

ŠOLA ZA ČASTNIKE
22. GENERACIJA
SPECIALIZACIJA POMORSTVO

ZAKLJUČNA NALOGA

OBOROŽITVENI SISTEM TRIGLAV



Kandidat-slušatelj: desetnik Grega Tušar

Mentor: poročnik fregate Andrej Pečar

Ankaran, november 2011



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

Slovenska vojska

Poveljstvo za doktrino, razvoj,
izobraževanje in usposabljanje
Šola za častnike

Številka:

Datum:

ZAKLJUČNA NALOGA

OBOROŽITVENI SISTEM TRIGLAV

Kandidat-slušatelj: desetnik Grega Tušar

Mentor: poročnik fregate Andrej Pečar

OBOROŽITVENI SISTEM VNL TRIGLAV 11

Projekt 10412 klase patroljnih plovil so izvozne verzije ruskih patroljnih ladij razreda Svetlyak. Ta plovila so namenjena izvedbi raznoraznim nalogam, od patroljnih nalog, do preprečevanja kršitev morskih mej, zavarovanju prijateljskih plovil in objektov pred nasprotnikovimi napadi s površja in zraka, nadzoru akvatorija in ekonomskih con, varovanja naravnih virov in obalne komunikacije. Ladja kot oborožitveni sistem je kompleksen integrirani sistem, sestavljen iz bojnega podsistema (s katerim se na bojišču z ognjem fizično spreminja razmerje sil) in množice podsistemov, ki omogočajo uspešno in učinkovito delovanje bojnega sistema v najrazličnejših astronomskih, meteoroloških in klimatsko-geografskih razmerah. Med te sisteme spadajo podsistemi za odkrivanje in prepoznavanje ciljev, podsistemi za ciljanje in določanje razdalje do cilja, podsistemi za nadzor in vodenje ognja, podsistemi za izračun balističnih elementov (elevacija in prehitek), podsistem za poveljevanje in zvezo, navigacijski podsistem, podsistem za zaščito pred motnjami (ki jih namerno povzročajo nasprotnikovi radijski in radarski motilniki) in podsistemi za motenje in zavajanje. Te podsisteme je potrebno dobro vzdrževati in skrbeti, da so vedno pripravljeni za delovanje v vseh pogojih.

Ključne besede: oborožitveni sistem, avtomatizacija, vzdrževanje, oborožitev

WEAPON SYSTEM TRIGLAV 11

Project 10412 class patrol boats are an export version of the Russian Svetlyak class patrol boat. These vessels are designed to carry out a variety of missions, from patrol missions to prevent violations of maritime state border, to protect friendly vessels and facilities from enemy surface and air attacks, to monitor exclusive economic zones, to protect natural resources areas and coastal lines of communications. Ship as a weapon system is a complex integrated system, consisting of combat subsystem (which is on the battlefield with fire physically alters the balance of forces) and the abundance of sub-systems that enable effective and efficient operation of combat systems in a variety of astronomical, meteorological and air-geographical conditions. These systems include subsystems for the detection and identification of goals, sub-systems for targeting and determining the distance to the target subsystems for control and management of fire, to calculate the sub-ballistic components (elevation and train) subsystem for command and liaison, the navigation subsystem, security subsystem from interference (intentionally caused by the opponent's radio and radar jammers) and sub-systems for jamming and deception. These subsystems must be well maintained and ensure that they are always ready for operation in all conditions.

Key words: weapon system, automation, maintenance, armament

KAZALO

OBOROŽITVENI SISTEM VNL TRIGLAV 11.....	II
WEAPON SYSTEM TRIGLAV 11	III
1 UVOD.....	1
1.1 Izhodišče zaključne naloge.....	1
1.2 Namen in cilj zaključne naloge.....	2
1.3 Metode dela.....	2
1.4 Struktura zaključne naloge	2
2 OBOROŽITVENI SISTEMI	3
2.1 Značilnosti oborožitvenih sistemov	3
2.1.1 Značilnosti izstrelkov	5
2.1.2 Značilnosti torpedov	6
2.2 Izbor orožja.....	8
3 SISTEMI ZA NADZOR IN VODENJA OGNJA	9
3.1 Problem nadzora in vodenja ognja	9
3.2 Optične naprave za nadzor in vodenje ognja.....	9
3.3 Radarji za nadzor in vodenje ognja.....	9
3.4 Celoten sistem vodenih izstrelkov.....	10
3.5 Sistemi za identifikacijo	10
3.6 Merki	11
3.7 Daljinomerji.....	11
4 SENZORJI IN DETEKCIJSKE NAPRAVE	13
4.1 Senzorji	13
4.2 Optoelektronika	14
5 RADAR	16
6 ELEKTRONSKO BOJEVANJE.....	20
6.1 Protiraketne vabe	21
7 OBOROŽITVENI SISTEM TRIGLAV 11.....	23
7.1 Primerjava topov AK-306 in AK-630	24
8 VZDRŽEVANJE	26
9 STOPNJA AVTOMATIZACIJE	28
10 ZAKLJUČEK.....	30
LITERATURA	31
VIRI.....	32
SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC.....	33
PRILOGE.....	34
Priloga 1: Elektromagnetni spekter	34
Priloga 2: Optični daljinomer	34
Priloga 3: Trikotnik optičnega določanja razdalje	35
Priloga 4: Poenostavljena slika stereoskopskega daljinomera	35
Priloga 5: Pogled skozi stereoskopski daljinomer.....	36

Priloga 6: Določanje elevacijskega kota in razdalje	36
Priloga 7: Elementi radarskega sistema	37
Priloga 8: Izstrelitev toplotnih protiraketnih vab PK-10	37
Priloga 9: Prikaz ocen oborožitvenih podsistemov Triglav 11	38
IZJAVA O AVTORSTVU	39

