac{\rho}{E_{ZM}\sqrt{r}} e^{-\frac{\rho^2 x^2}{E_{ZM}^2}} dx + 2 \int_{0,5(S-L_z)}^{0,5(S+L_z)} \frac{0,5(S-L_z)-x}{S} \frac{\rho}{E_{ZM}\sqrt{r}} e^{-\frac{\rho^2 x^2}{E_{ZM}^2}} dx \quad /33/$$

Pierwsza całka w powyższym wyrażeniu przedstawia prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową, gdy środek zagrody znajduje się w granicach od punktu "b" do "c" na osi OX, czyli przy $x < 0,5 (S-L_z)$, natomiast druga całka wyraża prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę, której środek znajduje się w granicach /a,b/ lub /c,d/, czyli przy:

$$0,5 (S-L_z) \leq x \leq 0,5 (S+L_z)$$

$$P_z = \frac{L_z}{S} \frac{\rho}{E_{ZM}\sqrt{r}} \int_{-0,5(S-L_z)}^{0,5(S-L_z)} e^{-\frac{\rho^2 x^2}{E_{ZM}^2}} dx + \frac{S+L_z}{S} \frac{\rho}{E_{ZM}\sqrt{r}} \int_{0,5(S-L_z)}^{0,5(S+L_z)} e^{-\frac{\rho^2 x^2}{E_{ZM}^2}} dx +$$

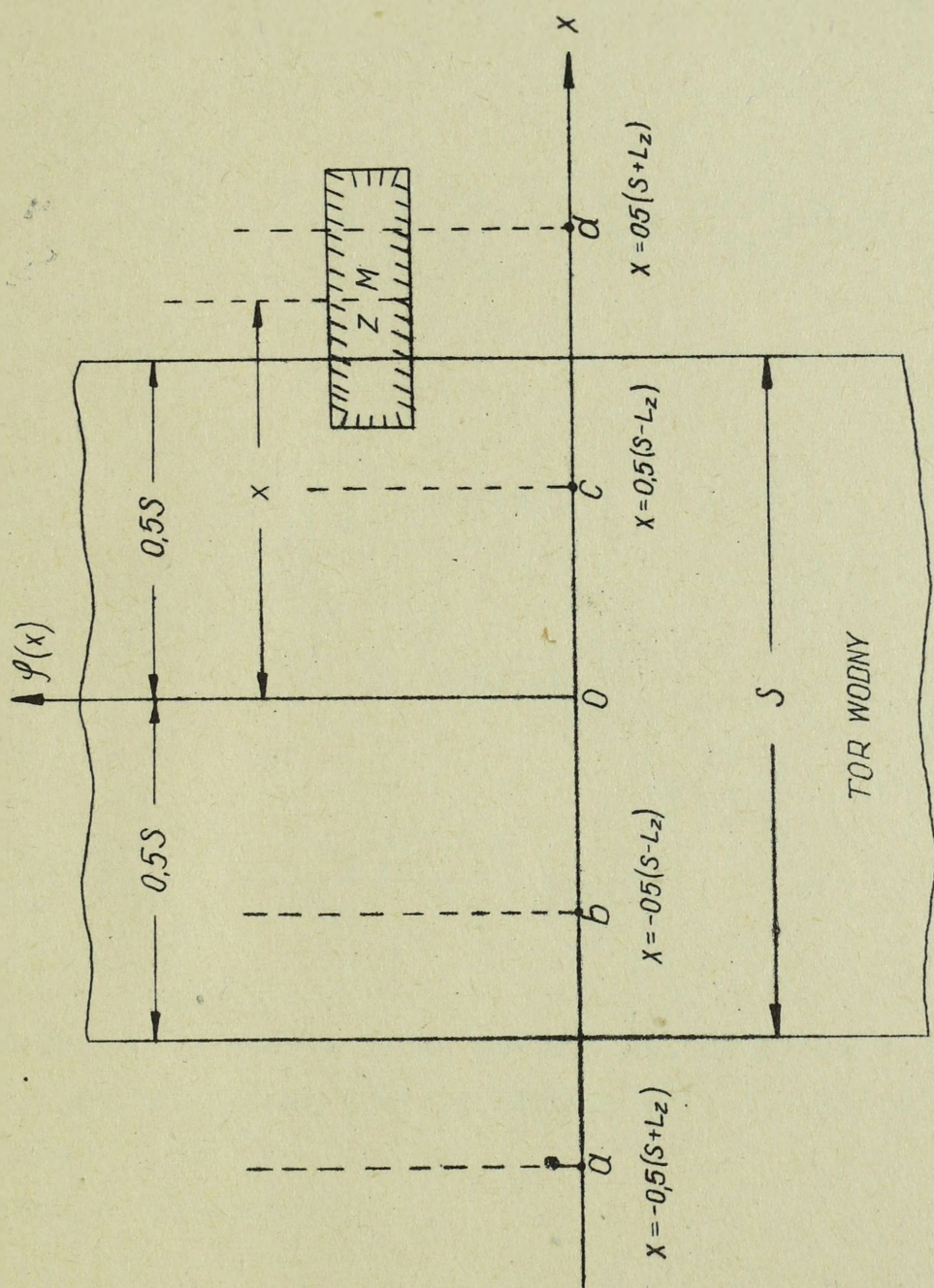
$$- \frac{2\rho}{SE_{ZM}\sqrt{r}} \int_{0,5(S-L_z)}^{0,5(S+L_z)} x \cdot e^{-\frac{\rho^2 x^2}{E_{ZM}^2}} dx$$

Dokonyjemy zamiany zmiennej w całce pierwszej i drugiej:

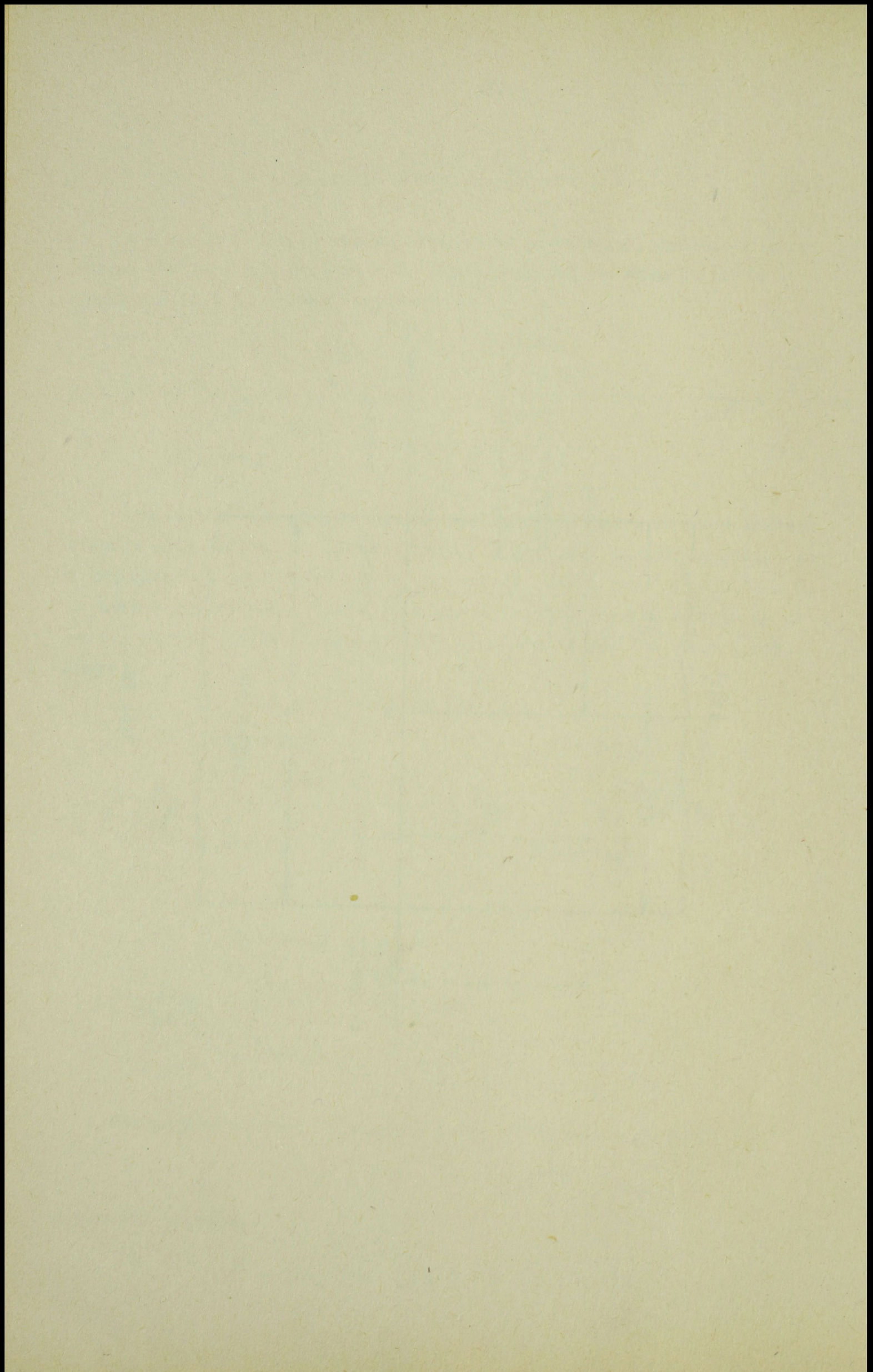
$$x = Z \cdot E_{ZM}, \quad \text{stąd} \quad dx = E_{ZM} \cdot dz$$

a w całce trzeciej:

$$x^2 = z, \quad \text{stąd} \quad x = \sqrt{z} \quad \text{i} \quad dx = dz/2\sqrt{z}$$



Rys. 12.



$$P_z = \frac{L_z \rho}{S \sqrt{\pi}} \int_{-\frac{S-L_z}{2E_{ZM}}}^{\frac{S-L_z}{2E_{ZM}}} e^{-\rho^2 z^2} dz + \frac{S+L_z}{S} \left(\frac{\rho}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{S+L_z}{2E_{ZM}}} e^{-\rho^2 z^2} dz - \frac{\rho}{\sqrt{\pi}} \int_{\frac{S-L_z}{2E_{ZM}}}^0 e^{-\rho^2 z^2} dz \right) +$$

$$- \frac{\rho}{S \sqrt{\pi} E_{ZM}} \int_{0,5(S-L_z)}^{0,5(S+L_z)} e^{-\frac{\rho^2 z^2}{E_{ZM}^2}} dz = \frac{L_z}{S} \hat{\phi}\left(\frac{S-L_z}{2E_{ZM}}\right) + \frac{S+L_z}{2S} \left[\hat{\phi}\left(\frac{S+L_z}{2E_{ZM}}\right) - \hat{\phi}\left(\frac{S-L_z}{2E_{ZM}}\right) \right] -$$

$$- \frac{\rho}{S \sqrt{\pi} E_{ZM}} \cdot \frac{E_{ZM}^2}{S^2} e^{-\frac{\rho^2 z^2}{E_{ZM}^2}} \Bigg|_{0,5(S-L_z)}^{0,5(S+L_z)} =$$

$$= \frac{E_{ZM}}{S} \left[\frac{S+L_z}{2E_{ZM}} \hat{\phi}\left(\frac{S+L_z}{2E_{ZM}}\right) - \frac{S-L_z}{2E_{ZM}} \hat{\phi}\left(\frac{S-L_z}{2E_{ZM}}\right) - \frac{1}{\rho \sqrt{\pi}} \left(e^{-\rho^2 \left(\frac{S-L_z}{2E_{ZM}}\right)^2} - e^{-\rho^2 \left(\frac{S+L_z}{2E_{ZM}}\right)^2} \right) \right] \quad /34/$$

Doprowadzając wyrażenie 33 do postaci 34, całki nierozwiązalne zastąpiliśmy przekształconą funkcją Laplace'a^{*/}, dla której są szczególne tablice.

Wprowadzając oznaczenia:

$$\alpha = \frac{S}{2E_{ZM}} \quad \text{i} \quad \gamma = \frac{L_z}{2E_{ZM}}$$

wyrażenie 34 przybierze postać:

$$P_z = \frac{1}{2\alpha} \left\{ \left[(\alpha+\gamma) \hat{\phi}(\alpha+\gamma) - (\alpha-\gamma) \hat{\phi}(\alpha-\gamma) \right] - \frac{1}{\rho \sqrt{\pi}} \left[e^{-\rho^2 / (\alpha-\gamma)^2} - e^{-\rho^2 / (\alpha+\gamma)^2} \right] \right\} \quad /35/$$

*/ Przekształcona funkcja Laplace'a posiada postać:

$$\hat{\phi}(\xi) = \frac{2\rho}{\sqrt{\pi}} \int_0^\xi e^{-\rho^2 z^2} dz.$$

Wyprowadzony wzór 35 jest końcowym wzorem roboczym, służącym do obliczania prawdopodobieństwa wejścia okrętu na zagrodę minową przy pływaniu po szerokim torze wodnym lub określonym rejonie manewrowym. Dla posługiwania się tym wzorem obliczamy argumenty α i γ według wzorów:

a/ gdy zagroda minowa została postawiona przez okręty:

$$\alpha = \frac{S}{2E_{ZM}} ; \quad \gamma = \frac{L_z \sin \theta}{2E_{ZM}} ;$$

b/ gdy zagroda minowa została postawiona przez samoloty:

$$\alpha = \frac{S}{2 E_c} ; \quad \gamma = \frac{L_z \sin \theta}{2 E_c} .$$

Obliczanie przy pomocy wzoru 35 jest bardzo pracochłonne i wiąże się ze znaczną stratą czasu, dlatego w celu ułatwienia obliczeń została obliczona tabela 43 /załącznik nr 1/, z której wybieramy interesujące nas prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową według argumentów α i γ .

B. Określenie warunkowego prawdopodobieństwa poderwania się okrętu na minie przy przechodzeniu przez zagrodę minową.

Metodyka określenia warunkowego prawdopodobieństwa poderwania się na minie lub inaczej, prawdopodobieństwa spotkania się okrętu z miną, będzie różna dla różnych sytuacji i warunków postawienia zadania. Na różnice te składają się takie czynniki, jak:

1. rodzaj zagrody minowej - zagroda uporządkowana w postaci regularnej jednej lub kilku linii min /postawiona przez okręty/, albo nieuporządkowana /postawiona z samolotów/;
2. rodzaj min użytych w zagrodzie minowej - miny kotwiczne kontaktowe i niekontaktowe oraz miny denne;
3. rodzaj charakterystyki reagowania urządzenia zapalającego min niekontaktowych - charakterystyka kierunkowa, półsferyczna, okrężna /sferyczna/;
4. rodzaj okrętu-celu; okręt nawodny lub podwodny.

Uwzględniając powyższe czynniki we wzajemnej ich kombinacji ustalimy możliwe i najbardziej typowe warianty zadań na określenie

szukanego prawdopodobieństwa i metodykę ich rozwiązania.

B.1. Prawdopodobieństwo spotkania się okrętu chociażby z jedną miną przy forsowaniu zagrody minowej składającej się z jednej regularnej linii min kontaktowych.

a/ Rozpatrzmy wypadek, kiedy znany jest kurs okrętu forsującego zagrodę minową, czyli kąt spotkania okrętu z zagrodą $\theta = \text{const}$.

Posłużymy się rysunkiem pomocniczym nr 13, na którym:

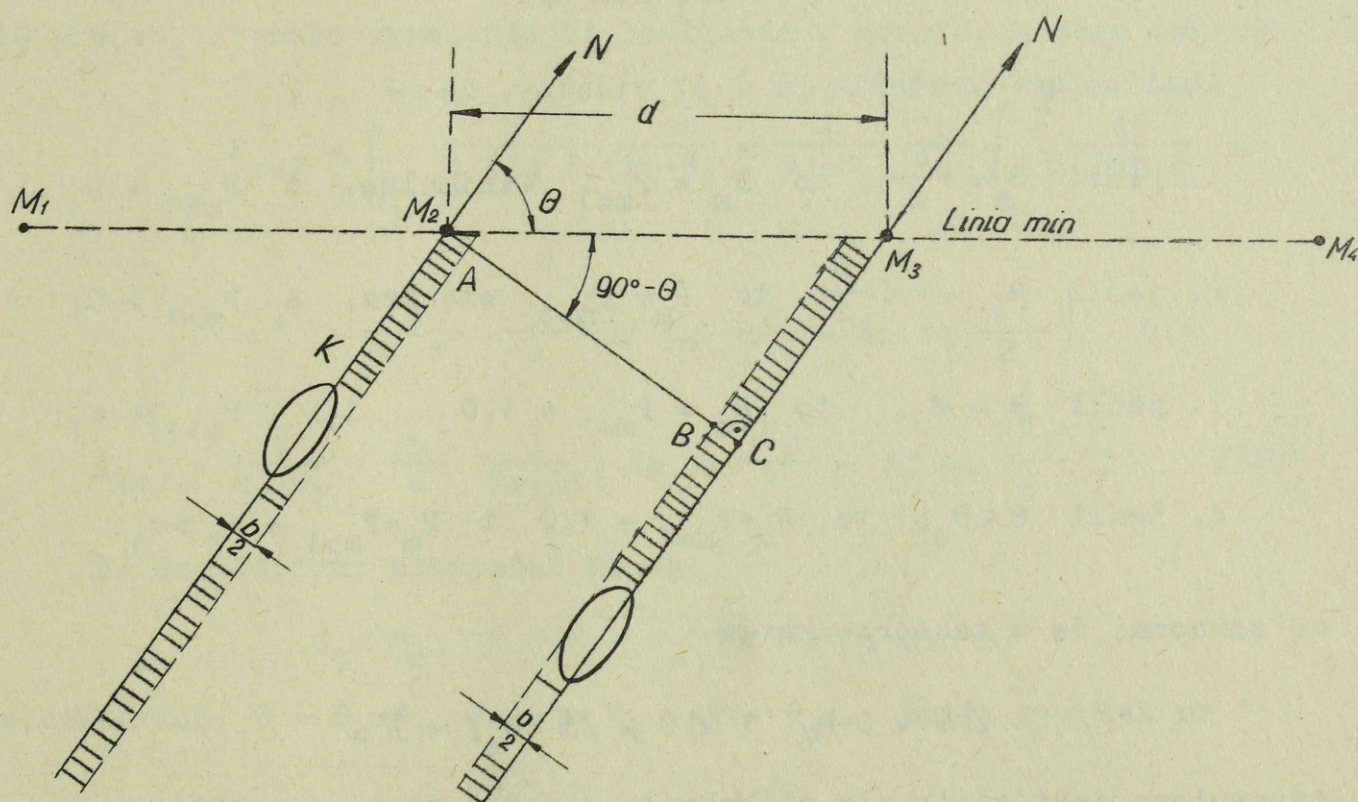
M_1, M_2, M_3, M_4 - miny stojące w linii;

d - odstęp między minami;

θ - kąt spotkania okrętu z linią min;

KN - linia kursu okrętu forsującego zagrodę;

b - szerokość okrętu.



Rys. 13.

Z rysunku wynika, że prawdopodobieństwo spotkania się okrętu z miną p_m wynosi:

$$P_{m \geq 1} = \frac{M_2 A + BC}{M_2 C} = \frac{b/2 + b/2}{d \cos /90 - \theta/} = \frac{b}{d \sin \theta}$$

/36/

b/ rozpatrzmy wypadek, gdy kurs forsowania zagrody przez okręt nie jest nam znany, znany natomiast możliwy pod względem nawigacyjnym lub prawdopodobny pod względem operacyjno-taktycznym sektor kursów okrętu. Teoretyczny sektor wynosi 180° , tzn.

$$\theta = 0 \div 180^\circ.$$

Dla dalszych rozważań wprowadzimy pojęcie "granicznego kąta spotkania". Granicznym kątem spotkania będziemy nazywali taki kąt spotkania, przy którym $P_m = 1,0$ i oznaczymy go symbolem θ_0 . Podstawiając zatem do wzoru 36 wartość

$$P_m = 1,0 \text{ i } \theta = \theta_0$$

określmy kąt graniczny.

$$P_m = b/d \sin \theta$$

$$1,0 = b/d \sin \theta_0$$

$$\theta_0 = \arcsin b/d.$$

137/

Analizując wyrażenia 36 i 37 widzimy, że:

1. jeśli $\theta = \frac{\pi}{2}$, to $P_m = P_{m=1}$ minimalne, a $P_{m>1} = 0$;

2. jeśli $\theta_0 = \theta < \frac{\pi}{2}$, to $P_m = P_{m=1}$ większe, a $P_{m>1} = 0$;

3. jeśli $\theta = \theta_0$, to $P_m = P_{m=1} = 1,0$ i $P_{m>1} = c_1$;

4. jeśli $\theta < \theta_0$, to $P_m = P_{m=1} = 1,0$ i $P_m = P_{m>1} = c_2 > c_1$;

co oznacza, że w sektorze kątów

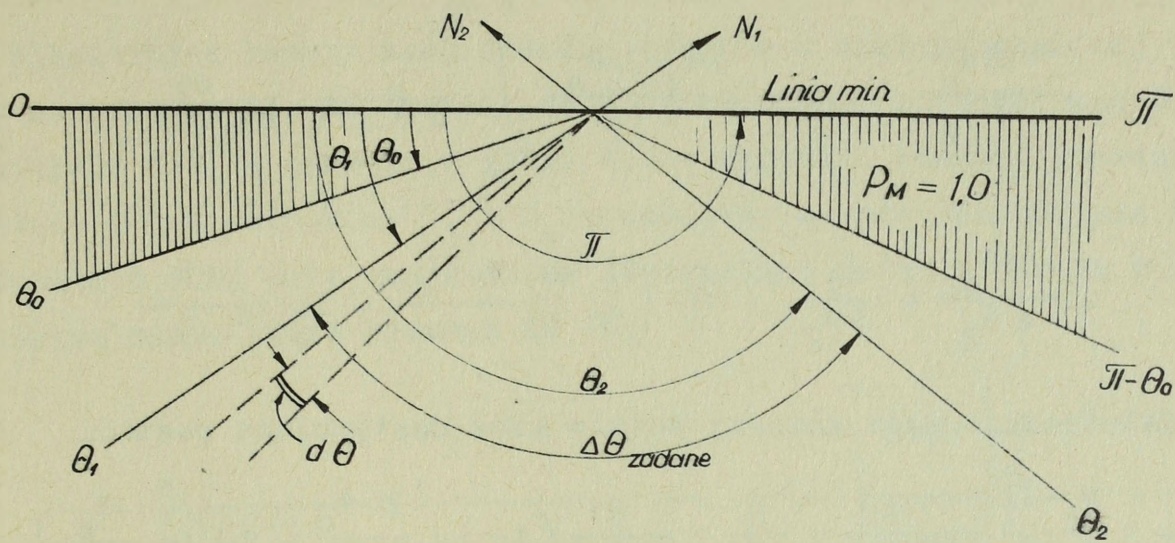
$$\Delta \theta = 0 \div \theta_0 \text{ i } \Delta \theta = \pi - \theta_0 \div \pi,$$

zapewnione jest spotkanie się okrętu z jedną miną, a możliwe - z dwiema i więcej.

a/ rozpatrzmy przypadek, kiedy:

$$\theta_1 > \theta_0; \theta_2 < \pi - \theta_0 \text{ i } b < d \sin \theta, \text{ patrz rysunek}$$

nr 14.



Rys. 14.

Z rysunku 14 widać, że aby obliczyć prawdopodobieństwo spotkania się z miną okrętu idącego dowolnym kursem określonego sektora $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$, trzeba wyrażenie 36 scałkować w granicach tego sektora.

$$P_{m \geq 1} = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{b}{d \sin \theta} \frac{d\theta}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{1}{\theta_2 - \theta_1} \frac{b}{d} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{d\theta}{\sin \theta} =$$

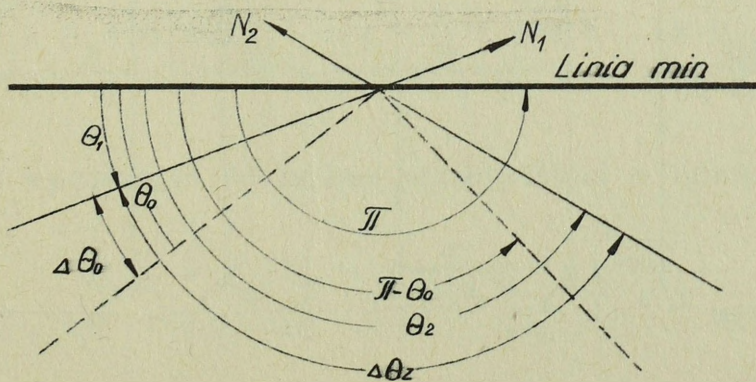
$$= \frac{1}{\theta_2 - \theta_1} \frac{b}{d} \left(\ln \operatorname{tg} \frac{\theta_2}{2} - \ln \operatorname{tg} \frac{\theta_1}{2} \right) \quad \text{lub}$$

$$P_{m \geq 1} = \frac{1}{\theta_2 - \theta_1} \cdot \frac{b}{d} \cdot 0,434 \left(\lg \operatorname{tg} \frac{\theta_2}{2} - \lg \operatorname{tg} \frac{\theta_1}{2} \right) \quad /38/$$

b/ Rozpatrzmy przypadek kiedy:

$$\theta_1 < \theta_0; \quad \theta_2 > \pi - \theta_0 \quad \text{i} \quad b > d \sin \theta.$$

w sektorach $\theta = \theta_0 - \theta_1$ i $\theta = \theta_2 - (\pi - \theta_0)$, patrz rysunek nr 15.



Rys. 15.

$$P_{m \geq 1} = \frac{2\Delta\theta_0}{\Delta\theta_2} \cdot 1,0 + \frac{\Delta\theta_2 - 2\Delta\theta_0}{\Delta\theta_2} \int_{\theta_0}^{\pi - \theta_0} \frac{b}{d \sin \theta} \frac{d\theta}{\Delta\theta_2 - 2\Delta\theta_0} =$$

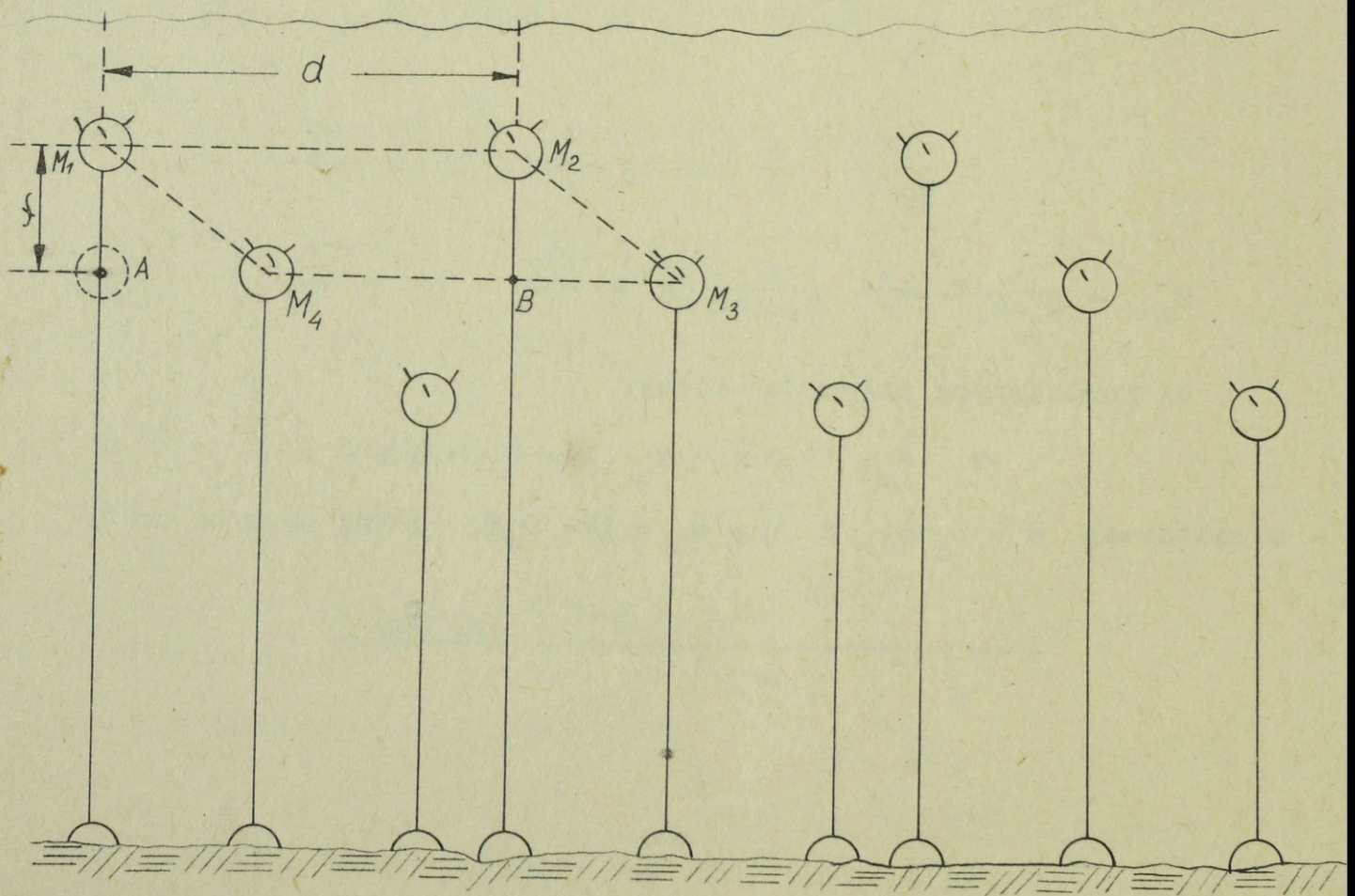
$$= \frac{2\Delta\theta_0}{\Delta\theta_2} + \frac{1}{\Delta\theta_2} \cdot \frac{b}{d} \left(\ln \operatorname{tg} \frac{\pi - \theta_0}{2} - \ln \operatorname{tg} \frac{\theta_0}{2} \right)$$

Ostatecznie wzór roboczy będzie miał następującą postać:

$$P_{m \geq 1} = 2 \frac{\theta_0 - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1} + \frac{1}{\theta_2 - \theta_1} \cdot \frac{b}{d} \cdot \frac{1}{0,434} \left(\lg \operatorname{tg} \frac{\pi - \theta_0}{2} - \lg \operatorname{tg} \frac{\theta_0}{2} \right) \quad /39/$$

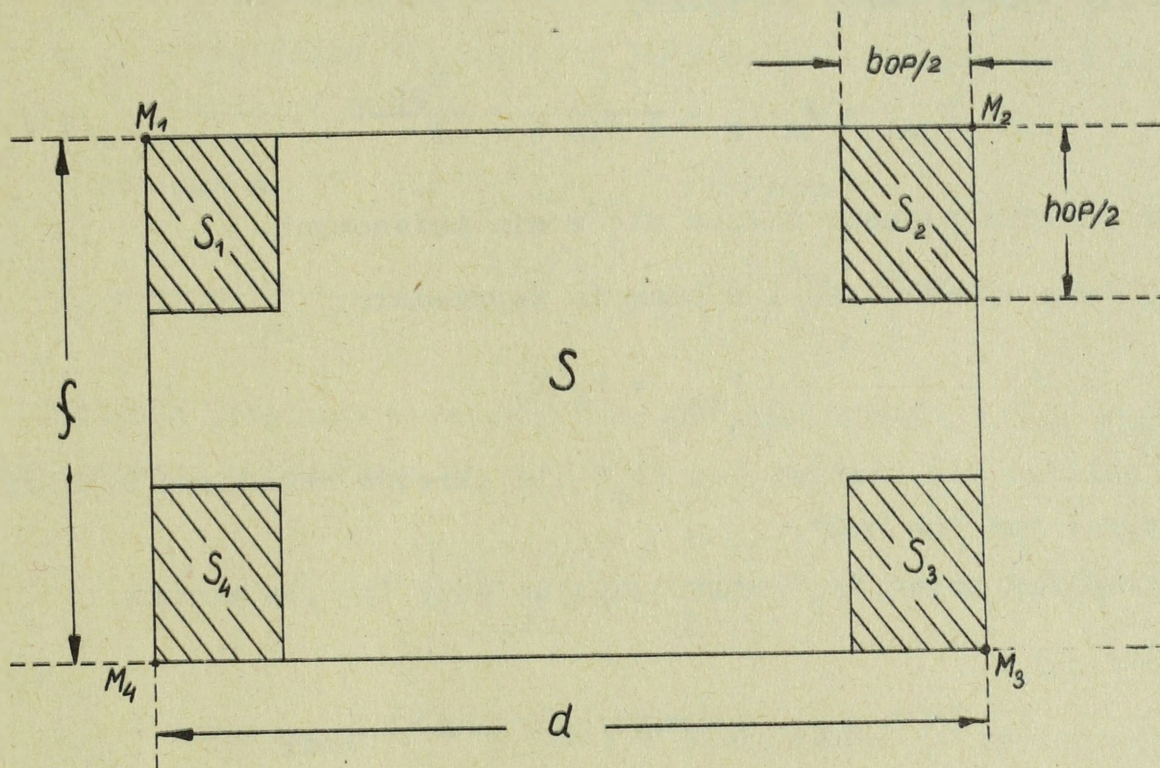
B.2. Prawdopodobieństwo spotkania się okrętu podwodnego chociażby z jedną miną przy forsowaniu zagrody minowej w postaci zasłony pionowej.

a/ Zasłona pionowa składa się z min galwaniczno-uderzeniowych.



Rys. 16.

Rozpatrując cztery miny dowolne wybrane z zasłony pionowej widzimy na rysunku 16, że tworzą one w płaszczyźnie pionowej prostokąt o wymiarach $d \cdot f$, w oparciu o który można określić szukane prawdopodobieństwo. W tym celu miny M_3 i M_4 zrzutujemy na płaszczyznę min M_1 i M_2 /punkty A i B/ oraz uwzględnimy płaszczyznę rażenia okrętu podwodnego przez miny; patrz rysunek nr 17.



Rys. 17.

- b - szerokość okrętu;
- h_{OP} - wysokość okrętu podwodnego;
- d - odstęp między minami w płaszczyźnie poziomej;
- f - odstęp między minami w płaszczyźnie pionowej.

$$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = \frac{b}{2} \cdot \frac{h_{OP}}{2}$$

$$P_{m \geq 1} = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + S_4}{S} = \frac{4 \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{h_{OP}}{2}}{d \cdot f} = \frac{b \cdot h_{OP}}{d \cdot f} \quad /40/$$

Otrzymane wyrażenie 40 można przedstawić w następującej formie:

$$P_{m \geq 1} = P_d \cdot P_f = \frac{b}{d \sin \theta} \cdot \frac{h_{OP}}{f}$$

gdzie:

P_d - prawdopodobieństwo spotkania się okrętu podwodnego z miną w płaszczyźnie poziomej, którą w zależności od kąta θ lub

sektora 4θ można obliczyć przy pomocy wzorów 28, 30 i 31 jak " P_m " dla okrętów nawodnych;

P_f - prawdopodobieństwo spotkania się okrętu podwodnego z miną w płaszczyźnie pionowej.

I tak np.: dla wypadku, gdy kąt $\theta \neq 90^\circ$ i jest znany oraz trym okrętu /i/ wynosi zero, otrzymamy:

$$P_{m \geq 1} = P_d \cdot P_f = \frac{b}{d \sin \theta} \cdot \frac{h_{OP}}{r} \quad /41/$$

b/ Zaszłona pionowa składa się z min antenowych.

W danym wypadku jak i w punkcie poprzednim

$$P_{m \geq 1} = P_d \cdot P_f$$

i " P_d " oblicza się również jak " P_m " dla okrętów nawodnych w zależności od wartości " θ " lub " $\Delta\theta$ ".

Określmy zatem " P_f ", rozróżniając przy tym dwa warunki:

pierwszy, gdy

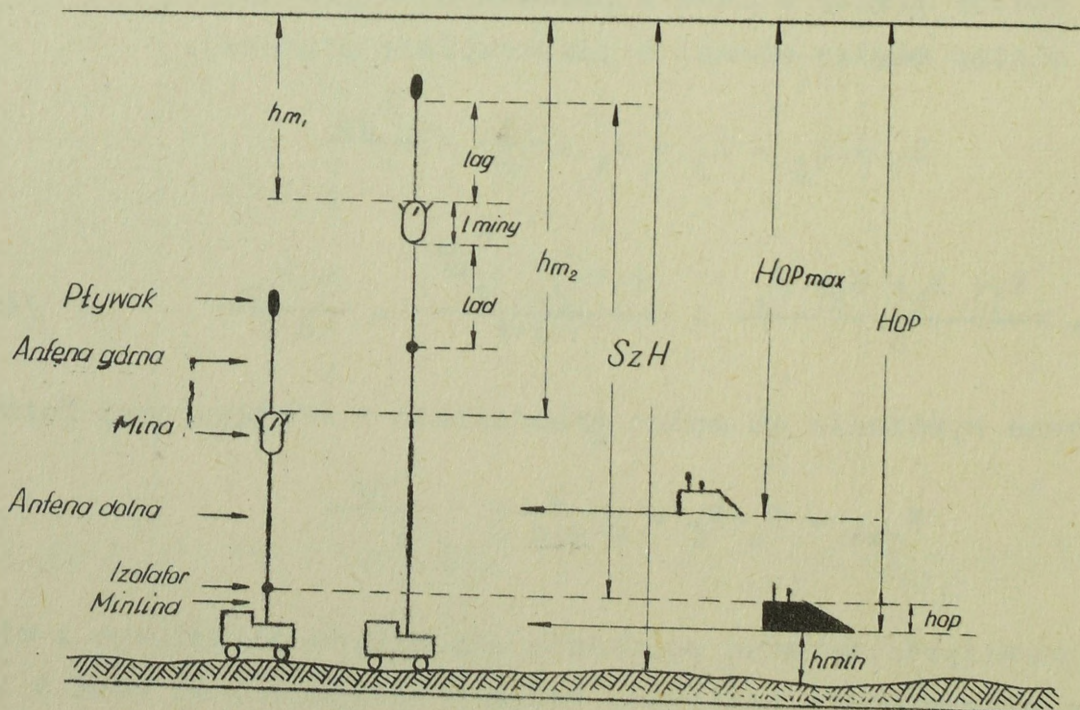
$$H < H_{OPmax} \quad \text{i drugi, gdy} \quad H > H_{OPmax}$$

gdzie:

H - głębokość morza w rejonie zagrody minowej;

H_{OPmax} - maksymalne możliwe zanurzenie okrętu podwodnego.

Posłużymy się rysunkiem nr 18.



Rys. 18.

Oznaczenia:

- S_z - strefa zagrodzona;
- l_{ag} - długość anteny górnej;
- l_{ad} - długość anteny dolnej;
- l_m - długość kadłuba miny;
- $h_{pł.}$ - zanurzenie pływaka miny;
- h_m - zanurzenie miny;
- $h_{min.}$ - minimalna wysokość na jaką okręt podwodny może się zbliżyć do dna.

Z rysunku nr 18 dla $H < H_{OPmax}$ otrzymamy:

$$P_f = \frac{S_z}{/H-h_{min}/-h_{OP}} = \frac{h_{m2}-h_{m1} + l_{ag} + l_{ad} + l_{miny}}{/H-h_{min}/-h_{OP}}$$

Ogólnie powyższe wyrażenie dla dowolnej ilości min w pionie - można zapisać w postaci:

$$P_f = \frac{/h_{m_n} - h_{m_1}/ + 2 l_a}{/H-h_{min}/-h_{OP}} \quad /42/$$

gdzie

- h_{m_n} - zanurzenie "n"-tej miny w pionie idąc od powierzchni;
- l_a - ogólna długość anten miny, czyli
 $l_a = l_{ag} + l_{ad}$.

We wzorze 42 długości miny nie uwzględnia się wliczając ją na konto kompensacji przegłębienia pływaków i kadłubów min oraz na pokrycie rozrzutu w dokładności ustawienia się min na żądane zanurzenie.

W wypadku, gdy $H > H_{OPmax}$, to okręt nie może zbliżyć się do dna na odległość niebezpieczną, a zatem ze wzoru 34 odpada " h_{min} ", a zamiast głębokości morza $/H/$ należy uwzględnić maksymalne zanurzenie okrętu $/H_{OPmax}/$, czyli:

$$P_f = \frac{/h_{m_n} - h_{m_1}/ + 2 l_a}{H_{OPmax} - h_{OP}} \quad /43/$$

B.3. Warunkowe prawdopodobieństwo podderwania się okrętu nawodnego chociażby na jednej minie niekontaktowej przy przechodzeniu przez jedną linię min.

Warunkowe prawdopodobieństwo poderwania się okrętu nawodnego na minie niekontaktowej można obliczyć podobnie jak prawdopodobieństwo spotkania się okrętu z miną kontaktową według wyprowadzonych wzorów nr 27, 38 i 39 w zależności od danego kąta spotkania " θ " lub sektora kątów " $\Delta\theta$ " z tą różnicą, iż zamiast szerokości okrętu do wzorów tych należy podstawić szerokość strefy reagowania lub rażenia.

Szerokość strefy reagowania będziemy oznaczać symbolem " B_r ", zaś strefy rażenia " B_r ". Jeśli nie znamy szczegółowych danych taktyczno-technicznych miny, a zatem nie znamy szerokości strefy reagowania B_r , to do obliczeń taktycznych możemy przyjmować szerokość strefy rażenia B_r , którą można określić znając ciężar ładunku miny i rodzaj materiału wybuchowego; patrz paragraf 4.5 niniejszego rozdziału.

Wychodząc z szerokości strefy rażenia $B_r = B_r$, szukane prawdopodobieństwo możemy obliczyć ze wzorów:

$$P_{m \geq 1} = \frac{B_r}{d \sin \theta} ; \text{ jeśli } \theta = \text{const.} \quad /44/$$

$$P_{m \geq 1} = \frac{1}{\theta_2 - \theta_1} \cdot \frac{B_r}{d} \cdot \frac{1}{0,434} \left(\lg \operatorname{tg} \frac{\theta_2}{2} - \lg \operatorname{tg} \frac{\theta_1}{2} \right) \quad /45/$$

jeśli: $\theta_1 > \theta_0$; $\theta_2 < \pi - \theta_0$ i $B_r < d \sin \theta$.

$$P_{m \geq 1} = 2 \frac{\theta_0 - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1} + \frac{1}{\theta_2 - \theta_1} \cdot \frac{B_r}{d} \cdot \frac{1}{0,434} \left(\lg \operatorname{tg} \frac{\pi - \theta_0}{2} - \lg \operatorname{tg} \frac{\theta_0}{2} \right) \quad /46/$$

jeśli: $\theta_1 < \theta_0$ i $\theta_2 > \pi - \theta_0$.

Uwaga: Posługiwanie się szerokością strefy rażenia przy obliczeniach możliwe jest tylko dla okrętów większych /I, II i III rangi/, gdyż analiza szerokości stref rażenia i reagowania pokazuje, iż dla okrętów małych $B_r \ll B_r$. Analizą objęto strefę rażenia średnich i dużych min niekontaktowych będących u nas na uzbrojeniu.

B.4. Warunkowe prawdopodobieństwo poderwania się okrętu chociażby na jednej minie przy forsowaniu zagrożony minowej składającej się z kilku linii min.

Postawione zadanie rozpatrzemy na przykładzie zagrody minowej złożonej z trzech linii min.

