

Torpedoaseen käyttömahdollisuuksista taktillistekniseltä kannalta tarkasteltuna

Yleisesikuntakomentajakapteeni S Wikberg

A TORPEDOLAJIT JA NIIDEN OMINAISUUDET

1. Yleistä torpedojen rakenteesta

Torpedon käyttömahdollisuuksia selvitetessä joudutaan pääasiassa tutkimaan sen kulkuominaisuuksia, koska ne ratkaisevat, miten torpedo saadaan "siirretyksi" maaliin. Nämä ominaisuudet olivat vielä toisen maailmansodan puoliväliin asti jokseenkin yksikäsitteisiä. Merisodassa aseeseen ja sen vasta-aseeseen, erityisesti sukellusveneeseen ja sukellusveneentorjunnan välisen kamppailun ankaruus pakotti etsimään tappion välttämiseksi uusia menettelytapoja. Tavoitteisiin pyrittiin paitsi sukellusveneeseen parantamisella myös torpedoaseeseen kehittämisellä. Tuloksena oli torpedoaseeseen käytön monipuolistuminen, minkä teki mahdolliseksi uusien energialähteiden ja ohjausjärjestelmien käyttööntöön ottaminen. Sodan aikana kehitettyjä uutuuksia ei kaikkia ennätetty perusteellisesti kokeilla taistelutoimissa. Sodan jälkeen ovat tutkimukset taistelukokemusten määrittämien suuntaviivojen mukaan jatkuneet erittäin kiinteästi.

Torpedojen käyttömahdollisuuksien selvittämiseksi on luotava katsaus rakennepiirakkeisiin ja eri torpedolajien erikoisominaisuuksiin. Taktilliset vaatimukset ovat aiheuttaneet erilaisten torpedojen ja niiden ohjausjärjestelmien syntymisen ja kehittymisen tekniikan suomien

edellytysten rajoissa. Usein ovat myös muiden alojen teknilliset saavutukset osoittaneet tien käyttökelpoiseen ratkaisuun. Vaikka torpedoaseen monet uutuudet kehittyivät käytännön vaatimusten tasolle vasta toisessa maailmansodassa ja osin sen jälkeenkin, on muistettava, että ajatus on usein ollut hyvin vanha. Suunnitelman toteuttamisen tarve on ilmennyt vasta taistelun luonteen muutoksen mukana.

Torpedoon kuuluu kaksi oleellisesti erilaista rakennekokonaisuutta. Kärjessä tai välittömästi sen takana on sytytinjärjestelmällä varustettu lataus, millä maalissa pyritään haluttuun vaikutukseen. Räjähdyksinä määrä, siis hyötykuorma, on n 20 % taistelukuntoisen torpedon kokonaispainosta. Muu osa sisältää ne koneistot, laitteet ja energialähteet, joiden tehtävänä on kuljettaa lataus maaliin. Torpedo on oikeastaan merisodan ensimmäinen ohjus, sillä jo siinä vaiheessa, kun siitä tuli käyttökelpoinen taisteluväline, se oli varustettu automaattisella itseohjauksella. Tässä järjestelmässä, joka vielä nykyään, tosin monin tavoin parannettuna, on käytössä, ohjaa torpedo tiettyä ennakolta määrättyä rataa pitkin eikä sen kulkuun laukauksen jälkeen voida enää vaikuttaa. Maalinhakulaittein varustettu torpedo on täysin ohjukseen verrattava taisteluväline.

2. Torpedolajit

Torpedot voidaan energialähteensä perusteella jakaa kaasua ja sähkötorpedoihin. Ensiksi mainittujen rakenne perustuu joko kolmiaine- tai kaksiainejärjestelmään.

Kolmiaine- eli höyrytorpedoissa muodostaa mäntä- tai turpiinikoneen käyttöenergian pääasiassa tulistettu vesihöyry. Veden tulistamiseen tarvitaan luonnollisesti polttoainetta, minkä palamisen välttämättömänä edellytyksenä on happi. Taulukossa 1 mainittujen höyrytorpedojen oleellimmat eroavuudet riippuvat hapen säilyttämisestä ja käyttöjärjestelmästä. Vanhemman tavan mukaan on säilöttävä ilmaa korkean paineen alaisena, jotta saataisiin tarpeeksi suuri happimäärä varastoiduksi. Ilmassa on kuitenkin suurin osa tyypeä, mikä inaktiivisena on tarpeeton aine ja rajoittaa hyötyaineiden varastoimismahdollisuuksia. Vetyperoksidi voidaan hajottaa katalysaattorissa vedeksi ja hapeksi, jolloin tuloksena välittömästi on halutulle reaktiolle tar-

Taulukko 1

Torpedolajit ja niiden ohjausjärjestelmät

Kaasutorpedot		
Höyrytorpedot		Kaksiainetorpedot
Paineilmahöyrytorpedot	Vetyperoksidihöyrytorpedot	
1	2	3
Energialähde — paineilma — vesi — polttoaine Ohjaus — hyrräohjattu — vakiosyvytteinen	Energialähde — vetyperoksidi — vesi — polttoaine Ohjaus — hyrräohjattu — vakiosyvytteinen	Energialähde — paineilma — polttoaine Ohjaus — hyrräohjattu — vakiosyvytteinen
Sähkötorpedot		
Sähkötorpedo A	Sähkötorpedo M	Sukellusveneen torjuntatorpedo
4	5	6
Ohjaus — hyrräohjattu — vakiosyvytteinen	Ohjaus — hyrräohjattu ja maalinhakuinen suuntaohjaus — vakiosyvytteinen	Ohjaus — hyrräohjattu ja maalinhakuinen suuntaohjaus — vakiosyvytteinen ja maalinhakuinen syvyysohjaus

peellisen kahden puhtaan aineen muodostuminen. Vetyperoksiditorpedossa saadaan siis tehollisia käyttöaineita säilytyksi suurempi määrä kuin paineilmatorpedossa. Täten saavutettua hyötyaineiden suhteellista ylijäämää voidaan käyttää konetehon nostamiseen, siis joko nopeuden tai kulkumatkan lisäämiseen.

Kaksiainetorpedoissa mäntä- tai kaasuturpiinin käyttöenergian muodostaa paineilma ja polttoaine. Vettä käytetään vain jäähdytykseen ja se otetaan suoraan merestä. Kaksiainetorpedot ovat siis myös ns paineilmatorpedoja, ja ne ovat tehokkaampia kuin vanhemmat paineilmahöyrytorpedot. Ero ei kuitenkaan ole suuri.

Vetyperoksiditorpedon edut selviävät taulukon 2 grafiikasta. Se ei ole toistaiseksi saavuttanut paineilmatorpedojen käyttövarmuutta, vaikka sitä toisessa maailmansodassa valmistettiin taistelutorpedoksi. Sen kehittäminen varmaksi välineeksi jatkuu. Kaasutorpedojen kululle on ominaista melkoinen melu, minkä aiheuttaa paitsi koneen käynti erilaisine kampi- ja hammasvälityksineen myös muut koneistot, joiden käyttövoimana on paineilma. Eri laitteiden toiminnasta aiheutuu lisäksi tärinää.

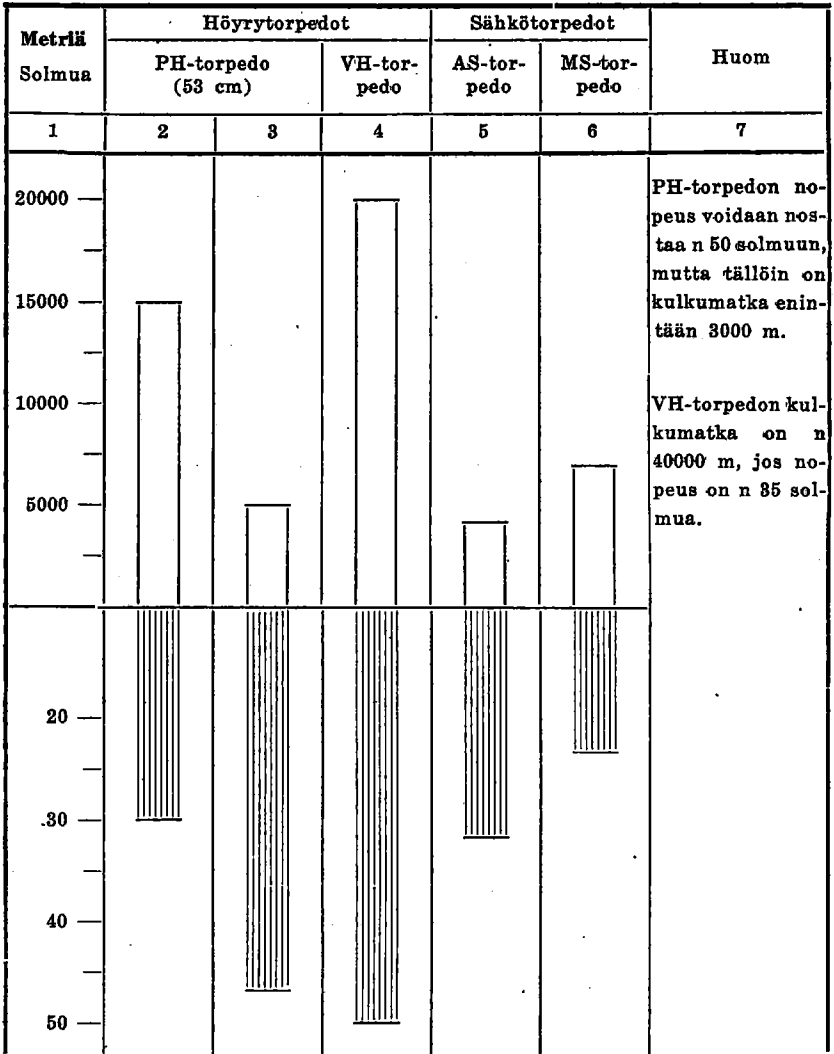
Paineilmatorpedossa palamisjätteet on ohjattava pakoputken kautta mereen, jolloin muodostuu voimakas kuplavana, mikä varsinkin tyynellä säällä on hyvin selvästi havaittavissa. Vetyperoksiditorpedon palamisjätteet ovat hyvin vähäiset ja koneen kautta kulkenut tulistettu vesihöyry voidaan lauhduttajan kautta ohjata uudelleen käytettäväksi. Veden kiertokulku on siis suljettu. Vähäisen pakokaasujen muodostumisen takia on vana hyvin heikko — käytännöllisesti katsoen näkymätön.

Ensimmäiset ns sähkötorpedot olivat nykyaikaisen, sodan jälkeen kehitetyn, täydellisesti sähköistetyn torpedon ja paineilmatorpedon väli-
muotoja, joissa vain voimakone oli sähkömoottori, kun sen sijaan ohjauskoneistot toimivat ilmanpaineella. Taulukosta 2 ilmenee, että näiden torpedojen nopeudet ja kulkumatkat ovat pienemmät kuin höyrytorpedojen. Viimeaikainen sähkötekniikka on kuitenkin pystynyt tuottamaan huomattavasti tehokkaampia virtalähteitä, kuin mitä esimerkiksi mainittujen torpedojen akkuryhmät ovat. On kuitenkin ilmeistä, että kaasutorpedojen nopeusarvoja on sähköistämällä hyvin vaikea saavuttaa. Nykyaikaisen sähkötorpedon etuja ei voidakaan selvittää em grafiikan puitteissa, vaan on tutkittava muita sähkön tarjoamia mahdollisuuksia.