1 UVOD

V svetu v katerem živimo je polno varnostnih groženj in neprijetnega okolja in te obstajajo in bodo obstajale tudi v pomorskem svetu, zato je potrebno upravljati z oborožitvenimi sistemi, ki so dovolj zmogljivi in robustni, da se zoperstavijo novonastalim grožnjam v novo nastalem okolju. Sodobne grožnje namreč niso konvencionalni spopadi, ampak asimetrični. To se kaže predvsem v terorističnih dejanjih piratstva in sabotiranja proste trgovine in pristanišč. To je zelo povezano z zaščito sil, vendar tega tu ne moremo razumeti tako. Potrebna je zaščita gospodarstva nacionalnih držav, in ko smo se leta leta 1993 opredelili kot pomorska država, je bila potreba po varovanju lastnih interesov, akvatorija in obale še večja. Zato Slovenija in Slovenska vojska razpolagata z dvema kompleksnima oborožitvenima sistemoma ladjama Ankaran 21 in Triglav 11, ruska ladja iz razreda Svetlyak, ki ščitita interese Republike Slovenije na morju. Poleg zahtevne uporabe terjata tudi zahtevno in dolgotrajno vzdrževanje, vendar v cilju zaključne naloge tu ne mislim vzdrževanja celote, ampak vzdrževanje oborožitvenih sistemov. Obe spadata v razred patrolnih ladij, čeprav se Triglav 11 zaradi svoje velikosti in delovnih potencialov navaja kot večnamenska ladja, kar se kaže tudi v razporeditvi in prostoru, ki jo ima. Opremljena je s sistemi za bližinski boj in lastno pasivno obrambo, opazovanje akvatorija, patroljiranja, reševanja na morju, ki je sicer prednostna naloga v mirnodobnem času v primeru vpoklica. Zato je potreben kompleksen sistem, ki vse podsisteme združuje v celoto.

Ladja kot oborožitveni sistem je kompleksen integrirani sistem, sestavljen iz bojnega podsistema (s katerim se na bojišču z ognjem fizično spreminja razmerje sil) in množice podsistemov, ki omogočajo uspešno in učinkovito delovanje bojnega sistema v najrazličnejših astronomskih, meteoroloških in klimatsko-geografskih razmerah. Med te sisteme spadajo podsistemi za odkrivanje in prepoznavanje ciljev, podsistemi za ciljanje in določanje razdalje do cilja, podsistemi za nadzor in vodenje ognja, podsistemi za izračun balističnih elementov (elevacija in prehitek), podsistem za poveljevanje in zvezo, navigacijski podsistem, podsistem za zaščito pred motnjami (ki jih namerno povzročajo nasprotnikovi radijski in radarski motilniki).

Pri ruskih ladjah razreda svetlyak gre za tri različne projekte, gre za projekt klasične patrolne ladje, raketne patrolne ladje in večnamenske patrolne ladje v katero sodi Triglav 11, razlika med njimi pa je v namembnosti ladij .

1.1 IZHODIŠČE ZAKLJUČNE NALOGE

Izhodišče zaključne naloge je predstavitev ladje Triglav 11 kot kompleksen oborožitveni sistem s svojimi podsistemi, ki sestavljajo ladjo kot celoto. Na splošno bi ladjo razdelili na podvodni in nadvodni del, na pogonski podsistem, strukturo, oborožitvene podsisteme, opazovalne podsisteme in tako naprej, vendar izhodišče za to nalogo bodo oborožitveni podsistemi z vsemi pripadajočimi optoelektronskimi sistemi, brez katere so sodobni oborožitveni sistemi gluhi in slepi. Vendar brez posebej izurjene posadke tudi ti podsistemi ne prinesejo nobene prednosti in dodatne vrednosti.

1.2 NAMEN IN CILJ ZAKLJUČNE NALOGE

Namen in zaključne naloge je predstaviti in opisati posamezne elemente, ki so potrebni za uspešno delovanje na morju, od same izbire oborožitvenih sistemov, načina delovanja, sisteme upravljanja in vzdrževanja oborožitvenih sistemov od teoretičnih pristopov v prvih poglavjih do podsistemov, ki jih ima oborožitveni sistem Triglav 11. Cilj naloge je oceniti stopnjo oborožitvenih sistemov, avtomatizacije in vzdrževanja le teh.

1.3 METODE DELA

V zaključni nalogi bom uporabil analizo primarnih virov, deskriptivno metodo, kjer bom velik poudarek namenil deskripciji sistemov, ki so potrebni pri avtomatizaciji sistemov in samo razumevanje delovanja mornariških oborožitvenih sistemov. Veliko literature je v tujem jeziku angleščini in ruščini, zaradi česar sem imel veliko težav pri razumevanju in navajanju teoretičnih dejstev. V veliko pomoč mi je bila pomoč mentorja, ki je poskrbel za razumevanje. Uporabil bom namreč znanje strokovnjakov, ki so definirali oborožitvene sisteme za potrebe mornarice in potrebne lastnosti, ki jih le ti morajo imeti, od oborožitvenih podsistemov za opazovanje, optoelektronskih senzorjev, radarjev, podsistemov za nadzor in vodenje ognja, sistemov za poveljevanje in zvezo, podsistemi za zaščito pred motenjem in do podsistemov motenja in oboroženem delovanju nasprotnika.

1.4 STRUKTURA ZAKLJUČNE NALOGE

Zaključna naloga sestoji iz treh glavnih delov, uvoda, osrednjega dela in zaključka. V osrednjem delu bom predstavil teoretične zamisli proizvajalcev in strokovnjakov mornariških oborožitvenih sistemov, avtomatizacije v tesni povezavi drugimi razredi ladij od korvet do bojnih ladij. V drugem delu bo sleda bolj podrobna predstavitev VNL Triglav 11, oborožitvenih sistemov, avtomatizacije, ki jo premore ter vzdrževanje oborožitvenih sistemov. V zaključku naloge pa želim na podlagi vseh zbranih podatkov sestaviti sliko in stopnjo oborožitve, avtomatizacije in vzdrževanja.