Wypiszemy możliwe kombinacje zdarzeń poderwania się /p/ lub nie poderwania się /q/ okrętu na poszczególnych liniach:

I, II, III linia min

$$\begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{ccc} p_1 & p_2 & p_3 \end{array} \right\} \\
 \hline
 \left. \begin{array}{ccc} p_1 & p_2 & q_3 \\ p_1 & q_2 & p_3 \\ q_1 & p_2 & p_3 \end{array} \right\} \\
 \hline
 \left. \begin{array}{ccc} p_1 & q_2 & q_3 \\ q_1 & p_2 & q_3 \\ q_1 & q_2 & p_3 \end{array} \right\} \\
 \hline
 \left. \begin{array}{ccc} q_1 & q_2 & q_3 \end{array} \right\}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 P_{m=3} = p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \\
 \\
 P_{m=2} = p_1 \cdot p_2 \cdot q_3 + p_1 \cdot q_2 \cdot p_3 + q_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \\
 \\
 P_{m=1} = p_1 \cdot q_2 \cdot q_3 + q_1 \cdot p_2 \cdot q_3 + q_1 \cdot q_2 \cdot p_3 \\
 \\
 P_{m=0} = q_1 \cdot q_2 \cdot q_3
 \end{array}$$

Zgodnie z wielomianowym schematem Bernoulliego:

$$P_{m \geq 1} = P_{m=1} + P_{m=2} + P_{m=3} = 1 - P_{m=0} = 1 - q_1 \cdot q_2 \cdot q_3,$$

lub

$$P_{m \geq 1} = 1 - (1-p_1) \cdot (1-p_2) \cdot (1-p_3) \quad /47/$$

Przy dowolnej ilości linii min powyższe wyrażenie będzie

$$P_{m \geq 1} = 1 - (1-p_1) \cdot (1-p_2) \cdot \dots \cdot (1-p_n) \quad /48/$$

jeśli

$$p_1 = p_2 = \dots = p_n,$$

to:

$$P_{m \geq 1} = 1 - (1-p_1)^n \quad /49/$$

gdzie:

p_1 - warunkowe prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na jednej linii min;

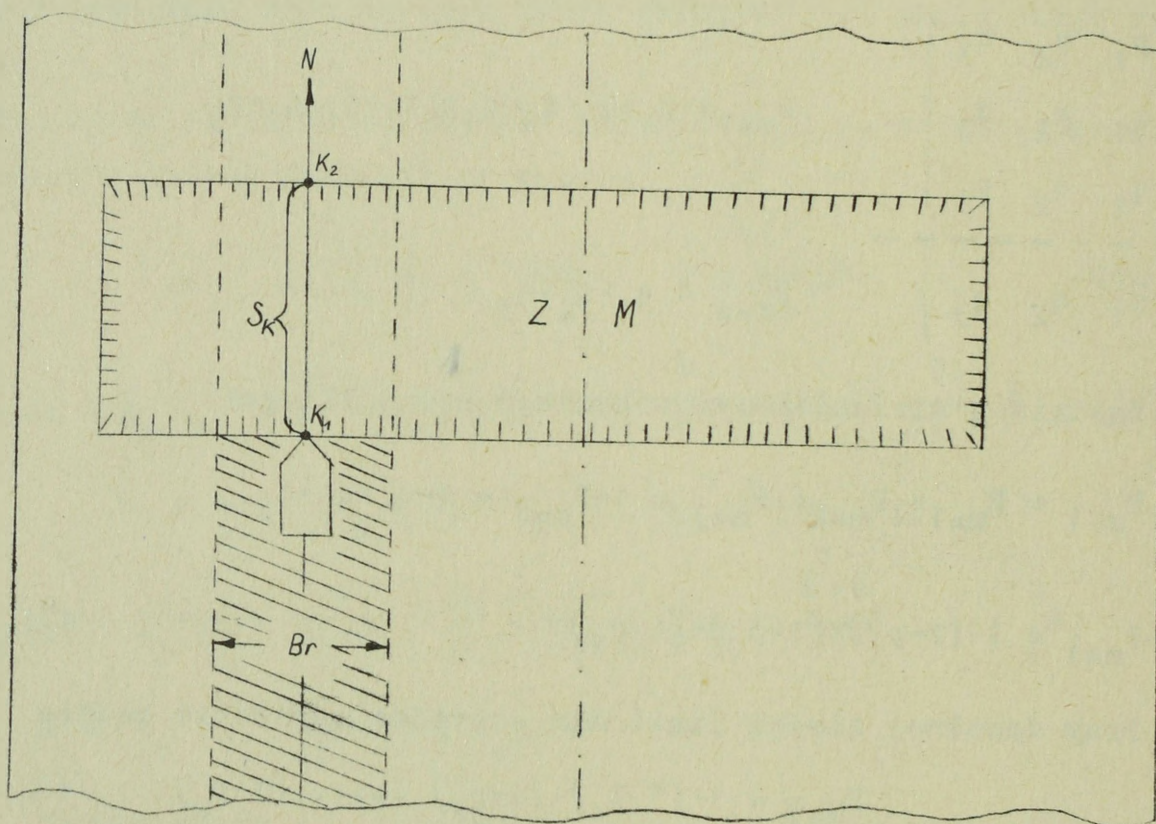
n - ilość linii min w zagrodzie minowej.

Logarytmując stronami wzór /49/ można określić ile trzeba linii min /n/, żeby osiągnąć wymagane prawdopodobieństwo poderwania się okrętu

tu na zagrodzie minowej $/p_w/$, jeśli na jednej linii mamy p_1 .

$$n = \frac{\lg(1 - P_w)}{\lg(1 - p_1)} \quad . \quad /50/$$

B.5. Warunkowe prawdopodobieństwo poderwania się okrętu chociażby na jednej minie przy forsowaniu nieuporządkowanej zagrody minowej / pola minowego / .



Rys. 19.

Posłużymy się rysunkiem nr 19 zakładając, że:

1. miny rozłożone są równomiernie na całej powierzchni zagrody minowej;
2. zagroda składa się z $n = N_m$ linii min, a każda linia z jednej miny.

Z rysunku widać, że przy wymienionych założeniach poszukiwane prawdopodobieństwo możemy znaleźć w oparciu o wzór 49, podstawiając:

$$n = N_m; \quad p_1 = \frac{B_r \cdot S_k}{1852 F_{ZM}} \quad /51/$$

gdzie:

- B_r - szerokość strefy rażenia w metrach;
- S_k - droga okrętu w granicach zagrody minowej w Mm;
- F_{ZM} - powierzchnia zagrody minowej w Mm²;
- N_m - ogólna ilość min postawionych w zagrodzie;

Ogólna zatem robocza postać wzoru

$$P_{m \geq 1} = 1 - \left[1 - \left(\frac{B_r \cdot S_k}{1852 F_{ZM}} \right)^{N_m} \right]. \quad /52/$$

Według tego wzoru można obliczyć trzy zasadnicze zależności

$$\left. \begin{aligned} P_{m \geq 1} &= f / p_1, N_m / \\ p_1 &= f / P_{m \geq 1}, N_m / \\ N_m &= f / P_{m \geq 1}, p_1 / \end{aligned} \right\} \text{gdzie } p_1 = f / B_r, S_k, F_{ZM} /$$

Prowadzenie tego typu obliczeń niezbędne jest przy planowaniu zagród minowych i do uogólnień wyników obróbki danych statystycznych rezultatów zagrożenia minowego i walki z minami.

Obliczenia takie są jednak bardzo pracochłonne, szczególnie przy dużych wartościach " N_m ".

Dla ułatwienia posługiwania się wzorami 49, 50 i 52 załączono tabelę nr 44, patrz załącznik nr 2. Spośród trzech argumentów $/P_{m \geq 1}, p_1, N_m/$ najczęściej poszukiwany jest " N_m ", toteż tabele ułożone są według następującej zależności funkcjonalnej:

$$N = f / P_{m \geq 1}, p /,$$

gdzie:

- N - ilość linii min lub min w zagrodzie minowej;
- p - prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na jednej linii lub jednej minie, jeśli $p_1 = p_2 = \dots = p_n$;
- $P_{m \geq 1}$ - warunkowe prawdopodobieństwo poderwania się okrętu chociażby na jednej minie przy forsowaniu zagrody minowej.

Tabele te pokrywają całkowicie wymagany w praktyce zakres zarówno pod względem objętości, jak i dokładności.

W przypadku braku tych tabel lub konieczności wykroczenia poza ich zakres celem ułatwienia /uproszczenia/ procesu obliczeń przy du-

żych wartościach "n" i małych "p" można zamiast wzoru 49 posługiwać się przybliżonym wzorem Poissona, gdyż:

$$P_{m \geq 1} = 1 - (1-p)^n = 1 - \left[(1-p)^{\frac{-1}{p}} \right]^{-pn} \approx 1 - e^{-np} \quad /53/$$

Ponieważ $\lim_{p \rightarrow 0} (1-p)^{\frac{-1}{p}} = e$, to wynik otrzymany ze wzoru 53 będzie tym dokładniejszy /bliższy rzeczywistości/, im mniejsza będzie wartość "p" i większa "n".

W praktyce wzorem tym można posługiwać się, gdy $p < 0,2$ i $n > 20$. Zastępując wzorem 53 wzór 52 musimy podstawić

$$p = \frac{B_r \cdot S_k}{1852 F_{ZM}} ; \quad n = N_m \quad \text{lub} \quad p = \frac{B_r \cdot S_k}{1852 F_{ZM}} ; \quad n = n_m$$

gdzie

n_m - gęstość min /ilość min przypadająca na jedną milę kwadratową zagrody minowej/.

Wartość $P_{m \geq 1}$ według wzoru 53 możemy również wybierać z tabeli nr 45 /patrz załącznik nr 3/, do której wchodzimy z argumentem - "np".

Przy pomocy wzoru Poissona możemy obliczyć również prawdopodobieństwo poderwania się okrętu w czasie forsowania zagrody minowej na jednej, dwóch lub "k" minach

$$P_{m=1} = \frac{np}{1!} e^{-np}$$

$$P_{m=2} = \frac{(np)^2}{2!} e^{-np}$$

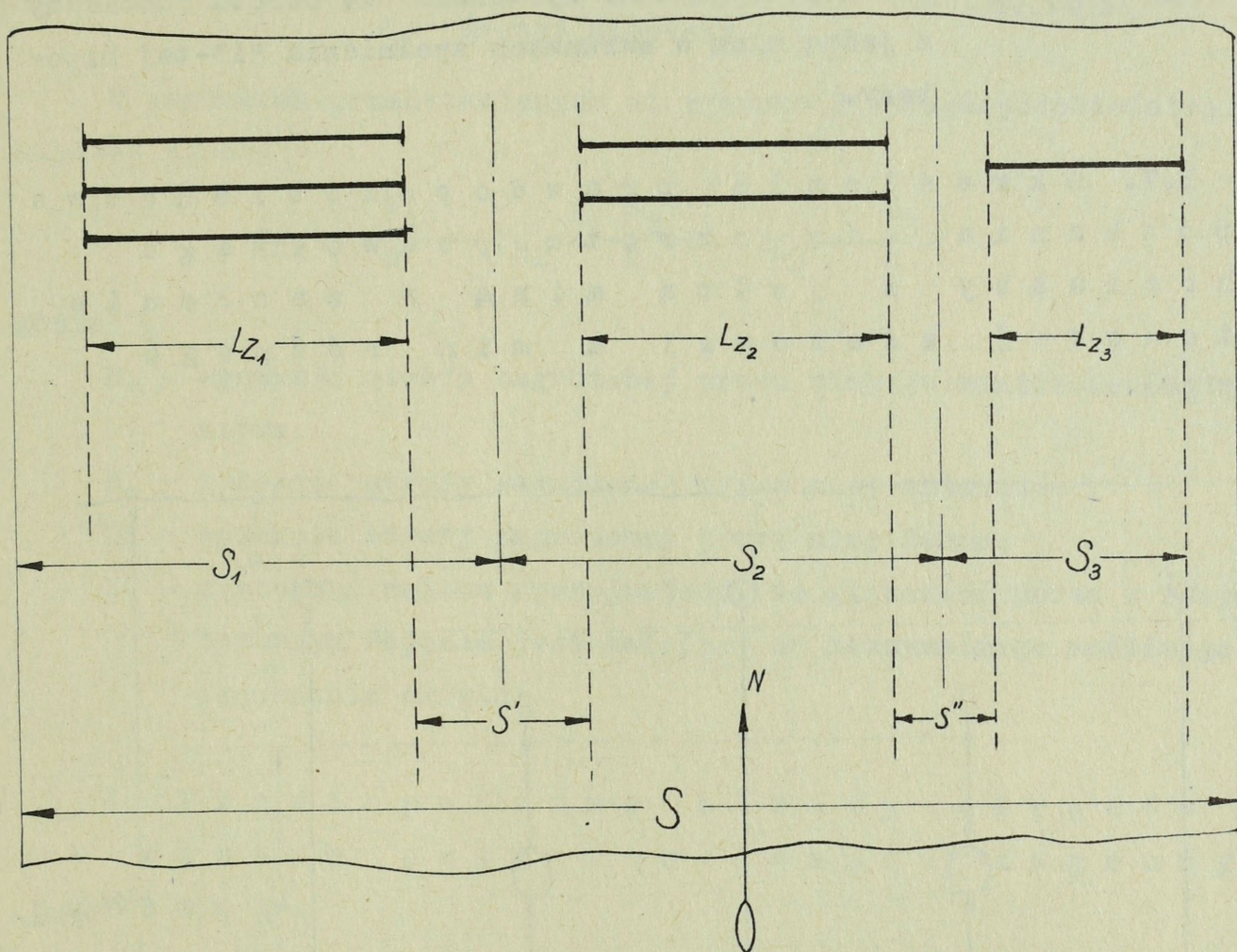
$$P_{m=k} = \frac{(np)^k}{k!} e^{-np} \quad /54/$$

czyli:

$$P_{m=k} = \frac{\left(\frac{n_m \cdot B_r \cdot S_k}{1852} \right)^k}{k!} \cdot e^{-\frac{n_m \cdot B_r \cdot S_k}{1852}} \quad /55/$$

Uwaga: Wyniki obliczane według wzoru 55 możliwe są do przyjęcia jeśli $k \ll n_m$.

B.6. Prawdopodobieństwo poderwania się okrętu chociażby na jednej minie przy forsowaniu zagrody minowej złożonej z kilku różnych odcinków.



Rys. 20.

- S - szerokość rozpatrywanego rejonu;
- $S_{1,2,3}$ - szerokość zagrożonych odcinków rejonu;
- $L_{z1,2,3}$ - długość linii min /szerokość poszczególnych odcinków zagrody minowej/;
- S' i S'' - szerokość torów wodnych przechodzących przez zagrodę.

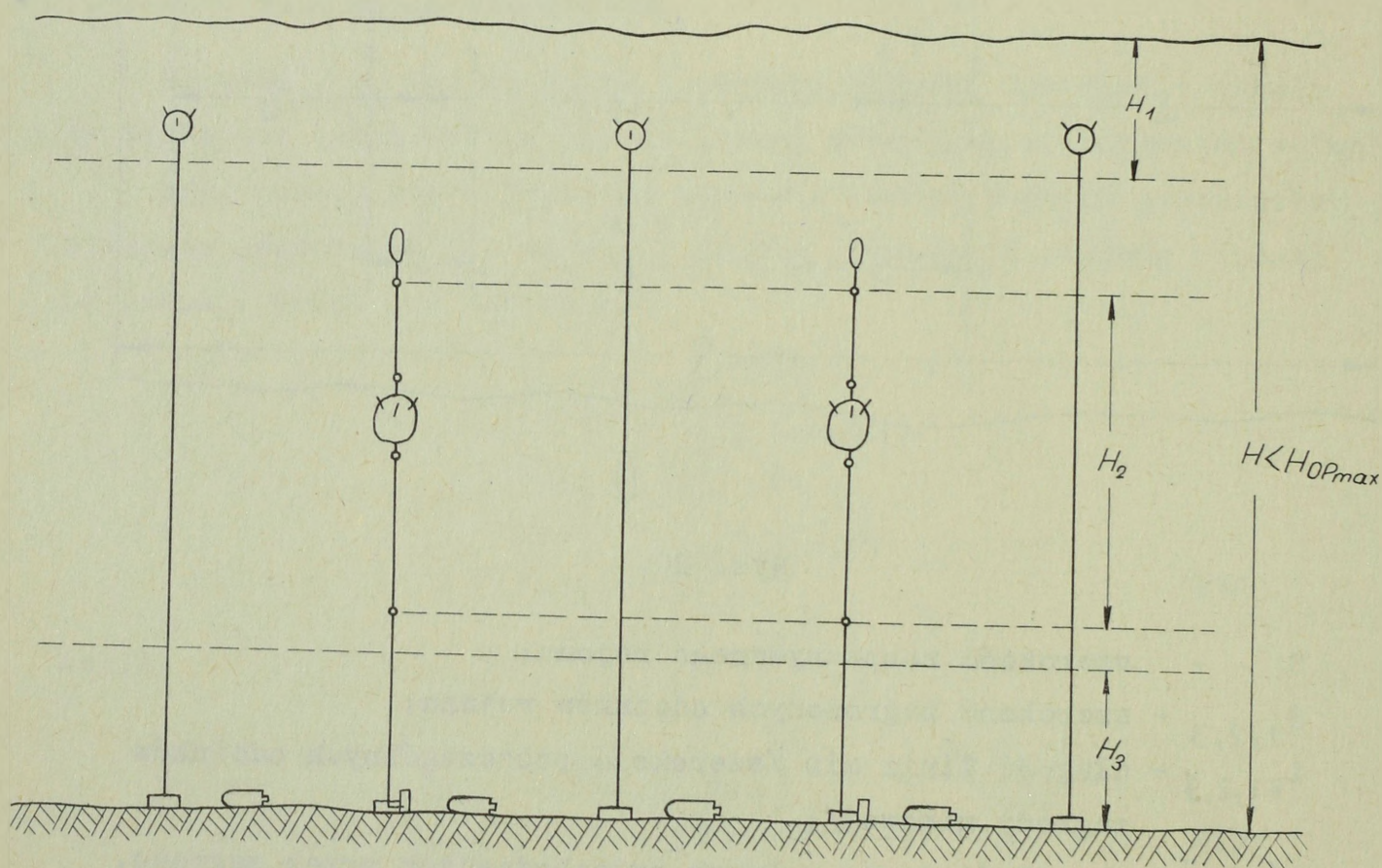
W warunkach, gdy wybór kursu jest jednakowo prawdopodobny w granicach całej szerokości rozpatrywanego rejonu, dla określenia prawdopodobieństwa poderwania się okrętu chociażby na jednej minie w danym rejonie /w którym znajduje się zagroda minowa złożona z kilku różnych odcinków/ posłużymy się wzorem na prawdopodobieństwo zupełne

$$P_M = P_{z1} \cdot P_{m1} + P_{z2} \cdot P_{m2} + \dots + P_{zn} \cdot P_{mn} \quad /56/$$

gdzie

- $P_{z1,2,\dots,n}$ - prawdopodobieństwo hipotezy, że okręt przejdzie przez "i"-ty odcinek zagrody minowej /prawdopodobieństwo wejścia okrętu na dany odcinek zagrody/;
- $P_{m1,2,\dots,n}$ - prawdopodobieństwo spotkania się okrętu chociażby z jedną miną w warunkach spełniania "i"-tej hipotezy.

B.7. Określenie prawdopodobieństwa spotkania się okrętu podwodnego chociażby z jedną miną w zasłonie pionowej złożonej z min różnego typu.



Rys. 21.

Zakładamy również, że prawdopodobieństwo przejścia okrętu podwodnego w tej lub innej strefie głębokości jest jednakowe. Biorąc pod uwagę powyższe, możemy posłużyć się podobnie jak w punkcie poprzednim, wzorem na prawdopodobieństwo zupełne

$$P_M = P_{H_1} \cdot P_{m_1} + P_{H_2} \cdot P_{m_2} + \dots + P_{H_n} \cdot P_{m_n} \quad /57/$$

gdzie:

- $P_{H_{1,2,\dots,n}}$ - prawdopodobieństwo hipotezy, że okręt przejdzie przez "i"-tą strefę głębokości $/H_{1,2,\dots,n}/$;
 $P_{m_{1,2,\dots,n}}$ - prawdopodobieństwo spotkania się okrętu chociażby z jedną miną określonego typu w warunkach spełnienia "i"-tej hipotezy.

W warunkach przedstawionych na rysunku 21 prawdopodobieństwo hipotez wynosi

$$P_{H_1} = \frac{H_1}{H}; \quad P_{H_2} = \frac{H_2}{H}; \quad P_{H_3} = \frac{H_3}{H}$$

gdzie:

- H_1 - wysokość strefy zagrożonej przez miny galwaniczno-uderzeniowe;
 H_2 - wysokość strefy zagrożonej przez miny antenowe;
 H_3 - wysokość strefy zagrożonej przez miny denne;
 H - głębokość rejonu /przyjmujemy, że głębokość morza w rozpatrywanym rejonie jest mniejsza od maksymalnego możliwego zanurzenia okrętu/.

3. Prawdopodobne straty okrętów na minach przy forsowaniu zagrody minowej.

Aby określić wymaganą moc lub efektywność planowanego uderzenia przy pomocy jakiegokolwiek rodzaju uzbrojenia w walce na morzu, wychodzimy z ilości okrętów, które chcemy albo możemy zniszczyć lub wyprowadzić z linii. Rezultat osiągnięty w wyniku uderzenia jest podstawowym taktyczno-operacyjnym wskaźnikiem efektywności danego rodzaju uzbrojenia i sposobu jego wykorzystania. Za wskaźnik efektywności planowanych uderzeń może służyć przewidywany średni rezultat, który można obliczyć posługując się rachunkiem prawdopodobieństwa. Wymieniony wskaźnik, jako liczbowy parametr zjawisk probabilistycznych w rachunku prawdopodobieństwa występuje pod nazwą "nadzieja matematyczna", "wartość oczekiwana, przeciętna lub średnia", w zależności od autorów prac w danym zakresie.

My w dalszych rozważaniach będziemy używać terminu: oczekiwana średnia ilość okrętów, które zostaną zniszczone lub uszkodzone na minach w czasie forsowania zagrody minowej lub krócej "oczekiwane straty okrętów na minach" i oznaczać symbolem M_{*} /

Wskaźnik ten celowo jest obliczać zarówno dla zagród obronnych jak i zaczepnych, jeśli:

1. przewiduje się, że zagrodę minową będzie forsować duży zespół, jak np. zespół desantowy lub konwój oraz znamy w przybliżeniu ilość i rodzaj okrętów;
2. przewiduje się, że w rejonie zagrody minowej będzie ożywiona żegluga oraz znamy częstość żeglugi na danej linii jak również typy okrętów i statków.

Do najbardziej typowych zagród minowych odpowiadających wymienionym warunkom należą:

1. przeciwdesantowa obronna zagroda minowa;
2. zaczepna zagroda minowa postawiona na uczęszczanym torze wodnym /kursie zalecanym/ przeciwnika, w oparciu o które ustalimy schemat obliczeń oczekiwanych strat okrętów na minach.

3.1. O c z e k i w a n a ś r e d n i a i l o ś ć o k r ę -
t ó w , k t ó r e z o s t a n ą z n i s z c z o n e l u b
u s z k o d z o n e p r z y f o r s o w a n i u p r z e c i w -
d e s a n t o w e j z a g r o d y m i n o w e j .

Przy rozwiązywaniu postawionego problemu musimy wziąć pod uwagę następujące czynniki:

1. zagroda składa się z kilku linii min stojących na różnych głębokościach morza i odległościach od linii brzegowej, a nie wszystkie okręty i transportowce zespołu desantowego przechodzą przez wszystkie linie;
2. w poszczególnych liniach min stosuje się przeważnie różne ich typy, stąd warunkowe prawdopodobieństwo poderwania się okrętu określonej klasy na poszczególnych liniach min będzie różne;
3. do zespołu desantowego wchodzi jednostki, różniące się wielkością, natężeniem i zasięgiem pól fizycznych, odpornością na

*/ Por.: B.W. Gnedenko - Kurs teorii wiorożatnośtiej - Moskwa 1961.

wybuchy podwodne i manewrujące na różnych odległościach od linii brzegowej;

4. miny mogą mieć urządzenia i nastawy przeciwtrałowe;
5. zespół desantowy może być przeprowadzony za trałami kontaktowymi i niekontaktowymi.

Ze względu na specyfikę i konieczność odmiennego podejścia określimy oddzielnie oczekiwane straty okrętów na minach kotwicznych i kontaktowych oraz na minach dennych niekontaktowych.

Ponieważ będziemy używać prostego aparatu matematycznego i wzorów bądź uprzednio wyprowadzonych, bądź też nie wymagających wyprowadzenia /logicznie - oczywiste/ to dla zwięzłości podamy tylko schematy obliczeń.

A. M e t o d y k a o b l i c z e ń o c z e k i w a n y c h s t r a t o k r ę t ó w n a m i n a c h k o n t a k t o w y c h .

1. Ustalamy krotność trałowania min na trasach przejść poszczególnych oddziałów desantowych " I_T "

$$I_T = N_{LTR} \cdot \alpha \cdot N_{LPR} \cdot I \quad /58/$$

gdzie:

- N_{LTR} - ilość linii /rzutów/ trałowców z trałami kontaktowymi;
- α - współczynnik charakteryzujący pewność działania protektorów pól minowych;
- N_{LPR} - ilość linii protektorów pól minowych;
- I - krotność działania protektora.

2. Jeżeli wyliczona krotność efektywnego trałowania $I_T > 0$, to obliczamy prawdopodobieństwo przetrałowania rejonu o szerokości " S " /patrz rysunek 22/.

Z rysunku nr 22 widać, że ogólna szerokość rejonu, w granicach którego okręty desantowe forsują przeciwdesantową zagrodę minową wynosi

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 1dr_1 + 6k_1 + 2dr_2 + 46k_2 + 46k_3.$$

Uogólniając powyższe dla dowolnej ilości tras przejścia oddziałów desantowych i dowolnej ilości okrętów w szyku czołowym w poszczególnych oddziałach otrzymamy

$$S = \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n \left[(N_{K_i} + 1) dr_i + 4\sigma_{KS_i} \right] \quad /59/$$

gdzie.

- N_{K_i} - ilość okrętów w szyku czołowym w "i"-tym oddziale desantowym /grupie/;
- dr_i - odstęp między okrętami w linii frontu szyku w "i"-tym oddziale /grupie/;
- σ_{KS_i} - sumaryczny średni błąd utrzymania swego miejsca w szyku lub określenia swej pozycji przez okręty "i"-tego oddziału;
- n - ilość torów /tras/ przejść desantu.

3. Obliczamy ilość min, jaka pozostała po trażowaniu w rejonie przejść oddziałów desantowych w poszczególnych liniach min " N_{m_i} "

$$N_{m_i} = S \cdot n_{m_i} - S \cdot n_{m_i} \cdot P_T = S \cdot n_{m_i} (1 - P_T) \quad /60/$$

gdzie:

- S - szerokość rejonu w milach;
- n_{m_i} - gęstość min /ilość min przypadających na 1 Mm długości linii min/ w "i"-tej linii min;
- P_T - prawdopodobieństwo przetrażowania rejonu o szerokości "S".

4. Według przekształconych wzorów 36 lub 38 obliczamy prawdopodobieństwo spotkania się okrętu /określonego typu/ chociażby z jedną miną przy forsowaniu poszczególnych linii min, czyli

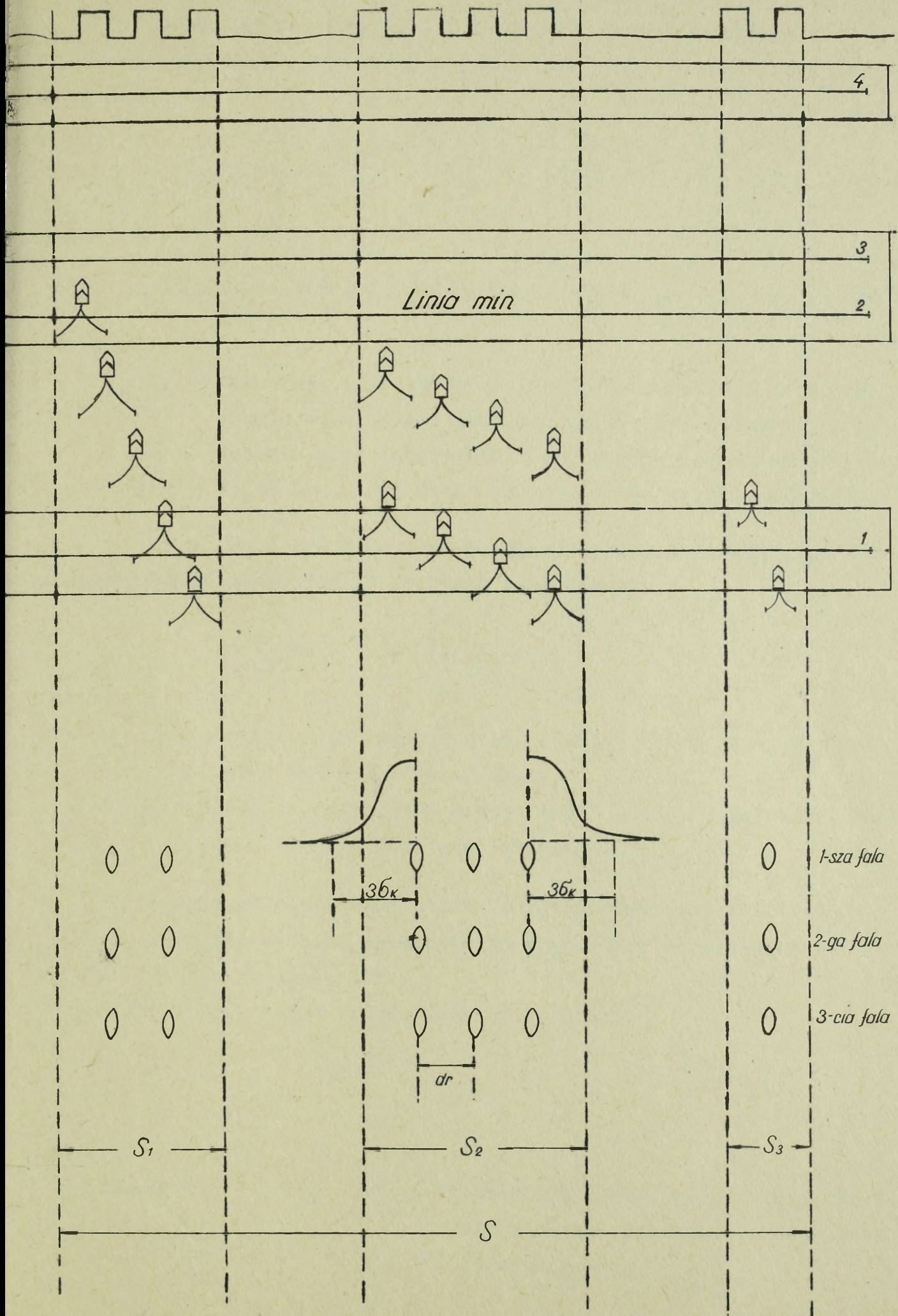
$$P_{k,i} = \frac{b_k (N_{m_i} - 1)}{1852 S \sin \theta} \quad /61/$$

lub

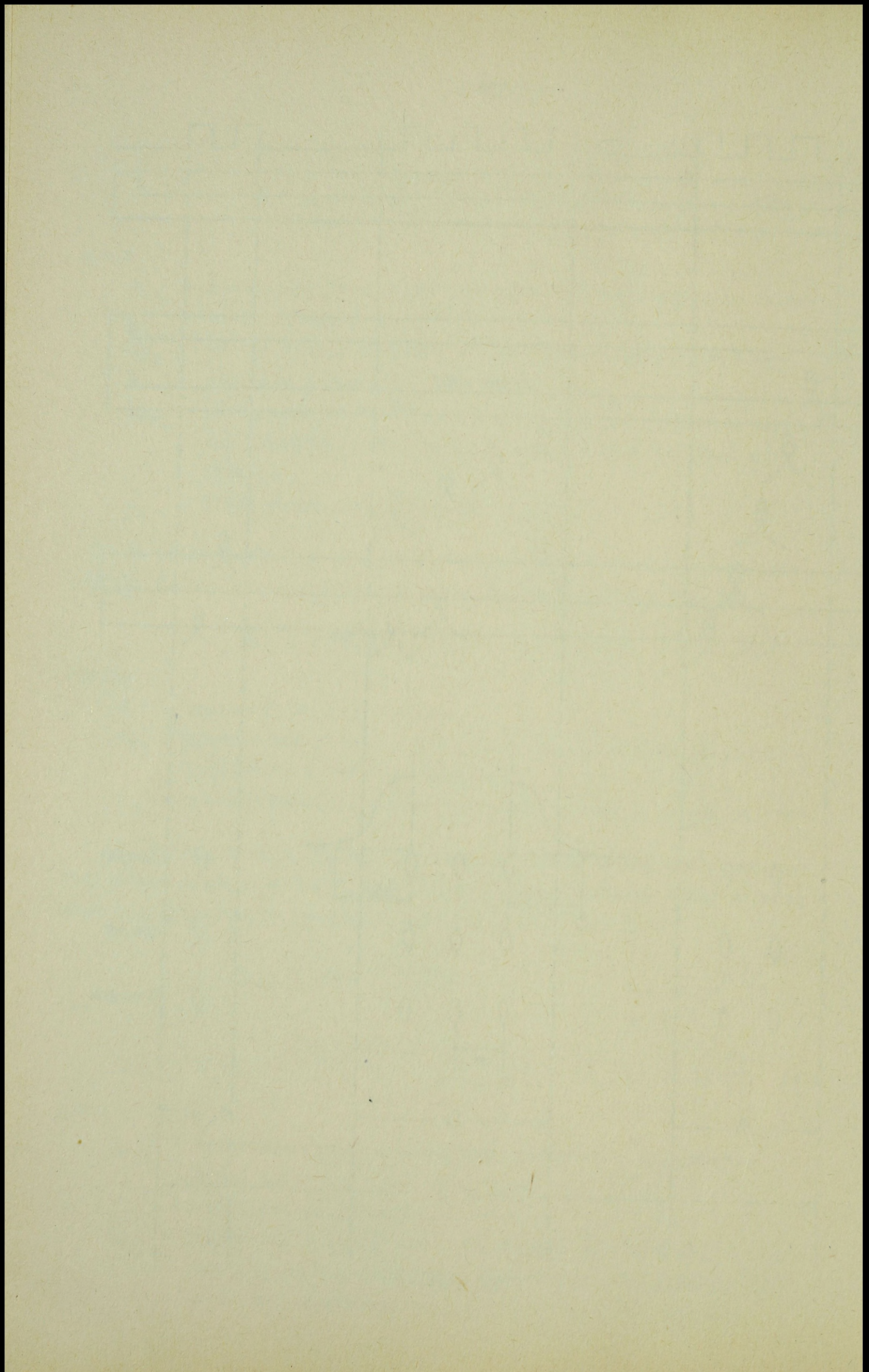
$$P_{k,i} = \frac{1}{\theta_2 - \theta_1} \cdot \frac{b_k (N_{m_i} - 1)}{1852 S} \cdot \frac{1}{0,434} \left(\lg \operatorname{tg} \frac{\theta_2}{2} - \lg \operatorname{tg} \frac{\theta_1}{2} \right) \quad /62/$$

gdzie

- $P_{k,i}$ - warunkowe prawdopodobieństwo poderwania się okrętu k-tej klasy na i-tej linii min;
- b_k - szerokość okrętu k-tej klasy;
- N_{m_i} - ilość min w i-tej linii /obliczona wg wzoru 60/, która została po poprzedzającym desantowanie trażowaniu lub przejściu marszowej ochrony przeciwminowej desantu.



Rys. 22.



5. Obliczamy dla pierwszej fali desantu prawdopodobieństwo spotkania się okrętu chociażby z jedną miną przy forsowaniu wszystkich linii min

$$P_{m_k, f_1} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_{k,i}), \text{ gdzie } i = 1, 2, \dots, n \quad /48/$$

lub

$$P_{m_k, f_1} = 1 - (1 - p_{k,1})^n; \text{ jeśli: } p_{k,1} = p_{k,2} = \dots = p_{k,n} \quad /49/$$

gdzie:

- P_{m_k, f_1} - warunkowe prawdopodobieństwo poderwania się na minie okrętu k-tej klasy wchodzącego w skład pierwszej fali desantu przy forsowaniu całej zagrody przeciwdesantowej;
n - ilość linii min składających się na zagrodę minową.

6. Określamy oczekiwane straty okrętów poszczególnych klas /typów/ składających się na pierwszą falę desantu

$$M_{k, f_1} = N_{k, f_1} \cdot P_{m_k, f_1} \quad /63/$$

gdzie:

- M_{k, f_1} - wartość oczekiwanych strat okrętów k-tej klasy wchodzących w skład pierwszej fali;
 N_{k, f_1} - ilość okrętów k-tej klasy /typu/ będąca w pierwszej fali /np. KD, ODM, ODS, ODD, TR itd./.

7. Sumaryczne oczekiwane straty okrętów pierwszej fali można obliczyć sumując wartości oczekiwanych strat okrętów poszczególnych klas /obliczone wg wzoru 63/.

Symbolicznie można przedstawić następująco:

$$M_{s, f_1} = \sum_{k=k_1}^{k_n} M_{k, f_1} \quad /64/$$

gdzie:

- subskrypty k_1, k_2, \dots, k_n - oznaczają poszczególne klasy okrętów, dla których obliczono wartość oczekiwanych strat.

8. Obliczamy warunkowe prawdopodobieństwo poderwania się okrętu k-tej klasy wchodzącego w skład drugiej fali przy forsowaniu zagrody minowej

$$P_{m_k, f_1} = 1 - \left(1 - \frac{b_k}{1852 S \sin \theta} \right)^{\sum_{i=1}^n N_{m_i} - M_{s, f_1}} \quad /65/$$

9. Podobnie jak w punkcie 6 i 7 oczekiwane straty okrętów dla fali drugiej można obliczyć ze wzorów

$$M_{k, f_2} = N_{k, f_2} \cdot P_{m_k, f_2} \quad /66/$$

$$M_{s, f_2} = \sum_{k=k_1}^{k_n} M_{k, f_2} \quad /67/$$

10. Obliczamy warunkowe prawdopodobieństwo poderwania się okrętu k-tej klasy na minach oraz oczekiwane straty poszczególnych klas okrętów i sumaryczne dla fal następnych w ten sam sposób jak dla fali drugiej. Dla dowolnej j-tej fali począwszy od fali drugiej /j ≥ 2/ wzory 65, 66 i 67 przybiorą postać; patrz wzór 68, 69 i 70.

$$P_{m_k, f_j} = 1 - \left(1 - \frac{b_k}{1852 S \sin \theta} \right)^{\sum_{i=1}^n N_{m_i} - M_{k, f_{j-1}}} \quad /68/$$

Przy obliczeniach prowadzonych według powyższego wzoru można posługiwać się tabelą nr 43 /patrz załącznik nr 2/ wchodząc do niej z następującymi argumentami:

$$p\% = \frac{b_k}{18,52 S \cdot \sin \theta} ; \quad N = \sum_{i=1}^n N_{m_i} - M_{k, f_{j-1}} ; \quad P_{m \geq 1} = P_{m_k, f_j} ;$$

$$M_{k, f_j} = N_{k, f_j} \cdot P_{m_k, f_j} \quad /69/$$

$$M_{s, f_j} = \sum_{k=k_1}^{k_n} M_{k, f_j} \quad /70/$$

11. Obliczamy ogólne oczekiwane straty zespołu desantowego na minach w rozbiściu na:

a/ ogólne oczekiwane straty poszczególnych typów /klas/ okrętów:

$$M_{k_i} = \sum_{j=1}^m M_{k,f_j} ; \quad /71/$$

b/ ogólne oczekiwane straty okrętów wszystkich typów /klas/ łącznie:

$$M_s = \sum_{j=1}^m M_{s,f_j} \quad /72/$$

B. M e t o d y k a o b l i c z e ń o c z e k i w a n y c h s t r a t o k r ę t ów n a m i n a c h n i e k o n t a k t o w y c h d e n n y c h .

1. Ustalamy końcową /pozostałą/ ilość cykli /zadziałań/ min w poszczególnych /i-tych/ liniach min "I_{pi}", po przejściu trałowców z trałami niekontaktowymi poprzedzających oddziały desantowe

$$I_{p_i} = I_{s_i} - I_{ef_i} = N_{m_i} / I_{LW_i} + 1 / - N_{m_i} P_{T_i} \cdot I_T , \quad /73/$$

gdzie:

I_{s_i} - suma bojowych i jałowych cykli min "i"-tej linii min na odcinku długości równej "S" przed trałowaniem;

N_{m_i} - ilość min na odcinku L = S w "i"-tej linii;

$$N_{m_i} = S \cdot n_{m_i};$$

I_{LW_i} - krotność nastawiona na licznikach wielokrotności min i-tej linii;

I_{ef_i} - suma bojowych i jałowych cykli min odpracowanych w wyniku trałowania poprzedzającego desantowanie /w i-tej linii/;

P_{T_i} - prawdopodobieństwo przetrałowania rejonu i-tej linii min o szerokości "S" w warunkach, gdy I_{LW} = 0;

I_T - krotność trałowania lub ilość linii trałowców z trałami niekontaktowymi.

Uwaga: Wzór 73 posiada swój sens, jeśli zachowany jest warunek:

$$I_{ef_i} \leq P_{T_{i \max}} [N_{m_i} (I_{LW_i} + 1)] = I_0 \quad /74/$$

gdzie:

$P_{T_{imax}}$ - maksymalne, możliwe prawdopodobieństwo wytrażenia min i-tej linii w danych warunkach;

Jeśli $I_{ef_i} > I_0$, to wzór 73 przybiera postać:

$$I_{pi} = I_{si} - I_0 * N_{mi} (I_{LW_i} + 1) - [N_{mi} (I_{LW_i} + 1)] * P_{T_{imax}} \quad /75/$$

2. Obliczamy dla pierwszej fali warunkowe prawdopodobieństwo poderwania się na minie i oczekiwane straty okrętów poszczególnych klas oraz sumaryczne straty oczekiwane podobnie jak dla min kontaktowych posługując się wzorami 61 lub 62, 48' lub 49', 63 i 64 z tą różnicą, że zamiast szerokości okrętu $/b_k/$ podstawiamy do wzorów 61 i 62 szerokość strefy reagowania $/B_\gamma/$ lub rażenia $B_r/$, a ilość min w poszczególnych liniach przyjmujemy

$$N_{mi} = S \cdot n_m, \quad \text{jeśli} \quad I_{pi} \geq S \cdot n_m$$

lub

$$N_{mi} = I_{pi}, \quad \text{jeśli} \quad I_{pi} < S \cdot n_m.$$

3. Obliczenia prawdopodobieństwa poderwania się okrętów na minach i oczekiwanych strat w okrętach dla innych fal desantu prowadzimy również podobnie jak przy minach kontaktowych według wzorów 68, 69 i 70, z tym że we wzorze 68 uwzględniamy

$$p\% = \frac{B_\gamma}{18,52 S \cdot \sin \theta} ;$$

$$N = \sum_{i=1}^n N_{mi}; \quad \text{jeśli:} \quad \sum_{i=1}^n I_{pi} - M_{k, fj-1} \geq S \cdot n_{mi}$$

lub

$$N = \sum_{i=1}^n N_{mi} - M_{k, fj-1}; \quad \text{jeśli:} \quad \sum_{i=1}^n I_{pi} - M_{k, fj-1} < \sum_{i=1}^n S \cdot n_{mi}.$$

4. Obliczamy ogólne oczekiwane straty zespołu desantowego.

a/ Ogólne oczekiwane straty poszczególnych klas okrętów obliczamy według wzorów:

$$M_k = \sum_{j=1}^m M_{k,fj} \quad /76/$$

jeśli: $\sum_{i=1}^n I_{pi} \leq \sum_{i=1}^n S \cdot n_{mi}$

m - ilość fal desantu;

lub $M_k = \sum_{j=1}^m M_{k,fj} - \sum_{i=1}^n I_{pi} + \sum_{i=1}^n S \cdot n_{mi}$, /77/

jeśli: $\sum_{i=1}^n I_{pi} > \sum_{i=1}^n S \cdot n_{mi}$

Przyjmując $\sum_{i=1}^n I_{pi} - \sum_{i=1}^n S \cdot n_{mi} = \sum_{j=1}^k M_{k,fj}$

otrzymamy

$$M_k = \sum_{j=1}^m M_{k,fj} - \sum_{j=1}^k M_{k,fj} = \sum_{j=k}^m M_{k,fj} \quad /77'/$$

Jeżeli wzór 77 służy do obliczania poszukiwanej wartości oczekiwanych sumarycznych strat okrętów k-tej klasy przy forsowaniu przeciwdesantowej zagrody minowej, to wzór 77' w sposób poglądowy pokazuje sens fizyczny wzoru 77 i może być wykorzystany do taktycznej analizy efektywności zagrody minowej.

Wyrażenie $\sum_{j=1}^m M_{k,fj}$ - przedstawia oczekiwaną ilość min, które zadziałają pod okrętami jałowo /odpracowując jeden cykl licznika wielokrotności/ i na wybuch;

wyrażenie $\sum_{j=1}^k M_{k,fj}$ - przedstawia oczekiwaną ilość odpracowań jałowych;

wyrażenie $\sum_{j=k}^m M_{k,fj}$ - przedstawia oczekiwaną ilość odpracowań bojowych /na wybuch/.

