

MERISODAN TAISTELUVÄLINEIDEN KEHITYKSESTÄ JA OHJUSTORJUNNASTA

Yleisesikuntakomentaja Matti Jyrämä

Itämeren alueen strategisessa merkityksessä heijastuu suurvaltojen intressit Skandinaviaa ympäröivillä merialueilla. Alueen maantieteellinen asema lyhyine etäisyyksineen ja rannikkojen saaristaisuus suosivat puolustuksellista toimintaa. Saaristoalueet luovat luonnollista syvyyttä ja mahdollistavat keveiden taistelualusyksiköiden yllättävät toimintasyökset avomerelle vahvojakin alusosastoja vastaan. Alueen puolustuksellinen perusluonne suosii miinasodankäyntiä ja hydroakustiset olosuhteet sukellusveneiden käyttöä.

Edellämainittuja seikkoja ei voida sivuuttaa arviotaessa merisodan taisteluvälineiden kehitystä Itämeren alueella. Ilmavoimien toiminta mantereella sijaitsevista tukikohtista aluksia vastaan on kaikkialle mahdollista. Alueella ei tarvita asejärjestelmiä, joiden kantama on satoja kilometrejä.

Ajallisestikin lyhyet etäisyydet asettavat kaikille asejärjestelmille suuret valmiusvaatimukset. Torjuntajärjestelmien onnistuminen edellyttää lyhyitä reaktioaikoja ja ennen kaikkea kattavia valvontajärjestelmiä luotettavine tunnistus- ja taistelunjohtajärjestelmineen.

Itämeri ei ole vain sen rantavaltioiden toiminta-alueita vaan myös muiden valtioiden laivastoyksiköitä purjehtii alueella tuoden sinne omia taisteluvälineitään ja omaa tekniikkaansa.

Seuraavassa pyritään selvittämään merivoimien taisteluvälineiden kehitysnäkymiä Itämeren alueella. Peruslähteinä on käytetty merisotatekniikan aikakauslehtien arvioita eri asealoilta sekä toisaalta kansainvälisten näyttelyjen ja laivastovierailujen antamaa kuvaa kehitysnäkymistä. Taisteluvälineet on rajattu käsittämään vain varsinaiset aseet, sillä aseiden ja asejärjestelmien rajanveto aluksilla on vaikeutunut ja hyvin monet tutkijat ja asiantuntijat käsittävät koko aluksen asejärjestelmäksi joka käsittää eri alajärjestelmiä. Mitään erityistä Itämerelle kehitettyä asetta tai asejärjestelmää ei voida osoittaa, mutta pääosin edellämainituista seikoista johtuen täällä käytettävät aseet ja asejärjestelmät ovat kevyempiä ja luonteeltaan taktillisia, ehkä miina-asetta lukuunottamatta, jota aina voidaan pitää myös strategisena.

OHJUKSET

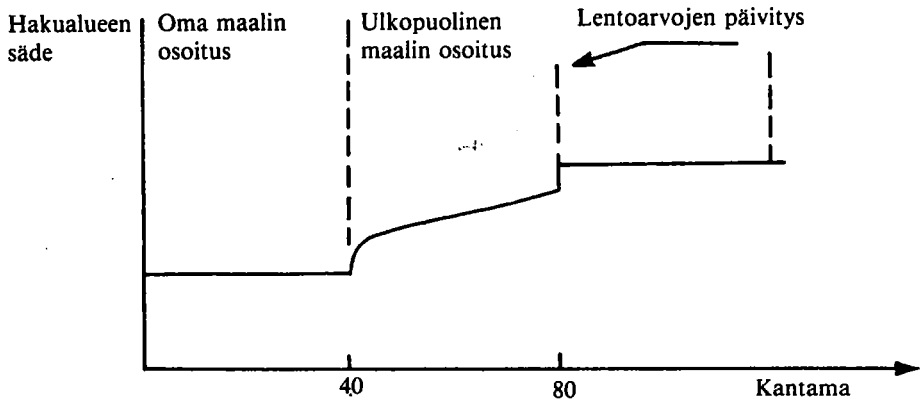
Aluksille sijoitettavat ohjusjärjestelmät tulevat edelleen jakautumaan meritorjunta- ja ilmatorjuntaohjusjärjestelmiin, joilla on omat ohjuksensa. Käyttötarkoitus asettaa ohjaukselle, ohjautumiselle, kantamalle ja taistelukärjelle sekä reaktioajalle niin eri luokkaa olevia vaatimuksia, ettei yleisohjuksen kehittäminen vielä ole ollut taloudellista.

Meritorjuntaohjukset muodostavat yhä tärkeämmän osan pienten taistelualusten aseistuksessa. Itämeren alueella toimivien alusten keskikoko näyttää olevan tulevaisuudessa pinta-alusten osalta 400—500 tn. Tämä rajoittaa alusten omien sensorien eli maalin paikantamisvälineiden toimintaetäisyyden n 60 km:iin. Tätä pitemmän kantaman omaavien ohjusten ammuntaan tarvitaan ulkopuolinen maalinosoitus. Se ei tule kuitenkaan olemaan mikään ongelma, sillä jo ensi vuosikymmenen alussa ainakin suurvaltaliittoutumilla on käytössään johtamisjärjestelmät, jotka kattavat koko Itämeren alueen. Tähän viittaavat satelliittipohjaisten valvontajärjestelmien ja paikantamisjärjestelmien yleistymiset.

Jotta meritorjuntaohjus voitaisiin menestyksellisesti ampua (koko kantama hyödyntäen) tulee ohjuksen lentoajan ja maalinosoituksen tarkkuuden olla sopusoinnussa keskenään. Kyseessä on maalin mahdollisen oloalueen ja ohjuksen maalinhakualueen keskinäinen vertailu lasketun ja ohjukselle annetun ennakkopisteen suhteen. Tämä optimoidaan uusimmissa ohjusjärjestelmissä siten, että hakualuetta suurennetaan ampumaetäisyyden funktiona. Jotta hakualue ei muodostuisi liian suureksi, heikentäen siten maalin määritystarkkuutta, suoritetaan ohjuksen lennon ja maalinosoituksen arvojen päivitys lennon aikana, mikäli matka on 80—100 km (OTOMAT). Päivitys suoritetaan helikopterista tai muulta asemalta, joka kykenee näkemään sekä maalin että ampuvan aluksen. Tällöin ohjus lentää päivityspisteen kautta tarkentaen siinä määritysarvoja.