Sähkötorpedon — jo ensimmäisten mallien — kulku on erityisen tasainen. Täydellisesti sähköistetyt laitteet eivät aiheuta tärinää, ja ne toimivat huomattavasti tarkemmin kuin paineilmakäyttöiset koneistot. Ammunnan yhteydessä voidaan eri asetukset välittää torpedoon jatkuvasti, kauko-ohjatusti, jolloin ampuma-arvojen asettaminen on nopeaa ja täsmällistä. Hyvien kulkuominaisuuksiensa ja yleisrakenteen edellyttämän virtalähteen takia voidaan sähkötorpedoon helposti sijoittaa herkkiä elektroteknillisiä laitteita, joista ensi sijassa on mainittava

Taulukko 2

Torpedojen kulkumatkoja ja vastaavia nopeuksia



Huom PH-torpedo = Paineilma (höyry) torpedo VH-torpedo = Vetyperoksidi (höyry) torpedo AS-torpedo = Sähkötorpedo A (taulukko 1) MS-torpedo = Sähkötorpedo M (taulukko 1)

maalinhakulaitteet. Eri koneistojen käydessä ei tietenkään synny min-käänlaisia jätokaasuja, jolloin ei myöskään muodostu kuplavanaa.

Taulukossa 1 esitetyistä torpedoista ovat tietysti kaikki muut paitsi sukellusveneentorjuntatorpedo (sarake 6) tarkoitetut pinnalla kulkevia maaleja vastaan.

3. Ohjausjärjestelmät

Torpedon suunta- ja syvyysohjauskoneistojen ominaisuudet ovat luonnollisesti erityisen tärkeät ajateltaessa välineen käyttöä taistelussa. Taulukosta 1 ilmenevät eri lajien ohjausjärjestelmät. Jokainen torpedo on siis hyrräohjattu ja varustettu syvyyskoneistolla, joka ohjaa sitä säätönsä mukaisella syvyydellä, mikä pysyy vakiona matkan aikana. Maalinhakulaitteet ovat sähköisiä koneistoja, jotka vastaanottavat vedessä etenevän äänivärähtelyn ja muuttavat sen sähköiseksi värähtelyksi, mikä edelleen antaa tarvittavat herätteet varsinaisille ohjauslaitteille. Vastaanotettu ääni on joko torpedon itsensä lähettämää ja maalista heijastunutta tai maalista lähtöisin olevaa värähtelyä. Molemmissa menetelmissä käytetään yleensä ultrasonorista äänialuetta. Maalinhakulaitteet ovat lisäkoneistoja, jotka kytketään tavallisiin ohjauslaitteisiin. Näissä on käytettävä sähköistä servojärjestelmää, joka seuraa maalinhakulaitteen ohjausta. Täydellisessä maalinhakuisuusjärjestelmässä käytetään kahta hydrofoniryhmää, joista toinen on vaakatasossa suuntaohjausta ja toinen pystytasossa syvyysohjausta varten. Maalinhakulaitteilla varustettu torpedo on käyttömahdollisuuksiltaan monipuolisin kaikista lajeista. Sitähän voidaan periaatteessa käyttää

- tavallisena hyrräohjattuna ja vakiosyvyytteisenä,
- suunnassa maalinhakuisena ja vakiosyvyytteisenä,
- sekä suunnassa että syvyydessä maalinhakuisena torpedona.

Käytännössä on kuitenkin tällaisen ”yleistorpedon” rakentaminen vaikeata. Toisin sanoen ei kannata valmistaa kaikkiin tehtäviin soveliaista välinettä, koska koneistoja on liikaa tai rakenne on ylimitoitettu.

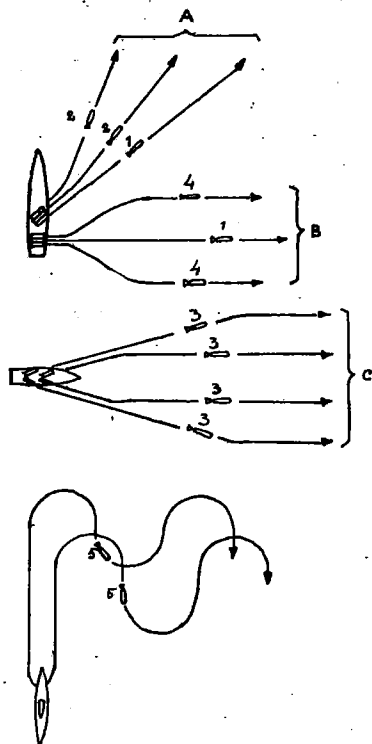
Kaasutorpedoissa ei voida käyttää maalinhakulaitteita, koska sekä sonorisilla että ultrasonorisilla jaksolukuaueilla syntyy ääni-impulseja, jotka suhteellisen voimakkaina estävät hakulaitteiden toiminnan.

4. Torpedon rata

Hyrräohjattu torpedo voidaan hyrrään kytketyin lisälaittein saada ohjautumaan erimuotoisia ratoja. Näitä ovat

- suora laukaus,
- kulmalaukaus,
- matkasäätäinen kulmalaukaus ja
- mutkailulaukaus.

Muunkin muotoisia ratoja on käytetty, mutta ne ovat olleet kehi-



A Kenttä kulmalaukauksin
(leviävä viuhka)

B Kenttä yhdistetyin laukauksin
(yhdensuuntainen viuhka)

C Kenttä matkasäätöisin kulma-
laukauksin
(yhdensuuntainen viuhka)

1. Suora laukaus
2. Kulma laukaus
3. Matkasäätäinen kulma laukaus
4. Mutkailulaukaus

Torpedon ratoja ja ammustatapoja

tyksen eräitä välivaiheita, jotka myöhemmin kokemuksen perusteella on korvattu taktillisesti soveliaammilla järjestelmillä.

Suorassa laukauksessa kulkee torpedo aluksen ammuntilaitteesta saamaansa lähtösuuntaa noudattaen koko matkansa. Kulmalaukauksessa kaartaa torpedo välittömästi matkansa alussa lähtösuunnasta poikkeavalle ampumasuunnalle. Kaarron suuruuden määrittää hyrrälaitteeseen asetettu kulma-asetus. Matkasääteisessä kulmalaukauksessa kulkee torpedo tietyn säädettävän matkan lähtösuuntaansa noudattaen, minkä jälkeen se kaartaa kulma-asetusta vastaavan määrän ampumasuunnalle. Yhdistämällä kulma- ja matkasäätäinen kulmalaukaus saadaan torpedo siirtymään lähtösuunnastaan tämän kanssa yhdensuuntaiselle suunnalle. Kun tätä laukausta vielä kehitetään siten, että torpedon kaarrot puolelta toiselle ovat jatkuvia ja ne alkavat tietyn säädettävän matkan jälkeen, muodostuu ns mutkailulaukaus. Mutkailuva torpedo voidaan ampua myös kulmalaukauksena. Hyrräohjattu torpedo tarjoaa siis, kun laitteet ovat täydellisiä, käyttäjälleen erilaisia mahdollisuuksia.

Maalinhakuinen torpedo kulkee joko jatkuvasti kohti maalia tai hakee se suunnan, jossa suuntimä maaliin pysyy vakiona. Torpedo voidaan ampua aluksi tavallisena hyrräohjattuna käyttäen suoraa, kulma- tai mutkailulaukausta, ja vasta kun heräte maalista on saatu, alkaa maalinhakulaite toimia. Tavallinen torpedo heilahtelee syvyydessä matkansa alussa, jolloin syntyy ns alkukuoppa — siis torpedo käy asetettua syvyytystä suuremmalla syvyydellä. Tämä on tietysti erityisesti matalissa vesissä toimittaessa haitallista. Syyt tähän ilmiöön eivät yksinomaan riipu torpedosta, vaan mm ammuntilaitteen veden pinnasta mitatusta korkeudesta, asennosta ja lähtönopeudesta. Sukellusveneen ampuessa syntyy heilahteluja, jotka aiheutuvat paitsi torpedon kiihtyvyyssvaiheesta myös syvyytyksen ja sukellusveneen kulkusyvytyden välisestä erosta. Kun suurella syvyydellä kulkeva sukellusvene ampuu pintamaalia, alkaa torpedo heti kiihtyvyyssvaiheen päätyttyä ja sidontojen poistuttua voimakkaasti nousta, jolloin se jatkuvuudesta tulee asetettua syvyytystä matalammalle. Seurauksena voi olla jopa pintaan nousu, minkä estäminen on ollut vaikeata. Tämä epäkohta on saatu poistetuksi, ja sukellusveneet pystyvät nykyään ampumaan ainakin 60 m:n syvyydestä pintamaaleja.

Sähkötorpedo on syvyysohjausominaisuuksiltaan havaittu erityisen vakavaksi. Maalinhakuinen syvyysohjaus perustuu muuttuvaan syvyyden säätöön. Torpedo säätää siis automaattisesti syvyytystä niin kauan, kun maalista saapuvalla äänensäteellä on kaltevuutta. Kun ääni mitataan vaakatasossa, ohjaa torpedo näin saavutettua syvyyttä. Heti kun äänensäteellä jälleen on kaltevuutta, korjaa torpedo syvyytystään.

B MITTAUSKEINOT JA NIIDEN MERKITYS

1. Tutkan vaikutus

Taisteluvälinettä ei voida käyttää, ellei vastustajan eri yksiköitä voida omien voimien suhteen paikantaa. Havaitsemisnopeudella, mittaustäisyydellä ja -tarkkuudella on ratkaiseva merkitys. Meren pinnan yläpuolella olevassa ilmatilassa ovat havaitsemis- ja mittaussmahdollisuudet suhteellisen hyvät. Nykyään voidaan esimerkiksi lentokoneen tutkan kuva siirtää oman pinta-aluksen näyttölaitteeseen. Tällainen järjestely nopeuttaa havaintojen välittämistä ja antaa aluksessa kuvan tilanteesta lentokoneen sijaitsemispaikalla. Jos alus tutkallaan voi mitata omaa lentokonetta, saadaan tilanne ”kiinnitetyksi” oman aluksen paikan suhteen. Täten voi pinta-alus saavuttaa välillisesti jopa 300—500 km:n mittaustäisyyden. Tutkakaluston laatu vaikuttaa luonnollisesti mahdollisuuksiin.

Taktillisesti on tietenkin sitä edullisempaa, mitä pitemmillä etäisyyksillä vihollinen voidaan havaita ja sen liikkeitä seurata. Torpedoaseen välitöntä käyttöä varten taistelussa riittää kuitenkin optisen päivätähystyksen ja aluksen pintamaalitutkan suurin ulottuvuus, mikä on n 40 km. Tällöinkin voidaan väittää, että klassillisin menetelmin suoritettu pinta-aluksen torpedoammunta ei käytä hyväksi täyttä mittaustäisyyttä. Japanilaiset hävittäjät toisessa maailmansodassa osoittivat, että torpedojen kenttäammunta on kannattavaa vielä 10 km:n etäisyydeltä. Jos tätä torpedoammunnan maksimietäisyyttä verrataan tutkan suurimpaan mittaustäisyyteen, on mittaussmahdollisuuksien hyväksikäyttö 25 %. 120 mm:n tykistöllä on tehokas ampu-maetaisyys n 18 km, jolloin vastaava %-luku on 45. Mainitut %-luvut

ilmaisevat siis aseiden ampumaetäisyyden ja mittausetäisyyden suhteen. Lukujen neliöiden osamäärä ilmoittaa taasen kummankin aseiden vaikutusalueen suhteen, mikä esimerkin mukaan on $n = 5/16$. Tällöin oletetaan, että aseella päästään toimimaan rajoituksetta 360° :n sektorissa. Jos vaikutusaluea käytetään aseiden toimintamahdollisuuksien mittana, ilmaisee viimeksi mainittu osamäärä kummankin aseiden käytölle edullisten tilaisuuksien lukumäärän suhdetta tilanteessa, missä taisteluvälineiden käytön vaatimat mittaolosuhteet ovat samat. Kun siis tutkamittausedellytykset ovat yhtä suuret, päästään mainitulla tykistöllä vaikutukseen n kolme kertaa suuremmalla todennäköisyydellä kuin torpedoaseella. Huomattava on, että tämä tarkastelu ei ole näiden taisteluvälineiden tehon vertailua.

