



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

AON wewn. 5171/99

ZWALCZANIE DESANTÓW POWIETRZNYCH

Biblioteka Główna
Akademii Sztuki Wojennej

52270



09-052270-000-0

52270

WARSZAWA

1999

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH

KATEDRA SZTUKI OPERACYJNEJ

AON wewn. 5171/99

ZWALCZANIE DESANTÓW POWIETRZNYCH

Materiały z sympozjum naukowego
zorganizowanego przez Katedrę Sztuki Operacyjnej
18 maja 1999 roku



WARSZAWA

1999

ZESPÓŁ ORGANIZACYJNY SYMPOZJUM

Kierownik naukowy symposium
płk prof. dr hab. Jerzy ZIELIŃSKI

Sekretarz naukowy
płk dr Robert BOJARSKI

Sekretarz organizacyjny
mjr dr Jarosław TOMASZEWSKI
kpt. dypl. Andrzej POLAK

Niniejszy materiał opracował
płk dr Bolesław SIKORSKI

*Materiały autorskie zawarte w opracowaniu przedstawione są
w oryginalnej formie, bez opracowania redakcyjnego.*

Redaktor techniczny
Beata KLAROWSKA

Korekta
Małgorzata SĘKTAS

ISBN 83-88062-45-X

Skład, druk i oprawa:
Akademia Obrony Narodowej – Wydział Wydawniczy
00-910 Warszawa, gen. A. Chruściela 103, tel./faks 681-37-52
Zam. nr 546/99

Spis treści

Wstęp	5
Ppłk dr Bolesław Sikorski	
Tezy do dyskusji	6
Ppłk dr Bolesław Sikorski	
Zwalczanie desantów powietrznych (referat wprowadzający)	10
Ppłk dypl. Peer Schwan	
Walka z siłami powietrznodesantowymi (w świetle regulaminów walki Bundeswehry)	30
Mjr Yrieix du Chouchet	
Zwalczanie desantów powietrznych (poglądy francuskie)	34
Ppłk Cheng Gang	
Zwalczanie desantów powietrznych (poglądy chińskie)	36
Plk dr hab. Ryszard Jakubczak, płk dr hab. Józef Marczak	
Obrona terytorialna w walce z desantami powietrznymi	38
Mgr Zbigniew Farmus	
Zwalczanie desantów powietrznych wojskami obrony terytorialnej	50
Mjr dypl. Nawig. Eugeniusz Cieślak	
Zwalczanie desantów powietrznych przez lotnictwo	53
Kmdr dr inż. Jerzy Parzewski	
Użycie inżynierskich środków rażenia	57
Plk prof. dr hab. inż. Karol Jach, płk dr inż. Maciej Mroczkowski, mjr dr inż. Krzysztof Rutyna, płk dr inż. Antoni Sarzyński, płk dr inż. Robert Świerczyński	
Amunicja precyzyjna – nowe środki rażenia do zwalczania desantów powietrznych	63

Wstęp

Tendencje rozwojowe współczesnych środków walki oraz koncepcje ich użycia wskazują na to, iż przyszłe pole walki będzie miało charakter powietrzno-lądowy, a ruchliwość powietrzna wojsk w znacznym stopniu będzie decydowała o wyniku starcia stron. Przewiduje się, że również w przyszłości będzie istniała potrzeba przenoszenia działań w głąb ugrupowania przeciwnika, tworzenia tam ognisk walki, opanowywania i utrzymania ważnych dla nacierającego obiektów – a to jest treścią zadań desantów powietrznych. Będzie również istniała potrzeba ich zwalczania.

W materiałach źródłowych (zarówno polskich jak i obcojęzycznych) trudno doszukać się zwięzłego opracowania dotyczącego teorii walki z desantami powietrznymi.

Biorąc pod uwagę zagrożenie desantami powietrznymi oraz potrzebę przygotowania wojsk do walki z nimi w Wydziale Wojsk Lądowych podjęto próbę rozwiązania ww. problemu. Jednym z etapów badań było sympozjum naukowe w dniu 18 maja 1999 roku na temat „Zwalczanie desantów powietrznych”.

Celem niniejszego sympozjum było określenie stanu aktualnych i perspektywicznych poglądów dotyczących walki z desantami powietrznymi.

Sympozjum stanowiło forum wymiany doświadczeń w tym zakresie dla przedstawicieli Wojska Polskiego, Chińskiej Armii Ludowo Demokratycznej, Armii Francuskiej oraz Armii Niemieckiej.

W sympozjum obok pracowników naukowych i naukowo dydaktycznych AON m.in. wzięli udział przedstawiciele Gabinetu Min. ON, Dowództwa Wojsk Lądowych, AMWoj., WSOWPanc., WSOWZ, WSOSP oraz oficerowie 16 DZ, 25 DKPow. i 6 BDSz.

Obrady były prowadzone w języku polskim. Podstawę do dyskusji stanowił referat wprowadzający naświetlający problem przez pryzmat doświadczeń. Referaty i głosy w dyskusji poszerzyły obraz aktualnego stanu i perspektywicznych poglądów dotyczących walki z desantami powietrznymi.

Tezy do dyskusji na sympozjum naukowym na temat: **„Zwalczanie desantów powietrznych”**

Celem sympozjum jest określenie stanu aktualnych i perspektywicznych poglądów dotyczących walki z desantami powietrznymi.

Z analizy materiałów źródłowych oraz doświadczeń wojennych wynika, że działania sił przeciwdesantowych były z reguły mało skuteczne. Sporadyczne sukcesy w starciu z desantami zawdzięczały one niemal zawsze ewidentnym błędom popełnianym przez desantującego. Teorię i praktykę działań desantowych ciągle udoskonalano. Zwiększano ruchliwość powietrzną oraz możliwości ogniowe desantów. Powstawały nowe struktury organizacyjne, począwszy od klasycznych desantów powietrznych zrzuconych na spadochronach, aż do sił powietrznoszturmowych. Doskonalono cały „system desantowy”. Nie można powiedzieć tego o siłach przeciwdesantowych, które od okresu międzywojennego do chwili obecnej niemal nie zmieniły „schematu” działania. Aby dostosować siły przeciwdesantowe do potrzeb przyszłego pola walki, należy przygotować je nie tylko do starcia z siłami desantowanymi w głębi naszego ugrupowania lecz z całym „systemem desantowym” przeciwnika. Aby uzasadnić powyższą tezę, konieczne wydaje się rozstrzygnięcie szeregu zagadnień szczegółowych m.in.:

- jaka powinna być rola i miejsce walki z desantami powietrznymi w systemie obrony państwa?
- jakie powinny być zadania dotyczące zwalczania desantów powietrznych?
- jakich sił i środków należy użyć do tych zadań?
- w jaki sposób zadania te powinny być wykonywane?

Sympozjum trwać będzie 7 godzin. Obrady prowadzone będą w języku polskim. Podstawę do dyskusji będzie stanowił referat wprowadzający w problematykę walki z desantami powietrznymi, którego zasadnicze treści są zawarte w niniejszych tezach. Materiały z sympozjum zostaną opublikowane w AON.

1. Rola i miejsce walki z desantami powietrznymi

Walka z desantami powietrznymi przeciwnika jest jedną z wielu składowych walki zbrojnej. O jej znaczeniu dla funkcjonowania całego systemu walki zbrojnej świadczą doświadczenia wojenne. Obiektem ataku desantów powietrznych są z reguły żywotne dla strony przeciwnej elementy ugrupowania decydujące o trwałości całego systemu walki zbrojnej. Desanty mogą mieć zarówno znaczenie taktyczne, operacyjne jak i strategiczne. Adekwatna do tego powinna być rola walki z desantami powietrznymi. Istnieje dylemat – jakie powinno być miejsce walki z desantami powietrznymi? Tworzyć oddzielny system obrony przeciwdesantowej czy też wkomponować walkę z desantami powietrznymi w ogólny system walki zbrojnej. Traktować powyższy problem jako drugorzędny, uważając że w razie potrzeby można rozwiązać go doraźnymi działaniami, czy nadać mu rangę stosowaną do spełnianej roli.

2. Zadania w zakresie zwalczania desantów powietrznych

Celem użycia sił przeciwdesantowych jest stworzenie własnym wojskom dogodnych warunków do realizacji zadań. Natomiast celem działania uniemożliwienie lub utrudnienie osiągnięcia celu działania przez desanty przeciwnika w zakresie: **informacji** (udział w dezorganizowaniu systemu informacyjnego desantu przeciwnika oraz udział w zapewnieniu warunków sprawnego funkcjonowania systemu informacyjnego wojsk własnych); **ruchu** (utrudnienie lub uniemożliwienie ruchu desantu przeciwnika oraz zapewnienie swobody ruchu wojskom własnym); **rażenia** (osłabienie potencjału rażenia desantu oraz zwiększenie efektywności rażenia własnych wojsk).

Siły przeciwdesantowe mogą zwalczać desant **po jego wykryciu i rozpoznaniu** w czasie przygotowania do działań; podczas desantowania lub w czasie wykonania zadania po desantowaniu. Zadaniem ich może być: **rozbicie desantu; blokowanie go; dezorganizowanie (nękanie)**. Może ono również polegać na **uniemożliwieniu: zdobycia, zajęcia lub zniszczenia ważnych obiektów** w głębi naszej obrony i **utrzymaniu** ich; **zdezorganizowania** działania wybranych elementów ugrupowania wojsk własnych.

Kontrowersje budzą m.in. następujące problemy: kto, do wykonania jakich zadań dotyczących walki z desantami powietrznymi i kiedy powinien być gotów? (czy jak dotychczas – „wszyscy” – po wykryciu desantu; czy dowódca sił przeciwdesantowych powinien być wyznaczany doraźnie – stosownie do potrzeb?) oraz kto, komu, w jakiej formie i w jakim czasie powinien stawiać te zadania?

3. Siły i środki do walki z desantami powietrznymi

Zgodnie z najnowszymi poglądami **polskich teoretyków wojskowych** do walki z desantami powietrznymi powinny być przygotowane **wszystkie związki taktyczne i oddziały**. Ponadto przewiduje się użycie do tego celu (szczególnie w początkowej fazie walki) **pododdziałów obrony terytorialnej, manewrowych jednostek policji i straży granicznej** znajdujących się w pobliżu rejonu lądowania desantu. Do rozbicia i likwidacji desantu wydziela się najczęściej **zgrupowanie ze składu odwodu (lub drugiego rzutu) związku operacyjnego oraz jednostek obrony terytorialnej, policji itp.** Działanie tego zgrupowania może wspierać lotnictwo. Do przedsięwzięć z zakresu obrony przeciwdesantowej zalicza się m.in.: działania zgrupowań specjalnie wydzielonych wojsk, w tym oddziałów i pododdziałów desantowo-szturmowych przygotowanych do działania jako przeciwdesanty; zaplanowane uderzenia lotnictwa; zorganizowany system ognia i zapór przeciwdesantowych w rejonie prawdopodobnego zrzutu. Według poglądów **specjalistów zachodnich** do zwalczania desantów powietrznych przewiduje się wykorzystanie oprócz lotnictwa oraz sił i środków OPL także pododdziałów wojsk lądowych (operacyjnych i OT).

Ze względu na to, że o skuteczności działania sił przeciwdesantowych decyduje przede wszystkim ich szybkie wejście do walki, planuje się rozmieszczać je jak najbliżej przewidywanych rejonów lądowania desantów. Uważa się, że z chwilą lądowania desantu konieczne jest zdecydowane i pełne inicjatywy działanie wszystkich, nawet najmniejszych sił znajdujących się w pobliżu rejonu desantowania w celu nie dopuszczenia lub utrudnienia mu osiągnięcia celu działania. Duże znaczenie przypisuje się działaniom własnych śmigłowców uzbrojonych oraz wojskom przewożonym drogą powietrzną, które jako jedne z pierwszych będą mogły przeciwstawić się lądującemu przeciwnikowi. Oprócz działań aktywnych przewiduje się również stosowanie różnego rodzaju zapór przeciwdesantowych (polowych, drutowych, minowych i innych).

Jak z powyższego wynika, **podejście teoretyków wojskowych poszczególnych państw do problemu – jakie siły powinny walczyć z desantami powietrznymi – jest niemal identyczne**. Niestety **proponowane przez nich rozwiązania nie sprawdzają się w praktyce**. Jakże są tego przyczyny? W jakim stopniu doraźnie wydzielane siły przygotowane są do walki z desantami powietrznymi? Do walki z jakim przeciwnikiem są one przygotowane – z desantem rozumianym jako siły przewiezione w głąb ugrupowania przeciwnika w celu wykonania określonego zadania, czy z całym „systemem desantowym” przeciwnika? Jakże kryteria należałoby przyjąć przy doborze sił przeciwdesantowych? Oto tylko kilka pytań na które konieczne jest znalezienie odpowiedzi.

4. Sposoby walki z desantami powietrznymi

Z analizy poglądów dawnych i współczesnych teoretyków wojskowych wynika, że sposoby walki z desantami nie uległy zasadniczej zmianie. Siły przeciwdesantowe dążą do jak najszybszego wykrycia, rozpoznania desantu. Jest to szczególnie trudne w pierwszej fazie jego działania tj. **w czasie przygotowania do desantowania** (w rejonach załadowania). Obecnie dzięki elektronicznym środkom wspomagania łatwiej jest wykryć zgrupowanie desantowe. Jednak podjęcie z nim walki nadal stwarza ogromną trudność. W przypadku braku samonaprowadzających się rakiet dalekiego zasięgu jedynie **lotnictwo i siły działające w głębi ugrupowania przeciwnika** (oddziały wydzielone, rajdowe, desanty, oddziały i grupy desantowo-szturmowych, a także oddziały partyzanckie) mogą wykonać to zadanie. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że desanty powietrzne z reguły nie były zniszczone w rejonie wyjściowym. Wykrywano je i rozpoczynano zwalczanie dopiero **na trasie przelotu lub w czasie lądowania i wylądowania**. Wówczas siły przeciwdesantowe mogą przystąpić do przygotowania konkretnego wariantu walki z desantem. Lotnictwo i obrona powietrzna realizuje w tym czasie zadania związane z izolacją pola walki. Oprócz lotnictwa na desantowane wojska oddziałują naziemne elementy ugrupowania sił przeciwdesantowych. Można wyróżnić następujące sposoby ich walki: **zaczepny** – rozbicie (uderzenie lotnictwa i silnych odwodów na desant), nękania (dezorganizowanie); **obronny** – blokowanie, obrona obiektu lub **zaczepno-obronny (obronno-zaczepny)**. W przypadku rozbicia desantowanych wojsk ostatnią fazą działań przeciwdesantowych jest z reguły likwidacja rozproszonego desantu.

Referat wprowadzający do dyskusji na temat: **„Zwalczanie desantów powietrznych”**

Walka z desantami powietrznymi nie jest zjawiskiem nowym. Występowała już w okresie międzywojennym. Mimo upływu ponad sześćdziesięciu lat mechanizm działania sił przeciwdesantowych nie uległ zmianie. Jak wynika z doświadczeń jest ono mało skuteczne.

Analizując materiały źródłowe (zarówno polskie jak i obcojęzyczne) trudno doszukać się zwartego opracowania dotyczącego teorii walki z desantami powietrznymi.

Incydentalny charakter walki z desantami powietrznymi powoduje, że uznawana jest ona za zjawisko oczywiste, z którym należy liczyć się i do którego wszyscy powinni być przygotowani. Teorię i praktykę działań desantowych ciągle udoskonalano, niestety nie można tego powiedzieć o działaniach przeciwdesantowych.

Aby dostosować siły przeciwdesantowe do potrzeb współczesnego i przyszłego pola walki konieczne jest przygotowanie ich do starcia ze współczesnymi i perspektywicznymi siłami desantowymi – z całym „systemem desantowym”.

Jakie są doświadczenia z walk z desantami powietrznymi? Jaka powinna być rola i miejsce walki z desantami powietrznymi w systemie obrony państwa? Jakie powinny być zadania dotyczące walki z desantami powietrznymi? Jakich sił i środków należałoby użyć do walki z desantami powietrznymi? W jak sposób walczyć z desantami powietrznymi? Oto kilka problemów, które pozostają do rozwiązania.

1. Rola i miejsce walki z desantami powietrznymi w systemie obrony państwa

Jaka powinna być rola i miejsce walki z desantami powietrznymi w systemie obrony państwa definiowanym z reguły jako skoordynowany wewnętrznie zbiór elementów organizacyjnych, ludzkich i materiałowych wzajemnie powiązanych i działających na rzecz obrony państwa.

Biorąc pod uwagę doświadczenia z wojen i konfliktów zbrojnych można stwierdzić, że powinna być wprost proporcjonalna do zagrożenia desantami powietrznymi, a zagrożenie to może mieć zarówno wymiar strategiczny, operacyjny

jak i taktyczny. Konieczne jest więc przygotowanie państwa do przeciwstawienia się temu zagrożeniu. Celowo nie mówię tylko o układzie militarnym, albowiem w walce z desantami powietrznymi – jak wskazują doświadczenia – powinny brać udział niemal wszystkie ogniwa systemu. Czy tak jest w rzeczywistości?

O ile dostrzegana jest potrzeba przygotowania wojsk (operacyjnych i obrony terytorialnej) do walki z desantami powietrznymi, to niemal w ogóle nie mówi się o odpowiedzialności innych elementów systemu obronnego państwa w tym zakresie.

W Siłach Zbrojnych, w Rozkazach szefa Szt.Gen. WP do funkcjonowania i szkolenia SZ RP, a w ostatnich latach w Rozkazach do działalności SZ RP sygnalizuje się powietrzno-lądowy charakter przyszłych działań i nakazuje przygotowanie wojsk do zwalczania desantów powietrznych. Podkreśla się, że jednym z zadań **wojsk operacyjnych** jest *niedopuszczenie do wysadzenia na terytorium kraju desantów powietrznych i morskich oraz grup dywersyjno rozpoznawczych, a w wypadku ich wysadzenia – rozbicie i zniszczenie*. **Wojska obrony terytorialnej**, które swoje zadania wykonują w ścisłym współdziałaniu z wojskami operacyjnymi i pozamilitarnymi ogniwami ochrony państwa również mają za zadania m.in. zwalczanie desantów powietrznych i grup dywersyjno rozpoznawczych poza strefą działania wojsk operacyjnych oraz ochronę i obronę ważnych obiektów na obszarze kraju (linii kolejowych, zakładów zbrojeniowych, lotnisk, mostów, wia-
duktów, urządzeń hydrologicznych i innych.)

Tak więc – teoretycznie – przewiduje się przeciwdziałanie desantom powietrznym, dostrzega się rolę walki z desantami powietrznymi w ramach walki zbrojnej. Istnieją sprzeczności co do jej miejsca.

Prof. Koziej sugerował potrzebę utworzenia w ramach walki zbrojnej oddzielnego systemu obrony przeciwdesantowej. Inni teoretycy uważają, że wskazane jest wkomponowanie jej wtopienie) w ogólny system walki zbrojnej? Zarówno w jednym jak i w drugim przypadku konieczna wydaje się weryfikacja założeń teoretycznych w praktyce.

Potwierdzają to doświadczenia okresu międzywojennego – gdy mimo na ogół słusznych koncepcji walki z desantami powietrznymi ich praktyczna weryfikacja podczas drugiej wojny światowej oraz konfliktów lokalnych po jej zakończeniu wypadła bardzo niekorzystnie dla sił przeciwdesantowych.

Starcie sił przeciwdesantowych z desantami powietrznymi rozpoczyna się z reguły walką o przewagę w sferze informacji. Następuje to zazwyczaj znacznie wcześniej, niż samo desantowanie. W ramach przedsięwzięć związanych z **rozpoznaniem** przeciwnika szczególne znaczenie dla sił przeciwdesantowych posiadają wszelkie dane świadczące o przygotowaniach jego wojsk do wykonania „manewru pionowego”. Siły przeciwdesantowe próbowały wykryć desant już w rejonach wyjściowych – na głębokich tyłach przeciwnika. Na przykład z siłami przeciwdesantowymi w czasie drugiej wojny światowej Niemcom udało się wykryć 4 KPD (AR) ześrodkowany na lotniskach w rejonie KAŁUGI. Lotnictwo niemieckie

w ciągu kilku kolejnych nocy (od 28.01.1942 r.) wykonało na nie zmasowane uderzenia co w dużym stopniu dezorganizowało wykonanie zadania przez 4 KPD.

Istotną rolę w walce z desantami przeciwnika odgrywało *maskowanie* działań. Strona zamierzająca desantować określone siły i środki zazwyczaj skutecznie maskowała swoje przygotowania, rozpoznając przy tym dokładnie obiekt ataku. Użytkowała dzięki temu całkowitą inicjatywę w początkowym etapie realizacji zadania. Między innymi podczas operacji „Overlord” w Normandii bardzo ważną rolę odegrało maskowanie operacyjne. Już od kwietnia 1944 roku lotnictwo aliantów systematycznie dezorganizowało niemiecki system rozpoznania i obserwacji w północnej Francji. Doprowadziło ono do tego, że w kulminacyjnym momencie, tj. w nocy z 5 na 6 czerwca, z 92 stacji radarowych i nasłuchu radiowego znajdujących się na wybrzeżu działało tylko 18 (celowo oszczędzonych) na kierunku Pas de Calais.

Siły przeciwdesantowe zazwyczaj były skazane na bierne oczekiwanie i niepewność co do czasu, miejsca, siły i sposobu uderzenia desantu natomiast sytuacja desantowanych wojsk była diametralnie inna. W większości przypadków dysponowały one szczegółowymi danymi dotyczącymi obiektu ataku. Niejednokrotnie do przygotowania żołnierzy desantu wykorzystywano makiety przyszłego obiektu ataku. Między innymi grupa „Granit” por. Witziga przed uderzeniem na fort Eben Emael na Kanale Alberta w 1940 roku przygotowywała się w obozie ćwiczebnym Dessan. Zbudowano tam dokładną kopię fortu i przećwiczano każdy szczegół akcji. Podobnie przygotowywali się Syryjczycy do opanowania szczytu góry Hermon (Dżabal asz Szajch) w 1973 roku. Również wyczyn komandosów amerykańskich (15.02.1945 r.) na wyspie twierdzy Corregidor u wejścia do Zat. Manilskiej był możliwy przede wszystkim dzięki posiadaniu szczegółowych informacji o obiekcie ataku (Amerykanie bronili go w 1942 roku). Wszyscy żołnierze desantu mieli możliwość zapoznania się z makietą wyspy. Ponadto od 12.02 wszyscy dowódcy batalionów i kompanii – mający brać udział w desancie – regularnie „studiowali” rejon desantowania bezpośrednio z powietrza, latając na bombowcach.

Jedną z najsłabszych stron dotychczasowego „systemu” obrony przeciwdesantowej było dowodzenie zarówno w czasie przygotowania jak i walki z desantami powietrznymi. Tu należy upatrywać jednej z głównych przyczyn klęsk sił przeciwdesantowych. Potwierdzeniem tego może być nie wykorzystanie realnej szansy likwidacji desantów powietrznych w Oslo w czasie kampanii norweskiej w 1940 roku.¹ 9 kwietnia znajdowało się tam zaledwie osiem kompanii niemieckich, gdy tymczasem na północ od stolicy stacjonowała 2 dywizja, a na południe – 1 dywizja norweska. Dopiero w ciągu kolejnych trzech dni Niemcy przewieźli transportem powietrznym sześć dalszych batalionów piechoty a do brzegu dotarły siły główne konwojów morskich. Bierność i brak decyzji dotyczącej użycia sił przeciwdesan-

¹ Patrz załącznik 1.

towych już w pierwszych godzinach wojny były jedną z głównych przyczyn ich niepowodzenia.

Jakie skutki mogą mieć błędy w zakresie przygotowania do walki z desantami powietrznymi przekonali się m.in. Belgowie w maju 1940 roku, gdy niemieckie uderzenie z powietrza na dominujący nad Kanałem Alberta fort Eben Emael – główny bastion twierdzy Liege – obnażyło słabość obrony przeciwdesantowej². Eben Emael uważany powszechnie za obiekt nie do zdobycia, stanowił przeszkodę dla wojsk nacierających po lądzie – jednak w razie ataku z powietrza był prawie bezbronny – posiadał bardzo słabą obronę przeciwlotniczą. Zorganizowany system ognia nie zapewnił odparcia uderzenia desantu lądującego bezpośrednio na powierzchni fortu.

Brak koordynacji działań sił przeciwdesantowych, a nawet paraliż decyzyjny często towarzyszył pierwszej fazie walki z desantami powietrznymi. Potwierdzają to m.in. wydarzenia pod Troarn (na wschód od Caen), gdzie w nocy z 5 na 6.06.1944 r. (w ramach operacji NEPTUN) lądowała 6 brytyjska DPD. Dopiero po godzinie od momentu stwierdzenia lądowania desantu brytyjskiego powiadomiono dowódcę niemieckiej 21 DPanc (gen. Feuchtingera) znajdujące się w tym rejonie. Zameldował on o tym przełożonym i nie czekając na ich decyzję nakazał dwóm batalionom piechoty zmotoryzowanej uderzyć po obu stronach rzeki Orne w celu zlikwidowania desantu powietrznego przeciwnika. Nie ruszył jednak bez zgody przełożonego pododdziałów czołgów. Otrzymał ją po dwóch godzinach. Tak więc dopiero po trzech godzinach od momentu wykrycia desantu mógł użyć przeciwko niemu swoich głównych sił. Spóźnione decyzje lub ich brak kosztowały Niemców utratę inicjatywy i pozwoliły aliantom na opanowanie przyczółków, a tym samym osiągnięcie celu pierwszego dnia operacji.

Z analizy wniosków dotyczących ostatnich konfliktów zbrojnych wynika, że o sukcesie bądź porażce sił przeciwdesantowych w coraz większym stopniu decydują możliwości prowadzenia walki radioelektronicznej. Zakłócenia w znacznym stopniu umożliwiały zaskoczenie sił przeciwdesantowych co do czasu i miejsca lądowania. Należy podkreślić, że siły przeciwdesantowe z reguły dysponowały gorszej jakości środkami walki radioelektronicznej. Stąd wynik starcia był dla nich niekorzystny.

Konsekwencją utraty przewagi w sferze informacji była spóźniona reakcja („*ruch*”) sił przeciwdesantowych. Zazwyczaj przewidywano ich użycie dopiero po stwierdzeniu miejsca lądowania desantu. Na przykład podczas operacji przeciwdesantowej na Sycylii w 1943 r. niemiecko-włoskie odwody miały uderzyć na desant aliancki po trzech godzinach. Podobnie miały reagować niemieckie odwodowe dywizje pancerne w Normandii w 1944 roku, a wcześniej w 1940 roku dywizja belgijska pod Eben Emael. Tak więc w pierwszym, najważniejszym etapie działań z góry oddawano inicjatywę w ręce desantów.

² Patrz załącznik 2.

Ponadto występował wyraźny, niekorzystny podział na siły bezpośrednio brońące lub chroniące obiektu i silne, lecz znajdujące się zazwyczaj w znacznej odległości od niego, odwody przeciwdesantowe (OPdes). Nie pozostawało to bez wpływu na możliwości ogniowe (**rażenia**) sił przeciwdesantowych.³ Przeciwnik wysadzając desant w określonym rejonie skupiał główny wysiłek na wsparciu jego działań w czasie desantowania i podczas walki o obiekt. Wykorzystując potężne wsparcie ogniowe, w krótkim czasie, małymi zazwyczaj siłami desantu, wykonywał ważne dla głównego zgrupowania wojsk zadanie. Po opanowaniu obiektu desant przejmował rolę „obrońcy”. Stawiało to w niekorzystnej sytuacji podchodzące po pewnym czasie odwody przeciwdesantowe, które po odparciu ataków na drogach podejścia musiały zdobywać „do niedawna własny” obiekt.

Z analizy doświadczeń historycznych jednoznacznie wynika, że siły przeciwdesantowe najczęściej przygotowane były tylko do walki z desantowanymi wojskami natomiast przegrywały z siłami wspierającymi je. Potwierdzają to m.in. wydarzenia podczas ataku na fort Eben Emael, gdzie szalę zwycięstwa na korzyść desantu niemieckiego przechyliło lotnictwo. W krytycznym momencie udzieliło ono bardzo skutecznego wsparcia walczącym spadochroniarzom, uniemożliwiając kontratak dywizji belgijskiej oraz grupy powracającej z miejscowości Wonck (234 żołnierzy ze składu załogi fortu). Podobnie w pierwszej fazie obrony Sycylii w 1943 roku wojska przeciwdesantowe przegrały z siłami wsparcia, a nie z desantami. Po nieudanym lądowaniu 82DPD (A) wydawało się, że zostanie rozbita, jednak w krytycznym momencie, tj. w fazie kontrataków niemiecko-włoskich, uzyskała ona wsparcie ogniowe własnych okrętów wojennych. Skuteczny ogień okrętów spoza zasięgu dział niemieckich czołgów powstrzymał odwody niemieckie, nie dopuszczając do likwidacji zarówno desantu powietrznego jak i morskiego. Siły wsparcia (lotnictwo i marynarka wojenna) zdecydowały również o sukcesie francusko-brytyjskiego desantu powietrzno-morskiego w Port Saidzie w 1956 roku.

Z analizy doświadczeń dotyczących walki sił przeciwdesantowych z desantami powietrznymi wynika, że z reguły odnosiły one sukcesy tylko wówczas gdy podczas desantowania popełniono ewidentne błędy. Zazwyczaj jednak desantowanie wojsk było znacznie lepiej przygotowane niż walka z nimi. W ich działaniu można dostrzec systemowe podejście do wykonania zadania, szczególnie jeżeli chodzi o współdziałanie desantu z lotnictwem, artylerią oraz wojskami dążącymi do połączenia się z nim. Nie można tego powiedzieć o dotychczasowym działaniu sił przeciwdesantowych.

³ Patrz załącznik 3.

2. Zadania w zakresie zwalczania desantów powietrznych

Celem użycia sił przeciwdesantowych jest stworzenie własnym wojskom dogodnych warunków do realizacji zadań. Natomiast celem działania uniemożliwienie lub utrudnienie osiągnięcia celu działania przez desanty przeciwnika w zakresie:

- **informacji** (udział w dezorganizowaniu systemu informacyjnego desantu przeciwnika oraz udział w zapewnieniu warunków sprawnego funkcjonowania systemu informacyjnego wojsk własnych);
- **ruchu** (utrudnienie lub uniemożliwienie ruchu desantu przeciwnika oraz zapewnienie swobody ruchu wojskom własnym);
- **rażenia** (osłabienie potencjału rażenia desantu oraz zwiększenie efektywności rażenia własnych wojsk).

Zadania strategicznych desantów powietrznych

- opanowanie dużego obszaru na głębokich tyłach przeciwnika;
- dezorganizowanie przedsięwzięć mobilizacyjnych, życia gospodarczego i polityczno-administracyjnego;
- zerwanie planowanych przez przeciwnika operacji, uchwycenie baz zabezpieczających działania własnych sił lądowych i morskich;
- nie wyklucza się również użycia takiego desantu do osiągnięcia strategicznego sukcesu w wojnach lokalnych

Zadania operacyjnych desantów powietrznych

- niszczenie operacyjnych i strategicznych środków przenoszenia broni masowego rażenia oraz składów i magazynów amunicji specjalnej;
- opanowanie i utrzymanie do czasu podejścia wojsk własnych ważnych rejonów, węzłów komunikacyjnych, przepraw i przyczółków na szerokich przeszkodach wodnych;
- szybkie wykorzystanie skutków własnych uderzeń ogniowych;
- opanowanie przyczółków w rejonach desantowania operacyjnych desantów morskich;
- opanowanie baz lotniczych i morskich oraz ich utrzymanie dla potrzeb wojsk własnych;
- wzbronienie zajęcia przez przeciwnika dogodnych rubieży i rejonów do wykonania przeciwuderzeń;
- wzmocnienie oddziałów i związków taktycznych walczących w okrążeniu;
- dezorganizowanie dowodzenia i pracy tyłów operacyjnych przeciwnika itp.

Zadania taktycznych desantów powietrznych

- zdobycie lub zajęcie ważnych obiektów w głębi obrony przeciwnika i utrzymanie ich do czasu podejścia nacierających od czoła własnych wojsk;
- niszczenie wybranych obiektów na tyłach przeciwnika;
- dezorganizowanie działania wybranych elementów ugrupowania przeciwnika.

Siły przeciwdesantowe mogą zwalczać desant **po jego wykryciu i rozpoznaniu** w czasie przygotowania do działań; podczas desantowania lub w czasie wykonania zadania po desantowaniu. Zadaniem ich może być: **rozbić desantu; blokowanie go; dezorganizowanie (nękanie)**. Może ono również polegać na **uniemożliwieniu: zdobycia, zajęcia lub zniszczenia ważnych obiektów** w głębi naszej obrony i utrzymaniu ich; zdeorganizowania działania wybranych elementów ugrupowania wojsk własnych.

Kto, do wykonania jakich zadań dotyczących walki z desantami powietrznymi i kiedy powinien być gotów? Teoretycznie - każdy element ugrupowania może stać się obiektem ataku desantu. Konieczne jest jednak jednoznaczne określenie zakresu kompetencji poszczególnych ogniw systemu walki. Nie może być odpowiedzialności zbiorowej. Już w czasie przygotowania walki wszyscy powinni doskonale znać swoje zadania w zakresie walki z desantami. Powinien być wyznaczony dowódca (oraz zastępca dowódcy) sił przeciwdesantowych, a także wszystkie osoby funkcyjne przewidziane do kierowania tymi działaniami. Nie może być wątpliwości kto, z kim i jakie ma realizować zadania w poszczególnych fazach działań przeciwdesantowych.