Ammuttaessa ohjukset saaristosta merelle niiden tehoa lisää saariston alkulennolle antama suoja, jolloin vastustajalle jää vähemmän aikaa vastatoimenpiteisiin. Saaristo taas antaa siellä toimivalle merkittävän suojan vastustajan ohjuksia vastaan. Kantaman vaikutus lentoradan ohjelmointiin ja hakualueen säteeseen on kuvassa 1. Ohjusten kehitystyössä tullaan lähitulevaisuudessa satsaamaan hakualueen kasvun maalinvalintaa heikentävien tekijöiden vähentämiseen.

Kuva 1



Ohjusten moottorien osalta on kehitys suuntautumassa pienten suihkuturbiini-moottorien suuntaan. Ne mahdollistavat helposti kantaman kasvattamisen tarpeiden mukaan, vaikkakin ne ovat ruutirakettimoottoreita monimutkaisempia ja siten käytön varmuudeltaan hivenen heikompia.

Mikroelektronikka ja tietotekniikka vaikuttavat oleellisesti ohjusten hakeutumisjärjestelmien kehittämiseen. Sähköisten signaalien käsittelytekniikan kehittyessä paranee ohjuksen maaliin hakeutuminen, maalin valinta monipuolistuu ja varmentuu, elektronisten vastatoimenpiteiden sieto paranee ja kyetään entistä paremmin erottamaan silppupilven muodostama maali alusmaalista sekä löytämään maali saaristoaluelle. Tällä hetkellä lähes yksinomaan käytössä olevan tutkan rinnalle tulee infrapunatekniikkaan perustuva hakupää. Infrapunahakua käytetään joko varmentamaan maalin valinta tai korvaamaan tutka, mikäli elektroninen häirintä estää sen käytön.

Ammuttaessa alueelle, missä on useita maaleja, ohjukset voidaan ohjelmoida valitsemaan halutut maalit. Ammuttaessa samaan maaliin useita ohjuksia ohjelmoidaan lentoradat siten, että maalia lähestytään torjunnan välttämiseksi optimitavalla eli samanaikaisesti eri suunnilta.

Yliääninopeudella lentävät meritorjuntaohjukset tulevat operatiiviseen käyttöön vuosikymmenen vaihteessa. Aliääniohjukset tulevat vielä ainakin ensi vuosikymmenelle olemaan kustannustehokkuudeltaan edullisempia. Avomerialueella, missä ohjus on koko lentonsa ajan vastustajan näköpiirissä, yleistynevät yliääniohjukset, mutta Itämeren alueella aliaäniset säilyttävät asemansa.

Ohjusten lentokorkeus voidaan ohjelmoida maaston mukaan. Avomerellä ne lähestyvät maalia 5—6 metrin korkeudella lentäen, laskeutuen iskeytymisvaiheessa lähelle maalin vesirajaa. Tällä hetkellä käytössä olevat ohjukset eivät korkeussuunnassa ohjaudu kuin alaspäin, mutta vuosikymmenen lopulla myös ylöspäin tapahtuva korkeudenmuutos lennon aikana on mahdollista.

Aluksille sijoitettavien ilmatorjuntaohjusten kehittämisvaatimukset sijoittuvat selvästi kohdetorjunnan alueelle. Aluetorjuntaohjusjärjestelmät ovat painoltaan vielä sitä suuruusluokkaa, etteivät ne sovellu asennettaviksi 500 tn-luokan aluksille. Kohdetorjuntajärjestelmien paino on saatu putoamaan 15—20 tn:sta alle 10 tn:iin (Seawolf, Crotale navale jne), jolloin ne soveltuvat myös kevyemmille aluksille. Painonsäästöön on päästy erityisesti lavetin osalta. Sitä ei voida kuitenkaan rajattomasti keventää, koska aluskäytössä välttämätön stabilointi asettaa sille omat rajansa.

Ohjusten kantama kattaa koko kohdetorjunta-alueen. Niiden miniampumaetäisyys lähenee 500 metriä, mikä asettaa kuitenkin merkittäviä vaatimuksia erityisesti ohjuksen varmistinjärjestelmälle ja sytyttimelle. Ne kyettäneen kuitenkin ratkaisemaan.

Ohjusten nopeus on yli kaksi machia, minkä ne saavuttavat kahdessa sekunnissa. Maalin maksiminopeus on siten 500 m/s, mikä koskee myös läheneviä maaleja. Järjestelmien reaktioajat ovat 2—3 sekuntia, mitkä maksimimaalinhavaitsemisetäisyydet huomioonottaen mahdollistavat koko torjunta-alueen käytön.

Ohjuksissa ollaan siirtymässä passiiviseen, lähinnä infrapuna-tekniikkaan perustuvaan maaliinhakeutumiseen. Tämä on mahdollistanut stabilointivaikeuksia aiheuttaneen maalinvalaisun poisjätön sekä lisännyt järjestelmien mahdollisuuksia torjua eri suunnista tulevia maaleja samanaikaisesti.

Ohjuksia on lavetilla nykyisin 4—8 kappaletta, joilla voidaan torjua 2—3 maalia samanaikaisesti. Sytyttimenä käytetään tutka-, infrapuna- tai lasertekniikkaan perustuvaa herätesytytintä. Varsinainen karkiosa on esisirpaloitu ja sirpaloitumiskuvioitaan optimoitu nopeita kohtitulevia maaleja vastaan. Ilmatorjuntaohjusten osalta kehitys painottunee lähitulevaisuudessa niiden ohjustentorjuntakyvyn lisäämiseen. Tällöin vaatimukset kohoavat matalalento-ominaisuuksien ja sytyttimien herkkyyden osalta.

TORPEDOT

Torpedoaseen kehittämisessä on kohdattu merkittäviä vaikeuksia maalien nopeuden kasvun ja ampumaetäisyyden suhteen. Toisaalta kuitenkin aseiden tehokkuus maalissa ja torjuntavaikeudet sekä sukellusveneen tehokkuus pinta-alueeseen nähden erityisesti Itämeren kaltaisilla alueilla ovat lisänneet torpedojen kehittämiseen suunnattuja varoja.

Torpedo on eittämättä tehokkain ase sukellusvenettä vastaan soveltuena ammutta- vaksi pinta-alueesta, lentokoneesta tai toisesta sukellusveneestä, mitkä seikat lisäävät sen käyttöarvoa.

Torpedojen käyttö pinta-alueista pinta-alueita vastaan on katoamassa, mutta ne säilynevät vielä jonkin aikaa pienillä, nopeilla vartioveneillä ja vastaavilla vaihto- ja vara-aseina ohjuksien rinnalla.

Sukellusveneiden nopeudet ovat kasvaneet 30 solmusta 40—50 solmuun. Kun torpedon nopeudeksi vaaditaan 1,5 kertaa maalin nopeus tulee sen nykyisin olla vähintäinkin 60 solmun luokkaa. Tähän päästäneen ensi vuosikymmenen alkupuolella.