Wzajemna relacja tych wyrażeń może służyć za kryterium prawidłowości wyboru parametrów min i planowanej zagrody minowej w całości dla danej klasy okrętów i przy określonej ilości sił i środków ich obrony przeciwminowej.

b/ Ogólne /sumaryczne/ oczekiwane straty wszystkich klas okrętów łącznie możemy obliczyć ze wzorów

$$M_s = \sum_{j=1}^m M_{s,fj} \quad /78/$$

jeśli
$$\sum_{i=1}^n I_{pi} \leq \sum_{i=1}^n S \cdot n_{mi}$$

lub

$$M_s = \sum_{j=1}^m M_{s,fj} - \left(\sum_{i=1}^n I_{pi} - \sum_{i=1}^n S \cdot n_{mi} \right) \quad /79/$$

jeśli
$$\sum_{i=1}^n I_{pi} > \sum_{i=1}^n S \cdot n_{mi}$$

Przedstawiona metodyka pozwala obliczyć nie tylko wartość oczekiwanych strat okrętów zespołu desantowego przy forsowaniu zaplanowanej zagrody minowej, lecz i optymalne parametry /elementy/ przeciwdesantowej zagrody minowej dla określonego składu zespołu desantowego. Zakładając straty jakie chcemy zadać przeciwnikowi i rozwiązując problem odwrotnie, możemy /dla danego składu desantu i określonych warunków nawigacyjnych/ określić elementy zagrody minowej, a głównie ilość linii min, gęstość min w poszczególnych liniach, ilość protektorów pól minowych i optymalne nastawy na licznikach wielokrotności. Obliczenia tego typu, obok analizy fizyko-geograficznych warunków rejonu, składu sił desantowych oraz sposobów desantowania i obrony przeciwminowej desantów przeciwnika, pozwalają na racjonalne wykorzystanie min w obronnych zagrodach przeciwdesantowych w czasie wojny oraz na prawidłowe planowanie zapasu min i planów zagród w czasie pokoju z jednej strony, a wespół z analizą stanu uzbrojenia minowego przeciwnika i obrony przeciwminowej własnych desantów - na ocenę efektywności przeciwdesantowych zagród minowych przeciwnika.

3.2. Oczekiwane straty okrętów przeciwnika na zaczepnej zagrodzie minowej.

Postawiony problem rozwiążemy najpierw dla warunków uproszczonych i jednoznacznych zakładając, że:

1. zagroda minowa została postawiona przez samoloty na wąskim torze wodnym przeciwnika;
2. miny zostały postawione z zerowymi nastawami na licznikach wielokrotności;
3. rejon zagrody przez cały okres żywotności min nie podlega trałowaniu ze strony przeciwnika;
4. po torze wodnym przez cały okres żywotności min chodzą jednakowe okręty i z jednakową częstotliwością.

Przy powyższych założeniach możemy zapisać, że oczekiwana strata jednego i pierwszego z kolei okrętu wynosi

$$M_{k1} = N_{k1} \cdot P_{m1} = 1,0$$

stąd:

$$N_{k1} = \frac{1}{P_{m1}} = \frac{1}{P_z \cdot P_{m1}} \quad /80/$$

gdzie:

N_{k1} - ilość okrętów, jaka musi przejść przez zagrodę minową, żeby poderwał się na niej jeden z nich /pierwszy z kolei/;

P_z - prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę, która w danym wypadku zgodnie z wzorem 14 wynosi

$$P_z = \left(\frac{L_z \sin \theta}{2E_g} \right);$$

P_{m1} - warunkowe prawdopodobieństwo poderwania się pierwszego z kolei okrętu, które zgodnie z wzorem 52 wynosi

$$P_{m1} = 1 - \left(1 - \frac{B_r \cdot S_k}{1852 F_z} \right)^{N_m}$$

zaś $N_m = S \cdot n_m$.

Znając dobową częstość żeglugi na danym torze wodnym " I_k " możemy obliczyć oczekiwany czas niezbędny na zatopienie jednego i pierwszego z kolei okrętu przeciwnika $/T_{k1}/$

$$T_{k1} = \frac{N_{k1}}{I_k} \quad /81/$$

Analogicznie możemy obliczyć oczekiwaną stratę jednego dowolnego z kolei /i-tego/ okrętu z tą różnicą, że przy obliczaniu warunkowego prawdopodobieństwa poderwania się "i"-tego okrętu na minie należy uwzględnić mniejszą gęstość min w zagrodzie. Ogólna ilość min w zagrodzie zmniejszy się do tego czasu o "i-1", gdyż tyle okrętów zgodnie z oczekiwaniem matematycznym winno poderwać się na minach. Otrzymamy więc następujące wzory ogólne:

$$N_{ki} = \frac{1}{P_z \cdot P_{mi}} \quad /82/$$

gdzie,

- N_{ki} - ilość okrętów, jaka musi przejść przez zagrodę minową, żeby poderwał się na niej jeden z nich /i-ty z kolei/;
- P_{mi} - warunkowe prawdopodobieństwo poderwania się i-tego z kolei okrętu chociażby na jednej minie

$$P_{mi} = 1 - \left(1 - \frac{B_r \cdot S_k}{1852 F_z} \right)^{N_m - i - 1} \quad /83/$$

gdzie

$i = 1, 2, \dots, n$ - numer kolejny okrętu;

$$T_{ki} = \frac{N_{ki}}{I_k} \quad /84/$$

gdzie

T_{ki} - oczekiwany czas na poderwanie się i-tego z kolei okrętu na minie.

Oczekiwany czas niezbędny na poderwanie się na zagrodzie minowej dowolnej ilości okrętów, ilość których nie przekracza ilości postawionych min możemy zatem obliczyć według wzoru

$$T_{kn} = \sum_{i=1}^{n \leq N_m} \frac{N_{ki}}{I_k} \quad /85/$$

Rozporządzając obecnie metodyką dla jednych warunków ustalimy różnicę w obliczeniach, które należy wprowadzić przy posługiwaniu się nią dla innych warunków.

1. Jeżeli zagroda minowa została postawiona przez inne rodzaje nosicieli min w postaci uporządkowanej linii na określonym rejonie lub torze wodnym, to zmienia się tylko sposób obliczania prawdopodobieństwa poderwania się okrętu, które w zależności od warunków oblicza się według wzorów wyprowadzonych w poprzednim paragrafie.

2. Jeżeli miny zostały postawione z określoną nastawą krotności działania $/I_{LW}/$, należy uwzględnić czas niezbędny na odpracowanie przez okręty jałowych cykli. Czas odpracowania cykli jałowych wynosi:

$$T_o = \frac{N_{k1} \cdot I_{LW} \cdot N_m}{I_k},$$

a zatem wzór 85 w tym przypadku przyjmie następującą postać:

$$T_{Kn} = \sum_{i=1}^{n \leq N_m} \frac{N_{ki}}{I_k} + \frac{N_{ki} \cdot I_{LW} \cdot N_m}{I_k} \quad /86/$$

3. Jeżeli po postawieniu zagrody minowej przeciwnik przystępuje do jej trałowania, to metodyka obliczeń oczekiwanego czasu pozostaje ta sama, lecz zmienia się ilość min $/N_m/$.

Należy przyjąć w obliczeniach tę ilość min, która może pozostać po trałowaniu, czyli:

$$N_{mp} = /1 - P_T/ N_m \quad /87/$$

gdzie:

N_{mp} - pozostała po trałowaniu ilość min w zagrodzie;

P_T - prawdopodobieństwo przetrałowania rejonu;

$$T_{Kn} = \sum_{i=1}^{n \leq N_{mp}} \frac{N_{ki}}{I_k} \quad /88/$$

4. Jeżeli zagroda minowa postawiona była skrycie i przeciwnik wykrył ją dopiero po poderwaniu się pierwszego okrętu, po czym rejon został przetrałowany, to N_{k1} i T_{k1} oblicza się według wzorów 80 i 81, zaś N_{ki} i T_{ki} dla $i > 1$ z uwzględnieniem pozostałej ilości min

$$N'_{mp} = /1 - P_T/ /N_m - 1/. \quad /89/$$

4. D z i a ł a n i e r a ż ą c e m i n n a o k r ę t y .

Pod działaniem rażącym miny będziemy rozumieli jej zdolność wy-
rządzania w czasie podwodnego wybuchu określonego stopnia uszkodzeń
kadłuba i urządzeń okrętu, w rezultacie których okręt tonie lub wy-
chodzi z sztyku tracąc całkowicie albo też częściowo swoją zdolność
bojową. Działanie rażące, czy inaczej skutek działania wybuchu pod-
wodnego miny na okręt, zależy od szeregu czynników, z których do za-
sadniczych należą następujące:

1. siła wybuchu podwodnego miny;
2. odległość i położenie okrętu w stosunku do miejsca wybuchu miny;
3. odporność okrętu na działania fali uderzeniowej wybuchu pod-
wodnego.

Rozpatrzmy krótko wymienione czynniki.

4.1. S i ł a w y b u c h u p o d w o d n e g o m i n y .

Siła wybuchu miny zależy od ciężaru i rodzaju ładunku materiału
wybuchowego. Według ciężaru ładunku przyjęto **dzielić** miny na małe,
średnie i duże; patrz tabela nr 22.

Tabela 22

Ciężar ładunku materiału wybuchowego min
w kg.

| Podział min Rodzaj min | Małe | Średnie | Duże |
|---------------------------|-------------|---------|--------------|
| Kotwiczne | poniżej 100 | 100-300 | od 300 wzwyż |
| Denne | " 300 | 300-700 | od 700 " |
| Pływające | " 150 | 150-300 | od 300 " |

W minach kotwicznych i pływających kontaktowych stosuje się prze-
ważnie trotyl, zaś w minach kotwicznych i pływających niekontaktowych
oraz dennych stosuje się silniejsze materiały wybuchowe, jak np. mie-
szanina typu "THAG"^{*}, używana w naszych minach dennych.

^{*}/ THAG - trotyl /60 %/, heksogen /24 %/, aluminium sproszkowane
/16 %/ oraz flegmatyzator "gołowaks" /trójtetrochloronaftalina/- 5%.

Efektywność energetyczną różnych materiałów wybuchowych, które były i są używane do napełniania różnych typów min charakteryzuje się w jednostce objętości współczynnikiem "k" w odniesieniu do mocy trotylu, dla którego przyjęto $k = 1,0$; patrz tabela nr 23.

Tabela 23

Wartość współczynnika mocy dla różnych materiałów wybuchowych.

| Nazwa materiału | TROTYL | THAG |
|-------------------|--------|------|
| Współczynnik mocy | 1,0 | 1,45 |

Doświadczenia minionej wojny światowej dowodzą konieczności zwiększenia rażącego działania min, gdyż w czasie wojny od min zatonięły tylko dwa duże okręty wojenne /krażownik i pancernik obrony wybrzeża/.

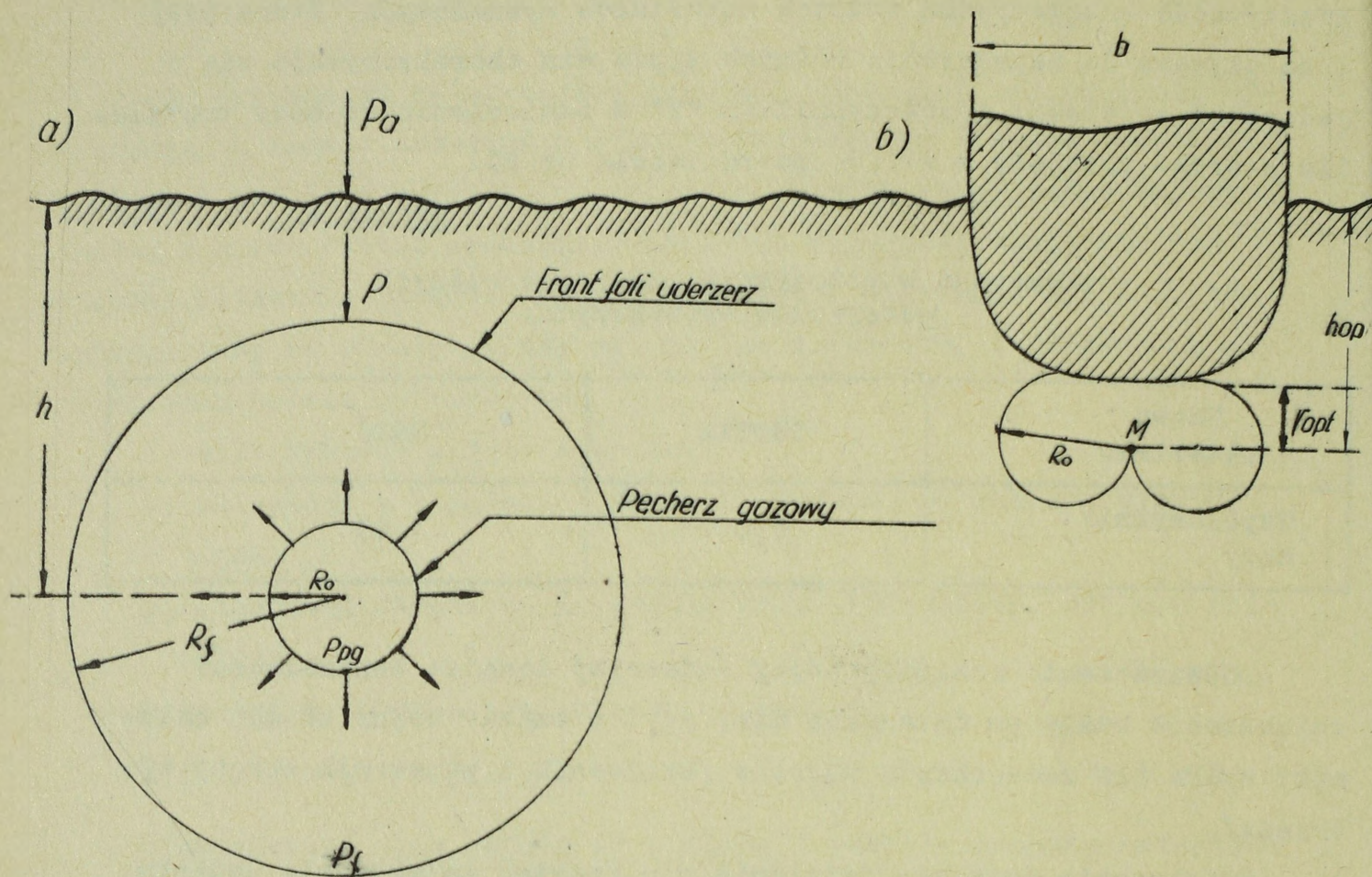
Zwiększenie rażącego działania min kosztem zwiększenia ładunku materiału wybuchowego jest ograniczone, gdyż wiąże się ze znacznym zwiększeniem gabarytów i ciężaru miny.

Bardziej wygodną i celową metodą zwiększania działania rażącego jest napełnianie min silniejszymi materiałami wybuchowymi do ładunków jądrowych włącznie.

4.2. Odległość i położenie okrętu w stosunku do miejsca wybuchu miny.

Okręt doznaje takiego lub innego uszkodzenia w zależności od jego usytuowania w stosunku do miny w chwili wybuchu. Mina kontaktowa wybucha bezpośrednio przy burcie lub dnie okrętu, zaś niekontaktowa pod dnem lub w pewnej odległości od okrętu, na jaką pozwala strefa reagowania /promień czułości/ niekontaktowego urządzenia zapalającego miny. Mina niekontaktowa wyrządza największe szkody przy wybuchu pod okrętem w pewnej odległości od dna.

Doświadczenia z wybuchami torped i min pod okrętem prowadzone w Związku Radzieckim wykazały, że największa część energii wybuchu ładunku materiału wybuchowego działa na dno okrętu, jeśli wybuch nastąpi nie bezpośrednio pod kilem, lecz w pewnej odległości nazwanej odległością optymalną $/r_{opt}/$; patrz rysunek nr 23 b.



Rys. 23.

Na rysunku 23a - przedstawiony jest schematycznie wybuch podwodny miny. Duża różnica między ciśnieniem pęcherza gazowego $/P_{pg}/$ a ciśnieniem atmosferycznym $/P_a/$ i hydrostatycznym $/P_h/$ wywołuje falę uderzeniową jako zasadniczy czynnik niszczący poszycie kadłuba okrętu.

Przestrzeń między frontem fali uderzeniowej o promieniu $/R_f/$ i pęcherzem gazowym o promieniu $/R_0/$ zapełnia się gwałtownie sprężonymi masami wody, które wpływają również na zniszczenie przegrody /dna okrętu/ napotykaną na swej drodze; występuje tak zwane uderzenie hydrodynamiczne mas wody. Podczas wybuchu miny przy burcie okrętu na małym zanurzeniu $/h/$ na przegrodę działa tylko część ciśnienia frontu fali uderzeniowej $/P_f/$ i ciśnienia pęcherza gazowego $/P_{pg}/$, gdyż duża część energii wybuchu wyzwala się na powierzchnię wody w atmosferę.

W celu zwiększenia siły niszczącej należy wybuch obniżyć. Zarówno obliczenia teoretyczne jak i doświadczenia przeprowadzone /w ZSRR/ wykazują, że jeżeli wybuch odbywa się na pewnej optymalnej głębokości $/h_{opt}/$ i $b > 2 R_{pg}$, to na dno okrętu działa maksymalna ilość energii wybuchu. W rezultacie działania mas wody pęcherz gazowy

spręża się i uzyskujemy działanie kierunkowe skierowane na dno okrętu, patrz rys. 23 b.

W drodze eksperymentalnej ustalono następującą zależność między odległością optymalną r_{opt} i wielkością ładunku materiału wybuchowego miny G wyrażonego w kilogramach trotylu:

$$r_{opt} = 0,35 \sqrt[3]{G} \quad /90/$$

Przy stosowanych obecnie ładunkach w średnich kotwicznych minach niekontaktowych optymalna odległość wybuchu miny od dna wynosi średnio dwa metry.

Promień pęcherza gazowego można określić według następującego wzoru empirycznego:

$$R_{p.g.} = 1,65 \sqrt[3]{\frac{G}{1+0,1 h}} \quad /91/$$

Znajomość " r_{opt} " pozwala na określenie optymalnych zanurzeń dla niekontaktowych min kotwicznych i pływających przeznaczonych przeciw określonym klasom okrętów.

$$h_{opt} = T + r_{opt} \quad /92/$$

gdzie:

T - zanurzenie okrętu w metrach.

J.M. Korotkin w książce pt.: "Bojowyje powreżdenia nawodnych korablej" w oparciu o analizę danych z doświadczeń drugiej wojny światowej, charakter uszkodzeń doznawanych przez niszczyciele od wybuchu min z ładunkiem o wadze 300 kg materiału wybuchowego typu "THAG" w zależności od odległości okrętu od miejsca wybuchu dzieli na trzy kategorie:

1. wybuch miny w odległości 20÷25 m od kadłuba okrętu.

Powstają przy tym wgniecenia, naruszenie szwów poszycia i połączeń segmentów konstrukcji kadłuba okrętu oraz pojedyncze przebicia połączone z częściowym zatopieniem przedziałów.

Część mechanizmów w kotłowni i maszynowni, urządzeń elektromechanicznych, uzbrojenia oraz przyrządów kierowania strzelaniem w wyniku silnego wstrząsu i zatopienia części pomieszczeń wychodzą z użycia.

Okręt traci szybkość, a jego uzbrojenie częściowo zdolność bojową.

2. Wybuch miny w odległości 8÷10 m od kadłuba okrętu.

Kadłub okrętu miejscami zostaje przebity /rozerwany/. Powstają poważne uszkodzenia pokładów i grodzi, co prowadzi do zatopienia kilku głównych przedziałów okrętu. Wskutek silnego wstrząsu i zatopienia pomieszczeń wychodzi z użycia znaczna część urządzeń elektromaszynowych, uzbrojenia i środków łączności.

Uszkodzony okręt zupełnie traci zdolność bojową i wychodzi z sztyku.

3. Wybuch miny w bezpośredniej bliskości do 2 m odrywa dziób albo rufę, a jeśli występuje w rejonie śródokręcia - przełamuje okręt.

4.3. O d p o r n o ś ć o k r ę t u n a d z i a ł a n i e f a l i u d e r z e n i o w e j w y b u c h u p o d w o d - n e g o .

Odporność okrętu na wybuchy podwodne zależy przede wszystkim od zakresu i jakości ochrony podwodnej okrętu. Pod ochroną podwodną okrętu będziemy rozumieli zespół przedsięwzięć i urządzeń konstrukcyjnych okrętu przeznaczonych do zabezpieczenia niezatapialności, wytrzymałości bojowej, żywotności uzbrojenia i środków technicznych oraz odporności przed pożarami, eksplozjami i rozprzestrzenianiem się wody. Na dużych okrętach, jak okręty liniowe, lotniskowce i krążowniki stosuje się konstrukcyjny system ochrony podwodnej, rozbudowa i udoskonalenia którego doprowadziły do znacznego wzrostu ciężaru, zanurzenia i szerokości tych okrętów. Na okrętach liniowych system ten rozciąga się na 7÷9 m, a na krążownikach ciężkich i lotniskowcach na 4÷6 m w głąb okrętu od poszycia burty.

System podwodnej ochrony dna różnych konstrukcji składa się z trzech komór:

1. komora rozszerzania - powietrzna, umożliwiająca rozszerzenie się gazów, które przerwały się wewnątrz okrętu celem zmniejszenia ich ciśnienia, a tym samym zmniejszenia ich energii;
2. komora pochłaniania - zapełniona cieczami, służy do pochłaniania części energii gazów wybuchowych kosztem przebiccia grodzi, w tym również pancernych;
3. komora filtrująca - powietrzna, służy do zatrzymywania wody i niedopuszczenia jej wewnątrz okrętu.

Różne konstrukcje tych systemów przewidują przeważnie rozmieszczenie w komorze pochłaniania zbiorników wody lub ropy. Wpływ cieczy znajdującej się w tej komorze zawiera się w tym, że ciecz:

- umożliwia rozprzestrzenianie się energii wybuchu na dużą powierzchnię komory włączając przy tym do przeciwdziałania szereg grodzi;
- pochłania /gasi/ siłę odłamków;
- nadaje dużą energię i elastyczność całemu systemowi ochrony.

Podstawą wszystkich systemów ochrony podwodnej jest podział okrętu na wzdłużne i poprzeczne przedziały grodziami wodoszczelnymi, co umożliwia oddalenie środka wybuchu podwodnego od najbardziej żywotnych części okrętu.

Decydującym elementem o odporności na wybuchy podwodne okrętów II, III i IV rangi jest grubość poszycia podwodnej części kadłuba, zaś elementem uzupełniającym walka o żywotność okrętu.

4.4. M e t o d y k a o b l i c z e n i ą r e z u l t a t ó w d z i a ł a n i a r a ż ą c e g o w y b u c h ó w p o d w o d - n y c h n a o k r ę t y .

W wyniku wybuchu podwodnego miny okręt może utonąć lub doznać określonego stopnia uszkodzenia, jak: przebicie, ogólne uszkodzenie, silny wstrząs, deformacje.

P o d p r z e b i c i e m - rozumiemy powstanie otworu w całej grubości burty lub dna okrętu.

O g ó l n e u s z k o d z e n i e - naruszenie całości konstrukcji kadłuba, urządzeń i mechanizmów okrętu prowadzące do utraty ich zdolności wykonywania swoich funkcji zgodnie z przeznaczeniem. Zostaje uszkodzone poszycie burt i dna okrętu oraz naruszone wiązania, w wyniku czego powstają przecieki.

S i l n y w s t r z ą s - pod wpływem którego powstają uszkodzenia mechanizmów i środków technicznych okrętu. W rezultacie silnego wstrząsu okrętu szereg mechanizmów przestaje funkcjonować, chociaż konstrukcja ich może być nie naruszona. Silny wstrząs wywołany jest głównie przy wybuchu min dennych.

Z punktu widzenia taktycznego okręty, które doznają przebiccia lub ogólnego uszkodzenia, wychodzą z sztyku ze względu na:

1. stratę zdolności manewrowania;
 2. stratę szybkości;
 3. niemożliwość wykorzystania uzbrojenia w wyniku przechyłu lub trymu, np. dla artylerii krytyczny kąt przechyłu lub trymu wynosi $10+12^\circ$, a dla uzbrojenia torpedowego $7+9^\circ$. Różni autorzy przedłożyli szereg wzorów empirycznych i półempirycznych wyprowadzonych w oparciu o doświadczenia praktyczne i obliczenia teoretyczne, które ustalają zależność między ciśnieniem w fali uderzeniowej przy wybuchu podwodnym, wielkością ładunku materiału wybuchowego i odległością miejsca wybuchu od okrętu lub inne tego rodzaju zależności.
- Jeden z modeli takich wzorów ma następującą postać:

$$P = K \frac{G^u}{R_m^n}, \quad /93/$$

gdzie:

- P - ciśnienie fali uderzeniowej wybuchu na burtę lub dno okrętu w kg/cm^2 ;
- G - ciężar ładunku materiału wybuchowego w przeliczeniu na trotyl w kg;
- R_m - odległość dowolnie wybranego punktu na okręcie, dla którego określa się ciśnienie od miejsca wybuchu miny w wodzie w metrach /promień rażenia miny/;
- k - współczynnik.

Wzory tego typu otrzymane na podstawie obróbki rezultatów doświadczeń i rozważań teoretycznych przy założonych uproszczonych warunkach towarzyszących wybuchowi, toteż są one przybliżone. Niemniej jednak stopień ich przybliżenia do rezultatów realnych i prostota przemawiają za stosowaniem ich do obliczeń taktycznych.

W ostatnim okresie w szeregu państw dla tego typu obliczeń najbardziej rozpowszechnionym wzorem jest wzór R. Koula

$$P_{\max} = 533 \alpha \left(\frac{\sqrt[3]{G}}{R_m} \right)^{1,13} \quad /94/$$

α - współczynnik uwzględniający wpływ dna.

Znając wartość ciśnienia krytycznego dla danego typu okrętu możemy według powyższego wzoru obliczyć niebezpieczną odległość $/R_m/$

po przekształceniu

$$R_m = \sqrt[3]{G} \cdot \left(\frac{P_{\max}}{533L} \right)^{-0,885}$$

W przytoczonym wzorze uwzględnia się tylko ciśnienie impulsowe /dynamiczne/ wybuchu, lecz nie uwzględnia się ciśnienia hydrostatycznego, które należy również uwzględniać, szczególnie przy działaniu wybuchu podwodnego na okręty podwodne, gdyż one mogą znajdować się na różnych głębokościach. Wzór 94 może być stosowany przy określaniu rezultatów niekontaktowego wybuchu podwodnego na okręty nawodne.

Przeprowadzając selekcję można z całego szeregu wzorów empirycznych podawanych przez różnych autorów w różnych źródłach wybrać te, które dają wyniki najbardziej zbliżone do warunków realnych.

Wzory do obliczeń skutków działania rażącego min kontaktowych na okręty nawodne.

a/ Duże okręty i transportowce posiadające konstrukcyjną ochronę podwodną.

Doświadczenia minionych wojen wykazują, że u dużych okrętów wojennych i transportowców przebicia w zewnętrznej burcie od wybuchów min i torped mają kształt zbliżony do elipsy, przy czym duża oś elipsoidy przebicia skierowana jest wzdłuż burty lub dna. Długość przebicia lub uszkodzenia zewnętrznego poszycia kadłuba okrętu wzdłuż dużej osi elipsoidy /L/ wyrażony w metrach może być określona według następującego wzoru empirycznego:

$$L = K \frac{\sqrt{G}}{\sqrt[3]{\delta}}, \quad /95/$$

gdzie:

G - ciężar ładunku materiału wybuchowego w przeliczeniu na THAG w kg;

δ - grubość poszycia kadłuba w cm;

K - współczynnik, wartość którego przyjmujemy 0,5 dla przebicia poszycia 0,85 - przy ogólnym uszkodzeniu i 1,1 - przy deformacji.

Orientacyjna zależność między długością przebicia wzdłuż burty a szerokością w dół i górą oraz głębokością przebicia w głąb burty

kształtuje się średnio jak 3 do 1. Ta współzależność może zmieniać się w jedną czy w drugą stronę w zależności od konstrukcji kadłuba i systemu ochrony podwodnej. Głębokość przebiccia wewnątrz okrętu posiadającego konstrukcyjną ochronę podwodną w zależności od ciężaru ładunku materiału wybuchowego można w przybliżeniu określić dla trotylu według następującego wzoru:

$$r = K \sqrt[3]{\frac{G}{2}} \quad /96/$$

gdzie:

- r - głębokość przebiccia wewnątrz okrętu w metrach;
- G - ciężar ładunku materiału wybuchowego /TNT/ w kg;
- K - współczynnik zależny od walorów konstrukcyjnej ochrony podwodnej okrętu, dla średnich warunków $K = 1,0$.

Według tego wzoru dla min o wadze ładunku materiału wybuchowego $G = 100 \div 1000$ kg TNT, głębokość przebiccia wynosi $r = 3,6 \div 8,0$ m.

b/ Okręty nie posiadające konstrukcyjnej ochrony podwodnej.

W wypadku braku konstrukcyjnej ochrony podwodnej /LKR, Ni, TRB itd/ przyjmuje się, że uszkodzenia od wybuchu miny rozprzestrzeniają się w głąb okrętu w granicach strefy, wartość promienia której może być w przybliżeniu określona według wzoru

$$r = 1,6 \sqrt{\frac{G}{1+0,1 h}} \quad /97/$$

gdzie:

- G - ciężar ładunku materiału wybuchowego /THAG/ w kg;
- h - zanurzenie miny w metrach.

Wzory dla obliczeń promienia rażenia dennych i kotwicznych min niekontaktowych.

a/ Dla okrętów nawodnych nie posiadających konstrukcyjnej ochrony podwodnej.

Dla niekontaktowych min odległość niebezpieczna, przy której okręt doznaje takiego lub innego stopnia uszkodzenia, może być określona według wzoru 94 w zależności od ciężaru ładunku i krytycznego ciśnienia.

Jeśli nie znamy wartości krytycznego ciśnienia, lecz mamy grubość poszycia dna okrętu, to możemy posłużyć się następującym wzorem:

$$R_m = K \frac{\sqrt{G}}{\sqrt[3]{\delta}} \quad /98/$$

gdzie:

- R_m - promień rażenia miny w metrach;
- G - ciężar ładunku materiału wybuchowego /TNT/ w kg;
- δ - grubość poszycia lub łączna /całkowita/ grubość dna w cm;
- K - współczynnik, wartości którego wybieramy w zależności od rodzaju min i stopnia uszkodzenia okrętu, patrz tabela nr 24.

Tabela 24

Wartość współczynnika "K"

| Stopień uszkodzenia Rodzaj miny | Przebicie | | Ogólne uszkodzenie lub silny wstrząs |
|------------------------------------|----------------|------------------|--------------------------------------|
| | podwójnego dna | pojedynczego dna | |
| Miny niekontaktowe denne. | 0,8 | 1,0 | 1,5 |
| Miny niekontaktowe kotwiczne | 0,665 | 0,84 | 1,25 |

Promień rażenia dla min niekontaktowych kotwicznych jest mniejszy średnio o 20 % w stosunku do min dennych. Przy wybuchu dennej miny na głębokości 30÷40 m, duży wpływ na wybuch ma rodzaj gruntu. Wybuch denny według efektywności rażenia jest silniejszy od kontaktowego o 1,5÷1,6 przy gruncie kamienistym, o 1,4 przy piaszczystym i o 1,2÷1,3 przy gruncie ilastym.

b/ Dla okrętów podwodnych.

Dla określenia niebezpiecznej odległości /promienia rażenia/, w granicach której zostaje przebity kadłub sztywny okrętu podwodnego będącego w zanurzeniu od wybuchu miny niekontaktowej, służy następujący wzór empiryczny:

$$R_m = \frac{20}{K-0,1 H_{op}} \sqrt{\frac{G}{\delta}} \quad /99/$$

gdzie:

- R_m - promień rażenia w metrach;

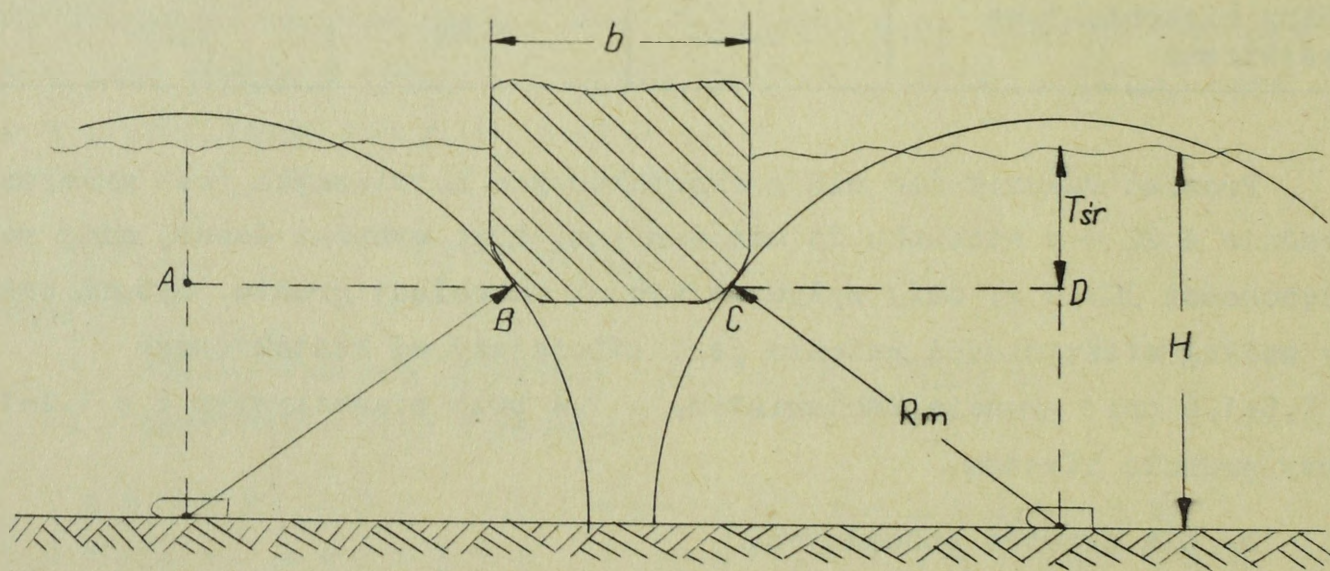
- G - ciężar materiału wybuchowego /TNT/ w kg;
 δ - grubość kadłuba okrętu podwodnego w mm;
 H_{op} - głębokość zanurzenia okrętu podwodnego w metrach;
 K - współczynnik wytrzymałości kadłuba /według danych ra-
dzieckich dla starych typów okrętów podwodnych $K = 21$, a
dla nowych $K = 25,8$ /.

Uwaga: Wzór 99 może być stosowany dla zanurzenia okrętu do 180 metrów.

5. S t r e f a r a ż e n i a i r e a g o w a n i a m i n y .

Pod strefą rażenia będziemy rozumieli przestrzeń wodną, w gra-
nicach której okręt doznaje określonego stopnia uszkodzenia /przebi-
cie pojedynczego lub podwójnego dna, ogólne uszkodzenie, silny
wstrząs/ od wybuchu miny niekontaktowej.

Z punktu widzenia obliczeń taktycznych interesuje nas szerokość
strefy rażenia, którą możemy określić wychodząc z zależności uwidocz-
nionych na rysunku nr 24.



Rys. 24.

Z rysunku widać, że szerokość strefy rażenia " B_r " można obliczyć
w sposób następujący:

$$B_r = AD = AB + BC + CD = 2AB + b, \text{ gdyż } AB = CD, \text{ a } BC = b.$$

Ponieważ

$$AB = \sqrt{R_m^2 - (H - T_{\text{śr}})^2}$$

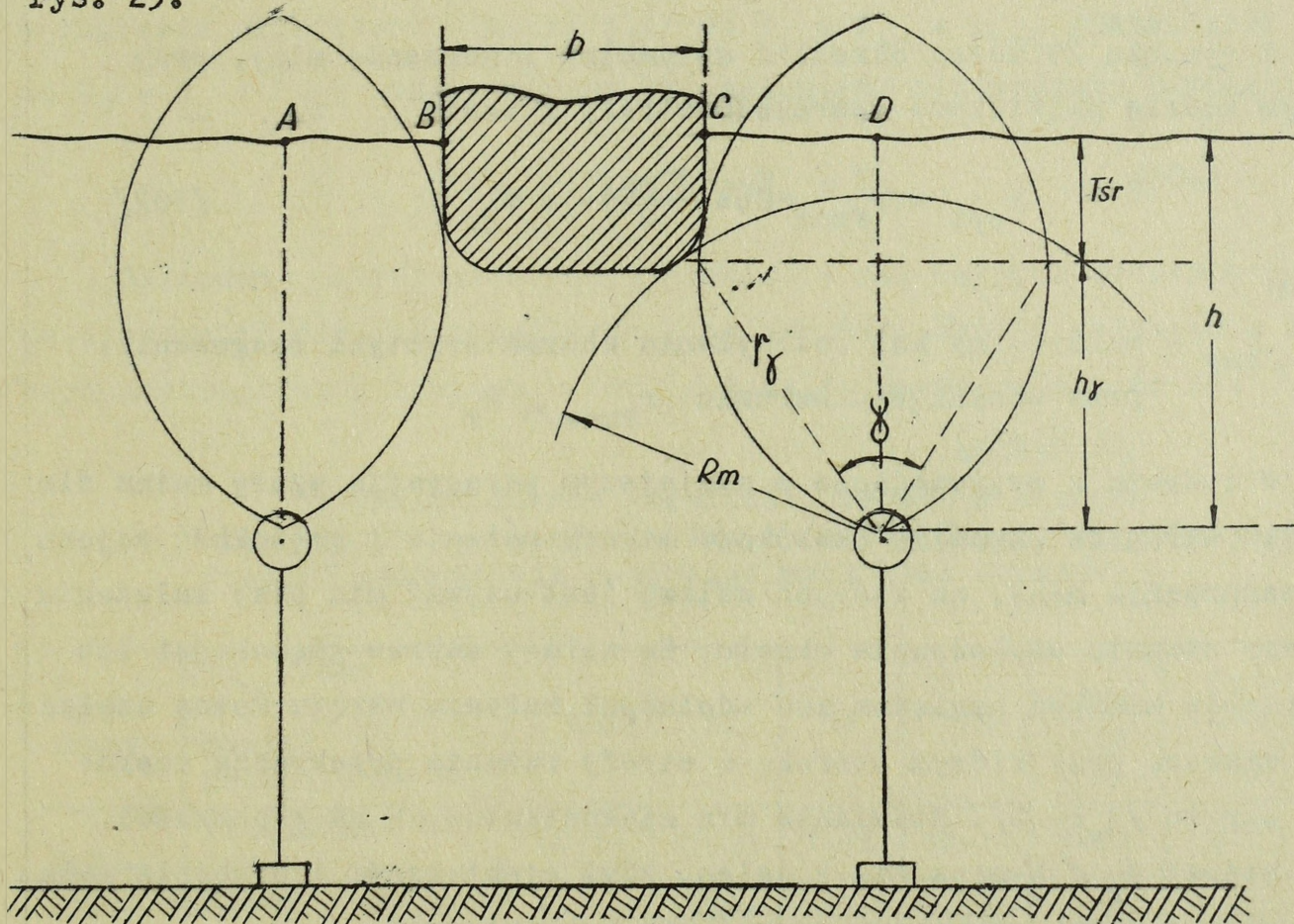
to ostateczny wzór przyjmie postać

$$B_r = b + 2\sqrt{R_m^2 - (H - T_{\text{śr}})^2} \quad /100/$$

gdzie:

- b - szerokość okrętu;
- $T_{\text{śr}}$ - średnie zanurzenie okrętu;
- H - głębokość rejonu /w wypadku min dennych/ lub zanurzenie niekontaktowej miny kotwicznej;
- R_m - promień rażenia miny.

Dla niekontaktowych min kotwicznych posiadających kierunkową charakterystykę reagowania szerokości strefy rażenia możemy uwzględnić w granicach kąta rozchylenia charakterystyki reagowania; patrz rys. 25.



Rys. 25.

Na rysunku przyjęto następujące oznaczenia:

- h - zanurzenie miny;
- R_m - promień rażenia miny;

γ - kąt rozchylenia charakterystyki reagowania urządzenia zapalającego miny dla określonego promienia reagowania

$$r_\gamma \leq R_m;$$

r_γ - promień reagowania urządzenia zapalającego miny dla określonej wysokości charakterystyki

$$h_r = h - T_{sr}$$

Z rysunku wynika

$$B_r = AB + BC + CD = 2AB + BC$$

Ponieważ

$$BC = b, \quad a \quad AB = (h - T_{sr}) \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$$

to

$$B_r = b + 2 (h - T_{sr}) \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} \quad /101/$$

Z rysunku 25 można określić optymalne zanurzenie miny, przy którym będzie największa szerokość strefy rażenia

$$H_{opt} = r_{\gamma_{max}} \cdot \operatorname{Cos} \frac{\gamma_{max}}{2} + T_{sr}, \quad /102/$$

gdzie:

γ_{max} - maksymalny kąt rozchylenia charakterystyki reagowania, przy spełnieniu warunku $r_{\gamma_{max}} \leq R_m$.

W oparciu o wyprowadzone w niniejszym paragrafie wzory można dla różnych warunków określić szerokość strefy rażenia i głębokość rejonu lub zanurzenia miny, na których celowo jest używać min przy założeniu różnego stopnia uszkodzenia okrętu. Za celowy zakres głębokości lub zanurzenia min pod względem ich zdolności rażenia okrętu można uważać taki zakres, przy którym szerokość strefy rażenia przekracza szerokość okrętu $B_r > b/$. Stawianie min niekontaktowych na głębokości, przy której $B_r < b$ mija się z celem, gdyż efektywność ich będzie mała i wygodniej w tym przypadku używać min kontaktowych.

Biorąc powyższe pod uwagę, za maksymalną głębokość rejonu stawiania niekontaktowych min dennych lub maksymalne zanurzenie niekontaktowych min kotwicznych będziemy uważali taką głębokość lub zanurzenie, przy którym szerokość strefy rażenia miny równa jest szerokości okrętu $B_r = b/$.

Podstawiając powyższy warunek do wzoru 10 i przekształcając go otrzymamy

$$B_r = b + 2\sqrt{R_m^2 - (H - T_{sr})^2}$$

$$\left(\frac{B_r - b}{2}\right)^2 = R_m^2 - (H - T_{sr})^2$$

jeżeli

$$B_r = b, \text{ to } \left(\frac{B_r - b}{2}\right)^2 = 0$$

a

$$R_m^2 = (H_{\max} - T_{sr})^2$$

stąd

$$H_{\max} = R_m + T_{sr} \quad /103/$$

Aby zatem miny mogły skutecznie razić okręty, należy je stawiać w zakresie głębokości /zanurzenia/ od $H_1 = T_{sr} + r_{opt}$ /patrz wzór 92/ do $H_2 = R_m + T_{sr}$, czyli winien być spełniony następujący warunek:

$$T_{sr} + r_{opt} \leq H \leq R_m + T_{sr} \quad /104/$$

Obliczymy zakres głębokości stawiania min dennych będących u nas na uzbrojeniu dla poszczególnych klas okrętów. Wyniki obliczeń w liczbach zaokrąglonych ujmujemy w formie tabeli; patrz tabela nr 25.

Tabela 25

Optymalny zakres głębokości rejonu w metrach dla dennych min niekontaktowych zapewniający określony stopień uszkodzenia poszczególnych klas okrętów.

| Typ miny | Klasa okrętów | KRL | Ni | OP | TR | TRB ODS | Kuter desantowy |
|------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|---------|-----------------|
| | Rodzaj uszkodzenia | | | | | | |
| "KMD-500" | Przebicie dna | 10-19 | 7-21 | 7-20 | 10-19 | 5-22 | 4-23 |
| | Silny wstrząs | 19-30 | 21-30 | 20-28 | 19-25 | 22-32 | 23-35 |
| "KMD-1000" | Przebicie dna | 11-26 | 8-30 | 8-28 | 11-25 | 6-32 | 5-35 |
| | Silny wstrząs | 26-42 | 30-44 | 28-40 | 25-30 | 32-46 | 35-53 |

Obliczymy również szerokość strefy rażenia posiadanych min dla poszczególnych klas okrętów w zależności od głębokości rejonu i stopnia uszkodzenia, zestawiając wyniki obliczeń w postaci tabeli nr 26. Strefę rażenia dla innych klas i rodzajów oraz danych taktyczno-technicznych okrętów i min można obliczyć według wzoru 100 wybierając promień rażenia R_m z tabeli nr 46; patrz załącznik nr 4. Tabela nr 46 została obliczona dla różnych ciężarów ładunku materiału wybuchowego min niekontaktowych w kilogramach TNT, różnych grubości poszycia kadłuba lub dna okrętu w mm i różnych stopni uszkodzenia okrętu według wzoru 98.