Ewentualne zadania dotyczące walki z desantami powietrznymi powinny być tak rozdzielone pośród uczestników walki zbrojnej aby nie zagrażało to osiągnięciu celu działania przez wojska własne.

3. Siły i środki do walki z desantami powietrznymi

Dostrzegając słabości sił przeciwdesantowych powojenni teoretycy wojskowi poszukiwali skuteczniejszych środków i nowych sposobów walki z desantami. Do walki z desantami przewidywano użycie sił OT, wojsk obrony wewnętrznej, manewrowych jednostek MO a także wydzielonych sił ze szkół wojskowych. Do rozbicia desantów używano również wojsk operacyjnych. Szczególne znaczenie przypisywano **bronii jądrowej** (raketowo-jądrowej). Eksponowano ją niemal we wszystkich koncepcjach jako jeden z podstawowych środków walki zarówno desantu jak i sił z nim walczących. Potwierdzeniem tego są poglądy polskich teoretyków wojskowych. Na przykład Michał Sadykiewicz proponował wyposażać pododdziały kawalerii powietrznej w małokalibrowe działa atomowe i użycie ich do walki m.in. z kawalerią powietrzną i desantami przeciwnika. Planował desantowanie własnych wojsk w ślad za uderzeniami jądrowymi po ok. 30 minutach.

Opierając się m.in. na informacjach zawartych w „Wehrkunde” nr 7/62 dopuszczał stosowanie małokalibrowej broni atomowej wobec nieprzyjaciela, z którym utrzymywana jest bezpośrednia styczność bojowa.

Użycie broni raketowo-jądrowej do walki z desantami powietrznymi proponował także w swej pracy doktorskiej ppłk dypl. Stefan Burdzy. Było to zgodne z panującą wówczas tendencją do aplikacyjnego stosowania broni jądrowej niemal w każdym większych ćwiczeniach dowódczo-sztabowych. Zrezygnowano z tego dopiero w połowie lat osiemdziesiątych tj. po katastrofie w elektrowni atomowej w Czernobylu. Odstąpienie od koncepcji rekompensowania niedoboru sił w walce z desantami za pomocą broni jądrowej spowodowało poszukiwanie innych rozwiązań.

Zgodnie z najnowszymi poglądami teoretyków wojskowych do walki z desantami powietrznymi powinny być przygotowane wszystkie związki taktyczne i oddziały. Ponadto przewiduje się użycie do tego celu (szczególnie w początkowej fazie walki) pododdziałów obrony terytorialnej, manewrowych jednostek policji i straży granicznej znajdujących się w pobliżu rejonu lądowania desantu. Do rozbicia i likwidacji desantu wydziela się najczęściej zgrupowanie ze składu (lub drugiego rzutu) związku operacyjnego oraz jednostek podporządkowania okręgowego (obrony terytorialnej, policji itp.). Działanie tego zgrupowania może wspierać lotnictwo.

Płk prof. Stanisław Koziej w ramach systemu operacji obronnej do zniszczenia desantów powietrznych i morskich oraz grup i oddziałów desantowo-szturmowych przeciwnika w jak najkrótszym czasie w ramach obrony przeciwdesantowej przewiduje użycie zgrupowań specjalnie wydzielonych wojsk, w tym oddziałów i pododdziałów desantowo-szturmowych przygotowanych do działania jako przeciwdesanty; lotnictwa; systemu ognia w rejonie prawdopodobnego zrzutu; systemu zapór przeciwdesantowych w rejonie prawdopodobnego zrzutu.

Według poglądów specjalistów zachodnich – podobnie jak w Polsce – do zwalczania desantów powietrznych przewiduje się wykorzystanie oprócz lotnictwa oraz sił i środków OPL także pododdziałów wojsk lądowych (operacyjnych i OT).

Ze względu na to, że o skuteczności działania sił przeciwdesantowych decyduje przede wszystkim ich szybkie wejście do walki, planuje się rozmieszczać je jak najbliżej przewidywanych rejonów lądowania desantów. Uważa się, że z chwilą lądowania desantu konieczne jest zdecydowane i pełne inicjatywy działanie wszystkich, nawet najmniejszych, sił znajdujących się w pobliżu rejonu desantowania aby nie dopuścić lub utrudnić mu osiągnięcia celu działania. Duże znaczenie przypisuje się działaniom własnych śmigłowców uzbrojonych, które jako jedne z pierwszych będą mogły przeciwstawić się lądującemu przeciwnikowi. Coraz większe znaczenie w walce z desantami powietrznymi przypisuje się również wojskom przewożonym drogą powietrzną.

Oprócz działań aktywnych przewiduje się także stosowanie różnego rodzaju zapór przeciwdesantowych, takich jak: zapory palowe, drutowe, minowe i inne np.:

z różnego rodzaju pojazdów, maszyn budowlanych, wraków, beczek z paliwem ustawionych na dogodnych do lądowania placach, pasach startowych itp.

Jakich sił można użyć do walki z desantami powietrznymi w poszczególnych fazach jego działania?⁴

W fazie **przygotowania do desantowania** (w rejonach załadowania) może uderzyć na desant przeciwnika lotnictwo. Czas reakcji współczesnych śmigłowców (samolotów) pozwala na wykonanie takiego zadania (na wezwanie z pola walki) już po 20-30 minutach. Jednak prawdopodobieństwo wykonania przez nie powyższego zadania jest niewielkie ze względu na silną osłonę rejonów załadowania desantu przez lotnictwo, śmigłowce oraz środki obrony przeciwlotniczej przeciwnika.

Do walki z desantami w rejonach załadowania na głębokich tyłach przeciwnika można również użyć oddziałów wydzielonych, rajdowych, desantów, oddziałów i grup desantowo-szturmowych, czy też oddziałów partyzanckich. Gdy rejon załadowania desantu – szczególnie śmigłowcowego – znajdują się w zasięgu środków rakietowych, wówczas wskazane jest użycie ich do walki z desantem. Warunkiem wykonania przez nie zadania musi być oczywiście precyzyjne i szybkie określenie współrzędnych celu oraz utrzymanie określonej liczby środków rakietowych w gotowości nr 1. Należy liczyć się z dużymi trudnościami wykrycia rejonów załadowania desantów, albowiem przeciwnik zazwyczaj właśnie w tym czasie skupia szczególną uwagę na maskowaniu działań i ogniowym przygotowaniu desantowania.

Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że w większości wypadków desanty powietrzne nie były zniszczone w rejonie wyjściowym. Wykrywano je i rozpoczynano zwalczanie dopiero **na trasie przelotu**.

Aby wykryć desant powietrzny przeciwnika na trasie przelotu, niezbędny jest sprawnie funkcjonujący system wykrywania i rozpoznania oraz ostrzegania i powiadamiania. W jego ramach obok stacji radiolokacyjnych można użyć środków rozpoznania powietrznego oraz sieci posterunków obserwacji wzrokowej rozmieszczonych na całym obszarze zainteresowania związku operacyjnego, a szczególnie w pobliżu rubieży styczności wojsk. Obieg informacji w tym systemie powinien być wielokanałowy (dublowany), trudny do zakłócenia. Od czasu realizacji powyższych przedsięwzięć zależy w dużej mierze szybkość reakcji sił przeciwdesantowych. Im wcześniej uzyskają one informację o desancie, tym ich działanie ma większe szanse powodzenia.

W tej fazie działań jako pierwsze może podjąć walkę ze środkami transportu i osłony desantu lotnictwo (w tym śmigłowce uzbrojone). Jednak należy liczyć się z tym, że podczas desantowania lotnictwo przeciwnika będzie posiadało całkowitą lub lokalną przewagę w powietrzu.

Do desantu znajdującego się na trasie przelotu będą również prowadziły ogień wszystkie ocalałe naziemne środki – na zasięg ognia (zarówno specjalistyczne jak i ogólnowojskowe). Należy przewidywać, że środki te w zdecydowanej większości

⁴ Patrz załącznik 4.

zostaną obezwładnione przez siły zabezpieczające przelot desantu, co znacznie obniży skuteczność ich oddziaływania.

Efektywność ognia naziemnych środków przeciwlotniczych będzie min. zależała od wyboru trasy przelotu oraz ugrupowanie desantu. Jak wynika z doświadczeń oraz materiałów źródłowych, straty desantów na trasie przelotu mogą kształtować się w granicach 10-30%, z czego 8-12% to straty zadane przez środki obrony przeciwlotniczej.

Najkorzystniejszym momentem do podjęcia walki z desantem powietrznym jest faza **lądowania i wylądowania**. Jeżeli w pobliżu rejonu lądowania desantu znajdują się jakiekolwiek zorganizowane uzbrojone siły (obrony terytorialnej, policji, straży granicznej) – a najkorzystniej jednostki wojskowe, wówczas jak najszybciej powinny być wykorzystane do walki z desantem. Takie rozwiązanie z powodzeniem stosowano zarówno w czasie wojen, jak i ćwiczeń. Między innymi w 1985 roku podczas ćwiczenia „Trutzige Sachsen” do rozbicia desantu w sile bpd ze składu 26 BPD użyto 82 pułku ochrony OT. W 1986 roku w ćwiczeniu „Frankischer Schild” likwidacją desantu nad rzeką Main zajmowały się siły brygady OT, która po całodzinnej walce wykonała zadanie. Podczas ćwiczenia 1 KA (WB) pk. „Iron Hammer” przeprowadzonego w 1988 roku do walki z desantem powietrznym, który wylądował w pobliżu mostów na Wezerze użyto bp RS – znajdującego się najbliższej zagrożonych obiektów.

W momencie lądowania, w sprzyjających okolicznościach – tak jak pod Abu Ageuilla w 1967 roku – do walki z desantem może skutecznie włączyć się artyleria do ognia pośredniego. Teoretycznie jest ona w stanie podjąć walkę z desantem już po kilku minutach. Jednak muszą być spełnione trzy podstawowe warunki: cel widać lub podane są współrzędne celu; nie ma konieczności zmiany stanowisk ogniowych; cel znajduje się w zasięgu ognia artylerii. Lądujący desant jest z reguły niewidoczny dla artylerii, a współrzędne dopiero trzeba określić. Najczęściej konieczna jest przy tym zmiana płaszczyzny strzelania środków ogniowych. Wydłuża to znacznie czas reakcji artylerii. Ponadto desant zazwyczaj stanowi cel ruchomy, znajdujący się poza zasięgiem środków ogniowych, co znacznie utrudni lub uniemożliwi prowadzenie z nim walki przez artylerię.

Skutecznym środkiem walki z desantem w tym okresie są działające na wezwanie z pola walki samoloty i śmigłowce – o ile zdołają „przebić się” przez osłonę powietrzną desantu.

Czas reakcji naziemnych odwodów przeciwdesantowych jest znacznie dłuższy. Z kalkulacji wynika, że taktyczny odwód przeciwdesantowy może zareagować na lądowanie desantu po ok. 1 godzinie. Natomiast operacyjny po kilku godzinach (oddział po ok. 3-4 godzinach, związek taktyczny po ok. 5-6 godzinach). Tak więc klasyczne odwody przeciwdesantowe zbyt późno dotrą do rejonu działań. Tylko w wyjątkowej sytuacji (gdy desant wylądował niedaleko rejonu dyslokacji tych odwodów) mogą zwalczać go w tym etapie.

W tej sytuacji skuteczne może okazać się użycie do walki z desantami pododdziałów dysponujących własnymi środkami transportu powietrznego. Mogą one zniwelować różnice między ruchliwością desantu i sił przeciwdesantowych. Potwierdzają to wnioski z czwartej wojny izraelsko-arabskiej, w której izraelskie pododdziały SAYERET SHAKED bardzo skutecznie przeciwstawiły się arabskim grupom desantowo-dywersyjnym. Jednak specyficzne warunki, w których prowadzono działania na Płw. Synaj, nie dały pełnego obrazu starcia typowych desantów z siłami przeciwdesantowymi przewożonymi na śmigłowcach.

4. Sposoby walki z desantami powietrznymi

Z analizy poglądów dawnych i współczesnych teoretyków wojskowych wynika, że sposoby walki z desantami nie uległy zasadniczej zmianie. Zarówno w czasie drugiej wojny światowej jak i podczas konfliktów zbrojnych po jej zakończeniu siły przeciwdesantowe przede wszystkim dążą do jak najszybszego wykrycia, rozpoznania desantu. Jest to szczególnie trudne w pierwszej fazie jego działania tj. **w czasie przygotowania do desantowania** (w rejonach załadowania). Obecnie dzięki elektronicznym środkom wspomagania łatwiej jest wykryć zgrupowanie desantowe. Jednak podjęcie z nim walki nadal stwarza ogromną trudność. W przypadku braku samonaprowadzających się rakiet dalekiego zasięgu jedynie **lotnictwo i siły działające w głębi ugrupowania** przeciwnika (oddziały wydzielone, rajdowe, desanty, oddziały i grupy desantowo-szturmowych, a także oddziały partyzanckie) mogą wykonać to zadanie. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że desanty powietrzne z reguły nie były zniszczone w rejonie wyjściowym. Wykrywano je i rozpoczynano zwalczanie dopiero na **trasie przelotu lub w czasie lądowania i wylądowania**. Wówczas siły przeciwdesantowe mogą przystąpić do przygotowania konkretnego wariantu walki z desantem. Lotnictwo i obrona powietrzna realizuje w tym czasie zadania związane z izolacją pola walki. Oprócz lotnictwa na desantowane wojska oddziałują naziemne elementy ugrupowania sił przeciwdesantowych. Można wyróżnić następujące sposoby ich walki: **zaczepny** – rozbicie (uderzenie lotnictwa i silnych odwodów na desant), nękania (dezorganizowanie); **obronny** – blokowanie, obrona obiektu lub **zaczepno-obronny (obronno-zaczepny)**. W przypadku rozbicia desantowanych wojsk ostatnią fazą działań przeciwdesantowych jest z reguły likwidacja rozproszonego desantu.

Z doświadczeń wynika, że bierność nie gwarantowała sukcesu siłom przeciwdesantowym w starciu z desantami. Konieczna jest jak najszybsza reakcja obrońcy, przejście do działań aktywnych oraz ciągłe dążenie do przejęcia inicjatywy. Obrońca nie może ograniczyć się tylko do walki z desantowanymi siłami w rejonie przewidywanego obiektu ataku.

Potwierdzają to nieliczne przykłady (Katania 1943 r, Arnhem 1944, Synaj 1973) skutecznych działań sił użytych przeciw desantom powietrznym. Co zadecydowało o ich sukcesie?

W drugim i trzecim przypadku - przede wszystkim ewidentne błędy desantującego, które stworzyły niemal idealne warunki do wykonania zadania przez siły przeciwdesantowe.

Na szczególną uwagę zasługuje walka z desantami powietrznymi na Sycylii (na południe od Katanii).⁵ Jest to jeden z nielicznych pozytywnych przykładów użycia sił przeciwdesantowych (oczywiście w określonej fazie operacji).

Należy przyznać, że niemiecko-włoska obrona przeciwdesantowa wyspy była poprawnie przygotowana.⁶ Pas obrony jednostek obrony wybrzeża oraz dwa silne odwoły przeciwdesantowe – stwarzała przesłanki do ewentualnego sukcesu w skali operacyjnej. O ile w pierwszej fazie działań – w rejonie miejscowości Gela i Scogliatti reakcja obrońców była spóźniona to pod Katanią czas i szybkość reakcji sił przeciwdesantowych zdecydowała o ich sukcesie. O wszystkim zadecydował przypadek.

Na kierunku głównego uderzenia wojsk 8 A (brytyjskiej) gen. Montgomery w nocy z 13 na 14.07.1943 r. na Równinie Katania lądowały dwa brytyjskie desanty powietrzne ze składu 1DPDes. Jeden na południe od m. Katania z zadaniem opanowania i utrzymania mostu Ponte di Primosole na rzece Simeto, drugi w rejonie miasta Angone z zadaniem opanowania i utrzymania mostu Ponte dei Malati na strumieniu. Miały one otworzyć drogę podchodzącej z kierunku południowego 50 brytyjskiej DP do zdobycia ważnego miasta – portu Katania. Były to desanty spadochronowe przy jednoczesnym wykorzystaniu szybowców do przewozu dział przeciwlotniczych i przeciwpancernych oraz samochodów osobowo-terenowych. Brytyjczycy nie przewidzieli, że Niemcy właśnie przerzucają w ten rejon swoją dywizję spadochronową. W nocy z 13 na 14.07 na lotnisku Katania mimo zaciętych ataków myśliwców brytyjskich na kołujące samoloty transportowe lądował właśnie na pokładach He-111 niemiecki spadochronowy M.G. batalion. Na wiadomość o zdobyciu mostu Ponte di Primosole (znajdującego się ok. 4 km od lotniska) przez Brytyjczyków dowództwo niemieckie zareagowało natychmiast.

Do walki z desantem w pierwszej kolejności użyło sił, które znajdowały się najbliżej obiektu ataku. Był nim batalion kpt. Stangenberga, który prosto po wylądowaniu – w niejednolitym szyku – przybył z pomocą kompanii radiotelegraficznej.

Jednocześnie do walki z desantem brytyjskim w rejon mostu Ponte dei Malati wysłano siły wydzielone z włoskiej DP „Napoli”, a na spotkanie sił głównych 50 DP (bryt.) skierowano pułk czołgów z DPanc „HG”. Przeciwdziałanie to okazało się bardzo skuteczne. Już po dwóch godzinach walki Włosi zmusili Brytyjczyków do wycofania i odzyskali most Ponte dei Malati. Natomiast pułk czołgów

⁵ Patrz załącznik 6.

⁶ Patrz załącznik 7.

skutecznie powstrzymywał uderzenie 50 DP. W tym czasie spadochroniarze niemieccy i brytyjscy toczyli zaciekły bój o most Ponte di Primosole. Mimo, że Brytyjczykom udało się połączyć drogą radiową z dowództwem Floty i uzyskali wsparcie ogniowe okrętów wojennych, po całodiennej walce (o zmierzchu 14.07) musieli się wycofać. Wieczorem 14.07 na południe od lotniska wylądował na spadochronach kolejny niemiecki batalion (spadochronowo-saperski), który natychmiast połączył się z M.G. batalionem i pod osłoną nocy przystąpił do organizacji obrony mostu.

Pułk czołgów przez dwa dni skutecznie opóźniał ruch 50 DP stwarzając dogodne warunki do przygotowania obrony kolejnej rubieży – na wzg. Etna.

Tak więc o ich sukcesie przeciwdesantowych zdecydowało przede wszystkim szybkie skoordynowane przeciwdziałanie zmierzające do jednoczesnego rozbicia desantów oraz uniemożliwienia połączenia się z nimi sił głównych.

Należy również zaznaczyć, że obok ograniczenia czasu na przygotowanie działań Brytyjczykom na sukces złożyło się także szereg innych czynników. Do walki z desantem nad rzeką Simeto skierowano równorzędne pod względem wyszkolenia pododdziały spadochronowe. Niemcy desantowali swoje pododdziały pod osłoną nocy, co znacznie zmniejszyło skuteczność przeciwdziałania lotnictwa i naziemnych środków ogniowych przeciwnika. Walka w bezpośredniej styczności z przeciwnikiem, znacznie utrudniła artyleryjskie (okrętowe) wsparcie Brytyjczykom. Niemały wpływ na końcowy wynik starcia miał również sposób desantowania Brytyjczyków, a przede wszystkim zadanie znacznych strat przez własne środki obrony przeciwlotniczej.

*

Walka z desantami powietrznymi stanowi jedną ze składowych starcia dwóch stron. O jej znaczeniu przekonywano się z reguły po fakcie – najczęściej po klęsce sił przeciwdesantowych. Tak było od początku tj. od pojawienia się na polu walki desantów. Z kolejnych doświadczeń wnioski wyciągała przede wszystkim strona desantująca wojska. Stale doskonaliła „desanty”. Natomiast siły przeciwdesantowe stosowały i nadal stosują te same sposoby walki. Wcześniejsze wyznaczanie sił do odwodów przeciwdesantowych, organizowanie walki z desantami w fazie ich desantowania lub po zakończeniu nie spełnia oczekiwań obrońcy. Konieczne jest więc stworzenie systemu walki uniemożliwiającego osiągnięcie celu przez desanty.

Wykaz materiałów źródłowych

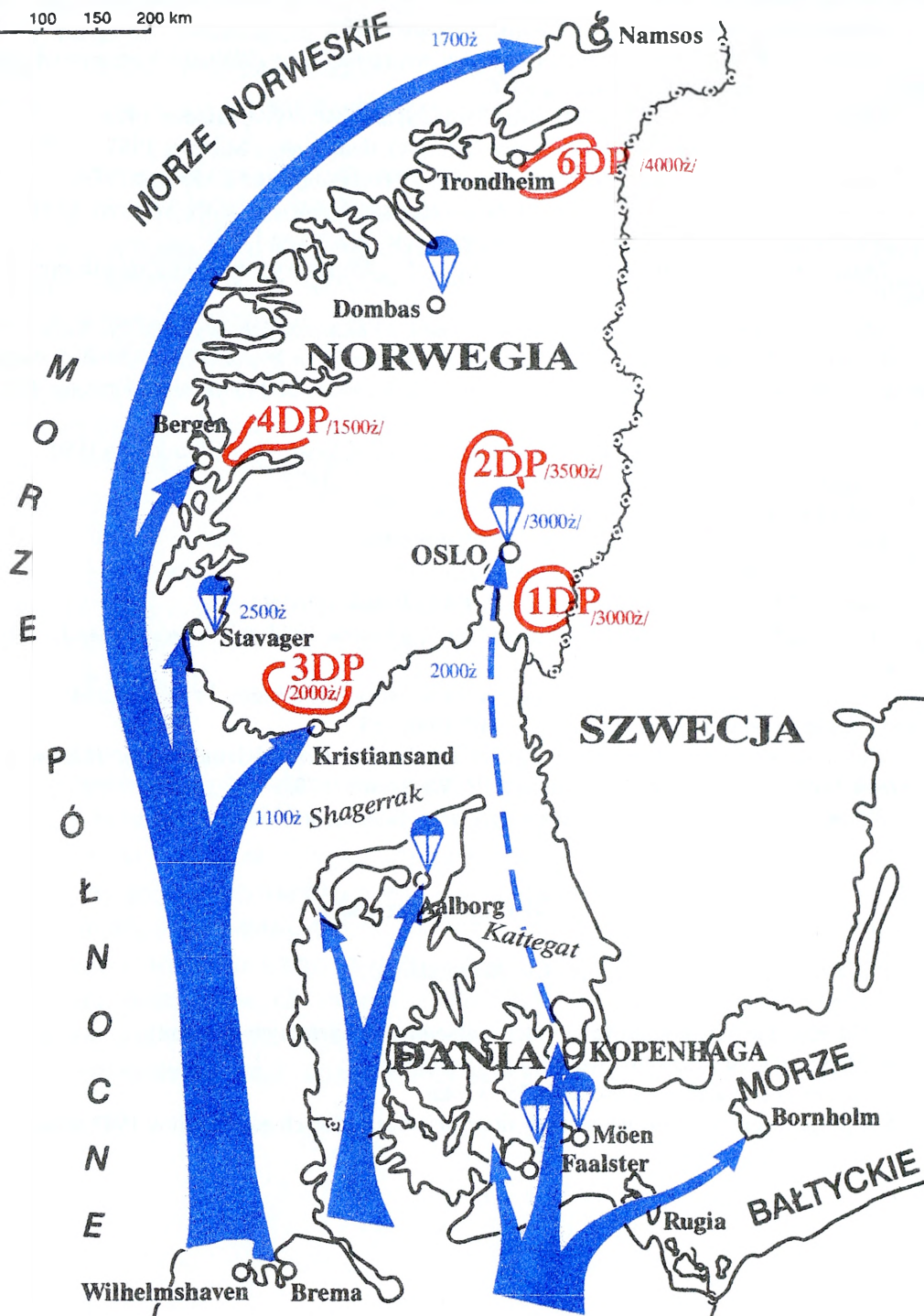
- Abżułowski S., *Lotnictwo komunikacyjne, przewozy i desanty powietrzne*, Główna Drukarnia Wojskowa, Warszawa 1933.
- Bielecki R., *Normandia 1944*, Bellona, Warszawa 1991.
- Burdzy S., *Walka z desantami powietrznymi nieprzyjaciela w działaniach obronnych armii*, Rozprawa doktorska, ASG WP, Warszawa 1966.
- Dupuy T.N., *Elusive Victory. The Arab-Israeli Wars 1947-1974*, London 1978.
- Gavin J., *Wozduszno diesantnaja wojna* (alf. ros.), tłum. z ang., Moskwa 1957.
- Hattori T., *Japonia we wtorej mirowej wojnie 1941-1945* (tł. ros.), Moskwa 1979.
- Koziej S., *Podstawowe problemy działań powietrzno-lądowych*, AON, Warszawa 1993.
- Machura J., Sajak I., *Kariera bojowa śmigłowców*, Warszawa 1980.
- Mayer W., *Zwalczanie desantów powietrznych*, „Wojskowy Przegląd Zagraniczny” 1982 nr 3 (cz. I), nr 4 (cz. 2).
- Merglen A., *Historia i przyszłość wojsk powietrzno-desantowych*, Wyd. MON, Warszawa 1970.
- Morison S.E., *History of United States Naval Operations in World War II*, „Sicili-Salerno-Anzio, January 1943 - June 1944”, Vol. IX Boston. „The invasion of France and Germany 1944-1945”, Volume XI.
- Ocena operacyjno-taktyczna wojny w Zatoce Perskiej*, Wyd. MON, Warszawa 1991.
- Orzechowski J., *Dowodzenie i sztaby*, t.II, Wyd. MON, 1975.
- Palit D.K., *Return to Sinai. The Arab offensive 1973*.
- Patton C.S., *Wojna jak ją poznałem*, Warszawa 1964.
- Skibiński F., *Bitwa o Krete*, Warszawa 1983.
- Tucholski J., *Spadochroniarze*, Wyd. IW PAX, Warszawa 1991.
- „Wiernik Protiwowozdusznoj Oborony” nr 7, Moskwa 1937 zob. Orzechowski J., *Dowodzenie i sztaby*, t.III, Wyd. MON, Warszawa 1980.
- F.K., *Obrona przed desantami spadochronowymi w głębi kraju*, Przegląd Lotniczy 1939 nr 4 – omówienie na podstawie „Wissen und Wehr” 1938 nr 8.
- Wolny A., *Desanty powietrzne w wojnach lokalnych w Korei, Wietnamie i na Bliskim Wschodzie w latach 1945-1973*, rozprawa doktorska. WIH, Warszawa 1979.
- Woloszczuk T., *Okrążenie w trzecim wymiarze*, Warszawa 1962.

Wykaz załączników

1. Pierwsza faza niemieckiej operacji „Waserubung”.
2. Eben Emael – 1940 rok.
3. Odwoły przeciwdesantowe w walce z desantem powietrznym (wariant).
4. Etapy działania desantu powietrznego (wariant).
5. Lądowanie aliantów na Sycylii w 1943 roku.
6. Ugrupowanie włosko-niemieckich sił przeciwdesantowych na Sycylii w 1943 roku.

PIERWSZA FAZA NIEMIECKIEJ OPERACJI
„WASERUBÜNG” (od 9.04.1940 r.)