2 OBOROŽITVENI SISTEMI

Mornariška orožja se uporabljajo v zraku, na zemeljskem površju in pod morjem. Tako topovi kot izstrelki se uporabljajo za zračne in površinske tarče, med tem ko so torpedi usmerjeni k tarčam pod morsko gladino. Za poznavanje ladijskih orožij je potrebno naprej pridobiti znanje o načinih opisovanja in vrednotenja orožij, kar pomeni seznanitev s terminologijo ter značilnostmi topov, izstrelkov in torpedov (Corse 1976, 1).

2.1 ZNAČILNOSTI OBOROŽITVENIH SISTEMOV

Od obravnave orožja s pomočjo splošnih konceptov, ki so bili povezani z nalogo ladje, prehajamo k sami terminologiji, s katero se to orožje opisuje. Spodaj so zapisani nekateri atributi topov, pripomniti pa je treba, da seznam ni nujno popoln, ampak so izbrani zgolj ključni aspekti balistike v interesu osebja, ki se ukvarja z orožjem.

Značilnosti oborožitvenih sistemov:

- Ime/označba
- Leto uvedbe
- Absolutni vertikalni - elevacijski kot
- Absolutni horizontalni kot
- Doseg
- Tip projektila
- Hitrost streljanja
- Hitrost na ustju cevi
- Sistem polnjenja
- Teža in velikost
- Kotna hitrost po horizontu in elevaciji
- Stopnja avtomatizacije
- Poenotenje in stroški materiala
- Sposobnost vzdrževanja

Imenu in označbi topu se običajno pripiše ime proizvajalca vse dokler se ne začne uporabljati v mornarici, kjer nato pridobi označbo glede na tip in model. Občasno pa se tudi kasneje identificira zgolj z imenom proizvajalca. V vsakem primeru ime in označbe strelnega orožja sledijo določbam, ki zahtevajo opis premera cevi, dolžino cevi in njegovega osnovnega namena. Primeri so lahko: »General Electric, Vulcan-Phalanx, 20mm, protiletalski top«; ali pa »Mark 42 Mod 10, 5-inčni 54-kalibrski, dvojno namenski top.

Informacija o letu uvedbe je veliko bolj uporabna, kot se morda zdi na prvi pogled. Seveda je pomemben sam datum iznajdbe orožja, vendar je treba upoštevati, da je veliko oborožitvenih sistemov dostopnih veliko preden dejansko postanejo pripravljeni za uporabo v mornarici. Razlogi za to so: potrebe po testiranju in izboljševanju ter politični in finančni dejavniki, ki vplivajo na čas njihove predstavitve. Zato podatek o letu uvedbe v mornarico opazovalcu da dobro predstavo o vrednosti topovske oborožitve posamezne ladje in o tem, kako se primerja s konkurenčnimi mornaricami. Na primer 5-inčni 38-kalibrski dvojno namenski top so iznašli v začetku 20. stoletja, in se je uporabljal s kasnejšimi izboljšavami od poznih 30ih let 20. stoletja, danes pa se ukinja. Hiter pogled na opis topovske oborožitve ladje in na tabelo, ki kaže leto uvedbe, torej da jasno sliko tehnološkega stanja ladijskih topov.

Absolutni vertikalni lok, do katerega se lahko topovska cev dvigne in spusti, določa ali se lahko top uporablja proti letalom. Večina modelov topov, ki so v uporabi, imajo dvojni namen in se lahko dvignejo 85 stopinj nad horizontalo ter spustijo 15 stopinj pod njo. 5-inčni 54-kalibrski, Mark 45, lahek top pa se na primer lahko dvigne samo na 65 stopinj, saj ga omejuje njegov sistem polnjenja - loading system, ki je namenjen streljanju površinskih tarč in nizko letečih letal.

Absolutni horizontalni lok, do katerega je top lahko namerjen in lahko še vedno strelja, ne da bi zadel del ladje, je druga pomembna značilnost, ki določa vrednost topa. Na primer, če je top montiran precej spredaj na premcu, ima lahko nemoteno polje ognja, ki obsega več kot 320 stopinj. Top montiran na krmi pa ima lahko lok, ki obsega zgolj 180 stopinj od boka do boka. Če je top slabo postavljen zaradi podreditve drugim zahtevam v skladu z namenom ladje, potem je lahko učinkovit samo na loku 90 stopinj. Raketne križarke vrste Leahy imajo dve 3-inčni podvozji za top montirani v sprednjem delu ladje, eno na levem boku in eno na desnem boku ladje.

Doseg oz. razdalja, do katere je top učinkovit proti površinskim in zračnim tarčam, je ena izmed pomembnih značilnosti topovskih sistemov. Doseg med drugim določa tudi hitrost, ki pa je odvisna od potisnega plina, teže projektila, kalibra topa in sposobnosti senzorjev ter nadzora in vodenja streljanja, da spremljajo gibanje tarče.

Kateri tip projektila uporabiti, da dosežemo najbolj učinkovit topovski strel, je odvisno od tipa tarče, ki bo izpostavljena streljanju. Ameriški mornariški topi lahko streljajo standardne naboje/salve, podkalibrske naboje/salve in pa projekte s pomožnim raketnim motorjem.

Hitrost streljanja topa, tako v nepretrganem streljanju kot tudi na najvišji dosegljivi stopnji, je izjemno pomemben dejavnik, še posebej ko se top uporablja za streljanje na približujoče se sovražno letalo ali manevrirni izstrellek. Na hitrost streljanja topa močno vpliva sposobnost kovine v cevi, da prenese vročino in hitro ohlajanje, ki poteka med strelsko akcijo. Tipi topovskih cevi so narejeni tako, da različno prenesejo napor hitrega ognja. Pri manjših topovih kot je 20mm neposredni oborožitveni sistem (CIWS – close-in weapon system) so ta problem velike hitrosti ognja naslovili s ponovno uvedbo Gatlingovega načela rotacijskih cevi. Hitrost streljanja topov, ki se ročno polnijo, je odvisna od tempa in izurjenosti s katerim posadka lahko polni top.

Hitrost, s katero projektil zapusti ustje cevi, v veliki meri določa dosežni topa in daje približno predstavbo o času, potrebnem da naboj doseže tarčo.