Tabela 26

Szerokość strefy rażenia B_r min wzoru "KMD-500,1000".

| Typ min | Klasa okrętu | Lekki korażownik | | | | | Niszczyciel | | | | | |
|------------|--------------|---|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
| | | $b=20m; T_{sr}=7m; \delta=25\text{ mm}$ | | | | | $b=12m; T_{sr}=4\text{ m}; \delta=17\text{ mm}$ | | | | | |
| | H K | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 |
| "KMD-500" | 0,8 | 44 | 38 | - | - | - | 41 | 34 | - | - | - | - |
| | 1,0 | 50 | 46 | 36 | - | - | 49 | 44 | 34 | - | - | - |
| | 1,5 | 65 | 63 | 58 | 48 | 20 | 69 | 66 | 61 | 63 | 39 | - |
| "KMD-1000" | 0,8 | 57 | 54 | 47 | 29 | - | 58 | 54 | 47 | 34 | - | - |
| | 1,0 | 66 | 64 | 59 | 50 | 27 | 70 | 67 | 62 | 54 | 41 | - |
| | 1,5 | 90 | 88 | 85 | 80 | 73 | 100 | 98 | 95 | 91 | 84 | 65 |
| Typ min | Klasa okrętu | Okręt podwodny | | | | | Trałowiec bazowy | | | | | |
| | | $b=8cm; T_{sr}=4m; \delta=22\text{ mm}$ | | | | | $b=8,5m; T_{sr}=2m; \delta=12\text{ mm}$ | | | | | |
| | H K | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 |
| "KMD-500" | 0,8 | 30 | 21 | - | - | - | 35 | 26 | - | - | - | - |
| | 1,0 | 37 | 31 | 8 | - | - | 44 | 38 | 24 | - | - | - |
| | 1,5 | 54 | 50 | 43 | 31 | - | 65 | 61 | 55 | 45 | 25 | - |
| "KMD-1000" | 0,8 | 45 | 40 | 30 | - | - | 53 | 48 | 40 | 21 | - | - |
| | 1,0 | 55 | 51 | 44 | 32 | - | 66 | 62 | 56 | 46 | 28 | - |
| | 1,5 | 80 | 77 | 73 | 67 | 59 | 96 | 94 | 90 | 85 | 78 | 55 |

c.d. tabl.26.

| Typ min | Klasa okrętu | Transportowiec | | | | | Kuter desantowy | | | | | |
|------------|--------------|-------------------------------------|----|----|----|----|--------------------------------------|-----|-----|-----|----|----|
| | | b=18m; T _{sr} =7m; δ=28 mm | | | | | b=4m; T _{sr} =1 m; δ = 8 mm | | | | | |
| | H K | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| "KMD-500" | 0,8 | 41 | 35 | - | - | - | 39 | 35 | 26 | - | - | - |
| | 1,0 | 47 | 43 | 32 | - | - | 48 | 45 | 39 | 27 | - | - |
| | 1,5 | 62 | 59 | 54 | 44 | - | 70 | 68 | 65 | 59 | 51 | 37 |
| "KMD-1000" | 0,8 | 53 | 50 | 43 | 18 | - | 58 | 56 | 51 | 34 | 31 | - |
| | 1,0 | 63 | 60 | 54 | 45 | - | 72 | 70 | 67 | 61 | 53 | 40 |
| | 1,5 | 85 | 83 | 80 | 75 | 67 | 107 | 105 | 103 | 100 | 95 | 89 |

Dane zawarte w tabeli nr 25 i 26 są niezbędne dla racjonalnego wyboru głębokości stawiania min i regulacji czułości ich urządzeń zapalających. Czułość urządzeń zapalających min powinna być dobrana w czasie produkcji lub regulowana przed stawianiem tak, by promień reagowania pokrywał się z promieniem rażenia, czyli żeby zgrana była szerokość strefy reagowania z szerokością strefy rażenia, zapewniająca określony /wymagany/ stopień uszkodzeń okrętu. Dokładne zgranie szerokości strefy reagowania i rażenia jest bardzo trudne i praktycznie prawie że niemożliwe, niemniej jednak należy dążyć do zachowania następującego warunku:

$$\frac{B_r}{B_r} \leq 1,0 \quad /105/$$

co w sposób poglądowy można przedstawić jak na rysunku nr 26.

Na rysunku tym mamy:

k - punkt obrany na dnie okrętu;

M - punkt obrany na dennej minie niekontaktowej;

AA₁, A'A₁ oraz aa₁, a'a₁ - strefa rażenia okrętu przez podwodny wybuch ładunku materiału wybuchowego miny na głębokości H oraz T_{sr};

DD₁, D'D₁ oraz dd₁, d'd₁ - strefa reagowania urządzenia zapalającego miny pod wpływem pola fizycznego okrętu na głębokości T_{sr} oraz H;

aa' - szerokość strefy rażenia miny / $aa' = B_r$ /;

dd' - szerokość strefy reagowania miny / $dd' = B_r$ /.

Z rysunku nr 26 wynika, że pełną zdolność niszczącą miny można wykorzystać, jeśli $B_r = B_r$. Ponieważ warunek ten trudno utrzymać, należy ustalić optymalny zakres wykorzystania szerokości strefy rażenia.

W praktyce, przy dokładnej analizie pól fizycznych i odporności na wybuchy podwodne okrętów przeciwnika, możliwe jest wykorzystanie nie mniej niż 80 % szerokości strefy rażenia określonych typów min w stosunku do danych klas okrętów przy założeniu typowego dla nich zakresu szybkości marszowych.

Powyższe przemawia za celowością ograniczenia warunku 105 następującymi wartościami:

$$\frac{B_r}{B_r} = 0,8 \div 1,0 \quad /106/$$

W ogólnym wypadku pod strefą reagowania miny będziemy rozumieli przestrzeń wodną, w granicach której stałe lub zmieniające się w czasie natężenie pola fizycznego okrętu powoduje zadziałanie urządzenia zapalającego miny.

Z analizy pól fizycznych wynika, że natężenie to obok szeregu innych czynników, zależy przede wszystkim od wyporności i szybkości okrętu oraz głębokości, na której znajduje się mina; stąd też można szerokość strefy reagowania wyrazić jako funkcję

$$B = f /D, V_k, H, \frac{du}{dt}/, \quad /107/$$

gdzie.

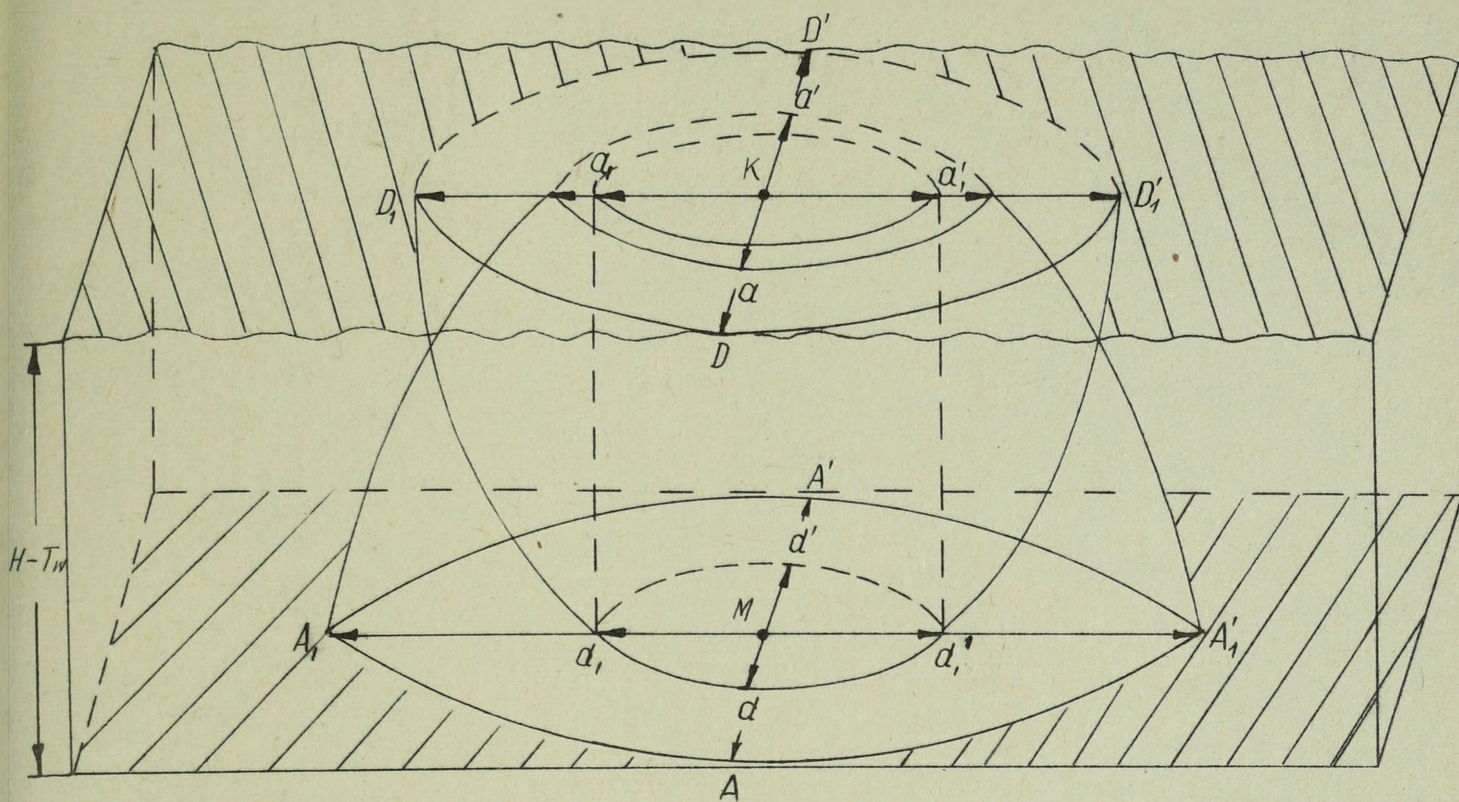
D - wyporność okrętu;

V_k - szybkość okrętu;

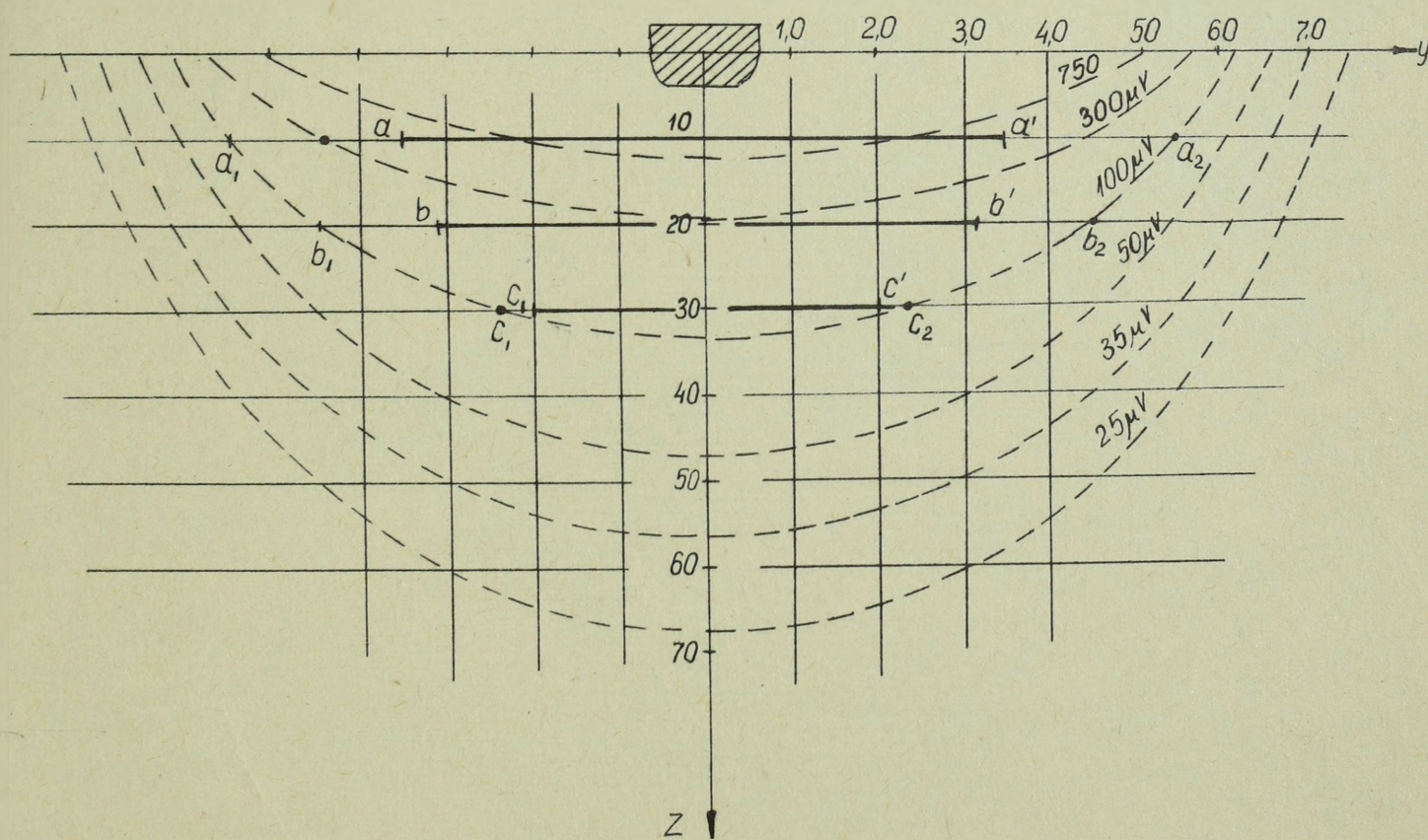
H - głębokość rejonu;

$\frac{du}{dt}$ - parametr zadziałania miny; $/\frac{du}{dt}/^{-1}$ nazywamy czułością miny.

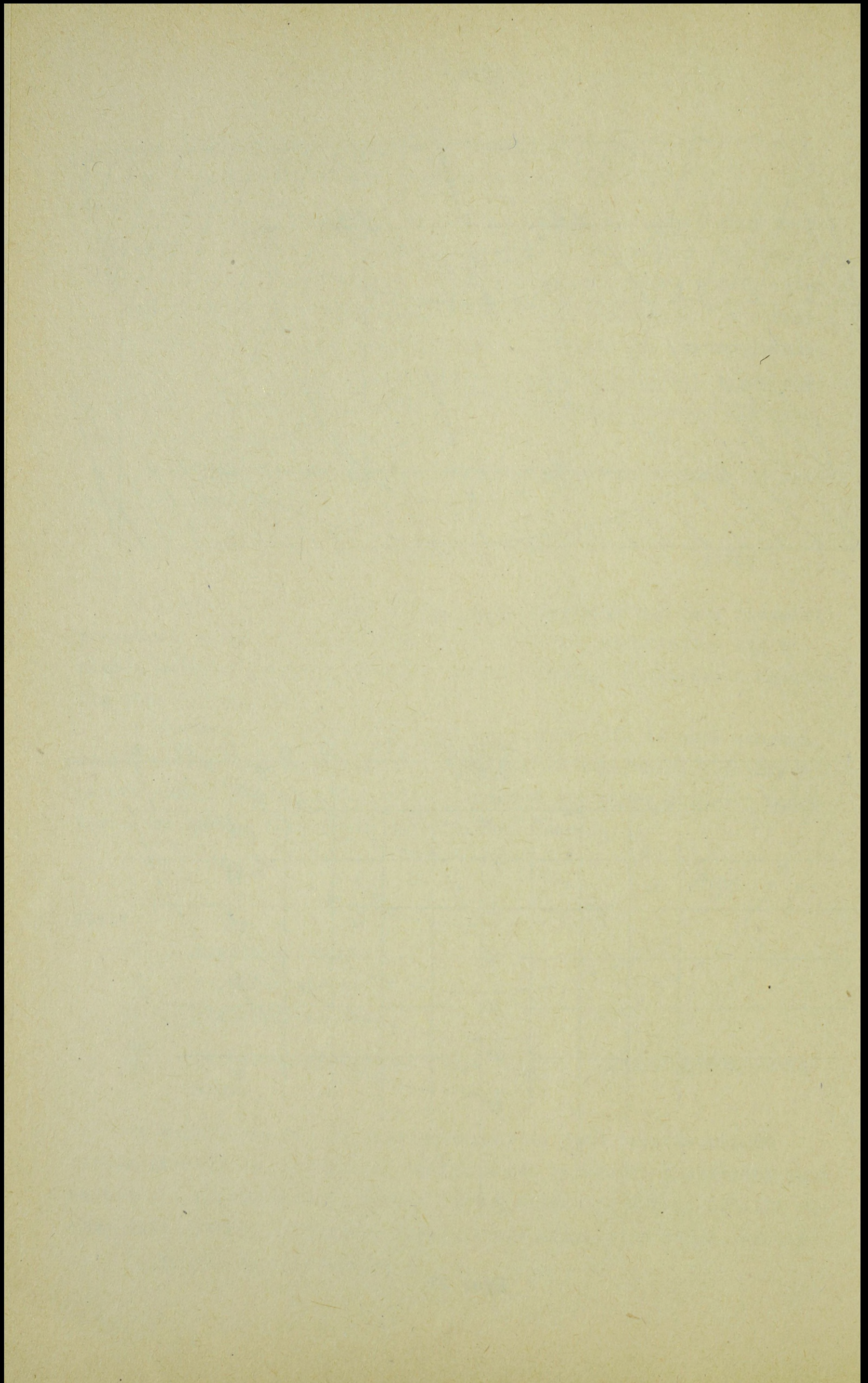
Ze względu na to, że mina przeznaczona jest przeciw różnym klasom okrętów, posiadających różny zakres szybkości i stawiana jest na różnych głębokościach, trudno jest w czasie produkcji ustalić odpowiednią czułość urządzenia zapalającego miny, przy której wartość B_r i B_r byłyby bliskie sobie.



Rys. 26.



Rys. 27.



Do min posiadających stałą ustaloną fabrycznie czułość $\frac{dH_{x,y}}{dt} = 0,485 - 0,90 \text{ m } \ddot{O}e/\text{sek}^*$ należą miny wz. "AMD-500" i "AMD-1000" będące u nas na uzbrojeniu. Z wyrażenia 105 wynika, że w danym wypadku przy użyciu tych min przeciw określonej klasie okrętów $/D = \text{const}/$ szerokość strefy reagowania $/B_r/$ zależy tylko od szybkości okrętu i głębokości rejonu. Ponieważ szybkość marszowa danej klasy okrętów zmienia się w zasadzie w bardzo wąskim zakresie, to szerokość strefy reagowania możemy zgrywać z szerokością strefy rażenia tylko drogą odpowiedniego wyboru głębokości rejonu stawiania min.

Dla zobrazowania powyższego rozpatrzmy rysunek nr 27, na którym przedstawiony jest przybliżony /wygładzony/ rozkład natężenia składowej poziomej pola magnetycznego niszczyciela w μV oraz naniesione są trzy szerokości strefy rażenia /miny wz. "KMD-1000" z tabeli nr 22/, dla głębokości 10, 20 i 30 m

$$/Br_1 = aa'; Br_2 = bb' \text{ i } Br_3 = cc' /$$

Jeśli założymy stałą czułość miny wynoszącą $100 \mu V$, to z rysunku widać, że odpowiednie strefy reagowania dla głębokości 10, 20 i 30 m będą $B_{r1} = a_1 a_2$; $B_{r2} = b_1 b_2$ i $B_{r3} = c_1 c_2$. A zatem optymalna głębokość stawiania takiej miny wynosi 30 m. Przy postawieniu jej na głębokościach mniejszych będzie ona pobudzana również poza zasięgiem strefy rażenia nie wyrządzając okrętowi szkody, lecz zdradzając zagrodę minową, a przy postawieniu na większych głębokościach w ogóle nie będzie pobudzana przez niszczyciel w danym zakresie szybkości.

Z powyższego wynika szereg wniosków praktycznych, do których można zaliczyć następujące:

1. miny posiadające stałą czułość mają stosunkowo ograniczony zakres użycia, gdyż mogą być wykorzystane tylko w rejonach o określonych optymalnych dla nich głębokościach lub w rejonach manewrowych, gdzie okręty chodzą różnymi szybkościami;
2. znając stały parametr zadziałań min i rozkład odpowiedniego pola fizycznego okrętów, przeciwnik może łatwo wybrać takie głębokości tras przejścia i szybkości okrętów, przy których prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na minie będzie małe lub wręcz znikome;

*/ Według pomiarów przeprowadzonych przez Ośrodek Badawczy Marynarki Wojennej.

3. walka z tego typu minami jest ułatwiona, gdyż łatwo można wybrać właściwy i optymalny reżim trałowania;
4. biorąc pod uwagę trzy poprzednie wnioski oraz stosunkowo stały charakter głębokości przybrzeżnych torów wodnych i rejonów na Morzu Bałtyckim /mała możliwość wyboru optymalnych głębokości/ istnieje uzasadniona celowość /konieczność/ stosowania min, czułość których można regulować przed postawieniem, jak np. miny wz. "KMD-500 i 1000".

Nowe typy min niekontaktowych dzięki zastosowaniu w układach ich urządzeń zapalających lampowych, magnetycznych lub tranzystorowych wzmacniaczy, mają możliwość regulacji czułości w określonym zakresie, co jest równoznaczne z możliwością regulacji szerokości strefy reagowania miny /patrz wyrażenie 107/.

Przy regulacji czułości /parametru zadziałania $\frac{du}{dt}$ / należy brać pod uwagę klasę okrętów, przeciw którym stawiane są miny, najbardziej typowy zakres szybkości dla nich i zanurzenie miny /dla kotwicznych min niekontaktowych/ lub głębokości rejonu /dla dennych min/ z takim wyliczeniem, by zgrać szerokość stref reagowania i rażenia.

Problem zgrania szerokości stref reagowania i rażenia w zasadniczy sposób rzutuje na stopień efektywności wykorzystania min, gdyż wraz ze zmianą stosunku B_x/B_r zmienia się prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na minie, a zatem i rozchód min niezbędnych do zatopienia jednego lub określonej ilości okrętów oraz odporność przeciwtrałowa min i zagród minowych. Charakter tych zmian i zależności ilustrują wykresy na rysunku nr 28.

Krzywe oaa_1 , obb_1 i occ_1 przedstawiają prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na minie $/P_{M>1}/$ w zależności od stosunku $\frac{B_x}{B_r}$ przy założeniu, że $B_r = 75, 45$ i 25 m i $d = 150$ m. Krzywe $a_4 a_5 a_6$, $b_2 b_3 b_4$ i $c_2 c_3 c_4$ przedstawiają gęstość min /nm/ niezbędną dla osiągnięcia $P_{M>1} = 0,98$ przy tych samych warunkach.

Krzywa $a_1 a_2 a_3$ pokazuje możliwy procent skutecznego zużycia min w zależności od stosunku B_x/B_r . Skuteczne zużycie miny nastąpi wtedy, jeśli w wyniku jej wybuchu okręt dozna określonego stopnia uszkodzenia, co ma miejsce, gdy zostaje zachowany warunek 105.

Linia "od" pokazuje charakter zmiany prawdopodobieństwa wytrało-

wania chociażby jednej miny P_T na jednym halsie trałowym przy przechodzeniu trałowca z trałem przez jedną linię min przy założeniu, że miny posiadają zerowe nastawy zegara uzbrojenia i licznika wielokrotności. Obliczenia wykazują, że P_T rośnie prostoliniowo wraz ze wzrostem stosunku $\frac{B_\gamma}{B_r}$; zmienia się tylko dla różnych warunków /klasa okrętu, typ trału i rodzaj zasilania/ kąt " α ".

Uwzględniając równocześnie wszystkie zależności przedstawione na rys. 28 widać, iż najwygodniejszym warunkiem jest $\frac{B_\gamma}{B_r} = 1,0$ oraz do jakich konsekwencji prowadzi zmniejszenie lub zwiększenie powyższej wartości. Pokazany charakter zależności potwierdza również celowość przyjęcia warunku 106, w przypadku gdy zagrodę minową stawia się na dłuższy okres czasu i zależy nam na jej skrytości oraz oszczędności min.

W przypadku, gdy przed zagrodą stawiamy cel krótkotrwałego oddziaływania, np. na przeciąg jakiejś jednej operacji i przewiduje się działanie zespołów lub grup okrętów przeciwnika w szykach zwartych oraz nie jesteśmy związani zasadą oszczędności min, to celem zachowania największego możliwego przy danej ilości min prawdopodobieństwa poderwania się okrętu na minie zakres stosunku B_γ/B_r można rozszerzyć poza wartość "1,0", np. do 1,1 lub 1,2.

Uogólniając dotychczasowe rozważania można stwierdzić, że problem racjonalnego wykorzystania min niekontaktowych jest bardzo złożony i każdorazowo ich użycie winno być poprzedzone analizą warunków i niezbędnymi wyliczeniami. Drogą obliczeń należy ustalić optymalne głębokości, na jakich winny być stawiane miny i optymalne nastawy czułości /nie licząc kryteriów omówionych w innych punktach niniejszej pracy/, gdyż błędna decyzja co do wyboru głębokości lub czułości może spowodować do zera efektywność całej akcji minowo-zagrodowej.

W dotychczasowej literaturze z zakresu taktyki minowania problem ten pominięto. Brak również jakichkolwiek opracowań teoretycznych, które mogłyby służyć za podstawę praktycznej działalności.

Niniejsze rozważania wykazują ogólne zależności między strefą rażenia i reagowania oraz poszczególnymi zasadniczymi czynnikami wpływającymi na zmianę wielkości tych stref. Ustalone warunki, wnioski i stwierdzenia mogą stanowić dostateczną podstawę metodologiczną dla oficerów specjalności broni podwodnej /operatorów/ w warunkach dysponowania najbardziej typowymi /średnimi/ rozkładami pól fizycz-

nych poszczególnych klas okrętów wojennych i typów statków handlowych, które mogą działać na Morzu Bałtyckim.

Z dotychczasowych rozważań wynika, że znajomość i prawidłowe uwzględnianie rozkładów pól fizycznych okrętów jest niezbędnym warunkiem prawidłowego i racjonalnego wykorzystania min niekontaktowych z jednej strony oraz podjęcia właściwych przedsięwzięć zmierzających do zapewnienia obrony przeciwminowej okrętów na przejściu morzem i do walki z minami - z drugiej.

Taki stan rzeczy warunkuje celowość prowadzenia w Marynarce Wojennej szerszych i systematycznych prac badawczych w zakresie poznania pól fizycznych okrętów i statków oraz prowadzenia analizy i obróbki danych z podobnych prac prowadzonych przez inne instytucje w kraju i za granicą.

Ponieważ na uzbrojeniu u nas są miny indukcyjne, lecz brak jest danych odnośnie rozkładu pola magnetycznego, a głównie jego składowej poziomej dla poszczególnych klas okrętów, to celowe jest ustalenie przynajmniej przybliżonej metodyki pozwalającej na ustalenie sposobem analitycznym orientacyjnej optymalnej czułości miny w zależności od klasy i szybkości okrętu, głębokości rajonu i szerokości strefy rażenia. Dla ustalenia wspomnianej metodyki przyjmujemy następujące założenia:

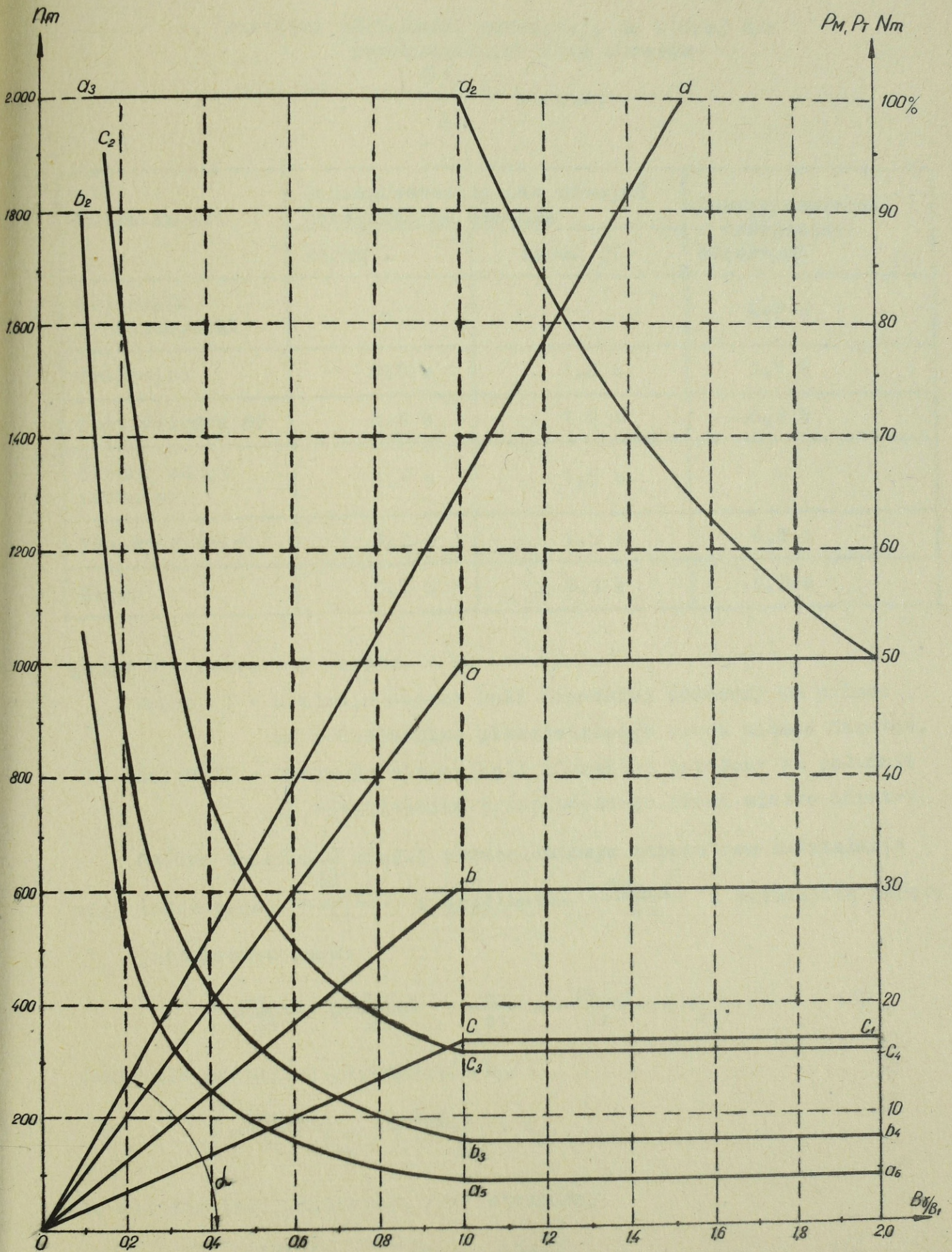
1. okręty są rozmagnesowane zgodnie z obowiązującymi w różnych flotach normami demagnetyzacji okrętu od min indukcyjnych, które mieszczą się w następujących granicach wartości gradientu wzdłużnej i poprzecznej składowej poziomej pola magnetycznego okrętu:

$$\frac{\partial H_{x,y}}{\partial x} = 1-2 \text{ mOe/m} \quad /108/$$

mierzonej na normalnej głębokości pod kadłubem okrętu;

2. gradient składowej poziomej pola magnetycznego maleje proporcjonalnie do kwadratu odległości.

W Związku Radzieckim w zależności od szerokości geograficznej /rejonu/ i sposobu rozmagnesowania okrętów przyjęto następujące wartości głębokości normalnej dla poszczególnych klas okrętów; patrz tabela nr 27.



Rys. 28.

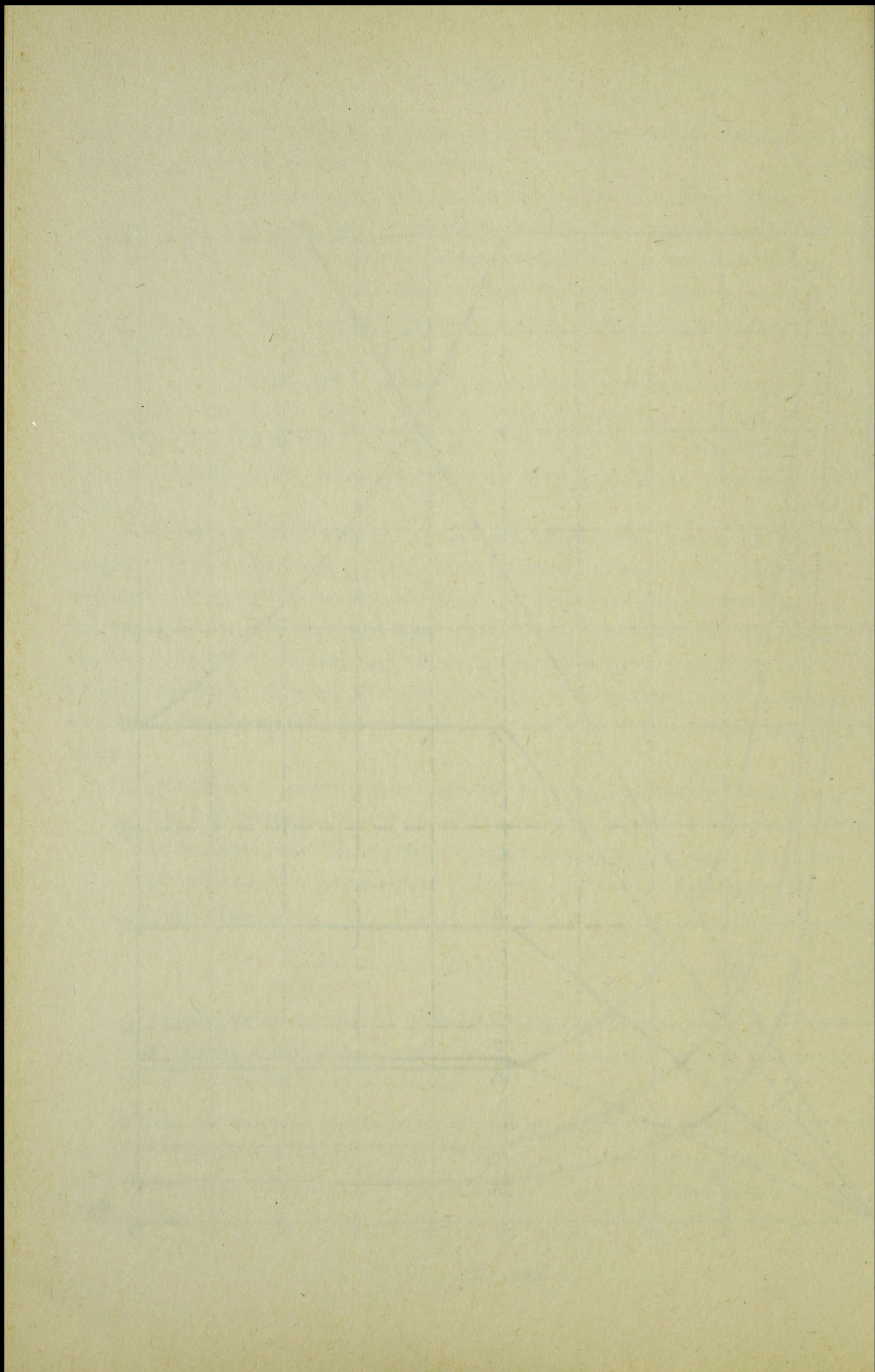


Tabela 27.

Wartości głębokości normalnej, na której dla poszczególnych klas okrętów

$$\frac{\partial H_{x,y}}{\partial x} = \text{const.}$$

| Klasa okrętu | Rozmagnesowanie bez uzwojeń kursowych na okręcie | | Rozmagnesowanie z uzwojeniami kursowymi |
|-------------------------|--|----------|---|
| | Rejon I | Rejon II | |
| Krażownik i niszczyciel | - | - | 0,8 b |
| Trałowiec | 0,9 b | 1,0 b | 0,7 b |
| Duży ścigacz OP | 0,8 b | 1,0 b | 0,7 b |
| Średni okręt podwodny | 1,3 b | 1,5 b | - |
| Transportowiec | 1,2 b | 1,5 b | 0,8 b |
| Kuter | 0,7 b | 0,9 b | 0,7 b |

gdzie b - szerokość okrętu.

Rejon I - obejmuje obszar kuli ziemskiej położony na północ od równoleżnika przechodzącego przez miasto Saratow.

Rejon II - obejmuje obszar kuli ziemskiej położony na południe od równoleżnika przechodzącego przez miasto Saratow.

Ogólna zależność między prostoliniowym parametrem zadziałania miny indukcyjnej $\frac{dH_{x,y}}{dt}$ a gradientem $\frac{\partial H_{x,y}}{\partial x}$ i szybkością okrętu

V_k jest następująca:

$$\frac{dH_{x,y}}{dt} = \frac{\partial H_{x,y}}{\partial x} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{\partial H_{x,y}}{\partial x} \cdot v_k \quad 109$$

jeśli dla normalnej głębokości H_n

$$\left(\frac{dH_{x,y}}{dt} \right)_{H_n} = \left(\frac{\partial H_{x,y}}{\partial x} \right)_{H_n} \cdot v_k,$$

to dla dowolnej głębokości H_x otrzymamy

$$\left(\frac{dH_{x,y}}{dt} \right)_{H_x} = \left(\frac{H_n}{H_x} \right)^2 \frac{\partial H_{x,y}}{\partial x} \cdot v_k \quad 110$$

Aby znaleźć niezbędną wartość parametru zadziałania miny będącej w dowolnym punkcie "M" w stosunku do okrętu, należy w wyrażeniu 110 zamiast stosunku H_n/H_x podstawić R_n/R ; patrz rysunek nr 29.

W oparciu o trójkąty OAK i OMK_1 na rysunku 29 możemy ustalić następujące zależności:

$$b_1 = \frac{T \cdot B_r}{2H} \quad 111$$

gdź $b_1 = T \cdot \text{tg } \gamma$ a $\text{tg } \gamma = \frac{B_r}{2H}$

$$T_1 = \frac{2H b_1}{B_r} \quad 112$$

gdź $T_1 = \frac{b_1}{\text{tg } \gamma}$, a $\text{tg } \gamma = \frac{B_r}{2H}$

$$R = AM = \sqrt{(H-T_1)^2 + (0,5 B_r - b_1)^2} \quad 113$$

$$R_n = AB = H_n - T \quad 114$$

Przy obliczaniu b_1 i T_1 według wzorów 111 i 112 należy uwzględnić wartości w granicach: $b_1 \leq 0,5 b$ i $T_1 \leq T$; jeśli $b_1 > 0,5 b$ i $T_1 > T$, to przy podstawianiu do wzoru 113 bierzemy

$$b_1 = 0,5 b \quad \text{i} \quad T_1 = T.$$

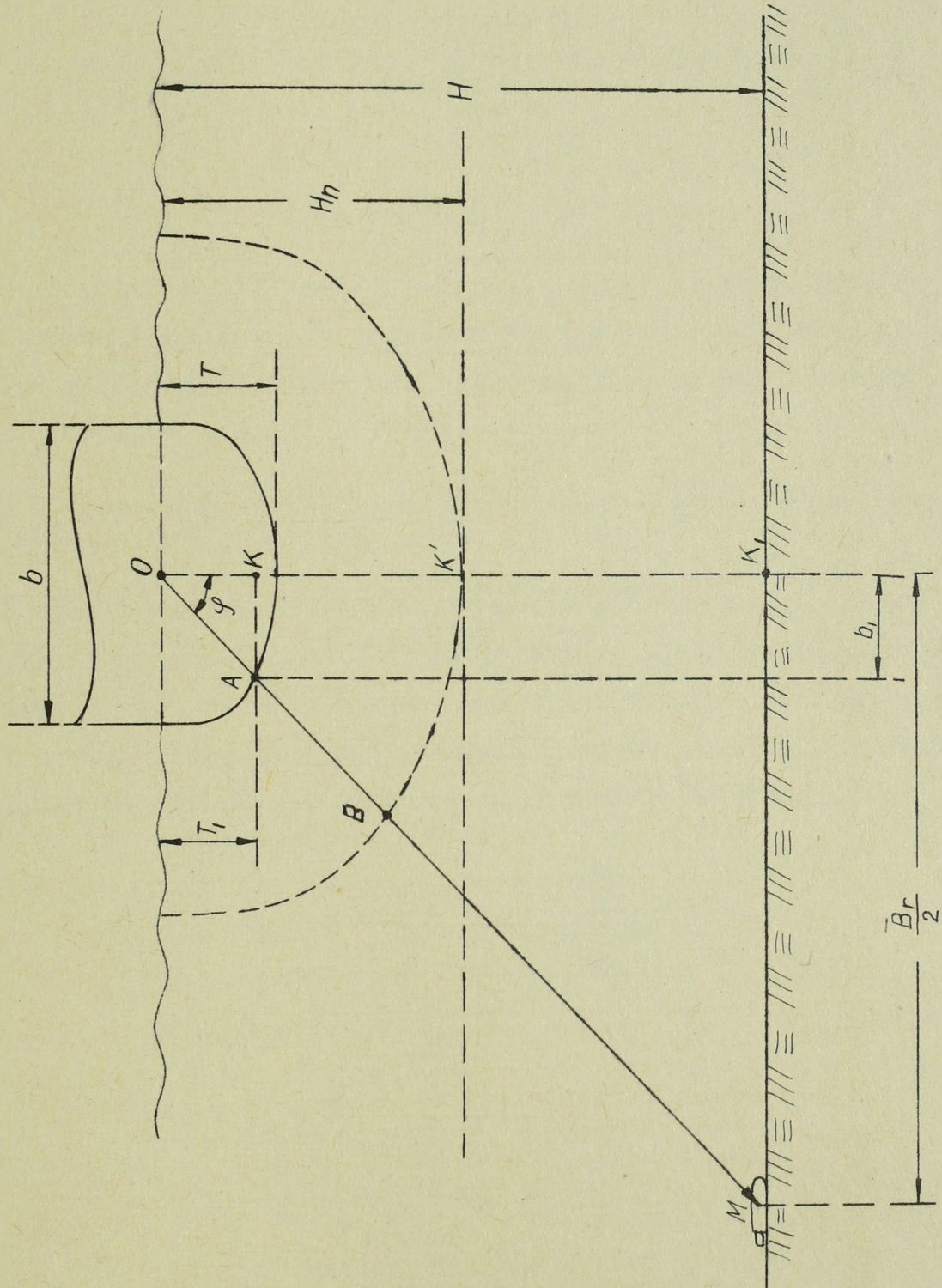
Mając R i R_n oraz podstawiając szybkość okrętu V_k w węzłach wyrażenie 110 możemy przepisać w postaci

$$\frac{dH_{x,y}}{dt} \approx \left(\frac{R_n}{R}\right)^2 \cdot \frac{\partial H_{x,y}}{\partial x} \cdot \frac{V_k}{2} \quad 115$$

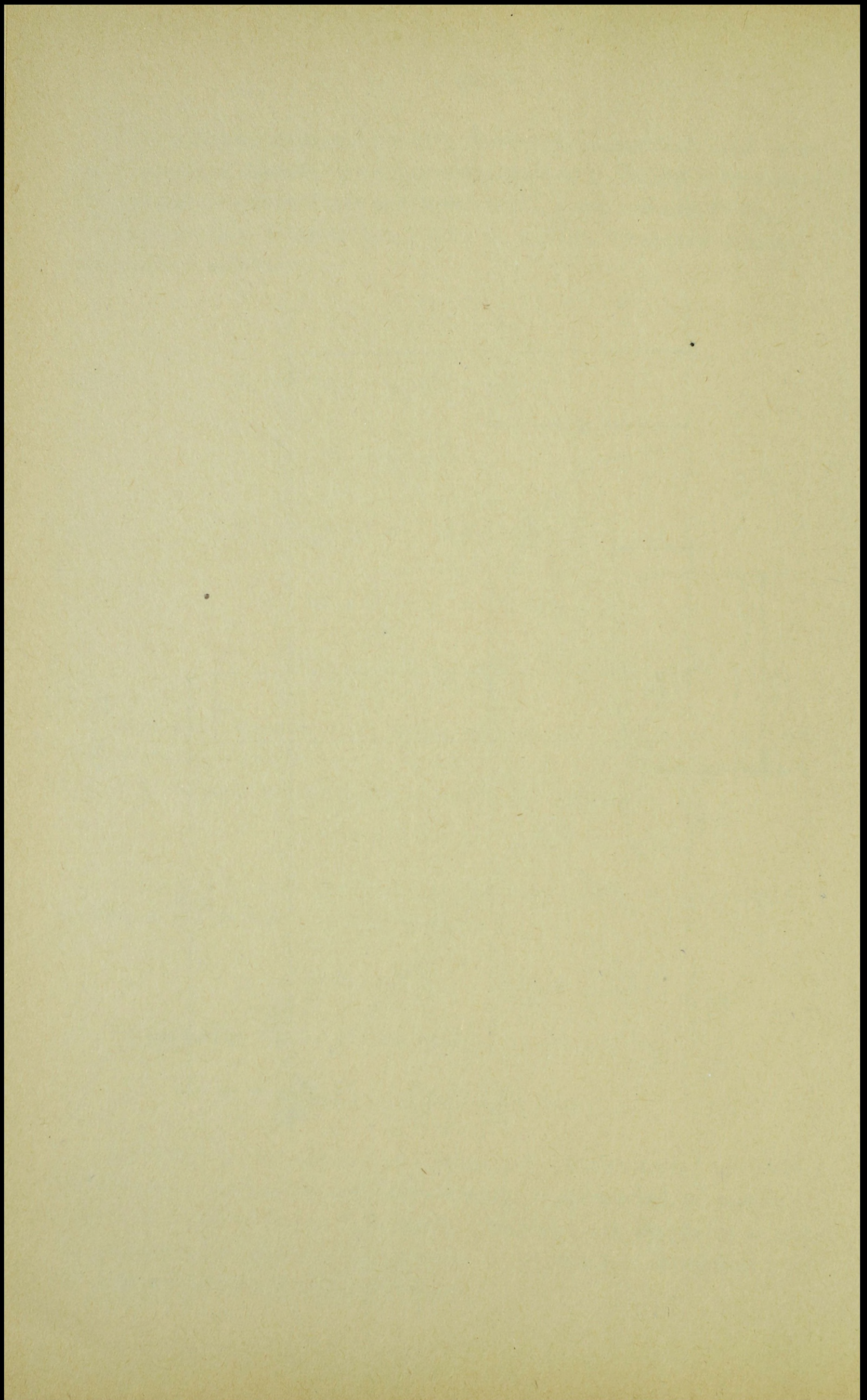
Podstawiając 108 do 115 otrzymamy

$$\frac{dH_{x,y}}{dt} \approx \left(\frac{R_n}{R}\right)^2 \frac{V_k}{2} (1+2) \quad 116$$

Wzory 115 i 116 pozwalają na obliczenie orientacyjnej optymalnej czułości miny /parametru zadziałania miny/ w zależności od wielkości i szybkości okrętu $/b; T; V_k/$, normy demagnetyzacji okrętu na normalnej głębokości $(\frac{\partial H_{x,y}}{\partial x}$ i $H_n)$, głębokości rejonu lub zanurzenia miny $/H/$ oraz szerokości strefy rażenia $/B_r/$.