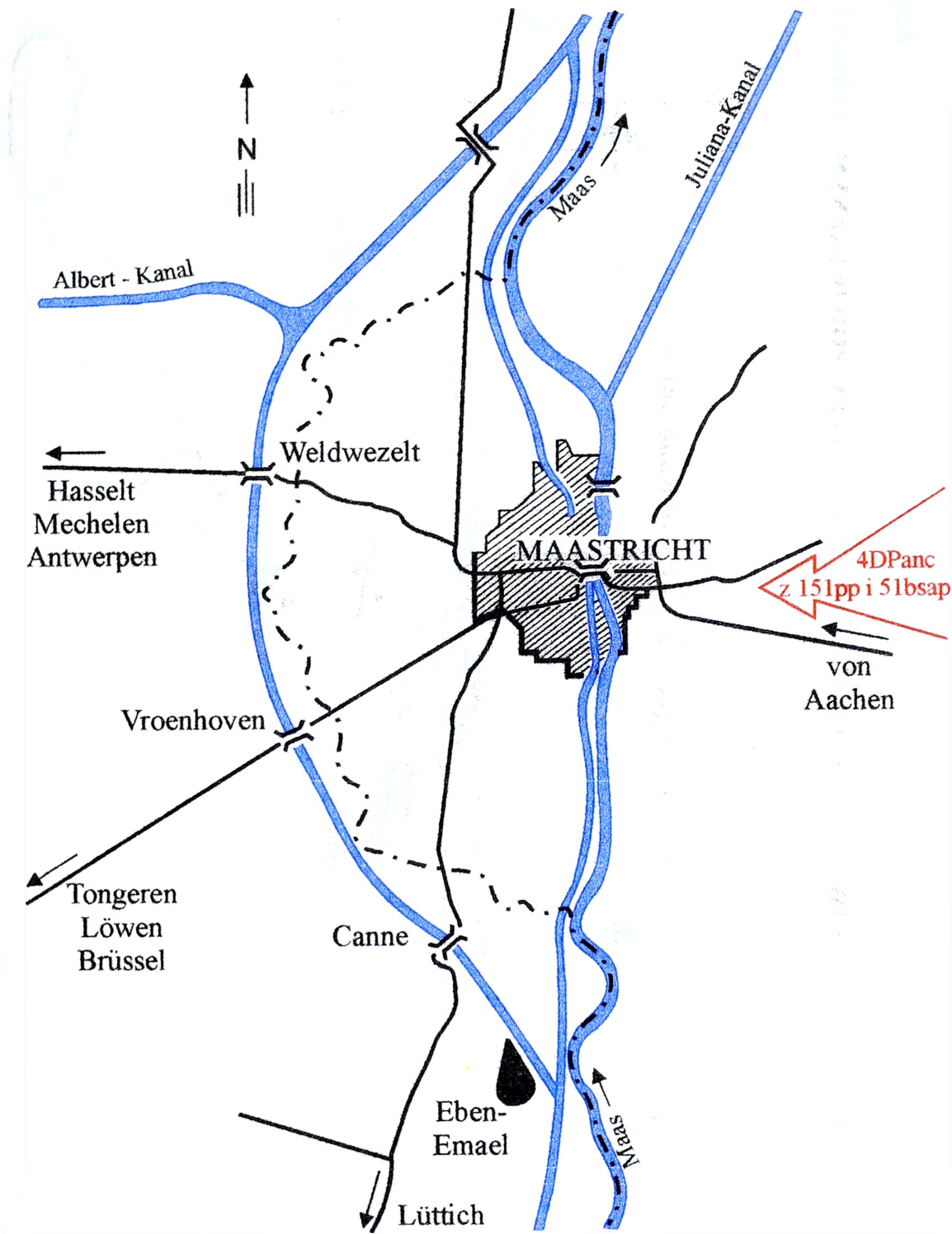
0 50 100 150 200 km



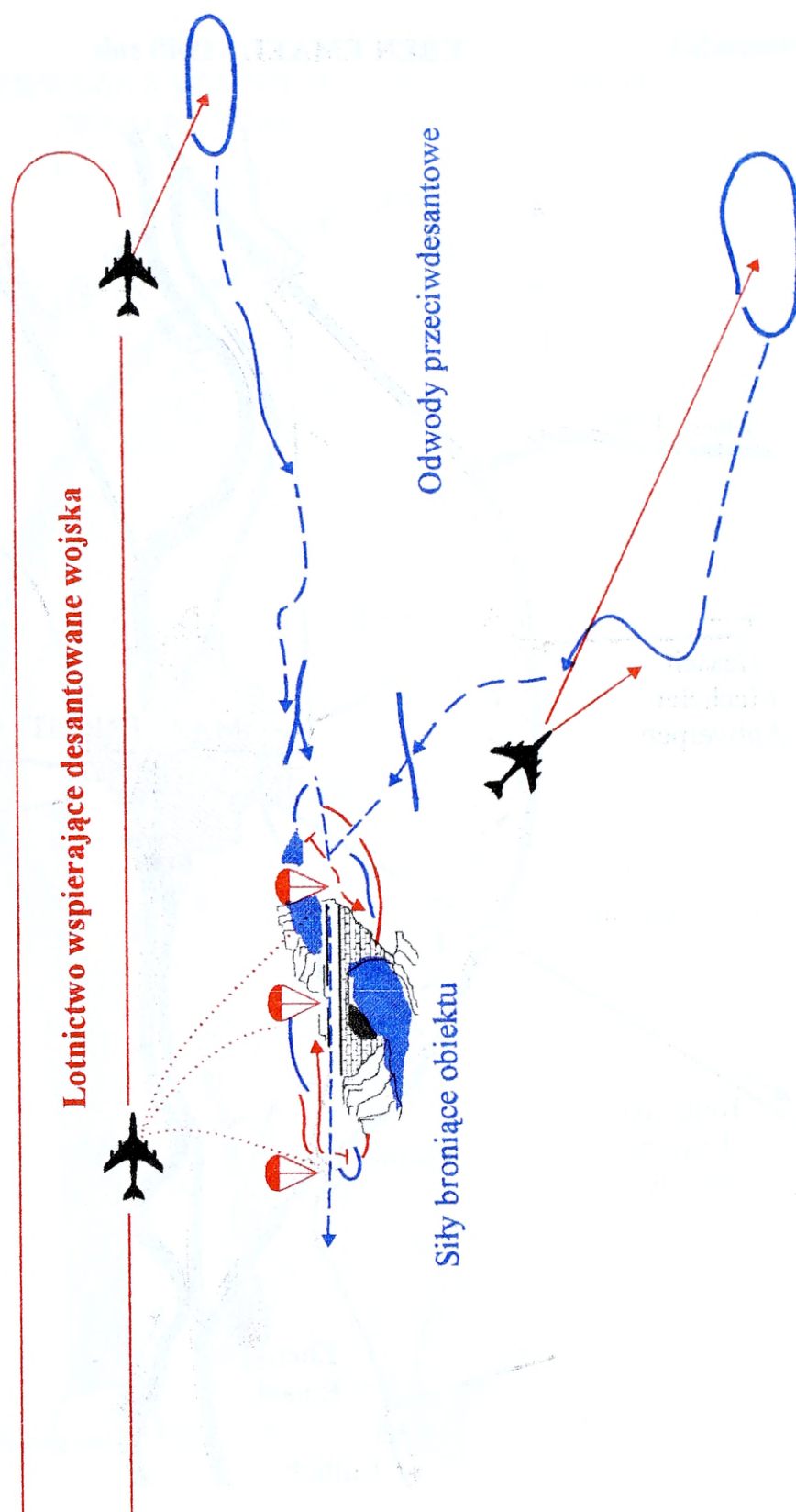
Opracował płk dr Bolesław Sikorski

EBEN EMAEL - 1940 rok

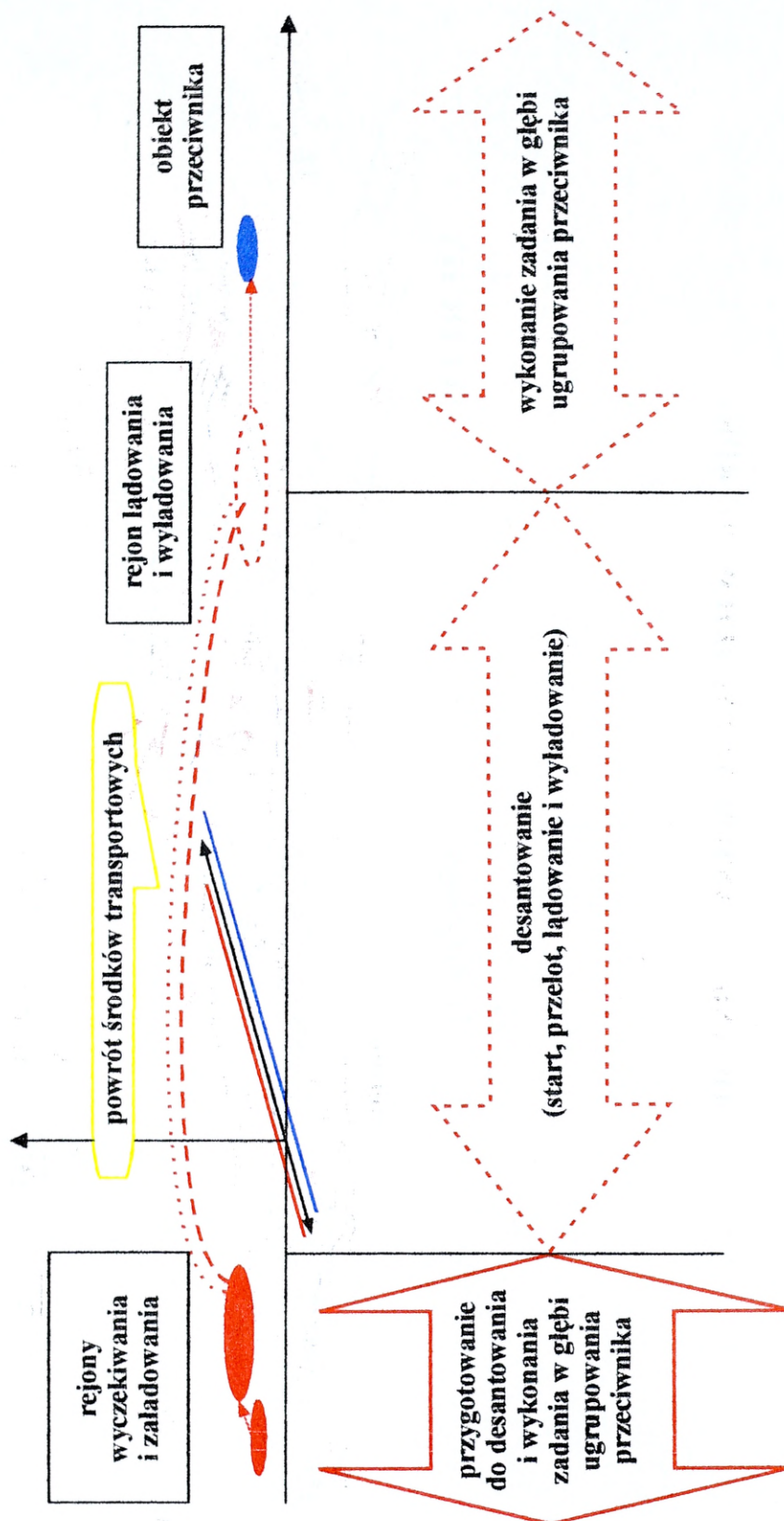
Załącznik 2



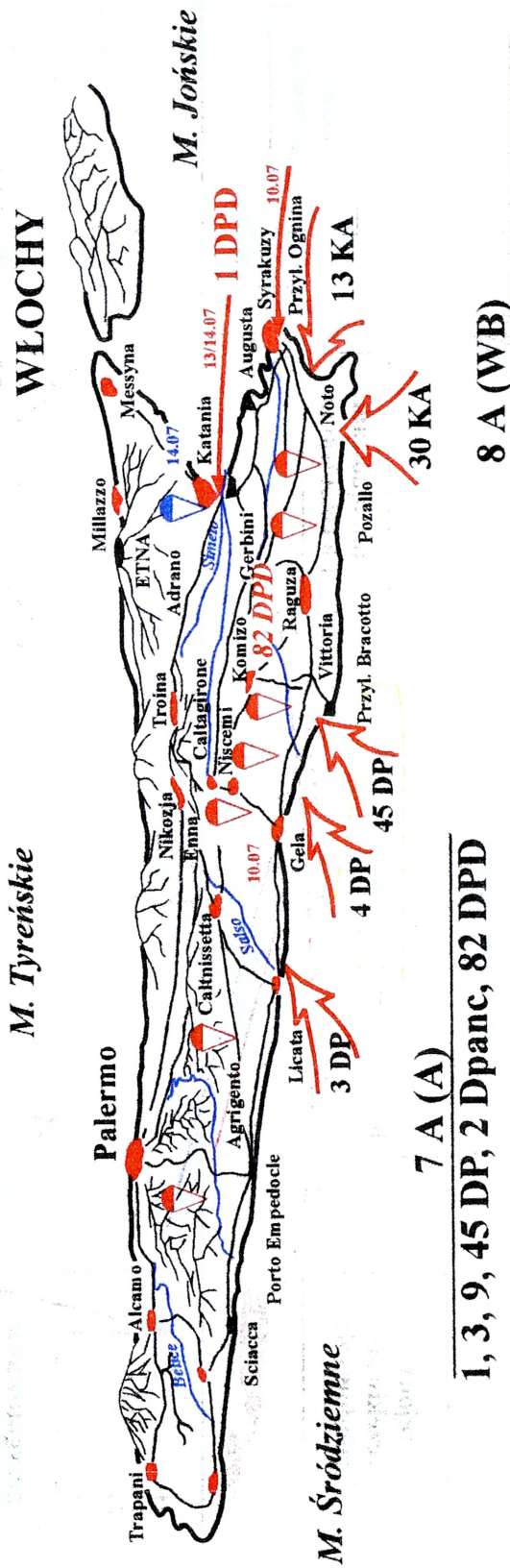
ODWODY PRZECIWDDESANTOWE W WALCE Z DESANTEM POWIETRZNYM (WARIANT)



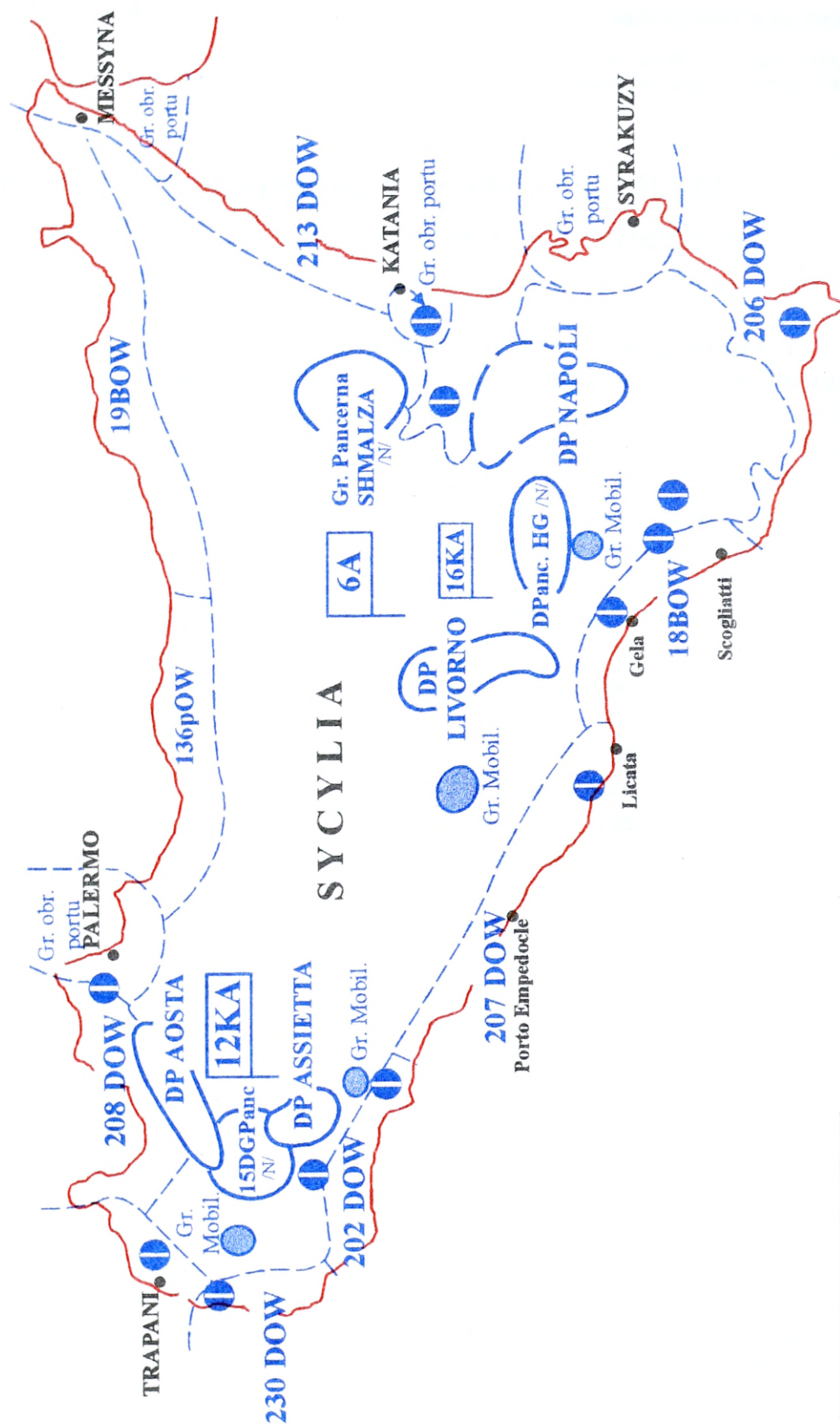
ETAPY DZIAŁANIA DESANTU POWIETRZNEGO (WARIANT)



LĄDOWANIE ALIANTÓW NA SYCYLIJ W 1943 ROKU



UGRUPOWANIE WŁOSKO-NIEMIECKICH SIŁ PRZECIWDDESANTOWYCH W 1943 ROKU



Opracował płk dr Bolesław Sikorski

Walka z siłami powietrzno-desantowymi (w świetle regulaminów walki Bundeswehry)

1. Od początku powstania Bundeswehry przywiązywano duże znaczenie do zwalczania sił powietrzno-desantowych, zarówno w regulaminach, jak i w szkoleniu wojsk. Spowodowane to było dużym zagrożeniem ze strony wojsk powietrzno-desantowych armii Układu Warszawskiego.

Wydany w 1962 roku w Moskwie Regulamin walki Sił Zbrojnych ZSRR w następujący sposób podkreślał znaczenie i zadania sił powietrznodesantowych: *Dywizja powietrzno-desantowa (pułk powietrznodesantowy) działająca na tyłach przeciwnika wykonuje zadanie bojowe w celu zapewnienia wysokiego tempa nacierających czołowo wojsk, wspiera je podczas okrążania i rozbijania zgrupowań przeciwnika, uniemożliwia wycofanie wojsk przeciwnika i wprowadzenie odwodów, niszczy środki przenoszenia broni masowego rażenia, dezorganizuje dowodzenie wojskami i zakłóca pracę służb tyłowych (pkt. 13).* Dlatego też z dużym niepokojem obserwowaliśmy tworzenie i szkolenie wojsk powietrznodesantowych we wszystkich armiach Układu Warszawskiego.

Przeciwdziałania, jakie wprowadziliśmy do regulaminów i do szkolenia Bundeswehry, obejmowały w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych następujące punkty:

- ochrona obiektów siłami piechoty wojsk obrony terytorialnej we wszystkich ważnych punktach terenowych w tylowej strefie działań bojowych;
- określenie regionów zagrożonych desantami na obszarze przedniej strefy działań bojowych – w ramach oceny położenia na szczeblu związków taktycznych i operacyjnych;
- przygotowanie natychmiastowych uderzeń na wysadzone desanty przeciwnika jako zadanie odwodów na wszystkich szczeblach dowodzenia;
- ustalenie szczególnych procedur łączności do przekazywania wskazówek dotyczących mających nastąpić desantów powietrznych;
- wykrycie przygotowań do działań powietrzno-desantowych jako priorytetowe zadanie rozpoznania radiowego i elektronicznego.

Do końca lat osiemdziesiątych we wszystkich dużych ćwiczeniach wojsk lądowych ćwiczone zwalczanie operacyjnych desantów powietrznych – najczęściej zmierzających do uchwycenia przepraw o znaczeniu operacyjnym.

2. Lata dziewięćdziesiąte przyniosły ze sobą dwie zasadnicze zmiany w rozwoju podstaw koncepcyjnych Bundeswehry:

- Dzięki rozpadowi Paktu Warszawskiego i nawiązaniu przyjacielskich stosunków z naszymi wschodnimi sąsiadami oraz wycofaniu wojsk radzieckich z wschodnioeuropejskiego przedpoła Rosji zdecydowanie zmniejszyło się bezpośrednie zagrożenie dla naszego kraju. Jeżeli jeszcze pod koniec lat osiemdziesiątych w ramach wysuniętej obrony NATO uważaliśmy, że niespodziewana agresja może nastąpić w ciągu 48 godzin, to obecnie Bundeswehra zakłada, iż czas ostrzegania przed natarciem na nasze terytorium wynosi wiele miesięcy. Nasza doktryna przewiduje, że w ciągu tych kilku miesięcy zdążymy rozwinąć niemieckie wojska lądowe do stanu okresu wojny i wyszkolić odpowiednio do stanu zagrożenia.

- Rozwój technologiczny zrewolucjonizował znaczenie działań i warunki walki sił powietrzno-mechanizowanych. Walka o informacje, o przewagę informacyjną i przewagę szybkości reakcji jako elementy nowoczesnej sztuki wojennej oraz technologiczne możliwości walki w głębi ugrupowania przeciwnika stworzyły zupełnie nowe warunki.

Obok użycia precyzyjnych pocisków dalekiego zasięgu to właśnie działania sił powietrzno-desantowych jako element działania operacyjnego w głębi ugrupowania przeciwnika stały się istotnym obszarem zadań dla Bundeswehry. Pojęcia zorientowane na wymogi technologiczne, takie jak:

- obezwładnienie zdolności rozpoznawczych przeciwnika (Suppression of Enemy Target Acquisition – SETA);
- obezwładnienie obrony powietrznej przeciwnika (Suppression of Enemy Air Defence – SEAD);
- technologiczne możliwości walki przeciwko zdolności dowodzenia przeciwnika;

odcisnęły się na zasadach Bundeswehry dotyczących działania sił połączonych i współdziałania rodzajów sił zbrojnych.

Jednym z wyników tego zjawiska jest 35 rozdział *Regulaminu Walki Wojsk Lądowych – Operacje powietrznomanewrowe*. Można tam przeczytać m.in.:

W operacjach powietrznomanewrowych ogień, siły, sprzęt i środki zaopatrywania przenoszone będą na duże odległości niezależnie od warunków terenowych i drogowych do przewidzianych miejsc. W ten sposób można szybko tworzyć i przenosić punkty ciężkości, pokonywać sytuacje kryzysowe i wykorzystywać powodzenie (pkt. 3501).

Wśród celów oddziaływania dla sił powietrzno-mechanizowanych o szczególnym znaczeniu regulamin ten wymienia (pkt. 3509):

- obiekty dowodzenia;
- wojska pancerne i zmechanizowane;
- wojska powietrznomanewrowe;
- obiekty logistyczne;

- broń precyzyjną;
- środki masowego rażenia.

Jako cele operacji desantowych nowy regulamin precyzuje (pkt. 3516):

- zajęcie, zdobycie i utrzymanie ważnych odcinków terenu i stworzenie warunków do działania innych sił, zwłaszcza pancernych i zmechanizowanych;
- prowadzenie wypadów, działań dywersyjnych i zadań specjalnych;
- ewakuację lub ochronę zagrożonego personelu i sprzętu;
- rozpoznanie;
- prowadzenie operacji mylących.

3. Rozważania dotyczące wykorzystania nowych możliwości technologicznych, przede wszystkim zaś opancerzonych i chronionych elektronicznie śmigłowców bojowych i transportowych, doprowadziły do opracowania nowej koncepcji działań sił powietrznozmechanizowanych, m.in. do utworzenia brygady powietrznozmechanizowanej. Tym samym postępujemy podobnie, jak wielu naszych sojuszników. Natomiast z drugiej strony trzeba powiedzieć, że przeciwdziałanie zagrożeniu z powietrza zajmuje mało miejsca w regulaminach niemieckich wojsk lądowych. W nowym regulaminie 100/100 rozdział 20 *Obrona przed zagrożeniem z powietrza* obejmuje trzynaście punktów, wśród których tylko jeden (pkt. 2004) dotyczy obrony przed desantami. Brzmi on następująco:

Zagrożenie z powietrza występuje przede wszystkim ze strony lotnictwa taktycznego i śmigłowców bojowych wojsk lądowych. Wspierają one wojska lądowe przeciwnika najczęściej poprzez

- *taktyczne rozpoznanie powietrzne*
- *uderzenia z powietrza*
- *desanty powietrzne i transport powietrzny.*

Operacje powietrzne przeciwnik prowadzi będzie najczęściej w warunkach intensywnej walki elektronicznej aby wyłączyć obronę przeciwlotniczą lub zmniejszyć jej możliwości.

4. Niezależnie od tej nieodwracalnej utraty znaczenia walka przeciwko desantom przeciwnika pozostaje w dalszym ciągu przedmiotem oceny sytuacji i przedsięwzięć szkoleniowych w niemieckich wojskach lądowych.

Przesunięcie znaczenia to w istocie przesunięcie w stronę przedsięwzięć przeciwdziałania elektronicznego, wczesnego wykrywania i elektronicznego obezwładniania oraz walki z desantami przy pomocy precyzyjnych systemów broni. Również w tym obszarze duże znaczenie mają nowości technologiczne, przykładowo już od sześciu lat Stany Zjednoczone z powodzeniem wypróbowują minę przeciwsmigłowcową.

W odniesieniu do działań wojsk przeciwko siłom powietrznodesantowym przeciwnika tak jak zawsze obowiązuje następujące spektrum priorytetów działania:

- desanty muszą być zwalczane bezzwłocznie, w miarę możliwości jeszcze podczas podchodzenia;
- do zwalczania desantów należy natychmiast używać wszelkich dostępnych sił, aby przeszkodzić w przejściu do obrony lub w zajęciu obiektu uderzenia;
- desanty należy zwalczać ze wszystkich stron;
- jeżeli desantowanym wojskom uda się zorganizować spójną obronę, to walkę przeciwko nim należy skoncentrować na ich zaopatrywanie i elektroniczne połączenia z siłami głównymi.

Zwalczanie desantów powietrznych (poglądy francuskie)

W aktualnej koncepcji użycia sił zbrojnych Francji nie brano pod uwagę „zwalczania z desantów powietrznych”.

Z pewnością pierwsza z misji powierzonych siłom zbrojnym jest „ochranianie stałe żywotnych interesów kraju przeciw wszystkim rodzajom agresji”. **Misja ochrony terytorium i społeczeństwa, jest czwartą z funkcji operacyjnych sił zbrojnych, którymi są:**

- odstraszanie;
- prewencja;
- przerzut;
- ochrona.

Ochrona terytorium Francji jest stałym zadaniem, które wypełniają siły zbrojne każdego dnia na lądzie, w powietrzu i na morzu. Dzisiaj, gdy brakuje poważnych zagrożeń militarnych bezpośrednio na naszych granicach, ochrona jest raczej funkcją bezpieczeństwa niż funkcją obrony militarnej. Ochrona odpowiada zagrożeniom nieładu, szantażu, destabilizacji, terroryzmu i zagranicznej agresji.

Obrona powietrzna, obrona morska terytorium, obrona terytorialna i obrona cywilna przyczyniają się do ochrony. Dwie pierwsze, stałe, należą do sił zbrojnych.

Pod kontrolą władzy cywilnej obrona cywilna może wymagać uczestnictwa sił zbrojnych. Natomiast żandarmeria jest jej stałym elementem.

Przedsięwzięcia obrony terytorialnej są wykonywane zgodnie z decyzją rządu i za ich wykonanie odpowiada władza wojskowa.

Oprócz ewentualnych rozruchów na terytorium prewencja kryzysów i przerzut sił są głównym wysiłkiem sił konwencjonalnych. Te misje mają więc priorytet nad ochroną.

Dzisiaj we Francji pojęcie bezpieczeństwa ma przewagę nad pojęciem obrony. Żandarmerii przypisuje się istotną rolę, a co za tym idzie – jest ona jednym rodzajem sił zbrojnych, który mimo ogólnych rozgraniczeń, ulega powiększeniu (z 93600 ludzi w 1996 r. do 97800 ludzi w 2002 r.).

W ramach funkcji ochronnej siły zbrojne Francji realizują następujące zadania:

- nadzór i kontrola przestrzeni i wód przybrzeżnych;
- wsparcie władz publicznych;
- **interwencja w wypadku poważnych kryzysów na żądanie władz cywilnych.** (Te zadania nie mają natury militarnej).

Obrona wód przybrzeżnych i z nią związane powietrzne operacje odbywają się według tradycyjnych metod stosowanych zgodnie z konwencją międzynarodową.

Żandarmeria Narodowa uczestniczy we wszystkich operacjach, które prowadzone są przez pozawojskowe siły, zgodnie z decyzją władz cywilnych.

Nadzór przestrzeni powietrznej jest realizowany przez siły powietrzne, które wyposażone są w nowoczesny system dowodzenia, łączności i rozpoznania (SCCOA: système de commandement et de conduite des opérations aériennes; system dowodzenia i kierowania operacjami powietrznymi).

Można dodać, że w razie potrzeby użycia sił zbrojnych do realizacji zadań bezpieczeństwa wewnętrznego, każda strefa obrony wykorzystuje w pierwszej kolejności siły stacjonujące na jej obszarze. Powiększona mobilność sił lądowych ułatwia ich zdolność do przemieszczenia środków między obszarami obronnymi.

Reasumując można stwierdzić, że walka z desantami powietrznymi nie ma określonej specyficznej roli i miejsca w ogólnym systemie walki zbrojnej Francji. Konsekwencją tego jest brak specyficznych zadań w zakresie zwalczania desantów powietrznych.

Nie tworzy się specyficznych jednostek przeciwdesantowych. Zadanie walki z desantami przejmuje na siebie żandarmeria.

Może go realizować lotnictwo, oraz siły i środki przeciwlotnicze. Ideą jest: zniszczyć wszystkie środki powietrzne przeciwnika poza terytorium narodowym.

Nie ma też specyficznych sposobów walki z desantami powietrznymi.

Chciałbym przypomnieć, że we Francji ochrona nie jest pierwszoplanową funkcją operacyjnych sił zbrojnych lecz żandarmerii.

Zwalczanie desantów powietrznych (poglądy chińskie)

Zwalczanie desantów powietrznych jest ważnym problemem także dla Armii Chińskiej. Wraz z rozwojem techniki i nowoczesnego sprzętu zwalczanie desantów powietrznych staje w obliczu coraz większych wyzwań.

Walka z desantami powietrznymi przeciwnika decyduje o trwałości i stabilności całego systemu walki zbrojnej. Decyduje również o jej wyniku. Każdy dowódca musi zwracać uwagę na zwalczanie desantów powietrznych zarówno w czasie przygotowania jak i prowadzenia walki. W moim kraju najczęściej walka z desantami powietrznymi jest wkomponowana w ogólny system walki zbrojnej. Zawsze nadajemy jej rangę stosownie do spełnianej roli. Wszystko zależy od sytuacji, która jest rozpatrywana przez wyższe szczeble dowodzenia – np. Korpus Wojsk Lądowych lub nawet okręt wojenny może tworzyć oddzielny system obrony przeciwdesantowej.

Zadaniem zwalczania desantów powietrznych może być rozbicie desantu, blokowanie desantu, dezorganizowanie działań desantu, uniemożliwienie zdobycia, zajęcia lub zniszczenia ważnych obiektów w głębi naszej obrony oraz utrzymanie broniących obiektów.

Generalnie mówiąc, dowódca sił przeciwdesantowych powinien być wyznaczony wcześniej. W czasie przygotowania do walki przełożeni powinni stawiać zadania. Zazwyczaj przeciwnik wykonuje desant w kulminacyjnym okresie walki, ale może też poprzedzić działania bojowe sił głównych. Dlatego siły przeciwdesantowe powinny być gotowe jak najwcześniej.

Siły przeciwdesantowe najczęściej wyznaczane są z odwodu lub drugiego rzutu wojsk operacyjnych, jednostek obrony terytorialnej, policji, straży lokalnych i partyzantów. Do zwalczania desantów powietrznych przewiduje się wykorzystanie lotnictwa, śmigłowców bojowych oraz sił i środków obrony przeciwlotniczej. Uważa się, że szybkość decyduje o skuteczności działań przeciwdesantowych. Przy doborze sił przeciwdesantowych przede wszystkim musi charakteryzować je wysoka mobilność, w przeciwnym wypadku rozmieszcza się jak najbliżej przewidywanych rejonów lądowania desantów powietrznych.

Siły przeciwdesantowe muszą być przygotowane do walki z całym systemem desantowym przeciwnika. Według chińskiej strategii wojskowej przyszła walka to walka przeciw inwazji, która najprawdopodobniej będzie toczyć się na terytorium

Chin, dlatego siły które mogą znaleźć się w głębi ugrupowania przeciwnika mogą wykonać to zadanie.

Ponadto do walki z desantami prawdopodobnie wykorzysta się wysoko precyzyjne rakiety dalekiego zasięgu.

Bardzo się cieszę, że mamy możliwość wymiany poglądów i podzielenia się teorią na ten temat.

Plk dr hab. Ryszard Jakubczak
Plk dr hab. Józef Marczak

Dyrektor Biura Sekretarza Stanu
– I Zastępcy Ministra Obrony Narodowej

Obrona terytorialna w walce z desantami powietrznymi

Działania desantowe są rodzajem¹ działań nieregularnych² prowadzonych przez wojska operacyjne agresora w skali taktycznej, operacyjnej i strategicznej w postaci działań desantowo-szturmowych, powietrznodesantowych i desantów morskich (załącznik 1). Zaś **desanty powietrzne** to współczesna forma manewru wtargnięcia wojskami w głąb państwa drogą powietrzną.

Rozwój sztuki wojennej jest stymulowany naczelną dyrektywą racjonalizacji (skuteczności i ekonomiczności) działań bojowych – dyrektywą, która w ujęciu gen. dyw. dr. F. Skibińskiego brzmi następująco: *walczyć tak, żeby przeciwnikowi zadać jak największe straty, samemu ponosząc jak najmniejsze*.

Tę właśnie dyrektywę starali i starają się wdrożyć w życie wielcy dowódcy, aby uniknąć niezasadnych strat – nieuzasadnionej rzezi własnych wojsk, jaka zwykle powodowana jest regularnym, frontalnym, czołowym starciem zbrojnym dwóch stron prowadzących walkę działaniami regularnymi³. Prowadząc notorycznie nawet zwycięską walkę działaniami regularnymi można w konsekwencji doprowadzić do wyczerpania własnych zasobów i w konsekwencji przytoczyć sobie wnioski wynikające ze słów króla Epiru Pyrrusa, który konsekwentnie pokonując Rzymian w kolejnych walkach stwierdził: *jeszcze jedno takie zwycięstwo* (okupione tak licznymi stratami własnymi – przyp. J.R.) *i będziemy skończeni*. Te słowa oddają groźbę tragedii własnych wojsk również w trakcie odniesionego zwycięstwa (czy też serii takich zdarzeń następujących po sobie w krótkim czasie) w regularnej bitwie.

W nowożytnej sztuce wojennej tę zasadę z powodzeniem stosował Napoleon, który uchylając się od frontalnych starć kierował zasadniczy wysiłek uderzeniowy na skrzydła i tyły (komunikację), w ten sposób unikał znacznych strat we własnych jednostkach ale jednocześnie osiągał liczne zwycięstwa, umożliwiające mu podbój

¹ R. Jakubczak, J. Marczak, *Obrona terytorialna Polski na progu XXI w.*, Bellona, Warszawa 1998, s. 292.

² Działania nieregularne to forma walki zbrojnej polegająca na unikaniu rozstrzygających starć z przeważającymi siłami przeciwnika, zaskakującym atakowaniu słabych miejsc jego ugrupowania bojowego (struktury organizacyjnej) formacjami umiejętnie wykorzystującymi teren i działającymi na znacznym obszarze. Mogą mieć one skalę taktyczną, operacyjną i strategiczną.

³ Działania regularne to forma działań bojowych prowadzonych przez zwarte formacje zbrojne, w których występuje wyraźny podział na strefę starcia i zaplecze, a rozstrzygnięcie w starciu zbrojnym usiłuje się osiągnąć poprzez skoncentrowane uderzenie przeważającą wielością wojsk (siłami głównymi) i rozbicie zasadniczych sił przeciwnika.

Europy. Amerykańska koncepcja wojny manewrowej – zawierająca się w stwierdzeniu *atakować to co jest słabe i unikać tego co jest od nas silniejsze*⁴ – też koncentruje zasadniczy wysiłek militarny na innych rozstrzygnięciach bojowych niż uderzenia na główne siły przeciwnika na szerokim froncie. Przy czym o ile Napoleon nie mógł zastosować do uderzeń na skrzydła i tyły manewru środkami powietrznymi o tyle współczesne armie – w tym głównie amerykańska – zdolności takie mają i skrzętnie z nich korzystają.

Zresztą ma to poniekąd ekonomiczny aspekt, gdyż Liddell Hart przyjmuje iż *zastosowanie siły w miejscu, w którym przeciwnik jest mocny, osłabia uderzającego w stopniu nieproporcjonalnym do osiągniętych wyników. By uderzyć skutecznie należy uderzać w słabe miejsca*⁵. W tym kontekście problemu działań nieregularnych Otto Heibrunn twierdzi, że *każdy cios zadany przeciwnikowi 200 mil za jego przednimi liniami może mieć 10-krotnie większy efekt, niż podobny cios zadany w pobliżu linii frontu*⁶.

Uderzenie z powietrza na obiekty o znaczeniu strategicznym i operacyjnych położone w głębi (słabiej chronione i często nie bronione) są obecnie pierwszoplanowymi celami w wojnie (Irak 1990, Serbia 1998), gdyż osłabienie przeciwnika ich utratą zazwyczaj przesądza o wyniku wojny na jego niekorzyść. Stąd też i powietrzny transport wojsk i uzbrojenia, który już w drugiej wojnie światowej odegrał znaczną rolę na frontach zachodnich, we współczesnych warunkach stanowi podstawową formę manewru rzutu awangardowego operacji wojskowych (m.in. Port Said 1956, CSRS 1968, Afganistan 1979, „Pustynna Tarcza” 1990).