Še en pomemben dejavnik pri uporabnosti topovskega sistema je način nalaganja streliva in polnjenja topov. Na voljo bi morala biti velika zaloga streliva, ki je pripravljeno za takojšno uporabo, kar zagotavlja podaljšano streljanje brez potrebe po prekinitvi in oskrbi z dodatnim strelivom. Danes se vedno več truda vlaga v izboljševanje tega aspekta topovskih sistemov, saj počasni ročni sistemi polnjenja lahko onespособijo sicer učinkovit top.

Teža in velikost topa sta ključna dejavnika, saj vplivata na sam načrt ladje, ki bo nosila tovrstne topove. Manjša kot je teža topov, večja je fleksibilnost pri postavljanju topov na ladjo, če želimo ohraniti stabilnost. To omogoča mornarici, da uporablja enak top na več različnih velikostih ladij, s čimer standardizira zahteve po oskrbi, popravilih, vzdrževanju in strelivu.

Kotna hitrost po horizontu in elevaciji, mornariški topovi srednjega ali majhnega kalibra (npr. 3-inčni) bi morali biti zmožni hitro nameriti in dvigniti cev (train and elevate), če želijo slediti tempu letal in izstrelki pri roki. Zapomniti si je treba, da je povišanje stopnje po horizontu in elevaciji mogoče doseči s povečanjem velikosti njihovih motorjev, kar pa posledično vpliva na velikost topa in njegovo težo.

Stopnja avtomatizacije, cilj avtomatizacije je povečanje učinkovitosti in hitrosti topa ter ne nujno hkrati zmanjšati število ljudi v sistemu. Splošno pa sicer velja, da se s povečano avtomatizacijo, ki zmanjša število ljudi v sistemu, zmanjša tudi reakcijski čas.

Poenotenje in stroški materiala sta načrtovalec in uporabnik sta pod vplivom gospodarskih obravnav. Pri oskrbi s topovi in rezervnimi deli se išče maksimalno poenotenje z ostalimi orožji. Ocenjuje se tudi raven vzdrževanja, ki se bo morala izvajati

na ladji. Komponente topa naj bi bile zlahka dosegljive, enostavne za popravilo, kar se da preproste, vendar še vedno v skladu z dovoljenim stanjem tehnologije, morajo pa biti tudi močne in zanesljive. Tako kot pri vsej elektronski opremi na ladji, je tudi pri topovskih sistemih prisoten trend k modularni zasnovi. V primeru, da komponenta v sistemu odpove, testna oprema, ki nadzoruje ta sistem, avtomatično identificira modul in ga namesti kot del osnovne opreme. Modul se nato zamenja z drugim iz oskrbovalnega oddelka, pokvarjeni pa se bodisi popravi, če je le mogoče, bodisi se naroči nadomesten.

V primeru neokvare oborožitvenega sistema ali da je težko vzdrževati določen top v delujočem stanju, lahko oborožitveni sistem predstavlja resno pomanjkljivost mornarice, saj ni več pripravljen za delovanje in povzroča stroške. Če se težave ne da odpraviti, je malo verjetno, da bo mornarica kupila tovrstno orožje. Moderni proizvajalci orožja torej zagotavljajo, da je njihov proizvod lahko vzdrževati. V sistem pa je vključena tudi testna oprema, da se identificira težave in preprečuje napake (po Corse 1976, 6).

2.1.1 Značilnosti izstrelkov

Tako kot mornariški top, so tudi ladijski izstrelki uporabljeni v različnih ofenzivnih in defenzivnih vlogah. Izstrelke se lahko uporablja za streljanje na druge ladje, izstrelke, letala in celo podmornice. Ločujemo med njimi glede na njihov namen, pogonski sistem in sistem vodenja. Pomembne značilnosti so prikazane spodaj, podane pa so tudi razlike z značilnostmi topov, ki so:

- Ime/označba
- Leto uvedbe
- Namen – protipodmorniški, zemlja-zemlja, zemlja-zrak
- Bojna glava – kasetna, fragmentacijska, oklepno-prebojna, jedrska
- Ogrodje – dolžina, teža
- Pogonsko gorivo – tip motorja, gorivo, hitrost
- Doseg
- Lanser¹ – enojni/dvojni (1 ali 2)
- Sistem vodenja
- Kapaciteta nabojnika in sistem polnjenja
- Sočasno število tarč, ki jih zmora sistem
- Stroški
- Spodobnost vzdrževanja

Bojna glava določa namen izstrelka, npr. ladja bi izstrelila izstrelek s fragmentacijsko bojno glavo, če bi ciljala manevrirni izstrelek, kasetno bojno glavo za letalo ali visoko eksplozivno bojno glavo, če bi šlo za drugo ladjo. Izbira bojne glave vpliva na zahteve glede oblikovanja sistema vodenja in pogonskega sistema. Kot ilustracijo vzemimo primer, ko je bojna glava smrtonosna zgolj na majhnem območju in je edina učinkovita postavitev na izstrelku, ki se ga da voditi zelo blizu tarče.

Ogrodje izstrelka mora imeti dovolj močno strukturo, da lahko podpira in ščiti notranje dele med letom in pa dovolj majhno težo, da so zahteve po gorivu nizke. Strukturna moč omogoča komponentam izstrelka, da prenesejo naglo pospeševanje pri izstrelitvi ter možne spremembe zračne poti, medtem ko lovi tarčo. Velikost in teža izstrelka sta odvisna od prostora za tovor, prenosa od skladišča streliva - magazine do lanserja pogonskega goriva in vodenja. Majhni izstrelki imajo kar nekaj prednosti pred velikimi. Prvič, shranjujejo se lahko v manjših skladiščih streliva, kar sprosti prostor na ladji za druge potrebe. Drugič, na ladji se lahko prevaža veliko število izstrelkov, zaradi česar ni potrebno tako pogosto polnjenje, ladja pa je bolj samozadostna in bolj vzdržljiva v boju.