Mikäli ajatellaan pimeäolosuhteita ilman tutkaa, voidaan todeta, että 120 mm:n tykin edullisuus pienenee torpedoon verrattuna näkyvyyden rajoituksissa. Kun optinen mittausetäisyys on 10 km, on molempien aseiden edullisten tilaisuuksien lukumäärän suhde yksi. Tällöin ei ole otettu huomioon aikatekijää. Tykin tulihan vaikuttaa maalissa sekuntien kuluksena, kun taasen torpedon kulku-aika mitataan minuuteissa.

Päivällä, vaikkei olisi tutkaa, on pinta-alusten torpedohyökkäystä pidettävä erityisen vaikeana tehtävänä, koska torjuntatykistön optiset mittausedellytykset ovat hyvät. Tutka on osittain muuttanut pimeätoiminnan päivätoiminnan luonteiseksi. Torpedoammunnalle edullisen etäisyyden saavuttaminen on vaikeutunut. Torpedoaseen ja tykistön mittaukseen perustuvien käyttömahdollisuuksien suhde ei enää pimeällä ole yksi, vaan se on esimerkin mukaisilla arvoilla $n = 5/16$. Tutkamittaus on pienentänyt niiden tilaisuuksien lukumäärää, joissa torpedoasetta yöllä voidaan käyttää. Kun aikaisemmin pinta-alus saattoi suorittaa hyökkäyksensä pimeällä yllättäen olosuhteissa, joissa mittausedellytykset estivät pitemmän ampumaetäisyyden omaavan aseiden käytön, on tutka poistanut viimeksi mainitut rajoitukset. Tykistön tutkaohjattu tuli on yöllä tarkempaa kuin näköhavainnoin johdettu tuli päivällä.

Tulevaisuuden meritaisteluun kuuluu osana ankara "teleteknillinen" taistelu. Viholliselta on mm riistettävä tutkamittauksen suomat edut. Vihollisen tutkien jaksolukujen tiedustelulla ja asiallisella häirinnän järjestelyllä tulee olemaan hyvin suuri merkitys. Tietyissä tilanteissa

pimeällä voi olla edullista muuttaa olosuhteet tehokkaalla häirinnällä täysin pimeäolosuhteiksi siten, että jopa oma tutkaus estyy. Tähän sisältyy tietenkin vaaramomentti, ellei todella olla selvillä vihollisen tutkien jaksoluvuista. Edellä selvitetyn ja myöhemmin vielä yksityiskohtaisemmin tarkasteltavien näkökohtien perusteella saattaa torpedoaseen käytölle olla edullista täydellisen tutkahäirinnän aikaansaaminen.

Suoritettu tarkastelu on epätäydellinen, ellei selvitetä tutkamittauksen merkitystä torpedoammunnassa. Tutka on etäisyyden määrittämisessä tarkempi kuin optinen mittaus. Virhemahdollisuudet ns arvioinnissa ovat varsinkin vaikeissa olosuhteissa erityisen suuret. Tutkan hyväksikäytöllä muodostuvat ampuma-arvojen määrittämisessä tehdyt virheet pienemmiksi kuin klassillisen torpedon ominaisvirheet. Arvioinnissa sen sijaan on tavallinen ampuma-arvojen virhe n neljä kertaa suurempi kuin torpedon sallittu suuntaohjauspoikkeama. Tulenjohtolaskinten tarkkuusvaatimuksilla on tietty kannattavuusrajan sa, minkä määrittäminen riippuu osittain torpedosta. Ilmeistä on, että tutkaan kytkettyjen laskinlaitteiden konstruktiossa helposti saavutetaan sellainen tarkkuus, että vastaavia ominaisuuksia ei torpedolta voida vaatia. Huomattava on myös, että tutkamittaukseen perustuva toiminta sallii ammunnan pitemmillä etäisyyksillä, koska virhetekijät pienenevät. Myöhemmin joudutaan vielä selvittämään tutkan merkitystä.

Edellä selostetusta voitaneen todeta, että tämä tehokkain mittauslaite on pidentänyt taisteluetaisyyttä palvellessaan siis pyrkimystä päästä vaikutukseen mahdollisimman aikaisin — kaukaa. Jollei taisteluvälineen tehollista vaikutusalaa voida lisätä tarkan mittausetäisyyden suhteessa, on selviö, että aseiden käyttömahdollisuudet pienenevät, jos jokin muu väline pystyy seuraamaan paikantamislaitteiden kehitystä. Pintalusten torpedohyökkäyksissä oli tämä todettavissa jo toisen maailmansodan aikana. Parannuksiin on pyritty ampumamenetelmien ja itse aseiden kehittämisellä.

2. Akustinen mittaus

Vedessä meren pinnan alapuolella poikkeavat mittausmahdollisuudet huomattavasti niistä keinoista, jotka ovat käytettävissä ilmatilassa.

Ihmisen aisteilla ei välittömästi ole merkitystä eikä sähkömagneettinen aaltoliike myöskään etene vedessä kuin hyvin rajoitetusti. Optisella tähystyksellä ja suuntauksella sekä tutkalla ei siis ole vedessä käytännöllisiä edellytyksiä. Magneettisiin ilmiöihin perustuvilla laitteilla saavutetaan tietty suppea ulottuvuus, mutta taistelutehtävissä käytettyjen tehokkaimpien välineiden toiminta perustuu toistaiseksi äänen etene- misominaisuuksiin vedessä.

Riippumattomuus meren pinnan yläpuolella olevasta ilmasta on eräs sukellusveneen kehittämisen tärkeimmistä tavoitteista. Mitä enemmän sukellusvene muuttuu vedenalaiseksi, sitä suuremmat ovat vaikeudet sen paikantamisessa. Tutkauksella ja tähystyksellä ei nykyään ole sitä merkitystä, kuin niillä oli toisessa maailmansodassa. Erilaiset kuuntelulaitteet — aktiiviset ja passiiviset — muodostavat sukellusveneorjunnan ja sukellusveneen oman toiminnan perustan vedenalaisessa taistelutoiminnassa.

Aktiivisen kuuntelulaitteen, kaikumittaimen, suurin mittausetäisyys on erittäin hyvissä olosuhteissa 5000 m, mikä arvo on lähinnä teoreettinen. Käytännössä on suurin etäisyys n 3000 m, mikä on hyvin pieni ajateltaessa esimerkiksi tutkausta.

Passiivisella kuuntelulaitteella voidaan vastaanottaa ääniä, jotka ovat lähtöisin n 50 km:n päässä olevasta aluksesta. Tällöin on kuitenkin kyse sukellusveneen mittaustuloksesta, kun maalina on pinta-alus. Viimeksi mainittu pystyy havaitsemaan kuuntelulla sukellusveneen enintään 10 km:n päästä. Jos sukellusvene käyttää ns äänetöntä kul- kua, ei passiivisella mittauksella saavuteta kaikumittausta suurempaa etäisyyttä. Sukellusvene on kuuntelulaitteiden käyttäjänä edullisempi kuin muut alukset, koska se pystyy toimimaan kuuntelulle edullisissa vesikerroksissa. Toiselta puolen se voi myös käyttää suojanaan tiettyjä kerroksia siten, että sen löytäminen vaikeutuu huomattavasti.

Vedessä ovat paikantamismahdollisuudet — siis mittausala — pie- nemmät kuin ilmatilassa. Kun sukellusvene havaitaan, se on yleensä jo etäisyydellä, jossa torpedoasetta voidaan käyttää menestyksellisesti. Ns edullisen ampumamatkan saavuttaminen on sukellusveneel- le mahdollista. Veden tiheydestä riippuen voi mittausala olla huomattavasti pienempi kuin torpedoaseen tehokas vaikutusala.

3. Yhteenveto

Vertailtaessa pinta-alusten ja sukellusveneen mahdollisuuksia suorittaa torpedohyökkäys on ilmeistä, että jälkimmäinen on edullisemmassa asemassa. Kun muut alukset toteavat sukellusveneen, se on yleensä jo alueella, jossa sillä on edellytykset taistelutehtävänsä suorittamiseen — vihollisalusten tuhoamiseen torpedoin.

Edellä ei ole tarkemmin selvitetty edullista torpedon ampumaetäisyyttä. On tyydytty arvoon 10 km, jota on pidetty suurimpana mahdollisena. Tehokas ampumaetäisyys voidaan määrittää matemaattisen tarkastelun perusteella, jolloin saadaan tiettyjen edellytysten vallitessa tulokseksi arvot, jotka ovat poikkeuksetta pienemmät kuin 10 km. Tunnettuja tavallisia torpedoja käyttäen on tuskin mahdollista ylittää mainittu arvo. Kuitenkin on todettava, että taistelukokemukset ovat usein osoittaneet käytännön tulokset teoreettisia laskelmia hieman edullisemmiksi.

Edellä on taisteluvälineen vaikutusalaä käytetty aseiden käyttömahdollisuuksien mittana — siis ampumaetäisyyden merkitystä on tähdennetty. Tällöin on torpedoaseen osalta selvitettävä kysymystä tarkemmin, jotta luotaisiin konkreettiset arvosteluperusteet. Kun tarkastelu lisäksi suoritetaan klassillisen torpedon käyttöä ajatellen, löydetään syyt, jotka ovat määränneet kehittämisspyrkimysten suuntaviivat.

C EDULLINEN AMPUMA-ASEMA JA AMMUNTATAVAT

1. Näkökohtia torpedoammunnasta

Torpedoammunta suoritetaan maalin suhteen kolmiomitannollisesti määritetystä paikasta, jota kutsutaan, kun se täyttää osumistodennäköisyyslaskelmien lausumat ehdot, edulliseksi ampuma-asemaksi. Osumistodennäköisyyden kaavoissa ovat mm maalin kulkusuunnan ja tähtäsviivan välinen kulma, ampumaetäisyys sekä maalin ja torpedon nopeuksien suhde tärkeitä tekijöitä. Laskelmien tulokset osoittavat, että torpedon on osuttava maalin kylkeen kulmassa, minkä suuruus maalin keulasta lukien on 60° — 120° :n välillä. Tällöin saadaan tietyn nopeussuhteen vallitessa maalikulmalle raja-arvot, joiden väliseen sektoriin aluksen tai lentokoneen on ohjattava torpedohyökkäystä suoritta-

taessaan. Kun lisäksi määritetään ampumaetäisyys, saadaan ympyrän kaari, jolta ammunta suoritetaan. Edullinen ampuma-asema on käyrä siinä napakoordinaatistossa, jonka origossa on maali ja polaariakselina maalin kulkusuunta. Tämän käyrän sijainnin tai ainakin sektorin tietää myös vihollinen, jolloin se voi kulkusuuntaansa muuttamalla käytettävissä olevan ajan puitteissa väistää hyökkäyksen siten, että torpedoammutta ei kannata. Torpedoase on tavallaan "jäykkä" väline, koska sen käyttö on riippuvainen sekä etäisyydestä että koordinaatiston vaihekulmasta, millä taas ei ole vaikutusta tykistön ja ohjusten käyttöön.