Atak wojskami na obiekty położone z dala od linii frontu jest szczególnie korzystny z dwóch przynajmniej powodów. Po pierwsze można osiągnąć cel walki przy użyciu wielokrotnie mniejszych zgrupowań wojsk, niż wymaga to działanie lądowe z uprzednim rozbiciem sił przeciwnika frontalnie rozmieszczonych; przez co unika się znacznych strat po obu stronach. Po drugie – zaskakujące lądowanie desantu powoduje tak znaczne efekty emocjonalne dowodzących i zaskoczonych takim rozwojem sytuacji, iż konsekwencją prób ratowania sytuacji popełniają oni szereg na tyle istotnych błędów operacyjnych, że siłom działającym od czoła pozostaje jedynie „defilada polowa” po sukces w starciu zbrojnym z użyciem desantu powietrznego. Jednakże z uwagi na ogromne koszty transportu powietrznego i jego infrastruktury (ponieważ jest to przede wszystkim środek transportu strategicznego ub operacyjnego) w liczącym się wymiarze wojskowym posiadają go jedynie nieliczne państwa – głównie mocarstwa militarne, a praktycznie Stany Zjednoczone i Rosja. Głębsza analiza użycia i wielkości środków powietrznodesantowych poszczególnych państw je posiadających wskazuje, że są one na tyle kosztowne iż

⁴ R. Hocker, *Nowe poglądy na temat wojny manewrowej*, „Militer Review” 2/1992, s. 50-88.

⁵ B. H. Liddell Hart, *Strategia – działania pośrednie*, Warszawa 1959, s. 259.

⁶ O. Heibrunn, *Wojna na tyłach*, s. 156.

dostępność do nich przez państwa średniej wielkości i „biedne” jest trudniejsza niż do broni atomowej.

Konsekwencją istnienia wojsk powietrznodesantowych (środków możliwych do wykorzystania do desantów powietrznych) jest konieczność prowadzenia walki z nimi – stąd wymóg przygotowania się do działań przeciwdesantowych jest wymogiem strategii narodowej każdego państwa średniej wielkości, w tym i Polski. Wymóg ten jest tym ważniejszy, jeśli do tego graniczy się bezpośrednio z państwem takim jak Rosja, która mimo demokratyzowania struktur państwa wciąż stosuje „nieobliczalne” działania w stosunkach międzynarodowych – czego przykładem jest zajęcie przez jednostkę desantową lotniska pod Prisztiną sposób nie tylko spektakularny ale i wysoce niebezpieczny dla jej sojuszników, z którymi przyszło jej w tej prowincji serbskiej działać. Dla wzmocnienia swojej międzynarodowej pozycji politycznej państwo to przemieszcza w pobliże Bałkanów **dwa pułki powietrznodesantowe**⁷ dyslokowane stale w centralnej części państwa. Jeśli jeszcze uświadomimy sobie wielkość potencjału możliwego do wykorzystania droga powietrzna przez Rosję to dla polskiej strategii obronnej rodzić się powinno szereg pytań, a wśród nich i to: **jakimi siłami możemy przygotować się obrony setek obiektów możliwych do uchwycenia lub zniszczenia przez siły desantowe Rosji?**

Analiza możliwości powietrznego wtargnięcia Rosji wskazuje, że państwo to działania takie prowadziło i wciąż jest przygotowane do prowadzenia ich z użyciem (wykorzystaniem):

- piechoty;
- wojsk zmechanizowanych;
- wojsk specjalnych,
- wojsk powietrznodesantowych.

Piechotę w desantach powietrznych Rosjanie używają jako **desant taktyczny**⁸ z wykorzystaniem śmigłowców - w sile do batalionu piechoty na kierunku działania pierwszorzutowej dywizji. Desant ten tworzy się ze stanu osobowego drugorzutowego oddziału tegoż związku taktycznego, z założeniem „podciągania” (w trakcie walki) jego etatowego sprzętu opancerzonego (transporterów opancerzonych lub BWP itp.) w rejon, który został przez ten desant uchwycony z wykorzystaniem śmigłowców.

⁷ Każdy pułk powietrznodesantowy to około 1500 żołnierzy. Rosjanie wprowadzając do Kosowa około 3600 żołnierzy rozmieszczają tam najsprawniejsze do samodzielnego działania jednostki w sile ponad 2/3 dywizji powietrznodesantowej. Jeśli weźmiemy pod uwagę to, że nie cały sprzęt ciężki będzie tam rozmieszczony, to należy oceniać, iż w Kosowie będzie dywizja powietrznodesantowa Rosji.

Może to być bardziej niebezpieczne niż się wydaje, gdyż używając kompanii Rosjanie pokazali na co ich stać pod względem „nieobliczalności” użycia wojsk poza granicami własnego terytorium. Dywizją można więcej niż kompanią.

⁸ W niektórych innych armiach zasoby śmigłowców pozwalają przerzucać w postaci desantów taktycznych do 30% stanów „piechoty” pierwszorzutowych ogólnowojskowych związków taktycznych.

Przerzut **wojsk zmechanizowanych** na uchwycone na terytorium przeciwnika lotniska – z **pełnym wyposażeniem** w pojazdy bojowe i współdziałające z nimi środki walki innych rodzajów wojsk lub tylko „**piechocińskie**” **stany osobowe** (jednakże dysponujące poza bronią ręczną, także moździerzami oraz przenośnymi środkami przeciwpancernymi i przeciwlotniczymi). Do tego celu wykorzystuje się samoloty transportowe przewidywane do desantowania z powietrza jednostek wojsk powietrznodesantowych.

Szczególnej uwagi wymagają **wojska specjalne** Rosji, które były wykorzystywane do przygotowania desantów powietrznych w ramach interwencji militarnej byłego ZSRR. Zaliczają się do nich „wojska specjalnovo naznaczenija” – „**Specnaz**” – (wojska działań specjalnych), których stan pokojowy zawiera się w granicach 27-30 tysięcy żołnierzy. Funkcjonalne podlegają pod wywiad wojskowy. Do wykonywania zadań używają głównie powietrznych środków transportu, chociaż zdolni są poruszać się zarówno lądowymi, jak i wodnymi. Charakter wykonywanych przez nie zadań⁹ oraz możliwość ich użycia¹⁰ wymuszają konieczność szczególnego przygotowania się do przeciwdziałania tym wojskom, ponieważ ich działania desantowe ściśle łączą się z działaniami dywersyjnymi. Tym samym podejmowanie działań przeciwdesantowych z jednostkami Specnazu wymusza od razu podejmowania działań przeciwdywersyjnych.

Możliwości wykonywania desantów powietrznych z wykorzystaniem **wojsk powietrznodesantowych** Rosji są znaczne, gdyż ich stan – w zależności od źródeł – **ocenia się na 6-8 dywizji powietrznodesantowe (DPD)**; liczba środków transportu powietrznego umożliwia jednoczesny przerzut do dwóch pułków powietrznodesantowych. **Dywizja** tych wojsk składa się z **trzech pułków**, a każdy z nich dysponuje:

⁹ Treść zadań „Specnazu”:

1. Eliminowanie przeciwników politycznych i wysokiej rangi wojskowych.
2. Atakowanie centrów dowodzenia i baz nuklearnych.
3. Wywoływanie paniki i dezorganizacja systemów kierowania (państwem i wojskami).

¹⁰ Usytuowanie strukturalne i możliwości Specnazu:

- **Armia** – do 15 grup specjalnych (GS) – każda po około 7 żołnierzy – rejon działania jednej GS to około 160 km², z możliwością uderzenia na jeden do trzech obiektów na dobę;
- **Front** – to dalszych 135 GS (z brygady Specnazu) - niezależnie od sił armii;
- **Teatr Działań Wojennych** – to kolejne 70-75 GS (z pułku Specnazu) - niezależnie od innych sił armii i frontów.

Rosja łącznie może dysponować siłami Specnazu (z wykorzystaniem 20 brygad i 3 pułków) 2910-2925 GS, które są w stanie prowadzić działania (po desantowaniu się drogą powietrzną – samoloty, śmigłowce, lotnie, szybowce – lub wychodząc pieszo na terytorium przeciwnika albo docierając do wyznaczonych obiektów z wykorzystaniem środków transportu wodnego) na powierzchni do 468 000 km².

Jeśli weźmiemy pod uwagę powierzchnię RP (~ 312 000 km²), to w wypadku gdyby użyto 20% sił Specnazu, to mogłyby one oddziaływać na 28,5% powierzchni Polski. I odpowiednio – 30% tych sił – na 42,7%; dla wartości 40% – wielkość ta wyniosłaby 57%. Natomiast w wypadku użycia całości siły tego typu jednostek frontu (Front = 5 A), to grupami specjalnymi można by „pokryć” obszar stanowiący około 11% terytorium Polski, zaś w sytuacji skierowania wysiłku **dwóch frontów** na terytorium naszego państwa – i tym samym utworzenia **teatru działań wojennych** (co jest militarną tradycją rosyjską od kilku stuleci w działaniach wojennych przeciw RP), tj. 10 A i siły TDW – wielkość oddziaływania działaniami specjalnymi objęłaby około 25% powierzchni Polski.

- 90 desantowymi transporterami opancerzonymi (BMD);
- 15 specjalnymi desantowymi transporterami opancerzonymi BMD-spec.;
- 8 moździerzami kalibru 120 mm;
- 18 automatycznymi wyrzutniami granatów;
- 9 transporterami typu BRDM z wyrzutniami przeciwpancernych pocisków kierowanych;
- 11 ręcznymi granatnikami przeciwpancernymi RPG-16
- 6 zestawami przeciwlotniczymi ZSU-23-2;
- 36 wyrzutniami przeciwlotniczymi;
- 1500 żołnierzami;
- około 350 różnymi pojazdami.

W strukturze organizacyjnej dywizji – oprócz trzech pułków powietrznodesantowych – występuje dowódca, sztab, kompania dowodzenia, batalion łączności, kompania ABC, batalion saperów, batalion transportowy, batalion medyczny, batalion zaopatrzenia, kompania materiałowo-remontowa, dywizjon przeciwpancerny (31 dział ASU-85), pułk artylerii (30 dział D-30, 6 wyrzutni artylerii raketowej), pułk przeciwlotniczy (18 ZSU-23-2 połączone z lekką wyrzutnią raketowych pocisków przeciwlotniczych), kompania rozpoznawcza (9 BRDM-2, 6 BMD, 6 pojazdów rozpoznania radiolokacyjnego). Łącznie dywizja powietrznodesantowa Rosji: 357 wozów bojowych, 92 środki przeciwpancerne, 60 środków artyleryjskich i moździerzy, 144 środki przeciwlotnicze, 56 automatycznych wyrzutni granatów.

Uwzględniając możliwości zadaniowe¹¹ wojsk powietrznodesantowych należy liczyć się z tym, że państwo to jest w stanie oddziaływać z zaskoczenia na całym obszarze Polski i wielu państw NATO.

Biorąc pod uwagę geopolityczne uwarunkowania zagrożenia III Rzeczypospolitej desantami powietrznymi należy mieć na względzie to, iż Polska:

- jest kluczowym komunikacyjnie obszarem (węzłem) nie tylko Europy, lecz także Eurazji;
- posiadając południowy układ dużych rzek - takich jak Wisła, Odra, Bug, Warta - stanowi naturalne bariery dla ruchu lądowego w układzie wschód-zachód, ogniskując go na osiach przepraw;
- jest obszarem o znacznej liczbie obiektów (o znaczeniu strategicznym i operacyjnym) położonych w niewielkiej odległości od granic państwowej (oraz

¹¹ Zadania jednostek wojsk powietrznodesantowych Rosji:

Jednostka bojowa	Głębokość zrzutu	Czas walki	Typ desantu
- batalion	30-80 km	12 godz.	taktyczny
- pułk	50-100 km	24 godz.	operacyjny
- dywizja	100-300 km	72 godz.	operacyjny
- dywizja	300-1000 km	powyżej 3 dni	strategiczny

sojuszniczej NATO) dogodnych do ataku z wykorzystaniem desantów powietrznych;

– dysponuje – wbrew potrzebom operacyjnym – niezasadnie nikłą (wyjątkowo niekorzystną strategicznie) wielkością wojsk operacyjnych stosownie do posiadanego terytorium państwa¹² (państwa „kluczowego” i „kresowego” dla sojuszu).

Z powyższego wynika, że opanowanie przez desanty powietrzne przeciwnika kilkunastu ważnych mostów i lotnisk w Polsce praktycznie uniemożliwi (sparaliżuje) manewr wojsk operacyjnych RP i zakładanego wzmocnienia lądowego sojuszniczych armii NATO. Niedostatek liczebny jednostek wojsk operacyjnych wymusza tworzenie struktur wojsk obrony terytorialnej do ochrony obiektów, których wojska operacyjne nie powinny ochraniać ani bronić, ponieważ jest to niezgodne z wymogami sztuki wojennej, gdzie jedna z zasad wyklucza rozpraszanie wysiłku zbrojnego, a tym samym i wojsk tworzących ten wysiłek w sposób wysoce mobilny.

Cele, zadania i wymogi obrony terytorialnej w walce z desantami powietrznymi

Uogólniając powyższe można przyjąć na potrzeby strategii obronnej Polski należy przyjąć, iż **celem desantów** powietrznych możliwych do wysadzenia na terytorium RP jest:

1. Uchwycenie (zniszczenie) najważniejszych organów i ośrodków kierowania państwem, dowodzenia wojskami i kierowania systemami rozpoznania i walki (por. m.in. scenariusz z książki pt.: *Następna wojna światowa*).

2. Uchwycenie najważniejszych mostów, lotnisk i portów.

3. Sparaliżowanie manewru wojsk lądowych na terytorium państwa.

4. Zniszczenie wojsk podczas ich przegrupowania.

5. Utorowanie swobody manewru dla wtargnięcia rzutu lądowego.

W kontekście możliwości sił zbrojnych RP, gdzie jesteśmy w stanie „pokryć” jednorazowo działaniami zbrojnymi wojsk operacyjnych około 3% terytorium państwa, rodzi się ogromne zapotrzebowanie na wykorzystanie innych niż te wojska sił militarnych do ochrony i obrony przed działaniem desantów powietrznych znacznej liczby obiektów strategicznych i operacyjnych rozmieszczonych obszarze

¹² Ostatnio tak drastycznie zmniejszano wielkość sił zbrojnych w RP tuż przed rozbiorami – ale robili to celowo (poprzez im sprzedających się posłów) przyszli zaborcy. Teraz robimy pod wieloma względami podobnie – w ogóle nie uwzględniając (lub spychając je na margines) narodowych potrzeb obronnych państwa polskiego. Kto zatem za takim działaniem stoi, czyżby jedynie rodzima naiwność i nieodpowiedzialność?

Król Stanisław August Poniatowski odnosząc się do tamtego stanu wojsk twierdził: *Piotr I ograniczył liczbę wojsk* (polskich – przyp. JR) *do 16-18 000, co w proporcji do obszaru kraju jest niczym*. Ze smutkiem należy stwierdzić, że w Polsce mamy też takiego Piotra, który szczególnie niszczy to co narodowe, a szczególnie obronność i edukację. Tym „antynarodowym Piotrem” są FINANSE w rękach ludzi przedkładających pieniądze ponad bezpieczeństwo narodowe.

Polski. W tej sytuacji – wzorem wielu państw NATO i nie tylko – jedynie możliwym rozwiązaniem jest posiadanie **systemu obrony terytorialnej**, który przy pomocy regionalnych i lokalnych jednostek – dowodzonych przez terytorialne organy dowodzenia – będzie w stanie podjąć skuteczną walkę z desantami powietrznymi. A wykorzystując **terytorialny system rozpoznania**¹³ – na zasadach podsystemie w systemie OT – będzie optymalnym i istotnym uzupełnieniem rozpoznania (prze-strzeni powietrznej i terytorium państwa) organizowanym przez wojska operacyjne. Stanie się on również jedynym „łącznikiem” (choćby dlatego aby połączyć działania „obserwacyjno-rozpoznawcze i ostrzegające” w jeden terytorialnie kierowany system – w interesie jednolitego kierowania obronnością i bezpieczeństwem państwa) wysiłku rozpoznania wojskowego z cywilnym systemem obserwacji i alarmowania.

Z wykorzystaniem **obrony terytorialnej do walki z desantami powietrznymi** przemawia to, iż w Polsce istnieją m.in. i takie potrzeby obronne w skali operacyjnej i strategicznej, które wskazują **na konieczność**:

- obrony przeciwdesantowej kilkuset obiektów, gdzie znajdują się **miejsca** pracy (centra kierowania lub pełnienia służby) dla VIP-ów, organów i urzędów państwowych, **stanowiska** dowodzenia lub kierowania, **mosty** (na Wiśle, Warcie i Odrze – około 100), **lotniska** lub lądowiska drogowe odcinki lotniskowe (ponad 100);

- stałego rozpoznania i kontrolowania całej powierzchni terytorium państwa i przeciwdziałania nagminnemu przekraczaniu granicy państwowej przez grupy przestępcze;

- atakowania sił prawdopodobnie licznych desantów powietrznych nie tylko w czasie ich lądowania, lecz również podczas załadunku na środki transportu (jeśli będzie to czynione na terytorium polskim) oraz także w czasie przelotu na niskich wysokościach, „zbierania” się tuż po wylądowaniu i w trakcie przemieszczania do wykonania zadania drogą lądową;

- paraliżowania swobody manewru sił desantu po wylądowaniu na rzecz manewru wojsk operacyjnych przemieszczających się bądź to do zniszczenia desantu, bądź wykonywania innego zadania;

¹³ Struktura terytorialnego systemu rozpoznania obejmuje:

- **Komórki analityczno-koncepcyjne** terytorialnych organów dowodzenia funkcjonują zarówno w czasie pokoju, jak również podczas zagrożenia i wojny - tworząc stosowne **banki informacji** o terenie, jego infrastrukturze, zasobach osobowych i materiałowych - pozyskując dane od różnych instytucji administracji państwowej, samorządowej i specjalnej, a także stowarzyszeń, organizacji oraz komórek rozpoznawczych wojsk operacyjnych;

- **Sieć posterunków obserwacyjno-meldunkowych** - rozwijana na obszarze całego państwa w sytuacji zagrożenia i wojny oraz doraźnie na wybranych obszarach (regionach, obwodach, rejonach) na potrzeby działań humanitarnych wojsk OT (systemu OT) - w oparciu o „gminny system pozyskiwania danych” i w terenie (wsiach, dzielnicach, osiedlach, zakładach pracy, odosobnionych obiektach itp.) umiejscowionych obserwatorów terytorialnego systemu rozpoznania;

- **Systemy rozpoznania jednostek wojsk OT** - tworzone po rozwinięciu jednostek wojsk OT. Z zasady rozwinięcie takie będzie następować w czasie zagrożenia i wojny ale w uzasadnionych wypadkach - częściami lub w ograniczonym zakresie - także na potrzeby działań humanitarnych w czasie pokoju.

- lokalizacji, blokowania, izolacji i niszczenia sił desantu aby nie dopuścić do wykonania przez nie desantowych zadań bojowych z późniejszym przejściem do działań dywersyjnych;

- skutecznego przeciwdziałania rozproszonym i nieregularnym działaniom sił desantu w fazie wstępnej po wylądowaniu – z założeniem skoncentrowanego działania na obiekty położone z dala od obiektu ataku desantu.

Możliwości skutecznego przeciwdziałania desantom powietrznym są tym większe im większy potencjał ludzki – głównie miejscowej społeczności – jest do tego przygotowany i wykorzystywany. System obrony terytorialnej posiada zdolność przetworzenia tych możliwości w wymierną wartość potencjału obronnego (bojowego). Dysponuje nawet określonymi atutami, które jedynie w jego ramach są możliwe do powstania.

Do tych **możliwości i atutów obrony terytorialnej w zwalczaniu desantów powietrznych** należy zaliczyć:

- możliwość „**monitorowania**” i **kontrolowania terenu** na całym terytorium (terytorialny system rozpoznania, rozwinięte wojska obrona terytorialna, służby leśne, ruchome patrole policji, dane pozyskiwane w trybie funkcjonowania różnych służb i administracji, straże pożarne, organizacje ochroniarskie, organizacje paramilitarne itd.);

- potencjalna możliwość ochrony i obrony tysięcy obiektów (wojskami obrona terytorialna, straże przemysłowych i miejskich, firm ochroniarskich, policji, samoobrony zbrojnej itd.);

- możliwość przetworzenia stosunkowo dużej gęstości zaludnienia (120 osób/km², 840 miast, około 60 000 miejscowości) w sprawnie funkcjonujący „**terytorialny system rozpoznawczo-uderzeniowy**” („**obserwacyjno-interwencyjny**”) – mogący skutecznie podjąć walkę w ciągu kilkunastu minut od chwili zidentyfikowania zagrożenia, w tym szczególnie desantem powietrznym;

- możliwość zaangażowania wysiłku niemal całego społeczeństwa, wszystkich służb cywilnych do obrony przed siłami desantu i wsparcia działań przeciwdesantowych wojsk operacyjnych;

- możliwość atakowania desantów w czasie lądowania i „zbierania”;

- znaczną skuteczność w walce w znanym sobie rejonie z lekkozbrojnymi siłami desantu stosunkowo słabo zorientowanych w warunkach terenowych znajdujących się w rejonie lądowania;

- dużą sprawność działania w zwalczaniu rozproszonych sił desantu przechodzących do prowadzenia działań nieregularnych;

- przewaga „terenowa i informacyjna” sił obrony terytorialnej na siłami desantu.

W kontekście możliwości **sił obrony terytorialnej w zwalczaniu desantów powietrznych** można przyjąć, że ich **celem** powinno być uniemożliwienie uchwycenia z zaskoczenia ważnych organów, ośrodków i obiektów na całym terytorium,

a ponadto we współdziałaniu z wojskami operacyjnymi i wsparciu całej sfery pozamilitarnej - zlokalizowanie, izolowanie i zniszczenie sił desantów.

Z celu wynikają **zadania** realizowane przez siły i środki obrony terytorialnej (system OT) podczas **działań przeciw desantom powietrznym**, które powinny swoją treścią odnosić się do:

1. Przygotowania i utrzymania ciągłej ochrony i obrony ważnych organów, ośrodków i obiektów na całym terytorium (łącznie z obiektami chronionymi przez NJW MSWiA).

2. Zorganizowania powszechnego systemu rozpoznania terytorialnego z włączeniem do niego wszystkich ogniw pozamilitarnych, służby leśnej oraz wszystkich ośrodków dysponujących istotnymi danymi ze względu na bezpieczeństwo państwa wykorzystywanych w systemie obronnym państwa.

3. Przygotowania obrony miejscowej przez wojska obrona terytorialna na całym terytorium – pokrycie go rejonami odpowiedzialności wojsk obrona terytorialna.

4. Szkolenia wojsk obrony terytorialnej, ogniw pozamilitarnych i społeczeństwa do walki z desantami.

Aby zadania mogły przyczynić się do osiągnięcia celu niezbędne jest spełnienie niektórych wymogów, które wskazują, że w Polsce należy:

- Posiadać powszechny system przeszkolenia wojskowego poborowych, który umożliwiałby posiadanie 1 – 1,5 mln rezerwistów możliwych do wykorzystania w rozwiniętym systemie OT. 120 000 (jak zakłada koncepcja „Armii 2012”) może być traktowany jako pierwszy etap w budowaniu obronności społecznej w Polsce.

- Budować pełny (tj. wraz z okręgami wojskowymi) i sprawny terytorialny system dowodzenia (Inspektorat OT – okręgi wojskowe – wojewódzkie dowództwa OT – powiatowe dowództwa OT) „spięty” z administracją terenową, ogniwami pozamilitarnymi i społeczeństwem.

- Wykorzystywać taktyczną mobilność (zmotoryzowanie) do przemieszczania i realizacji zadań przez jednostki OT mające charakter regionalny.

Cel i ogólne zasady współdziałania obrony terytorialnej z wojskami operacyjnymi w walce z desantami powietrznymi

Celem współdziałania obrony terytorialnej z wojskami operacyjnymi w walce z desantami powietrznymi jest pełne wyzyskanie walorów i możliwości obydwóch komponentów sił zbrojnych – zarówno wojsk operacyjnych jak i wojsk obrony terytorialnej – dla zminimalizowania efektów uderzenia z zaskoczenia sił desantów powietrznych oraz ich lokalizacji, izolacji i zniszczenia.

Dla osiągnięcia tego celu jest konieczne przestrzeganie **ogólnych zasad współdziałania wojsk operacyjnych z systemem obrony terytorialnej podczas zwalczania desantów powietrznych**, które wskazują, że:

- **Obrona terytorialna**, poprzez możliwość organizowania obrony miejscowej na całym terytorium państwa – obejmującą również obronę przeciwdesantową – stwarza dogodne warunki dla utrzymania gotowości bojowej i manewru wojsk operacyjnych; odciażając je o wiele zadań przeciwdesantowych¹⁴.

- Wojska operacyjne wspierają działania przeciwdesantowe obrony terytorialnej w sytuacjach przekraczających możliwości OT – głównie mobilnymi i uderzeniowymi siłami i środkami (artyleria, śmigłowce).

- Działania przeciwdesantowe wojsk operacyjnych wspierane są działaniami obrony terytorialnej oraz przedsięwzięciami podsystemu pozamilitarnego systemu obronnego państwa, a szczególnie w zakresie: informacji, działań wymagających angażowania znacznej liczby żołnierzy uzbrojonych w lekką przenośną broń („piechoty terytorialnej”), gwarantowania swobody ruchu wojsk i zaopatrzenia logistycznego.

- Połączonymi, skoordynowanymi działaniami przeciwdesantowymi obydwu komponentów kieruje jeden (połączony) organ dowodzenia określony przez dowódcę okręgu wojskowego.

*

Możliwość wykonywania desantów powietrznych stwarza warunki do zajęcia terytorium państwa jeszcze przed rozpoczęciem walki, podczas gdy w walce prowadzonej z wykorzystaniem środków do transportu lądem zajęcie rejonu, obszaru, terytorium jest wynikiem walki. Stąd walka z desantami jest walką o utrzymanie terytorium, *a ten kto ma teren jest niezwyciężony* – jak mawiał W. Sikorski. Zatem walka z desantami jest także działaniem mającym doprowadzić do **niepokonaności obrońcy**.

Współczesne desanty powietrzne – jak każde działanie na polu walki – cechują atuty i słabości. Do ich **atutów** można zaliczyć:

- Zaskoczenie wtargnięciem wojsk w głąb terytorium.
- Wtargnięcie na obiekt „z góry” – „wymijające” obronę organizowaną na podejściach.
- Lądowanie „w celu” lub w dogodnym do opanowania (zniszczenia) obiektu rejonie.
- Szybkość uderzenia na obiekt (zajęcia obiektu) – bezpośrednio po wylądowaniu.
- Możliwość wsparcia działań desantu powietrznego działaniami agenturalnymi i dywersyjnymi sił specjalnych.

¹⁴ W Wietnamie – wskutek braku wojsk terytorialnych (regionalnych i lokalnych) funkcjonujących w systemie obrony militarnej „armii sajgońskiej” – rozproszono wysiłek wojsk operacyjnych do ochrony i obrony obiektów i węzłów komunikacyjnych (dzieląc pułki na samodzielnie działające bataliony, te z kolei na kompanie, a potem na plutony) przez co znakomicie ułatwiono ich rozbijanie (rozbrajanie) przez partyzantów. Doprowadziło to zniszczenia dobrze wyszkolonej i wyposażonej sprzętowo armii. Por. C. Dęga, *Przyczyny upadku reżymu sajgońskiego*, „Myśl Wojskowa”, nr 10/1975, s. 83-94

- Możliwość skrytego i rozproszonego działania sił desantowych.
- Duża dowolność w stosowaniu nieregularne formy walki zbrojnej.
- Łatwość stosowania różnorodnych form działań w skali taktycznej tuż po wylądowaniu – na skutek ograniczonej logistyki, która zazwyczaj znacząco ogranicza manewr i mobilność wojsk.
- Doborowe – zwykle – siły i nowoczesny sprzęt.
- Wysoce mobilna i manewrowa osłona, wsparcie ogniowe i zaopatrzenie z powietrza.

Słabościami desantów powietrznych są:

- Relatywnie niewielka siła uderzeniowa i obronna składów desantów (w stosunku do przygotowanej obrony i możliwości uderzenia zgrupowań przeciwdesantowych).
- „Bezbronność” w czasie lądowania i „zbierania się” w ugrupowanie bojowe do działań.
- Słaba znajomość terenu i infrastruktury a także niewielka orientacja w sytuacji większości stanów osobowych i dowódców najniższego szczebla dowodzenia desantowanych pododdziałów.
- Ograniczone zapasy środków walki i logistyczne.
- Brak wsparcia ze strony społeczeństwa – częstokroć wrogość.
- Upływ czasu działa na niekorzyść desantowanych.
- Brak zaskoczenia z lądowaniem desantu lub chaos w desantowaniu (podczas wylądunku), a także nieplanowe rozproszenie sił po wylądowaniu oznacza zwykle porażkę w realizacji zadań desantu i szybką jego likwidację.

Przed obroną terytorialną stoi zadanie zniweczenia atutów desantów powietrznych, a jest to możliwe także poprzez skrupulatne wykorzystanie ich słabościami – odpowiednio wcześniej budując system działań przeciwdesantowych. Większość z tych słabości może stać się atutami systemu obrony terytorialnej – a to głównie ze względu na powszechność i znaczną liczę (niemal wszędzie tworzonych) jednostek wojsk obrony terytorialnej, ich doskonałą znajomość terenu i infrastruktury, krótki okres rozwijania mobilizacyjnego pododdziałów OT z możliwością bezpośredniego wprowadzania ich do walki, niemal nieograniczone wsparcie społeczeństwa w działaniach bojowych oraz śledzenie i zwalczanie przelotu desantu, a także podejmowanie działań rozpoznawczo-szturmowych za rozproszonymi siłami desantu.

RODZAJE DZIAŁAŃ NIEREGULARNYCH

Nazwa	W strategii obronnej	W strategii ofensywnej	Formacjami sił zbrojnych	Innymi formacjami	Przykład
Bojowe uzbrajanie terenu	+			+	Afganistan
Dz. desantowe: - dz. des.-szurmowe; - dz. pow.desantowe; - dz. des.-morskie		+	+		taktyczne, operacyjne, strategiczne
Dz. dywersyjne	+	+	+	+	obie strony konfliktu
Dz. partyzanckie	+		+	+	Polska, Hiszpania, Wietnam itp.
Dz. powietrzn.-lądowe		+	+		ZSRR w Afganistanie
Dz. rozpoznawczo- -szturmowe	+	+	+		w zwalczaniu dywer- sji, ataku na obiekt
Dz. sabotażowe	+	+	+	+	obie strony konfliktu
Dz. specjalne	+	+	+		Specnaz w Afganistanie
Dz. szturmowe		+	+		USA na Libię
Głęboka penetracja		+	+		Japończycy w Azji Pł.Wsch. (II w. światowej)
Samoobrona zbrojna	+			+	Czeczenia
Terroryzm	+	+	+	+	Fundamentalisci, Izrael
Uderzenia z kilku stron					Por.: C. v. Clausewitza
Wojna podjazdowa (szarpana, urywczą)	+		+	+	Polska – hetman S. Czarniecki

* Mogą być kierowane przez wojskowych lub organizowane na bazie (szkieletu) struktur wojskowych.

Zwalczanie desantów powietrznych wojskami obrony terytorialnej

Celem działań przeciwdesantowych wojsk OT jest lokalizowanie, blokowanie i utrudnianie realizacji zadań siłom desantów powietrznych (morskich) po ich wylądowaniu oraz w niektórych sytuacjach zakłócanie załadunku i przelotu do rejonu desantowania, a także ich rozbicie, rozproszenie i całkowita likwidacja.

Zwalczanie desantów powietrznych przeciwnika można prowadzić:

- w rejonach wyjściowych i podczas załadowywania desantu;
- w trakcie przelotu do rejonu desantowania;
- w czasie lądowania i walki na lądzie.

Ze względu na charakter działań wojsk OT zasadniczą i najbardziej prawdopodobną sytuacją zwalczania desantu będzie trzecia z wyżej wymienionych. Chociaż w uzasadnionych wypadkach – zajęcia części terytorium przez przeciwnika – istnieje możliwość zwalczania ich już podczas załadowywania oraz w trakcie przelotu nad rejonami odpowiedzialności jednostek OT.

Działania prowadzone przez desant bezpośrednio po wylądowaniu mają na celu zadanie mu jak największych strat i związanie go walką, izolację względem dogodnych obiektów terenowych, utrudnianie utworzenia zaplanowanego ugrupowania bojowego i podjęcia zorganizowanego działania. Ma to spowodować odebranie inicjatywy siłom desantu i stworzyć dogodne warunki do ich rozbicia (z udziałem lub dla wojsk operacyjnych).

W pierwszej fazie „spotkania się” z desantem po jego wylądowaniu należy dążyć do jego rozpoznania i powiadomienia o tym (o wynikach z rozpoznania) przełożonych, a następnie niezwłocznie przystąpić do jego blokowania i niszczenia. Niezależnie od skuteczności prowadzonej walki z desantem należy dążyć do okrążenia go systemem posterunków obserwacyjnych lub podążać za nim (ruchomymi posterunkami obserwacyjnymi), aby przez to posiadać aktualną informację o jego położeniu (dane o zmianie położenia sił desantu na bieżąco należy przekazywać przełożonemu).

Rozpoznanie powinno ustalić wielkość sił desantu i charakter jego działań, a przede wszystkim stwierdzić, czy tworzy on ugrupowanie zwarte, czy też jest w rozproszeniu.

W sytuacji desantu działającego zwarcie należy uderzać nań z marszu jeśli będzie na to pozwalała sytuacja i wsparcie wojsk operacyjnych - np. artylerią lub pod-

oddziałami zmechanizowanymi. W przeciwnym wypadku należy przejść do blokowania działań desantu do czasu przybycia posiłków.