Rys. 29.



Dla min posiadających stałą czułość możemy po przekształceniu wzoru 115 z uwzględnieniem 113 i 114 znaleźć orientacyjną optymalną głębokość /zanurzenie/, na jakiej winny być stawiane te miny, żeby zgrać strefę reagowania ze strefą rażenia miny.

Otrzymany wzór ma następującą postać:

$$H_{opt.} = \sqrt{\frac{(H_n - T)^2 \frac{\partial H_{x,y}}{\partial x} V_k}{2 \frac{dH_{x,y}}{dt}} - (0,5 B_r - b_1)^2} + T_1 \quad 117$$

gdzie: $B_r = b + 2\sqrt{R_m^2 - (H_{opt} - T)^2}$

Posługiwanie się wzorem 117 jest bardzo pracochłonne ze względu na konieczność obliczania sposobem kolejnych przybliżeń, toteż celowym jest dla posiadanych typów min obliczyć przy pomocy elektronicznych maszyn cyfrowych tabelki wartości:

$$H_{opt} = f\left(R_m; H_n; b; T; \frac{\partial H_{x,y}}{\partial x}\right) \text{ przy } \frac{dH_{x,y}}{dt} = \text{const}$$

Z wyrażenia 115 widać, że parametr zadziałania, a zatem i szerokość strefy reagowania miny indukcyjnej, w poważnym stopniu zależy od szybkości okrętu przechodzącego nad miną. Przekształcając wyrażenie 115 otrzymamy wzór, za pomocą którego możemy obliczyć szybkość okrętu odpowiadającą określonym szerokościom strefy reagowania.

$$V_k = 2 \left(\frac{R}{R_n}\right)^2 \frac{\frac{dH_{x,y}}{dt}}{\frac{\partial H_{x,y}}{\partial x}} \quad 118$$

gdzie $R = \sqrt{(H - T_1)^2 + (0,5 B_r - b_1)^2}$

$$R_n = H_n - T$$

$$T_1 = \frac{2H b_1}{B_r}; \text{ z tym, że } T_1 \leq T$$

$$b_1 = \frac{T \cdot B_r}{2H}, \text{ z tym, że } b_1 \leq 0,5 b$$

Ponieważ ze zmianą szybkości okrętu zmienia się szerokość strefy reagowania miny indukcyjnej, to szybkość okrętu rzutuje na wartość prawdopodobieństwa poderwania się okrętu na tych minach.

Posługując się wzorem 118 obliczymy $V_k = f(B_{\gamma})$ oraz według wzoru 44 $P_m = \Psi(B_{\gamma})$ i otrzymamy $P_m = \Psi(V_k)$. Obliczenia będziemy prowadzić dla okrętu desantowego o danych $b = 10$ m; $T = 2$ m; $\delta = 12$ mm i min wz. "AMD-500" postawionych na głębokości $H = 10$ i 20 m w jedną linię z odstępami $d = 80$ m przyjmując parametr zadziałania miny $\frac{dH_{x,y}}{dt} = 0,5$ mÖe/sek, gradient składowej poziomej dla pola magnetycznego okrętu $\frac{\partial H_{x,y}}{\partial x} = 0,2$ mÖe/m na normalnej głębokości $H_n = 0,8 b$ i kąt przecięcia linii min $\theta = 90^\circ$.

Wyniki obliczeń ujmemy w formie tabeli; patrz tabela 28.

Tabela 28

$$V_k = f / B_{\gamma}, H / ; \quad P_m = \Psi / B_{\gamma} / \quad \text{ i } \quad P_m = \Psi / V_k, H /$$

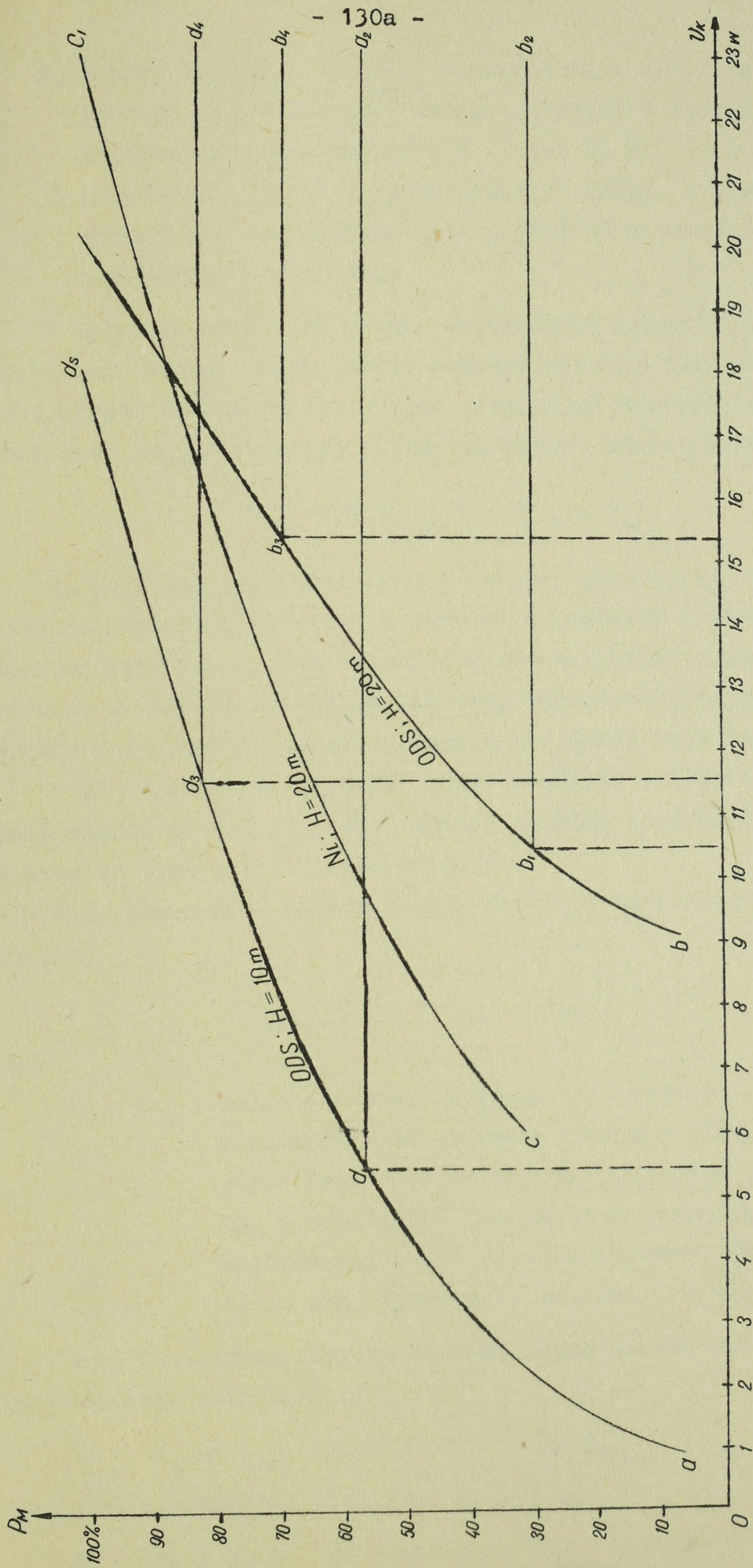
| | | | | | | | | | |
|----|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H | B_{γ} | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| 10 | V_k | 0,94 | 1,11 | 1,38 | 1,77 | 1,28 | 2,28 | 3,59 | 4,44 |
| 20 | V_k | 9,07 | 9,27 | 9,62 | 10,06 | 10,62 | 11,24 | 11,96 | 12,73 |
| H | $P_m\%$ | 6,25 | 12,50 | 18,30 | 25,00 | 31,30 | 37,50 | 43,80 | 50,00 |
| H | B_{γ} | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
| 10 | V_k | 5,39 | 6,44 | 7,96 | 9,63 | 11,52 | 13,52 | 15,68 | 18,06 |
| 20 | V_k | 13,54 | 14,40 | 15,30 | 16,22 | 17,17 | 18,13 | 19,12 | 20,12 |
| H | $P_m\%$ | 66,30 | 62,50 | 69,00 | 75,00 | 81,20 | 87,50 | 93,80 | 100 |

Pokazane w tabeli prawdopodobieństwo poderwania się okrętu

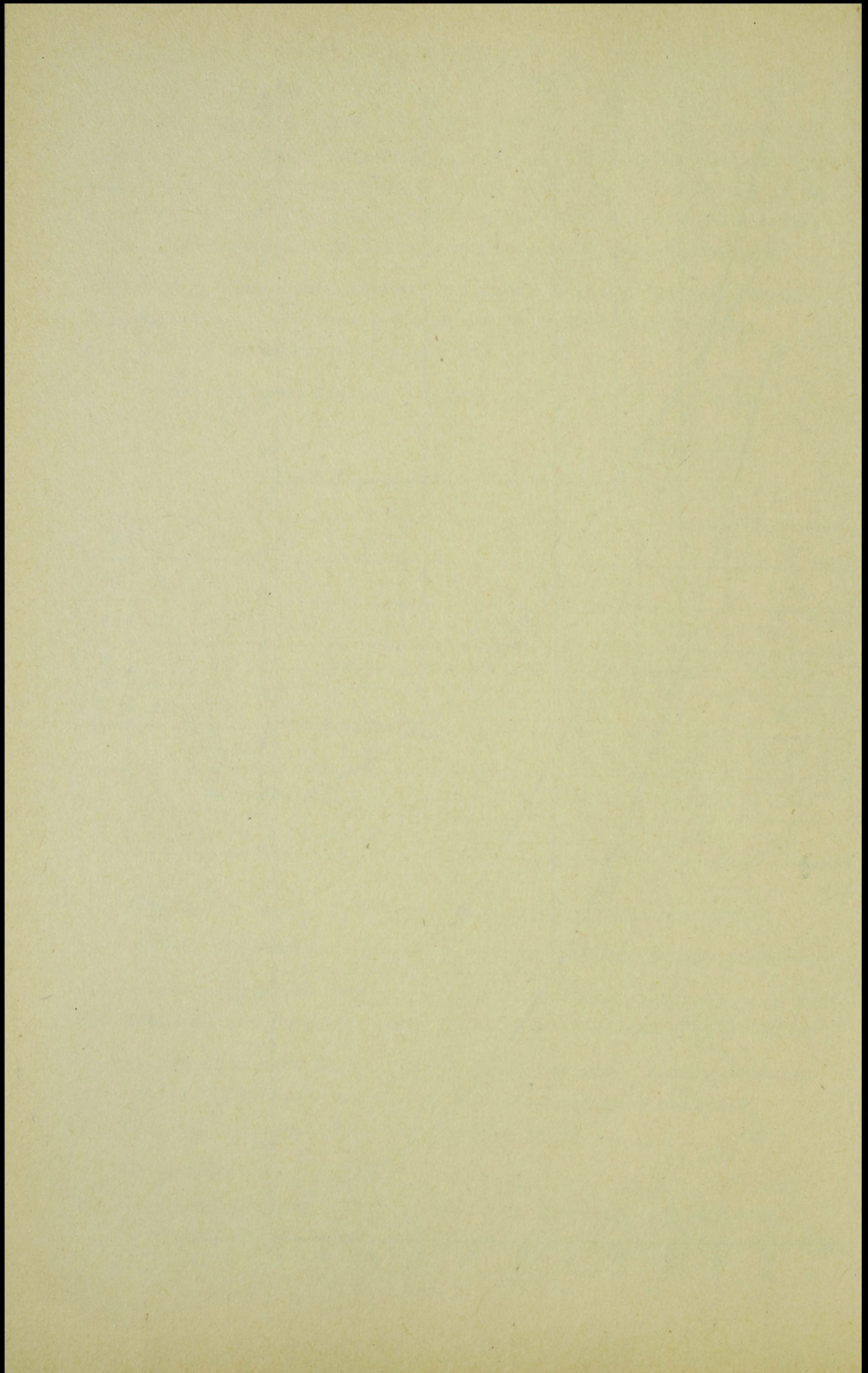
$P_m\% = \frac{B_{\gamma}}{d} \cdot 100$, ściśle biorąc, jest prawdopodobieństwem spowodowania wybuchu miny przez przyrost w czasie składowej poziomej pola magnetycznego okrętu przechodzącego przez zagrodę minową $\frac{dH_{x,y}}{dt} \geq 0,5$ mÖe/sek. Prawdopodobieństwo poderwania się okrętu w sensie doznania przez okręt określonego stopnia uszkodzenia będzie w sektorze $P_m = \Psi / B_{\gamma} \leq B_r /$; patrz wykresy na rysunku nr 30.

Na rysunku uwidoczniono:

1. Krzywa $aa_1a_3a_5$ i $bb_1b_3b_5$ pokazuje $P_m = f/V_k$, w granicach którego okręt pobudza do wybuchu miny stojące na $H = 10$ i 20 m.



Rys. 30.



2. Krzywe $aa_1a_3a_4$ i $bb_1b_3b_4$ pokazują $P_m = f/V_k$, w granicach którego okręt doznaje silnego wstrząsu w wyniku wybuchu miny stojącej na głębokościach $H = 10$ i 20 m;
3. Krzywe aa_1a_2 i bb_1b_2 pokazują $P_m = f/V_k$, w granicach którego wybuch miny na głębokości $H = 10$ i 20 m powoduje przebicie dna okrętu desantowego.

Z wykresów widać, że prawdopodobieństwo doznania przez okręt określonego stopnia uszkodzenia wskutek wybuchu miny ze wzrostem szybkości okrętu rośnie, przybierając maksymalną wartość przy szybkości granicznej $/V_{kgr}/$, powyżej której zachowuje stałą wartość.

$$V_{kgr} = \psi(P_{mmax}) = f(B_{\gamma} = B_r)$$

Ze wzrostem szybkości okrętu powyżej granicznej zwiększa się prawdopodobieństwo pobudzenia miny na odległości przekraczającej promień jej rażenia, co bez szkody dla okrętu obniża gęstość min w zagrodzie, a zatem i prawdopodobieństwo poderwania się na minie innych okrętów forsujących zagrodę minową w następnej kolejności.

Stąd wniosek, że szybkość okrętów należy uwzględniać przy planowaniu zagród minowych, jeśli używane są miny indukcyjne oraz przy forsowaniu tych zagród przez okręty.

Przy planowaniu zagród należy dążyć do zachowania następującego warunku:

$$V_{kgr} = f(B_{\gamma n} = B_{r n}) = V_{kn}, \quad 119$$

gdzie

- $B_{\gamma n}$, $B_{r n}$ - szerokość stref reagowania i rażenia min dla okrętów nieprzyjaciela, przeciw którym w głównej mierze stawiana jest zagroda minowa, wychodząc przy obliczaniu $B_{r n}$ z możliwości przebicia dna okrętu;
- V_{kn} - najbardziej prawdopodobna szybkość okrętów nieprzyjaciela przy forsowaniu zagrody minowej.

Przy forsowaniu zagrody minowej przez zespół okrętów najbardziej sprzyjającymi warunkami są:

1. $V_k \ll V_{kgr}$, gdyż wtedy $P_m \ll P_{mmax}$
lub jeśli warunek ten jest niemożliwy, to
2. $V_k \gg V_{kgr}$, co przy $P_m = P_{mmax} = const$

zwiększa szanse pomyslnego sforsowania zagrody minowej dla innych okrętów zespołu.

Dotychczasowe rozważania świadczą również o tym, że przy obliczaniu przewidywanych strat okrętów na zagrodzie minowej trzeba uwzględniać ubytek min pobudzonych poza zasięgiem ich promienia rażenia.

Z rysunku 30 wynika, iż jeśli założymy maksymalną szybkość okrętu desantowego $V_{k_{max}} = 18$ w, to możliwy ubytek min wynosi średnio 18 % ogólnej ilości pobudzonych. Ogólny ubytek min przypadający na jedną milę morską szerokości zagrody minowej Δn_m można obliczyć następująco:

$$\Delta n_m = n_m (P_{m2} - P_{m1}) \quad 120$$

gdzie:

n_m - gęstość min w zagrodzie minowej;

P_{m2} i P_{m1} - prawdopodobieństwo poderwania się na minach obliczane dla maksymalnej i granicznej szybkości okrętu.

6. O d p o r n o ś ć p r z e c i w t r a ł o w a m i n i z a g r ó d m i n o w y c h .

Odporność przeciwtrałowa min, którą oznaczmy symbolem " T_m " zależy od indywidualnej /autonomicznej/ obrony min, rodzaju działań trałowych /sposobów walki z minami/ oraz od rodzaju i ilości min i środków obrony przeciwminowej przeciwnika. Efektywność min jest tym większa, im trudniej zniszczyć je trałami i innymi środkami obrony przeciwminowej w warunkach zachowania określonej możliwości poderwania się okrętu na tych minach.

Ogólnie należy stwierdzić, że wszystkie miny można wytrałować trałami lub zniszczyć innymi środkami obrony przeciwminowej, lecz w tym celu trzeba użyć dużo sił i środków oraz zużytkować wiele czasu. W współczesnych warunkach przy obecnym stanie uzbrojenia trałowego stosunkowo łatwo jest wytrałować miny kotwiczne; o wiele trudniej natomiast wytrałować miny denne niekontaktowe.

Odporność przeciwtrałową min kotwicznych określa:

1. rodzaj minliny - cienka lub gruba lina stalowa albo łańcuch;
2. obecność na minlinie urządzeń przepuszczających lub przecinających gałąź trału /przepustnice i przecinaki/;

3. zanurzenie miny i głębokość rejonu.

Odporność przeciwtrałową min dennych określa:

1. rodzaj pola fizycznego i jego zakres, na który reaguje urządzenie zapalające miny;
2. czułość i parametry zadziałania urządzenia zapalającego miny /wartość bezwzględna lub szybkość zmiany natężenia pola fizycznego trału niezbędna do pobudzenia miny, czas zadziałania, biegunowości, ilość impulsów itd./;
3. ilość kanałów zastosowanych w urządzeniu zapalającym miny;
4. zegar uzbrojenia i licznik wielokrotności;
5. urządzenie kodowe i sterujące;
6. głębokość rejonu.

Wymienione czynniki składają się na indywidualną /autonomiczną/ odporność przeciwtrałową min określonych typów. My przy planowaniu użycia min i prowadzeniu w tym celu niezbędnych obliczeń operacyjno-taktycznych musimy uwzględniać obok indywidualnej - również zespołową odporność przeciwtrałową zagrody minowej w całości, którą oznaczymy symbolem " T_{ZM} ".

Na odporność przeciwtrałową zagrody minowej będzie zatem składać się:

1. odporność przeciwtrałowa min poszczególnych rodzajów;
2. ilość typów min użytych w zagrodzie minowej;
3. gęstość min w zagrodzie minowej;
4. użycie w zagrodzie specjalnych min przeznaczonych przeciw trałowcom;
5. użycie protektorów pól minowych.

Odporność przeciwtrałową poszczególnych rodzajów min i zagród minowych można ustalić w oparciu o analizę wymienionych czynników w powiązaniu z różnymi rodzajami trałów i innych środków obrony przeciwminowej. Innymi słowy, odporność przeciwtrałowa min jest odwrotnością efektywności środków obrony przeciwminowej.

Analizy takiej przeprowadzać nie będziemy ze względu na to, że zajęłaby dużo miejsca i praca niniejsza rozrosłaby się poważnie a nie jest to konieczne zważywszy, iż problem efektywności środków obrony przeciwminowej stanowi zasadniczą treść rozprawy doktorskiej kpt.mar. dypl. Zdzisława Frankowicza i tam zostanie opracowany bardziej szczegółowo.

Niemniej jednak przeprowadzona pobieżna analiza pokazuje, że odporność przeciwtrałowa min i zagród minowych wpływa z jednej strony na ~~pracochłonność~~ walki z minami /strata czasu/ i poniesione koszty, a z drugiej w szeregu wypadków /głównie przy minach dennych/ na obniżenie prawdopodobieństwa poderwania się okrętu na minie. Zakładając zatem warunek - osiągnięcie określonego prawdopodobieństwa poderwania się okrętu na minie - za kryterium odporności przeciwtrałowej należy przyjąć czas niezbędny na obniżenie zagrożenia minowego o określony procent w rejonie o określonej powierzchni i związane z tym nakłady finansowe /poniesione koszty/.

Przeprowadzone pod tym kątem wstępne obliczenia pokazują, że indywidualna odporność przeciwtrałowa naszych min kotwicznych wzór "08/39" i dennych wz. "KMD-500" wyraża się średnio stosunkiem $1\frac{1}{5} : 20$ /zarówno w warunkach likwidacji zagrożenia minowego przez przeciwnika jak i przez nas /w wypadku konieczności wytrałowania własnych zagród minowych/.

Przy rozpatrywaniu zespołowej odporności przeciwtrałowej zagród minowych z tych min pokazany stosunek może ulec znacznej poprawie na korzyść min kotwicznych dzięki zastosowaniu protektorów pól minowych.

Jeśli przy tym zagroda minowa złożona z min i protektorów będzie postawiona z dużą dokładnością, przy naszych brzegach, to będzie wykazywać wysoką odporność przeciwtrałową w stosunku do forsujących ją sił trałowych przeciwnika, natomiast dla naszych sił trałowych pozostanie na poziomie odporności indywidualnej.

Przemawia to oczywiście za stosowaniem min dennych w rejonach dla nich dostępnych, z wyjątkiem rejonów własnych, w których zagrody minowe stawia się na krótki okres czasu. W tych rejonach bardziej celowe jest używanie min kotwicznych z protektorami pól minowych.

Biorąc pod uwagę małą indywidualną odporność min kotwicznych należy stwierdzić, iż użycie ich zarówno w celach zaczepnych jak i obronnych bez protektorów pól minowych i indywidualnych przeszkód przeciwtrałowych jest niecelowe i mało efektywne. Ponieważ południowo-zachodnia część Morza Bałtyckiego na zachód od południka $16^{\circ}E$ prawie całkowicie - a cieśniny duńskie są całkowicie dostępne - pod względem głębokości dla min dennych, to miny te należy uznać jako zasadniczy rodzaj w warunkach prowadzenia działań bojowych na Bałtyku zarówno w celach zaczepnych jak i w obronie.

W odniesieniu do dennych min niekontaktowych wz. "AMD-500"; 1000" i KMD-500, 1000" będących u nas na uzbrojeniu bardzo ważnym problemem jest ustalenie optymalnej zależności między wzrostem ich odporności przeciwtrałowej a spadkiem prawdopodobieństwa poderwania się okrętu na zagrodzie wystawionej z tych min.

Problem ten sprowadza się w praktyce do racjonalnego wyboru nastaw zegara uzbrojenia i licznika wielokrotności. Ponieważ nastawy te zależą od wielu czynników, a między innymi od obranej przez przeciwnika taktyki walki z minami i obrony przeciwminowej okrętów i statków, to problem ten teoretycznie może mieć nieskończenie wiele rozwiązań, zatem nie może być mowy o jednoznacznym optymalnym rozwiązaniu. Wprawdzie teoria gier i elektroniczne maszyny liczące umożliwiają obecnie otrzymanie szeregu rozwiązań zbliżonych do konkretnych warunków, lecz z uwagi na różnorodność i zmienność tych warunków dokładna analiza i wypracowanie konkretnych wniosków dla różnych sytuacji wymaga wiele czasu i miejsca. My postaramy się określić optymalne górne granice nastaw zegara uzbrojenia i licznika wielokrotności min w zaczepnych zagrodach minowych. W tym celu wyjdziemy z założenia, że za optymalne górne /graniczne/ nastawy zegara uzbrojenia i licznika wielokrotności min będziemy uważać takie nastawy, przy których wszystkie miny w zagrodzie /lub określony ich procent/ w ciągu okresu swojej służby bojowej będą miały szansę poderwać okręt lub statek przeciwnika /naturalnie jeśli nie zostaną przedtem wytrałowane/.

Oczywiste jest, że poprzez nastawę zegara uzbrojenia na określony czas T_{ZU} , w ciągu którego mina leży w stanie nieuzbrojonym, skracamy okres służby bojowej miny $/T_b/$.

$$T_{b_1} = T_{b_m} - T_{ZU}$$

121

gdzie

T_{b_m} - maksymalny okres służby bojowej miny określony żywotnością baterii.

Nastawiając na liczniku wielokrotności określoną ilość cykli jałowych, jaką urządzenie zapalające miny musi odpracować / pod wpływem pola fizycznego przechodzącego nad miną okrętu/ zanim może działać na wybuch, skracamy również okres służby bojowej miny, a tym samym i jej szansę wybuchu pod okrętem.

Nastawioną krotność możemy zamienić na czas w następujący sposób:

$$T_{LW} = \frac{N_m \cdot I_{LW}}{I_k \cdot P_m}, \quad /122$$

gdzie

- N_m - ilość min w zagrodzie;
- I_{LW} - krotność nastawiona na licznikach wielokrotności;
- I_k - częstość żeglugi przeciwnika w rejonie zagrody minowej;
- P_m - prawdopodobieństwo poderwania się okrętu na minie przy przechodzeniu przez zagrodę minową.

Ostatecznie, z uwzględnieniem nastaw zegara uzbrojenia i licznika wielokrotności otrzymamy efektywny okres służby bojowej min

$$T_{b_2} = T_{b_m} - (T_{ZU} + T_{LW}), \quad 123$$

zakładając określoną ilość min z zagrody, jaka winna poderwać się pod okrętami "n", otrzymamy warunek:

$$T_{b_2} \leq T_{k_n}, \quad 124$$

gdzie

- T_{k_n} - oczekiwany czas, niezbędny dla poderwania się na minach wymaganej przez nas ilości n okrętów, patrz strona 101.

Wykorzystując wzory 82, 85, 122 i 123 oraz rozwijając lewą i prawą stronę nierówności 124 otrzymamy:

$$T_{b_m} - \left(T_{ZU} + \frac{N_m \cdot I_{LW}}{I_k P_z \cdot P_{m_1}} \right) \leq \sum_{i=1}^{n \leq N_m} \left(I_k P_z P_{m_i} \right)^{-1} \quad 125$$

stąd

$$T_{ZU} + \frac{N_m \cdot I_{LW}}{I_k P_z \cdot P_{m_1}} \leq T_{b_m} - \sum_{i=1}^{n \leq N_m} \left(I_k P_z P_{m_i} \right)^{-1} \quad 126$$

Przekształcając wyrażenie 126 otrzymamy wzór na obliczenie maksymalnej nastawy licznika wielokrotności

$$I_{LW} \leq \left[T_{b_m} - T_{ZU} - \sum_{i=1}^{n \leq N_m} \left(I_k P_z P_{m_i} \right)^{-1} \right] \frac{I_k P_z P_{m_1}}{N_m} \quad 127$$

Podstawiając wyrażenia na określenie P_{m_1} i P_{m_i} otrzymamy ostateczny roboczy wzór, przy pomocy którego możemy obliczyć I_{LW}

$$I_{LW} \leq \left(T_{b_m} - T_{ZU} - \sum_{i=1}^{n \leq N_m} \left\{ I_k P_z \left[1 - \left(1 - \frac{B_r \cdot S_k}{1852 F_z} \right)^{N_m - (i-1)} \right] \right\} \right)^{-1} \frac{I_k P_z \left[1 - \left(1 - \frac{B_r S_k}{1852 F_z} \right)^{N_m} \right]}{N_m} \quad /128/$$

Ponieważ wzór 128 dla dużych " N_m " jest bardzo pracochłonny, to przy małych wartościach " P_{m_i} " i dużych " N_m " możemy posługiwać się wzorem przybliżonym 129

$$I_{LW} \leq \left(T_{b_m} - T_{ZU} - \sum_{i=1}^{n \leq N_m} \left\{ I_k P_z \left[1 - \exp \left(- \frac{B_r S_k [N_m - (i-1)]}{1852 F_z} \right) \right] \right\} \right)^{-1} \frac{I_k P_z \left[1 - \exp \left(- \frac{B_r S_k N_m}{1852 F_z} \right) \right]}{N_m} \quad /129/$$

Przykład:

Na torze wodnym przeciwnika chcemy postawić zagrodę minową z 20 min dennych. Jaką maksymalną nastawę krotności możemy nastawić na licznikach wielokrotności, żeby przy częstotliwości żeglugi $I_k = 1$ okręt na dobę, 50 % min z zagrody mogło w ciągu swego okresu służby bojowej poderwać okręty, jeśli:

- okres służby bojowej min - $T_{b_m} = 1$ rok = 365 dni;
- nastawa zegara uzbrojenia - $T_{ZU} = 10$ dób;
- głębokość zagrody minowej - $G = 1$ Mm /stad $S_k = 1$ Mm/;
- szerokość zagrody minowej - $B = 1$ Mm /stad $F_z = G \cdot B = 1$ Mm²/;
- prawdopodobieństwo wejścia okrętu na zagrodę minową $P_z = 0,8$;
- szerokość strefy reagowania i rażenia min $B_r = 46$ m.

Rozwiązanie:

Dla ułatwienia procesu obliczeń człon wzoru 129 przedstawiający sumę

$$\sum_{i=1}^{n \leq N_m} \left\{ I_k P_z \left[1 - \exp \left(- \frac{B_r S_k [N_m - (i-1)]}{1852 F_z} \right) \right] \right\}^{-1}$$

będziemy obliczać według następującego schematu:

| i | $N_m - (i-1)$ | $\frac{B_r \cdot S_k}{1852 F_z}$ | (2) · (3) | $P_m = 1 - e^{-(4)}$ | $I_k \cdot P_z$ | (5) · (6) | $\frac{1}{(7)}$ |
|----|---------------|----------------------------------|-----------|----------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 20 | 0,025 | 0,500 | 0,3935 | 0,8 | 0,3148 | 3,176 |
| 2 | 19 | " | 0,475 | 0,3779 | " | 0,3023 | 3,307 |
| 3 | 18 | " | 0,450 | 0,3624 | " | 0,2899 | 3,449 |
| 4 | 17 | " | 0,425 | 0,3460 | " | 0,2768 | 3,612 |
| 5 | 16 | " | 0,400 | 0,3297 | " | 0,2637 | 3,792 |
| 6 | 15 | " | 0,375 | 0,3125 | " | 0,2500 | 4,000 |
| 7 | 14 | " | 0,350 | 0,2953 | " | 0,2362 | 4,233 |
| 8 | 13 | " | 0,325 | 0,2772 | " | 0,2217 | 4,510 |
| 9 | 12 | " | 0,300 | 0,2592 | " | 0,2074 | 4,821 |
| 10 | 11 | " | 0,275 | 0,2402 | " | 0,1922 | 5,202 |
| | | | | | | $\sum_{i=1}^{10} (8) = 40,102$ | |

Mając obliczone wartości ustalonego schematu obliczeń możemy napisać, że:

$$I_{LW} \leq (T_{b_m} - T_{ZU} - \sum_{i=1}^n (8) \frac{(7)_{\text{dla } i=1}}{N_m}) \quad 130$$

W warunkach naszego przykładu podstawiając wartości do wyrażenia 130 otrzymamy

$$I_{LW} \leq (365 - 10 - 40,102) \frac{0,3148}{20} = 4,956$$

$$I_{LW} \leq 4,956$$

=====

Obliczając w podobny sposób maksymalną nastawę licznika wielokrotności dla danego przykładu lecz zakładając, że chcemy żeby 100 % min w ciągu swego okresu służby bojowej mogły poderwać okręty, otrzy-

mamy

$$I_{LW} \leq 2,525$$

=====

7. Ż y w o t n o ś ć i o k r e s s ł u ż b y b o j o w e j m i n .

W dotychczasowej literaturze fachowej można spotkać oba terminy występujące jako synonimy.

My pod żywotnością miny będziemy rozumieli okres od momentu postawienia jej do momentu utraty przez nią zdolności bojowej /zdolności rażącego oddziaływania na okręty/. Okresem służby bojowej min przyjęto nazywać okres, w ciągu którego miny postawione w morzu dla wykonania określonych zadań operacyjno-taktycznych zachowują swoje miejsce i zdolność bojową. Wyrażając się innymi słowami - dla ścisłości określenia - pod okresem służby bojowej min będziemy rozumieli okres od momentu przyjścia miny w bojowe położenie do momentu utraty przez nią zdolności bojowej lub swego miejsca w przestrzeni wodnej, to znaczy pozycji geograficznej i zanurzenia /warunek utrzymania stałej pozycji geograficznej nie dotyczy min pływających/.

Jeśli zatem żywotność min oznaczymy symbolem " T_z " a okres służby bojowej - " T_b ", to otrzymamy

$$T_b \leq T_z$$

Dzięki zastosowaniu w minach zegarów uzbrojenia i likwidatorów możemy okres służby bojowej dowolnie regulować. W danych taktyczno-technicznych podawany jest maksymalny okres służby bojowej, który dla różnych typów min jest różny, ale można go uogólnić w przybliżeniu na pewne grupy min; patrz tabela nr 29.

Okres służby bojowej min kotwicznych galwaniczno-uderzeniowych określa się żywotnością minlin i zależy od:

1. zanurzenia min;
2. geograficznych warunków rejonu stawiania /rejon zamknięty lub otwarty, klimat itd./;
3. meteorologicznych warunków rejonu /stan morza, siła wiatru/;
4. hydrologicznych warunków rejonu /głębokości, pływy i prądy, reżim lodowy, falowanie/;

5. budowy min /kształt kadłuba, budowa elementów łączących, pływalność miny, odporność przeciwkorozyjna minliny itp./.

Tabela 29

Teoretyczny maksymalny okres służby bojowej poszczególnych grup min dla średnich warunków fizyko-geograficznych.

| Grupa min | Podgrupa min | Okres służby bojowej w m-ch |
|----------------|--|-----------------------------|
| Miny kotwiczne | galwaniczno-uderzeniowe | 12-18 |
| | antenowe | 12-18 |
| | niekontaktowe | 6-12 |
| Miny denne | z urządzeniami zapalającymi, w których odbywa się ciągły pobór energii elektrycznej z baterii | 1-3 |
| | z urządzeniami zapalającymi, w których obwód zasilania zamyka się na krótkie okresy czasu przy przechodzeniu nadminą okrętu lub trału. | 12-18 |

W wyniku doświadczeń minionej wojny i trałowania powojennego ustalono, że okres służby bojowej tych samych typów min jest różny dla różnych teatrów morskich dzięki różnicy wymienionych elementów fizyczno-geograficznych warunków teatru.

W oparciu o analizę dostępnych materiałów z doświadczeń radzieckich dla Morza Bałtyckiego można zestawić następującą tabelę orientacyjną norm ubytku min kotwicznych galwaniczno-uderzeniowych w % od ogólnej ilości postawionych w zależności od charakteru rejonu; patrz tabela nr 30.

Tabela 30

Procentowy ubytek min kotwicznych galwaniczno-uderzeniowych w czasie w zależności od charakteru rejonu /zamknięty - otwarty/ i zanurzenia min dla Morza Bałtyckiego.

| Lata | 0,5 | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|------------|-----|----|----|-----------|-----------|-----|----|-----------|-----|----|-----|----|
| rejon h | z | o | z | o | z | o | z | o | z | o | z | o |
| 1-2 | 20 | 40 | 60 | 90 | 100 | 100 | - | - | - | - | - | - |
| 2-3 | 17 | 35 | 45 | 80 | 90 | 100 | 97 | - | 100 | - | - | - |
| 3-5 | 15 | 30 | 30 | 70 | 50 | 95 | 70 | 100 | 100 | - | 100 | - |
| 12 | 5 | 10 | 10 | 20 | 15 | 35 | 25 | 45 | 35 | 60 | 50 | 90 |
| 20 | - | 7 | 10 | 15 | 15 | 30 | 20 | 35 | 30 | 50 | 40 | 70 |
| 30 | - | 5 | 5 | 10 | 10 | 25 | 15 | 30 | 25 | 45 | 30 | 50 |
| 40 | - | 5 | 5 | 10 | 10 | 20 | 15 | 30 | 20 | 40 | 25 | 45 |

h - zanurzenie miny w ~~m~~etrach;
z - zamknięty;
o - otwarty.

Okres służby bojowej min kotwicznych antenowych określa się żywotnością anten, która zależy od:

1. materiału użytego do wyrobu anten /dotychczas stosowane są anteny miedziane i stalowe/;
2. zasolenia i temperatury wody;
3. zanurzenia miny;
4. fizyczno-geograficznych warunków rejonu.

Według danych amerykańskich żywotność anten miedzianych w zależności od zasolenia i temperatury wody na Morzu Północnym i Oceanie Atlantyckim waha się w granicach 7-15 miesięcy. Ze wzrostem zasolenia i temperatury pasożytnicze prądy galwaniczne płynące między dwiema antenami wzrastają i przyspieszają rozkład /zużycie/ anten. Ze względu na małe zasolenie na Morzu Bałtyckim podany czas można zwiększyć do 1,0-1,5 roku.

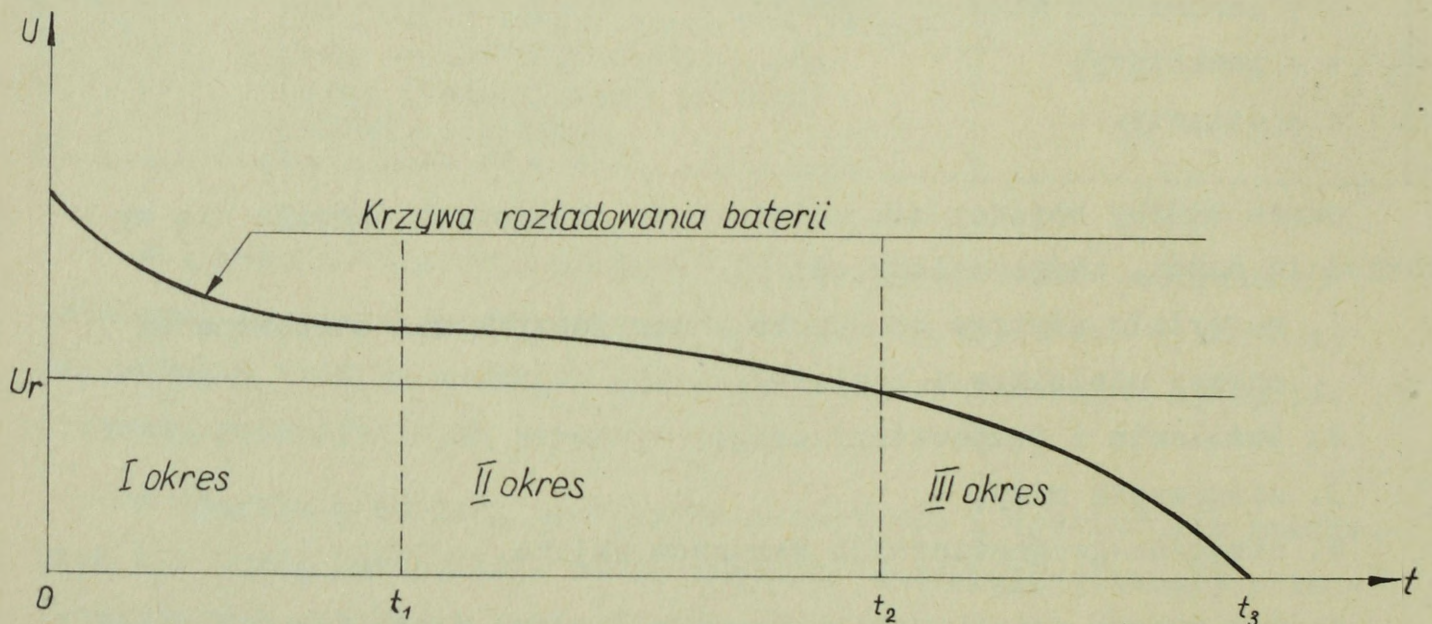
Okres służby bojowej kotwicznych min niekontaktowych limitowany jest żywotnością baterii.

Do chwili utraty swej żywotności przez anteny lub baterię ubytek kotwicznych min antenowych i niekontaktowych odbywa się podobnie jak w przypadku min galwaniczno-uderzeniowych w zależności od charakteru rejonu i zanurzenia, zgodnie z tabelą nr 30.

Okres służby bojowej min dennych zależy od żywotności baterii. Żywotność baterii standardowych używanych w gospodarce narodowej, które mogą być stosowane w minach wynosi dwa lata, natomiast żywotność współczesnych specjalnych baterii minowych - pięć lat.

Biorąc powyższe pod uwagę maksymalny okres służby bojowej min dennych może trwać od dwóch do pięciu lat.

W praktyce na okres ten składa się tylko część całkowitego okresu żywotności baterii. Całkowity okres żywotności baterii można podzielić na trzy okresy w zależności od napięcia na zaciskach baterii i miejsca, w którym ona znajduje się, co można przedstawiać następująco:



Rys. 31.

Na rysunku oznaczono:

- U_r - napięcie robocze urządzenia zapalającego miny;
- I - okres $/0, t_1/$ - okres przechowywania baterii w magazynach;
- II - okres $/t_1, t_2/$ - okres służby bojowej baterii w minie stojącej w morzu;

III okres $/t_2 t_3/$ - okres utraty żywotności baterii.

Z rysunku wynika, iż zwiększyć okres służby bojowej min, można stosując baterie z krótkim okresem przechowywania ich w magazynach. Ponieważ zapas min nagromadzany jest przez dłuższy okres pokojowy poprzedzający działania wojenne i zabezpieczenie dużej ilości baterii w ciągu krótkiego okresu czasu przed stawianiem min nie jest możliwe, stąd konieczność ciągłego utrzymywania zapasu baterii, które po upływie od 0,5 do 1 roku winny być wymienione na nowe.

Biorąc pod uwagę średnią /wynikającą z praktyki/ długość okresu I i III oraz średni rozchód energii na jałową pracę aparatury urządzeń zapalających różnych min możemy stwierdzić, że okres służby bojowej przy stosowaniu specjalnych baterii minowych winien wynosić od roku do dwóch lat. Tego rzędu wielkości okres służby bojowej podawany jest w danych taktyczno-technicznych min dennych. W oparciu jednak o doświadczenia z drugiej wojny światowej i trałowania powojennego należy stwierdzić, iż po tym okresie nie wszystkie miny tracą swoją zdolność bojową. Pewien procent min zachowuje zdolność bojową o wiele dłużej. Dzięki dużej stabilności temperatury na średnim poziomie i małej wilgotności panującej w komorze przyrządu zapalającego "szczególnie w minach stojących na większych głębokościach rejonu", pewien procent baterii zachowuje swą żywotność ponad okres limitowany. Jak wykazały doświadczenia laboratoryjne z niemieckimi i angielskimi urządzeniami zapalającymi dennych min niekontaktowych używanych w okresie drugiej wojny światowej, okres służby bojowej niektórych z nich wahał się od pięciu do ośmiu lat. Doświadczenia te były prowadzone w Związku Radzieckim i Anglii, głównie z niemieckimi minami magnetycznymi i urządzeniami zapalającymi typu "M-2" i "M-4" oraz z angielskimi minami indukcyjnymi typu "A-IV".

Powojenne trałowanie wykazało, że oddzielne miny denne zachowały zdolność bojową i były wytrałowywane po ośmiu i więcej latach.

Na Morzu Bałtyckim miny postawione w czasie wojny wytrałowywano do 1955 roku i tak w latach 1950-51 wytrałowano 106 min, a w latach 1952-55 - 10 min, w tym jedna przez polskie trałowce na torze wodnym portu Kołobrzeg. Jeśli według orientacyjnych obliczeń przyjąć, że na Bałtyku za okres drugiej wojny światowej postawiono 5000 min dennych, to w latach 1950-51 wytrałowano 2 %, a w latach 1952-55 - 0,2 %.