Lisääntynyt nopeus vaatii myös lisää ampumamatkaa, kun lasketaan torjunnat samoilla kulkuajoilla. Täten nopeuden vaatimukset osittain kertautuvat vaatimuksina propulsiojärjestelmälle.

Propulsiojärjestelmissä ovat otto-moottorit tulleet sähkökoneiden rinnalle. Sähkömoottorien heikkoutena ovat edelleen raskaat paristot, joiden merkitys ammuttaessa torpedoja lentokoneista ja helikoptereista on kasvanut, sillä juuri viimeainitut ovat pakottaneet etsimään kevyempiä ratkaisuja. Ilma-alueita käyttämällä voidaan myös kulkumatka vaatimuksia pienentää.

Torpedojen ohjaus maaliin on aina ollut problemaattista. Pitkä kulkuaika kasvattaa myös maalin mahdollista oloaluetta. Lankaohjauksesta ollaan luopumassa ja siirtymässä akustiseen passiiviseen/aktiiviseen ohjautumiseen. Tässä menetelmässä torpedo suurella nopeudella siirtyy laskettuun ennakkopisteeseen, jossa se passiivisesti kuuntelemalla etsii maalin ja aktiivisesti mitaten kulkee loppumatkan maaliin. Vastavaa menetelmää käyttää Captor-miina, joka käsittää useita torpedoita, jotka passiivisen kanavan häilytyksen saatuaan aktiivisesti mitaten etsivät maalin ja ohjautuvat siihen. Kun torpedojen hakeutumisjärjestelmät perustuvat lähes täysin akustisiin menetelmiin ääniaallon pituus aiheuttaa ongelmia torpedojen halkaisijalle. Ääniaallon voimakas vaimeneminen vedessä taajuuden funktiona pakottaa käyttämään mahdollisimman pieniä taajuuksia, mikä lisää torpedojen halkaisijaa. Hakeutumisyjärjestelmässä on päädytty eräänlaiseen kompromissiin eli n 10 kHz:n tasolle.

Torpedo kohtaa maalinsa yleensä pinnan alla, jolloin sen vaikutus on varsin huomattava vastaavan räjähdysainemäärän omaavaan ohjukseen verrattuna. Ei ole näkyvissä erityistä tarvetta lisätä torpedojen räjähdysainemääriä, mutta niiden vaikutusta kehitetään edelleen hidastetuilla sytyttimillä ja suunnatulla räjähdysvaikutuksella. Voidaan todeta, että torpedo tulee kaikista epäilyistä huolimatta aina säilyttämään asemansa laivastojen asearsenaalissa.

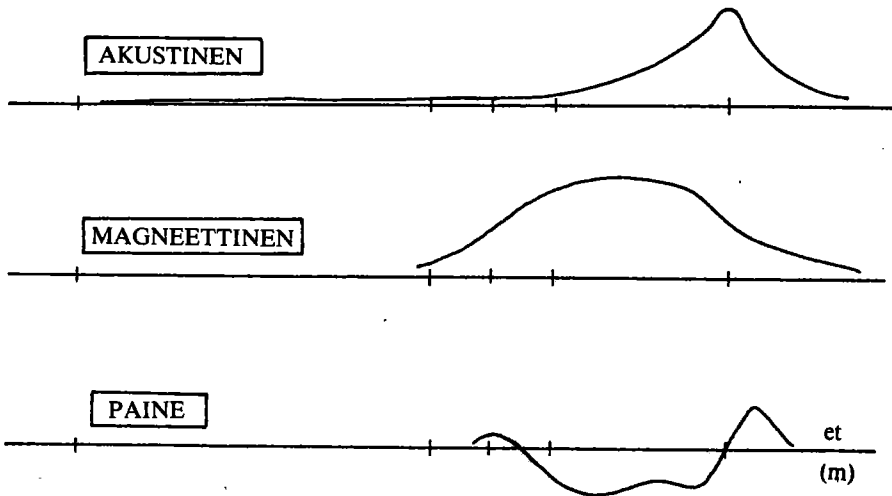
Torpedojen rinnalla käytetään edelleen s y v y y s p o m m e j a j a r a k e t t e j a sukellusveneitä vastaan. Rakettien kantamat tulevat kasvamaan nykyisestä ja ne varustetaan herätesytyttimillä sekä mahdollisesti ensi vuosikymmenellä joko passiivisella tai aktiivisella hakeutumisyjärjestelmällä, jolloin ne käytöltään lähestyvät nykyisiä torpedoja, mutta ovat rakenteeltaan yksinkertaisempia.

MIINAT

Miina-aseen vaikutus Itämeren alueen merisotatoimiin tulee aseiden kehityksen myötä edelleen kasvamaan. Sen käyttö joko tähtä- tai kauko-ohjattuina miinoitteina on mahdollista jo rauhan aikana, jolloin se muodostaa lähes välittömässä valmiudessa olevan torjuntafunktion.

Heräte miinat tulevat syrjäyttämään kosketusmiinat, jotka kuitenkin käyttövarmoina ja helppohoitoisina säilyvät reservikäytössä. Heräte miinan käyttö perustuu aluksen synnyttämän heräte kentän hyväksikäyttöön. Kukin alus synnyttää liikkueensa ympärilleen akustisen, magneettisen ja paineheräte kentän. Tämä kenttä on rakenteeltaan kuvan 2 muotoinen. Akustinen kuvaaja on eri taajuuksia ja eri voimakkuuksia sisältävien akustisten kuvaajien verkokaista. Kullakin aluksella on sille ominainen akustinen kaarista, josta se on määrätodennäköisyydellä identifioitavissa. Kaarista voidaan lukea mm koneistoratkaisu ja potkurien lapataajuus. Samaa menetelmää hyödynnetään yleisesti vedenalaisessa valvonnassa sekä passiivisin menetelmin tapahtuvassa vedenalaisen maalin paikantamisessa.

Kuva 2: Alusten herätteet miinassa



Magneettikäyrän voimakkuuteen ja muotoon voidaan vaikuttaa materiaalivalinnoin ja kompensoimalla aluksen pysyvä magnetismi sähköisesti. Vastaavalla tavalla käsittelemällä alusta voimakkaalla magneettikentällä voidaan sen magneettisuus määrääjäksi poistaa.

Painekäyrän muotoon ei pystytä vaikuttamaan, mutta aluksen nopeutta muuttamalla muuttuu myös sen voimakkuus.

Itämeren alueen painevaihtelut ovat pienempiä kuin vuorovesialueilla. Täten painehäteen hyödyntäminen on täällä todennäköisempää kuin esimerkiksi Atlantin alueella. Toisaalta taas vedenalainen akustinen kohina on täällä veden syvyysolosuhteista, jäistä ja pohjan epätasaisuudesta johtuen vaihtelevampi kuin valtamerillä, asetaen omat vaatimukset akustisen häteen käyttölle.