Ennenkuin muodostetaan käsitys edullisesta ampumaetäisyydestä, selvitetään esimerkin valossa virheiden aiheuttaman poikkeaman suuruus maalin kulkusuunnalla. Osumistodennäköisyyden kaavojen¹⁾ perusteella saadaan lasketuksi ns keskipoikkeama, jonka suuruus ilmenee maalikulmaa argumenttina käyttäen kuvan 2 piirroksesta, kun on tehty tietyt virheet. Poikkeamakäyrät antavat selvän käsityksen edellytyksistä, kun on kyse hitaasta ja nopeasta maalista. Esimerkiksi käyrän A kaarevuus osoittaa, että poikkeama (p) muuttuu hitaasti maalikulman arvoille 30°—130°. Näitä pienemmällä ja suuremmilla kulmilla kasvaa poikkeama jyrkästi. Käyrässä A on nopeussuhde 1/4 ($v = 10$ solmua, $v_t = 40$ solmua). Kun tarkastellaan käyrää C ($v/v_t = 1$) huomataan, että käyrän nousu minimikohdan molemmin puolin on heti jyrkkä. Kun nopeussuhteella 1/4 ammutaan likimain samoin edellytyksin alueella 30°—100°, on vastaava alue, jossa poikkeama muuttuu hitaasti, nopeussuhteella 1 vain n 40°—60°. Edullisen ampuma-aseman paikan määritelmää voidaan nyt täsmentää. Mitä suurempi on maalin nopeus, sitä pienempi on sektori, jossa ammunta voidaan edullisesti suorittaa. Täten on taktillisesti yksiköiden ohjaaminen taistelussa vai-

1 Maalikulman virheen ($d\beta$) aiheuttama poikkeama = $p_1 = D_t v/v_t \cot\beta d\beta$

Maalin nopeuden virheen (dv) aiheuttama poikkeama = $p_2 = D_t dv/v_t$

Kuvan 3 käyrästä on laskettu huomioon ottaen, että $D_t = E \sin\beta/\sin\gamma$

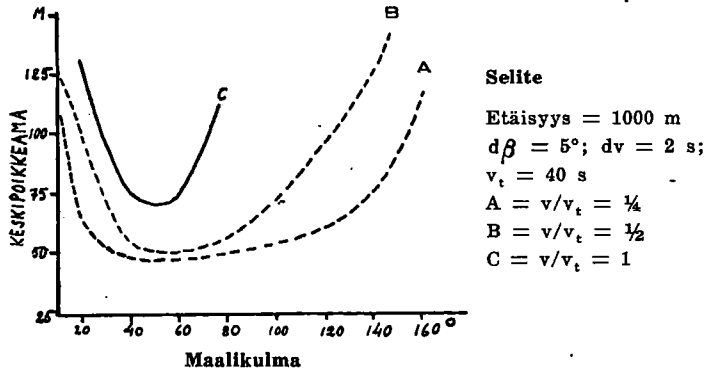
Keskipoikkeama $p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}$

D = maalin kulkumatka β = maalikulma

D_t = ampumamatka γ = osumakulma

v = maalin nopeus E = etäisyys

v_t = torpedon nopeus



Maalitekijöiden virheiden aiheuttama poikkeama

Kuva 2

keampaa hyökättäessä nopeaa maalia vastaan. Käyrien perusteella voitaisiin tutkia eräitä muitakin mielenkiintoisia kysymyksiä, mutta koska ne lähinnä kuuluvat ampumaoppiin, ei niitä tässä yhteydessä ole asiallista selvittää.

Yhtälöitä tarkastelemalla voidaan todeta ampumamatkan ja torpedon nopeuden merkitys. Ampumamatkan kasvaessa kasvaa poikkeama, kun se taas pienenee torpedon nopeuden suurenessa. Jos siis ampumamatkaa halutaan lisätä, on torpedon nopeutta nostettava, jos osumistodennäköisyys halutaan säilyttää tietyn suuruisena. Käytännön muistisääntönä kelpaa seuraava likimääräinen määritelmä:

”Ammunta voidaan suorittaa pidennetyllä ampumamatkalla osumistodennäköisyyttä muuttamatta, jos torpedon nopeutta nostetaan samassa suhteessa kuin ampumamatka kasvaa”. Siis jos esimerkiksi katsotaan, että 30 solmun torpedolla osutaan 750 m:llä, voidaan 50 solmun torpedolla ampua n 1250 m:n ampumamatkalla. Kuvan 2 käyrästä laskemisessa käytetyt virhearvot ovat sellaista suuruusluokkaa, mitkä melko helposti syntyvät arvioinnissa ja ovat myös mahdollisia ns taistelutasomerkinnässä. Kun ajatellaan tietyn maalin ns hyödyllistä pituutta, siis torpedon rataa vastaan kohtisuorassa olevaa maalin kyljen projektiota ja tämän puolikasta verrataan käyrästä ilmoittamiin keskipoikkeama-arvoihin, voidaan todeta, että yhden torpedon ammunta kannattaa vain alle 1000 m:n etäisyydeltä.

Ammunnan tarkkuuden parantaminen, kuten edellä on mainittu, voidaan toteuttaa tutkimukseen perustuvilla laskinlaitteilla. Esimerkkien mukaisia virheitä ei saa syntyä. Koska virheiden aiheuttama poikkeama muuttuu samassa suhteessa kuin ampumaetäisyyden muutos, voidaan ampua kaksi kertaa suuremmalta etäisyydeltä, jos poikkeamaa voidaan pienentää 50 %:lla.

Torpedon nopeuden nostamisessa, mikä on ollut torpedotekniikan tärkeimpiä tavoitteita, on tietyt rajansa. Tässä pätevät samat säännöt kuin laivanrakennuksessa, missä nopeutta lisättäessä tehon tarve kasvaa kuutiossa. Potkuritorpedojen suurin nopeus on tämän päivän teknillisten edellytysten puitteissa enintään 60 solmua. Tarkkuusvaatimukset voidaan mittaus- ja laskinlaitteiden osalta täyttää, mutta torpedo itse asettaa tietyt rajat. Höyrytorpedojen ”tarkkuuttaminen” on teknillisesti mahdollista, mutta tällöin joudutaan kustannuskysymysten eteen, jolloin on harkittava, vastaako pieni parannus taloudellisia uhrauksia. Täydellisesti sähköistetyt torpedon laitteet voidaan helposti rakentaa tarkkuusvaatimusten mukaisiksi, ja sähkötorpedo onkin tässä mielessä tehokkaampi kuin muut torpedolajit, mutta sen nopeus ei ole samaa luokkaa. Torpedo on laite, jossa nopeus- ja tarkkuuskysymystä ei ole ainakaan toistaiseksi voitu ratkaista kokonaisuutena taloudellisesti asiallisissa puitteissa.

2. Ammuntatavat

Torpedoammunta yhdellä torpedolla nykyisillä pitkillä taisteluetaisyyksillä ei, kuten edellä on todettu, ole tuloksellista. Vain poikkeustapauksessa voidaan lähestyä yhden torpedon ammunnan eli kertalaukauksen vaatimalle etäisyydelle pinta-aluksilla ja myös lentokoneilla. Sukellusveneellä on paremmat mahdollisuudet, mutta nykyaikaisin torjuntavälinein voidaan jo ryhtyä vastatoimenpiteisiin lähes 2000 m:n etäisyydellä. Jo ensimmäisessä maailmansodassa käytettiin ns torpedoyhteislaukauksia ja niitä kehitettiin sotien välisinä vuosina. Toisessa maailmansodassa useamman torpedon yhteislaukaus varsinkin sodan loppuvaiheissa oli sääntönä. Torpedojen kulutus upotettua yksikköä kohti kasvoi, mutta taisteluetaisyyksien pidetessä oli pakko käyttää runsaasti torpedoja tulosten saavuttamiseksi.

Yhteislaukauksessa on periaatteena ampua kaksi tai useampi torpedo maalin kulkusuunnalle välein, joiden suuruuden määrittää maalin hyödyllinen pituus. Todennäköinen keskipoikkeama taas ilmoittaa, montako torpedoa, siis mainittua väliä tarvitaan, jotta saavutettaisiin ainakin yksi osuma. Toisin sanoen kaksi kertaa keskipoikkeama jaettuna hyödyllisellä pituudella on välien lukumäärä. Kun tämän arvoon lisätään yksi, saadaan torpedojen määrä. Periaate on siis yksinkertainen, mutta käytännössä esiintyy vaikeuksia, joista ensimmäinen on kysymys poikkeaman suuruudesta.

Kuvan 2 piirroksen perusteella voidaan tehdä laskelmia tarvittavien torpedojen määrästä olettaen, että ammunta suoritetaan edullisesta ampuma-asemasta. Aikaisemmin on jo todettu, että yhden torpedon ammunta ei kannata yli 1000 m:n etäisyydeltä. 3000 m:llä voidaan 20 solmun maalia ampua viidellä 40 solmun torpedolla, jolloin tuloksena on yksi osuma. Vastaavasti voidaan laskea, että 5000 m:n ampumaetäisyydellä tarvitaan 7 torpedoa ja 10000 m:llä 11 torpedoa. On muistettava, että laskelmat on suoritettu sen liiketilan perusteella, mikä maalilla on laukaisuhetkellä. 5000 m:n ampumamatkan kulkee 40 solmun torpedo n 4:ssä min:ssa, jona aikana maali voi suorittaa väistöjä — muuttaa hyödyllistä pituuttaan ja koordinaatiston polaariakselin suuntaista nopeuttaan. Tällöin tietysti edellä esitetyn torpedokentän perusteet ovat virheelliset. Väistön suoritushetkestä ja maalin kyvystä kääntyä riippuu, joutuuko se kenttään vai sen ulkopuolelle. Jos väistön vaikutus otetaan huomioon, on torpedojen määrää lisättävä, jotta saataisiin aikaan tarpeeksi leveä ”vaarannettu alue.”

Tässä yhteydessä ei puututa yhteislaukausten teknilliseen suoritukseen, ylimalkainen periaate selvinnee kuvien 5—6 piirroksista. Yhden aluksen mahdollisuuksia ampua tarvittava määrä torpedoja kenttään käsitellään myöhemmin. Mainittakoon kuitenkin, että ammuntalaitteiden lukumäärä antaa viitteen aluksen käyttöperiaatteesta. Edellä on pyritty selvittämään yhteislaukauksien tarkoitus. Oleellista on, että ammunta voidaan suorittaa kaukaa. Torpedojen runsaalla käytöllä varmistetaan osuma. Kun torpedoalus nykypäivien kiivaassa meritaistelussa saavuttaa ampuma-aseman, ei ole mitään syytä torpedojen sääntämiseen osumismahdollisuuksien kustannuksella.

D TORPEDOJEN ERIKOISLAITTEET JA MAALINHAKUINEN TORPEDO SEKÄ NIIDEN KÄYTTÖPERIAATTEET

1. Magneettinen iskijä

Kosketussytytin eli -iskijä on laite, joka toimii varmasti vain, jos torpedo osuu tietyllä tavalla maalin kylkeen. Saksalaiset saavuttivat kärki-iskijäkonstruktiossaan hyvät tulokset. Laite toimii, kun torpedo osuu maalin kylkeen 7° — 143° välisillä kulmilla. Kosketusiskijä on varma väline, mutta luonnollista on, että huomattavia vaurioita aikaansaataisiin, jos lataus räjähtäisi, kun torpedo kulkee ohi läheltä maalia. Kosketusiskijällä varustettu torpedo on myös syvytettävä niin matalalle, että se ei kulje maalin alitse. Vaikka syvyytys on oikea, voi torpedo ohjauksen seurattessa voimakkaan aallokon liikettä kulkea maalin kohdalla liian syvällä, jolloin kosketusiskijä ei tietenkään toimi. Mainitut näkökohdat sekä pyrkimys vaurioittaa kohteen kolin aluetta ovat johtaneet heräteiskijöiden kehittämiseen. Ns magneettinen iskijä tuli käyttöön suurvalloissa jo ennen toista maailmansotaa. Torpedoissa on nykyään sekä heräte- että kosketusiskijä.