¹ Sestavljena naprava, namenjena podpori in nošenju izstrelka v položaju za streljanje. Angleško-slovenski vojaški terminološki slovar, MORS, 2006

Tretjič, manjše izstrelke je lažje prenesti k lanserjem - launcher in jih nalagati na njihove roke. In četrtič, poganjati manjši izstrelak skozi zrak zahteva veliko manj goriva na isti razdalji kot velik izstrelak; oz. dopušča daljši let z enako količino goriva.

V bojnem okolju letal in manevrskih izstrelkov se mornarici priporoča trdno pogonsko gorivo s hitrim izgorevanjem in hitrim reakcijskim časom. Poleg tega pa je varnejše za uporabo kot tekoče pogonsko gorivo. Primer, ko je potrebna izjemno hitra reakcija je lokalni samoobrambni izstrelak, ki je oblikovan z namenom, da se v skrajni sili sooči s prihajajočimi zračnimi tarčami. V tej bojni situaciji je prihajajoča tarča že prodrla v bližino ladje. Izstrelak *Sea Sparrow* je primer izstrelka, ki uporablja trdno pogonsko gorivo. Na drugi strani pa se tekoče pogonsko gorivo uporablja pri izstrelkih velikega dosega, ki imajo daljše lete; npr. *Talos izstrelak*. Kar se tiče motorjev, se uporablja več različnih tipov, običajno pa se pojavljajo v parih pri enem izstrelku. Na primer, raketni motor poganja izstrelak skozi fazo pospeška, med tem ko reaktivni motor s kompresorjem poganja izstrelak skozi preostanek leta. Mnogi drugi izstrelki uporabljajo dva raketna motorja: pospeševalni motor in vzdrževalno raketo.

Tako kot pri pogonskem gorivu tudi sistem vodenja služi namenu izstrelka. Izstrelki kot *Poseidon* se uporabljajo notranje vodenje, ki je primerno za dolge lete. Drugi načini vodenja pa so še: vnaprej določeno vodenje, vodenje med letom, vodenje s pomočjo radarskih in laserskih žarkov (oborožitveni sistem Shturm) in sestavljeno vodenje. Sistem vodenja izstrelka je odvisen od sistema nadzora in vodenja ognja na ladji. Na primer, protiletalski izstrelak dolgega dosega zemlja-zrak zahteva izjemno sofisticirano elektronsko vodenje z ladje, in sicer v obliki opreme za procesiranje računalniških podatkov ter velike radarske antene. V nasprotju s tem pa ima lahko najmanjši izstrelak kratkega dosega relativno majhen, ročni sistem nadzora ognja, ki uporablja optični merek s telekomunikacijskih in optoelektronskih vodenjem.

Idealni sistem izstrelkov za boj na morju bi bil sposoben zadeti vse sovražne tarče obenem. Obstajajo praktične težave pri zaznavanju, klasifikaciji, sledenju in uničevanju številčnejših tarč v kratkem času, zaradi česar ima sistem izstrelkov omejeno kapaciteto za eliminiranje številčnih napadalcev. Splošno rečeno, bojna sposobnost ladje je med drugim odvisna tudi od števila vhodnih kanalov, ki vplivajo na radarski organizator za nadzor in vodenja ognja, ki skrbijo za sledenje tarčam, potem ko so bile že zaznane z iskalnimi radarji. Novejši in zmogljivejši organizatorji nadzora in vodenja ognja v mornarici so sposobni slediti več tarčam hkrati, kar prenese impulz na lansirnik, skladišče streliva in sistem polnjenja, da sledijo ukazom streljanja. Večina starih radarskih organizatorjev za nadzor in vodenje izstrelkov in topov, ki se uporabljajo še danes, ne more slediti kapaciteti sistema izstrelitve orožja na palubi, kar omejuje ladjo, da bi streljala na dve ali štiri tarče simultano (odvisno od števila organizatorjev – vhodnih kanalov na palubi). Ti le omogočajo princip delovanja izstrelki in pozabi

Značilnosti kot so učinkovitost dosega, stopnja avtomatizacije, skladiščenje streliva in sistem polnjenja, stroški in sposobnost vzdrževanja so enake tako za topove kot tudi za izstrelke (po Corse 1976, 10)

2.1.2 Značilnosti torpedov

V ameriški mornarici je pogosto uporabljeno orožje za protipodmorniško delovanje torpedo, čeprav obstajajo tudi druga sredstva za uničenje podmornice. Mnoge mornarice poleg torpedov uporabljajo različne raketomete in globinske bombe.

Ladijski torpedi so bili v osnovi oblikovani za uporabo proti drugim ladjam. Ko pa je podmornica postala primarna grožnja na morju in ko po 2. svetovni vojni razvili zanesljive homing torpede (princip izstrelki in pozabi), so se modeli ladijskih torpedov prilagodili napadu na podmornice. Ključne značilnosti torpedov se odvisne od dejavnikov kot so: način kako prispejo na ciljno območje, dolžina potovanja po vodi, hitrost, ki jo dosežejo, sistem pogona, sistem vodenja in njihova maksimalna globina.

Bojne glave so v osnovi zgrajene iz zadostne količine rušilnega razstreliva, da lahko uniči pritisk trupa podmornice. Ker so podmornice že tako podvržene močnemu pritisku vode, je potrebno manj eksploziva za uničenje kot ga je potrebno za potopitev. Posledično so torpedi postali manjši kot tisti uporabljeni za ladje med drugo svetovno vojno. Protipodmorniško bojno glavo se običajno detonira s kontaktnim sprožilcem ali s sprožilcem, ki zazna bližino podmornice.

Spodaj je prikazanih nekaj terminov, ki opisujejo torpede in so primerljivi s topovi in z izstrelki:

- Označba
- Leto uvedbe
- Dimenzije
- Platforma izstrelitve
- Vodenje
- Pogonsko gorivo
- Nabojnik in sistem polnjenja
- Hitrost
- Vzdržljivost
- Globinska kapaciteta
- Stroški
- Sposobnost vzdrževanja

Torpedi ameriške mornarice so identificirani z znamko in številko modela, redko pa z imenom, kot je značilno za izstrelke. Primer je Mark 46 Mod 0 ali Mod 1, izjema pa je podmorniški Mark 45, ASTOR torpedo.