Nykyaikaisen mikroelektroniikan sijoittaminen miinaan on helppoa. Hätesignaalien käsittelyn avulla kyetään määrärajoissa valitsemaan miinalle halutun tyyppinen maali ja räjäyttämään miina vasta kun maali on sen vaikutussäteeseen sisällä. Yleensä käytetään akustista signaalia valvontaan, jolloin sen antama häte käynnistää miinan aktiivisen toiminnan. Räjähdyspisteen määrittämiseen käytetään kaikkia häteitä miinatyyppistä riippuen.

Miinat ohjelmoidaan olemaan vaarallisia/vaarattomia omien alusten liikkeiden mukaan ylikululaskimilla, erilaisilla aikakymillä. Miina kykenee analysoimaan eri häteitä samanaikaisesti pystyen erottamaan raivauksen varsinaisesta aluksesta.

Aktiivinen toiminta miinan sisällä vaatii kuitenkin energiaa ja täten niiden elinikä toimintakuntoon saattamisen jälkeen on nykyisin 1—2 vuotta. Miinanetsinnän vaikeuttamiseksi tehdään miinat sylinterin ja puolipallon muotoisiksi, jolloin ne osin vajoavat pohjan hiekkaan tai vastaavaan ja niiden akustinen varjo on mahdollisimman pieni. Huollon kannalta ovat uudentyyppiset miinat vähän toimenpiteitä, mutta erikoistilaitteita vaativia.

Kuten jo edellä on mainittu nykyaikaisten hätemiinojen raivaus muodostuu erittäin vaikeaksi ja aikaa vaativaksi. Tätä on pyritty poistamaan kehittämällä miinanetsintämenetelmiä. Kun tämäkin on osoittautunut hitaaksi ja uhanalaisilla alueilla vaikeaksi suorittaa resurssija ollaan uudelleen suuntaamassa raivauksen kehittämiseen pyrkimyksenä miinahan minimointi. Ajatellen Itämeren aluetta, joka hyvin soveltuu kaikenlaisiin nopeisiin merisotatoimiin — esimerkiksi maihinnousuhyökkäykset ja tiedustelusyökyt — on täällä kyettävä miinotteiden vartiointiin raivauksen estämiseksi. Toisaalta sekä häte- että kosketusmiinoja sisältävät alueet ovat hankalia raivata ja paljon kalustoa vaativia.

Itämeren hydroakustiset olosuhteet ja rannikkojen topografia suosivat sukellusvenneiden ja minisukellusvenneiden käyttöä. Niinpä alueen valtiot ovatkin satsanneet merkittäviä summia vedenalaisen valvonnan kehittämiseen. Passiiviset niin kiinteästi pohjaan sijoitetut kuin hinattavat ja syvyytettävät kuuntelujärjestelmät tulevat valtaamaan alaa aktiivisesti mittaavilta. Kuuntelujärjestelmien tehokkuus kasvaa, kun ne korrelaatiotekniikkaa hyödyntäen kykenevät myös paikallistamaan maalit.

TYKISTÖ

L a i v a t y k i s t ö n alalla ei suuria muutoksia ilmeisesti lähitulevaisuudessa tule tapahtumaan. Raskas yli 75 mm:n tykistö tulee säilymään aluksilla. Ampumatarvikkeita kehittämällä saadaan kantamia kasvatettua 10—15 %. Sytyttiminä käytetään yleisesti hätesytyttimiä, jotka soveltuvat myös ohjusten torjuntaan. Kevyen tykistön osalta kehitetään sekä hätesytyttimiä että useampiputkisia kevyitä suuren tulinopeuden ja siten huomattavan tulitiheyden omaavia aseita. Kummalla jatkossa saadaan parempi teho torjunnassa on tässä vaiheessa vaikea arvioida. On kuitenkin todettava, et-

tä ne lähtönopeudet — 1200—1500 m/s — jotka saavutetaan uusimmilla 20—30 millin ampumatarvikkeilla antavat ammukselle riittävän energian ohjuksen räjäyttämiseen osuman sattuessa.

Tykistön rinnalle ohjusvaaran poistamiseksi on eri maissa kehitetty elektronisen sodankäynnin menetelmiä, häirintälähettämiä, silppuheittämiä jne. Nämä liitetään suoraan vastaanottiin, joiden antaman hälytyksen kautta ne toimivat oikeilla taa-juusalueilla. Tutkaa vastaan tarkoitettujen silppujen lisäksi ne käsittävät infrapuna-harhamaalilähettämiä. Näiden laitteiden osalta ei ole kyse ohjuksen tuhoamisesta, vaan harhauttamisesta pois omasta aluksesta.

PÄÄTELMIÄ

Yhteenvetona voidaan todeta, että tällä hetkellä on kehitteillä varsin mielikuvituk-sellisia asejärjestelmiä. Näillä näyttää kuitenkin varsin usein olevan kehittämiskriteerinä kaluston käyttöiän ja -alueen laajentaminen. On kuitenkin osoitettavissa eräitä ni-menomaan Itämeren alueelle ominaisia kehitystendenssejä:

1. Vedenalainen sodankäynti kaikissa muodoissaan valtaa alaa pintasodankäyn-niltä. Mini- ja varsinaisia sukellusveneitä, niiden aseistusta ja torjuntamenetelmiä ke-hitetään, miina-aseen merkitys kasvaa entisestään. Joten miinanetsinnän ja muunkin toiminnan kannalta tullaan meren pohjien kartoitusmenetelmiä voimakkaasti kehittä-mään.
2. Mikroelektroniikka ja tietotekniikka tullaan asettamaan myös itse lähetteisiin ja miinoihin.
3. Uuden tekniikan hyödyntämiseksi tullaan aluksiin kohdistuva tiedustelu koh-distamaan myös niiden herätekenttien kartoittamiseen. Tämä edellyttää alusten varus-tamista herätelälähtimin niiden oman kentän peittämiseksi.

OJUSTEN TORJUNNASTA

Ilmatorjunta ja erityisesti sen ohjustorjuntakyvyn lisääminen on viime aikoina ol-lut voimakkaan ja monipuolisen kehityksen kohteena. Asetekniikan kannalta jakau-tuu kehitystyö ohjuksen tuhoamiseen ja toisaalta sen harhauttamiseen pyrkivien jär-jestelmien kesken. Varsin yksimielisiä ollaan näissä analyyseissä perusmaaliksi asetet-un ohjuksen ominaisuuksien suhteen. Ne ovat seuraavat:

- ammuntaetäisyys 10—100 km,
- nopeus 1—3 mach,
- lentokorkeus maalissa 3—5 m:stä aina lähes 90 asteen kulmassa syöksyviin ja lä-hestymiskorkeuden vaihdellussa 5—20 m:stä satoihin metreihin,
- maalipinta-ala 0,1 m² ja
- tutka- ja/tai infrapunahakupää.