Uudesta sytytinjärjestelmästä saadut kokemukset taisteluolosuhteissa olivat aluksi kielteisiä, mutta sodan loppuvaiheissa oli saavutettu vaadittu käyttövarmuus. Magneettinen iskijä on myös väline, joka toimii täysin riippumatta siitä kulmasta, missä torpedo osuu maaliin. Tämä tosiasia sekä iskijän toimiminen herätteestä torpedon kulkiessa tietyllä etäisyydellä maalin ohi johti amerikkalaisilla sukellusveneillä ammuntaan aivan maalin keulan suunnasta. Luonnollisesti pyrittiin edelleen edulliseen ampuma-asemaan, mutta sen saavuttamista ei käytännön kokemusten mukaan enää katsottu ehdottoman välttämättömäksi.

Magneettinen iskijä on luonut edellytykset torpedoaseen joustavammalle käytölle, jolloin taktillinen toimintavapaus on myös suurempi. Käsite edullinen ampuma-asema on muodostunut suhteelliseksi — on kyllä parempi ampua osumistodennäköisyyden määrittämistä paikasta, mutta tulokseen päästään myös asemasta, mikä vanhan käsityksen mukaan on epäedullinen. Saaristossa rajoittavat syvyys-suhteet ja saaret mahdollisuuksia. Usein ei voida siirtyä ammunnan kannalta parha-

seen asemaan. Magneettisella iskijällä on näissä olosuhteissa suuri merkitys, koska sitä käyttäen ei tarvitse hyökätä tietystä suunnasta, vaan toiminta on aina mahdollista, kunhan vain löydetään torpedon kulun vaatima ura.

2. Mutkailulaukaus

Saksalaiset sukellusveneet joutuivat toisen maailmansodan saattue- taistelussa voimakkaiden vastatoimenpiteiden kohteiksi. Kuten tunnettua selviytyi sukellusveneentorjunta voittajana ankarassa kamppailussa. Sodan aivan viimeiset tapahtumat osoittivat kuitenkin sukellus- veneeseen siirtyneen uuteen kehitysvaiheeseen, jonka seurauksena tor- junta ilmeisestikin olisi joutunut hyvin suuriin vaikeuksiin.

Etsiessään ratkaisuja sukellusvenetoiminnan tehostamiseksi ottivat saksalaiset käyttöön torpedon, johon oli asennettu ns mutkailulaitteet.

Periaate ammunnessa on se, että mutkailun yleissuunnan on oltava maalin kulkusuunnan mukainen. Jotta tämä vaatimus tulisi täytetyksi, on torpedon ensimmäisessä kaarrossaan käännättävä suoran rataosuuden jälkeen määräsuuruinen kulma, mikä riippuu osumakulmasta. Alkuperäisissä konstruktioissa on kysymys todennäköisesti ratkaistu siten, että osumakulma aina on 90° . Jotta tämä olisi eri ampuma- ase- mista mahdollista, on säädettävä nopeutta suoralla rataosuudella.

On muistettava olosuhteet, joita varten saksalaiset suunnittelivat mutkailutorpedon. Maalina oli suuri, suhteellisen tiivis usean aluksen saattue. Periaatteena oli maalien muodostaman alueen tai sen osan ”peittäminen” mutkailutorpedoin, jolloin täytyy syntyä tuloksia.

Saksalaiset suorittivat laajoja kokeita. Mm he muodostivat liit- toutuneiden saattuejärjestelmän mukaisia maaliryhmiä suojueineen ja sukellusveneet suorittivat hyökkäyksensä. Tuloksena oli lähteiden mu- kaan erittäin suuri osumaprosentti.

Olipa maalina yksi alus tai alusryhmä, on selviö, että mutkailutor- pedolla on eräs huomattava etu. Tavallinen torpedo aikaansaa taiste- lussa yleensä lyhytaikaisen vaiheen — tilanneilmiön, jonka päättymi- nen erityisesti pinta-alusten suorittamassa hyökkäyksessä on päätel- tävissä näiden alusten liikkeistä. Suoraan kulkevat torpedot tulevat ja menevät, elleivät osu, mutta mutkailutorpedot — kun ne on am- muttu oikein ja kun niitä on tarpeeksi — jäävät vaikuttamaan maalialueelle.

Todennäköistä on, että nykyaikaisessa torpedossa on laite, jossa voidaan säätää ensimmäistä kaarta vastaava asetus jatkuvasti osamakulman perusteella siten, että nopeutta ei tarvitse muuttaa. Tällaisella järjestelyllä olisi ammunta todella riippumaton tietystä asemasta, mikä merkitsisi taktillisen toimintavapauden lisääntymistä.

3. Maalinhakuinen torpedo

Maalinhakuisen torpedon käyttötavat eivät vaatine yksityiskohtaista selvitystä — riittää kun todetaan tämän vedenalaisen ohjuksen toimintaperiaate pääpiirteissään. Aikaisemmin esitettyjen näkökohtien lisäksi on asiallista käsitellä ominaisuuksia numerotietojen valossa sekä palauttaa mieleen käyttöön vaikuttavia tekijöitä.

Hakulaitteen toimintasäde voidaan ajatella siirretyksi maaliin, mikä lisää kohteen dimensioita siten, että maali on sen ympyrän keskellä, jonka säteenä on hakusäde. Ammuttaessa on siis "osuttava" tähän ympyrään ja probleema on luonnollisesti aivan toinen kuin klassillisen torpedon käytössä. Saatuaan herätteen maalista alkaa hakulaite "mittauksensa" perusteella ohjata torpedoa. Hakulaitteen toimintasäteen suuruudesta on käytettävissä erilaisia arvoja, tavallisia ovat maininnat 1000—2000 m:stä. Asiaan vaikuttaa luonnollisesti rakenneperiaate, siis onko kyse aktiivisesta vai passiivisesta kuuntelulaitteesta.

Tutkauksen alalla käytiin viime sodassa "taistelua jaksoluvuista". Tunnettua on, että liittoutuneet pystyivät harhauttamaan saksalaisten ensimmäiset maalinhakuiset torpedot järjestämällä "mölymaaleja", joiden lähettämät voimakkaat ääni-impulsit vetivät torpedot pois varsinaisista kohteista. Saksalaiset suorittivat laajoja tutkimuksia alusten lähettämien äänien jaksoluvuista ja päätyivät mm eräässä torpedossaan — peitenimeltään "Falke" — alusten koneiden käynnille ominaiseen aaltopituuteen. Tästä välineestä käytettiin myös nimitystä "Zerstörerknacker" — hävittäjätappaja, mikä kuvaa aseiden käyttötarkoitusta. Maalinhakuinen torpedo on ilmeisestikin häirinnälle altis. Jotta sen harhauttaminen olisi mahdollista, on löydettävä se jaksoluku, jolla hakulaite toimii. Tässä on eräs tiedustelun sektori, mikä tulevaisuudessa voi saada suuren merkityksen.

Maalinhakuisen torpedon kehittämiseen on erityisesti Yhdysvalloissa kiinnitetty suurta huomiota. Eräs tärkeimmistä tavoitteista on tehokkaan sukellusveneentorjuntavälineen aikaansaaminen. Tämän ohella on myös parannettu pintamaaleja vastaan käytettäviä torpedoja, vaikka nopeutta on rajoitettava 25 solmuun. Kohtiohjausjärjestelmällä toimivalla torpedolla on edellytykset tavoittaa n 20 solmua kulkeva maali, mutta nopeampia aluksia ei voida ampua, koska tarvittavaa nopeusylivoimaa ei ole käytettävissä kohteen saavuttamiseksi energialähteitten kestoajan puitteissa. Yhteentörmäysjärjestelmä — josta muuten ei ole tietoja saatavissa — luo edellytykset myös nopean maalin ammunalle terävillä maalikulmilla, mutta kohteen kääntyminen pois päin torpedosta voi muuttaa tilanteen epäedulliseksi, jolloin maalin tavoittamiseen ei enää ole mahdollisuuksia.

E TORPEDOJEN JA NIIDEN KÄYTTÖPERIAATTEIDEN VERTAILUA

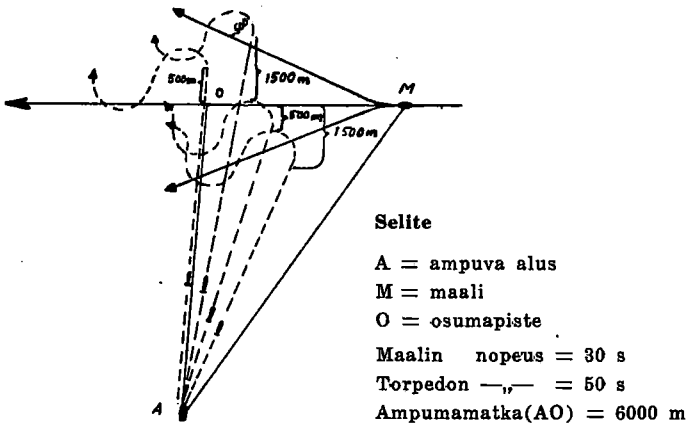
Tavallisilla ohjauslaitteilla varustetun torpedon käyttö taistelussa tehokkaimmalla tavalla on niiden lakien alainen, joiden tärkeimpiä tekijöitä on edellä käsitelty. Ampuma-aseman tarkka sijainti maalin suhteen on seikka, josta on pyritty vapautumaan, jotta taktilliset toimintaedellytykset muodostuisivat joustavammiksi.

Kalustoa käsiteltäessä on mm mainittu höyrytorpedojen melu. Niiden kulku voidaan kuuntelulaitteiden avulla todeta ja maali voi ryhtyä väistötoimenpiteisiin. Mitä kauempaa ammutaan, sitä pitempi on aika, joka on käytettävissä havaintoihin ja väistöihin. Lisäksi kulkevat alukset taistelussa voimakkaasti mutkaillen heti, kun torpedovaara on olemassa. Torpedon pieni nopeus, siis pitkä kulkuaika, on tekijä, joka erityisesti pitkillä etäisyyksillä todellisuudessa vaikuttaa muuttujana, vaikka se laukaisuhetkellä käsitetään vakioksi. Torpedoammunnan yhtälöissä ei ole aikaa, mikä seikka yksinkertaistaa laskin-, tähtäin- yms laitteita, mutta tällöin ei myöskään suoriteta laskelmia ennakkopisteen sijainnin vaihtoehdoista. Jos tällainen tutkimus suoritettaisiin, olisi ilmeisesti tuloksena ennakkoalue, joka sisältää kaikki ne mahdollisuudet, mihin maali voi siirtyä torpedon kulkuaikana. Niiden pisteiden ura, johon maali tietyllä vakionopeudella torpedon kulkuaikana siirtyy erisuurusin kaaroin eri kulkusuuntia noudattaen, on aluksen

käännösympyrän evolventti. Kun maali kulkee suurinta nopeuttaan, saadaan mainitun käyrän rajoittama suurin alue, mikä voi olla hyvinkin laaja ammuttaessa pitkällä etäisyyksillä.