W wypadku, gdy desant przejdzie do obrony to atak na jego pozycje (wojskami operacyjnymi) możliwy jest głównie po krótkim przygotowaniu ogniowym. Najbardziej typowym ugrupowaniem sił do zwalczania desantu będzie jeden rzut z odwodem ogólnym. To pozwala użyć większość środków do bezpośredniej walki z desantem i aktywnie oddziaływać na szerokim froncie. W tej sytuacji wojska OT mogą podejmować walkę jako siły pierwszego rzutu, jeśli przedtem odpowiednio wcześniej zajmą dogodne do jej prowadzenia rubieże – odwodem powinny być wtedy wojska operacyjne.

Rozbijając desant przeciwnika można zmusić go do działania w rozproszeniu. Wtedy należy przystąpić do działań likwidacyjnych poszczególnych grup desantu. Rozproszone pododdziały desantu przechodzą często do działania o charakterze dywersyjnym, które mogą być prowadzone w sposób planowy lub wymuszony. Działania nieplanowe mogą być łatwiej zwalczane, ponieważ są one wynikiem niepomyślnego przebiegu działań desantu i przez to przeciwnik bardzo nieudolnie przystępować może do działań obronnych.

Zwalczając desant przeciwnika przechodzącego planowo w rozproszenie konieczne jest dobre funkcjonowanie terytorialnego systemu rozpoznania, szczególnie w jego części tworzonej przez jednostki OT prowadzące lub przystępujące do działań przeciwdywersyjnych. Poszczególnym pododdziałom OT przydziela się rejony, pasy lub strefy, w których wykrywając siły desantu przystępują do ich natychmiastowej likwidacji – na ogólnych zasadach typowych działań przeciwdywersyjnych – lub blokady (pościgu) do momentu podejścia posiłków wojsk operacyjnych, które zniszczą desant.

Część grup bojowych zwalczających siły desantu powietrznego powinny posiadać daleko posuniętą swobodę decyzji w swoich rejonach (strefach) działania (zwalczania desantu) i składać się z żołnierzy o różnych specjalnościach, np.: saperzy, piechota, artylerzyści, rozpoznawanie. Typowym ugrupowaniem do zwalczania desantu w rozproszeniu jest: rzut obronny, rzut zaczepny, odwód (odwody – ogólne lub specjalne) i środki wsparcia.

Rzut obronny organizuje się do trwałej lub czasowej ochrony oraz obrony obiektów. Mogą go tworzyć pododdziały wojsk OT w każdej sytuacji podejmowania walki z desantami. **Rzut zaczepny** służy do likwidowania sił desantu – mogą go tworzyć pododdziały wojsk operacyjnych, podobnie jak odwody (**ogólny** do spotęgowania działania na kierunku lub w rejonie; **specjalne**: inżynieryjny, przeciwchemiczny, artyleryjski – do minowania rubieży, wykonywania przejść w zaporach ustawionych przez desant i przeszkodach, usuwania min-pułapek, minowania na podejściach do ochraniających obiektów, rozpoznawania skażeń, wykonywania zabiegów specjalnych, zasłon dymnych, niszczenia środków ogniowych przeciwnika oraz wsparcia walki z silnym przeciwnikiem).

W takcie zwalczania rozproszonego desantu korzystne jest prowadzenie działań rozpoznawczo-szturmowych – wieloma grupami nie większymi niż pluton OT każda, zazębiającymi się w akcjach zbrojnych i dokładnie zgranymi co do czasu, miejsca i precyzji uderzenia na siły desantu. Dominującymi sposobami działania przeciwdesantowego będą wtedy: wypady, pościg i okrażenie połączone z likwidacją małych grup desantowych.

Zazwyczaj lokalnie prowadzone działania przeciwdesantowe przybierają charakter starć zaczepno-obronnych o ograniczonym rozmachu. Koncentrują się one na obronie ważnych rubieży terenowych, obiektów, miejscowości, węzłów komunikacyjnych, przepraw wodnych. W tej sytuacji konieczne jest ściśle współdziałanie wojsk operacyjnych i jednostek wojsk OT, aby móc wspólnie niszczyć siły desantu powietrznego przeciwnika.

Podjmując walkę z desantem, w pierwszej kolejności wyznacza się te pododdziały wojsk OT, które znajdują się w rejonach odpowiedzialności najbliższej położonych względem rejonu desantowania. Po zlokalizowaniu przeciwnika mogą one blokować jego ruch, organizować zasadzki i zadawać straty w każdej sytuacji – nie pozwalając mu oderwać się lub wykonać swobodnie działania w kierunku ważnego obiektu albo rejonu chronionego i bronionego przez jednostki wojsk obrony terytorialnej.

Wobec posiadania przez siły desantu sprzętu zmechanizowanego, nie należy dopuszczać do boju spotkaniowego pomiędzy siłami OT a manewrującym na lądzie desantem powietrznym, gdyż szansa osiągnięcia celu walki przeciwdesantowej przez wojska OT jest wtedy znikoma. Koniecznym rozwiązaniem będzie w takiej sytuacji blokada sił desantowych lub doraźne organizowanie obrony na miejscu (na dogodnej rubieży). Do walki z desantami wojska OT przechodzą w jednym rzucie lub w jednym rzucie z odwodem, który tworzą wtedy pododdziały wojsk operacyjnych (wykorzystywane do rozbicia sił desantu lub osłony wycofania się sił zwalczających desant).

W momencie, gdy desant ląduje w rejonie odpowiedzialności jednostki OT samodzielnie przystępuje ona do walki z nim, powiadamia o tym przełożonego i prowadzi walkę tak długo aż go rozbije lub otrzyma posiłki.

Działania obronne przeciw desantom powietrznym przeciwnika mają przeważnie charakter doraźny, w bezpośredniej styczności – zazwyczaj organizowane w niekorzystnych warunkach – tak dla lądującego, jak i zwalczającego go. Obiekty chronione i bronione, które wskutek wysadzenia desantu znajdują się w bezpośrednim zagrożeniu jego działaniem, są wzmacniane stanem osobowym żołnierzy OT z obiektów dalej położonych lub rezerw (odwodów). Ponadto dodatkowo zaminauje się je na prawdopodobnych kierunkach podejścia do nich desantu.

Zwalczanie desantów powietrznych przez lotnictwo

Zwalczanie desantów powietrznych stanowi jedno z ważnych zadań lotnictwa. Zadania zwalczania desantów powietrznych realizowane są przez różne rodzaje lotnictwa, przy czym ich udział jest zróżnicowany w zależności od rodzaju i skali działań powietrznodesantowych przeciwnika oraz ich etapu. Dla potrzeb niniejszego opracowania można wyodrębnić zwalczanie desantów powietrznych przeciwnika na ziemi oraz w powietrzu. Przy czym należy rozróżnić zwalczanie sił i środków do prowadzenia działań powietrznodesantowych na ziemi przed rozpoczęciem działań oraz zwalczanie desantów powietrznych na ziemi po wylądowaniu.

Biorąc pod uwagę skalę działań powietrznodesantowych (powietrznoszturmowych) zwalczanie sił i środków do ich prowadzenia może obejmować m.in. niszczenie samolotów i śmigłowców transportowych na lotniskach oraz lądowiskach, dezorganizowanie lub obezwładnianie jednostek wojsk powietrznodesantowych bądź desantowo-szturmowych.

Głównymi siłami realizującymi powyższe zadania jest lotnictwo myśliwsko-bombowe, a w przypadku śmigłowców transportowych również śmigłowce bojowe LWL.

Możliwości w zakresie zwalczania sił i środków przeznaczonych do prowadzenia działań powietrznodesantowych (powietrznoszturmowych) są w znacznej mierze uzależnione od posiadania wiarygodnej i terminowej informacji o ich położeniu, ale także wielkości sił własnych, które mogą być wydzielone do realizacji powyższych zadań.

Analiza dotychczasowych doświadczeń konfliktów lokalnych wskazuje, że skutecznym sposobem walki z siłami i środkami mogącymi prowadzić działania powietrznodesantowe jest dezorganizacja systemu wsparcia i zabezpieczenia desantu powietrznego poprzez np. zablokowanie lotnisk załadowania i zdezorganizowanie systemów dowodzenia, rozpoznania i łączności przeciwnika itp.

Przedsięwzięcia maskowania operacyjnego, a także przeciwdziałanie sił obrony powietrznej przeciwnika powodują, że zwalczanie desantów powietrznych w czasie przygotowania ich do działań jest zadaniem trudnym i w znakomitej większości przypadków mniej efektywnym niż zwalczanie desantów w powietrzu i po wylądowaniu.

Zdecydowanie największe doświadczenia zgromadziło lotnictwo w zakresie zwalczania desantów w powietrzu. Oprócz osłabienia potencjału bojowego desantu

możliwe jest zdeorganizowanie jego systemu, a tym samym stworzenie korzystnych warunków do jego zwalczania po wylądowaniu. Do podstawowych czynników warunkujących powodzenie zwalczania desantów w powietrzu należą m.in. posiadanie efektywnego systemu informacyjnego zabezpieczenia działań obejmującego systemy rozpoznania, dowodzenia i łączności, a także koordynacja działań lotnictwa z innymi aktywnymi środkami walki, głównie z jednostkami przeciwlotniczych zestawów rakietowych (OP i OPL) i artylerią przeciwlotniczą.

Zazwyczaj lotnictwo myśliwskie zwalcza desanty powietrzne w oddzielnych strefach z wojskami rakietowymi OP i WOPL, może też zastępować obezwładnianie przez przeciwnika siły WR zamykając luki w systemie ognia przeciwlotniczego. Doświadczenia dotychczasowych konfliktów wskazują, że w przypadku desantów powietrznych realizowanych w skali operacyjnej bądź strategicznej ilość sił osłony, wsparcia i zabezpieczenia desantu utrudnia, a niekiedy uniemożliwia podjęcie z nim skutecznej, rozstrzygającej walki w powietrzu.

Z kolei, zwalczanie desantów taktycznych, w przeważającej większości przypadków, ze względu na głębokość ich wysadzania, odbywać się będzie w strefie oddziaływania sił i środków OPL pierwszorzutowych związków taktycznych, a niekiedy operacyjnych wojsk lądowych. Stąd też bardzo rzadko będzie tam wykorzystywane lotnictwo myśliwskie, m.in. ze względu na trudności związane z koordynacją działań i zapewnieniem mu bezpieczeństwa w strefach ognia własnych środków przeciwlotniczych. Dużą rolę w zwalczaniu desantów śmigłowcowych mogą natomiast odgrywać śmigłowce szturmowe (uderzeniowe) LWL, które mogą zwalczać śmigłowce transportowe przeciwnika przy użyciu kierowanego uzbrojenia rakietowego oraz artyleryjskiego nie tylko w powietrzu, ale także w momencie wylądowywania desantu. Duża efektywność śmigłowców uderzeniowych w realizacji zadań zwalczania desantów wynika przede wszystkim z ich wysokich możliwości przestrzenno – czasowych oraz skuteczności bojowej. Należy jednak pamiętać, że użycie śmigłowców do zwalczania taktycznych desantów śmigłowcowych w powietrzu determinowane będzie wystarczająco wczesnym uzyskaniem informacji o ich przelocie. W obecnych warunkach jedynie śmigłowce dyżurujące w gotowości bojowej nr 1 na ziemi bądź znajdujące się w powietrzu są w stanie rozpocząć zwalczanie taktycznego desantu śmigłowcowego przeciwnika w powietrzu.

Ważne miejsce w walce z desantami ma ich zwalczanie na ziemi. W zależności od charakteru, skali i miejsca desantu do walki z nim mogą być zaangażowane różne siły lotnictwa. W zasadzie jedynie w przypadku lądowania dużych desantów operacyjnych bądź strategicznych może wystąpić potrzeba użycia do ich zwalczania lotnictwa myśliwsko-bombowego. Jednym z takich przypadków może być konieczność zablokowania opanowanych przez desant przeciwnika lotnisk bądź zniszczenia uchwyconych przez niego elementów infrastruktury komunikacyjnej, o ile nie jest to możliwe przy użyciu innych środków ogniowych.

Ważne zadania realizować może również lotnictwo myśliwskie uniemożliwiając zasilanie przez lotnictwo transportowe desantu przeciwnika, tym samym obniżając jego potencjał bojowy.

Analiza ostatnich konfliktów pozwala przypuszczać, że zasadniczymi siłami umożliwiającymi zwalczanie desantów powietrznych może być ściśle współdziałające z innymi rodzajami wojsk lotnictwo wojsk lądowych. Zaletą użycia śmigłowców szturmowych do zwalczania desantów jest możliwość ich szybkiego wprowadzenia do walki (od 15-30 min.) w całym obszarze odpowiedzialności, potęgowania wysiłku i zapewnienie elastycznego, precyzyjnego wsparcia ogniowego. Zazwyczaj ich użycie powiązane jest z zabezpieczeniem przerzutu odwodów przeciwdesantowych przez śmigłowce transportowe. Dzięki manewrowi drogą powietrzną możliwe jest uzyskanie przewagi pozycyjnej w stosunku do sił desantu.

Ważne dla kanalizowania, blokowania bądź dezorganizowania działań desantu powietrznego przeciwnika może być wykorzystanie śmigłowcowych systemów minowania narzutowego. Podobnie jak w przypadku śmigłowców szturmowych mogą być one wykorzystywane w bardzo krótkim czasie, w sposób niezwykle elastyczny i niezależny od terenu.

Przedstawione powyżej uwarunkowania zwalczania desantów powietrznych przez lotnictwo nie wyczerpują omawianej problematyki, są jedynie próbą zarysowania ogólnych trendów i zależności w tym zakresie.

Ze względu na to, że większość zadań walki z desantami powietrznymi lotnictwo będzie realizować we współdziałaniu z innymi rodzajami wojsk w ramach działań połączonych proponowanie bardziej szczegółowych rozwiązań byłoby możliwe jedynie przez zespoły specjalistów różnych rodzajów wojsk. Stąd też prezentowany materiał ma ogólny charakter i obejmuje, w opinii autora, podstawowe, wybrane problemy związane ze zwalczaniem desantów powietrznych przez lotnictwo.

ZWALCZANIE DESANTÓW POWIETRZNYCH PRZEZ LOTNICTWO

Zwalczanie sił i środków do prowadzenia działań powietrznodesantowych (powietrznoszurmowych) na ziemi. Główni wykonawcy: • lotnictwo myśliwsko-bombowe; • lotnictwo rozpoznawcze; • LWL	Zwalczanie desantów powietrznych w powietrzu. Główni wykonawcy: • lotnictwo myśliwskie; • śmigłowce bojowe LWL.	Zwalczanie desantów powietrznych na ziemi po wylądowaniu. Główni wykonawcy: • śmigłowce bojowe LWL; • lotnictwo myśliwsko-bojowe; • śmigłowce minowania narzutowego LWL; • śmigłowce transportowe LWL.
--	--	---

Użycie inżynieryjnych środków rażenia

W zwalczaniu desantów powietrznych istotną rolę mogą odegrać inżynieryjne środki rażenia, w tym głównie przeciwdesantowe zapory minowe.

Bardzo dobrze przygotowanym, dynamicznym i zaskakującym działaniom desantowym przeciwnika, prowadzonym przy intensywnym i silnym wsparciu ogniowym, można się przeciwstawić tylko obroną spełniającą podobne walory. W związku z tym w pełni zgadzam się ze stanowiskiem Pana pułkownika Sikorskiego stwierdzającym, że *skuteczną obronę przeciwdesantową mogą podjąć dobrze przygotowane siły specjalistyczne, działające (reagujące) równie szybko jak przeciwnik i posiadające odpowiednie środki transportu oraz rażenia ogniowego jego elementów uderzeniowych.*

Jest oczywistym, że te podstawowe atrybuty obrony przeciwdesantowej muszą być przeniesione na grunt inżynieryjnych środków rażenia. **Zapory przeciwdesantowe jako część obrony przeciwdesantowej muszą w pełni odpowiadać jej wymogom.** Stąd w rozważaniach o możliwościach użycia inżynieryjnych środków rażenia w zwalczaniu desantów powietrznych przeciwnika trzeba koniecznie uwzględniać wymogi, jakim powinny odpowiadać przygotowywane zapory przeciwdesantowe i dopiero z tego punktu widzenia oceniać zasadność ich tworzenia.

Wśród zasadniczych wymogów zapór przeciwdesantowych wymienić należy: **skuteczność, żywotność, dużą wydajność, krótki czas reakcji, niewielką pracochłonność, bezpieczeństwo wojsk własnych, manewrowość i prostotę obsługi (zastosowania).**

Wymóg skuteczności rozumieć należy jako możliwość i niezawodność rażenia wszystkich elementów składowych desantów powietrznych przeciwnika (np.: śmigłowców, żołnierzy desantu, desantowanej techniki bojowej) przez zaporę przeciwdesantową. Wymóg ten jest szczególnie istotny obecnie, gdy nie dysponujemy jeszcze specjalnymi do tego celu środkami minowania. W stosunku do zapór nie minowych (np.: fortyfikacyjnych) wyraża się on możliwością powstrzymania sił desantu i uwikłania ich w zadania rozgrodzeniowe na okres niezbędny do skutecznego zastosowania innych środków rażenia.

Wymóg żywotności wyraża się niską podatnością zapór na wszelkie, możliwe do użycia przez desant środki rozminowania. Żywotność zapór przeciwdesantowych to swoista odporność ich na użycie bomb lotniczych (bomb paliwowo-powietrznych) i innych środków rozminowania. To także zdolność terminowego

odtworzenia naruszonej struktury zapór w wyniku niszczącej działalności rozgrodzeniowej przeciwnika.

Wymóg dużej wydajności wynika z charakteru działań desantowych przeciwnika oraz z rozległości bronionych pasów (rejonów).

Do priorytetowych należy wymóg krótkiego czasu reakcji zapór przeciwdesantowych. Powszechnie przyjmuje się, że działanie wojsk zwalczających desant przeciwnika winno nastąpić w czasie 20 minut od początku lądowania, natomiast wymagania czasowe względem zapór są jeszcze wyższe. Jest bowiem naturalnym, bo wynikającym z chronologii zdarzeń wyprzedzanie działań wojsk (przeznaczonych do walki z desantem) przez zapory. Najkorzystniej byłoby posiadać środki inżynieryjne natychmiastowej reakcji, stwarzające szansę nakrycia bądź blokowania desantu w momencie jego lądowania. Wymóg ten można spełnić częściowo poprzez użycie inżynieryjnych elementów minowania manewrowego. Można go niekiedy w pewnym sensie obejść, poprzez założenie zapór zawczasu.

Wymóg niewielkiej praco- i materiałochłonności jest efektem spodziewanego, dużego zakresu prac zaporowych przy jednoczesnym, w wielu sytuacjach niewielkim potencjale wykonawczym wojsk własnych.

Wymóg bezpieczeństwa wojsk własnych odnosi się do sił odwodów przeciwdesantowych (powietrznoszurmowych) oraz pododdziałów inżynieryjnych (bądź innych rodzajów wojsk, np.: wojsk rakietowych i artylerii czy lotnictwa) wykonujących zadania minersko-zaporowe. Praktycznym wyrazem spełnienia tego wymogu może być przyjęcie odpowiedniego czasu samolikwidacji min narzutowych lub wyznaczenie bezpiecznych, wolnych od min „korytarzy” zwalczania (likwidacji) sił desantu w ramach zawczasu przygotowywanej zapory przeciwdesantowej lub też (tym razem odnosi się to do sił minujących) używanie do pewnego stopnia bezpiecznych, bo zdalnych środków minujących.

Wymóg manewrowości dotyczy sił i środków zakładających zapory przeciwdesantowe. Jest on konsekwencją wielokrotnego zagrożenia desantami powietrznymi przeciwnika. Przygotowywane zapory winny mieć możliwość nadążania za kolejnymi, rzeczywistymi rejonami (punktami) wysadzania desantów.

W prostocie obsługi (zastosowania) wyraża się idea konstruowania środków nieskomplikowanych, lecz niezawodnych, tak w przypadku pojedynczych elementów zapory (np.: min) jak i urządzeń minujących (np.: wyrzutnia saperska). Typowym zaprzeczeniem niniejszego wymogu jest skomplikowany konstrukcyjnie oraz wymagający licznej i pracochłonnej obsługi, a także technicznie niezbyt nowoczesny rakietowy system minowania narzutowego na bazie wyrzutni BM-21.

W świetle powyższych wymogów wykorzystywanie zapór fortyfikacyjnych przeciwko desantom powietrznym nie znajduje głębszego uzasadnienia. Zapory fortyfikacyjne mogą być jedynie uzupełnieniem zapór minowych.

Tworzenie zapór odbywa się zgodnie z ogólnymi, historycznie ukształtowanymi zasadami budowy zapór inżynieryjnych. W świetle tych zasad i taktyczno-

operacyjnych uwarunkowań zwalczania desantów powietrznych zarysowują się następujące zasadnicze **wymogi tworzenia zapór przeciwdesantowych**:

- niezbędność uwzględniania właściwości terenu podczas planowania miejsc zakładania zapór;
- zgodność zapór przeciwdesantowych z zamiarem zwalczania desantów powietrznych przeciwnika i ściśle powiązanie ich z ogniem;
- zgodność tempa budowy zapór z szybkością zmian na polu walki;
- spójność właściwości bojowych środków zaporowych z cechami zasadniczych środków walki z desantami;
- konieczność stosowania „manewrowych” środków minowania.

W tym miejscu dochodzimy do zasadniczej konkluzji. **Zapewnienie zaporom przeciwdesantowym właściwej skuteczności bojowej nie jest możliwe bez przestrzegania zaprezentowanych wymogów (tak wymogów zapór, jak i wymogów procesu ich tworzenia). Z kolei ściśle ich przestrzeganie w olbrzymim stopniu zawęży obszar możliwego wykorzystania zapór minowych w walce z desantami powietrznymi, co wynika z braku odpowiednich dla tego zadania środków inżynierskich.**

Przejdźmy do krótkiej oceny dotychczasowych koncepcji budowy zapór przeciwdesantowych, wśród których wymienić wypada następujące: budowy kierowanych przeciwśmigłowcowych zapór minowych, wykorzystanie zdalnego minowania narzutowego i oddziałów zaporowych oraz minowania zawczasu.

Koncepcja budowy kierowanych przeciwśmigłowcowych zapór minowych zakłada wykorzystanie właściwości bojowych przeciwpiechotnych min odłamkowych kierunkowego działania typu MON-100 do niszczenia nisko lecących śmigłowców. Planuje się je zakładać na trasach dogodnych do skrytego podejścia śmigłowców przeciwnika na niskich pułapach. W ocenie niniejszego rozwiązania zauważa się szereg słabych stron, stawiających pod znakiem zapytania zasadność praktycznego stosowania.

Najistotniejsze słabe strony to:

- wątpliwa skuteczność rażenia śmigłowców odłamkami min przeciwpiechotnych;
- trudność trafnego określenia korytarzy przelotu desantu powietrznego, zważywszy szerokość prawdopodobnych pasów obrony i mnogość występujących w nich dogodnych kierunków skrytego dolotu;
- trudność ustalenia momentu odpalenia;
- zawodność, wynikająca z uzależnienia zadziałania od sprawności i gotowości osób obsługujących zaporę;
- prowizoryczność rozwiązania wyrażająca się brakiem etatowych środków do zakładania tych zapór.

W ocenie raketowego i śmigłowcowego systemu minowania narzutowego podkreśla się następujące, zasadnicze mankamenty:

- nie najnowsze rozwiązanie konstrukcyjne obydwu systemów tzw. II generacji (przystosowanie starych typów uzbrojenia, zastosowanie min tylko z jednym typem zapalnika);

- złożona obsługa, polegająca na ręcznym wykonywaniu wielu prostych czynności o dużej pracochłonności, uniemożliwiająca sprawną, a niezbędną w walce wymianę amunicji;

- konieczność wcześniejszej regulacji czasu samolikwidacji min (tj. przy załadunku), bez możliwości zmiany nastaw w toku walki;

- duży rozrzut min, szczególnie w systemie raketowym, nie sprzyjający ochronie zakładanych zapór i bezpieczeństwu wojsk własnych;

- ograniczone zasięgi minowania (śmigłowcowy system minowania znad własnego ugrupowania bojowego, raketowy system minowania w przedziale 7-14 km od stanowisk startowych);

- obniżone możliwości zaskakiwania przeciwnika zaporami narzutowymi;

- długi (ok. 2 min.) czas przejścia min w stan gotowości bojowej po opadnięciu ich na grunt;

- długi czas reakcji minowania, nie gwarantujący dowódcom natychmiastowego przeciwdziałania.

Ocenę koncepcji minowania zawczasu można ująć w dwóch zasadniczych wnioskach:

- jest próbą rozwiązania problemu przeciwdesantowych zapór minowych, uwzględniającą uwarunkowania operacyjno-taktyczne i bazującą na właściwościach bojowych aktualnie posiadanych środków minersko-zaporowych;

- wśród wad – podkreślenia wymagają wszystkie te elementy, które wynikają bezpośrednio z niskiego stanu jakościowego posiadanych min i konieczności „przystosowania” ich (wobec braku środków specjalistycznych) na potrzeby zwalczania wojsk desantu.

Z porównania zasygnalizowanych rozwiązań z wymogami obrony przeciwdesantowej wynikają następujące wnioski:

- spełnienie wymogu „żywołności” poszczególnych rozwiązań (osobno) jest wątpliwe. Najwięcej zastrzeżeń istnieje w stosunku do kierowanych przeciwśmigłowcowych zapór minowych. Są one szczególnie wrażliwe i mało odporne na ogień (a także impulsy elektromagnetyczne). Rozpatrywana żywołność prezentuje się korzystniej w przypadku łącznego zastosowania wszystkich sygnalizowanych rozwiązań;

- wymóg „krótkiego czasu reakcji na poczynania przeciwnika” może być spełniony w przypadku dwóch pierwszych koncepcji, lecz w sprzyjających dla obrońcy okolicznościach. W trzecim rozwiązaniu - minowania zawczasu - stosuje się formę „obejścia” tego wymogu, przyjmując za podstawę trafność przewidywania zadań i sposobów ich realizacji przez przeciwnika oraz wyprzedzające minowanie w stosunku do rzeczywistych poczynąń przeciwnika;

- tylko w pierwszym rozwiązaniu istnieje techniczna możliwość (potwierdzona częściowo) niszczenia śmigłowców;

- wymogowi „objęcia określonej przestrzeni” odpowiadają rozwiązania: drugie (dotyczy głównie użycia oddziałów zaporowych) i trzecie (pod warunkiem wykonania prac w pełnym zakresie).

Zasadniczymi mankamentami wszystkich zasygnalizowanych rozwiązań jest brak odpowiedniej skuteczności (w niszczeniu śmigłowców), zbyt długi czas reakcji i niewydolność manewrowa.

Mimo tych wielu krytycznych uwag w chwili obecnej niewiele da się poprawić w założeniach i strukturze zapór przeciwdesantowych. W dalszym ciągu **do głównych składników przeciwdesantowych zapór minowych należy zaliczyć:**

- zapory minowe o obniżonej gęstości (trzecie rozwiązanie) zakładane w prawdopodobnych rejonach lądowania desantów powietrznych - stanowiące trzon zapór przeciwdesantowych;

- narzutowe zapory minowe wykonywane przy użyciu rakietowych (głównie) i śmigłowcowych systemów minowania - jako uzupełnienie poprzednich (w wypadku ich rozgradzania) lub jako zasadnicze - jeśli desant ląduje poza granicami zapór założonych zawczasu;

- zapory minowe zakładane manewrowo przez oddziały zaporowe - dla blokowania desantu i podjęcia z nim walki przez odwody przeciwdesantowe;

- kierowane przeciwśmigłowcowe zapory minowe - dla ochrony i obrony ważnych obiektów (np.: stanowisk dowodzenia, przepraw przez przeszkody wodne), będących w sferze zainteresowania desantów powietrznych.

Pewnym uzupełnieniem tych zapór mogą być kierowane pojedyncze ładunki materiału wybuchowego zakładane na spodziewanych trasach przelotu śmigłowców. Kierowane ładunki materiału wybuchowego należy używać dla zamknięcia trudnodostępnych dla wojsk naziemnych odcinków terenu, które mogą być wykorzystane jako trasy przelotu desantów. Można je mocować na wierzchołkach drzew, ścianach budynków, zboczach gór, wąwozów itp. tworząc swego rodzaju pułapkę na śmigłowce lecące na niskich wysokościach. Odpalaniem ładunków powinni kierować przygotowani do tego celu żołnierze, wykorzystujący zestawy zdalnego (np.: drogą radiową) kierowania wybuchami.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że jest to koncepcja zapór odpowiadająca właściwościom zwalczania desantów powietrznych siłami (odwodami) naziemnymi, która tylko w niewielkim stopniu jest w stanie sprostać wymogom operacyjno-taktycznym walki powietrzno-lądowej, jaką mogą prowadzić z desantami siły powietrznoszturmowe. W tym drugim przypadku tj. zwalczania desantów powietrznych siłami powietrznoszturmowymi, spośród inżynierskich środków rażenia zastosowanie znajdują przede wszystkim rakietowe i śmigłowcowe urządzenia zdalnego minowania narzutowego.

Zasadniczego rozwoju przeciwdesantowych zapór minowych upatrywać należy w sferze technicznej. W pierwszej kolejności należy opracować i wdrożyć minę przeciwśmigłowcową, zdalnie sterowaną, wieloczułkową, którą będzie można używać jako podstawowy i zgodny z przeznaczeniem inżynierski środek rażenia do walki z desantami powietrznymi (szczególnie do rażenia śmigłowców).

Minę o podobnych właściwościach produkuje i szeroko reklamuje amerykańska firma „Ferranti Deinemix”.

W tym układzie na uwagę zasługują tzw. pociski formowane wybuchowo (EFP) i perspektywa wykorzystania ich między innymi do opracowania taniej i niezwykle skutecznej miny przeciwśmigłowcowej, o właściwościach przewyższających amerykańską. Możliwości taktyczno-techniczne wykorzystania pocisków EFP w zwalczaniu desantów powietrznych przedstawi nam zaproszony gość, kierownik Zakładu Nowych Technik Uzbrojenia Instytutu Optoelektroniki WAT, Pan płk dr inż. Maciej Mroczkowski.

Plk prof. dr hab. inż. Karol Jach

Plk dr inż. Maciej Mroczkowski

Mjr dr inż. Krzysztof Rutyna

Plk dr inż. Antoni Sarzyński

Plk dr inż. Robert Świerczyński

Instytut Optoelektroniki

Wojskowej Akademii Technicznej

Amunicja precyzyjna – nowe środki rażenia do zwalczania desantów powietrznych

1. Wstęp

Zakład Nowych Technik Uzbrojenia Instytutu Optoelektroniki WAT od kilku lat prowadzi badania teoretyczno-eksperymentalne zjawisk kumulacji klasycznej i wybuchowego formowania pocisków (EFP). Celem prac jest przygotowanie nowych podzespołów amunicji bojowej precyzyjnej realizowane poprzez komputerowe projektowanie nowych typów amunicji bojowej, następnie ich wykonawstwo i badania poligonowe. Zgodnie ze stanem naszej wiedzy konstrukcja i parametry nowych głowic bojowych otwierają nowe możliwości w zakresie tanich, bliskozaśięgowych środków przeciwpancernych i przeciwlotniczych, służących do zwalczania desantów powietrznych w czasie przelotu, lądowania i wyładowania oraz aktywnej obrony rejonów kluczowych - przed atakami dywersyjnych grup specjalnych, z użyciem również pojazdów opancerzonych i wsparciem śmigłowców szturmowych oraz nisko lecących samolotów i samosterujących się pocisków. Szczególnie interesująca wydaje się możliwość zwalczania w rejonach kluczowych ataku miniaturowych bezzałogowych środków powietrznych (UAV – Unmanned Aerial Vehicles).

Dostępne rozwiązania umożliwiają zintegrowanie obecnie projektowanych systemów ochrony i rozpoznania rozmieszczonych wokół specjalnie broniowanych obszarów (wraz ze znajdującymi się tam zgrupowaniami siły żywej, techniki bojowej i obiektów stałych) oraz włączenie tanich systemów obrony wykorzystujących nowe typy amunicji bojowej oparte na zjawisku wybuchowego formowania pocisku.

Potencjalne systemy obrony mają wysoki stopień gotowości do działania, bardzo krótki czas zwłoki od rozpoznania do odpalenia i wysoką prędkość początkową wybuchowo uformowanego pocisku (od ok. 2 do 2.5 km/s, czyli 6-8 Macha). Zasięg bezpośredniego działania rzędu od dziesięciu aż do tysiąca i więcej kalibrów pozwala pokryć najtrudniejszy obecnie do obrony obszar walki, rozciągający

się w przestrzeni poczynając od powierzchni terenu, aż do wysokości rzędu kilkuset metrów. Wymóg pasywnego nakierowania zintegrowanych systemów obrony na cele (z wykorzystaniem pętli sterujących uwzględniających elementy „sztucznej inteligencji” i obecność człowieka) jest możliwy do spełnienia.

Przedstawione możliwości rozszerzenia potencjału obronnego i przygotowania nowych systemów bojowych, wykorzystujących najnowocześniejsze rozwiązania i technologie, uzasadniają rozpatrzenie tego problemu, który powinien zaowocować przygotowaniem podstawowych modeli nowych typów amunicji.