Kun ajatellaan edellämainittuja ominaisuuksia lähtien siitä, että ohjus pahimmas-sa tapauksessa ammutaan oman havaintokentän ulkopuolelta ymmärretään, miten suuret vaatimukset torjuntajärjestelmälle asetetaan.

Aluksia vastaan tarkoitettut ohjukset voidaan ampua veden alta ja pinta- tai ilma-lukselta. Mistä ohjus ammutaan ei periaatteessa vaikuta ohjuksen ominaisuuksiin.

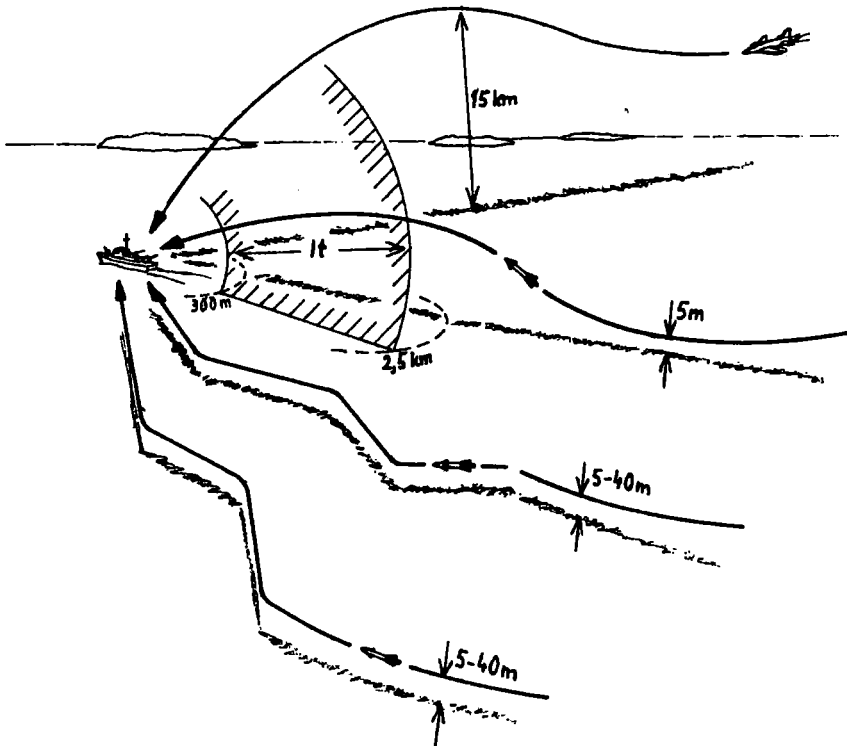
Lentokoneet käyttävät kuitenkin usein pienempiä ohjuksia, jotka ammutaan noin 10 km:n etäisyydeltä ja ovat vastaavasti pinta-alaltaan merkittävästi pienempiä.

Meritorjuntaohjuksen tehon maalissa lasketaan olevan niin suuri, että aluksen koosta riippuen sen tuhoamiseen tarvitaan 1–3 ohjusta. Kun tuhoamistodennäköisyys on tätä luokkaa jo yhden ohjusosuman vaikutus on varsinkin pienemmillä aluksilla lamauttava.

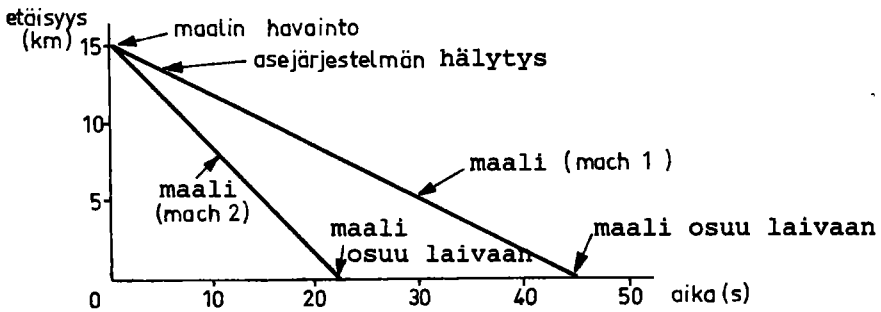
Mahdollisuudet havaita ohjus kaukaa ovat hyvin rajoitetut. Sen pieni lentokorkeus, vähäinen maalipinta-ala ja pääasiassa hakeutumismenetelmästä riippumatta passiivinen lähestyminen rajoittavat havaintoetäisyyttä. Ohjusuhkan perusmalli aluksen kannalta on kuvan 3 mukainen.

Miten lyhyistä ajoista ohjustorjunnassa on kyse ilmenee kuvasta 4. Kuvassa 5 on analysoitu yksi torjuntapahtuma ohjusta käyttäen järjestelmällä jonka reaktioaika on 10 s. Kun vertaamme tulosta kuvaan 4 havaitsemme, mikäli maalin nopeus on 2 mach luokkaa, ei aikaa toiseen torjuntaan jää ollenkaan. Tällä seikalla on merkitystä, kun asetetaan järjestelmälle vaatimuksia. Tällöin ei esimerkiksi normaali yhden maalin valaisu kerrallaan riitä. Kuvassa 6 on yhdistetty kuvat 4 ja 5 ja se osoittaa, miten vähän vara-aikaa on hitaammankin maalin kyseessäollessa toiseen torjuntaan.