Powyższy znikomy procent nie ma znaczenia z punktu widzenia bojowego wykorzystania min w czasie wojny, odgrywa jednak poważną rolę z punktu widzenia bezpieczeństwa żeglugi w okresie powojennym. Doświadczenia te wskazują na celowość i ekonomiczne uzasadnienie stosowania w minach likwidatorów, które doprowadziłyby do utraty zdolności bojowej min zachowujących swą zdolność po limitowanym okresie służby bojowej. Dzięki zastosowaniu likwidatorów można uniknąć konieczności powojennego trałowania dla zapewnienia bezpieczeństwa żeglugi.

Dokładna znajomość okresu służby bojowej dla poszczególnych typów min, jego rozrzutu i procentowego ubytku w czasie jest warunkiem właściwego i optymalnego planowania taktyczno-operacyjnego wykorzystania uzbrojenia minowego na określony okres działań bojowych.

Z tabeli 30 widać, że skuteczność zagród minowych z min kotwicznych galwaniczno-uderzeniowych z czasem szybko maleje, szczególnie jeśli zagroda postawiona jest w rejonie otwartym i zanurzenie min jest małe. Przy zanurzeniu min od 1 do 5 m /typowe zanurzenie dla jednostek pływających na Bałtyku/ po roku czasu gęstość min w zagrodzie spada średnio o 50 % w rejonie zamkniętym i 75 % w rejonie otwartym.

Szczególnie bardzo małą żywotność posiadają przeciwdesantowe zagrody minowe z małych kontaktowych min kotwicznych typu "Jam" stojących w przybrzeżnych i otwartych rejonach o zanurzeniu 1-2 m. W zagrodach takich po upływie pół roku trzeba uzupełniać średnio około 50 % min, a w wypadku ostrej zimy /duża kora lodowa/ i więcej.

Uzupełnianie może odbywać się drogą wystawiania nowych linii min. Możliwość takiego uzupełniania istnieje, jeśli miny stawiane są z wysoką dokładnością i poszczególne linie min zajmują wąski pas wody, czyli stawiane są w postaci jednej nieprzerwanej linii przez okręty posiadające duży zapas min, jak specjalne stawiacze min lub inne jednostki przystosowane do tej roli.

Przy stawianiu zagród minowych przez małe jednostki posiadające mały zapas bojowy min poszczególne linie min składają się z szeregu odcinków przesuniętych względem siebie w głąb, przez co głębokość zagrody minowej niewspółmiernie wzrasta, a uzupełnianie tego typu zagród jest bardzo trudne lub wręcz niemożliwe. W tym wypadku zagrody minowe po odpowiednim czasie należy odnawiać drogą wytrałowania starych i wystawienia nowych zagród minowych.

Okoliczność ta obok szeregu innych walorów przemawia za celowością stosowania do stawiania obronnych zagród minowych stawiaczy min.

Mała żywotność zagród minowych z kontaktowych min kotwicznych przemawia również za udzieleniem w warunkach Morza Bałtyckiego pierwszeństwa minom dennym. W celu podniesienia żywotności zagród minowych bardziej celowe jest używanie min kontaktowych przeciw większym okrętom i transportowcom, gdyż w tym wypadku można zwiększyć zanurzenie min, co zwiększa okres ich służby bojowej.

8. E k o n o m i c z n e k o s z t y s t w o r z e n i a
w y m a g a n e g o s t o p n i a n i e b e z p i e c z e ń -
s t w a m i n o w e g o .

Wymienione kryterium posiada bardzo ważne znaczenie przy analizie opłacalności użycia min dla wykonania określonych zadań taktyczno-operacyjnych. Znając ekonomiczne koszty stworzenia wymaganego stopnia niebezpieczeństwa minowego można porównać je z identycznymi kosztami cechującymi inne rodzaje uzbrojenia lub z wartością przewidywanych strat przeciwnika na minach, których można oczekiwać przy danym stopniu zagrożenia. Otrzymane w ten sposób wyniki mogą stanowić cenne wskaźniki ułatwiające osiągnięcie optymalnego ilościowego i jakościowego stosunku przy planowaniu i wykorzystaniu min.

Ustalimy metodykę ujęcia rozpatrywanego kryterium w postaci wskaźnika liczbowego, który oznaczymy symbolem "C". Ogólna wartość wskaźnika "C" będzie składać się z

$$C = K_T / C_1 + C_2 + C_3 + C_4 / \quad 131$$

gdzie

- K_T - współczynnik uwzględniający rozkład kosztów w czasie;
- C_1 - koszt min niezbędnych dla zapewnienia wymaganego stopnia zagrożenia minowego dla określonych klas okrętów /typów statków/ przy określonej powierzchni lub szerokości zagrody minowej;
- C_2 - koszt eksploatacji niezbędnej ilości nosicieli min i innych urządzeń pomocniczych za czas załadowania i przygotowania min w porcie i na redzie;

- C_3 - koszt eksploatacji nosicieli min w ruchu za czas przygotowania i stawiania min oraz powrotu do bazy;
- C_4 - koszt przewidywanych strat nosicieli min /z zapasem min/ i sił zabezpieczających, których można oczekiwać w wyniku przeciwdziałania ze strony przeciwnika /koszty te występują tylko przy stawianiu zaczepnych zagród minowych u brzegów przeciwnika/.

Poszczególne składniki wyrażenia 131 dla obronnych zagród minowych można określić w sposób następujący:

$$1/ \quad K_T = \frac{T_{\text{zad}}}{T_b} \quad 132$$

gdzie/

T_{zad} - zadany okres czasu, w ciągu którego chcemy stworzyć wymagane zagrożenie minowe;

T_b - okres służby bojowej miny.

Uwaga: jeśli $T_{\text{zad}} < T_b$, to należy przyjmować $K_T = 1,0$.

$$2/ \quad C_1 = L_{\text{ZM}} \cdot n_m \cdot C_m \quad 133$$

gdzie

L_{ZM} - długość /szerokość/ zagrody minowej w Mm;

n_m - gęstość min w zagrodzie minowej;

C_m - cena jednej miny w tys. zł.

Gęstość min w zagrodzie minowej można obliczyć ze wzoru

$$n_m = \frac{\lg(1 - P_W)}{\lg\left(1 - \frac{B_r}{d}\right)} \cdot \left(\frac{1852}{d} + 1\right) \quad 134$$

pod warunkiem, że

$$N_L = \frac{\lg(1 - P_W)}{\lg\left(1 - \frac{B_r}{d}\right)} = 1, 2, \dots, n$$

$$i \ d \geq d_{\text{min}}$$

gdzie

N_L - ilość linii min składających się na zagrodę minową;

P_W - wymagane prawdopodobieństwo spotkania się okrętu chociażby z jedną miną przy przechodzeniu przez zagrodę minową;

B_y - szerokość strefy reagowania miny niekontaktowej.

Dla min kontaktowych zamiast B_y wstawiamy szerokość okrętu "b";

d - odstęp między minami w metrach;

d_{min} - minimalny dopuszczalny odstęp między minami w metrach.

Ze względu na pracochłonność obliczeń prowadzonych według wyrażenia 134 z zachowaniem podanych warunków, została obliczona /przy użyciu elektronicznej maszyny cyfrowej/ tabela nr 47, którą możemy posługiwać się; patrz załącznik nr 5.

$$3/ \quad C_2 = \frac{n_m \cdot L_{ZM}}{N_{z.b}} T_p \cdot C_{k1} \quad 135$$

gdzie

$N_{z.b}$ - zapas bojowy min jednego okrętu;

T_p - czas postoju okrętu w porcie dla załadowania min oraz z minami na redzie lub w rejonie zbiórki w godz.;

C_{k1} - godzinny koszt eksploatacji okrętu na postoju w morzu w tys. zł.

$$4/ \quad C_3 = \frac{n_m \cdot L_{ZM}}{N_{z.b}} \left(\frac{2S_k}{V_k} + \frac{L_{ZM}}{V_s} \right) C_{k2} \quad 136$$

gdzie

S_k - droga okrętu od rejonu zbiórki do rejonu stawiania min w Mm;

V_k - szybkość okrętu na przejściu morzem w węzłach;

C_{k2} - godzinny koszt eksploatacji okrętu w ruchu w tys. zł.;

V_s - szybkość okrętu przy stawianiu min w węzłach.

Podstawiając otrzymane zależności matematyczne 132, 133, 135 i 136 do wyrażenia 131 otrzymamy

$$C = \frac{T_{zad}}{T_b} \left[C_m + \frac{T_p \cdot C_{k1}}{N_{z.b}} + \left(\frac{2S_k}{V_k} + \frac{L_{ZM}}{V_s} \right) \frac{C_{k2}}{N_{z.b}} \right] L_{ZM} \cdot n_m \quad 137$$

Przy określaniu wartości czasu postoju okrętu " T_p " należy wychodzić z założenia, żeby okręt za czas

$$T = T_p + \frac{S_k}{V_k}$$

zdążył załadować pełny zapas min i przygotować je do postawienia,

czyli winien być zachowany następujący warunek:

$$T = T_p + \frac{S_k}{V_k} \geq \frac{N_{z.b}}{60} \left(\frac{t_z}{m_1} + \frac{t_p}{m} \right) + 1 \quad 138$$

gdzie:

- t_z - czas załadowania jednej miny na okręt w min.;
- t_p - czas przygotowania jednej miny do postawienia w minutach.
W zależności od rodzaju stawiacza min i typu min na " t_p "
składa się jeden, dwa lub trzy rodzaje przygotowań /wstęp-
ne, dodatkowe i końcowe przygotowanie min/;
- m_1 - ilość dźwigów ładujących równocześnie miny na okręt;
- m - ilość grup uzbrojenia min na okręcie.

W oparciu o normatywy zdjęte w czasie szkolenia bojowego i ćwiczeń naszych okrętów można przyjąć następujące czasy załadowania i przygotowania jednej miny; patrz tabela nr 31.

Tabela 31

Praktyczne średnie normatywy czasowe załadowania i przygotowania pojedynczych min będących u nas na uzbrojeniu, w minutach.

| Typ min | | Czas | | | | |
|-----------------------|-----------------------|------|-------|-----|------|------|
| | | Jam | 08/39 | KB | AGSB | KMD |
| Załadowania / t_z / | | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Przygotowania | wstępnego / t_w / | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 8,0 | 10,0 |
| | dodatkowego / t_d / | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 5,0 | 6,0 |
| | końcowego / t_k / | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |

Według danych Służby Broni Podwodnej Szefostwa Służb Technicznych i Uzbrojenia Marynarki Wojennej oraz Oddziału VII Sztabu Głównego Marynarki Wojennej ceny min będących u nas na uzbrojeniu kształtują się następująco; patrz tabela nr 32.

Tabela 32

Ceny min będących na uzbrojeniu Marynarki
Wojennej PRL.

| Typ min | Jam | 08/39 | KB | AGSB | AMD-500 | AMD-1000 | Protekt. wz. 1926 |
|------------|-------|-------|-------|-------|---------|---------------------|----------------------|
| Cena zł | 10400 | 14000 | 23700 | 35500 | 34600 | 32200 ^{*/} | 32000 |

^{*/} Uwzględniono cenę kompletu miny ćwiczebnej i materiału wybuchowego.

R o z d z i a ł V

ANALIZA TAKTYCZNYCH WŁAŚCIWOŚCI RÓŻNYCH RODZAJÓW NOSICIELI MIN I ICH MOŻLIWOŚCI

1. R o z w a ż a n i a w s t ę p n e .

Do stawiania min mogą być użyte okręty nawodne, podwodne i lotnictwo. Potwierdzone to zostało praktycznie w czasie drugiej wojny światowej.

Do okrętów nawodnych, które w czasie drugiej wojny światowej używane były do stawiania min, należy zaliczyć:

1. stawiacze min specjalnej budowy;
2. stawiacze min przebudowane ze statków handlowych;
3. okręty bojowe od kutrów torpedowych do lekkich krążowników.

Stawiacze min specjalnej budowy oraz przebudowane ze statków handlowych były stosowane głównie do stawiania obronnych zagród minowych. Na przykład, Anglicy przy stawianiu tak zwanej "Zagrody Północnej" użyli osiem dużych stawiaczy min przebudowanych ze statków handlowych, z których każdy zabierał 660 min, a przy stawianiu systemu zagród minowych między Orkadami i Islandią pięć statków dostosowanych do stawiania min zabierających średnio po 250 min. Do stawiania obronnych zagród minowych w Zatoce Fińskiej przez Flotę Bałtycką ZSRR był wykorzystywany stawiacz min specjalnej budowy—"Oka". Obecnie na Bałtyku państwa wchodzące w skład paktu NATO /NRF i Dania/ dysponują trzynastoma stawiaczami min, które jednorazowo zabierają 5160 min. Użycie stawiaczy min posiadających duży zapas bojowy min ($N_{z.b}$) do stawiania zagród minowych obniża, w porównaniu z innymi jednostkami, ekonomiczne koszty stworzenia wymaganego stopnia zagrożenia minowego i skraca czas niezbędny dla wystawienia tych zagród, co widać z wyra-

żenia 137.

Mała odporność na przeciwdziałanie ze strony przeciwnika, mała szybkość i konieczność zaangażowania poważnych sił do zabezpieczenia bojowego sprawia, że stawiacze min nie były używane do stawiania zaczepnych zagród minowych.

W początkowej fazie drugiej wojny światowej do stawiania min w celach zaczepnych w wodach przybrzeżnych przeciwnika były szeroko stosowane niszczyciele.

Na przykład w styczniu 1940 r. niszczyciele brytyjskie postawiły miny w Zatoce Helgolandzkiej, a 3 marca tegoż roku niszczyciel "Esk", "Express", "Izarus" i "Impulsive" postawiły 240 min na przybrzeżnych niemieckich liniach komunikacyjnych.*/ Również i Niemcy wykorzystywali szeroko niszczyciele do stawiania zaczepnych zagród minowych. Początkowo działalność zagrodowa niszczycieli zabezpieczana była przez jednostki większe, głównie krążowniki. Ten rodzaj działalności zagrodowej okazał się jednak niekorzystny, gdyż duże okręty zabezpieczające były zagrożone ze strony okrętów podwodnych i lotnictwa przeciwnika i ponosiły poważne straty.

Za przykład może służyć uszkodzenie dwóch niemieckich krążowników "Nürnberg" i "Leipzig" przez patrolujący w Zatoce Helgolandzkiej angielski okręt podwodny "Salmon" w nocy z 12 na 13 grudnia 1939 r., podczas gdy trzy krążowniki oczekiwały na powrót pięciu niszczycieli stawiających zaczepne zagrody minowe w rejonie ujścia rzeki Tyne.

Od tego czasu w niemieckim kierownictwie wojny morskiej /Seekriegsleitung/ ugruntowało się zdanie, iż najważniejszym atutem niszczycieli jest ich duża szybkość, zaś krążowniki w tego rodzaju operacjach są raczej zawadą niż pomocą.

Przy pomocy niszczycieli stawiane były również zaczepne zagrody minowe przez Niemców i Bałtycką Flotę ZSRR na Morzu Bałtyckim. Z okrętów nawodnych na szczególną uwagę zasługują doświadczenia Związku Radzieckiego w wykorzystaniu kutrów torpedowych do stawiania zaczepnych zagród minowych.

Za okres wojny radzieckie kutry torpedowe postawiły na Bałtyku 2087**/ min. Kutry torpedowe dzięki swej małej sylwetce i dużej szyb-

*/ Jerzy Lipiński - "Druga wojna światowa na morzu" str.64.

**/ j.w. "Taktyczne właściwości min i ich bojowe zastosowanie przez okręty nawodne", tabl.23 str.186, wyd. tajne, MON 1956 r.

kości zdolne są, jak wykazało doświadczenie, do stawiania min w wodach przybrzeżnych przeciwnika nie ponosząc poważniejszych strat. Inne okręty nawodne, jak dozorowce i trałowce były angażowane do stawiania obronnych zagród minowych. Na szczególną uwagę, w operacjach minowo-zagrodowych o charakterze zaczepnym, zasługują okręty podwodne ze względu na możliwość skrytego stawiania min oraz lotnictwo ze względu na duże szybkości i zdolności przenikania we wszystkie rejony z tyłowymi /zalewy, jeziora, rzeki/ włącznie.

Analizując doświadczenia drugiej wojny światowej, możliwości nowych środków wykrywania i broni raketowej oraz biorąc pod uwagę hydrologiczne i geograficzne warunki można stwierdzić, że we współczesnych warunkach na Morzu Bałtyckim zaczepne zagrody minowe można stawiać przy pomocy samolotów, małych okrętów podwodnych oraz małych i szybkich jednostek nawodnych, jak kutry torpedowe i ścigacze okrętów podwodnych. Stwierdzenie powyższe jest oczywiste, ale nie daje pełnego obrazu, gdyż nie jest oparte na żadnych wskaźnikach liczbowych obrazujących, w jakim stopniu celowo jest użyć tych lub innych rodzajów i typów nosicieli min.

Aby ocenić możliwości okrętów nawodnych i podwodnych oraz samolotów jako nosicieli min, należałoby wyprowadzić kryteria oceniające ich efektywność przy użyciu do stawiania zaczepnych i obronnych zagród minowych.

Do kryteriów takich można zaliczyć:

1. odporność nosicieli min na przeciwdziałanie ze strony przeciwnika;
2. koszt produkcji lub aktualna wartość nosicieli;
3. promień taktyczny lub zasięg nosiciela;
4. zapas bojowy min - ilość min, jaką jednorazowo zabiera dany okręt lub samolot;
5. dokładność postawienia min;
6. niezbędny czas na postawienie min.

Celem oceny możliwości poszczególnych rodzajów nosicieli min przy stawianiu zaczepnej zagrody minowej należy rozpatrzyć wszystkie wymienione kryteria, natomiast przy stawianiu obronnych zagród minowych jedynie trzy ostatnie. Dokładne rozpatrzenie wymienionych kryteriów dla wszystkich rodzajów nosicieli min przy działalności minowo-zagrodowej o charakterze obronnym i zaczepnym zajęłoby zbyt wiele

miejsca, toteż ograniczymy się do ogólnych zasad metodologicznych, mogących stanowić punkt wyjściowy do głębszej i bardziej wszechstronnej analizy danego problemu.

Rozpatrzmy zatem pokrótce poszczególne kryteria.

2. O d p o r n o ś ć n o s i c i e l i m i n n a
p r z e c i w d z i a ł a n i e z e s t r o n y p r z e -
c i w n i k a .

Pod odpornością nosicieli min na przeciwdziałanie ze strony przeciwnika będziemy rozumieli szansę pomyślnego wykonania zadania /postawienia min w wodach przybrzeżnych przeciwnika lub w wodach kontrolowanych przez jego siły/ przez okręty lub samoloty w warunkach przeciwdziałania. Odporność ta, ogólnie biorąc, zależy od bardzo wielu różnorodnych elementów i czynników, szczegółowe uwzględnienie których jest praktycznie niemożliwe. Ażeby uniknąć obszernych i skomplikowanych rozważań teoretycznych, uwzględnimy tylko zasadnicze czynniki i to w sposób uproszczony.

Wprowadzimy wskaźnik pomyślności wykonania zadania " K_w " będący funkcją parametrów określających w sposób jednoznaczny wpływ zasadniczych czynników na wykonanie zadania

$$K_w = f(t, P, z, n) \quad 139$$

gdzie

- t - średni czas skutecznego oddziaływania sił i środków przeciwnika na nosiciela min;
- P - średnie prawdopodobieństwo rażenia nosiciela przez poszczególne rodzaje uzbrojenia przeciwnika;
- z - prawdopodobna ilość różnych rodzajów sił i środków /uzbrojenia/ przeciwnika przeciwdziałających wykonaniu zadania;
- n - średnia ilość uderzeń lub trafień niezbędnych do zatopienia /zniszczenia/ lub wyprowadzenia z sztyku nosiciela min.

Wymienione parametry można przyjąć za równorzędne co do ich wagi i funkcję 139 przedstawić w formie iloczynu

$$K_w = \frac{1}{t_{\text{śr}}} \left(1 - P_{\text{śr}} \right) \cdot \frac{1}{z} \cdot n_{\text{śr}} \quad 140$$

A zatem wskaźnik pomyślności wykonania zadania $/K_w/$ jest wprost proporcjonalny do średniej ilości niezbędnych trafień $/n_{\text{śr}}/$ i prawdopodobieństwa uniknięcia ich $/1 - P_{\text{śr}}/$ a odwrotnie proporcjonalny do ilości sił i środków przeciwnika $/z/$ i średniego skutecznego czasu oddziaływania ich $/t_{\text{śr}}/$.

W warunkach, gdy istnieje jeden rodzaj zagrożenia ze strony przeciwnika oraz podstawiając

$$t_{\text{śr}} = \frac{S_{\text{śr}}}{V_k}$$

wyrażenie 140 przybierze następującą postać:

$$K_w = \frac{V_k}{S_{\text{śr}}} \cdot (1 - P_{\text{śr}}) \cdot n_{\text{śr}} \quad 141$$

Jeśli istnieje szereg różnorodnych zagrożeń, to możemy przyjąć że

$$S_{\text{śr}\Sigma} = \frac{1}{z} \sum_{i=1}^z S_i \quad 142$$

$$n_{\text{śr}\Sigma} = \frac{1}{z} \sum_{i=1}^z n_i \quad 143$$

$$1 - P_{\text{śr}\Sigma} = \prod_{i=1}^z (1 - P_i) \quad 144$$

lub

$$1 - P_{\text{śr}} = (1 - P_i)^z; \quad \text{jeśli } P_1 \approx P_2 \approx \dots \approx P_z$$

Podstawiając wyrażenia 142, 143 i 144 do wzoru 141 otrzymamy

$$K_w = \frac{V_k \sum_{i=1}^z n_i}{\sum_{i=1}^z S_i} \prod_{i=1}^z (1 - P_i) \quad 145$$

W celu przykładowego i prowizorycznego określenia wartości współczynnika K_w dla naszych nosicieli min będziemy prowadzić wyliczenia nie według wzoru 145, lecz według bardziej uproszczonego wzoru

$$K_w = \frac{V_k}{S_{srz}} n_{sr} (1 - P_{sr})^z \quad 146$$

zakładając, że

$$\prod_{i=1}^z (1 - P_i) \approx \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^z P_i}{z}\right)^z$$

Posługując się wzorem 146 obliczymy orientacyjną wartość wskaźnika K_w dla naszych okrętów i samolotów przy stawianiu zaczepnych zagród minowych w warunkach Morza Bałtyckiego na podejściu do cieśnin Duńskich.

Biorąc pod uwagę dane taktyczno-techniczne naszych możliwych nosicieli min i zasięg wykrycia ich w trudnych warunkach widoczności systemem obserwacji technicznej, możliwe rodzaje zagrożenia oraz zasięg skutecznego oddziaływania poszczególnych sił i środków bojowych przeciwnika przy podejściu w rejon jego wód przybrzeżnych, możemy przyjąć następujące przybliżone wartości parametrów: z , V_k i S_{sr} ; patrz tabela nr 33.

Tabela 33

| Nazwa nosiciela | Ni | DS | TRB | KT | OP | Samolot | Śmigłowiec |
|-----------------|--------|---------|------|---------|-----|---------|------------|
| typ nosiciela | 30 bis | 122 bis | 254M | 183 bis | 613 | Ił-28 | Mi-4M |
| V_k /węzły/ | 25 | 18 | 15 | 40 | 6 | 300 | 80 |
| z | 6 | 5 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| S_w /Mm/ | 20 | 15 | 15 | 10 | 10 | 40 | 30 |

Analizując stopień zagrożenia nosicieli przez poszczególne rodzaje uzbrojenia i ich odporność bojową możemy w przybliżeniu przyjąć następujące wartości P_{sr} i n_{sr} ; patrz tabela nr 35.

Tabela 34

| Nazwa nosiciela | Ni | | DS | | TRB | | KT | | OP | | Samolot | | Śmigłowiec | |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | P _{śr} | n _{śr} | P _{śr} | n _{śr} | P _{śr} | n _{śr} | P _{śr} | n _{śr} | P _{śr} | n _{śr} | P _{śr} | n _{śr} | P _{śr} | n _{śr} |
| Rodzaj zagrożenia | | | | | | | | | | | | | | |
| artyleria raketowa | 0,3 | 1 | 0,4 | 1 | 0,5 | 1 | - | - | - | - | 0,5 | 1 | 0,5 | 1 |
| artyleria nabrzeżna | 0,1 | 7 | 0,1 | 2 | 0,1 | 2 | 0,10 | 1 | - | - | 0,05 | 1 | 0,1 | 1 |
| lotnictwo | 0,2 | 1 | 0,3 | 1 | 0,3 | 1 | 0,10 | 5 | 0,1 | 1 | 0,2 | 1 | 0,2 | 1 |
| okręty nawodne | 0,3 | 1 | 0,1 | 4 | 0,1 | 4 | 0,10 | 2 | 0,2 | 1 | 0,05 | 4 | 0,15 | 4 |
| okręty podwodne | 0,3 | 1 | - | - | - | - | - | - | 0,2 | 1 | - | - | - | - |
| miny | 0,3 | 1 | 0,2 | 1 | 0,2 | 1 | - | - | 0,3 | 1 | - | - | - | - |
| P _{śr} i n _{śr} | 0,25 | 2 | 0,22 | 1,8 | 0,24 | 1,8 | 0,1 | 2,7 | 0,2 | 1 | 0,20 | 1,8 | 0,23 | 1,8 |

Podstawiając wartości zawarte w tabelach nr 33 i 34 do wzoru 146 obliczymy wartości wskaźnika K_w dla poszczególnych nosicieli min i wyniki zestawimy w tabelę nr 35.

Tabela 35

Wartości wskaźnika pomyślności wykonania zadania w liczbach bezwzględnych i względnych.

| Nazwa nosiciela | Ni | DS | TRB | KT | OP | Samolot | Śmigłowiec |
|-----------------|-------|-------|-------|------|-------|---------|------------|
| K_w | 0,444 | 0,624 | 0,456 | 7,88 | 0,246 | 5,52 | 1,69 |
| K_w^1 | 17,5 | 12,5 | 17,0 | 1,00 | 32,0 | 1,5 | 4,5 |

Z tabeli nr 36 widać, iż największą wartość wskaźnika " K_w " otrzymaliśmy dla kutra torpedowego, a najmniejszą dla okrętu podwodnego, co oznacza, że największą szansę pomyślnego wykonania zadania ma kuter torpedowy.

W tabeli podano również wartości stosunku wskaźników " K_w " poszczególnych nosicieli min do wskaźnika największego /dla kutra torpedowego/, które pozwalają ocenić, o ile szanse pomyślnego wykonania zadania innych nosicieli są mniejsze w porównaniu z kutrem torpedowym.

Stosunek:

$$K_w^1 = \frac{K_{w\max}}{K_{wx}} \quad 147$$

będziemy nazywali względnym wskaźnikiem pomyślności.

Wprowadzony wskaźnik K_w lub K_w^1 nie jest miernikiem absolutnym i nie może służyć jako kryterium wykonalności zadania przez dany typ okrętu lub samolotu wzięty oddzielnie. Może natomiast służyć jako kryterium porównawcze stopnia możliwości wykonania zadania przy rozpatrywaniu różnych typów nosicieli min lub jednego z nich przy analizie różnych wariantów, to znaczy różnych wartości parametrów wyjściowych. Jest to zatem metoda względna, lecz zmierzalna, która pozwala sposobem analitycznym określić jakie okręty lub samoloty mogą z większą szansą wykonać zadanie przed innymi. Dzięki uwzględnieniu kilku zasadniczych czynników decydujących o możliwości pomyślnego wykonania

zadania operator popełni mniejszy błąd posługując się tą metodą niż własną intuicją i doświadczeniem, gdyż istnieje duże prawdopodobieństwo przecenienia jednych czynników i niedoceny innych lub zasugerowania się czynnikami drugorzędnymi.

I tak, według obliczonych przybliżonych szans powodzenia przy stawianiu zaczepnych zagród minowych, wymienione nosiciele min należałoby uszeregować w następującej kolejności:

1. kuter torpedowy;
2. samolot;
3. śmigłowiec;
4. duży ścigacz okrętów podwodnych;
5. trałowiec bazowy;
6. niszczyciel;
7. okręt podwodny.

Powyższa kolejność ustalona według jednego wskaźnika nie może być miarodajna.

3. Koszt produkcji lub aktualna wartość nosiciela.

Wartość danego nosiciela min rzutuje na wielkość możliwych strat, które możemy ponieść w wypadku zatopienia go przez nieprzyjaciela. Wprowadzimy zatem wskaźnik wartości " K_c ", za który, ogólnie biorąc, może służyć koszt produkcji danego nosiciela min w mln złotych, a bardziej szczegółowo, aktualna wartość nosiciela.

Przy uwzględnieniu aktualnej wartości wskaźnik " K_c " możemy obliczyć następująco:

$$K_c = C_{pr} - C_{pr} \frac{W_a}{W_n} = C_{pr} \left(1 - \frac{W_a}{W_n} \right), \quad 148$$

gdzie

- C_{pr} - cena produkcji nosiciela min w mln złotych;
- W_a - aktualny wiek nosiciela w latach;
- W_n - wiek normatywny /żywołność jednostki/ w latach.

Dla uproszczenia końcowej punktacji nosicieli min, podobnie jak w paragrafie poprzednim, celowe jest wprowadzenie względnego wskaźnika wartości będącego stosunkiem

$$K_c^1 = \frac{K_{cmin}}{K_{cx}}$$

149

Według przybliżonych danych w odniesieniu do kosztów produkcji poszczególnych klas i typów naszych nosicieli min po zaokrągleniu można przyjąć następujące wartości wskaźnika " K_c^1 "; patrz tabela nr 36.

Tabela 36

| Nazwa nosiciela | Ni | DS | TRB | KT | OP | Samolot | Śmigłowiec |
|-----------------|-----|----|-----|----|----|---------|------------|
| K_c^1 | 100 | 7 | 8 | 6 | 30 | 2 | 1 |

Mnożąc otrzymane względne wskaźniki K_w^1 i K_c^1 przez siebie, otrzymamy względny wskaźnik możliwych strat przy wysyłaniu tych lub innych typów nosicieli min na stawianie zaczepnych zagród minowych. W odniesieniu do naszych okrętów i samolotów otrzymamy następujące wartości; patrz tabela nr 37.

Tabela 37

| Nazwa nosiciela | Ni | DS | TRB | KT | OP | Samolot | Śmigłowiec |
|---------------------|------|------|-----|-----|-----|---------|------------|
| $K_w^1 \cdot K_c^1$ | 1750 | 87,5 | 136 | 6,0 | 960 | 3,0 | 4,5 |

Z tabeli 37 wynika, że najbardziej opłacalne jest użycie do stawiania zaczepnych zagród minowych samolotów i kutrów torpedowych. W świetle otrzymanych wyników kolejność rozpatrzonych nosicieli min pod względem celowości użycia ich do stawiania zaczepnych zagród minowych będzie następująca:

1. samolot;
2. śmigłowiec;
3. kuter torpedowy;
4. duży ścigacz OP;
5. trałowiec bazowy;
6. okręt podwodny;
7. niszczyciel.

4. Promień taktyczny nosicieli min.

Analizując prawdopodobny rejon stawiania zaczepnych zagród minowych na Morzu Bałtyckim, jakim jest zachodnia część Morza Bałtyckiego, możemy stwierdzić, iż ze względu na promień taktyczny działalność żadnego z rozpatrywanych typów nie jest ograniczona. Najmniejszy promień taktyczny z rozpatrywanych okrętów posiadają kutry torpedowe.

Biorąc pod uwagę promień **taktyczny** działań naszych kutrów torpedowych projektu "183 bis", który wynosi 240 Mm i **przyjmując** bazowanie ich w zachodnich portach polskich i portach NRD widzimy, że obejmują one swym zasięgiem cały rejon zachodniej części Morza Bałtyckiego. Odległości między poszczególnymi punktami na wybrzeżu NRF, Danii, Szwecji oraz NRD i Polski są stosunkowo małe i nie przekraczają połowy promienia taktycznego kutrów torpedowych, przy uwzględnieniu dogodnych punktów wyjściowych, co wynika z tabeli nr 38. Dzięki małym odległościom kutry torpedowe mogą pokonywać je przy wykonywaniu zadań minowych z pełną szybkością - co skróci czas wykonania zadania i pozwoli im w pewnym stopniu wykorzystać czynnik zaskoczenia przeciwnika.

Tabela 38

Odległość między punktami na wybrzeżu zachodniej części Morza Bałtyckiego w milach morskich.

| Punkty na wybrzeżu Danii i Szwecji \ Punkty na wybrzeżu NRD i Polski | Latarnia Hestehoved | Latarnia Mon | Latarnia Stevns | Latarniowiec Falsterborev | Latarnia Trelleborg | Latarnia Snygehuk | Latarnia Ystad | Latarnia Sandhammaren | R.C. Hasle | Latarnia Ronne |
|--|---------------------|--------------|-----------------|---------------------------|---------------------|-------------------|----------------|-----------------------|------------|----------------|
| Darsser | 23 | 27 | | | | | | | | |
| Dornbusch | 35 | 28 | 46 | 43 | | | | | | |
| Arkona | | 34 | 49 | 43 | 41 | 39 | 45 | 47 | 52 | 49 |
| Ranzow | | | | | | | | 50 | 50 | 46 |
| Sassnitz | | 52 | 67 | 61 | 59 | 57 | 63 | 57 | 57 | 49 |
| Świnoujście | | 90 | 105 | 99 | 97 | 95 | 101 | 83 | 83 | 89 |
| Punkt najbliższy | 23 | 27 | 46 | 43 | 41 | 39 | 45 | 47 | 50 | 46 |

Uwaga: odległości ujęte w tabeli mierzone są od izobaty pięciometrowej głębokości przy punktach własnych od izobaty dziesięciometrowej głębokości przy punktach obcych z zaokrągleniem w górę do liczby całkowitej.

5. Z a p a s b o j o w y m i n .

Zapasem bojowym min przyjęto nazywać - ilość min, jaką okręt może przyjąć jednorazowo na pokład. Jest to ważny wskaźnik, gdyż rzutuje na wielkość zagrody minowej, jaką może postawić (okręt /samolot/ za jednym wyjściem /wylotem/, a zatem i na ilość określonych typów nosicieli min niezbędnych do postawienia zagrody minowej wymaganej wielkości i gęstości w żądanym czasie.

Zapas bojowy lub inaczej pojemność ładunkowa min poszczególnych klas okrętów i typów samolotów jest różna dla różnych typów min.

Dla naszych klas okrętów, typów samolotów i min zapas bojowy podaje tabela nr 39.

Tabela 39

Zapas bojowy min naszych okrętów i samolotów /N_{z.b.}/

| Typ no- siciela Typ min | Ni | DSiTRB | KT | OP | | Samolot | | Śmigłowiec |
|-----------------------------------|-------|------------|--------|-----|-----|---------|------|------------|
| | 30bis | 122i254bis | 183bis | 615 | 613 | Ił28 | Tu16 | Mi-4M |
| "Jam" | 178 | 38 | - | - | - | - | - | - |
| "08/39" | 86 | 18 | - | - | - | - | - | - |
| "KB" lub "AGSB" | 54 | 12 | 8 | - | - | - | - | - |
| "AMD-500" | 58 | 12 | 18 | 4 | 8 | 2 | 8 | 2 |
| "AMD-1000" | 40 | 8 | 10 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 |

Wprowadzimy wskaźnik pojemności ładunkowej min dla poszczególnych typów nosicieli /K_N/ przy założeniu jednakowych możliwych strat w czasie stawiania zaczepnej zagrody minowej, który można obliczyć następująco:

$$K_N = \frac{K_{S_{max}}}{K_{S_X}} \cdot N_{z.b} \quad 150$$

gdzie

$$K_{S_i} = K_{W_i}^1 \cdot K_{C_i}^1$$

6. Dokładność postawienia min.

W niniejszym paragrafie rozpatrzemy wpływ dokładności prowadzenia nawigacji na dokładność postawienia min w wyznaczonym rejonie i wynikające stąd wymagania, którym winny odpowiadać nosiciele min przy stawianiu zaczepnych zagród minowych.

Zaczepne zagrody minowe będą stawiane głównie na:

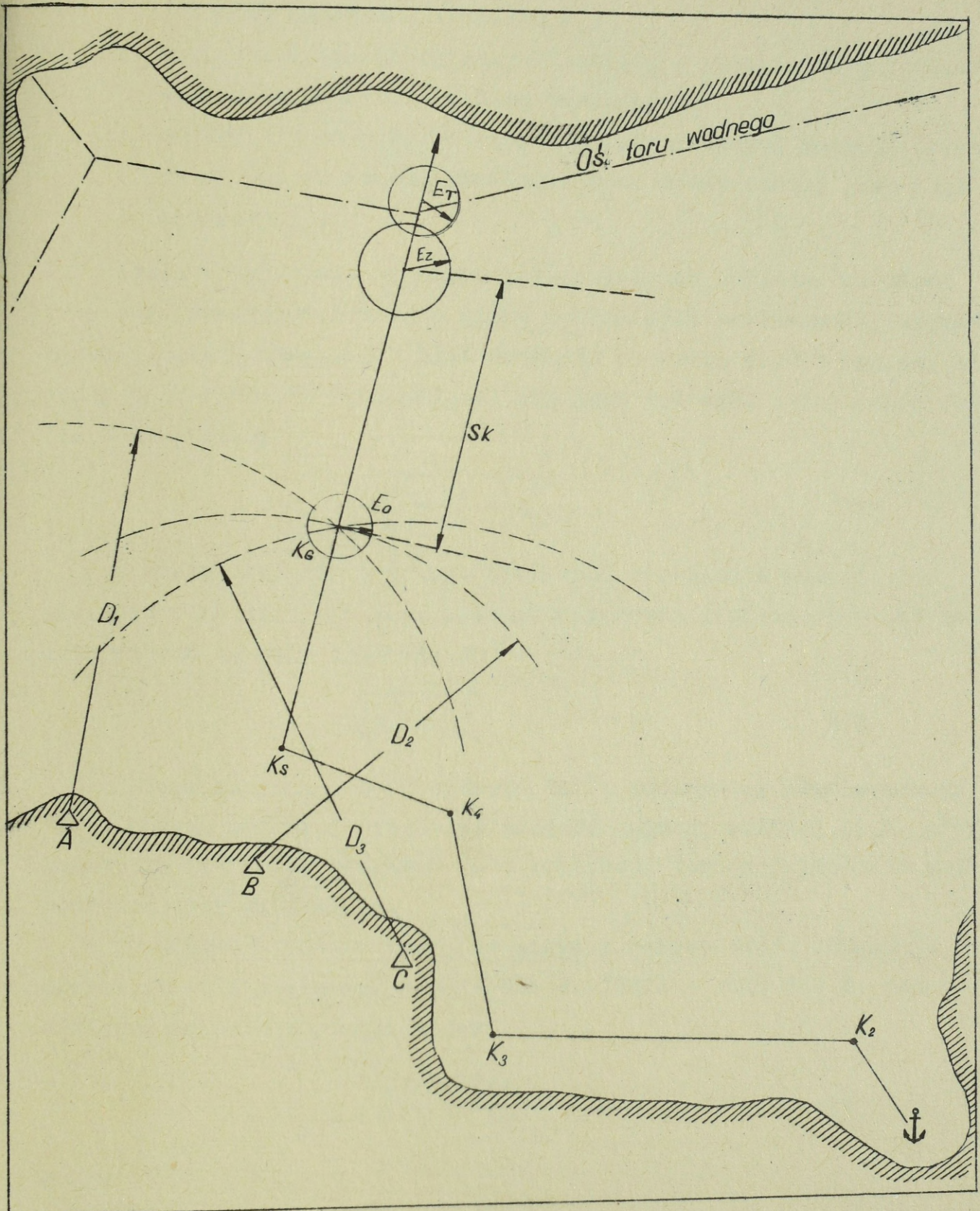
- przybrzeżnych torach wodnych przeciwnika;
- redach, kotwicowiskach i rejonach manewrowych przeciwnika;
- prawdopodobnych lub określonych kursach okrętów przeciwnika.

We wszystkich wymienionych przypadkach mamy do czynienia z ograniczonym rejonem, w granicach którego należy postawić miny. Rozpatrzmy dokładność postawienia zaczepnej zagrody minowej na przybrzeżnym torze wodnym posługując się rysunkiem nr 32.

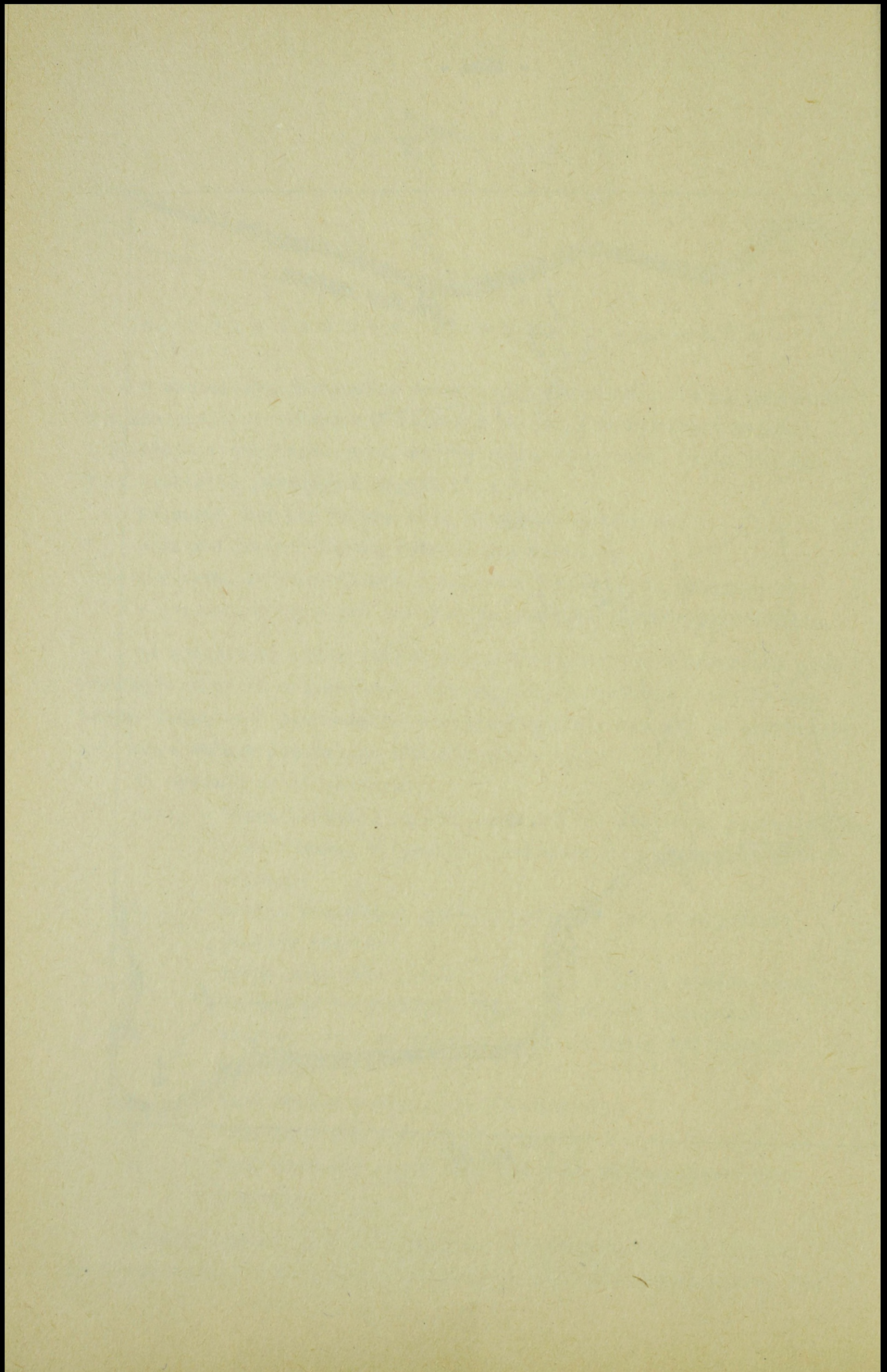
Na rysunku nr 32 oznaczono:

- $K_1 + K_6$ - droga okrętu z punktu bazowania do ostatniej pozycji obserwowanej w oparciu o brzegowe punkty oparcia geodezyjnego;
- $D_{1,2,3}$ - zasięg wizualnych geodezyjnych lub radiometrycznych punktów oparcia;
- S_K - droga nosiciela min od ostatniej pozycji obserwowanej do punktu rozpoczęcia stawiania min wg zliczenia;
- D - długość osi toru wodnego od linii brzegowej naszego wybrzeża;
- E_O - błąd środkowy pozycji obserwowanej;
- E_Z - błąd środkowy pozycji zliczonej;
- E_T - błąd środkowy określenia osi toru wodnego przez rozpoznanie.