Skojarzony z proponowanym zadaniem badawczym problem badawczy nt. „**Analizy zastosowania nowych typów amunicji bojowej precyzyjnej**” skierowany pod adresem teoretyków nauk operacyjno-taktycznych powinien dać podstawy założeń taktyczno-technicznych dla omawianych typów nowoczesnych systemów bojowych.

Wspomniane technologie jednocześnie są tanie, są u nas dostępne i są naszymi opracowaniami, a obszar potencjalnych zastosowań daje możliwość wykorzystania tego typu amunicji bojowej zarówno w wojskach operacyjnych jak i w OT.

2. Wprowadzenie

Materiały miotające i wybuchowe znalazły zastosowanie w gospodarce, przemyśle, a przede wszystkim w technice wojskowej.

Materiały wybuchowe (MW) używane są do wyburzania różnych konstrukcji, w przemyśle wydobywczym do kruszenia skał i urobku, do obrabiania różnych materiałów (cięcie wybuchowe, spawanie, platerowanie, wiercenie otworów, łączenie różnych metali, utwardzanie wybuchem), a nawet do przedłużania okresu eksploatacji pól naftowych.

Najszerzej jednak MW są stosowane w technice wojskowej. Najczęstsze zastosowanie to oczywiście źródło energii w bombach, pociskach artyleryjskich czy minach. Ponadto MW stosowane są w różnego rodzaju pracach saperskich, jak wysadzanie, wyburzanie, wykonywanie przepraw lub okopów itp. Ładunek MW stosowany w pracach saperskich ma zwykle kształt walca lub prostopadłościanu.

Detonacja MW powoduje bardzo szybką (w czasie rzędu dziesiątek mikrosekund) przemianę MW w gaz. Detonacja powoduje więc gwałtowny wzrost ciśnienia (do milionów atmosfer), w wyniku czego w otoczeniu ładunku propaguje się fala uderzeniowa. Fala uderzeniowa jest tym czynnikiem, który poprzez wysokie ciśnienie i związany z nim przyrost temperatury wywołuje skutki niszczące lub pracę użyteczną.

Zwykle ciśnienie w otoczeniu ładunku MW zanika wraz z odległością według prawa R^{-2} , co oznacza, że jeśli chcemy zniszczyć obiekt położony 10 razy dalej, to musimy użyć 100 razy więcej MW. Działanie ładunku MW jest zwykle izotropowe, to znaczy fala uderzeniowa ma kształt sfery, której środek pokrywa się z poło-

zeniem ładunku. Twierdzenie takie jest słuszne, gdy rozważamy odległości duże w porównaniu z wymiarami samego ładunku. Jednak na odległościach zbliżonych do wymiarów ładunku działanie fali uderzeniowej lub ogólniej fali ciśnienia, może być ukierunkowane. Na przykład w pobliżu prostopadłościennego ładunku MW możemy mieć niekiedy do czynienia z falą płaską.

Efekt kierunkowy ciśnienia produktów detonacji możemy zwiększyć jeśli w jednorodnym ładunku MW wykonamy odpowiednią wnękę, na przykład w formie stożka lub półsfery. Ładunki takie w dalszym ciągu będziemy nazywać ładunkami wnękowymi. Wnęka powoduje skupianie energii produktów detonacji na małej powierzchni, dzięki czemu wzrasta lokalne ciśnienie i temperatura.

Efekt ukierunkowanego działania wnęk w ładunkach MW w końcu XVIII wieku zauważył inżynier górniczy Franz von Baader (por. [1] str.11). Odkrył on, że wzory wytłoczone na ładunku MW po detonacji mogą odbijać się na płytach metalowych. Było to zatem grawerowanie wybuchowe. Rzeczywistym odkrywcą ukierunkowanego działania wnęk w MW był von Förster, który przy końcu XIX wieku także badał grawerowanie wybuchowe.

Efekt wnękowy był powtórnie odkryty w USA przez C. E. Munroe, który detonował na płytach stalowych bloki MW z inicjałami U.S.N. Po detonacji inicjały te odbijały się na płytach. Munroe badał też przebijanie płyt stalowych przez ładunki MW. Odkrył on, że wykonanie wnęki w ładunku, po stronie przylegającej do płyty stalowej, powoduje pogłębienie krateru. Zatem można wytworzyć głębszy krater używając mniejszej ilości materiału wybuchowego.

Munroe wykorzystał swoje odkrycia do skonstruowania pierwszego ładunku kumulacyjnego. Wnętrze metalowej puszkii pokrył materiałem wybuchowym. MW był umieszczony na denku i ściankach bocznych puszkii. Powstał więc ładunek wnękowy. Tak przygotowany ładunek został użyty do wybuchowego przewiercenia otworu w metalowej szafie [1]. Podobne badania prowadzono w Niemczech (M. Neumann i E. Neumann w roku 1911), w ZSRR (Sucharzewski w latach trzydziestych [1, 2]) oraz w Anglii, Włoszech i Japonii.

Historia badań ładunków wnękowych nieco szerzej została opisana w rozdziale 2 cytowanej już pracy Waltersa i Zukasa [1].

II Wojna Światowa dała potężny impuls do rozwoju ładunków wnękowych oraz ich zastosowań. Związane to było głównie z burzliwym rozwojem broni pancerniej i koniecznością opracowania skutecznego środka do ich niszczenia. Ładunki kumulacyjne idealnie nadawały się do tego celu.

Podsumujemy teraz podstawowe właściwości ładunków wnękowych ustalone w okresie międzywojennym lub w czasie II Wojny Światowej. Odkryto, że głębokość krateru znacznie wzrasta jeżeli powierzchnia wnęki zostanie pokryta tzw. wkładką, czyli warstwą metalu, szkła, ceramiki lub innego ciała stałego o odpowiednio dobranej grubości. Ponadto głębokość krateru wzrasta jeszcze bardziej gdy ładunek z wkładką zostanie zdetonowany nie bezpośrednio na powierzchni prze-

bijanego ciała, lecz w pewnej optymalnej odległości od niego. Odkryto, że znacznie lepsze wyniki uzyskuje się, gdy wnęka ma formę stożka o małym kącie rozwarcia (40° - 60°).

Czynnikiem decydującym o głębokości kraterów drażonych przez ładunki hemisferyczne i stożkowe jest tzw. strumień kumulacyjny. Mechanizm jego powstawania jest następujący. Ciśnienie produktów detonacji napędza materiał wkładki w kierunku osi symetrii ładunku. Napędzone warstwy wkładki zderzają się ze sobą tworząc tzw. zbitkę, w którym temperatura i ciśnienie znacznie wzrastają. Wskutek wysokiego ciśnienia ze zbitki generowany jest strumień kumulacyjny. Jest to wydłużona i silnie nagrzana struga materiału wkładki, z reguły pozostająca ciałem stałym. Czoło strumienia osiąga największą prędkość dochodzącą do 6-9 km/s. Rozkład prędkości wzdłuż strumienia jest liniowy. Gradient tej prędkości powoduje rozciąganie strumienia, który w pewnym momencie pęka na oddzielne ziarna. W skład strumienia wchodzi zwykle 20-30 % masy wkładki.

Badając właściwości ładunków z wnęką stożkową odkryto, że ze wzrostem kąta rozwarcia stożka maleje prędkość czoła strumienia kumulacyjnego. Wreszcie przy dużych kątach rozwarcia (powyżej 140° – jednak ścisła granica nie istnieje, por. [1] str. 336), zamiast strumienia kumulacyjnego powstaje kilka wysokoenergetycznych odłamków. Przy odpowiednio dobranych parametrach prawie cały materiał wkładki tworzy jednolite ciało o dużej prędkości (2-3 km/s) – jest to tzw. wybuchowo formowany pocisk (będziemy jednak używać powszechnie przyjętego skrótu EFP pochodzącego od angielskiej nazwy Explosively Formed Projectile).

W literaturze angielskojęzycznej ładunki z wnęką noszą nazwę „shaped charges” (co można tłumaczyć jako ładunki profilowane) lub „hollow charges” (ładunki wnękowe). W literaturze niemieckojęzycznej używa się terminu „Hohlladung” (ładunek wnękowy). W krajach byłego obozu socjalistycznego używana jest nazwa „ładunki kumulacyjne”, która jednak odnosi się wyłącznie do ładunków z wkładką stożkową o małym kącie rozwarcia.

Proponujemy więc wprowadzenie terminu „ładunki wnękowe” na oznaczenie wszystkich rodzajów ładunków z wnęką, w których wykorzystuje się ukierunkowane działanie produktów detonacji materiałów wybuchowych.

Efekt kumulacyjny stał się podstawą do opracowania wielu odmian broni przeciwpancernej. W Niemczech opracowano ręczną broń przeciwpancerną o nazwie „Panzerfaust”, zaś w USA „bazooka”. Bazooka była używana w Afryce przez wojska brytyjskie już w roku 1941. W tym okresie znano już działanie „soczewki detonacyjnej” i kształtowano front fali detonacyjnej. Wykonywano wkładki o różnych kształtach: stożki, stożki dzwonowe, hemisfery pełne oraz z wyciętym obszarem przyosiowym (por. [1], rozdział 2). W Niemczech opracowano ogromne konstrukcje przeznaczone do niszczenia okrętów i schronów. Największym przedstawicielem z tej grupy była konstrukcja o nazwie Beethoven. W jej skład wchodziła wkładka hemisferyczna o średnicy 1800 mm, a ładunek MW ważył

5 ton! Ładunek ten podczas operacji w Normandii zniszczył dwa okręty bojowe oraz cztery transportowe. Zatem już w czasie II Wojny Światowej wiele wiedziano o fizyce zjawisk towarzyszących detonacji ładunków wnekowych. Projektowano wyrafinowane konstrukcje świadczące o dużej znajomości tych zagadnień. Pomimo to badania w tej dziedzinie prowadzone są do dziś. Kumulacyjna broń przeciwpancerna opracowana w czasie wojny przebijała pancerze o grubości 2-3 kalibry ładunku. W latach sześćdziesiątych opracowano ładunki precyzyjne, które mogły przebijać pancerze ze stali RHA o grubości 5-6 kalibrów ładunku. Wzrost przebicia osiągnięto dzięki poprawie technologii. Pozwoliło to zwiększyć dokładność wytwarzania elementów i montażu broni. W latach siedemdziesiątych opracowano ładunki o jeszcze większej zdolności przebijania. Obecnie najlepsze ładunki przebijają pancerze o grubości dochodzącej do 9 kalibrów [3]. W tym przypadku czynnikiem pozwalającym poprawić skuteczność broni były zaawansowane metody modelowania komputerowego. Metody te pozwoliły głęboko wnikać w przebieg zjawisk zachodzących podczas detonacji ładunku i napędzania wkładki, dzięki czemu można było zoptymalizować kształt wkładki oraz konstrukcję całej głowicy bojowej.

Modelowanie komputerowe jest zwykle znacznie tańsze niż odpowiednie eksperymenty. Modelowanie pozwala szczegółowo śledzić przebieg zachodzących zjawisk, podczas gdy ich badanie eksperymentalne jest zwykle drogie, trudne i często niebezpieczne. Jest ono często jedynym sposobem śledzenia przebiegu zachodzących zjawisk. Pozwala zrozumieć złożoną naturę problemu i ograniczyć ilość nieudanych eksperymentów. Dzięki temu można zaoszczędzić czas i pieniądze.

Podczas wybuchu ciśnienie produktów detonacji napędza obrabiane materiały i generuje w nich fale uderzeniowe. W ciągu 20-100 mikrosekund materiały te zostają poddane działaniu wielu fal uderzeniowych i fal odciążenia. Przebieg tych zjawisk opisuje się za pomocą równań mechaniki ośrodków ciągłych uzupełnionych o równania stanu i związki konstytutywne. Powstający układ równań jest tak złożony, że daje się rozwiązywać tylko metodami numerycznymi.

W WAT do numerycznego rozwiązywania wyżej wymienionych równań wykorzystywana jest tzw. metoda punktów swobodnych - od podstaw opracowana w Polsce. Kod został opracowany w końcu lat osiemdziesiątych. Za jego pomocą zaprojektowano i zmodernizowano kilka typów głowic kumulacyjnych oraz min przeciwczołgowych. Przebadano skuteczność pancerzy stalowych, ceramicznych, kompozytowych oraz reaktywnych. Komputerowe wspomaganie projektowania głowic bojowych pozwoliło znacznie skrócić czas powstawania nowych konstrukcji i obniżyć koszty ich opracowywania. Wyniki obliczeń numerycznych wykonywanych w IOE WAT są obarczone błędami od kilku do kilkunastu procent w porównaniu z wynikami eksperymentalnymi oraz danymi literaturowymi. Metody opracowane w IOE WAT pozwalają modelować takie procesy jak: wybuchowe

formowanie pocisków, optymalizacja klasycznych ładunków kumulacyjnych, zderzenia ciał z prędkościami naddźwiękowymi itp.

W niniejszym opracowaniu porównano zasady działania głowic bojowych o działaniu kierunkowym: pocisków kumulacyjnych, hemisferycznych oraz głowic do wybuchowego formowania pocisku oraz przedstawiono wyniki modelowania procesu wybuchowego formowania pocisku.

Opisywane głowice węgłowe znalazły zastosowanie przede wszystkim do atakowania pojazdów opancerzonych. Optymalizacja tych głowic w nieunikniony sposób łączy się z konstrukcją atakowanych pancerzy. Zaprojektowanie skutecznej głowicy do przebijania pancerza wymaga dużej wiedzy o konstrukcji i własnościach tego pancerza.

W rozdziale 3 niniejszego opracowania opisano model matematyczny opisujący fizykę zjawisk zachodzących podczas detonacji materiału wybuchowego, napędzania wkładek oraz formowania strumieni kumulacyjnych lub wybuchowego formowania pocisków. W rozdziale 4 przedstawiono skrótowy opis stosowanej metody numerycznej i pokrótce omówiono jej dokładność. Rozdziały 3 i 4 przeznaczone są dla specjalistów z dziedziny fizyki komputerowej i przez innych Czytelników mogą być opuszczone bez szkody dla zrozumienia treści opisywanych w pozostałych rozdziałach.

W rozdziale 5 opisano budowę głowic bojowych o działaniu kierunkowym oraz podano charakteryzujące je parametry. W rozdziale 6 opisano przebieg wybuchowego formowania pocisku. Opis ten zilustrowano wynikami modelowania tych zjawisk za pomocą kodów opracowanych przez autorów niniejszego opracowania. W rozdziale 7 zaprezentowano przegląd zastosowań głowic EFP opracowany na podstawie publikacji wydawnictwa Jane's. Opracowanie kończy rozdział 8 zawierający opis możliwości IOE WAT w zakresie komputerowego wspomagania projektowania nowoczesnych głowic bojowych EFP oraz propozycje wyposażenia Wojska Polskiego w pewne rodzaje broni przeciwpancernej i przeciw nisko latającym celom powietrznym – w szczególności przeciw śmigłowcom.

3. Teoretyczny opis przebiegu detonacji i wybuchowego formowania pocisku

Podstawowym modelem opisującym zachowanie się metali w warunkach silnych obciążeń dynamicznych jest model ciała sprężysto/lepkoplastycznego. Układ równań wyrażający prawa zachowania i związki konstytutywne ma następującą postać (symetria cylindryczna) [4-13]:

$$\frac{dp}{dt} + p \cdot \operatorname{div} \vec{w} = 0 \quad (3.1)$$

$$\rho \frac{du}{dt} = -\frac{\partial p}{\partial r} + \frac{\partial S_{rr}}{\partial r} + \frac{\partial S_{rz}}{\partial z} + \frac{S_{rz} - S_{\varphi\varphi}}{r} \quad (3.2)$$

$$\rho \frac{dv}{dt} = -\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial S_{rz}}{\partial r} + \frac{\partial S_{zz}}{\partial z} + \frac{S_{rz}}{r} \quad (3.3)$$

$$\rho \frac{dE}{dt} = -p \cdot \text{div } \vec{w} + S_{rr} \frac{\partial u}{\partial r} + S_{\varphi\varphi} \frac{u}{r} + S_{zz} \frac{\partial v}{\partial z} + S_{rz} \cdot \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial r} \right) \quad (3.4)$$

$$\frac{dS_{rr}}{dt} = 2\mu \cdot \left(\frac{\partial u}{\partial r} - \frac{1}{3} \text{div } \vec{w} \right) + \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial v}{\partial r} \right) \cdot S_{rz} - \frac{\mu}{\eta} \Phi S_{rr} \quad (3.5)$$

$$\frac{dS_{\varphi\varphi}}{dt} = 2\mu \cdot \left(\frac{u}{r} - \frac{1}{3} \text{div } \vec{w} \right) - \frac{\mu}{\eta} \Phi S_{\varphi\varphi} \quad (3.6)$$

$$\frac{dS_{zz}}{dt} = 2\mu \cdot \left(\frac{\partial v}{\partial z} - \frac{1}{3} \text{div } \vec{w} \right) + \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial v}{\partial r} \right) \cdot S_{rz} - \frac{\mu}{\eta} \Phi S_{zz} \quad (3.7)$$

$$\frac{dS_{rz}}{dt} = \mu \cdot \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial r} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial v}{\partial r} \right) \cdot (S_{rr} - S_{zz}) - \frac{\mu}{\eta} \Phi S_{rz} \quad (3.8)$$

gdzie:

$$\Phi = 1 - \left(\frac{2}{3} \right)^{1/2} Y \frac{1}{(S_{ij} S_{ij})^{1/2}}; \quad \Phi \geq 0 \quad (3.9)$$

$$S_{ij} S_{ij} = S_{rr}^2 + S_{zz}^2 + S_{\varphi\varphi}^2 + 2S_{rz}^2 \quad (3.10)$$

Oznaczenia:

r, z - współrzędne przestrzenne w symetrii cylindrycznej,

ρ - gęstość,

p - ciśnienie,

u, v - składowe prędkości masowej, odpowiednio wzdłuż osi r i z ,

E - energia wewnętrzna na jednostkę masy,

S_{ij} - składowe dewiatora tensora naprężeń,

Y - dynamiczna granica plastycznego płynięcia,

μ - moduł ścinania,

η - współczynnik lepkości.

Pochodna substancjalna d/dt oraz wyrażenie $\text{div } \vec{w}$ są zdefiniowane następująco:

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial r} + v \frac{\partial}{\partial z} \quad (3.11)$$

$$\text{div } \vec{w} = \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{u}{r} \quad (3.12)$$

Z wielu możliwych do znalezienia w literaturze postaci równań stanu dla metali wykorzystywano głównie poniższą postać [4]:

$$p = k_1 x + k_2 x^2 + k_3 x^3 + \gamma_0 \rho_0 E \quad (3.13)$$

$$x = 1 - \frac{\rho_0}{\rho_s}, \quad k_2 = 0 \quad \text{dla } x < 0 \quad (3.14)$$

gdzie:

ρ_s - gęstość fazy ciała stałej.

Model ten pozwala również wyznaczyć temperaturę metalu ze związku:

$$T = 300 \frac{E - E_0}{E_{00}} \quad (3.15)$$

$$E_0 = E_{00} + E_{01}x + E_{02}x^2 + E_{03}x^3 + E_{04}x^4 \quad (3.16)$$

Model ten jest wygodny w użyciu, ponieważ zachowuje swą ważność w szerokim zakresie ciśnień i temperatur, zaś w literaturze naukowej podawane są dokładne wartości stałych współczynników: k_1 , k_2 , k_3 , E_{00} , E_{01} , E_{02} , E_{03} , E_{04} dla metali najczęściej stosowanych w dziedzinie wybuchowego formowania pocisków.

Często stosowanym opisem własności wytrzymałościowych jest opis przedstawiony przez Steinberga-Guinana [4, 11-15]:

$$Y = Y_0 \cdot (1 + \beta \epsilon^p)^n \left[1 + bp \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho_s} \right)^{1/3} - h \cdot (T - 300) \right] \quad (3.17)$$

$$Y_0 \cdot (1 + \beta \epsilon^p)^n \leq Y_{\max} \quad (3.18)$$

$$Y = 0 \quad \text{dla } T > T_m \quad (3.19)$$

$$\mu = \mu_0 \cdot \left[1 + bp \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho_s} \right)^{1/3} - h \cdot (T - 300) \right] \quad (3.20)$$

$$T_m = T_{mo} \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho_s} \right)^{2/3} \exp \left[2\gamma_0 \cdot \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_s} \right) \right] \quad (3.21)$$

$$\varepsilon^p = \frac{\sqrt{2}}{3} \left[(\varepsilon_{rr}^p - \varepsilon_{zz}^p)^2 + (\varepsilon_{rr}^p - \varepsilon_{\varphi\varphi}^p)^2 + (\varepsilon_{zz}^p - \varepsilon_{\varphi\varphi}^p)^2 + \frac{3}{2} (\varepsilon_{rz}^p)^2 \right]^{1/2} \quad (3.22)$$

$$\frac{d\varepsilon_{ik}^p}{dt} = \frac{\Phi}{2\eta} S_{ik} \quad (3.23)$$

Zaletą modelu Steinberga jest to, iż jest on szeroko stosowany, dzięki czemu w literaturze naukowej są często podawane wartości stałych w nim występujących, charakteryzujących różne materiały:

$$Y_0, \beta, n, b, h, Y_{max}, \mu_0, T_{mo} \quad (3.24)$$

Natomiast nie znaleziono w literaturze (z wyjątkiem jednej pozycji) wyrażenia dla współczynnika lepkości dla stali, aluminium lub wolframu. Mimo że wiadomo, iż η jest silną funkcją temperatury, w wielu pracach przyjmuje się go jako stałą, której wartość u różnych autorów waha się w granicach 3 rzędów wielkości. W obliczeniach dla miedzi przyjmowano współczynnik lepkości tak, jak ustalono to we wcześniejszych badaniach, w następującej postaci [16]:

$$\eta = \eta_0 F(T) \cdot \left[1 + bp \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho_s} \right)^{\frac{1}{3}} - h \cdot (T - 300) \right] \quad (3.25)$$

$$F(T) = \exp \left(\frac{4380}{T} \right) \quad (3.26)$$

$$\eta_0 = 5 \cdot 10^{-2} [P] \quad (3.27)$$

Natomiast dla innych metali nie uwzględniono lepkości. Dla ścisłości należy dodać, że wpływ lepkości na globalne rozwiązania jest niewielki.

W ostatnich latach pojawiła się w literaturze inna próba rozwiązania tego problemu. Przyjmuje się mianowicie do obliczeń model ciała sprężysto/plastycznego typu Prandtla-Reussa (nie uwzględniający lepkości). Przejście z modelu ciała sprężysto/lepko-plastycznego na model Prandtla-Reussa jest bardzo proste i sprowadza się do położenia $\Phi=0$ i wprowadzeniu warunku plastycznego płynięcia von Misesa w postaci:

$$S_{rr}^2 + S_{\varphi\varphi}^2 + S_{zz}^2 + 2S_{rz}^2 \leq \frac{2}{3} Y^2 \quad (3.28)$$

Efekty lepkie (związane z dynamiczną zmianą warunków plastycznego płynięcia) uwzględnia się natomiast przez wprowadzenie zależności granicy plastyczno-

ści Y od szybkości deformacji plastycznej $\dot{\epsilon}^p$. Wówczas najczęściej wykorzystywanym modelem jest model Johnsona-Cooka. Równanie konstytutywne Johnsona-Cooka przedstawia empiryczne zależności ekwiwalentnego naprężenia plastycznego płynięcia dla warunków plastyczności Hubera-Misesa-Hencky'ego [4].

$$Y = (A + B (\epsilon^p)^n) (1 + C \ln \dot{\epsilon}^p) (1 - \theta^r); 0 \leq \theta \leq 1.0 \quad (3.29)$$

gdzie:

ϵ^p - ekwiwalentne odkształcenie plastyczne,

$\dot{\epsilon}^{p*} = \dot{\epsilon}^p / \dot{\epsilon}_0$ - bezwymiarowa prędkość odkształceń plastycznych dla $\dot{\epsilon}_0 = 1.0s^{-1}$

$\theta = (T - T_0) / (T_m - T_0)$ - zmodyfikowana temperatura homologiczna,

T_0, T_m - temperatura odniesienia (pokojowa) i temperaturą topnienia, odpowiednio,

B, A, n, C, r - stałe materiałowe.

Wyrażenie w pierwszym nawiasie w równaniu (3.29) przedstawia naprężenie jako funkcję odkształcenia dla $\dot{\epsilon}^{p*} = 1$ i $\theta = 0$. Wyrażenia w drugim i trzecim nawiasie wyrażają wpływ prędkości odkształcenia i temperatury. W temperaturze topnienia ($\theta = 1$) naprężenie jest równe zero dla wszystkich odkształceń i prędkości odkształceń.

$$(A + B\epsilon^p)^n \leq Y_{\max} \quad (3.30)$$

$$Y = 0 \quad \text{dla} \quad T > T_m \quad (3.31)$$

Układ równań opisujący dynamikę wzrostu objętości szczelin przyjmowano tak jak w zmodyfikowanym modelu Fortowa, gdyż mimo pojawienia się w literaturze kilku nowych modeli, informacje podane przez Fortowa zawierają najwięcej danych empirycznych dla interesujących nas metali [6,8]:

$$\frac{dV_c}{dt} = -k \cdot \text{sign}(p) \cdot \left[|p| - \sigma_0 \frac{V_{cl}}{V_c + V_{cl}} \right] \cdot (V_c + V_{c0}) \text{ dla } |p| \geq \sigma_0 \frac{V_{cl}}{V_c + V_{cl}} \quad (3.32)$$

$$\frac{dV_c}{dt} = 0 \quad \text{dla } |p| < \sigma_0 \frac{V_{cl}}{V_c + V_{cl}} \quad (3.33)$$

$$\frac{1}{\rho} = V_c + \frac{1}{\rho_s} \quad (3.34)$$

gdzie:

V_c - objętość szczelin w jednostce masy,

ρ - gęstość średnia,

ρ_s - gęstość fazy ciała stałego,

$k, \sigma_0, V_{c0}, V_{c1}$ - stałe współczynniki.

Ograniczenie własności wytrzymałościowych przez powstające szczeliny modelowano mnożąc Y, μ i η przez odpowiednią funkcję $G(V_c)$:

$$Y^T = Y \cdot G(V_c); \quad \mu^T = \mu \cdot G(V_c); \quad \eta^T = \eta \cdot G(V_c) \quad (3.35)$$

Dla miedzi funkcję $G(V_c)$ przyjmowano wynikłą z własnych badań w postaci [1]:

$$G(V_c) = \exp(-7\rho\rho_c) \quad (3.36)$$

Dla stali przyjmowano za Fortowem:

$$G(V_c) = \frac{V_{c1}}{V_c + V_{c1}} \quad (3.37)$$

Dla opisu procesów detonacji materiałów wybuchowych stosowano klasyczne równania hydrodynamiki:

$$\frac{dp}{dt} + \rho \cdot \operatorname{div} \vec{w} = 0 \quad (3.38)$$

$$\rho \frac{du}{dt} = -\frac{\partial p}{\partial r} \quad (3.39)$$

$$\rho \frac{dv}{dt} = -\frac{\partial p}{\partial z} \quad (3.40)$$

$$\rho \frac{dE}{dt} = -p \cdot \operatorname{div} \vec{w} \quad (3.41)$$

Powyższy układ równań był stosowany we wszystkich tych przypadkach gdy korzystano z przybliżenia tzw. „optyki detonacyjnej”, tzn. gdy zakładano znajomość kształtu frontu fali detonacyjnej oraz parametrów na jej froncie (parametry Chapmana-Jougueta) [16].

4. Uproszczony opis metody numerycznej i jej dokładność

4.1. Uproszczony opis metody

Równania problemu przedstawione w rozdziale 3 mogą być rozwiązywane jedynie metodami numerycznymi. Równania te rozwiązywano opracowaną przez jednego z autorów metodą „punktów swobodnych” [14-17].

Idea metody symulacji komputerowej jest następująca: Badany obiekt pokrywa się siecią punktów materialnych przemieszczających się wraz z deformującym się ośrodkiem. Punkty te wybiera się w chwili początkowej tak, aby dostatecznie gęsto pokrywały badany obiekt zgodnie z jego geometrią. W trakcie rozwiązywania problemu śledzi się ich ruch i wylicza w nich wartości parametrów termodynamicznych. Ruch i parametry ośrodka w każdym punkcie określa się z równań problemu w oparciu o parametry najbliższych punktów sąsiednich. Punkty sąsiednie tworzą zatem lokalną, zmieniającą się w czasie i przestrzeni nieregularną sieć numeryczną. Sieć punktów sąsiednich umożliwia obliczanie pochodnych przestrzennych przy pomocy odpowiednich interpolacji.

Wybór punktów sąsiednich powinien być dokonany według następujących zasad:

- punkty sąsiednie winny należeć do najbliższego sąsiedztwa rozważanego punktu,

- kątowny rozkład punktów sąsiednich powinien być możliwie jednakowy,

- ilość punktów sąsiednich powinna wynosić osiem.

Ideę algorytmu obliczeniowego można najlepiej wyjaśnić na przykładzie konkretnego równania. Niech będzie to uproszczona postać jednego z równań zachowania pędu:

$$\frac{du}{dt} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} \quad (4.1)$$

Jeśli $u_{L,K}^n$ oznacza prędkość w punkcie identyfikowanym przez parę liczb (L,K) w chwili czasu t^n , zaś $u_{L,K}^{n+1}$ jest prędkością tego punktu w kolejnej chwili t^{n+1} , to wartość $u_{L,K}^{n+1}$ można wyznaczyć z zależności:

$$u_{L,K}^{n+1} = u_{L,K}^n - \frac{\Delta t}{\rho_{L,K}^n} \left[\frac{\partial p}{\partial r} \right]_{L,K}^n, \quad \Delta t = t^{n+1} - t^n \quad (4.2)$$

gdzie:

$\rho_{L,K}^n$ - gęstość w punkcie (L,K) w chwili czasu t^n ;

$\left[\frac{\partial p}{\partial r} \right]_{L,K}^n$ - gradient ciśnienia w punkcie (L,K) w chwili t^n .

Przy zapisie (4.2) metoda punktów swobodnych ma wiele cech wspólnych z metodą różnic skończonych. Podstawowa różnica między nimi polega na sposobie zadawania położeń węzłów sieci numerycznej oraz obliczania pochodnych przestrzennych. W metodzie różnic skończonych dąży się do tego by odległości między węzłami były stałe, natomiast w metodzie punktów swobodnych odległości między węzłami mogą się zmieniać podczas obliczeń. W metodzie różnic skończonych pochodną przestrzenną oblicza się z wzoru przybliżonego:

$$\frac{\partial p}{\partial r} \cong \frac{p_{L,K+1} - p_{L,K}}{r_{K+1} - r_K} \quad (4.3)$$

W metodzie punktów swobodnych pochodną przestrzenną oblicza się korzystając z metody najmniejszych kwadratów dla liniowej aproksymacji ciśnienia.

Oznaczmy przez (r_i, z_i) współrzędne punktów sąsiednich w chwili czasu t^n oraz przez p_i ciśnienie w tych punktach. Aby „waga” wszystkich punktów była jednakowa, aproksymujemy ich położenia i ciśnienie liniowo do punktu (L, K) na odcinku R_s . W ten sposób wszystkie punkty sąsiednie po aproksymacji leżą na okręgu o promieniu R_s wokół punktu (L, K) . Po aproksymacji położenie tych punktów oznaczamy (r'_i, z'_i) a ciśnienie p'_i .

Założmy, że ciśnienie w otoczeniu rozważanego punktu (L, K) jest opisane liniową funkcją:

$$p(r, z) = p_0 + a(r - r_0) + b(z - z_0) \quad (4.4)$$

gdzie: r_0, z_0, p_0 oznaczają współrzędne i ciśnienie w punkcie (L, K) .

Współczynniki a i b można wyznaczyć przy pomocy metody najmniejszych kwadratów:

$$\xi(a, b) = \sum_{i=1}^N [p'_i - p(r'_i, z'_i)]^2 \quad (4.5)$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial \xi}{\partial b} = 0 \quad (4.6)$$

Powyższe formuły pozwalają wyznaczyć a oraz b . Współczynniki te są jednocześnie odpowiednimi gradientami:

$$a = \left[\frac{\partial p}{\partial r} \right]_{L,K}^n, \quad b = \left[\frac{\partial p}{\partial z} \right]_{L,K}^n \quad (4.7)$$

Wszystkie pochodne przestrzenne występujące w równaniach przedstawionych w poprzednim rozdziale wyznacza się w analogiczny sposób. W ten sposób możemy znaleźć wartości wszystkich zmiennych zależnych w kolejnej chwili czasu t^{n+1} . Powtarzając tę procedurę dla kolejnych kroków czasowych otrzymujemy rozwiązanie problemu w dyskretnej postaci, jeśli chodzi o czas i przestrzeń.