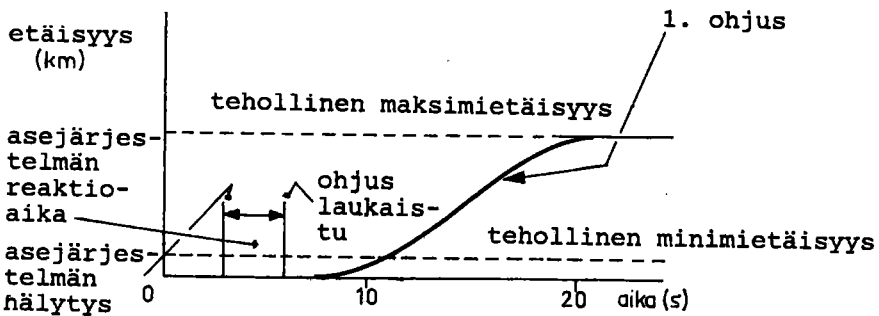
Kuva 3



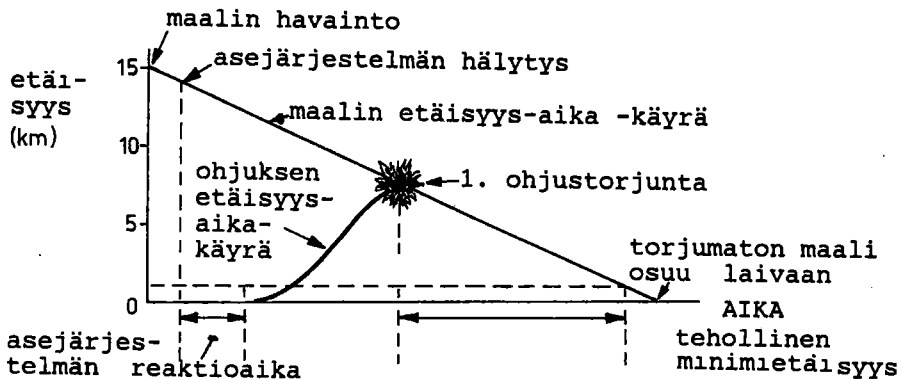
Kuva 4: Maalin etäisyys-aika -käyrä



Kuva 5: Ohjuksen etäisyys-aika -käyrä



Kuva 6: Torjunnan aikakäyrä



Harhamaalien käyttö ohjusten torjunnassa

Erilaisten harhamaalien käyttö ohjuksen torjunnassa perustuu kahteen pääperiaatteeeseen:

- 1) Ohjukselle ammutaan harhamaaleja, joihin se lukkiutuu
- 2) Maaliin lukkiutunut ohjus harhautetaan irti käyttämällä harhamaaleja aluksen oman heräteKentän yhteydessä ja irrottamalla nämä sitten toisistaan siten, että ohjus seuraa harhamaalia.

Koska harhamaalien käyttö edellyttää tarkkoja tietoja ohjuksen hakeutumisjärjestelmästä, toiminta vaatii onnistuakseen aktiivista mittaustoimintaa, jolla selvitetään lähestyvän ohjuksen hakeutumisjärjestelmä. Erityisesti tämä tulee esiin elektromagneettisia menetelmiä käyttävien ohjusten ollessa kyseessä. Tarvittavia tietoja ovat hakeutumistutkan toimintaparametrit. Näiden avulla voidaan valita oikea silppu tutkan toimintataajuudelle, jolloin silpun aiheuttaman maalin pinta-ala on mahdollisimman suuri. Mitattavia suureita tarvitaan määrittäessä itse uhkaa analysoimalla vastaanotettua signaalia. Vastaanottiin liittyviin kirjastoihin taltioidaan tiedot mahdollisista ohjustutkista. — Vertailtuaan saamaansa signaalia näihin ja todetessaan sen olevan todennäköisesti ohjustutkista, vastaanotin antaa laukaisukäskyn harhamaalijärjestelmälle. Tämä toiminta, joka nykyisin on automaattista, säästää aikaa, kun käyttäjän omaa yleensä sekunteja vievää tilanteenarviointia ei tarvita.

Hakeutuessaan alukseen ohjus käyttää hyväkseen joko aluksen tutkaheijastuspinta-alaa tai aluksen ympäristöönsä säteilemää lämpöä, infrapunäsäteilyä.

Aluksen tutkaheijastuspinta-ala määritellään

$$\text{pinta-ala} = 4 \times \text{tarkastelusuuntaan heijastunut teho } W = \text{m}^2 \text{ tuleva tehotiheys } W/\text{m}^2$$

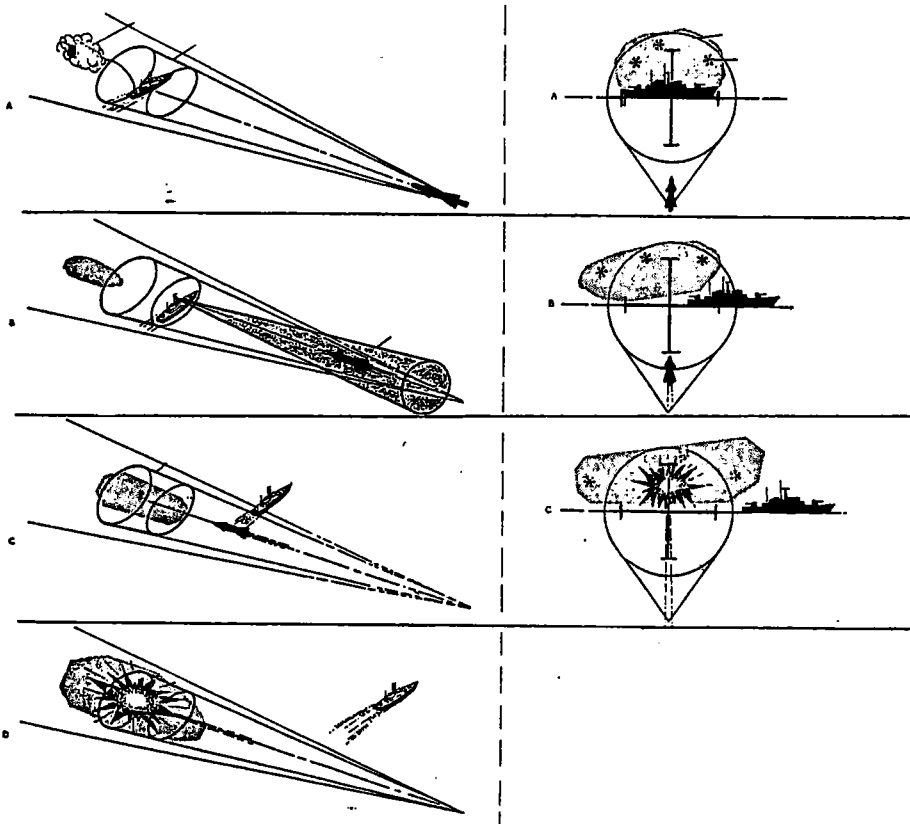
Se ei siis ole suoraan verrannollinen aluksen kokoon, vaan sen säteilyn keskittämiskykyyn, joka suuresti riippuu aluksen rakenteiden muodoista. Se on tutkan aallonpituuden funktio, mutta ei niin vahvasti kuin aluksen muotojen. Aluksen tutkaheijastuspinta-ala vaihtelee jopa 10 dB mittaus suunnasta riippuen, ollen yleensä suurin suoraan sivulta.

Alus säteilee lämpöä sekä 8—14 että 3—5 mikrometrin alueilla. Aluksen koosta ja rakenteesta riippuen on tämä säteily muutamasta sadasta aina tuhansiin w/sr saakka.