Widzimy, że na ogólną dokładność postawienia zagrody minowej na torze wodnym w stosunku do faktycznej osi toru wpływają trzy ro-



Rys 32



dzaje dokładności:

1. dokładność określenia osi toru wodnego przeciwnika przez nasze siły i środki rozpoznania, miarą którego jest błąd środkowy oznaczony symbolem E_T ;
2. dokładność zliczonej pozycji okrętu w punkcie rozpoczęcia stawiania min - miarą błąd środkowy E_Z ;
3. dokładność określenia ostatniej obserwowanej pozycji okrętu na drodze do rejonu stawiania min, miarą której jest błąd środkowy E_O .

Jeśli przyjmujemy za miarę poszczególnych dokładności błędy środkowe /prawdopodobne/, to miarą dokładności postawienia zagrody minowej będzie sumaryczny błąd środkowy rozrzutu środka zagrody minowej w stosunku do rzeczywistej osi toru wodnego, który można określić według wzoru

$$E_S = \sqrt{E_T^2 + E_Z^2 + E_O^2} \quad 151$$

W przypadku, gdy istnieje możliwość określenia pozycji rozpoczęcia stawiania min przy pomocy brzegowych geodezyjnych lub radiometrycznych punktów oparcia, to

$$E_S = \sqrt{E_T^2 + E_O^2} \quad 152$$

Znając szerokość toru wodnego "S" i sumaryczny błąd środkowy " E_S ", możemy określić niezbędną długość zagrody minowej " L_Z ", przy pomocy której można przykryć całą szerokość toru z określonym prawdopodobieństwem przykrycia.

Prawdopodobieństwo tego, że zagroda minowa swoją długością przykryje całą szerokość toru wodnego, jeśli $L_Z \cdot \sin \theta < S$, można obliczyć wg następującego wzoru:

$$P_{p,T} = \Phi \left(\frac{L_Z \cdot \sin \theta - S}{2E_S} \right) \quad 153$$

gdzie

- $P_{p,T}$ - prawdopodobieństwo przykrycia toru;
- L_Z - długość linii min;
- θ - kąt spotkania /kąt, pod którym linia min przecina oś toru wodnego/;
- E_S - sumaryczny błąd środkowy rozrzutu zagrody minowej.

Jeśli $L_z \sin \theta < S$, to według wzoru 153 można obliczyć prawdopodobieństwo postawienia zagrody minowej w granicach toru wodnego.

Oznaczenia L_z , θ i S przedstawione są na rysunku nr 33. Przekształcając wzór 153 możemy znaleźć niezbędną dla przykrycia długość linii min

$$L_z = (S + 2\eta E_s) \cos \theta \quad 154$$

η - argument funkcji de Moivre'a, Laplace'a przyjmujący wartość od 0 do 5 w zależności od wymaganego prawdopodobieństwa przykrycia szerokości toru wodnego zagrodą minową

$$(P_{p.T} = \hat{\Phi}(\eta).)$$

W praktyce celowe jest przyjmować $\eta = 2,5+3$, co zabezpiecza $P_{p.T} = 90,00+95,69$ %. Dążenie do większego prawdopodobieństwa znacznie zwiększa długość zagrody minowej, a zatem ilość niezbędnych min oraz ich nosicieli.

Przyjmując $P_{p.T} = 95$ %, otrzymamy wzór roboczy

$$L_z = (S + 6 E_s) \cos \theta \quad 155$$

Kąt spotkania " θ " będziemy wybierać w zależności od wymaganej gęstości min wzdłuż linii prostopadłej do osi toru, a zatem również i do kursów pływających po nim okrętów nieprzyjaciela. Przy kącie spotkania $\theta = 90^\circ$ i minimalnym odstępem między minami " d_{\min} " gęstość min oznaczymy symbolem " n_0 ". W celu zapewnienia wymaganego prawdopodobieństwa poderwania się okrętu przeciwnika na zagrodzie minowej niezbędna będzie często większa gęstość min, którą nazwiemy gęstością wymaganą i oznaczymy symbolem n_w .

Gęstość n_0 dla poszczególnych typów min jest wartością stałą i wynosi

$$n_0 = \frac{1852 + d_{\min}}{d_{\min}} \quad 156$$

Gęstość " n_w " dla wymaganego prawdopodobieństwa spotkania się okrętu z miną przy określonych wartościach d_{\min} i B_g możemy wybrać z tabeli nr 44; patrz załącznik nr 3.

Znając n_o i n_w można określić wymagany kąt θ , gdyż

$$\theta = \text{arc sin } \frac{n_o}{n_w} \quad 157$$

Wychodząc z wzoru 153 możemy również określić, przy jakiej szerokości toru wodnego /rejonu/ okręt lub grupa okrętów może postawić zagrodę minową z wymaganym prawdopodobieństwem postawienia jej w granicach toru wodnego, jeśli długość zagrody minowej $L_z < S$, a sumaryczny błąd dokładności postawienia min wynosi E_s .

Żeby przy dużej dokładności stawiania min zagroda minowa została postawiona w granicach toru wodnego z wymaganym prawdopodobieństwem, musi być spełniony warunek

$$S \geq L_z \sin \theta + 2\eta E_s \quad 158$$

Sprowadzając $L_z \sin \theta$ do punktu /stawia się jedną minę/ otrzymamy

$$S_{\text{min.}} = 2\eta E_s \quad 159$$

Przyjmując $\eta = 3,0$, co zapewni prawdopodobieństwo postawienia miny w granicach toru wodnego = 95 %, otrzymamy

$$S_{\text{min.}} = 6 E_s \quad 160$$

Z powyższego widać, że przy małej dokładności stawiania min /duża wartość błędu E_s / okręt nie ma możliwości postawienia pojedynczej lub małej ilości min na wąskim torze wodnym. Wynika stąd konieczność zwiększenia dokładności stawiania min przez okręty w miarę, jak maleje szerokość toru wodnego, na którym chcemy postawić miny, do tego stopnia żeby

$$E_s \leq \frac{S - L_z \sin \theta}{2\eta} \quad 161$$

Wyrażenie 161 jest zgodne dla przypadku, jeśli

$$L_z \sin \theta < S$$

W ogólnym przypadku wyrażenie to będzie

$$E_s \leq \pm \frac{S - L_z \sin \theta}{2\eta} \quad 162$$

Znak /+/ - jeśli $L_z \sin \theta < S$
 Znak /-/- - jeśli $L_z \sin \theta > S$.

Jeśli $L_z \sin \theta < S$, to otrzymamy wartość błędu " E_s ", przy której zagroda minowa zostanie postawiona w granicach toru wodnego, a jeśli $L_z \sin \theta > S$ - otrzymujemy błąd " E_s ", przy którym zagroda minowa pokryje całą szerokość toru wodnego, z wymaganym prawdopodobieństwem.

Obliczymy wartości błędu E_s , przy których zagroda minowa o długości $L_z < S$ z określonym prawdopodobieństwem zostanie postawiona w granicach toru wodnego lub pokryje szerokość toru, jeśli $L_z > S$ i wyniki obliczeń zestawimy w tabelę nr 40.

Tabela 40

$$E_s = f(P_{p.T}, L_z, S) \text{ przy } \theta = 90^\circ.$$

| $P_{p.T}$ | L_z | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | S | 0,5 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 82 % | 5 | 1,12 | 1,00 | 0,50 | 0,00 | 0,50 | 1,25 | 2,50 | 3,75 | 5,00 | 6,25 |
| | 10 | 2,37 | 2,25 | 1,75 | 1,25 | 0,75 | 0,00 | 1,25 | 2,50 | 3,75 | 5,00 |
| 90 % | 5 | 0,90 | 0,80 | 0,40 | 0,00 | 0,40 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 |
| | 10 | 1,90 | 1,80 | 1,40 | 1,00 | 0,60 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 |
| 95 % | 5 | 0,75 | 0,67 | 0,33 | 0,00 | 0,33 | 0,83 | 1,66 | 2,50 | 3,33 | 4,17 |
| | 10 | 1,58 | 1,50 | 1,16 | 0,83 | 0,50 | 0,00 | 0,83 | 1,66 | 2,50 | 3,33 |

Uwaga: wartości L_z , S i E_s - występują w kablach.

Przy użyciu kutrów torpedowych i okrętów podwodnych do stawiania zaczepnych zagród minowych w odległości 50 Mm od naszych brzegów i założeniu, że ostatnia pozycja obserwowana zostanie określona w odległości 10 Mm, a 40 Mm okręty będą szły według zliczenia nawigacyjnego oraz oś toru wodnego określona zostanie przez lotnictwo rozpoznawcze, wartość sumarycznego środkowego błędu rozrzutu środka zagrody minowej $/E_s/$ wyniesie 2÷3 kabli. Porównując otrzymaną wartość E_s z wartościami zawartymi w tabeli nr 40 widzimy, że w tych warunkach pojedyncze kutry torpedowe i okręty podwodne nie mogą stawiać zagród minowych na torach wodnych o szerokości do 10 kbl., gdyż w wyniku dużego rozrzutu

miejsca postawienia min, miny mogą być postawione poza granicami toru.

Posługując się przytoczonymi zależnościami analitycznymi oraz metodyką przyjętą w nawigacji dla określenia błędów popełnianych przez różne nosiciele w określeniu swego miejsca w różnych warunkach, możemy określić wielkość minimalnego rejonu, w granicach którego mogą one postawić miny z wymaganym prawdopodobieństwem.

Z przytoczonej tabeli nr 40 wynika, że takie nosiciele min jak kutry torpedowe winny stawiać miny zespołowo z takim wyliczeniem, żeby długość zagrody minowej przekraczała szerokość toru wodnego oraz należy naprowadzać je w rejon stawiania min przez okręty lub samoloty, które posiadają radiometryczne systemy nawigacyjne wymaganego zasięgu. Z tabeli nr 40 widać również, iż przy obecnych możliwościach kutrów torpedowych w zakresie dokładności prowadzenia nawigacji, długość zagrody minowej musiałaby kilkakrotnie przewyższać szerokość toru wodnego, żeby przeciąć go minami na całej szerokości, z czym łączy się poważny nieefektywny rozchód min.

7. C z a s n i e z b ę d n y n a p o s t a w i e n i e z a g r o d y m i n o w e j .

Analiza wykazuje, że czas postawienia zagrody minowej zależy od następujących czynników:

1. odległości rejonu, w którym ma być postawiona zagroda minowa od punktu bazowania nosicieli min /D/;
2. szybkości nosicieli min na przejściu morzem /V_k/ i w czasie stawiania min /V_g/;
3. ilości min przeznaczonych do postawienia /N_m/;
4. ilości nosicieli min /N_k/ i ich pojemności ładunkowej /N_{z.b.}/;
5. natężenia nosicieli min;
6. warunków hydrologiczno-meteorologicznych.

Biorąc powyższe czynniki pod uwagę, ogólny czas niezbędny na postawienie zagrody minowej w dobach można obliczyć według wzoru

$$T = \frac{N_m}{K_{h.m.} \cdot K_t \cdot N_k \cdot N_{z.b.}} \quad 163$$

gdzie

K_t - dobowe natężenie nosicieli min /krotność wyjść nosicieli

na stawianie min/;

$K_{h.m}$ - współczynnik uwzględniający procent dni w miesiącu sprzyjający stawianiu min przez dany typ nosiciela w zależności od warunków hydrologiczno-meteorologicznych.

Współczynnik " K_t " można obliczyć w sposób następujący:

$$K_t = \frac{t}{T_p + \frac{2D}{V_k} + \frac{L_z}{V_s} + \frac{2}{N_r}} \quad 164$$

gdzie

- T_p - czas postoju okrętu niezbędny dla załadunku min na okręt i ewentualnego przygotowania części min do postawienia, jeśli nie zdąży się przygotować je w czasie przejścia do rejonu stawiania;
- t_{sr} - średnia ilość roboczogodzin w ciągu doby w zależności od możliwości technicznych nosiciela min lub sytuacji taktyczno-operacyjnej na danym teatrze działań;
- L_z - długość zagrody minowej w Mm, jaką może postawić dany nosiciel min za jednym wyjściem;
- N_r - ranga okrętu /dla samolotów można przyjąć: $N_r = 5+6/$
- $t = \frac{2}{N_r}$ - jest to czas niezbędny na odcumowanie /odkotwiczenie/, zacumowanie /zakotwiczenie/, wyjście i wejście okrętu do portu oraz na ewentualne uzupełnienie zapasów paliwa.

Podstawiając do wzoru 164 wyrażenia

$$L_z = \frac{(N_{z.b} - 1) d}{1852} ; \quad T_p = \frac{N_{z.b}}{m_1} \cdot \frac{t_z}{60} ,$$

otrzymamy końcowy wzór na określenie wartości współczynnika " K_t "

$$K_t = \frac{t_{sr}}{\frac{N_{z.b} \cdot t_z}{m_1 \cdot 60} + \frac{2D}{V_k} + \frac{(N_{z.b} - 1) d}{1852 V_s} + \frac{2}{N_r}} \quad 165$$

W wypadku, gdy odległość do rejonu stawiania min jest mała i za czas przejścia okręt nie zdąży przygotować swego zapasu min do postawienia, należy zwiększyć czas postoju okrętu " T_p " do następującej wartości:

$$T_p = \frac{N_{z.b.} \cdot t_z}{60 \cdot m_1} + \left[\frac{N_{z.b.} \cdot t_p}{60 \cdot m} - \left(\frac{D}{V_k} - \frac{1}{N_r} \right) \right] \quad 166$$

zachowując warunek

$$\frac{N_{z.b.} \cdot t_p}{60 \cdot m} - \left(\frac{D}{V_k} - \frac{1}{N_r} \right) \geq 0$$

gdzie:

- t_p - czas przygotowania jednej miny do postawienia w minutach;
- t_z - czas załadowania jednej miny w minutach;
- m_1 - ilość dźwigów ładujących równocześnie miny na okręt;
- m - ilość grup uzbrojenia min na okręcie.

Posługując się ustalonymi zależnościami analitycznymi i praktycznymi normatywnymi /osiągniętymi w czasie szkolenia bojowego w Marynarce Wojennej PRL i ZSRR/ obliczymy czas niezbędny na postawienie 1000 min wz. "AMD-500" przez poszczególne rodzaje nosicieli w rejonie odległym od punktów bazowania o 100 Mm.

Zasadnicze dane wyjściowe przyjęte przy obliczeniach i wyniki obliczeń ujmujemy w formie tabeli nr 41.

Tabela 41

| Lp. | Nazwa nosiciela min | SM | Ni | TRB lub DS | KT | OP | Samolot | Śmigłowiec |
|-----|-----------------------|------|------|------------|------|------|---------|------------|
| 1 | $V_k = V_s$ w węzłach | 15 | 25 | 15 | 30 | 10 | 250 | 75 |
| 2 | $N_{z.b.}$ | 250 | 58 | 12 | 18 | 8 | 2 | 2 |
| 3 | K_t | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 3 |
| 4 | $K_{h.m.}$ | 0,80 | 0,80 | 0,65 | 0,50 | 0,80 | 0,75 | 0,65 |
| 5 | T w dobach | 5 | 11 | 128 | 35 | 157 | 157 | 238 |
| 6 | T_x/T minimalny | 1,0 | 2,2 | 25,6 | 7 | 31,4 | 31,4 | 47,6 |

- Uwaga: 1. Przy obliczaniu wartości współczynnika " K_t " zawartych w rubryce -3, wychodzą z możliwości stawiania min w nocy.
2. Wartości współczynnika " $K_{h.m.}$ " zawarte w rubryce - 4 przyjęto w skali rocznej.

Z tabeli nr 41 widać, że do stawiania obronnych zagród minowych, składających się z większej ilości min i oddalonych znacznie od punktów bazowania nosicieli, nadają się jedynie stawiacze min i niszczy-ciele. Do stawiania niekontaktowych min mogą być użyte również kutry torpedowe, jeśli będą miały zapewnione odpowiednie zabezpieczenie nawigacyjno-hydrograficzne. W danym przypadku kutry musiałyby być na-prowadzane w rejon stawiania min, a sam rejon owiechowany. Wiechy mogą być stawiane bezpośrednio przed stawianiem min przez kutry tor-pedowe i samozatapiane po ich postawieniu. Trałowce bazowe i duże ści-gacze okrętów podwodnych w wyniku małej szybkości i pojemności ładun-kowej min nadają się jedynie do stawiania małych zagród położonych blisko punktów ich bazowania.

R o z d z i a ł VI

WARUNKI I OGÓLNE ZASADY TAKTYCZNO-OPERACYJNEGO WYKORZYSTANIA MIN MORSKICH NA MORZU BAŁTYCKIM.

1. A n a l i z a w a r u n k ó w f i z y c z n o - g e o - g r a f i c z n y c h i i c h w p ł y w n a w y k o r z y - s t a n i e m i n .

Morze Bałtyckie, pomimo że zajmuje pod względem wielkości powierzchni dwudzieste ósme miejsce wśród trzydziestu siedmiu mórz i czterech oceanów, dzięki swemu rozciągniętemu kształtowi granicami swoimi sięga znacznie różniących się między sobą szerokości i długości geograficznych.

Biorąc pod uwagę powyższe oraz śródlądowy charakter położenia, Morze Bałtyckie w poszczególnych rejonach posiada bardzo zróżnicowane warunki fizyko-geograficzne, szczegółowa analiza których jest niezbędna dla optymalnego wyboru rodzajów min i ich nosicieli oraz czasokresów i rejonów ich stawiania.

W ramach analizy fizyko-geograficznych warunków rejonu należy przeprowadzić:

1. analizę warunków geograficznych, na które składają się takie elementy, jak:
 - ukształtowanie linii brzegowej;
 - odległości rejonu stawiania min od punktów bazowania nosicieli min;
 - punkty oparcia geodezyjnego na przejściu morzem i w czasie stawiania itd.;
2. analizę warunków hydrologicznych obejmujących:
 - głębokość morza i rodzaj gruntu;
 - pływy i prądy oraz wahania poziomu wody;
 - przezroczystość wody;

- gęstość wody /zasolenie i temperatura/;
- reżim lodowy itd.;
- 3. analizę warunków meteorologicznych, obejmujących;
 - widzialność oraz mgły i opady atmosferyczne;
 - temperaturę powietrza;
 - siłę i kierunek wiatru oraz falowanie morza;
- 4. analizę warunków astronomicznych, obejmujących:
 - pory roku i dnia;
 - wschód i zachód słońca oraz zmierzch i świt;
 - fazy oraz wschód i zachód księżyca /długość nocy ciemnej/;
- 5. analizę rejonu pod względem jego biologicznej i zoologicznej charakterystyki.

Obecna sytuacja polityczna i militarna na Morzu Bałtyckim wskazuje na to, iż baseny środkowy i północny nie będą rejonem działalności minowo-zagrodowej naszych sił, zarówno w celach obronnych jak i zaczepnych.

Strefa operacyjna sił morskich NRF i Danii /państw należących do paktu NATO/ na Morzu Bałtyckim rozciąga się w rejonie przejściowym i w zachodniej części basenu południowego. W basenie południowym Bałtyku znajduje się również strefa operacyjna Marynarki Wojennej PRL, a zatem w tych dwóch rejonach będzie koncentrować się na wypadek wojny działalność minowo-zagrodowa naszych sił, przy czym rejonem stawiania obronnych zagród minowych będzie nasza strefa operacyjna wzdłuż wybrzeża, a rejonem stawiania zaczepnych zagród minowych będzie zachodnia część basenu południowego Morza Bałtyckiego i rejon przejściowy.

Analiza warunków fizyczno-geograficznych wymienionych rejonów, ogólnie biorąc, wykazuje możliwości użycia wszystkich rodzajów min bez względu na zasadę ich działania. Niemniej jednak wpływ warunków hydrologiczno-meteorologicznych wskazuje na większą celowość użycia min dennych w porównaniu z minami kotwicznymi - kontaktowymi oraz ogranicza poważnie możliwość użycia min pływających przez stronę "wschodnią". W wyniku dużej częstotliwości pogody sztormowej /częste i duże falowanie morza/ oraz zalodzenia i kry lodowej występujących w okresie zimowym, kontaktowe miny kotwiczne mają krótki okres służby bojowej, gdyż są zrywane z kotwic. W związku z tym kotwiczne miny kontaktowe na Morzu Bałtyckim celowo jest stawiać tylko w okresie wiosennym /po ustąpieniu kry lodowej/ lub w okresie wczesno-letnim zapewniając w ten spo-

sób średnio półroczny okres żywotności zagród minowych z zachowaniem od 80 do 60 % swej pierwotnej efektywności w zależności od rejonu postawienia zagrody /rejon zamknięty lub otwarty/.

W innych okresach celowo jest stawiać miny denne, jeśli pozwalają na to głębokości rejonu lub niekontaktowe miny kotwiczne, gdy głębokości morza są większe. Analiza warunków hydrologiczno-meteorologicznych wskazuje również, iż efektywność min i zagród minowych w warunkach Morza Bałtyckiego jest o wiele większa w okresie zimowym w porównaniu z okresem letnim, gdyż większa częstotliwość pogody sztormowej, zalodzenie i kra lodowa utrudnia lub uniemożliwia prowadzenie trałowania rozpoznawczego i niszczenia zagród minowych wykrytych przy pomocy trałów.

Analizując hydrograficzno-meteorologiczne dane statystyczne zawarte w locji za okres kilkunastu lat i biorąc średnią częstotliwość występowania dni sztormowych /stan morza powyżej 4^oB/ i mglistych oraz okresów trwania zalodzenia i kry lodowej, można dla przybrzeżnych rejonów zachodniej części Morza Bałtyckiego ustalić następującą średnią ilość dni trałowych w poszczególnych miesiącach roku; patrz tabela nr 42.

Tabela 42

Średnia ilość dni trałowych w poszczególnych miesiącach roku dla przybrzeżnych rejonów zachodniej części Morza Bałtyckiego.

| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---------------------|---|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|
| Ilość dni trałowych | 0 | 0 | 0 | 19 | 21 | 23 | 24 | 24 | 19 | 18 | 15 | 0 |

Bardzo poważny, jak widać z tabeli nr 42, ujemny wpływ warunków hydrologiczno-meteorologicznych w okresie zimowym na możliwości wykorzystania uzbrojenia trałowego podnosi rangę obserwacji przeciwminowej z punktu widzenia obrony przeciwminowej, a zatem i konieczność zwalczania i zakłócania tej obserwacji w czasie zaczepnych akcji minowozagrodowych celem zapewnienia skrytości miejsc postawienia min.

Warunki hydrologiczno-meteorologiczne determinują również możliwości użycia w działaniach bojowych na morzu poszczególnych klas okrętów.

Zarówno teoretyczna analiza tych warunków, jak i doświadczenia praktyczne nabyte przez poszczególne zespoły naszych okrętów wskazują, że okręty III i IV rangi mogą być wykorzystane efektywnie średnio w ciągu 50+60 % czasu w skali rocznej, a zatem 40+50 % czasu okręty te nie są zdolne do efektywnego wykonywania swoich zadań; czas ten ogólnie można nazwać okresem martwym.

Fakt ten z punktu widzenia wykorzystania min posiada dwa aspekty.

Po pierwsze, fakt ten należy uwzględnić przy planowaniu odpowiedniej ilości różnych nosicieli min i przygotowaniu ich załóg, aby w ciągu całego roku zapewnić gotowość do podjęcia wymaganej intensywności działalności minowo-zagrodowej o charakterze zaczepnym i obronnym. Stosunkowo mały okres martwy posiadają: stawiacze min, okręty podwodne i lotnictwo minowo-torpedowe.

Po drugie, w okresie martwym okrętów III i IV rangi oraz lotnictwa zwalczania okrętów podwodnych wzrastają trudności zabezpieczenia obrony przeciw okrętom podwodnym baz, rejonów i zespołów okrętów /transportowców/ na przejściu morzem, w związku z czym wzrasta ranga zaczepnych i obronnych zagród minowych przeciw okrętom podwodnym.

2. O g ó l n y o p t y m a l n y w a r i a n t t a k t y c z n o - o p e r a c y j n e g o w y k o r z y s t a n i a m i n p r z e z s t r o n ę " W s c h o d n i ą " .

Analiza warunków geograficznych oraz ocena prawdopodobieństwa sytuacji taktyczno-operacyjnej i strategicznej wykazuje, że do najbardziej prawdopodobnych i perspektywicznych działań na Morzu Bałtyckim można zaliczyć:

1. działania desantowe i przeciwdesantowe;
2. działania zmierzające z jednej strony do zabezpieczenia, a z drugiej - do zerwania i naruszenia przewozów morskich.

Biorąc pod uwagę charakter sił morskich naszych potencjalnych przeciwników na Bałtyku oraz tendencję ich rozwoju pod względem ilości budowy poszczególnych klas okrętów widzimy, że uzbrojenie minowe winno być skierowane głównie przeciw okrętom i środkom desantowym oraz przeciwko okrętom podwodnym.

Małe odległości od naszego wybrzeża zachodniego do baz potencjalnego przeciwnika sprzyjają prowadzeniu desantu bezpośrednio z brzegu

na brzeg. Okoliczność ta oraz brak większych artyleryjskich okrętów wsparcia przemawia za wystawianiem obronnych zagród minowych w postaci jedynie przybrzeżnych rubieży przeznaczonych przeciw środkom desantowym. Wystawienie większej ilości rubieży prowadziłyby do:

1. ograniczenia manewru naszych zespołów uderzeniowych sił lądowych w walce z desantem przeciwnika;
2. ograniczenia swobody komunikacji przybrzeżnej;
3. nieusprawiedliwionego dużego rozchodu min, gdyż przy pomocy tej ilości min można zablokować siły przeciwnika wykorzystując małą szerokość zachodniej części basenu południowego Morza Bałtyckiego.

Z ukształtowania geograficznego i układu sił na Morzu Bałtyckim wynika, że uzbrojenie minowe po stronie "wschodniej" może odegrać poważną rolę tylko w początkowym okresie wojny, stąd też nie jest celowe używanie go w interesach poszczególnych baz morskich lub wybrzeży poza kilkoma przybrzeżnymi rubieżami przeciwdesantowymi i przeciw okrętom podwodnym w rejonie najbardziej zagrożonych odcinków wybrzeża i portów NRD i Polski ze strony desantu morskiego i okrętów podwodnych przeciwnika.

Zasadnicza działalność zagrodowo-minowa powinna uwzględniać interesy strony "Wschodniej" z zadaniem:

1. zerwania desantów morskich przeciwnika;
2. zabezpieczenia własnych desantów w czasie formowania i przejścia morzem;
3. zabezpieczenia przewozów morskich dla zaopatrzenia wojsk desantowych i wojsk frontu nadmorskiego.

Należy liczyć się poważnie z możliwością wykorzystania przez "Zachodnich" małych i średnich okrętów podwodnych przeciw naszym oddziałom desantowym i komunikacjom morskim. Świadczy o tym fakt, iż Niemcy zachodnie rozbudowują swoje bazy na Bałtyku Zachodnim i wspólnie z Danią kładą nacisk na budowę małych okrętów podwodnych. Nawet przy ograniczonej ilości okrętów podwodnych działających w rejonie Morza Bałtyckiego można liczyć na duże sukcesy, jeśli do walki z nimi nie wydzieli się znacznych sił i środków. Podobnie walka z oddziałami desantowymi przeciwnika wspieranymi przez uderzeniowe zespoły sił lądowych i lotnictwo wymaga użycia dużej ilości okrętów i samolotów.

W tych warunkach uzbrojenie minowe może zrekompensować /zastąpić/

część sił floty przy znacznie mniejszych nakładach finansowych. Ukształtowanie Morza Bałtyckiego jako akwenu połączonego z Morzem Północnym a w następstwie z Oceanem Atlantyckim strefą przejściową w postaci wąskich cieśnin Małego i Dużego Bełtu, Sundu oraz sztucznego kanału Kilońskiego pod względem geograficznym sprzyja realizacji wymienionych zadań drogą blokady Cieśnin Duńskich przez siły morskie z szerokim zastosowaniem min.

Za stosowaniem tego aktywnego charakteru obrony połączonego z działaniami zaczepnymi, jakim jest blokada Cieśnin Duńskich, przemawiają następujące czynniki:

1. małe szerokości Cieśnin Duńskich i Morza Bałtyckiego w części zachodniej;
2. rozmieszczenie zasadniczych baz morskich potencjalnego przeciwnika poza granicami południowego i środkowego basenu Morza Bałtyckiego;
3. małe odległości od naszych baz do Cieśnin Duńskich;
4. małe głębokości rejonu sprzyjające wykorzystaniu uzbrojenia minowego.

Fakt, że bazy okrętów podwodnych potencjalnego przeciwnika leżą na zachód od granic południowego basenu Morza Bałtyckiego, pozwalają na zupełne wyrugowanie niebezpieczeństwa ze strony tych okrętów dla działalności naszych okrętów, oddziałów desantowych i przewozów morskich poprzez zapewnienie trwałej i skutecznej blokady Cieśnin Duńskich. Mała szerokość cieśnin i zachodniej części Morza Bałtyckiego, małe głębokości morza w tym rejonie oraz małe odległości do naszych baz pozwalają na skuteczne wzmocnienie blokady stosunkowo niewielką ilością min i w krótkim czasie.

Obliczenia wykazują, że na zapewnienie obrony przeciw okrętom podwodnym rejonów bazowania i zespołów okrętów na przejściu morzem oraz obrony przeciw-desantowej poszczególnych odcinków wybrzeża potrzeba wielokrotnie więcej sił i środków /w tym i min/ niż na zapewnienie blokady rejonu Cieśnin Duńskich, przy czym efektywność tych obron byłaby mniejsza.

Do najważniejszych zatem z punktu widzenia efektywności i ekonomiki obronnych zagród minowych na Bałtyku, spełniających wymienione zadania w interesach "Wschodnich", są "zagrody blokadowe", blokujące dostęp dla okrętów nawodnych i podwodnych przeciwnika na Morze Bałtyckie.

Biorąc pod uwagę warunki geograficzne i hydrologiczne, zasięg klasycznej i raketowej artylerii nadbrzeżnej oraz innych rodzajów przeciwdziałania ze strony przeciwnika w czasie stawiania min, można wyodrębnić dwie strefy dla zagród blokadowych.

S t r e f a p r z e d n i a - rejon zatoki Koge, Fakse i Meklemburskiej do południka 13°E z głównym uwzględnieniem podejść do Sundu, Małego i Dużego Bełtu oraz Kanału Kilońskiego. Małe głębokości oraz wąskie przejścia Bełtów i Sundu sprzyjają wykorzystaniu dennych min niekontaktowych i stworzeniu przy pomocy stosunkowo niewielkiej ilości min dużego zagrożenia dla okrętów przeciwnika. Myny w tej strefie mogą być stawiane przez lotnictwo.

Systematyczne minowanie tej strefy przy użyciu niewielkiej ilości samolotów i min wpłynęłoby na wytworzenie stałego zagrożenia minowego dla całokształtu działalności okrętów przeciwnika i na konieczność zaangażowania dużych sił i środków obrony przeciwminowej do walki z tym zagrożeniem.

S t r e f a z a s a d n i c z a - rejon między południkami 13°E i 14°E , w którym celowo postawić zasadnicze rubieże systemu zagród blokadowych z min mieszanych /dennych i kotwicznych/ przy równoczesnym wykorzystaniu protektorów pól minowych.

Z obliczeń przeprowadzonych według metodyki ustalonej w rozdziale czwartym wynika, iż dla zabezpieczenia zniszczenia lub wyprowadzenia z linii $30\div 40\%$ sił przeciwnika forsujących system zagród blokadowych niezbędna jest średnia sumaryczna gęstość min wynosząca $100\div 150$ min i 20 protektorów na 1 Mm długości systemu zagród.

Przy obliczeniach przyjęto, iż w skład sił forsujących system zagród blokadowych może wejść 60 % aktualnych uderzeniowych sił floty NRF i Danii oraz środki desantowe w ilości niezbędnej dla przewozu jednej dywizji wojsk desantowych. Biorąc pod uwagę szerokość strefy zasadniczej i odpowiednie rozmieszczenie systemu zagród /zabezpieczającego swobodę manewru dla własnych sił użytych do blokady i działań zaczepnych/ ogólny rozchód min dla zorganizowania efektywnego systemu zagród blokadowych w strefie zasadniczej wyniósłby $6\div 10$ tys. min, w tym 60 % min typu "KMD-1000" i 40 % - "08/39" i około $1\div 1,5$ tys. protektorów.

Łączna wartość wymienionej ilości min i protektorów pól minowych wynosi $181,5\div 297,2$ mln zł, co stanowi zaledwie 20-40 % wartości współ-

czesnego niszczyciela.

Wystawienie takiego systemu zagród minowych w przeciągu krótkiego okresu czasu możliwe jest przy użyciu okrętów posiadających duży zapas bojowy min, jak: stawiacze min, niszczyciele i dozorowce oraz częściowo kutry torpedowe /dla stawiania min dennych przy sprzyjających warunkach hydrologiczno-meteorologicznych i należytych zabezpieczeniu nawigacyjno-hydrograficznym/. Średni czas niezbędny na postawienie tysiąca min w tym rejonie przez poszczególne rodzaje nosicieli min bazujących w rejonie portów Kołobrzeg - Świnoujście przedstawiony jest w tabeli 41, rubryka 5 /patrz rozdział V, punkt 7/.

3. O g ó l n y o p t y m a l n y w a r i a n t t a k t y c z n o - o p e r a c y j n e g o w y k o r z y s t a n i a m i n p r z e z s t r o n ę " Z a c h o d n i ą " .

Analiza rejonu pod względem geograficznym i taktyczno-operacyjnym wykazuje, że Niemiecka Republika Federalna i Dania dla obrony swych wybrzeży przed desantem morskim "Wschodnich" uzbrojenie minowe mogą wykorzystać w trzech wariantach.

W a r i a n t 1 - wystawienie wysuniętego na 15+35 Mm od linii brzegowej systemu obronnych zagród minowych, na linii południka 13°E. Zagrody te mogą być przykryte zasięgiem brzegowych baterii raketowych i ogniem okrętów bliskiego dozoru bazowego.

W a r i a n t 2 - wystawienie systemu przeciwdesantowych zagród minowych w zasięgu ognia gwintowanej artylerii nadbrzeżnej wzdłuż linii: Falsterbo, Men, Gedser i Staberhuk.

W a r i a n t 3 - wystawienie przybrzeżnych rubieży zagród przeciwdesantowych wzdłuż wschodnich i południowych wybrzeży wysp Duńskich oraz północnych wybrzeży NRF w Zatoce Kilońskiej z uwzględnieniem rejonów dogodnych i możliwych do desantowania.

Obliczenia wykazują, iż rozchód min /przy jednakowych gęstościach min w zagrodach minowych/ i zużycie czasu na ich postawienie w poszczególnych wariantach kształtuje się jak 1:2:4:5. Posiadany obecnie w tym rejonie zapas min oceniany na 5-6 tys. sztuk pozwala na wystawienie przy pomocy posiadanych stawiaczy min i innych okrętów skutecznego systemu zagród minowych zgodnie z wariantem nr 1 w przeciągu 2+3 dni, a zatem czas wykonania pozostałych dwóch wariantów /przy założeniu po-

siadania odpowiedniej ilości min/ będzie 4÷6 dni i 8÷12 lub 10÷15 dni. Biorąc pod uwagę doznane zniszczenia narastające z każdym dniem wojny i dynamikę działań zaczepnych sił Połączonej Floty Bałtyckiej, wykonanie wariantu drugiego lub trzeciego może być utrudnione lub spóźnione.

Niezależnie od powyższego, zarówno wariant drugi jak i trzeci w poważnym stopniu ograniczają swobodę manewru własnych zespołów uderzeniowych i żeglugi przybrzeżnej. Miny wykorzystane w wariacie trzecim spełniają swą rolę w obronie określonych odcinków wybrzeża przed wysadzeniem desantu morskiego, natomiast nie osłaniają przybrzeżnych linii komunikacyjnych i rejonów bazowania okrętów przed atakami ze strony okrętów podwodnych i nawodnych przeciwnika.

A zatem takie czynniki, jak:

- ukształtowanie geograficzne zachodniej części morza Bałtyckiego;
- zasięg brzegowej broni raketowej;
- minimalizacja niezbędnego czasu oraz sił i środków;
- zabezpieczenie swobody manewru własnym siłom;
- równoczesne wzmocnienie obrony przeciwdesantowej wybrzeża oraz obrony przeciw okrętom podwodnym i nawodnym przybrzeżnych linii komunikacyjnych i rejonów bazowania sił własnych;

przemawiają za użyciem broni minowej przez NRF i Danię dla blokady sił "Wschodnich" na linii południka 13°E.

Biorąc powyższe rozważania pod uwagę, należy się liczyć z poważnym prawdopodobieństwem przeprowadzenia przez siły morskie przeciwnika /w początkowym okresie wojny/ operacji minowo-zagrodowej z zadaniem wystawienia systemu zagród blokadowych w zachodniej części Morza Bałtyckiego.

Okoliczność ta wskazuje na celowość skoncentrowania wysiłków w początkowym okresie wojny między innymi na zerwanie podobnej operacji przeciwnika oraz na zapewnienie skutecznej obserwacji i rozpoznania w danym rejonie w celu wykrycia przejść i odcinków zagród minowych o mniejszej gęstości min.

TABELA 43

$\alpha = 0,5 \div 9,0$

$P_z = f(\alpha i \cdot \gamma)$

$\gamma = 0,5 \div 3,5$

| $\alpha \backslash \gamma$ | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0,5 | 0,259 | 0,491 | 0,680 | 0,814 | 0,902 | 0,953 | 0,980 | 0,5 |
| 1,0 | 0,246 | 0,469 | 0,653 | 0,791 | 0,884 | 0,941 | 0,973 | 1,0 |
| 1,5 | 0,227 | 0,435 | 0,613 | 0,753 | 0,854 | 0,920 | 0,960 | 1,5 |
| 2,0 | 0,203 | 0,395 | 0,563 | 0,705 | 0,813 | 0,890 | 0,940 | 2,0 |
| 2,5 | 0,180 | 0,354 | 0,512 | 0,650 | 0,764 | 0,850 | 0,912 | 2,5 |
| 3,0 | 0,159 | 0,314 | 0,460 | 0,593 | 0,708 | 0,803 | 0,875 | 3,0 |
| 3,5 | 0,140 | 0,278 | 0,411 | 0,537 | 0,651 | 0,750 | 0,831 | 3,5 |
| 4,0 | 0,124 | 0,247 | 0,368 | 0,485 | 0,595 | 0,695 | 0,781 | 4,0 |
| 4,5 | 0,111 | 0,221 | 0,331 | 0,438 | 0,542 | 0,640 | 0,729 | 4,5 |
| 5,0 | 0,100 | 0,200 | 0,299 | 0,398 | 0,494 | 0,588 | 0,676 | 5,0 |
| 5,5 | 0,091 | 0,182 | 0,272 | 0,363 | 0,452 | 0,540 | 0,625 | 5,5 |
| 6,0 | 0,083 | 0,167 | 0,250 | 0,333 | 0,416 | 0,498 | 0,579 | 6,0 |
| 6,5 | 0,077 | 0,154 | 0,231 | 0,308 | 0,384 | 0,461 | 0,537 | 6,5 |
| 7,0 | 0,071 | 0,143 | 0,214 | 0,286 | 0,357 | 0,428 | 0,499 | 7,0 |
| 7,5 | 0,067 | 0,133 | 0,200 | 0,267 | 0,333 | 0,400 | 0,466 | 7,5 |
| 8,0 | 0,062 | 0,125 | 0,188 | 0,250 | 0,312 | 0,375 | 0,437 | 8,0 |
| 8,5 | 0,059 | 0,118 | 0,176 | 0,235 | 0,294 | 0,353 | 0,412 | 8,5 |
| 9,0 | 0,056 | 0,111 | 0,167 | 0,222 | 0,278 | 0,333 | 0,389 | 9,0 |

$\alpha = 0,5 \div 9,0$

$\gamma = 4,0 \div 7,0$

| $\alpha \backslash \gamma$ | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | $\gamma \backslash \alpha$ |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|
| 0,5 | 0,992 | 0,997 | 1,000 | 1,000 | | | | 0,5 |
| 1,0 | 0,988 | 0,996 | 0,999 | 0,999 | 1,000 | | | 1,0 |
| 1,5 | 0,982 | 0,992 | 0,997 | 0,998 | 0,999 | 1,000 | | 1,5 |
| 2,0 | 0,970 | 0,986 | 0,994 | 0,995 | 0,998 | 0,999 | | 2,0 |
| 2,5 | 0,952 | 0,976 | 0,989 | 0,991 | 0,996 | 0,998 | 1,000 | 2,5 |
| 3,0 | 0,927 | 0,960 | 0,980 | 0,983 | 0,992 | 0,997 | 0,999 | 3,0 |
| 3,5 | 0,893 | 0,937 | 0,966 | 0,970 | 0,985 | 0,993 | 0,997 | 3,5 |
| 4,0 | 0,852 | 0,906 | 0,945 | 0,951 | 0,973 | 0,986 | 0,994 | 4,0 |
| 4,5 | 0,805 | 0,868 | 0,917 | 0,925 | 0,956 | 0,979 | 0,988 | 4,5 |
| 5,0 | 0,756 | 0,825 | 0,882 | 0,892 | 0,932 | 0,960 | 0,978 | 5,0 |
| 5,5 | 0,705 | 0,778 | 0,842 | 0,854 | 0,901 | 0,937 | 0,963 | 5,5 |
| 6,0 | 0,656 | 0,730 | 0,796 | 0,812 | 0,865 | 0,909 | 0,942 | 6,0 |
| 6,5 | 0,611 | 0,683 | 0,751 | 0,768 | 0,826 | 0,875 | 0,916 | 6,5 |
| 7,0 | 0,570 | 0,639 | 0,706 | 0,725 | 0,784 | 0,837 | 0,883 | 7,0 |
| 7,5 | 0,533 | 0,598 | 0,663 | 0,684 | 0,742 | 0,797 | 0,847 | 7,5 |
| 8,0 | 0,500 | 0,562 | 0,624 | 0,646 | 0,703 | 0,758 | 0,809 | 8,0 |
| 8,5 | 0,470 | 0,529 | 0,588 | 0,611 | 0,665 | 0,719 | 0,771 | 8,5 |
| 9,0 | 0,444 | 0,500 | 0,555 | 0,579 | 0,631 | 0,683 | 0,734 | 9,0 |

Załącznik nr 1

TABELA 43

$\alpha = 0,5 \div 9,0$

$P_z = f(\alpha ; \gamma)$

$\gamma = 7,5 \div 10$

| $\alpha \backslash \gamma$ | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | 10 | |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0,5 | | | | | | | 0,5 |
| 1,0 | | | | | | | 1,0 |
| 1,5 | | | | | | | 1,5 |
| 2,0 | | | | | | | 2,0 |
| 2,5 | | | | | | | 2,5 |
| 3,0 | 1,000 | | | | | | 3,0 |
| 3,5 | 0,999 | 1,000 | | | | | 3,5 |
| 4,0 | 0,997 | 0,999 | 1,000 | | | | 4,0 |
| 4,5 | 0,994 | 0,998 | 0,999 | 1,000 | | | 4,5 |
| 5,0 | 0,989 | 0,995 | 0,998 | 0,999 | 1,000 | | 5,0 |
| 5,5 | 0,980 | 0,990 | 0,995 | 0,998 | 0,999 | 1,000 | 5,5 |
| 6,0 | 0,966 | 0,981 | 0,991 | 0,996 | 0,998 | 0,999 | 6,0 |
| 6,5 | 0,946 | 0,968 | 0,983 | 0,991 | 0,996 | 0,999 | 6,5 |
| 7,0 | 0,921 | 0,950 | 0,971 | 0,984 | 0,992 | 0,996 | 7,0 |
| 7,5 | 0,891 | 0,926 | 0,953 | 0,972 | 0,985 | 0,992 | 7,5 |
| 8,0 | 0,856 | 0,897 | 0,930 | 0,956 | 0,974 | 0,986 | 8,0 |
| 8,5 | 0,820 | 0,864 | 0,903 | 0,934 | 0,958 | 0,976 | 8,5 |
| 9,0 | 0,783 | 0,829 | 0,871 | 0,908 | 0,938 | 0,960 | 9,0 |

$\alpha = 10 \div 30$

$\gamma = 2 \div 11$

| $\alpha \backslash \gamma$ | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 11 | $\gamma \backslash \alpha$ |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|
| 10 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,794 | 0,941 | 0,979 | 10 |
| 12 | 0,167 | 0,333 | 0,500 | 0,667 | 0,828 | 0,898 | 12 |
| 14 | 0,143 | 0,286 | 0,429 | 0,571 | 0,714 | 0,785 | 14 |
| 16 | 0,125 | 0,250 | 0,375 | 0,500 | 0,625 | 0,687 | 16 |
| 18 | 0,111 | 0,222 | 0,333 | 0,444 | 0,556 | 0,583 | 18 |
| 20 | 0,100 | 0,200 | 0,300 | 0,400 | 0,500 | 0,550 | 20 |
| 22 | 0,091 | 0,182 | 0,273 | 0,364 | 0,455 | 0,500 | 22 |
| 24 | 0,083 | 0,167 | 0,250 | 0,333 | 0,417 | 0,458 | 24 |
| 26 | 0,077 | 0,154 | 0,231 | 0,308 | 0,385 | 0,423 | 26 |
| 28 | 0,071 | 0,143 | 0,214 | 0,286 | 0,357 | 0,393 | 28 |
| 30 | 0,067 | 0,133 | 0,200 | 0,267 | 0,333 | 0,367 | 30 |