Torpedokentän ammunassa aikaansaadaan tavallaan alueellinen "torpedovaarannos". Maalin väistämahdollisuudet huomioon ottaen on lähellä ajatus ampua sitä aluetta, missä maali voi olla. On heti sanottava, että klassillisella torpedolla ei saavuteta järjellistä ratkaisua. Esimerkiksi 25 solmua kulkevaa 100 m:n maalia vastaan olisi n 8000 m:n ampumamatkalla ammuttava teoreettisesti laskien n 70—80 kpl 50 solmun torpedoa. Kun vihollisen taktilliset tavoitteet ovat pääteltävissä, voidaan ennakoaluetta käytännössä pienentää. Useamman aluksen muodostelmassa ei myöskään ole jokaisella yksiköllä täyttä ohjailuvapautta, vaan on nopeuden ja suunnan valinta rajoitettua. Näillä perusteilla tulevat ymmärrettäviksi japanilaisten hävittäjien onnistuneet kaukolaukaukset, joista aikaisemmin oli puhetta.

Mutkailutorpedon toimintaperiaatteella saavutetaan alueellinen vaikutus, joka on tietyn ajan pysyvä mutta siirtyvä mutkailun yleissuunnassa. Yhteislaukauksella voidaan laajakin alue "haravoida" (kuva 3)



Torpedoviuhka mutkailulaukauksin

helposti kohtuullisella torpedomäärällä. Jos sen sijaan pyritään yhden aluksen suhteen 100 %:n osumisvarmuuteen ja sen säilyttämiseen tietyssä aikana, syntyy ilmeisestikin vaikeuksia. Tietysti voidaan ajatella perättäin ammuttuja yhteislaukauksia, mutta torpedomäärä — mikäli suoraviivaisesti halutaan ylläpitää osumisvarmuus — kasvaa suhteettoman suureksi.

Sadan prosentin osumisvarmuus ei merkitse suinkaan alueen peittämistä saumattomasti edestakaisin kulkevin torpedoin. Löytyy ilmeisestikin jonkinlainen **vaikuttava tiheys**, jonka määrittämisessä on otettava huomioon torpedojen mutkailuominaisuudet ja ennakoalueen muodostuminen erilaisilla tekijöillä. Tuloksena on todennäköisesti kuvaannollisesti sanottuna ”verkko”, jolla ennakoalue peitetään tietyksi ajaksi ja jonka silmän suuruus on huomattavasti maalin mittoja kookkaampi. Nykyisten teknillisten edellytysten puitteissa voidaan mutkailulaitteen ominaisuuksia kehittää siten, että ammunta on paitsi riippumaton tietystä ammunta-asemasta myös mahdollinen pitemmällä etäisyyksillä kuin klassillista torpedoa käytettäessä.

On usein mainittu, että mutkailulaukauksen käytöllä on ”epäterve” piirre — siihen sisältyy välillisen osumisen ajatus, siis torpedo ammutaan ohi tarkoituksella osua vasta mutkailuvaiheessa. Kuitenkin on huomattava, että klassillisen torpedon yhteislaukauksessa tiedetään, että **osa kentän torpedoista varmasti menee ohi**. Näiden kääntäminen takaisin, jotta niillä vielä olisi mahdollisuudet löytää maali mutkailien, on epäilemättä tarkoituksen mukaista. Maalinhakuisella torpedolla on se etu, että se hakusäteensä puitteissa saa peitetyksi ainakin huomattavan osan ennakoaluetta. Tarvittaessa voidaan muutamalla torpedolla aikaansaada tarpeeksi suuri etsintävyöhyke. Akustisten laitteiden toimintaedellytysten rajan määrittää kuitenkin ns kavitaatioilmiö, mikä on esteenä nopeuden nostamiselle. Maalinhakuinen torpedo on erikoistaiseluväline, joka konstruoidaan vain tiettyjä tehtäviä varten. Vetyperoksiditorpedo on pintamaaleja vastaan toimittaessa tehokkain väline ja lisäksi ainoa, jossa menestyksellisesti voidaan käyttää mutkailulaitteita. Paineilmatorpedo on vanhojen menetelmien ase, jonka nopeus/kulkumatkasuhde rajoittaa sen mahdollisuuksia. Sillä ei saavuteta mutkailulaittein varustettuna tarvittavaa nopeutta riittävän pitkällä matkalla. Uusimmat pintamaaleja vastaan tarkoitetut sähkötorpedot ovat saa-

vuttamassa paineilmatorpedojen suoritusarvot. Kun vetyperoksiditorpedo lähivuosina on kehittynyt tasolle, mikä vaaditaan käyttövarmalta aseelta, se syrjäyttää pintamaalitorpedona kaikki muut lajit.

F TORPEDOALUKSET JA NIIDEN TOIMINTAMAHDOLLISUUDET

1. Yleistä

Torpedoaseen käyttömahdollisuudet riippuvat paitsi itse aseennaisuuksista myös niiden alusten toimintatavoista ja menetelmistä, jotka käyttävät torpedoasetta. Edellä on pääkohdittain perehdytty itse taisteluvälineen edellytyksiin, jolloin on käsitelty ne seikat, mitkä liittyvät ampuma-aseman sijainnin, sen haittojen ja etujen tutkimiseen sekä mahdollisuuksiin luoda joustavimmat edellytykset torpedoaseen käytölle. Aluksen ja lentokoneen on ohjattava ampuma-asemaan, oli se sitten tarkasti määritetty tai vapaammin valittavissa. Aikaisemmin selvitetyt näkökohdat ovat siis sellaisinaan yhden aluksen tai lentokoneen hyökkäykseen vaikuttavia tekijöitä. Kuitenkin on eri aluslajeilla, kuten erityisesti mittausmenetelmien tarkastelussa on todettu, toisistaan poikkeavat mahdollisuudet. Ajateltaessa useamman yksikön toimintaa on luonnollisesti tutkimuksen kohteena se vaikutus, mikä on useamman aluksen ampuma-asemien muodostamalla kokonaisuudella, ja ne mahdolliset tekijät, jotka määrittävät sen edullisuuden.

2. Pintatorpedoalusten toiminta

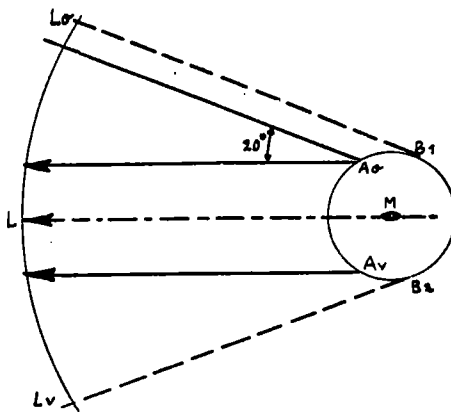
a. Torpedohyökkäyksen suoritus

Pinta-alus, joka taistelussa käyttää torpedoasetta, joutuu yleensä lähestymään kohdetta, joka tavallisesti liikkuu. Lähestyminen on liiketekijöiden määrittämien lakien alainen, jotka on otettava huomioon erityisesti torpedohyökkäyksissä. Kuten edellä on havaittu, on torpedoaseen vaikutusala suhteellisen rajoitettu, mistä johtuu, että torpedoalus ennen tavoitettaan — ampuma-asemaa — voi joutua tykistön tulen kohteeksi. Hyökkäys on periaatteessa suoritettava liiketekijät huomioon ottaen siten, että torjunnalla on mahdollisimman lyhyt aika käytettävissään. Lisäksi mitä pienemmäksi lähestymisaika muodostuu,

sitä suuremmalla todennäköisyydellä säilyy se maalin liiketila, mikä hyökkäykseen lähettäessä oli toiminnan perusteena. Tutkan aikakaudella on mahdollisimman nopea lähestyminen katsottava päämenettelytavaksi. Jos on olemassa edellytykset siirtyä salassa ampuma-asemaan, on tätä mahdollisuutta tietenkin käytettävä hyväksi. Tällöin on usein paljastumisen estämiseksi toimittava aikaa käyttäen mutta silti hidastelematta.

Lyhytaikaisessa hyökkäyksessä on käytettävä suurta nopeutta ja lähestymissuunta on valittava siten, että nopeusvektoreiden summa on suurin mahdollinen. Ampuma-asema — ajateltakoon se nyt pisteeksi — liikkuu maalin nopeudella sen kulkusuuntaan, jolloin etäisyyden lyheneminen tämän pisteen suhteen on suurin, kun siihen ohjataan maalin vastakkaista kulkusuuntaa noudattaen (kuva 4). Jos valittu lähestymissuunta poikkeaa alle 20° mainitusta vastasuunnasta, on läheneminen lähes suurin mahdollinen ja vielä käyttökelpoinen. Ottaen huomioon, että ampuma-asema on muuttuva paikka ympyrän kaarella, on hyökkäyksen lähtöasema valittava siten, että siitä mitattu maaliikulma on alle 35° .

Teoreettisen tarkastelun perusteella on siis edullinen lähestyminen suhteellisen rajoitettu ja käytännössä usein vaikea toteuttaa. Kyseessä on liike- ja aikatekijöiden määrittämä periaate, mitä taistelussa on



Selitte

M = maali

M = maaliympyrä, jonka säde on ampumaetäisyys

A_o = ampuma-asema (oikealla)

A_v = ampuma-asema (vasemmalla)

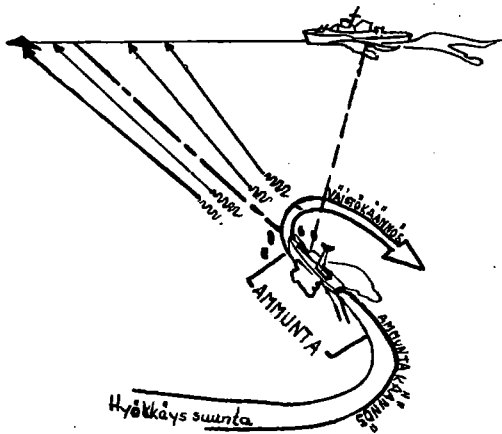
L_o B₁ B₂ L_v = lähestymisalue

Hyökkäyssuunta maalin kulkusuunta $\pm 180^\circ \pm 20^\circ$

Torpedohyökkäyksen lähestymisalue

Kuva 4

noudatettava soveltaen. "35°-säännön" mukainen toiminta on erityisen sovelias hävittäjien rakennetta ja torpedoputkien sijoittelua ajatellen. Torpedohyökkäys suoritetaan ohittamistaistelun luonteisesti, missä mainitun aluslajin torpedoaseella ja tykistöllä on hyvät toimintaedellytykset aseiden sijoittelun kannalta. Kiinteillä ammuntalaitteilla varustetun torpedoveneen, ellei sillä ole jatkuvaa kulma-asetuksen välitystä, on ammuntaa varten suoritettava suhteellisen jyrkkä ammutakäännös (kuva 5), kuljettava lyhyt matka ampumasuunnassa, minkä jälkeen se vasta voi aloittaa irtautumisen väistökäännöksellä. Useampien venei-

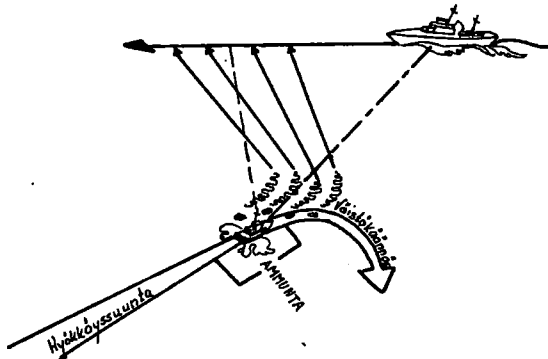


Torpedoveneen torpedohyökkäys suoria laukauksin

Kuva 5

den toimiessa muodostelmassa, vaikka tässä käytettäisiin vapaata avojärjestystä, on ammuntaohjailu johdettava jo veneiden keskinäisen turvallisuuden takia, mikä puolestaan aiheuttaa viestitystä. Syntyy siis kitkatekijöitä. Ammutakäännös on myös omiaan ilmaisemaan ammunnan suoritushetken. Ohjailua helpottaa se, että 35°-säännön puitteissa voidaan toimia kapeassa muodostelmassa.