Powyższa procedura numeryczna, jakkolwiek prosta ideologicznie, w praktycznej realizacji jest bardzo skomplikowana. Nie wdając się w szczegóły konstrukcji kodu numerycznego (zespół wzajemnie powiązanych programów) można wymienić najistotniejsze cząstkowe zadania, które muszą być wykonywane przez poszczególne podprogramy:

- obliczanie nowych wartości wszystkich zmiennych zależnych po czasie Δt ,
- przechowywanie bieżących informacji o stanie wszystkich punktów uwzględnianych w obliczeniach,

- przechowywanie bieżących informacji o komplecie punktów sąsiednich, dla wszystkich rozważanych punktów,
- usuwanie punktów powodujących niefizyczne fluktuacje i niestabilność schematu numerycznego,
- regulacja gęstości przestrzennej punktów uwzględnianych w obliczeniach oraz kroku czasowego,
- usuwanie punktów, które znalazły się w obszarze niestabilności kątowych lub zbliżeniowych,
- modelowanie warunków brzegowych, włączając w to również warunki na osi symetrii,
- modelowanie procesów związanych z generacją i propagacją fal uderzeniowych.

4.2. Dokładność metody punktów swobodnych

Szczególny przypadek ładunku hemisferycznego bez obudowy jest wykorzystywany przez wielu autorów do testowania metod eksperymentalnych i numerycznych. Ładunek bez obudowy nie ma wartości praktycznej, wyniki go dotyczące najczęściej nie są utajniane i z tego powodu w literaturze można znaleźć kompletne dane geometryczne i materiałowe. Przedstawimy najpierw przykładowe wyniki, które ilustrują przebieg procesu formowania strumienia kumulacyjnego w takim właśnie ładunku. Porównanie tych wyników z wynikami innych kodów komputerowych [37, 39] oraz z wynikami eksperymentalnymi [37] pozwoli ocenić dokładność stosowanej przez nas metody punktów swobodnych.

W głowicy hemisferycznej wkładka ma kształt półsfery. W najprostszym przypadku jest to hemisfera o stałej grubości. Jednak w bardziej zaawansowanych projektach stosowana jest wkładka o zmiennej grubości lub wkładka z wyciętym obszarem przysiosowym [38]. Zabiegi te mają na celu zwiększenie prędkości strumienia lub ogólniej zwiększenie efektywności całej ładunku.

Parametry geometryczne i materiałowe przyjęto tak jak w pracy [37]:

- materiał wybuchowy (octol 75/25) o gęstości $\rho_0 = 1,821 \text{ g/cm}^3$ i wymiarach: $S_L = 6,985 \text{ cm}$, $H_L = 9,0 \text{ cm}$,

- wkładka miedziana o wymiarach: $S_w = 6,35 \text{ cm}$, grubość wkładki $G_w = 0,206 \text{ cm}$.

Wyniki analizy numerycznej zaprezentowano na rysunku 1 (chwila $t=0$ odpowiada momentowi inicjacji detonacji). Na rysunku tym przedstawiono porównanie wyników uzyskanych metodą punktów swobodnych (u góry) z wynikami metody Lagrange'a-PIC [37]. Uwzględniając złożoność opisywanych zjawisk, zgodność wyników pokazanych na rysunku 1, należy uznać za bardzo dobrą. Warto podkreślić, że we wspomnianej pracy [37] analizę numeryczną problemu rozbito na dwa etapy. Do chwili $t = 15 \mu\text{s}$ obliczenia wykonano za pomocą kodu numerycznego Lagrange'a, a następne fazy zjawiska modelowano we współrzędnych Eulera za

pomocą zmodyfikowanej metody PIC. Pokazuje to skalę problemów z jakimi spotykamy się podczas teoretycznej analizy generacji strumienia kumulacyjnego.

Prędkość czoła strumienia kumulacyjnego, zmierzona w eksperymencie, wynosiła 4,2 km/s, w pracy [37] wyliczono 4,3 km/s, a w prezentowanych analizach otrzymano 4,1 km/s.

Z przedstawionych przykładów wynika, że uzyskano dobrą kilkuprocentową zgodność rozkładów prędkości masowej, prędkości czoła i kształtów strumienia z danymi literaturowymi i eksperymentem [37]. Pokazano, że zaproponowany model fizyczny i zbudowany na podstawie metody punktów swobodnych kod komputerowy zapewniają odpowiednią dokładność wyników modelowania. Mogą być one pomocne przy projektowaniu nowych układów kumulacyjnych.

5. Głowice o działaniu kierunkowym

5.1. Typy głowic o działaniu kierunkowym

Ładunki wnekowe wykazują efekt działania kierunkowego, którego skutki silnie zależą od konstrukcji całej głowicy. Ładunki wnekowe stanowią podstawowy element głowic bojowych o działaniu kierunkowym. Każda głowica o działaniu kierunkowym zawiera co najmniej cztery elementy (rys. 2):

- cylindryczny ładunek materiału wybuchowego z wnęką;
- wkładkę pokrywającą powierzchnię wnęki;
- obudowę mieszczącą ładunek i wkładkę;
- zapalnik.

Uproszczony schemat głowicy o działaniu kierunkowym pokazano na rys. 2.

Na rys. 2 zaznaczono pewne charakterystyczne wymiary, które będą używane w dalszej części niniejszego opracowania. Wymiary te są następujące:

H_L - wysokość ładunku materiału wybuchowego;

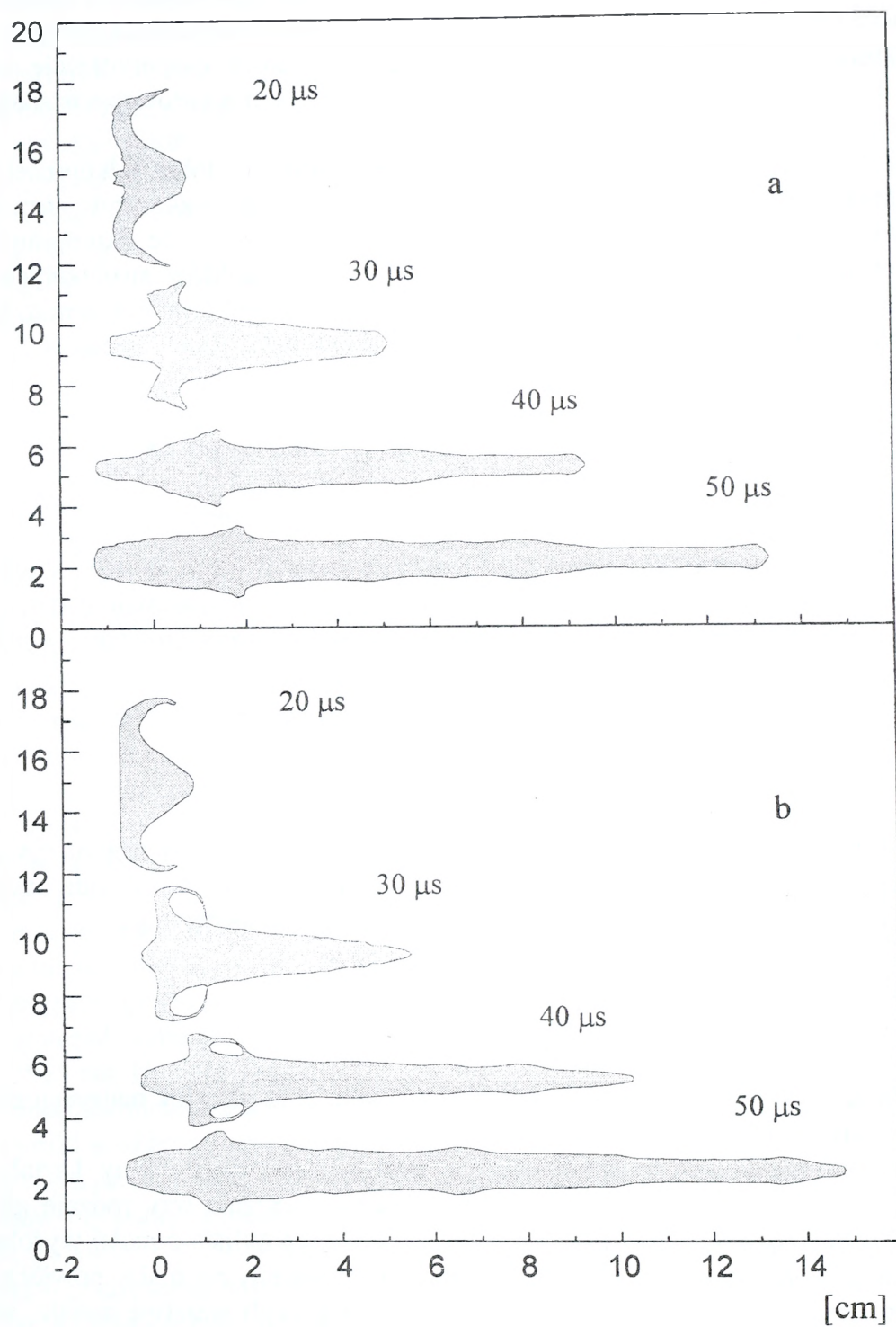
H_W - wysokość wkładki;

S_W - średnica wkładki (zewnętrzna);

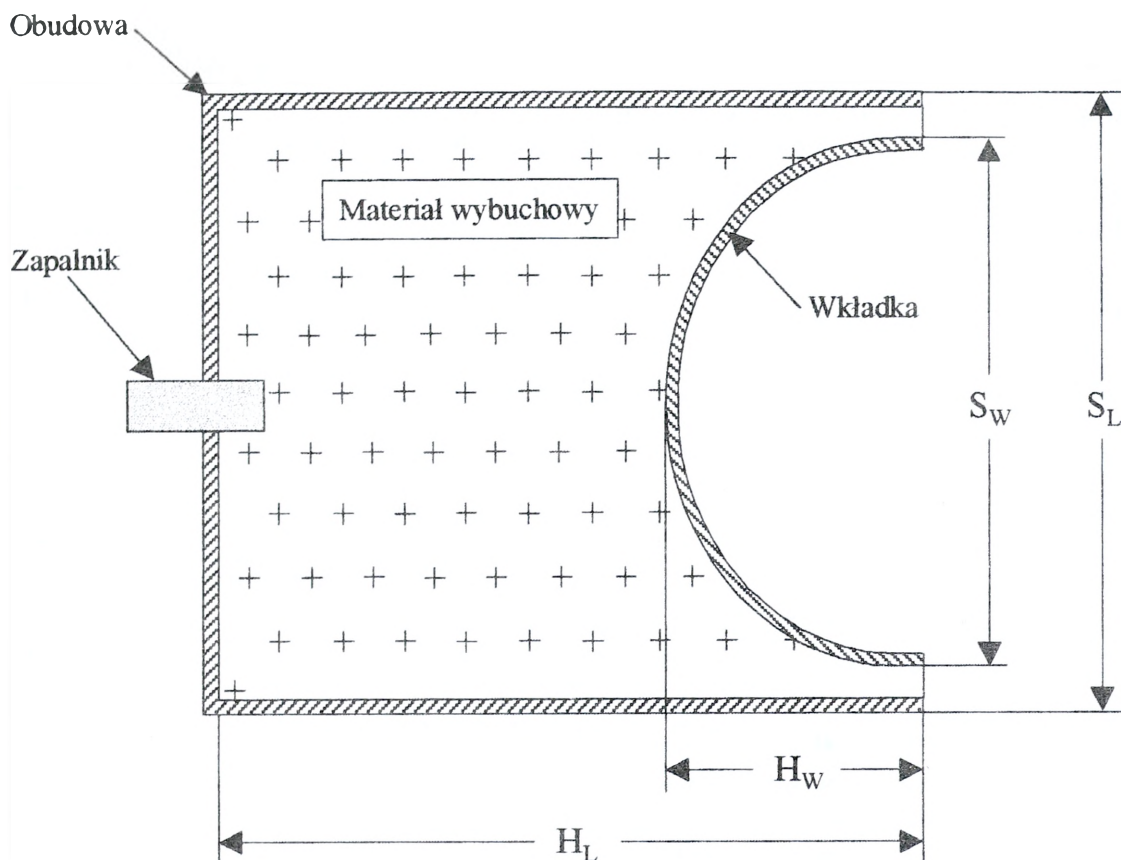
S_L - średnica ładunku;

Należy pamiętać, że średnica wkładki, ładunku oraz głowicy mają najczęściej różne wartości i nie należy ich mylić ze sobą.

Wnęką w ładunku materiału wybuchowego może mieć różny kształt. Ze względu na kształt wnęki można w uproszczeniu wyróżnić trzy rodzaje głowic (rys. 2). Najczęściej jest to stożek, półsfera oraz czasza kulista o małej wysokości. Wnęką powoduje skupianie energii produktów detonacji na małej powierzchni. Gdy powierzchnia wnęki zostanie pokryta wkładką, czyli warstwą metalu, szkła, ceramiki lub innego ciała stałego, to przy pewnych warunkach materiał wkładki tworzy strugę, która znacznie pogłębia krater powstający podczas wybuchu ładunku.



Rys. 1. Przebieg procesu generacji strumienia kumulacyjnego, a - kontury strumienia kumulacyjnego obliczone metodą punktów swobodnych, b - wyniki metody Lagrange'a - PIC [37]



Rys. 2. Schemat ładunku kumulacyjnego. H_L - wysokość ładunku materiału wybuchowego, H_W - wysokość wkładki, S_W - średnica wkładki, S_L - średnica ładunku

Wkładkę można uważać za najważniejszą część głowicy. Podany wyżej wykaz stanowi tylko niewielką próbkę możliwych kształtów wkładek. Stosowane są wkładki o znacznie bardziej złożonych kształtach, jak: stożkowo-stożkowe (dwa połączone stożki o różnych kątach rozwarcia), sferyczno-stożkowe, stożkowe-dzwonowe (tulip - stożek o kącie rozwarcia rosnącym od wierzchołka ku podstawie), stożkowe tulipanowe (trumpet - stożek o malejącym kącie rozwarcia stopniowo przechodzący w walec). Krótko mówiąc każdy rodzaj powierzchni łukowej może stanowić powierzchnię wkładki. Najczęściej stosowana jest wkładka stożkowa o małym kącie rozwarcia (40° do 60°). Może ona być wykonana ze stali, miedzi, aluminium, tantalu, szkła, ceramiki lub zubożonego uranu [18]. Wkładki te stosowane są w kumulacyjnej amunicji przeciwpancernej charakteryzującej się dużą głębokością przebicia. Klasyczne strumienie kumulacyjne w chwili obecnej

zapewniają największą głębokość penetracji pancerzy, dochodzącą do 10 kalibrów ładunku. Najlepsze wyniki osiąga się jednak stosując wkładki o kształcie nieco bardziej złożonym niż prosty stożek, a mianowicie tzw. wkładki dzwonowe. Dzięki temu do strumienia kumulacyjnego wchodzi większa część masy wkładki, a rozkład prędkości w strumieniu jest zbliżony do liniowego.

Parametrem geometrycznym, charakteryzującym wkładkę jest jej średnica, przez którą rozumiemy średnicę zewnętrzną. Im większa jest średnica wkładki tym dłuższy jest strumień kumulacyjny i tym grubszy pancerz może ona przebić. Stosowane są wkładki o średnicy od 20 do 300 mm. Grubość wkładki wynosi od 1 do 4% jej średnicy, ale spotykane są wkładki o grubości nawet 8%. Grubość wkładki zależy od przeznaczenia głowicy, rodzaju materiału itp. Nie istnieje pojęcie głowicy czy wkładki optymalnej. Ograniczenia konstrukcyjne można spełnić, a zadane przebicie uzyskać, w wielu różnych konstrukcjach.

Kolejnym parametrem charakteryzującym wkładkę, jest kąt rozwarcia stożka lub ogólniej wysokość wkładki (por. rys. 2). Wkładki o małym kącie rozwarcia (czyli o dużej wysokości), generują strumienie kumulacyjne o dużej prędkości, które zawierają jednak stosunkowo mało masy. I odwrotnie, wkładki o małym kącie rozwarcia, generują wolne strumienie o dużej masie.

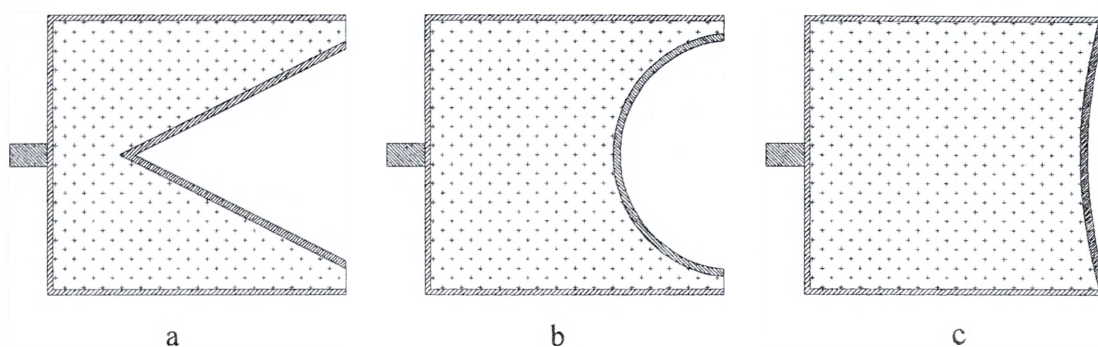
Wkładki o małej wysokości generują kilka szybkich odłamków (tzw. Self Forging Fragment – SFF) lub w pewnych przypadkach EFP. Przy odpowiedniej konstrukcji cały materiał wkładki zostaje przekuty do formy jednolitego ciała o dobrych charakterystykach aerodynamicznych. Prędkość pocisku może osiągnąć wartość z zakresu 2-3 km/s.

Konstruuje się również wkładki kombinowane, np. stożek-stożek. Taka wkładka może generować dwa strumienie. Pierwszy z nich może niszczyć przeszkody znajdujące się przed pancerzem i torować drogę strumieniowi głównemu, przebijającemu pancerz. Konstruowane są też wkładki kompensujące ruch wirowy głowicy.

Kolejnym elementem głowicy jest materiał wybuchowy. Na ogół im silniejszy jest materiał wybuchowy tym szybszy strumień powstaje i tym grubszy pancerz może być przebity. Twierdzenie takie jednak nie zawsze musi być prawdziwe, szczególnie w przypadku zoptymalizowanych konstrukcji. Zazwyczaj wymiana jakiegokolwiek elementu w głowicy optymalnej lub zmiana jego charakterystyk pociąga za sobą konieczność powtórnej optymalizacji całej konstrukcji. Inaczej mówiąc, najczęściej każda zmiana w głowicy optymalnej powoduje spadek przebicia.

Średnica ładunku (nie należy jej mylić ze średnicą całej głowicy por. rys. 2), także jest ważnym parametrem konstrukcyjnym. Iloraz „średnica ładunku/średnica wkładki” silnie wpływa na zachowanie się brzegów wkładki, zwłaszcza w przypadku EFP.

Wysokość ładunku wpływa na ilość energii dostarczonej do wkładki. Zbyt krótki ładunek powoduje silnie niejednorodne obciążenie wkładki przez produkty detonacji. Przyjmuje się, że wydłużenie ładunku ponad półtora średnicy wkładki



Rys. 3. Najczęściej spotykane typy ładunków kumulacyjnych. a - klasyczny ładunek kumulacyjny, b - ładunek kumulacyjny z wkładką hemisferyczną, c - ładunek do wybuchowego formowania pocisków

nie powoduje już wzrostu energii ani poprawy jednorodności napędzania wkładki. Zwykle przyjmuje się długość ładunku zbliżoną do średnicy wkładki. Przy zastosowaniu układu do formowania frontu fali detonacyjnej, ładunek można nieco skrócić, a tym samym można zmniejszyć wagę głowicy. Stosowane są prasowane lub odlewane MW. Bardzo ważne jest, aby cały ładunek był jednorodny. Wszelkie niejednorodności powodują asymetrię i silny spadek zdolności przebicia. Ładunek musi dokładnie przylegać do wkładki, gdyż brak kontaktu powoduje asymetrię napędzania wkładki.

Obudowa spełnia różne zadania. W niej umieszczone są wszystkie elementy składowe głowicy. Sama obudowa może też zwiększać siłę rażenia. Metalowa obudowa może być tak obrobiona by podczas detonacji pękała na odłamki o wielkości odpowiedniej do rażenia siły żywej. Obudowa silnie oddziałuje z produktami detonacji hamując ich rozłot i dlatego również musi być brana pod uwagę podczas optymalizacji konstrukcji głowicy. Obudowa może też otaczać tylko część ładunku MW.

Wskutek obciążenia wkładki ciśnieniem produktów detonacji z jej centrum generuje się strumień kumulacyjny. Jest to silnie wydłużona struga materiału wkładki, silnie nagrzana, (400-600°C) z rozciągającym ją dużym gradientem prędkości (typowe prędkości czoła strumienia zawierają się w granicach 6-9 km/s). Strumień wydłużający się pod wpływem gradientu prędkości zaczyna w pewnym momencie pękać i rozpadać się na oddzielne odcinki. W dobrze zaprojektowanym ładunku materiał strugi kumulacyjnej nie ulega stopieniu, ani tym bardziej odparowaniu. Natomiast w momencie uderzenia strumienia kumulacyjnego w pancerz następuje zamiana jego energii kinetycznej w ciepło, czemu może towarzyszyć przetopienie materiału strumienia i pancerza. Może również wystąpić odparowanie niewielkiej ilości materiału. W literaturze często spotyka się błędne opisy procesu formowania strumienia kumulacyjnego oraz przebijania pancerzy.

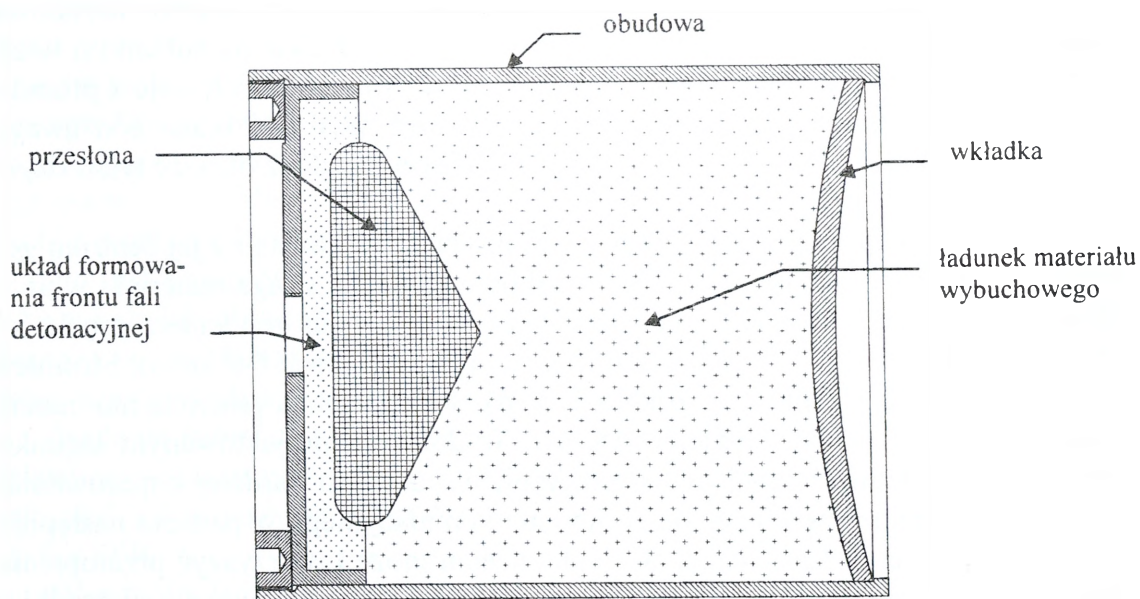
Od 10 lat obserwuje się wzmożone zainteresowanie głowicami z wkładkami hemisferycznymi z powodu możliwości ich adaptacji do nowych wymagań, pojawiających się wraz z rozwojem nowych typów opancerzenia. Głowice hemisferyczne również generują strumień kumulacyjny. Ma on jednak mniejszą prędkość niż strumień wkładek stożkowych, ale zawiera więcej masy (50 do 60% masy wkładki [19]). Powodem powtórnego zainteresowania głowicami hemisferycznymi jest wzrost ich skuteczności bojowej uwarunkowany postępem w dziedzinie technologii materiałowej jak i metod projektowania, konstruowania i wytwarzania tych głowic, a zwłaszcza wkładki.

Głowice kumulacyjne i hemisferyczne mają jednak pewną wadę. Głębokość przebiccia zależy w nich silnie od odległości głowicy od przebijanego pancerza. Pożądany zakres odległości wynosi od 4 do 8 kalibrów ładunku. Konieczność detonacji ładunku kumulacyjnego w ściśle określonej odległości od pancerza bardzo komplikuje budowę pocisku.

Wady tej nie ma ładunek innego rodzaju, pocisk formowany wybuchowo EFP. W przypadku EFP wkładka ma formę stożka o dużym kącie rozwarcia $140-160^\circ$ lub czaszy kulistej, której wysokość jest znacznie mniejsza od średnicy wkładki (rys. 2). Głowice EFP nie generują strumienia kumulacyjnego.

5.2. Konstrukcja głowicy do wybuchowego formowania pocisków

Uproszczony schemat głowicy do wybuchowego formowania pocisków przedstawiono na rys. 4.

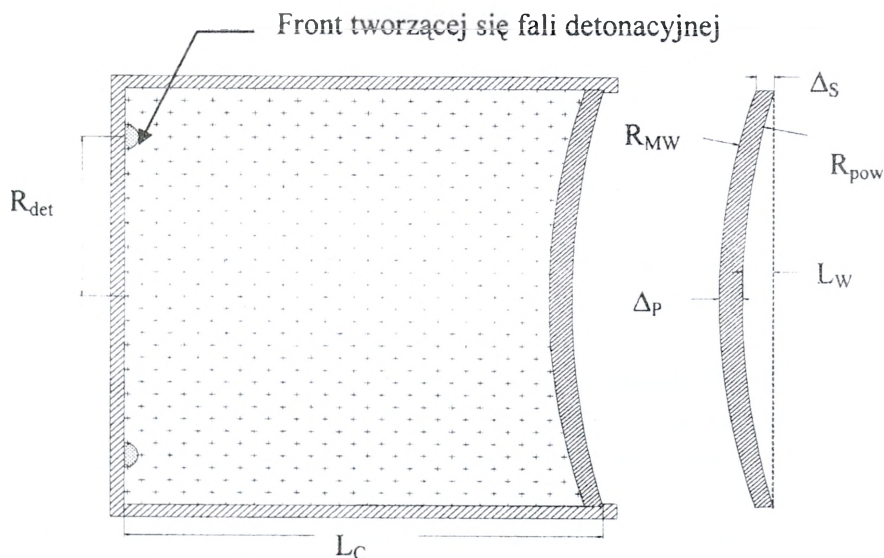


Rys. 4. Schemat głowicy do wybuchowego formowania pocisków

Na rys. 4 nie zaznaczono położenia zapalnika, który inicjuje detonację materiału wybuchowego. Na rysunku tym pojawił się też nowy element – układ formowania frontu fali detonacyjnej, który wraz z przesłoną służy do odpowiedniego ukształtowania kształtu frontu fali detonacyjnej. Układ ten nosi nazwę „soczewki detonacyjnej”. Zwykle zapalniki inicjują detonację w punkcie. W przypadku inicjacji punktowej kształt frontu fali detonacyjnej jest w przybliżeniu sferą, której środek pokrywa się z punktem inicjacji detonacji. Natomiast toroidalny kształt frontu fali detonacyjnej, uformowany przez wspomnianą soczewkę detonacyjną, ułatwia odpowiednie ukształtowanie pocisku. Soczewka detonacyjna jest często stosowana w głowicach o działaniu kierunkowym.

Działanie soczewki detonacyjnej jest następujące. Zwykły zapalnik inicjuje na osi detonację materiału wybuchowego zawartego w soczewce detonacyjnej. Fala detonacyjna propaguje się w materiale wybuchowym z prędkością około 6-8 km/s. Przesłona jest wykonana z plastiku, w którym prędkość fali uderzeniowej wynosi około 1 km/s. Przesłona zapobiega osiowej inicjacji detonacji w głównym ładunku materiału wybuchowego. Kieruje ona falę detonacyjną na brzeg głowicy. Ciśnienie produktów detonacji soczewki generuje wprawdzie falę uderzeniową w przesłonie. Wymiary i właściwości przesłony są jednak tak dobrane, że zanim fala uderzeniowa pokona jej grubość, fala detonacyjna w materiale wybuchowym zdąży obiegać dookoła przesłony i zainicjować na obwodzie detonację głównego ładunku wybuchowego służącego do napędzenia wkładki.

Program komputerowy, służący do numerycznego modelowania działania głowicy, nie pozwala na zadawanie głowic o budowie tak skomplikowanej jak na rys. 4. Do modelowania wykorzystywany jest układ o prostszej geometrii, przedstawionej na rys. 5.



Rys. 5. Uproszczony schemat głowicy do wybuchowego formowania pocisków; L_C - długość obudowy; R_{det} - promień inicjacji detonacji (przesłony); Δ_S - grubość wkładki na brzegu; Δ_P - grubość wkładki na osi; R_{MW} - promień krzywizny powierzchni wkładki przylegającej do ładunku; R_{pow} - promień krzywizny powierzchni wkładki od strony powietrza; L_W - strzałka ugięcia wkładki. Przyjęto stałą grubość ścianki obudowy równą 5 mm

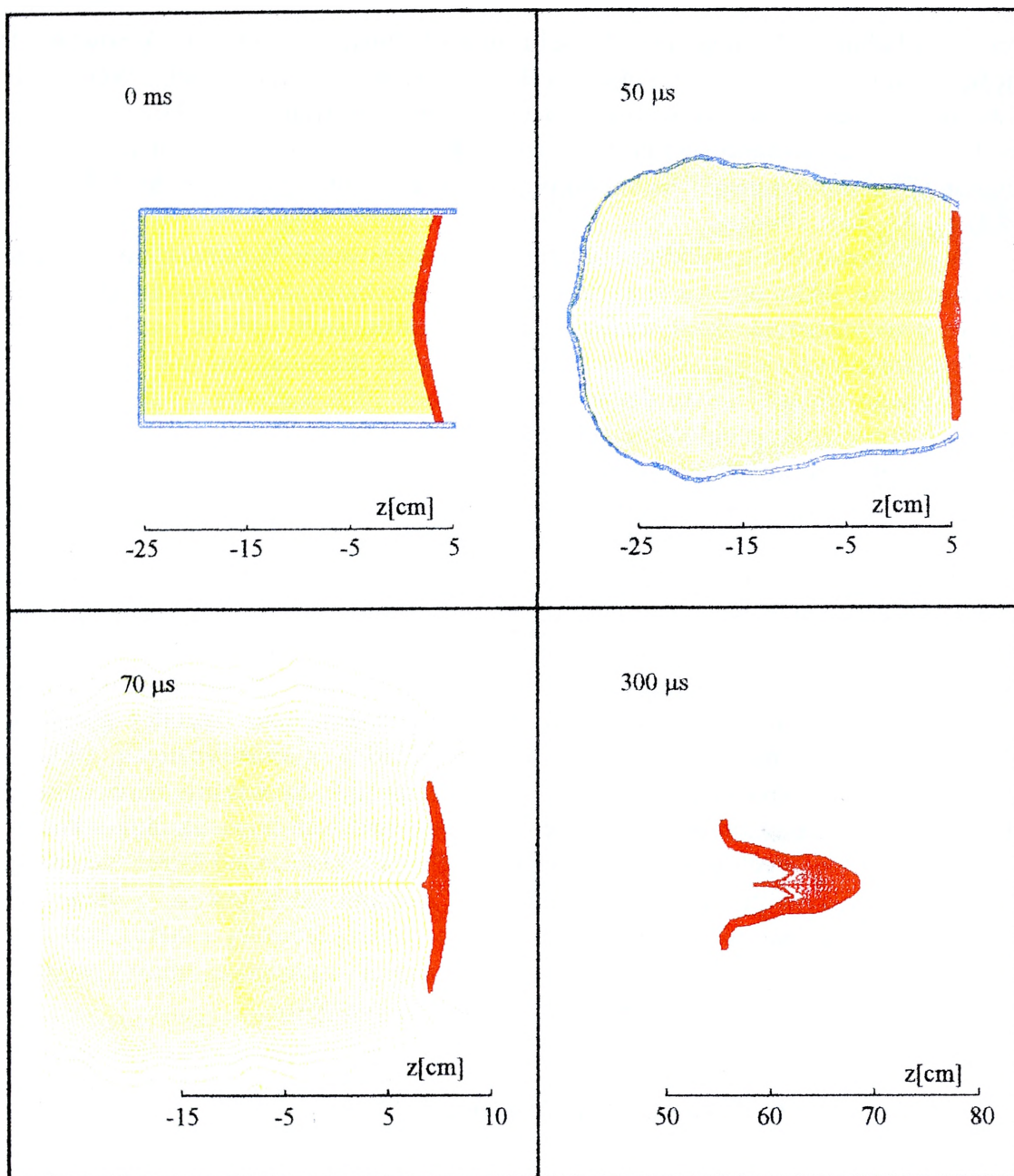
W programie zadawany jest promień inicjacji detonacji, w przybliżeniu równy promieniowi przesłony. Porównanie rysunków 4 i 5 pokazuje, że uproszczenia w geometrii głowicy dotyczą głównie soczewki detonacyjnej. Zamiast soczewki detonacyjnej w głowicy uproszczonej występuje ścianka tylna o grubości równej grubości bocznych ścianek obudowy. Sprawdzono, że takie uproszczenie budowy głowicy w niewielkim stopniu zmienia wyniki obliczeń.