TABELA 43

$$L = 10 \div 30$$

$$P_z = f(L; \gamma)$$

$$\gamma = 12 \div 20$$

| $L \backslash \gamma$ | 12 | 13 | 14 | 15 | 18 | 20 | $\gamma \backslash L$ |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 10 | 0,994 | 0,999 | 1,000 | | | | 10 |
| 12 | 0,951 | 0,982 | 0,995 | 1,000 | | | 12 |
| 14 | 0,853 | 0,913 | 0,958 | 0,986 | | | 14 |
| 16 | 0,750 | 0,812 | 0,871 | 0,924 | | | 16 |
| 18 | 0,667 | 0,722 | 0,778 | 0,833 | | | 18 |
| 20 | 0,600 | 0,650 | 0,700 | 0,750 | 1,000 | | 20 |
| 22 | 0,546 | 0,591 | 0,636 | 0,682 | 0,848 | 1,000 | 22 |
| 24 | 0,500 | 0,542 | 0,583 | 0,625 | 0,748 | 0,869 | 24 |
| 26 | 0,462 | 0,500 | 0,538 | 0,577 | 0,691 | 0,768 | 26 |
| 28 | 0,429 | 0,464 | 0,500 | 0,536 | 0,644 | 0,716 | 28 |
| 30 | 0,400 | 0,433 | 0,467 | 0,500 | 0,601 | 0,668 | 30 |

TABELA 44

$$N = f(p; p_{m \geq 1})$$

| $p_{m \geq 1} \backslash p\%$ | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 |
|-------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0,05 | 25 | 12 | 8 | 6 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 0,10 | 52 | 26 | 18 | 13 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 0,15 | 81 | 40 | 27 | 20 | 16 | 13 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 7 | 6 | 6 | 5 |
| 0,20 | 112 | 56 | 36 | 27 | 22 | 18 | 16 | 14 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 8 | 7 |
| 0,25 | 143 | 71 | 47 | 35 | 28 | 24 | 20 | 18 | 16 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 10 |
| 0,30 | 178 | 88 | 58 | 44 | 35 | 29 | 25 | 22 | 20 | 18 | 16 | 15 | 13 | 12 | 12 |
| 0,35 | 215 | 108 | 72 | 54 | 43 | 36 | 31 | 27 | 24 | 22 | 20 | 18 | 16 | 15 | 14 |
| 0,40 | 255 | 127 | 85 | 63 | 51 | 42 | 36 | 32 | 28 | 25 | 23 | 21 | 19 | 18 | 17 |
| 0,45 | 300 | 150 | 98 | 73 | 60 | 49 | 42 | 37 | 33 | 29 | 27 | 24 | 22 | 21 | 20 |
| 0,50 | 345 | 173 | 115 | 86 | 69 | 57 | 49 | 43 | 38 | 34 | 31 | 28 | 26 | 24 | 23 |
| 0,55 | 400 | 200 | 134 | 100 | 80 | 66 | 57 | 49 | 44 | 39 | 36 | 33 | 30 | 28 | 26 |
| 0,60 | 460 | 230 | 152 | 114 | 92 | 76 | 65 | 57 | 50 | 45 | 41 | 38 | 35 | 32 | 30 |
| 0,65 | 520 | 260 | 171 | 128 | 104 | 85 | 73 | 64 | 57 | 51 | 47 | 43 | 39 | 37 | 34 |
| 0,70 | 600 | 300 | 200 | 150 | 120 | 100 | 86 | 75 | 67 | 60 | 54 | 50 | 46 | 43 | 40 |
| 0,75 | 690 | 348 | 230 | 172 | 138 | 114 | 99 | 86 | 76 | 68 | 62 | 57 | 53 | 49 | 46 |
| 0,80 | 800 | 400 | 268 | 200 | 160 | 133 | 114 | 100 | 89 | 80 | 75 | 66 | 61 | 56 | 53 |
| 0,85 | 940 | 470 | 312 | 236 | 188 | 158 | 133 | 118 | 104 | 92 | 85 | 78 | 72 | 67 | 62 |
| 0,90 | 1140 | 575 | 380 | 286 | 230 | 190 | 162 | 143 | 127 | 113 | 103 | 95 | 87 | 81 | 76 |
| 0,95 | 1500 | 750 | 495 | 370 | 300 | 248 | 212 | 185 | 162 | 147 | 134 | 123 | 114 | 104 | 98 |
| 0,98 | 1920 | 965 | 650 | 480 | 380 | 320 | 274 | 240 | 214 | 193 | 178 | 162 | 148 | 137 | 129 |
| $p_{m \geq 1} \backslash p\%$ | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 |

TABELA 44

$$N = f(p; P_{m \geq 1})$$

| $\begin{matrix} p\% \\ P_{m \geq 1} \end{matrix}$ | 3,2 | 3,4 | 3,6 | 3,8 | 4,0 | 4,2 | 4,4 | 4,6 | 4,8 | 5,0 | 5,2 | 5,4 | 5,6 | 5,8 | 6,0 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0,05 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| 0,10 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 0,15 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 0,20 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 0,25 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 0,30 | 11 | 10 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 0,35 | 13 | 13 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 |
| 0,40 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 | 8 |
| 0,45 | 18 | 17 | 16 | 15 | 15 | 14 | 13 | 13 | 12 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 |
| 0,50 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 15 | 14 | 14 | 13 | 13 | 12 | 12 | 11 |
| 0,55 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 16 | 15 | 14 | 14 | 13 | 13 |
| 0,60 | 28 | 26 | 25 | 24 | 22 | 21 | 20 | 19 | 19 | 18 | 17 | 16 | 16 | 15 | 15 |
| 0,65 | 32 | 30 | 29 | 27 | 26 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 18 | 17 | 17 |
| 0,70 | 37 | 35 | 34 | 32 | 30 | 29 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 20 |
| 0,75 | 43 | 40 | 38 | 36 | 34 | 32 | 31 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 |
| 0,80 | 50 | 47 | 44 | 42 | 40 | 38 | 36 | 34 | 33 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 |
| 0,85 | 58 | 55 | 51 | 49 | 46 | 44 | 42 | 40 | 39 | 37 | 36 | 34 | 33 | 31 | 30 |
| 0,90 | 71 | 66 | 62 | 59 | 56 | 54 | 51 | 49 | 47 | 45 | 43 | 41 | 40 | 38 | 37 |
| 0,95 | 92 | 86 | 82 | 78 | 74 | 70 | 67 | 63 | 61 | 58 | 55 | 53 | 51 | 50 | 48 |
| 0,98 | 120 | 113 | 107 | 100 | 96 | 92 | 87 | 83 | 80 | 76 | 71 | 68 | 66 | 64 | 62 |
| $\begin{matrix} P_{m \geq 1} \\ p\% \end{matrix}$ | 3,2 | 3,4 | 3,6 | 3,8 | 4,0 | 4,2 | 4,4 | 4,6 | 4,8 | 5,0 | 5,2 | 5,4 | 5,6 | 5,8 | 6,0 |

TABELA 44

$$N = f(p; p_{m \geq 1})$$

| $\begin{matrix} p\% \\ p_{m \geq 1} \end{matrix}$ | 6,4 | 6,8 | 7,2 | 7,6 | 8,0 | 8,4 | 8,8 | 9,2 | 9,6 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|
| 0,05 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,10 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| 0,15 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0,20 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 0,25 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 0,30 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 0,35 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 0,40 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 0,45 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 0,50 | 10 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 0,55 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 |
| 0,60 | 14 | 13 | 12 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 9 | 9 | 8 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| 0,65 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 9 | 8 | 8 | 7 | 7 |
| 0,70 | 18 | 17 | 16 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 | 12 | 11 | 10 | 10 | 9 | 8 | 8 |
| 0,75 | 21 | 20 | 18 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 9 |
| 0,80 | 24 | 23 | 22 | 21 | 19 | 18 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 |
| 0,85 | 29 | 27 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 |
| 0,90 | 35 | 33 | 31 | 29 | 28 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 20 | 18 | 17 | 15 | 14 |
| 0,95 | 44 | 42 | 40 | 38 | 36 | 34 | 33 | 31 | 30 | 28 | 25 | 23 | 22 | 20 | 18 |
| 0,98 | 57 | 54 | 51 | 49 | 46 | 44 | 42 | 40 | 38 | 37 | 33 | 30 | 28 | 26 | 24 |
| $\begin{matrix} p_{m \geq 1} \\ p\% \end{matrix}$ | 6,4 | 6,8 | 7,2 | 7,6 | 8,0 | 8,4 | 8,8 | 9,2 | 9,6 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |

TABELA 44

$$N = f(p; p_m \geq 1)$$

| $p_m \geq 1$ \ p% | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 |
|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0,05 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,25 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,30 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| 0,35 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - |
| 0,40 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0,45 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0,50 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 0,55 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 0,60 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 0,65 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 0,70 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 0,75 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 0,80 | 9 | 9 | 8 | 8 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 0,85 | 11 | 10 | 10 | 9 | 9 | 8 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 0,90 | 13 | 12 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 8 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 |
| 0,95 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 8 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| 0,98 | 23 | 21 | 20 | 18 | 17 | 16 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 |
| $p_m \geq 1$ \ p% | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 |

TABELA 44

$$N = f(p; p_{m \geq 1})$$

| $p_{m \geq 1} \backslash p\%$ | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 98 |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0,05 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,35 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,45 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,50 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,55 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,60 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,65 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 0,70 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| 0,75 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| 0,80 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - |
| 0,85 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | - | - | - |
| 0,90 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | - | - |
| 0,95 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | - |
| 0,98 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| $p_{m \geq 1} \backslash p\%$ | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 98 |

TABELA 45

wartości funkcji $P_m = 1 - e^{-np}$

| np | P_m | np | P_m | np | P_m |
|------|--------|------|--------|------|--------|
| 0,00 | 0,0000 | 1,4 | 0,7534 | 3,8 | 0,9776 |
| 0,05 | 0,0488 | 1,5 | 0,7769 | 3,9 | 0,9798 |
| 0,10 | 0,0952 | 1,6 | 0,8981 | 4,0 | 0,9817 |
| 0,15 | 0,1593 | 1,7 | 0,8173 | 4,1 | 0,9834 |
| 0,20 | 0,1813 | 1,8 | 0,8347 | 4,2 | 0,9850 |
| 0,25 | 0,2212 | 1,9 | 0,8504 | 4,3 | 0,9864 |
| 0,30 | 0,2592 | 2,0 | 0,8647 | 4,4 | 0,9877 |
| 0,35 | 0,2953 | 2,1 | 0,8776 | 4,5 | 0,9889 |
| 0,40 | 0,3297 | 2,2 | 0,8892 | 4,6 | 0,9899 |
| 0,45 | 0,3624 | 2,3 | 0,8997 | 4,7 | 0,9909 |
| 0,50 | 0,3935 | 2,4 | 0,9093 | 4,8 | 0,9918 |
| 0,55 | 0,4231 | 2,5 | 0,9179 | 4,9 | 0,9926 |
| 0,60 | 0,4512 | 2,6 | 0,9257 | 5,0 | 0,9933 |
| 0,65 | 0,4780 | 2,7 | 0,9328 | 5,5 | 0,9959 |
| 0,70 | 0,5034 | 2,8 | 0,9392 | 6,0 | 0,9975 |
| 0,75 | 0,5276 | 2,9 | 0,9450 | 6,5 | 0,9985 |
| 0,80 | 0,5507 | 3,0 | 0,9502 | 7,0 | 0,9991 |
| 0,85 | 0,5726 | 3,1 | 0,9549 | 7,5 | 0,9995 |
| 0,90 | 0,5934 | 2,3 | 0,9592 | 8,0 | 0,9997 |
| 0,95 | 0,6133 | 3,2 | 0,9631 | 8,5 | 0,9998 |
| 1,0 | 0,6321 | 3,4 | 0,9666 | 9,0 | 0,9999 |
| 1,1 | 0,6671 | 3,5 | 0,9698 | 5,9 | 0,9999 |
| 1,2 | 0,6988 | 3,6 | 0,9727 | 10,0 | 1,0000 |
| 1,3 | 0,7275 | 3,5 | 0,9753 | | |

TABELA 46

$$R_m = f(K, G, \delta).$$

| δ | 8 mm | | | 10 mm | | | 12 mm | | | |
|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | K G | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 0,8 | 1,0 | 1,5 |
| 100 | | 8,62 | 10,77 | 16,16 | 0,00 | 10,00 | 15,00 | 7,52 | 9,40 | 14,10 |
| 200 | | 12,18 | 15,23 | 22,85 | 11,31 | 14,14 | 21,21 | 10,64 | 13,30 | 19,95 |
| 300 | | 14,93 | 18,66 | 27,99 | 13,86 | 17,32 | 25,98 | 13,03 | 16,29 | 24,44 |
| 400 | | 17,24 | 21,55 | 32,33 | 16,00 | 20,00 | 30,00 | 15,05 | 18,81 | 28,22 |
| 500 | | 19,27 | 24,09 | 36,14 | 17,89 | 22,36 | 33,54 | 16,83 | 21,04 | 31,56 |
| 600 | | 21,11 | 26,39 | 39,59 | 19,59 | 24,49 | 36,74 | 18,43 | 23,04 | 34,56 |
| 700 | | 22,81 | 28,51 | 42,77 | 21,17 | 26,46 | 39,69 | 19,91 | 24,89 | 37,34 |
| 800 | | 24,38 | 30,47 | 45,71 | 22,62 | 28,28 | 42,42 | 21,28 | 26,60 | 39,90 |
| 900 | | 25,86 | 32,32 | 48,48 | 24,00 | 30,00 | 45,00 | 22,58 | 28,22 | 42,33 |
| 1000 | | 27,46 | 34,33 | 51,49 | 25,30 | 31,62 | 47,43 | 23,80 | 29,75 | 44,63 |
| δ | 15 mm | | | 17 mm | | | 20 mm | | | |
| K G | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | |
| 100 | | 6,98 | 8,73 | 13,10 | 6,70 | 8,38 | 12,57 | 6,35 | 7,94 | 11,91 |
| 200 | | 9,88 | 12,35 | 18,53 | 9,48 | 11,85 | 17,78 | 8,98 | 11,22 | 16,83 |
| 300 | | 12,10 | 15,13 | 22,70 | 11,61 | 14,51 | 21,77 | 10,99 | 13,74 | 20,61 |
| 400 | | 13,97 | 17,46 | 26,19 | 13,41 | 16,76 | 25,14 | 12,70 | 15,87 | 23,81 |
| 500 | | 15,65 | 19,56 | 29,34 | 14,99 | 18,74 | 28,11 | 14,19 | 17,74 | 26,61 |
| 600 | | 17,11 | 21,39 | 32,09 | 16,42 | 20,53 | 30,80 | 15,55 | 19,44 | 29,16 |
| 700 | | 18,48 | 23,10 | 34,65 | 17,74 | 22,17 | 33,26 | 16,80 | 21,00 | 31,30 |
| 800 | | 19,76 | 24,70 | 37,05 | 18,96 | 23,70 | 35,55 | 17,95 | 22,44 | 33,66 |
| 900 | | 20,96 | 26,20 | 39,30 | 20,11 | 25,14 | 37,71 | 19,05 | 23,81 | 35,72 |
| 1000 | | 22,09 | 27,61 | 41,42 | 21,20 | 26,50 | 39,75 | 20,07 | 25,09 | 37,64 |

TABELA 46

$$R_m = f(K, G, \delta) / .$$

| δ | 22 mm | | | 25 mm | | | 28 mm | | | |
|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | K G | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 0,8 | 1,0 | 1,5 |
| 100 | | 6,14 | 7,68 | 11,52 | 5,90 | 7,37 | 11,06 | 5,67 | 7,09 | 10,64 |
| 200 | | 8,69 | 10,86 | 16,29 | 8,34 | 10,42 | 15,63 | 8,02 | 10,03 | 15,05 |
| 300 | | 10,65 | 13,31 | 19,97 | 10,21 | 12,76 | 19,14 | 9,84 | 12,30 | 18,45 |
| 400 | | 12,30 | 15,37 | 23,06 | 11,78 | 14,73 | 22,10 | 11,35 | 14,19 | 21,29 |
| 500 | | 13,74 | 17,18 | 25,77 | 13,18 | 16,48 | 24,72 | 12,69 | 15,86 | 23,79 |
| 600 | | 15,06 | 18,82 | 28,23 | 14,44 | 18,05 | 27,06 | 13,90 | 17,38 | 26,07 |
| 700 | | 16,27 | 20,34 | 30,51 | 15,59 | 19,49 | 29,24 | 15,02 | 18,78 | 28,17 |
| 800 | | 17,38 | 21,73 | 32,60 | 16,67 | 20,84 | 31,26 | 16,06 | 20,07 | 30,11 |
| 900 | | 18,44 | 23,05 | 34,58 | 17,68 | 22,10 | 33,15 | 17,03 | 21,29 | 31,94 |
| 1000 | | 19,44 | 24,30 | 36,45 | 18,64 | 23,30 | 34,95 | 17,95 | 22,44 | 33,66 |

TABELA 47

$$d, N_L, n_m = f(P_m, B_r, d_{\min}).$$

| d_{\min} | 20 m | | | | | | | | | |
|------------|-----------|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|
| | B_r w m | 5 | | | 10 | | | 15 | | |
| | | P_m | d | N_L | n_m | d | N_L | n_m | d | N_L |
| | 0,05 | 100,0 | 1 | 20 | 200,0 | 1 | 11 | 300,0 | 1 | 8 |
| | 0,10 | 50,0 | 1 | 39 | 100,0 | 1 | 20 | 150,0 | 1 | 14 |
| | 0,15 | 33,3 | 1 | 57 | 66,7 | 1 | 29 | 100,0 | 1 | 20 |
| | 0,20 | 25,0 | 1 | 76 | 50,0 | 1 | 39 | 75,0 | 1 | 26 |
| | 0,25 | 37,3 | 2 | 102 | 40,0 | 1 | 48 | 60,0 | 1 | 32 |
| | 0,30 | 30,6 | 2 | 124 | 33,3 | 1 | 57 | 50,0 | 1 | 39 |
| | 0,35 | 25,8 | 2 | 146 | 28,6 | 1 | 66 | 42,9 | 1 | 45 |
| | 0,40 | 22,2 | 2 | 170 | 25,0 | 1 | 76 | 37,5 | 1 | 51 |
| | 0,45 | 27,7 | 3 | 204 | 22,2 | 1 | 85 | 33,3 | 1 | 57 |
| | 0,50 | 24,2 | 3 | 234 | 20,0 | 1 | 94 | 30,0 | 1 | 63 |
| | 0,55 | 21,4 | 3 | 264 | 30,4 | 2 | 124 | 27,3 | 1 | 69 |
| | 0,60 | 24,4 | 4 | 308 | 27,2 | 2 | 140 | 25,0 | 1 | 76 |
| | 0,65 | 21,7 | 4 | 348 | 24,5 | 2 | 154 | 23,1 | 1 | 82 |
| | 0,70 | 23,4 | 5 | 405 | 22,1 | 2 | 170 | 21,4 | 1 | 88 |
| | 0,75 | 20,6 | 5 | 455 | 20,0 | 2 | 188 | 20,0 | 1 | 94 |
| | 0,80 | | | | 24,1 | 3 | 234 | 27,1 | 2 | 140 |
| | 0,85 | | | | 21,3 | 3 | 264 | 24,5 | 2 | 154 |
| | 0,90 | | | | 22,8 | 4 | 332 | 21,9 | 2 | 172 |

TABELA 47

$$d; N_L; n_m = f(P_m, B_r, d_{min})$$

| d_{min} | 20 m | | | 35 m | | | | | | |
|-----------|-----------|-------|----|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-------|
| | B_r w m | 20 | | | 5 | | | 10 | | |
| | | P_m | d | N_L | N_m | d | N_L | N_m | d | N_L |
| 0,05 | 400,0 | 1 | 6 | 100,0 | 1 | 20 | 200,0 | 1 | 11 | |
| 0,10 | 200,0 | 1 | 11 | 50,0 | 1 | 39 | 100,0 | 1 | 20 | |
| 0,15 | 133,3 | 1 | 15 | 64,1 | 2 | 60 | 66,7 | 1 | 29 | |
| 0,20 | 100,0 | 1 | 20 | 47,4 | 2 | 82 | 50,0 | 1 | 39 | |
| 0,25 | 80,0 | 1 | 25 | 37,3 | 2 | 102 | 40,0 | 1 | 48 | |
| 0,30 | 66,7 | 1 | 29 | 44,6 | 3 | 129 | 61,2 | 2 | 64 | |
| 0,35 | 57,1 | 1 | 34 | 37,4 | 3 | 153 | 51,6 | 2 | 74 | |
| 0,40 | 50,0 | 1 | 39 | 41,7 | 4 | 184 | 44,4 | 2 | 86 | |
| 0,45 | 44,4 | 1 | 43 | 36,0 | 4 | 212 | 38,7 | 2 | 98 | |
| 0,50 | 40,0 | 1 | 48 | 38,6 | 5 | 245 | 48,5 | 3 | 120 | |
| 0,55 | 36,4 | 1 | 52 | | | | 42,8 | 3 | 135 | |
| 0,60 | 33,3 | 1 | 57 | | | | 38,0 | 3 | 150 | |
| 0,65 | 30,8 | 1 | 62 | | | | 43,3 | 4 | 176 | |
| 0,70 | 28,6 | 1 | 66 | | | | 38,5 | 4 | 200 | |
| 0,75 | 26,7 | 1 | 71 | | | | 41,3 | 5 | 230 | |
| 0,80 | 25,0 | 1 | 76 | | | | 36,3 | 5 | 260 | |
| 0,85 | 23,5 | 1 | 80 | | | | | | | |
| 0,90 | 22,2 | 1 | 85 | | | | | | | |

TABELA 47

$$d, N_L, n_m = f(P_m, B_r, d_{min})$$

| d _{min} | 35 m | | | | | | 45 m | | | |
|------------------|---------------------|---|----------------|----------------|---|----------------|----------------|---|----------------|----------------|
| | 15 | | | 20 | | | 5 | | | |
| | B _r w m. | d | N _L | N _m | d | N _L | N _m | d | N _L | N _m |
| 0,05 | 300,0 | 1 | 8 | 400,0 | 1 | 6 | 100,0 | 1 | 20 | |
| 0,10 | 150,0 | 1 | 14 | 200,0 | 1 | 11 | 50,0 | 1 | 39 | |
| 0,15 | 100,0 | 1 | 20 | 133,3 | 1 | 15 | 64,1 | 2 | 60 | |
| 0,20 | 75,0 | 1 | 26 | 100,0 | 1 | 20 | 47,4 | 2 | 82 | |
| 0,25 | 60,0 | 1 | 32 | 80,0 | 1 | 25 | 54,7 | 3 | 105 | |
| 0,30 | 50,0 | 1 | 39 | 66,7 | 1 | 29 | 58,6 | 4 | 132 | |
| 0,35 | 42,9 | 1 | 45 | 57,1 | 1 | 34 | 49,0 | 4 | 156 | |
| 0,40 | 37,5 | 1 | 51 | 50,0 | 1 | 39 | 51,5 | 5 | 185 | |
| 0,45 | 58,0 | 2 | 66 | 44,4 | 1 | 43 | | | | |
| 0,50 | 51,2 | 2 | 76 | 40,0 | 1 | 48 | | | | |
| 0,55 | 45,6 | 2 | 84 | 36,4 | 1 | 52 | | | | |
| 0,60 | 40,8 | 2 | 94 | 54,4 | 2 | 72 | | | | |
| 0,65 | 36,7 | 2 | 104 | 49,0 | 2 | 78 | | | | |
| 0,70 | 45,4 | 3 | 126 | 44,2 | 2 | 86 | | | | |
| 0,75 | 40,5 | 3 | 141 | 40,0 | 2 | 96 | | | | |
| 0,80 | 36,1 | 3 | 159 | 36,2 | 2 | 106 | | | | |
| 0,85 | 39,7 | 4 | 192 | 42,7 | 3 | 135 | | | | |
| 0,90 | 40,6 | 5 | 235 | 37,3 | 3 | 153 | | | | |

Załącznik nr 5

TABELA 47

$$d, N_L, n_m = f(P_m, B_r, d_{\min})$$

| P _m | d _{min} | 45 m | | | | | | | | |
|----------------|------------------|------|----------------|----------------|----|----------------|----------------|----|----------------|----------------|
| | | 10 | | | 15 | | | 20 | | |
| | | d | N _L | N _m | d | N _L | N _m | d | N _L | N _m |
| 0,05 | 200,0 | 1 | 11 | 300,0 | 1 | 8 | 400,0 | 1 | 6 | |
| 0,10 | 100,0 | 1 | 20 | 150,0 | 1 | 14 | 200,0 | 1 | 11 | |
| 0,15 | 66,7 | 1 | 29 | 100,0 | 1 | 20 | 133,3 | 1 | 15 | |
| 0,20 | 50,0 | 1 | 39 | 75,0 | 1 | 26 | 100,0 | 1 | 20 | |
| 0,25 | 74,6 | 2 | 52 | 60,0 | 1 | 32 | 80,0 | 1 | 25 | |
| 0,30 | 61,2 | 2 | 64 | 50,0 | 1 | 39 | 66,7 | 1 | 29 | |
| 0,35 | 51,6 | 2 | 74 | 77,4 | 2 | 50 | 57,1 | 1 | 34 | |
| 0,40 | 63,9 | 3 | 90 | 66,5 | 2 | 58 | 50,0 | 1 | 39 | |
| 0,45 | 55,3 | 3 | 105 | 58,0 | 2 | 66 | 77,4 | 2 | 50 | |
| 0,50 | 48,5 | 3 | 120 | 51,2 | 2 | 76 | 68,3 | 2 | 58 | |
| 0,55 | 55,3 | 4 | 140 | 45,6 | 2 | 84 | 68,8 | 2 | 64 | |
| 0,60 | 48,8 | 4 | 156 | 57,0 | 3 | 102 | 54,4 | 2 | 72 | |
| 0,65 | 52,8 | 5 | 185 | 50,8 | 3 | 114 | 49,0 | 2 | 78 | |
| 0,70 | 46,7 | 5 | 205 | 45,4 | 3 | 126 | 60,5 | 3 | 96 | |
| 0,75 | | | | 51,2 | 4 | 144 | 54,0 | 3 | 108 | |
| 0,80 | | | | 45,3 | 4 | 168 | 48,2 | 3 | 120 | |
| 0,85 | | | | 47,5 | 5 | 200 | 53,0 | 4 | 144 | |
| 0,90 | | | | | | | 45,7 | 4 | 168 | |

TABELA 47

$$d, N_L, n_m = f(P_m, B_r, d_{\min})$$

| P _m | d _{min} | | 45 m | | | | | | 80 m | | |
|----------------|---------------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|--|--|
| | B _r w m. | | 25 | | | 30 | | | 5 | | |
| | d | N _L | n _m | d | N _L | n _m | d | N _L | n _m | | |
| 0,05 | 500,0 | 1 | 5 | 600,0 | 1 | 5 | 100,0 | 1 | 21 | | |
| 0,10 | 250,0 | 1 | 9 | 300,0 | 1 | 8 | 97,4 | 2 | 42 | | |
| 0,15 | 166,7 | 1 | 13 | 200,0 | 1 | 11 | 94,8 | 3 | 63 | | |
| 0,20 | 125,0 | 1 | 16 | 150,0 | 1 | 14 | 92,1 | 4 | 88 | | |
| 0,25 | 100,0 | 1 | 20 | 120,0 | 1 | 17 | 89,4 | 5 | 120 | | |
| 0,30 | 83,3 | 1 | 24 | 100,0 | 1 | 20 | | | | | |
| 0,35 | 71,4 | 1 | 27 | 85,7 | 1 | 23 | | | | | |
| 0,40 | 62,5 | 1 | 31 | 75,0 | 1 | 26 | | | | | |
| 0,45 | 55,6 | 1 | 35 | 66,7 | 1 | 29 | | | | | |
| 0,50 | 50,0 | 1 | 39 | 60,0 | 1 | 32 | | | | | |
| 0,55 | 45,4 | 1 | 42 | 54,5 | 1 | 35 | | | | | |
| 0,60 | 68,0 | 2 | 58 | 50,0 | 1 | 39 | | | | | |
| 0,65 | 61,2 | 2 | 64 | 46,1 | 1 | 42 | | | | | |
| 0,70 | 55,3 | 2 | 70 | 66,3 | 2 | 58 | | | | | |
| 0,75 | 50,0 | 2 | 78 | 60,0 | 2 | 64 | | | | | |
| 0,80 | 45,2 | 2 | 84 | 54,3 | 2 | 72 | | | | | |
| 0,85 | 53,3 | 3 | 108 | 49,0 | 2 | 78 | | | | | |
| 0,90 | 46,7 | 3 | 123 | 56,0 | 3 | 105 | | | | | |

TABELA 47

$$d, N_L, n_m = f(P_m, B_r, d_{\min}) .$$

| d _{min} | 80 m | | | | | | | | | |
|------------------|---------------------|----------------|---|----------------|----------------|---|----------------|----------------|---|----------------|
| | B _r w m. | 25 | | | 30 | | | 35 | | |
| | | P _m | d | N _L | n _m | d | N _L | n _m | d | N _L |
| | 0,05 | 500,0 | 1 | 5 | 600,0 | 1 | 5 | 700,0 | 1 | 4 |
| | 0,10 | 250,0 | 1 | 9 | 300,0 | 1 | 8 | 250,0 | 1 | 7 |
| | 0,15 | 166,7 | 1 | 13 | 200,0 | 1 | 11 | 233,3 | 1 | 9 |
| | 0,20 | 125,0 | 1 | 16 | 150,0 | 1 | 14 | 175,0 | 1 | 12 |
| | 0,25 | 100,0 | 1 | 20 | 120,0 | 1 | 17 | 140,0 | 1 | 15 |
| | 0,30 | 83,3 | 1 | 24 | 100,0 | 1 | 20 | 116,7 | 1 | 17 |
| | 0,35 | 129,0 | 2 | 32 | 85,7 | 1 | 23 | 100,0 | 1 | 20 |
| | 0,40 | 110,9 | 2 | 36 | 133,1 | 2 | 30 | 87,5 | 1 | 23 |
| | 0,45 | 96,8 | 2 | 42 | 116,1 | 2 | 17 | 135,5 | 2 | 30 |
| | 0,50 | 85,4 | 2 | 46 | 102,4 | 2 | 40 | 119,5 | 2 | 34 |
| | 0,55 | 107,0 | 3 | 57 | 91,1 | 2 | 44 | 106,3 | 2 | 38 |
| | 0,60 | 95,0 | 3 | 63 | 81,6 | 2 | 48, | 95,2 | 2 | 42 |
| | 0,65 | 84,7 | 3 | 69 | 101,6 | 3 | 60 | 85,7 | 2 | 46 |
| | 0,70 | 96,2 | 4 | 84 | 90,7 | 3 | 66 | 105,9 | 3 | 57 |
| | 0,75 | 85,4 | 4 | 92 | 81,1 | 3 | 72 | 94,6 | 3 | 63 |
| | 0,80 | 90,8 | 5 | 110 | 90,5 | 4 | 88 | 84,3 | 3 | 69 |
| | 0,85 | | | | 95,0 | 5 | 105 | 92,7 | 4 | 84 |
| | 0,90 | | | | 81,3 | 5 | 120 | 94,8 | 5 | 105 |

TABELA 47

$$d, N_L, n_m = f(P_m, B_r, d_{\min})$$

| d_{\min} | 80 m | | | | | | | | | |
|------------|------------|-------|---|-------|-------|---|-------|--------|---|-------|
| | B_r w m. | 40 | | | 45 | | | 50 | | |
| | | P_m | d | N_L | n_m | d | N_L | n_m | d | N_L |
| 0,05 | | 800,0 | 1 | 4 | 900,0 | 1 | 4 | 1000,0 | 1 | 3 |
| 0,10 | | 400,0 | 1 | 6 | 450,0 | 1 | 6 | 500,0 | 1 | 5 |
| 0,15 | | 226,7 | 1 | 8 | 300,0 | 1 | 8 | 333,3 | 1 | 7 |
| 0,20 | | 200,0 | 1 | 11 | 225,0 | 1 | 10 | 250,0 | 1 | 9 |
| 0,25 | | 160,0 | 1 | 13 | 180,0 | 1 | 12 | 200,0 | 1 | 11 |
| 0,30 | | 133,3 | 1 | 15 | 150,0 | 1 | 14 | 166,7 | 1 | 13 |
| 0,35 | | 114,3 | 1 | 18 | 128,6 | 1 | 16 | 142,8 | 1 | 14 |
| 0,40 | | 100,0 | 1 | 20 | 112,5 | 1 | 18 | 125,0 | 1 | 16 |
| 0,45 | | 88,9 | 1 | 22 | 100,0 | 1 | 20 | 111,1 | 1 | 18 |
| 0,50 | | 80,0 | 1 | 25 | 90,0 | 1 | 22 | 100,0 | 1 | 20 |
| 0,55 | | 121,5 | 2 | 34 | 81,8 | 1 | 24 | 90,9 | 1 | 22 |
| 0,60 | | 108,8 | 2 | 38 | 122,4 | 2 | 34 | 83,3 | 1 | 24 |
| 0,65 | | 97,9 | 2 | 40 | 110,2 | 2 | 36 | 122,4 | 2 | 34 |
| 0,70 | | 88,4 | 2 | 44 | 99,5 | 2 | 40 | 110,5 | 2 | 36 |
| 0,75 | | 80,0 | 2 | 50 | 90,0 | 2 | 44 | 100,0 | 2 | 40 |
| 0,80 | | 96,3 | 3 | 63 | 81,4 | 2 | 48 | 90,4 | 2 | 44 |
| 0,85 | | 85,3 | 3 | 69 | 96,0 | 3 | 63 | 81,6 | 2 | 48 |
| 0,90 | | 91,4 | 4 | 88 | 84,0 | 3 | 72 | 93,3 | 3 | 63 |

TABELA 47

$$d, N_L, n_m = f(P_m, B_r, d_{\min})$$

| d _{min} | 150 m | | | | | | | | | |
|------------------|---------------------|----------------|----|----------------|----------------|----|----------------|----------------|---|----------------|
| | B _r w m. | 25 | | | 30 | | | 35 | | |
| | | P _m | d | N _L | n _m | d | N _L | n _m | d | N _L |
| 0,05 | | 500,0 | 1 | 5 | 600,0 | 1 | 5 | 700,0 | 1 | 4 |
| 0,10 | | 250,0 | 1 | 9 | 300,0 | 1 | 8 | 350,0 | 1 | 7 |
| 0,15 | | 166,7 | 1 | 13 | 200,0 | 1 | 11 | 233,3 | 1 | 9 |
| 0,20 | | 236,8 | 2 | 18 | 150,0 | 1 | 14 | 175,0 | 1 | 12 |
| 0,25 | | 186,6 | 2 | 22 | 223,9 | 2 | 20 | 261,2 | 2 | 18 |
| 0,30 | | 153,0 | 2 | 28 | 183,7 | 2 | 24 | 214,3 | 2 | 20 |
| 0,35 | | 186,9 | 3 | 33 | 154,8 | 2 | 26 | 186,6 | 2 | 24 |
| 0,40 | | 159,7 | 3 | 39 | 191,6 | 3 | 33 | 155,3 | 2 | 26 |
| 0,45 | | 180,1 | 4 | 48 | 166,0 | 3 | 39 | 193,7 | 3 | 33 |
| 0,50 | | 157,1 | 4 | 52 | 188,5 | 4 | 44 | 169,6 | 3 | 36 |
| 0,55 | | 169,4 | 5 | 60 | 165,8 | 4 | 52 | 193,4 | 4 | 44 |
| 0,60 | | 177,2 | 6 | 72 | 179,1 | 5 | 60 | 170,9 | 4 | 48 |
| 0,65 | | 156,0 | 6 | 78 | 158,4 | 5 | 65 | 151,6 | 4 | 56 |
| 0,70 | | 159,5 | 7 | 91 | 163,7 | 6 | 78 | 163,5 | 5 | 65 |
| 0,75 | | 157,6 | 8 | 104 | 166,6 | 7 | 85 | 175,0 | 6 | 72 |
| 0,80 | | 151,4 | 9 | 126 | 164,3 | 8 | 104 | 175,0 | 7 | 84 |
| 0,85 | | 157,5 | 11 | 143 | 159,4 | 9 | 117 | 165,0 | 8 | 104 |
| 0,90 | | 153,7 | 13 | 169 | 159,3 | 11 | 143 | 155,0 | 9 | 117 |

TABELA 47

$$d, N_L, n_m = f(P_m, B_r, d_{min}).$$

| d_{min} | 150 m | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| B_r w m. | 40 | | | 45 | | | 50 | | |
| P_m | d | N_L | n_m | d | N_L | n_m | d | N_L | n_m |
| 0,05 | 800,0 | 1 | 4 | 900,0 | 1 | 4 | 1000,0 | 1 | 3 |
| 0,10 | 400,0 | 1 | 6 | 450,0 | 1 | 6 | 500,0 | 1 | 5 |
| 0,15 | 266,7 | 1 | 8 | 300,0 | 1 | 8 | 333,3 | 1 | 7 |
| 0,20 | 200,0 | 1 | 11 | 225,0 | 1 | 10 | 250,0 | 1 | 9 |
| 0,25 | 160,0 | 1 | 13 | 180,0 | 1 | 12 | 200,0 | 1 | 11 |
| 0,30 | 244,9 | 2 | 18 | 150,0 | 1 | 14 | 166,7 | 1 | 13 |
| 0,35 | 206,4 | 2 | 20 | 232,2 | 2 | 18 | 258,0 | 2 | 18 |
| 0,40 | 177,5 | 2 | 24 | 199,6 | 2 | 22 | 221,8 | 2 | 20 |
| 0,45 | 154,8 | 2 | 26 | 174,1 | 2 | 24 | 193,5 | 2 | 22 |
| 0,50 | 193,9 | 3 | 33 | 153,6 | 2 | 28 | 177,7 | 2 | 24 |
| 0,55 | 171,2 | 3 | 36 | 192,5 | 3 | 33 | 151,9 | 2 | 28 |
| 0,60 | 152,0 | 3 | 42 | 171,0 | 3 | 36 | 190,0 | 3 | 33 |
| 0,65 | 173,3 | 4 | 48 | 152,4 | 3 | 42 | 169,3 | 3 | 36 |
| 0,70 | 153,9 | 4 | 56 | 173,1 | 4 | 48 | 151,2 | 3 | 42 |
| 0,75 | 165,2 | 5 | 65 | 153,6 | 4 | 56 | 170,7 | 4 | 48 |
| 0,80 | 170,0 | 6 | 72 | 163,5 | 5 | 65 | 150,9 | 4 | 56 |
| 0,85 | 168,7 | 7 | 84 | 166,5 | 6 | 73 | 158,3 | 5 | 65 |
| 0,90 | 160,0 | 8 | 104 | 160,0 | 7 | 91 | 156,5 | 6 | 78 |

S P I S L I T E R A T U R Y

/Bibliografia/

1. "Istoria Wielikoj Otieczestwiennoj Wojny Sowietskogo Sojuza 1941-1945". Wojennoje Izdatielstwo MOS SSR. Moskwa 1960-63 r.
2. "Mirowaja wojna w cyfrach". Goswojenizdat 1954.
3. "Morskaja moszcz siegodnia" - przekład z niemieckiego /"Seemacht Heute"/, wyd. Wojenizdat, Moskwa 1960.
4. "Wtoraja mirowaja wojna 1939-1945", Moskwa 1958.
5. "Diejstwa Wojenno-Morskogo Fłota w Wielikoj Otieczestwiennoj Wojnie", Moskwa 1956 r.
6. "Protiw falsifikatorow istorii wtoroj mirowoj wojny", Moskwa 1959r.
7. F. Ruge, "Wojna na morie 1939-1945", przekład z niemieckiego, 1957r.
8. "Mirowaja wojna", przekład z niemieckiego, Moskwa 1958.
9. "Morskoj słowar" Wydawnictwo Ministerstwa Obrony ZSRR, 1959 r.
10. S.E. Morison, "Bitwa za Atlantiku" i "Bitwa za Atlantiku wygrana", Wojennoje Izdatielstwo MOC SSR, Moskwa 1956 i 1959 r. /skrócony przekład z angielskiego/.
11. Lincoln F. Ashe; Secret Naval Investigator. London 1961.
12. W.P. Biełozickij, Ju.M. Baginskij, "Orużje podwodnego udara", Wojennoje Izdatielstwo Ministerstwa Oborony Sojuza SSR. Moskwa, 1960 r.
13. J.M. Korotkin, "Bojowyje powreżdzenia nadwodnych korablej". Sudpromgiz - 1960 r.
14. Jerzy Lipiński, "Druga wojna światowa na morzu". Wydawnictwo Morskie, Gdynia 1962 r.
Dodatek "Wykaz stanu flot wojennych państw uczestniczących w drugiej wojnie światowej" str. 489-552, opracował Tadeusz Wywerka - Prekurat.
15. "Przepisy o wykorzystaniu min morskich", MON Gdynia 1957 r. /tajne/.
16. "Taktyczne właściwości min i ich bojowe zastosowanie przez okręty nawodne". Podręcznik - wyd. MON 1956 /tajne/.

17. "Instrukcja o obronie baz Mar. Woj. przed bronią masowego rażenia".
Wyd. MON - 1962 /tajne/.
18. Arnold S. Soff Lieutenant Commander, W.S.N. "Most dangerous see".
H.S. Naval Institute, Annapolis, Maryland.
19. Brian Betham Schofield, "The Royal Navy Today". London 1960,
Oxford University Press.
20. S.W. Roskill, "The war at sea 1939-1945". London: Her Majesty's
Stationery Office 1960.
21. Marc' Antonio Bragadin "The Italian Navy in World War II". United
States Naval Institute Annapolis, Maryland 1957 r.
22. "Planowanie, organizacja i prowadzenie desantu morskiego /w skła-
dzie jednej - dwóch dywizji/ we współdziałaniu z desantem powietrz-
nym celem opanowania wysp, portów i baz w ramach operacji zaczepnej
/frontu, armii/ wzdłuż wybrzeża morskiego w początkowym okresie
wojny" /Wstępne opracowanie teoretyczne/, III Sesja Naukowa ASG,
Rembertów, lipiec 1963 r. /tajne/.
23. Zabezpieczenie okrętów w rejonach bazowania oraz wyprowadzenie ich
spod uderzenia nieprzyjaciela". Sesja Naukowa WSMW - Sekcja Opera-
cyjno-Taktyczna. Gdynia - grudzień 1963 r.
24. Prof. L.I. Frej, "Międzynarodnyje rasczety i finansировanie wnieznej
torgowli kapitalisticzeskich stran". Wnieszforgizdat, Moskwa 1960r.
25. Taktyka Marynarki Wojennej. Wydawnictwo MON 1955 r. /tajne/.
26. F.A. Baum, K.P. Staniukowicz i B.I. Szechter, "Fizyka wzrywa",
Moskwa 1959 r.
27. Ju.S. Ikowlew, "Gidrodinamika wzrywa", Sudpromgiz. Leningrad 1961 r.
28. "Skutki wybuchów jądrowych" - 1958 r. /na prawach rękopisu/.
29. B.W. Gniedenko, "Kurs tieorii wierojatnostiej", Moskwa 1961 r.
30. T. Czechowski, "Elementarny wykład rachunku prawdopodobieństwa".
PWN, Warszawa 1958 r.
31. B. Gniedenko i A. Chinczyn, "Elementarny wstęp do rachunku prawdo-
podobieństwa". PWN, Warszawa 1963 r.
32. N.A. Zworykin, "Sbornik zadacz po tieorii szuczajnych oszybok".
Leningrad 1953 r.

33. Czasopisma i periodyki:

- Przegląd Morski;
- Morskiej Sbornik;
- Military Review;
- La Revue Maritime;
- The Navy;
- U.S. Naval Institute Proceedings;
- Jane's Fighting Ships.

34. Notatki z wykładów w Akademii Budowy Okrętów i Uzbrojenia im.
A.N. Kryłowa.

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP
Archiwum Działu Editorów Specjalnych
Nr ewid. ~~X~~ 240767

Wydrukowano w 10 egz.

Egz. nr 1-10 - Bibl. Tajna

Wyk.: kmdr ppor. J. Cieśla

Druk: JP/Dnia 11.02.1965r.

Nr masz. 131/I.