Premier torpeda je pomembna opisna statistika, saj nakazuje vrsto tarče, velikost bojne glave in doseg torpeda. Standardni premer na mornariških ladjah je 12,75 inčev in se uporablja za protipodmorniško delovanje. 21-inčni torpedi so daljši in težji, zaradi česar imajo daljši doseg in zadostno uničevalno moč, da se uporablja tudi proti ladjam in ne zgolj samo proti podmornicam.

Metoda oziroma platforma lansiranja torpeda je odvisna od taktične situacije. S sistemi, ki to funkcijo upravljajo, pa imajo svoje zmožnosti in omejitve. Torpede se lahko izstreli iz cevi na krovu, iz ladijskega helikopterja ali pa iz raketometu (ASROC). Vsak sistem izstrelitve pokriva različen radij okoli ladje.

Vodenje torpeda predstavlja skoraj tako velik tehnični problem kot je samo lociranje tarče. Nekateri torpedi vsebujejo lastne sisteme vodenja, ki najprej spravijo torpedo k ciljnemu območju, nato pa razvijejo vnaprej nastavljen iskalni vzorec. Ko je tarča pridobljena je torpedo voden k njej. Drugi torpedi, posebej novejši modeli, so med njihovo potjo vodeni po žici, ki prenaša ukaze in popravke.

V zadnjih letih se je testiralo že vrsto sistemov pogona torpedov. Mornarica je morala najti določene rešitve, da bi dosegla visoko hitrost torpedov v vodi, tiho potovanje in maksimalen doseg. Torpedi na parni pogon, uporabljeni v drugi svetovni vojni, se še vedno uporabljajo za vajo in trening na ladjah ter podmornicah. Drugi torpedi pa imajo lahko za pogonsko gorivo vodikov peroksid, električne akumulatorje, trdno ali pa tekoče gorivo. Vsak izmed teh pogonskih sistemov ima svoje prednosti in slabosti. Na primer, torpedi na električni pogon so sicer hitri in tihi, ampak nimajo zadostne moči za večje razdalje (za kar je bolj primerno tekoče gorivo).

Torpedi so veliko, težko, okorno, sofisticirano in delikatno orožje, kar predstavlja problem pri nakladanju in polnjenju. Najbolj fleksibilen sistem nakladanja in polnjenja za torpedo na raketni pogon se uporablja na raketnih križarkah razreda Belknap. Gre za lansirno rampo z dvojnim namenom – bodisi za izstrelke bodisi za torpede na raketni pogon. Ostale alternative kot so: cevi postavljene na krovu, ladijski helikopterji in »škatlasti« protipodmorniški raketometi (ASROC lanserji), so zaznamovane s počasnim, neokretnim in ročnim procesom.

Hitrost torpeda ima velik taktični pomen, saj so moderne podmornice izjemno hitre in se lahko približajo celo hitrosti približujočega se torpeda. Če se torej torpedo lansira za podmornico, ki se oddaljuje od mesta izstrela, potem je hitrostna prednost torpeda majhna.

Prav primerjava hitrosti podmornic s hitrostjo torpedov kaže nato kako pomemben dejavnik je vzdržljivost. Če želi torpedo izkoristiti svojo minimalno prednost v hitrosti pri umikajoči se podmornici, potem je vzdržljivost na dolgi rok izjemno pomembna. Če je pot predolga in se motor torpeda ustavi, potem obstaja možnost, da bo podmornica ušla zasledujočem torpedu.

Torpedo mora biti zmožen iskanja tudi v globoki vodi. Če je torpedo omejen na iskanje do razdalje 600 čevljev, očitno ni najbolj uporaben proti podmornici, ki se nahaja na radalji 800 čevljev (po Corse 1976, 14).

2.2 IZBOR OROŽJA

Pri namenu in uporabi topov in izstrelkov sta poleg upoštevanja naloge ladje pomembna še dva taktična koncepta. Če je cilj braniti ladje pred napadom, tako da je obramba kar se da oddaljena od formacije ladij, potem bodo senzorji in orožje oblikovani tako, da bodo funkcionirali znotraj velikega ovoja, ki širi razdaljo od ladje, ki strelja.

Pri izboru oborožitvenega sistema so središčnega pomena bojne naloge posamezne ladje. Jedrska križarka z vodenimi izstrelki (*nuclear-powered guided missile cruiser*), ki spremlja in brani letalonosilke bo prevažala uravnoteženo oborožitev z orožji za delovanje proti zračnim silam (*antiair warfare AAW*), delovanje proti kopenskimi silam (*antisurface warfare ASUW*) in za protipodmorniško delovanje (*antisubmarine warfare ASW*). Desantne ladje² (*tank landing ship LST*) prevažajo orožja, ki se uporabljajo kot zadnje sredstvo v samoobrambi, kot so 3-inčne (*three inch*) hitrostrelni topovi, saj ladja ni namenjena kot platforma orožja, ampak je nosilec mornariške pehote in vozil. Patrolni hidrogliser (*hydrofoil patrol boat - PHM*) prevaža izstrelke zemlja-zemlja, s katerimi se napadajo površinske ladje. Prevaža pa lahko tudi protiletalske topove za zaščito proti svoji največji grožnji, letalom.

Tovrstne ladje s svojim orožjem nudijo zaščito celotni formaciji; orožje, ki ga uporabljajo, pa se imenuje orožje za *obrambo območja*. Primer ladij, ki so oblikovane tako, da nudijo obrambo območja so CG-ji-raketne križarke. Te križarke nudijo pokrivanje območja do maksimalnega dosega njihovega iskanja in radarjev za nadzor ognja. Orožje na palubi lahko torej napade katero koli tarčo, ki vstopi v omenjeni ovoj.

Koncept *točkovne obrambe* pa vključuje nudenje samozaščite za posamezno enoto, ne glede na tip ladje. Ladja oborožena za točkovno obrambo bo poskusila sestreliti katero koli tarčo, ki vstopi v obroč tesno okoli nje. Topovi in izstrelki naj bi bili učinkoviti na zelo kratkem doseg, če želijo preprečiti poškodbo ladje s strani napadalca. Ladje namenjene za posebne naloge, kot na primer letalonosilke, pomožno ladjeve, amfibijske ladje in spremljevalci rušilcev, so tako oboroženi z orožji kratkega dosega oz. orožji za točkovno obrambo (po Corse 1976, 1).