Torpedoveneet voivat ampua huomattavasti joustavammin kulmalaukauksin (kuva 6). Ammutakäännöstä ei tarvitse suorittaa — siis "veneellä tähtääminen" on tarpeetonta, mikä helpottaa yksityisen aluksen toimintaa ja sallii joustavamman liikehtimisen.



Torpedoveneen hyökkäys kulmalaukauksin

Kuva 6

Maali, joka toteaa keulasuuntimissa hyökkäävät torpedoalukset, joutuu vaikeaan asemaan. Sota-aluksella on yleensä tulivoima heikompi keulaan ja perään päin kuin kyljille. Saadakseen torjuntatulen tehokkaaksi sen on kaarettava ja "näytettävä kylkeään", jolloin se joutuu asemaan, mikä torpedoammunnan kannalta kuitenkin aina on edullisempaa torpedosta — klassillisesta, mutkailevasta tai maalinhakuisesta — riippumatta. Ainoa väistökeino on mahdollisimman aikaisin suoritettu jyrkkä kaarto loittonevalle kulkusuunnalle, mikä on torpedoalukselle vaikea tilanne, koska torpedoammunta voi muodostua kannattamattomaksi. Torpedo ei saavuta nopeaa maalia energialähteittensä käyttöajan puitteissa, jos ampumaetäisyys lisäksi on pitkä. Maalin ei myöskään kannata ajaa kohti torpedoalusta, mikä kuitenkin on parempi kuin kyljen näyttäminen lähenevällä kulkusuunnalla, koska ampumamatka nopeasti lyhenee ja torpedoammunnan tarkkuus paranee, jolloin magneettisin iskijöin saavutetaan haluttu tulos.

Ajateltaessa useamman torpedoaluksen yhteistoimintaa on helppoa suorittaa voimien ryhmittäminen maalin tai vihollisen laivasto-osaston eri puolille, kun hyökkäys aloitetaan lähtöasemasta, jossa maalikulma on pieni. Tällöin vaikeutetaan väistöjen suorittamista, koska maali jyrkästikin kääntyen voi joutua toiseen hyökkäysosemaan nähden sopivaan asemaan. Ryhmitysten käyttämisellä on pääasiassa kaksi päätarkoitusta. Niillä pyritään luomaan edellytykset itse hyökkäyksen suo-

rittamiselle, minkä lisäksi ryhmitys tavoitteissa, siis eri yksiköiden ampuma-aseissa, palvelee ammunnan tehokasta suoritusta. Päämäärä on tuhota vihollisen voimat, mikä suoritetaan torpedoammunnalla ampuma-aseista. Tällöin on luonnollista, että sen ryhmityksen saavuttaminen, mikä ammunnan kannalta on edullinen, on lähestymisvaiheen taktillisen toiminnan päätehtäviä.

b. Useamman aluksen yhteistoiminta torpedoammunnassa

Aikaisemmin on selvitetty näkökohtia, jotka tähdentävät yhteislaukausten merkitystä. Erityisesti klassillisen, mutta myös mutkailu-torpedon käytössä on lukumäärällä oleellinen merkitys. Luonnollisesti on useamman aluksen yhteistä torpedokapasiteettia pyrittävä käyttämään hyväksi. Periaatteessa olisi edullista, jos eri yksiköiden ampuvat torpedot voitaisiin yhdistää yhteislaukausperiaatteiden mukaiseksi kokonaisuudeksi. Käytännössä ei koskaan ole käytetty tällaista järjestelmää. Korkeintaan on säännöstellty laukaisuhetki. Syyt ovat selvät, sillä taistelun eri tekijöiden vaikutuksen alaisena ei voida hallita menettelmää, joka muodostuisi melko mutkikkaaksi. Kuten jo mainittiin, on vain yhtäaikaisin laukauksin pyritty aikaansaamaan tietty torpedojen keskitys maalissa. Tällöin on kohteen eri puolilta suoritetuilla, kunkin aluksen järjestelmällisesti muodostetuilla yhteislaukauksilla osumistodennäköisyyttä lisäävä merkitys, koska maalin kulkusuunnan muutoksen aiheuttaman virheen vaikutus pienenee. Jos kaikki alukset ampuvat itsenäisesti yhtä maalia sen samalta puolelta, saavutetaan osumistodennäköisyyden kannalta tietty tehon lisäys, minkä — joskus näinkin päin — aiheuttaa ammunnan ja torpedojen virheet. Jos kaikki alukset ampuisivat täsmällisesti oikein, peittäisivät yhteislaukausviuhkat toisensa maalin kulkusuunnalla, jolloin tehon lisäys on yhtä kuin torpedotiheyden kasvu.

c. Näkökohtia torpedoaseistuksesta

Puuttumatta yksityiskohtaisemmin useamman aluksen ”keskitysamuntaan” palataan vielä siihen tosiasiaan, että yhteislaukauksin lisääntään osumismahdollisuuksia. Koska yhteistoiminta eri yksiköiden vä-

lillä on vaikeasti järjestettävissä ja koska kuitenkin on pyrittävä suureen torpedomäärään, on tämä vaikuttanut torpedoveneiden ominaisuuksiin ja aseistukseen. Koska kertalaukaus ei yleensä ole kannattavaa, on yhden torpedon vene käyttöarvoltaan hyvin heikko. Kahden torpedon yksikkö on rajatapaus, jota voidaan perustella esimerkiksi Lanchesterin neliölakiin nojautuen, mutta ei sen sijaan torpedoampumaopin todennäköisyyslaskelmien mukaan. Nykyään on yleisin venelaji neljän torpedon yksikkö, jonka periaatteessa on ammuttava kaikki torpedonsa yhtäaikaa. Klassillisin menetelmin sen ei kannata ampua yli 3000 m:n ampumatkoilla. Tehokkain on tällä hetkellä ruotsalainen kuusitorpedoinen T 102-luokan vene, jolla voitaneen ampua yhteislaukaus n 4000 m:n matkalla.

Hävittäjien torpedoputkimäärä lisääntyi molempien maailmansotien välivuosina ja nousi eräissä tapauksissa jopa 16 kpl:seen. Tähän vaikutti paitsi yhteislaukausnäkökohdat myös toimintavalmius. Pyrkimyksenä oli putkiryhmien vuorottaisella käytöllä jatkuvan torpedoammuntavalmiuden säilyttäminen, sillä torpedojen lataus on hidasta — japanilaiset pystyivät suorittamaan tämän toiminnan 2 min:ssa suurilla 60,9 cm:n torpedoillaan, joiden paino oli 2770 kg ja pituus 9 m. Tulos on erittäin hyvä.

Ilmatorjunta, sukellusveneentorjunta ja tutkatiedustelutehtävät ovat lisänneet hävittäjissä näiden toimintojen vaatimia aseita ja laitteita, jolloin torpedoaseistusta on jouduttu vähentämään. Osittain on tähän vaikuttanut myös se tosiasia, että hävittäjien on vaikeata lähestyä nykyiset torjuntakeinot huomioon ottaen tehokkaalle torpedoampumasetäisyydelle erityisesti valtameriolosuhteissa. Pinta-alusten välinen taistelu Tyynellä valtamerellä muodostui sodan loppuvaiheissa harvinaiseksi, kun sen sijaan ilma- ja sukellusvenetoiminta kiihtyivät, jolloin alusten torjuntamahdollisuuksia oli tehostettava mm torpedoaseen kustannuksella. Yhdysvaltain hävittäjälaivasto oli täten sodan loppuvaiheissa kehittänyt ilma- ja sukellusveneentorjuntatehtäviin soveltuvaksi. Tämä suuntaus on jatkunut sodan jälkeisinä vuosina. Euroopan vesillä, missä toimittiin rannikkojen välittömässä tuntumassa ja vastustajien lähtöalueet olivat suhteellisen lähellä toisiaan, syntyi sodan loppuvaiheissakin tilanteita, joissa alukset joutuivat taistelukosketukseen. Tukikohtien läheisyyden takia saattoivat vastustajat yhden yön aikana

siirtyä, kohdata, taistella ja poistua. Lyhyet etäisyydet aiheuttivat siis sen, että laivat pystyivät suorittamaan tehtävänsä, jos niin haluttiin, pimeäolosuhteissa, jolloin lentoaseella ei ollut parhaita toimintaedellytyksiään. Täten on sodan jälkeen esimerkiksi uusimmissa englantilaisissa hävittäjissä säilynyt suhteellisen tehokas torpedoase, koska sillä viimeisten sotakokemusten mukaan saavutettiin tuloksia.

3. Sukellusvene

Mittausmahdollisuuksien tarkastelun yhteydessä on selvitetty sukellusveneen toimintaedellytysten päätekijät, mitkä ovat tälle aluslajille edulliset. Hyökkäyksen suoritus perustuu vesielementin mahdollisimman täydelliseen hyväksikäyttöön, jolloin pyrkimyksenä on salassa pysyminen. Liiketekijöiden vaikutus on periaatteessa sama kuin pinta-aluksilla. Torpedoaseen ja sukellusveneen kehitys ovat hyvin kiinteästi liittyneet toisiinsa. Mainitun taisteluvälineen uutuudet ja parannukset ovat yleensä syntyneet sukellusveneiden taistelutoiminnan tehostamis- mielessä. Näin on mm sähkötorpedon, magneettisen iskijän, mutkailulaitteen ja torpedotulenjohtolaskinten laita. Pinta-alukset ovat vasta myöhemmin, usein hämmästyttävän hitaasti omaksuneet jo koetellut laitteet ja välineet.

Nyky aikaisten vedenalaisten taisteluteho on osoittautunut jo osin sotakokemusten mukaan huomattavasti suuremmaksi kuin vanhan sukellusveneen. Rauhanajan harjoituksissa on tämä tosiasia myös todettu. Sukellusveneentorjunta on sen takia erittäin suuren huomion kohteena, jopa julkisestikin.

Sukellusveneet kuljettavat mukanaan useamman lajin torpedoja, kuten maalinhakuisia ja tavallisia sähkötorpedoja sekä mutkailevia tai tavallisia kaasutorpedoja. Täten voidaan tilanteesta riippuen valita väline, joka tarkoituksenmukaisimmalla tavalla johtaa tulokseen. Saksalaiset ryhtyivät sodan loppuvaiheissa käyttämään maalinhakuista torpedoja varmistusvoimia vastaan, ja varsinaisia kohteita ammuttiin muilla lajeilla.

Torpedo on nykyaikaisen vedenalaisen pääase — vesielementin yleistäisteluväline, joka tuskin on korvattavissa mutta kylläkin kehitettävissä. Se tosiasia, että sukellusvene on saanut lisätehtäviä, osoittaa

sen käyttökelpoisuuden — ei torpedoaseen merkityksen vähenemistä. Kehitys näyttää johtavan todelliseen vedenalaiseen taistelutoimintaan sukellusvene sukellusvenettä vastaan, jolloin tärkein taisteluväline on vedenalainen ohjus, torpedo.