6. Przebieg zjawisk w głowicy do wybuchowego formowania pocisków podczas detonacji

Już w latach trzydziestych wiadano, że wkładki kumulacyjne o kącie rozwarcia 150° - 160° generują kilka dużych odłamków o wysokiej prędkości, jednak przez dłuższy czas nie zwracano większej uwagi na to zjawisko. Wynikało to z faktu, że w miarę zwiększania kąta rozwarcia wkładki zmniejsza się długość i prędkość strumienia, a co za tym idzie, spada efektywność jego oddziaływania na pancerz. Zainteresowanie tym zjawiskiem zaczęło jednak wyraźnie wzrastać w latach siedemdziesiątych, gdy okazało się, że można je wykorzystać do przebijania osłon, ale na zupełnie innej zasadzie niż ta, na której oparte jest działanie ładunku klasycznego.

W wyniku oddziaływania produktów detonacji na wkładkę stożkową lub sferyczną o małej wysokości H_w nie tworzy się strumień kumulacyjny i zbitek, ale następuje zdeformowanie i napędzenie wzdłuż osi całego materiału wkładki do prędkości w zakresie $2000 \div 3000$ m/s. Tak ukształtowane ciało nazywa się wybuchowo uformowanym pociskiem (EFP). Pojedynczy pocisk powstanie tylko wtedy, gdy gradienty prędkości we wkładce będą na tyle małe, by nie rozzerwać materiału wkładki na fragmenty, ale jednocześnie na tyle duże, by zdeformować wkładkę w ciało o kształcie pocisku. Proces ten będzie zilustrowany na zamieszczonych w tym rozdziale wynikach symulacji komputerowych uzyskanych metodą punktów swobodnych.

Należy jednak wyraźnie podkreślić, że ładunek do wybuchowego formowania pocisków stawia projektantom i wykonawcom bardzo wysokie wymagania. Wybuchowo uformowany pocisk (EFP) powinien bowiem zawierać praktycznie całą masę wkładki (nie fragmentować się), mieć odpowiednie wydłużenie i aerodynamiczny kształt (osiągać maksymalnie możliwą głębokość przebiccia pancerza), stabilnie poruszać się na torze lotu i osiągać prędkość w zakresie $2000 \div 3000$ m/s. Zaprojektowanie takiej optymalnej konstrukcji jest bardzo trudne i wymaga prowadzenia złożonych cykli badań teoretyczno-eksperymentalnych. Jednakże nawet optymalnie zaprojektowany ładunek nie gwarantuje sukcesu eksperymentalnego gdyż proces wybuchowego formowania pocisków jest bardzo wrażliwy na niewielkie nawet niejednorodności materiałów konstrukcyjnych i niedokładności



Rys. 6. Przebieg procesu wybuchowego formowania pocisku

montażu ładunku. Te niejednorodności i niedokładności powodują brak powtarzalności wyników i uniemożliwiają uzyskanie wyników optymalnych. Właśnie ta swoista „niestabilność” zjawiska wybuchowego formowania pocisków spowodowała, że zainteresowano się nim stosunkowo późno, dopiero po opanowaniu metod symulacji komputerowej i technologii wytwarzania superprecyzyjnych ładunków [40, 41, 42, 43].

Wybuchowo formowane pociski znalazły zastosowanie w minach do zdalnego rażenia celów lekko opancerzonych. Głębokość przebicia stalowego pancerza osiąga we współczesnych, zoptymalizowanych konstrukcjach wartość około jednego kalibra (średnicy) wkładki [41]. Natomiast odległość detonującego ładunku EFP od atakowanego obiektu może dochodzić do około 1000 kalibrów (w klasycznym ładunku optymalna odległość od celu wynosi tylko kilka kalibrów).

Na rysunku 6 pokazano przebieg modelowania procesu wybuchowego formowania pocisku w ładunku z miedzianą wkładką i stalową obudową.

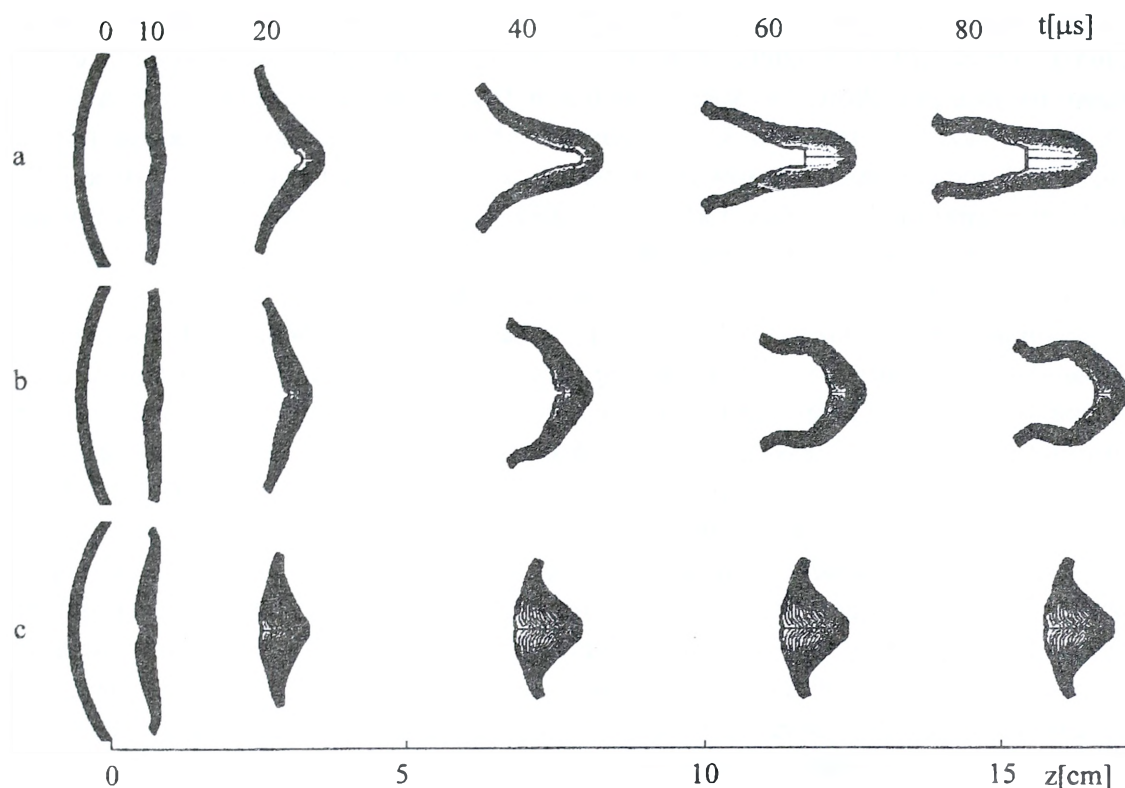
Optymalizacja konstrukcji ładunku do wybuchowego formowania pocisku polega na wielokrotnym modelowaniu przebiegu tego procesu dla różnych parametrów geometrycznych i początkowych. Zaprezentowany wyżej przykład przebiegu procesu wybuchowego formowania pocisku jest jednym z serii wariantów. Kształt formującego się pocisku silnie zależy od grubości wkładki, krzywizn powierzchni oraz rodzaju materiału. Na kolejnym rysunku przedstawiono kształty pocisków uzyskiwane przy niewielkich zmianach parametrów geometrycznych wkładki z żelaza Armco o średnicy 37 mm. Należy tu zauważyć, że właśnie takie głowice z odpowiednim detektorem zwalczania wydają się nadawać do zwalczania miniaturowych bezzałogowych środków powietrznych (UAV – Unmanned Aerial Vehicles).

W powyższym przykładzie wkładka „a” formuje długi pocisk o dużej sile przebicia, a pozostałe wkładki formują pociski o dużej średnicy i małej zdolności przebicia. Rysunek ten pokazuje, jak silnie wpływają niewielkie zmiany parametrów geometrycznych wkładki na końcowe kształty pocisków.

7. Przegląd zastosowań głowic EFP

Podstawę przeglądu będą stanowiły katalogi amunicji. Liczą one dziesiątki tysięcy pozycji (por. Internet [21] lub katalog Jane's [20]), z tego tylko pewną część stanowi amunicja oparta o efekt wybuchowego formowania pocisku. Ale każdy przegląd musi być ograniczony do pewnej liczby przykładów. Szczupłe ramy niniejszego opracowania stanowią dodatkowe ograniczenie.

Na czoło wysuwają się zastosowania EFP jako środków przeciwpancernych. Z tego powodu amerykański czołg bojowy, który miałby wejść na uzbrojenie w latach dwudziestych przyszłego wieku, będzie projektowany z uwzględnieniem możliwości ataku z górnej półsfery przez precyzyjnie sterowane pociski przeciw-



Rys. 7. Kształty pocisków formujących się z wkładki z żelaza Armco o średnicy 37 mm. U góry zaznaczono czas w mikrosekundach, u dołu położenie w centymetrach. a - wysokość wkładki HW=7.1 mm, grubość wkładki na osi DS=1.6 mm, b - HW=5.7 mm, DS=1.7 mm, c - HW=6.3 mm, DS=1.9 mm

pancerne typu kumulacyjnego lub EFP [22]. Wynika to z konieczności reagowania na już istniejące w tym względzie zagrożenia jak pociski TOW 2 B, SADARM czy będący w przygotowaniu BONUS.

TOW 2 B (BGM-71F TOW 2 B) jest przykładem zastosowania EFP w rakietowych pociskach ppanc i zawiera dwie głowice EFP przeznaczone do ataku z górnej półsfery. Wysoka efektywność głowic EFP oraz odpowiednia synchronizacja czasowa ich detonacji stwarzają możliwość przebijania najtwardszych nawet pancerzy [26].

Dla artylerii Rheinmetall produkuje pocisk kal. 155 mm typu SADARM (Sense And Destroy ARMor) atakujące cele opancerzone z górnej półsfery dwoma podpociskami EFP. [28]. Towarzyszą temu innowacje wprowadzane do amunicji kal. 155 mm, które polegają na wyposażeniu ich w silnik rakietowy zwiększający zasięg ponad 40 – 50 km. Dalsze usprawnienia polegają na wprowadzeniu do pocisku lub podpocisków układów wyszukiwania celów, co znacznie zwiększa skuteczność

ognia. Wprowadza się także układy orientacji w przestrzeni wykorzystujące system GPS [28].

Do armat czołgowych w USA, jako uzupełnienie kinetycznej amunicji przeciwpancernej APFSDS działa czołgowego kal. 120 mm planuje się wprowadzić dwa nowe rodzaje pocisków. Pierwszy z nich M830A1 to pocisk typu HEAT z sabotem. Drugi, oznaczony symbolem XM943 zawiera głowicę EFP atakującą z górnej półsfery. Pocisk ten oprócz pojazdów opancerzonych może też atakować śmigłowce [29]. Kolejnym przykładem może być pocisk XM443 STAFF (Smart Target Activated Fire and Forget). Zawiera on czujnik podczerwieni oraz fal milimetrowych i po wykryciu celu atakuje go wybuchowo formowanym pociskiem [36].

Kolejne zastosowania EFP to zapory przeciwpancerne, w których ustawia się ładunki przeciwburtowe. Wyposaża się je w odpowiednie czujniki i systemy celowania lub inne, czasem bardzo proste, urządzenia reagujące. I tak np. Szwedzi produkują (opracowaną w Finlandii) ładunki przeciwburtowe przeznaczone głównie do niszczenia bojowych wozów piechoty. Lekki ładunek przeciwburtowy (Bofors AB - 016) zawiera celownik i wsporniki do montowania na drewnianych słupach i innych układach konstrukcyjnych. Przeznaczony jest do wykonywania przydrożnych zasadzek przeciw pojazdom poruszającym się w obszarach polnych, leśnych i w obszarze zabudowanym. Standardowo detonowane są zdalnie zapalnikami pobudzonym elektrycznie. Ładunki tego typu generują pociski osiągające prędkość początkową około 2000 m/s, które odpalane w kierunku pancerza z odległości 30 m pozostawiają w tarczy otwory o głębokości 60 mm i średnicy 80 mm.

Innym przykładem mogą być tu miny typu ADAM (Area Denial Artillery Munition) czy RAAM (Remote Anti-Armor Mine System - M70), które są częścią rodziny min narzutowych FASCAM (Family of Scatterable Mines) [44]. Są one przenoszone nad obszary chronione przez np. modyfikowany pocisk M483 155 mm, a następnie rozcalane i rozpraszane po powierzchni. Posiadają elektroniczne zapalniki zintegrowane z wewnętrznymi bateriami. Wkładki kumulacyjne ładunków RAAM zostały rozmieszczone po obu stronach głowicy. Pocisk M483 zawiera 36 min z fabrycznie ustawianym czasem samozniszczenia. Detonacja miny nastąpi, gdy zostanie wykryte zakłócenie w jej otoczeniu lub jeśli napięcie baterii spadnie poniżej zadanego poziomu (brak możliwości realizacji kolejnych funkcji) czy upłynie czas samozniszczenia.

Amunicja inteligentna - SLAM (Selectable Lightweight Attack Munition) [44] posiada głowice typu MS (Misznay Schardin) przeznaczone do niszczenia pojazdów opancerzonych lub jako lekkie ładunki burzące. SLAM używa ośmiopozycyjnego klucza selekcyjnego do ustawiania żądanych opóźnień i opcji ustawień oraz może pracować w czterech reżimach pracy.

Pierwszy – mina denna, czynniki magnetyczny wyzwalający detonację ładunku materiału wybuchowego.

Drugi – (alternatywny), głowica używana jako ładunek przeciwburtowy z wbudowanym pasywnym czujnikiem podczerwieni, który może być pobudzany przez obecność zarówno pojazdów jak i siły żywej.

Trzeci – używany jako zasadzka lub jako amunicja służąca do odstraszania pościgów nieprzyjaciela.

Czwarty – jako ładunek niszczący (burzący) ze zwłoką czasową lub ze sterowaniem momentu detonacji (np. używając elektronicznych detonatorów typu M6, M7). Pociski SLAM mają również opcję samoneutralizacyjnego reżimu pracy a co za tym idzie występuje możliwość powtórnego ich użycia. Ustawionym w polu ładunkom SLAM można w łatwy sposób zmienić reżim pracy, włączyć - wyłączyć zasilanie, zabezpieczyć, odbezpieczyć, co sprawia, że są one bardzo funkcjonalne.

Ładunki EFP kierunkowego działania przeznaczone są do zastosowań taktycznych takich jak: obrona instalacji wojskowych, lotnisk, pasów startowych i lądowisk oraz do budowy zasadzek. Można nimi niszczyć także lekkoopancerzone wozy bojowe, pojazdy wojskowe, cysterny z paliwem oraz elementy silników. Nadają się one do zwalczania nisko lecących samolotów, śmigłowców, pocisków manewrujących itp.

Rosyjska mina przeciwburtowa TM 83 po raz pierwszy pokazana została w 1993 r. Posiada okrągłą metalową obudowę z zamieszczonymi na zewnątrz elementami do rozstawiania na ziemi, drzewach, podporach lub innych nie budzących podejrzeń miejscach. W górnej części miny zamieszczono dwa czujniki: podczerwieni i sejsmiczny. Ustawienie miny w kierunku tarczy dokonywane jest za pomocą przyrządów celowniczych umieszczonych na czujnikach. Ładunek zawiera sferyczną wkładkę miedzianą. Mina może być zdetonowana zdalnie (elektrycznie) przez kabel o długości do 100 m. Może ona pozostawać na stanowisku gotowa do działania przez 30 dni. Zasięg skutecznego działania - 50 m. EFP ma zdolność penetracji 100 mm pancerza i pozostawia otwór o średnicy (80 - 120) mm.

Na czołgach według Słuckiego kumulacyjne głowice tandemowe oraz EFP mają stanowić istotny element systemów obrony aktywnej czołgów, czyli tzw. pancerzy aktywnych gdzie będą służyły do niszczenia atakujących środków [18].

Przykładem może być system opracowywany przez firmę Bofors. Moduły pancerza aktywnego o gęstości 50 kg/m^2 , generują EFP, które skutecznie niszczą atakujące środki na odległości do 5 m. Panel o wymiarach $40 \times 20 \times 5 \text{ cm}$ ważący 4 kg (w tym 1.2 kg MW) wytwarza 24 EFP [33].

Wiadomo, że moździerz dzięki swej prostocie i niewielkiej masie są podstawowym środkiem wsparcia piechoty. Moździerze małego kalibru mogą być transportowane przez pojedynczego żołnierza. Z tego powodu opracowuje się różne typy pocisków, które zwiększyłyby skuteczność moździerzy, nawet małego kalibru (np. 60 mm) [34]. Najszerzej stosowane są moździerze kalibru 81 mm (w byłych krajach socjalistycznych 82 mm). USA opracowują moździerz kalibru 120 mm z materiałów kompozytowych. Ma on ważyć w całości zaledwie 63 kg, a waga czę-

ści składowych nie przekracza 18 kg [34], dzięki czemu nawet ten moździerz dużego kalibru może być przenoszony przez piechotę.

Francuska firma TDA opracowuje własny pocisk kal. 120 mm o oznaczeniu ACED do moździerza z lufą gwintowaną. Pocisk zawiera dwa podpociski EFP z czujnikami na podczerwień i fale milimetrowe. EFP może przebijać 80 mm pancerza.

Lockheed produkuje jednorazowy granatnik Predator kal. 140 mm. Zawiera dwie głowice EFP. Pocisk porusza się 2.75 m ponad linią celowania wyznaczaną przez laser. W momencie dotarcia do celu głowice EFP atakują cel z góry. Broń ma wejść na uzbrojenie w 2001 roku.

Ciekawym rozwiązaniem jest dwuetapowa głowica MPIM. W pierwszym etapie głowica EFP przebija zewnętrzną osłonę atakowanego obiektu. W wybity otwór wstrzeliwany jest, a następnie detonowany, ładunek MW, który wywiera zasadnicze działanie niszczące. Głowica wejdzie na uzbrojenie w 1999 roku [44].

8. Podsumowanie i wnioski

Podsumowując – wzrost zainteresowania ładunkami EFP wynika stąd, że wybuchowo formowane pociski posiadają kilka istotnych zalet.

Po pierwsze, wiadomo że głębokość przebicia pancerza tymi pociskami może dochodzić do $0.8 \div 1$ kalibra wkładki. Jakkolwiek jest to przebicie o rząd niższe niż ładunku klasycznego, to jednak średnica krateru pozostawianego w tarczy przez pocisk EFP jest porównywalna z kalibrem wkładki. Uderzeniu EFP towarzyszy z reguły odłam rażący załogę wewnątrz pancerza. Efekt niszczący przy ataku EFP na powierzchnie lekkoopancerzone (objętość krateru, masa pocisku) jest wielokrotnie większy niż przy ataku strumieniem kumulacyjnym.

Po drugie, wybuchowo formowane pociski mają wielką energię kinetyczną (prędkość $2 \div 3$ km/s tj. około $7 \div 10$ tys. km/h) i masę równą praktycznie całej masie wkładki kumulacyjnej. Przykładowo energia niesiona przez pocisk uformowany z wkładki o średnicy 100 mm jest porównywalna z energią dziesięciotonowego pojazdu poruszającego się z prędkością około 50 km/h.

Po trzecie, ładunkami tego typu można atakować cele pancerne z dużej odległości ($1 \div 200$ m), tzn. ładunek może być zdetonowany daleko od celu, w przeciwieństwie do zwykłego ładunku kumulacyjnego, który musi być zdetonowany w pobliżu pancerza (kilka kalibrów ładunku).

Po czwarte, odpowiednio zaprogramowaną na odłamkowanie głowicą EFP można inicjować detonację pancerzy reaktywnych czołgów na dużej powierzchni.

Po piąte, duża prędkość EFP ($2 \div 3$ km/s) daje możliwość atakowania wszelkiego typu niskolegających środków napadu powietrznego i desantów powietrznych oraz powietrzno-morskich z tzw. przedniej półsfery.

Po szóste, małe jest prawdopodobieństwo wykrycia EFP przez tzw. pancerz aktywny, który śledzi przestrzeń wokół pojazdu opancerzonego i niszczy nadlatujące obiekty. W tym przypadku uwidoczniłaby się przewaga EFP nad klasyczną kumulacją, bowiem dużą klasyczną głowicę stosunkowo wolno zmierzającą w kierunku np. czołgu łatwiej wykryć i zniszczyć niż pocisk EFP.

Po siódme, jednoczesne odpalenie zestawu kilkunastu czy kilkudziesięciu EFP może być wykorzystane również do zastosowań taktycznych takich jak: obrona obiektów kluczowych jak przeprawy, elektrownie, węzły komunikacyjne itp., dalej obrona instalacji wojskowych, lotnisk, pasów startowych i lądowisk. EFP może być też używane do przygotowania zasadzek.

W Polsce zbierano doświadczenia od wielu lat. Szczególnie intensywne prace w dziedzinie EFP prowadzono w Zakładzie Nowych Technik Uzbrojenia Instytutu Optoelektroniki WAT okresie ostatnich sześciu lat. Skonstruowano kilka typów ładunków EFP, o kalibrze 200mm, 170 mm, 100mm, 80mm i 39 mm. Wdrożony do produkcji ładunek 200 mm (mina przeciwburtowa), opracowany w WITI przy współpracy z IOE WAT, zawierający stożkową wkładkę miedzianą ma zdolność penetracji nie mniej niż 120 mm (0.6 kalibra) stalowego pancerza z odległości 100 m. Ładunek 80 mm (uzbrojenie moździerza kaliber 98 mm), opracowany dla OBR Skarżysko przy współudziale IOE WAT i WITU Zielonka, zawierający sferyczną wkładkę z żelaza ARMCO przebija 0.65 kalibra pancerza z odległości 50 m. Pociśki te wykorzystywano w układach podwójnych (jako subpociśki). Ładunek do wybuchowego formowania pocisku 100 mm (uzbrojenie rakiety BM21) został opracowany przez IOE WAT i TM PRESSTA we współpracy z WITU Zielonka. Ładunek przeznaczony do ataku na cele pancerne z górnej półsfery, zawierający sferyczną wkładkę z żelaza ARMCO osiąga przebicie z odległości 30 ÷ 40 m rzędu 0.75 ÷ 0.85 kalibra. Przewidywane jest wyposażenie omówionych ładunków w inteligentne układy wykrywająco-celownicze i odpalające ładunek.

Na podstawie zebranych doświadczeń możemy stwierdzić, że cykl projektowo-wdrożeniowy broni EFP może być zrealizowany przez polskich konstruktorów we współpracy z krajowymi zakładami przemysłu zbrojeniowego. Byłby to najtańszy sposób modernizacji krajowej broni przeciwpancernej i przeciwśmigłowcowej, który dodatkowo umocniłby podupadające zakłady zbrojeniowe. Zakup tego rodzaju broni za granicą będzie znacznie droższy.

IOE WAT od kilku lat współpracuje z wojskowymi i cywilnymi ośrodkami naukowymi w zakresie projektowania i wytwarzania eksperymentalnych ładunków EFP oraz w zakresie wytwarzania materiałów do tych zastosowań. Projektowane ładunki można zaliczyć do nowej generacji. Omawiana współpraca obejmuje następujące instytucje: WITU, WITI, ITWL, OBR Skarżysko, TM Pressta Bolechowo, ZM Mesko, BZE Belma, Wifama Łódź oraz takie cywilne instytucje jak IPPT PAN oraz AGH. Pracownicy IOE WAT zgromadzili też aparaturę i zdobyli do-

świadczenie pozwalające wykonywać badania poligonowe opracowywanych konstrukcji.

Na podstawie wcześniejszych rozważań możemy ustalić wiele faktów i wyciągnąć szereg wniosków w następującej formie.

Wybuchowo formowane pociski są nowym rodzajem amunicji bojowej służącej do zdalnego rażenia celów opancerzonych i do zwalczania siły żywej. Badania dotyczące wybuchowego formowania pocisków są intensywnie rozwijane w świecie dopiero od kilkunastu lat. W ich efekcie w krajach dysponujących zaawansowanymi technologiami opracowano szereg konstrukcji ładunków EFP służących do ataku na cele opancerzone z górnej półsfery. Opracowano też przeciwburtowe ładunki EFP zdalnego działania.

Ze względu na stosunkowo niewielką masę konstrukcji EFP, łatwość skrytego rozwinięcia, możliwość zdalnego lub automatycznego odpalenia, bardzo krótki czas opóźnienia od rozpoznania do odpalenia (ułamki milisekund) i wysoką prędkość początkową wybuchowo uformowanego pocisku (od ok. 2 do 2.5 km/s, czyli 6-8 Macha), ładunki EFP mają wysoki stopień gotowości do działania.

Po uzupełnieniu ładunków EFP w tanie układy wykrywania obiektów na tle nieba (zintegrowane z systemami celowania i odpalania) można nimi niszczyć również niskolejące samoloty i opancerzone śmigłowce czy też samosterujące się pociski (w szczególności przy jednoczesnym odpalaniu zestawu kilkunastu ładunków). Zasięg bezpośredniego działania rzędu od dziesięciu aż do tysiąca i więcej kalibrów pozwala pokryć najtrudniejszy obecnie do obrony obszar walki, rozciągający się w przestrzeni powietrznej począwszy od powierzchni terenu, aż do wysokości rzędu kilkuset metrów.

Te możliwości predestynują ładunki EFP również do zwalczania desantów powietrznych i morskich.

Niskie koszty produkcji, możliwość przenoszenia przez pojedynczego żołnierza kilku ładunków EFP o kalibrach od 75 mm do 170 mm daje możliwość uzbrojenia w nie zarówno jednostek specjalnych, sił szybkiego reagowania jak i wojsk OT – w szczególności jako wydzielonych oddziałów przeciwdesantowych o dużej mobilności.

Obecnie EFP o niewielkich kalibrach są wykorzystywane także do budowy granatów nasadkowych lub wszelkiego rodzaju głowic wieloprofilowych [2, 15, 18] z przeznaczeniem do zwalczania lekkoopancerzonych pojazdów oraz innej współczesnej techniki bojowej. Wkładki kumulacyjne takich ładunków (sferyczne lub stożkowe) rozmieszczane są na zewnętrznej powierzchni skorupy albo sama skorupa posiada wytłoczenia o takim kształcie.

EFP o najmniejszych kalibrach, rzędu 40 mm, wyposażone w odpowiednie, niedrogie detektory są perspektywnym środkiem zwalczania ataku miniaturowych bezzałogowych środków powietrznych (UAV – Unmanned Aerial Vehicles).

Literatura

- [1] Walters W.P., Zukas J.A., *Fundamentals of shaped charges*, John Wiley & Sons, Inc., 1989.
- [2] Chou P.C., Fliss W.J., *Recent Developments in Shaped Charge Technology*, Propell. Explos. Pyrotech., 11, 99-114, 1986.
- [3] Ogorkiewicz R.M., *Advances in armour materials*, International Defense Review, No 4, pp.349-352, 1991.
- [4] Wilkins M.L., *Modelling the behaviour of materials*, Structural impact and crashworthiness: Proc. Intern. Conf., London 1984, New York 1984, vol.2.
- [5] Johnson G. R., Cook W. H. (1983), in: *7th Int. Symposium on Ballistics*, Hague.
- [6] Agurejkin V.A., Anisimov S. I., Busman A. V., Kanel G. I., Karjagin V. P., Konstantinov A. B., Krjukov B. P., Minin V. F., Razorenov S.V., Sagdeev R. Z., Sugak S. G., Fortov V. E., *Теплофизические и газодинамические проблемы противометеоритной защиты космического аппарата „Vega”*, Теплофизика Высokih Temperatur, 1984, 22, 5.
- [7] Barbee T.W. , Jr., Seaman L., Crewdson R., Curran D. R., *Dynamic fracture criteria for ductile and brittle metals*, J. Mater., 7, 1972, s. 393.
- [8] Sugak S. G., Kanel G. I., Fortov V. E., Ni A. L., Stelmah B. G., *Cislennoe modelirovanie dejstvia vzryva na zeleznuju plitu*, FGV, 1983, 19, 20, s. 541.
- [9] Johnson G.R., *U.S. Lindholm, Strain-rate effects in metals at large shear strains*, Material behavior under high stress and ultrahigh loading rates: Proc. 29th Sagamore Army Mater. Res. Conf. Lake Placid 1982, New York 1983.
- [10] Johnson J. N., *Dynamic fracture and spallation in ductile solids*, J. Appl. Phys. 52, 1981, s. 2812.
- [11] Steinberg D. J., *Equation of state and strength properties of selected materials*, Lawrence Livermore Nat. Lab. February 1991, UCRL-MA-106439.
- [12] Steinberg D. J., Cochran S. G., Guinan M.W., *A constitutive model for metals applicable at high-strain rate*, J. Appl. Phys. 51, 1980, str. 1498.
- [13] Steinberg D. J., Lund C. M., *A constitutive model for strain rates from 10 to 10⁸ s⁻¹*, J. Appl. Phys. 65, 1989, str. 1528.
- [14] Jach K., Włodarczyk E., *Solutions of the initial-value problems of the viscoplastic - nonstationary theory for the description shaped charge jet formation and target penetration*, Ballistics' 92, Proceedings of 13th International Symposium on Ballistics, Stockholm, Sweden, June 1992.
- [15] Jach K., *11-th AIRAPT Int. Conf.*, Kiev, July 12 to 17, 1987.
- [16] Jach K., *Modelowanie komputerowe zjawisk kumulacyjnych*, WAT, Warszawa, 1990.
- [17] Jach K., Świerczynski R., Włodarczyk E., *Computer simulation of the process of shaped charge jet formation and its penetration into armour*, Ballistics' 93, Proceedings of 14th International Symposium on Ballistics, Quebec, Canada, September 1993.
- [18] Слущкий Е., *Тенденции развития противотанковых средств*, Зарубежное военное обозрение, No 8, стр. 20-24, 1995. часть 1; Зарубежное военное обозрение, No 9, стр. 36, 1995, часть 2.
- [19] Hornemann U., Holzwarth A., *Characteristics of Shaped Charges with Hemispherical Liners*, Prop., Explos., Pyro., vol.18, pp.282-287, 1993.
- [20] *Jane's Ammunition Handbook*, Ed. T.J.Gander, 1997-1998.
- [21] Nadb@namsa.nato.int – baza danych o amunicji wojsk NATO licząca około 100 tysięcy pozycji.
- [22] Sharoni A.H., Bacon L.D., *The Future Combat System (FCS)*, ARMOR, July-August, pp.7-13, 1997.
- [23] Чаров Ю., *Французский основной боевой танк „Леклерк”*, Зарубежное военное обозрение, No 2, стр. 24-28, 1995.

- [24] Tillman A.C., *When less is more - the IMI ATAP-1000 cluster bomb*, International Defense Review, No 2, pp.149-152, 1991.
- [25] Turbe G., *European collaborative programs*, International Defense Review, No 10, pp.1085 - 1088, 1991.
- [26] Hewish M., *US programs - an embarrassment of riches*, International Defense Review, No 10, pp.1088-1092, 1991.
- [27] Hammick M., *Eagle-eyed mortar munitions*, International Defense Review, No 12, pp.1353-1355, 1991.
- [28] Pengelley R., *Europe and US vie in 155mm artillery ammunition innovation*, International Defense Review, No 7, pp.563-568, 1993.
- [29] R.Pengelley, *Tank ammunition development - less spectacular, but smarter*, International Defense Review, No 4, pp.39-46, 1994.
- [30] Beal C., Sweetman B., *Striking deep - hardened-target attack options grow*, International Defense Review, No 7, pp.41-44, 1994.
- [31] Ogorkiewicz R.M., *World-wide trends in the development of armoured fighting vehicles*, International Defense Review, Special Report No 6, pp.1-16, 1994.
- [32] Textron Marine and Land Systems, *Light armour for rapid deployment*, The International Review of Land, Sea and Air Systems, pp.27-30, 1996.
- [33] Hewish M., Ness L., *Shoot first, ask questions later*, International Defense Review, No 3, pp.33-36, 1996.
- [34] Pengelley R., *Mortars aim for more capability*, International Defense Review, No 1, pp.54-60, 1997.
- [35] Gander T.J., *Shouldering the burden of last-ditch defense*, International Defense Review, No 4, pp.57-62, 1997.
- [36] Ogorkiewicz R.M., *Transforming the tank*, International Defense Review, No 10, pp.30-43, 1997.
- [37] Lee W. H., Kwak D., *Elastic - plastic flow using operator splitting and particle - in - cell methods in a two - dimensional Eulerian hydrodynamic code*, Report LA - 10857, UC - 32, 1988.
- [38] Summers R. L., Walters W. P., Dick R. D., *The Behavior of Shaped Charges with Open-Poled Hemispherical Liners*, Propellants, Explosives, Pyrotechnics, 16, 1991.
- [39] Harrison J. T., *A two stage, hydrodynamic, numerical technique, 'HOIL' and an analysis of the results of a hemispherical shaped charge liner collapse*, 8th Int. Symp. On Ballistics, Orlando, 1984.
- [40] Held M., *Die projektilbildenden Ladungen*, 3rd International Symposium on Ballistics, Karlsruhe, 1977.
- [41] Weimann K., *Research and development in the area of explosive formed projectiles charge technology*, Propellants, Explosives, Pyrotechnics, 18, 1993.
- [42] Milewski E., *Eksperymentalno-teoretyczna optymalizacja ładunków do wybuchowego formowania pocisków*, rozprawa doktorska, WAT, Warszawa, 1998.
- [43] Held M., *Testing the precision initiation couplers*, Propellants, Explosives, Pyrotechnics, 19, 1994.
- [44] *Jane's Mines and Mine Clearance*, Ed. by Colin King, 1998-1999.