² Jurišna ladja, ki je namenjena dolгим potovanjem po morju in za hitro raztovarjanje na obalo. Angleško-slovenski vojaški terminološki slovar, MORS, 2006

3 SISTEMI ZA NADZOR IN VODENJA OGNJA

3.1 PROBLEM NADZORA IN VODENJA OGNJA

Balistični dejavniki so hkrati del problema nadzora topovskega ognja in njegova rešitev. Problem se nanaša na premislek in oceno vseh dejavnikov, ki vplivajo na učinkovitost ognja proti tarči. Tip tarče pa določa kako se ta problem rešuje. Na primer, pozicijo površinske tarče se meri s pomočjo smeri in dosega, medtem ko zračne tarče vključujejo še tretjo dimenzijo – elevacijo. K rešitvi pripomorejo tudi druge razlike, kot je denimo hitrost tarče. Poleg balistike obstajata še dva aspekta problema nadzora ognja, in sicer gibanje tarče, gibanje lastne ladje, plus popravki za paralakso ter kompenzator korekcije ognja in topa.

Odločitve povelja, ko informacijski center zazna tarčo in jo klasificira kot sovražno, se posreduje vsem relevantnim informacijam, vključno z nadzornikovimi priporočili kot to določa oborožitvena doktrina ladje. Sprejeti je treba odločitev o potencialnem napadu tarče. Če je odločitev pritrdilna, potem je naslednji korak izbira orožja, ki bo opravilo to nalogo. V primeru, da je to orožje top je treba upoštevati oddaljenost in gibljivost tarče. Če je tarča stacionarna in v kratkem dosegu topa, potem ta naloga ni težavna. Ko pa se doseg poveča oz. se platforma orožja in/ali tarča premikata se pojavi veliko novih dejavnikov. Ker top ko enkrat projektil zapusti cev, ne more zamenjati smeri, mora biti prvotno merjenje izjemno natančno. Rešitev problema je torej vsota vseh individualnih popravkov in dogodkov, ki se dogajajo med zaznavo in uničenjem tarče (po Corse 1976, 37).

3.2 OPTIČNE NAPRAVE ZA NADZOR IN VODENJE OGNJA

Optične naprave v sistemih nadzora ognja omogočajo opazovalnemu očesu povečano sliko tarče. Istočasno pa opazovalec v napravi vidi sliko referenčne oznake. Določanje pravilne namerilne črte poteka tako, da pravilno poravnamo referenčno oznako s sliko tarče. Optično iskalo določi dve različni namerilni črti in s tem, ko tvori trikotno obliko, omogoči določitev dosega tarče. Leče, prizme, ogledala ali kombinacija teh elementov, nadzorujejo pot svetlobe skozi optično napravo. Leča je lahko sestavljena iz dveh ali treh posameznih leč, v preprosti ureditvi kakršna je v teleskopu. Pred napačnim ravnanjem, vlago, umazanijo in drugimi dejavniki propadanja, pa je potrebno zaščititi notranje dele in spojne dele. Zaradi tega je mornariška optična oprema hermetično zaprta. Fiksna optična oprema, kot so teleskopi in iskala so polnjeni s suhim helijem ali dušikom (po Corse 1976, 106).

3.3 RADARJI ZA NADZOR IN VODENJA OGNJA

Osnovna funkcija radarjev za nadzor ognja je pridobivanje tarč, ki so jih prvotno zaznali in označili iskalni radarji, da lahko določijo natančen doseg, smer in elevacijski kot tarče. Antene se »stabilizira« tako da se kompenzira računalniški izračun nagiba in obračanja ladje. Zelo visoke frekvence omogočajo formacijo ozkopasovnih žarčnih širin s primerljivo majhnimi antenskimi množicami za detekcijo tarč z majhnimi odbojnimi površinami in

jasnost vseh tarč. Ozke vertikalne in horizontalne žarčne širine (0,9 – 3 stopinje) omogočajo natančen kot smeri in pozicije ter visoko stopnjo resolucije smeri in elevacije.

V splošnem radarji za vodenje izstrelkov delujejo po istih načelih kot radarji za nadzor ognja. Osnoven sistem radarjev uravnavajo impulzni radarski sistemi. Blokovni diagram osnovnih enot radarskih sistemov, ki jih uravnavajo impulzi je prikazan na v Prilogi 7. Uravnavanje oz. modulacija je proces spreminjanja amplitude ali frekvence signala radijske frekvence. Modulacija ustvari časovne impulze, ki sprožijo oddajnik in indikator. Te časovne impulze oddajnik nato pretvori v močne impulze radio-frekvenčne energije na določeni frekvenci. Uporabo samo ene antene tako za oddajanje kot prejemanje omogoča duplexer³. Usmerja odhodne impulze oddajnika k anteni in odmevne impulze k sprejemniku. Sistem anten oddaja radio-frekvenčno energijo kot usmerjen pas in sprejema odmevne impulze samo iz smeri, kamor je usmerjen odbojnik antene. Sprejemnik ojači odmevne impulze, ki se odbijajo od tarče, in jih usmeri k indikatorju. Tam pa so prikazani na katodni cevi (po Corse 1976, 117).

3.4 CELOTEN SISTEM VODENIH IZSTRELKOV

Potreba po hitri obravnavi in evalvaciji podatkov o tarči vse od detekcije do uničenja, je ustvarila koncept sistema, ki presega tradicionalni sistem nadzora ognja. Nastal je nov termin – sistem nadzora orožja (*weapon control system* WCP). Razlika med sistemom nadzora ognja, ki je nadziral samo eno artilerijsko baterijo⁴ in novim sistemom, je v tem, da novi vključuje integracijo opreme za procesiranje podatkov v opremo za nadzor vseh ladijskih artilerijskih baterij. Poleg tega zajema zmožnost upravljanja teh baterij in ladijske oborožitve v koordinaciji z drugimi ladjami v bojni skupini. Nov sistem ni omejen na tip orožja, ampak je skupek med seboj povezanih delov opreme, ki nadzira učinkovitost ognja na izbranih tarčah. Vključuje opremo, ki je samo posredno vključena v nadzor orožja (po Corse 1976, 319).