G LOPPUKATSAUS

Torpedoaseen taktillis-teknillisten käyttömahdollisuuksien tarkastelu on suoritettu itse välineen ominaisuuksien, ammunnan periaatteiden ja alusten hyökkäysmenetelmien perusteella. Lähtökohtana on käytetty tiettyjä lukuarvoin ilmaistavia tosiasioita, joiden avulla on pyritty löytämään taistelun suorittamiseen oleellisesti vaikuttavat näkökohdat. Alusten hyökkäystoiminta kuuluu taktiikkaan, mutta liiketekijöiden merkitys voidaan selvittää kinematiikan avulla, mikä taas johtaa aikakäsitteen tarkasteluun. Kaikessa taistelutoiminnassa merellä on ajan, nopeuden ja matkan riippuvuussuhde aina vaikuttamassa, ja se on konkreettinen tarkasteluperuste alusten liikkeitä ja aseiden käyttöä selvitettäessä. Torpedoaseella on edellä todettu olevan suhteellisen rajoitettu ulottuvuus, missä ammunnan kannalta argumenttina on torpedon pieni nopeus. Tämän heikon ominaisuuden parantamiseksi on torpedotekniikka kamppailut jatkuvasti. Veden tiheys on n 900 kertaa suurempi kuin ilman, missä n 950 solmun nopeus vastaa 45 solmua vedessä. Torpedo on siis suhteellisesti erittäin tehokas, ja teknillisesti se oli saavuttanut jo muutama vuosikymmen sitten sen tason, millä aerodynamiikka nyt on. Absoluuttinen nopeus on kuitenkin maaleihin nähden pieni.

Aerodynamiikassa, jonka lait ovat usein sovellettavissa hydrodynamiikkaan, tunnetaan käsite "äänimuuri", minkä läpäiseminen ei ole potkurikoneilla mahdollista. Vedessä muodostaa ehkä vastaavan esteen kavitaatioilmiö, minkä vaikutuksesta potkuritorpedojen nopeuden nostaminen nykyisestäään on erityisen vaikeata. Luonnollisesti on tutkittu uusien koneistojen tarjoamia mahdollisuuksia. Jo saksalaiset kokeilivat reaktiomootoreilla, mikä toiminta on suurvalloissa sodan jälkeen jatkunut. Suuri polttoaineen kulutus on osoittautunut haitaksi, mikä rajoittaa kulkumatkaa. Lisäksi on ilmaantunut vaikeuksia torpedon

ohjausjärjestelmissä, minkä aiheuttajana ovat suuren nopeuden epäedulliset veden virtausilmiöt. Peräsimet olisi edullisinta sijoittaa torpedon kärkeen. Ilmeistä on, että reaktiokäyttöinen torpedo on toistaiseksi suunnittelutasolla. Teoriassa on n 100 solmun nopeus mahdollinen.

Sukellusveneentorjunnan tehostamisen vaatimus on aikaansaanut ratkaisuja, jotka ovat erityisen mielenkiintoisia ja voivat viitoittaa tietä kehitykselle lähitulevaisuudessa. Ilmassa pystytään aina saavuttamaan suurempia nopeuksia kuin vedessä. Ajatus, jonka mukaan ensiksi mainittua elementtiä on käytettävä hyväksi, on luonnollinen ottaen huomioon ohjustekniikan tarjoamat mahdollisuudet. Torpedo on siis nostettava ilmaan, jossa se voi edetä nopeasti maalin läheisyyteen ja tavoittaa esimerkiksi sukellusveneen lentonsa jälkeen vedessä. Lentokoneilla on nykyään käytössään tällainen väline. Se on kaksiosainen, jossa ohjuksen tehtävänä on kannattaa maalinhakuista sukellusveneentorjuntatorpedoa. Tavallaan on kyse kaksivaiheisesta ohjuksesta. Tällaisen laitteen käyttöä pintamaalia vastaan rajoittaa toisen vaiheen hitaus — alle 25 solmua — mutta sillä on tiettyjä mahdollisuuksia paitsi sukellusveneitä vastaan myös esimerkiksi saattuetisteluisissa. Esteitä ei ilmeisestikään ole olemassa tällaisen välineen ampumiselle myös pinta-aluksista. Tämän taisteluvälineen mahdollisuuksien pitempi tarkastelu johtaisi mielenkiintoisten kysymysten tutkimiseen, joita ovat esimerkiksi mutkailevan torpedon käyttö toisena vaiheena, eri aluslajien varustaminen tällaisin asein jne. Laajempi selvitys nojautuisi toistaiseksi pelkkään teoriaan käytännön kokemusten puuttuessa.

Pinta-alusten suorittamasta torpedohyökkäyksestä on edellä todettu — kun palataan jälleen tavallisiin ”yksivaiheisiin” torpedolajeihin — että torpedoaseen ja torjuntatykistön vaikutusalojen suhde on ensiksi mainitulle epäedullinen. Lähestyttäessä joudutaan pahimmassa tapauksessa toimimaan tietty aika tulituksen kohteena. Tämä aika on kummankin aseiden vaikutusalan sekä alusten liiketekijöiden funktio, ja se on saatava mahdollisimman lyhyeksi. Mainittua päämäärää palvelee myös maalikulmasta riippumaton ammunta, jolloin voidaan valita hyökkäyssuunta, mitä noudattaen lyhyimmässä ajassa päästään tietylle etäisyydelle. Tämähän on tavallisimpia kinematiikan tehtäviä. Hyökkäysajan lyhentämisellä on rajansa. Tykistöllä on mahdollisuudet kehittää ratkaisuun johtava tuliylivoima pinta-alusten torpedohyökkäystä tor-

juessaan. Tämä absoluuttisen ylivoiman muodostuminen vihollisen eduksi on luonnollisesti estettävä, jolloin ei ole muuta mahdollisuutta kuin käyttää lentojoukkojen tukea ja laivaston eri aselajien yhteistoimintaa hyväksi. Viholliseen on suunnattava ainakin siksi ajaksi tykistön, pommien, raketien ja ohjusten tuli, kun torpedoalukset pyrkivät tavoitteeseensa. Tämän tulen ei tarvitse olla ylivoimainen, mutta sillä on saavutettava sellainen teho, että se pakottaa vihollisen keskittämään tulensa — ainakin sen pääosan — torpedohyökkäystä tukevien voimien tulivaikutuksen heikentämiseen. Torpedoaseella luodaan se lisäys, minkä oma tulivoima tarvitsee edullisen ratkaisun saavuttamiseksi.

Torpedoveneen suunnittelun ja rakentamisen yhtenä periaatteena on suuri nopeus. Ennen toista maailmansotaa rakennetut veneet olivat melkein pä yksinomaan tehokkain moottorein varustettuja torpedojen kantajia. Nykyään on nopeus pienentynyt, koska aseistusta on täytynyt lisätä ja tutka kaikkine lisälaitteineen on välttämätön. Lähitulevaisuudessa tekniikan kehitys tekee mahdolliseksi sellaisen moottoriyhdistelmän sijoittamisen, mikä kohtalaisen siirtymisnopeuden ohella luo edellytykset erittäin suuren taistelunopeuden saavuttamiselle.

Torpedovene on pienikokoinen, lyhyen toimintasäteen omaava aluslaji, jonka toiminta-alueita ovat rannikko- ja kapeikkovedet. Se on siis erikoisolosuhteiden väline. Veneiden koon kasvaessa on merikelpoisuus huomattavasti parantunut, joten niitä voidaan käyttää yhteistoiminnassa muiden aluslajien kanssa. Aikaisemmin olivat torpedoveneet yksiköitä, jotka toimivat pääasiassa omassa kokoonpanossaan muista erillään. Nykyään niiden tärkeimmän taistelutehtävän suoritus edellyttää yleensä yhteistoimintaa, jolloin torpedovene yhä enemmän on tulemassa yksiköksi, mikä liitetään operaatiokelpoiseen, laivaston eri aselajeista muodostettuun kokonaisuuteen.

Tutkalla on paitsi tulenjohtoa ajatellen suuri merkitys myös taktillisena johtamisvälineenä. Pimeässä ja huonon näkyvyyden vallitessa sillä voidaan tarkasti seurata tilanteen kehittymistä, selvittää ryhmittykset ja muodostelmat jne. Vastustajien kohdatessa toisensa on varmasti se taistelevista hyvin vaikeassa asemassa, joka syystä tai toisesta ei voi käyttää tutkaansa. Kun pimeässä todetaan, että omilla tutkilla ei esimerkiksi häirinnän takia voida mitata, on sotatoimen onnistumi-

sen edellytyksiin ilmaantunut vakava tekijä, jonka kielteistä vaikutusta lieventää vain varmuus siitä, että oma tutkahäirintä pystyy tehokkaasti estämään vihollisen tutkauksen.

Sukellusvene on "yksittäistaistelija", jonka toimintakyky ei riipu muiden aluslajien ja lentojoukkojen välittömästä tuesta. Yhteistoiminnalla voidaan sen mahdollisuuksia kylläkin parantaa, mutta usein on omien pintavoimien läsnäolo suorastaan haitallista. Sukellusvene, erityisesti nykyaikainen vedenalainen, pystyy toimimaan jatkuvasti alueilla, jotka ovat vihollisen valvonnassa ja joko osittain tai täysin omien pintavoimien mahdollisuuksien ulkopuolella. Sukellusvene on heikommalle erittäin tärkeä aluslaji, usein jopa ainoa väline, jolla voidaan ainakin häiritä vihollisen muuten esteetöntä meren käyttöä.

Ohjusten kehittyessä ja saadessa yhä laajemman käytön voitaisiin jatkaa tarkastelua vaikutusalakäsitteen perusteella, jolloin torpedoaseen lyhyt ulottuvuus luonnollisesti tulisi vieläkin selvemmin esille. Torpedo on kuitenkin merisodan ainoa offensiivinen taisteluväline, jonka käytön päämääränä on välitön osuminen pinta-aluksen vedenalaisiin ja samalla arimpiin osiin. Se on lisäksi muodostumassa tehokkaimmaksi sukellusveneentorjuntavälineeksi. Vedessä meren pinnan alapuolella liikkuva taisteluväline on välttämättömyys tulevaisuudessa, ja tämä ase on torpedo.

LÄHDELUETTELO

Kirjallisuus

- Bureau of Naval Personnel: *Torpedoman's Mate 2 & 3* v 1955
 B Rowland, W Boyd: *U S Navy Bureau of Ordnance in World War II*
 Theodore Roscoe: *U S Submarine Operations in World War II*
 S W Roskill: *The War at Sea (Volume 1,2)*

Aikakauslehdet

- Tidskrift i Sjöväsendet
 — S Rydström: Några reflektioner rörande målsökande torpeders banor. Ss 12—18 v 1950
 — Å Svedelius: Ubåtstorpeden under Andra Världskriget. Ss 275—280 v 1953
 — G Liljeblad: Krängningsproblemet ur torpedsynpunkt. Ss 217—225 v 1955
 — T Ödman: Torpeden som forskningsobjekt. Ss 639—643 v 1956
 — S Forsberg: Vätesuperoxidtorpeder. Ss 644—651 *Missiles and Rockets*. May, 1957
 — Charles W Rusch: *Underwater Missiles*. Ss 59—61
 — J M Beggs, T H Campbell: *Undersea Missiles at Westinghouse*. Ss 65—66
 — J W Hoyt, G G Gould, J F Brady, S Wolf: *Underwater Propulsion*. Ss 71—77
 — Bureau of Ordnance: *Torpedo Terms and Terminology*
 — George F Wislizenus: *Hydrodynamics The Art of Silence*. Ss 108—109