Harhamaalirakettien käyttöperiaate on kuvan 7 mukainen. 1. vaiheessa (A) ohjus lukkiutuu maaliin, jonka vastaanotin saa tiedon tutkasignaalin olemassaolosta ja järjestelmä laukaisee silppu- ja infrapunaraketit. 2. vaiheessa häirintälähetin pyrkii sokaisemaan ohjuksen hakeutumistutkan. Samanaikaisesti eri vaiheesta 3 muodostuu harhamaali aluksen sijalle tutkan seurantaporttiin, josta alus itse on poistunut. Vaiheessa 4 ohjus hakeutuu harhamaaliin ja tuhoutuu. Tällaisessa tapauksessa, että ohjus on jo lukkiutunut, ns silppumaalin tulee olla 3 dB alusta suurempi, jotta ohjus mahdollisimman suurella todennäköisyydellä seuraisi harhamaalia eikä edelleen itse alusta. Edelläkuvattua menetelmää sanotaan yleisesti painopistemenetelmäksi, koska siinä aluksen tutkaheijastuspinta-alan painopistettä silpun muodostaman lisäpinnan avulla siirretään pois itse aluksesta.

Silppu- ja infrapunarakettien käyttöperiaate puhtaina harhamaaleina on kuvan 8 mukainen. Tällöin ohjus alkaessaan maalinhaun löytää ensin määrätodennäköisyydellä harhamaalin.

Kuva 7



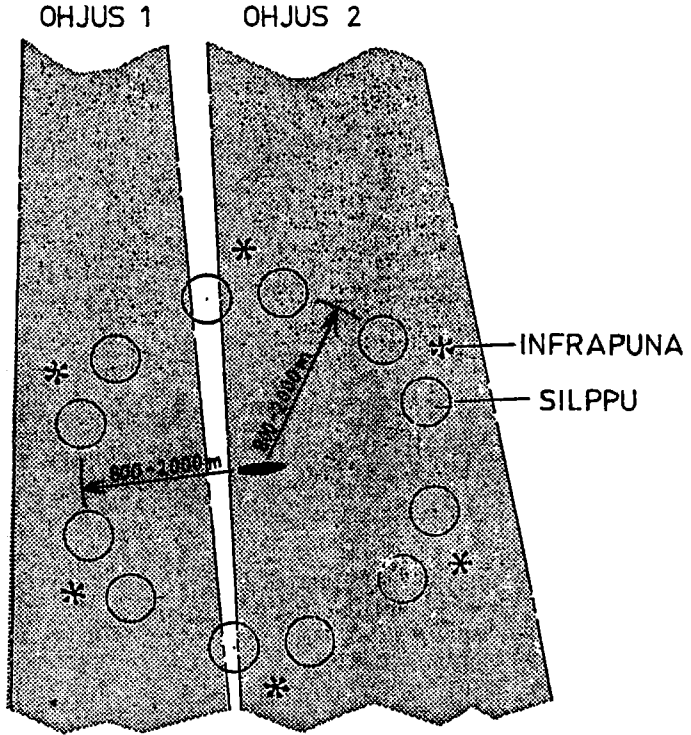
Käytettävien rakettien yleisrakenne on kuvan 9 mukainen. Kun silppupilven muodostamiseen on käytettävissä vain 2—3 sekuntia, alumiinisuikekimppuihin on lisätty muovipaloja, jotka nopeuttavat niiden levittäytymistä ja tekevät sen myös täydellisemmäksi. Uusilla raketeilla päästään jopa 3 dB suurempiin heijastuspinta-aloihin samoilla silppumäärillä. Näiden lisäkappaleiden avulla saadaan alumiinisuikealeet putoamaan pyörivässä liikkeessä, mikä lisää tehoa eri polarisaatioiden suhteen.

Infrapunaraketeissa pyritään pyroteknillisen osan rakenne saamaan sellaiseksi, että sen synnyttämä säteily mahdollisimman tarkasti vastaa aluksen säteilyä.

Harhamaalien tehon eliminoimiseksi on ohjusten hakeutumisjärjestelmiä kehitetty analysoimaan maalia siten, että se erottaisi harhamaalin itse maalista. Tällaisia menetelmiä ovat mm:

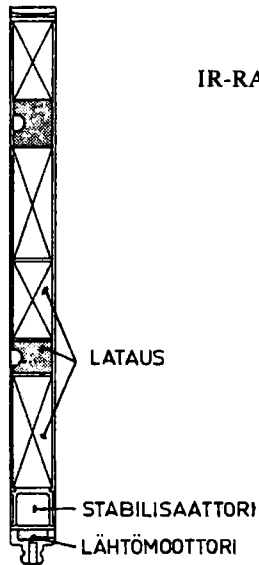
- yhdistetty tutka- ja infrapuna-hakupää, jolloin hakupää vertailee, että kumpikin ehto on voimassa ennenkuin se hyväksyy maalin,
- infrapuna-hakupää analysoi maalin infrapuna-säteilyä ja hyväksyy maaliksi vain lähteen, joka säteilee kummallakin infrapuna-alueella,
- tutkahakupää analysoi maalin tutkaheijastuspinta-alaa. Silppupilvi eroaa aluksen

Kuva 8

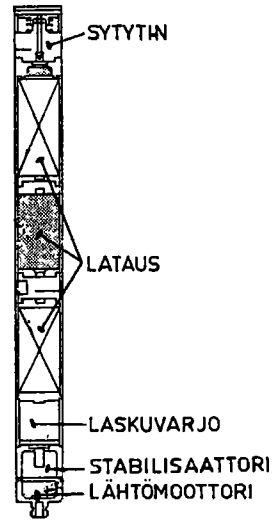


Kuva 9

SILPPURAKETTI



IR-RAKETTI



- tutkapinta-alasta erityisesti siinä, että sen koko on vakiompi kuin varsinaisen aluksen,
- ohjus voi vertailla maalin korkeutta, ja jos se nousee ylöspäin, niin se hylätään,
 - mikäli maalin liiketekijät ovat lähellä tuulen arvoja, se on suurella todennäköisyydellä silppupilvi,
 - infrapuna-hakupää voi helposti verrata maalin kokoa, ja jos se on pistemäinen ja pieni, se on todennäköisesti rakettisoihtu, ja
 - mikroprosessoritekniikka mahdollistaa mitä monipuolisempien analyysien teon itse ohjuksessa maalin analysoimiseksi.
- Hakeutusjärjestelmän ja käytettävän harhamaalijärjestelmän vuorovaikutusta kuvaa taulukko 1.

TAULUKKO 1.

HAKEUTUMISJÄRJESTELMÄ	HARHAUTUKSEN ERITYISPIIRTEET
Sekä tutka- että ip-hakeutuminen.	Yhdistetyt infrapuna- ja sähkömagneettiset harhamaalit.
Sähkömagneettinen analyysi hakupäässä	Laajakaistainen silppu, joka kattaa sekä vaaka- että pystypolarisaation.
MTI, liikuvan maalin ilmaisu.	Silppupilven siirto rakettien ammunnan aikautuksella.
Maalin korkeuden seuranta.	Matala korkeus; hidastettu laskeutumisenopeus.
Ip-kaksoisspektri	Molemmat aaltoalueet kattavan pyroteknisen panoksen käyttö.
Ip-pyyhkäisyllä tapahtuva maalin koon arviointi	Suuren pinta-alan omaavan ip-maalin käyttö, joka on erityisen voimakas 8—14 m:n alueella.
Ip	Molemmat aaltoalueet kattavan pyroteknisen panoksen käyttö.
Puoliaktiivinen laser tai Ip- ja laseretäisyysmittaus	Yhdistetty ip ja savupaketti.

Tulevaisuudessa tullaan silppu leikkaamaan siten, että sen pinta-ala on mahdollisimman laajakaistainen ja välkkyvä, sekä että silppu on joko leijuvassa tai pyörivässä liikkeessä, jotta pinta-ala on riittävän suuri eri polarisaatioilla. Infrapuna-rakettien pyroteknilliset massat kyetään lähitulevaisuudessa kehittämään kattamaan oikeassa suhteessa molemmat aaltoalueet. Harhamaalijärjestelmät erillisinä järjestelminä poistuvat ja niistä tulee osa laajempaa järjestelmää, joka käsittää vastaanottimet, häirintälähettimet ja harhamaalien ammutalaitteet. Järjestelmä toimii automaattisesti laajojen kirjastojensa, jotka sisältävät tiedot vihollisen käyttämistä elektromagneettisista laitteista, ohjaamana.

Ohjusten torjunta tykistöllä

Ohjusten hakeutumisjärjestelmien kehittyessä ja tullessa yhä vaikeammiksi harhauttaa, tykistöä on alettu kehittää ohjusten torjuntaan. Tässä on selvästi erotettavissa kaksi eri koulukuntaa, joista toinen pyrkii ammuksen iskuenergialla tuhoamaan ohjuksen ilmassa ja toinen vahingoittamaan ohjuksen lennonohjausjärjestelmää. Jälkimmäinen käyttää herätesyöttimiä ja edellinen iskusyöttimiä. Ohjuksen suistaminen radaltaan on tapahduttava viimeistään n 500 m ennen maalia, sillä siltä tasalta laskeaan ohjuksen lentävän maaliin ballistisen ammuksen tavoin. Ohjuksen räjäyttämisen on tapahduttava 300 m ennen maalia, sillä muuten ohjuksen räjäyttämisen vahingoittaa myös itse maalia.

Tykistöllä tapahtuvan ohjustorjunnan suurimmat pulmat ovat edelleen tulenjohtolaitteiden puolella. Kuten kuvasta 3 ilmenee, ohjus lähestyy maalia joko lähellä pintaa lentäen tai lähes zenitistä alas syöksyen.

Yksinomaan tutkaan perustuvat tulenjohtolaitteet ovat osoittautuneet erityisesti meren pinnan lähellä lentävän maalin mittaukseen liian epätarkoiksi ja näin niitä on täydennetty tai niiden rinnalle on otettu käyttöön optroniset järjestelmät, jolloin esimerkiksi monitie-etenemisen virheet voidaan poistaa.

Järjestelmien laskentanopeudelle asetetaan suuret vaatimukset. Uusimmat järjestelmät kykenevät alle 10 sekunnissa maalin sieppauksesta antamaan tykeille ampumarvot ja laskemaan useita maaleja samanaikaisesti, joten maalin vaihtoajat saadaan mahdollisimman lyhyiksi.

Ampumatarvikkeet kyetään nykytekniikalla tekemään identtisiksi, jolloin niiden aiheuttama hajonta jää pieneksi. Kun nyt lisäksi tulenjohtolaitteet ovat tarkentuneet on herännyt epäily, että ammutaan tarkasti ohi. Tämän eliminoimiseksi esimerkiksi Boforsin Trinity-järjestelmä laskee ammuksille kuhunkin sarjaan hajontaa, jolla saadaan lisäksi kasvatettua herätesyöttimien vaikutuspinta-alaa samassa sarjassa. Pienempikaliperisissä useampiputkisissa tykeissä hajontaa tehdään putkien kiinnitysmekanismin avulla.

Iskusyöttimiä käytetään pienikaliiperisissä 25—30 mm tykeissä, kun taas herätesyöttimet ovat käytössä 40 mm ja suuremmissa kaliibereissa.

Iskusyöttimiin liittyy nykyisin aina hidastin, jolla aikaansaadaan ammuksen räjähtäminen kohteen sisällä. Ne varustetaan lisäksi raskasmetallisydämellä, joka tunkeutuu ohjuksen sisään aina lataukseen asti ja räjäyttää sen liike-energiallaan. Tämän mahdollistamiseksi on näiden ammusten lähtönopeutta nostettu aina n 1400 m/s asti, mikä yhdessä suuren tulinopeuden kanssa kuluttaa tykkien putkia ja rasittaa itse lavettia.

Kun iskusyöttimen on osuttava maaliin ja maali on pieni ohjus, tarvitaan suuri tulinopeus osumistodennäköisyyden kasvattamiseen. Herätesyöttimillä kasvatetaan periaatteessa maalin pinta-alaa ja näin voidaan tulinopeutta laskea. Herätesyöttimillä ammuttaessa on kuitenkin aina otettava huomioon sirpaleiden varsinaista ammusta heikompi teho ja itse syöttimen toimintatodennäköisyys. Tätä on eliminoitu esisirpaloimalla ammus, jolloin sirpalekokoa on voitu nostaa ja siten tehoa lisätä. Todennäköisesti itse ammusta lämpökäsittelmällä päästään myös hallittuun sirpaloitumiseen. Herätesyöttimen toiminta vaikeutuu maalien nopeuden kasvaessa. On estävä vaikeampaa saada ne toimimaan siten, että sirpaleviuhka osuu maaliin.

Tällä hetkellä näyttää siltä, että molemmat periaatteet, iskusytytin ja suuri tulinopeus sekä toisaalta heräesytytin ja pienempi tulinopeus, kehittyvät tasavertaisina. Suuren tulinopeuden omaavat useampiputkiset aseet tulevat kuitenkin niin kalliiksi, että heräesytyttimet tulevat yleistymään kustannustehokkuusanalyysin perusteella.

Ohjusten käyttö ohjuksia vastaan on kehitystyön alla. Nämä järjestelmät ovat erittäin kalliita, joten on varsin epätodennäköistä, että niiden käyttö ainakaan pienemmissä laivastoissa lähiaikoina yleistyy.