3.5 SISTEMI ZA IDENTIFIKACIJO

Ko je potencialna tarča zaznana, je potrebno brez zamude določiti ali je prijateljska ali sovražna, za kar pa potrebujemo avtomatiziran sistem identifikacije. Sistem za identificiranje ali je tarča prijateljska ali sovražna (*identification friend or foe* IFF), tehnično ni radarski sistem, ampak se pogosto uporablja v povezavi z radarjem za omogočanje, da se prijateljska ladja ali letalo avtomatsko identificirajo kot taki. Ko radar zazna tarčo, detektor identifikacije - interrogator (spraševalec, zasliševalec) pošlje IFF signal: če je tarča opremljena z ustreznim transponderjem⁵, ki sprejme zakodiran signal, potem bo avtomatično odgovorila z zakodiranim odzivom.

³ Naprava, ki omogoča oddajniku, ki deluje na eni frekvenci in sprejemniku, ki deluje na drugi, da uporabljata skupno anteno, z minimalno interakcijo in degradacijo različnih radio-frekvenčnih signalov (www.rfsolutions.com/duplex.htm).

⁴ Vsi topovi, torpedne cevi, reflektorji ali lanserji izstrelkov iste velikosti ali kalibra, ki se uporabljajo v isti namen. Lahko se nahajajo na eni ladji ali delujejo kot enota. Angleško-slovenski vojaški priročni slovar, Branimir Furlan, Marjan Mahnič

⁵ Sprejemnik/ oddajnik, ki na ustrezno vprašanje posreduje signal z odgovorom. Angleško-slovenski vojaški terminološki slovar, MORS, 2006

3.6 MERKI

V sistemih nadzora ognja se uporabljajo tri splošni optični sistemi: preprosta merki brez leč, teleskopska merki s fiksnimi optičnimi komponentami in merki z gibljivimi optičnimi komponentami.

Preprosti merki brez leč: opazovalec gleda skozi okular; ko poravna tarčo s sredino sprednjega merka, je namerilna črta vzporedna osi topovske cevi. Opazovalec mora kompenzirati namerilno črto in narediti popravke, če želi da projektil zadane tarčo. Določanje kompenzacije poteka z uporabo kocičričnih obročev in radialnih črt in ne s središčem merka. Uporabnost teh merkov je omejena na primere, ko je tarča v krajšem dosegu, ko je top v lokalnem nadzoru in ko druge metode namerjanja niso na voljo. Za učinkovito rabo merka pri direktnem ognju je potrebno veliko vaje. Preprosti merki brez leč so manj natančni kot optični sistemi.

Teleskopski merki s fiksnimi komponentami: uporabljajo se v nekaterih protiletalskih hitrostrelnih topovih in v organizatorjih za vodenje in nadzor ognja za ciljanje zračnih ali površinskih tarč. Obstajata dva tipična sistema – direktni sistem in indirektni sistem. V prvem povečevalna leča oz. leča objektiva tvori obrnjeno podobo tarče. Ta podoba pada na površino leče z namerilnim križcem. Med lečo z namerilnim križcem in pokončnimi lečami so trije barvni filtri in preprost steklen filter. Uporabnik lahko vsakega izmed njih postavi na namerilno črto. Barvni filtri povečajo kontrast podobe tarče in zmanjšajo bleščanje neba ali vode. Pokončne leče zravnavajo podobo tarče in oblikujejo podobo blizu okularja z namerilnim križcem. Preprosto steklo pa služi za tesnjenje in preprečuje vstop vlage ter umazanije. Okular se lahko premika noter in ven ter s tem fokusira podobo tarče, ne da bi to vplivalo na tesnitev preostalih delov teleskopa.

Indirektni optični sistem je zelo podoben direktnemu, vendar s ključno razliko v tem, da je namerilna črta dvakrat zrcaljena s prizmami. Posledično se večina teleskopa nahaja na desnih kotih namerilne črte, kar daje največjo učinkovitost in kompaktnost upravljalca za vodenje in nadzor ognja. Iskala z gibljivimi optičnimi komponentami: gibljive optične komponente omogočajo topničarju, da kompenzira namerilno črto od topovske cevi ali črte odpiranja ognja.

Obstajata dva glavni vrsti merkov z gibljivimi optičnimi komponentami. Prva je podobna odprtemu merku prikazanem v Prilogi 2, z razliko da sta dodatna prizma in prizma objektiva mehanično povezani v topovski namerilni sistem. Tovrstni merki vključuje odsevno steklo, kolimator in luč, uporablja pa se v girokopskih računalniških merkih. Prednost gibljivih komponent je v tem, da se namerilno črto lahko kompenzira brez premikanja celotnega teleskopa (po Corse 1976, 106).

3.7 DALJINOMERJI

Za rešitev problema nadzora ognja je potrebna informacija o razdalji do tarče, ki pa jo lahko pridobimo z uporabo optičnega daljinomera z dvema okularjema (stereoskopsko). Upravljalca za vodenje in nadzor ognja tipa Mark 37 in 58 so opremljeni z daljinomeri, ki se uporabljajo za pridobivanje informacije o dosegu, ko so pogoji elektronskih prenosov takšni, da onemogočajo uporabo radarja oz. ko ta ne deluje.

Daljinomer je sestavljen iz optičnih enot razvrščenih v valjasto cev, ki je vgrajena v upravljalca oziroma organizatorja, izpostavljeni pa so samo štrleči deli teleskopa. Na sprednji površini ima cev na vsaki strani okence, skozi katero uporabnik določi dve namerilni črti do tarče. Razdalja med temi okenci se imenuje osnovna dolžina.

Optični daljinomer določa doseg z rešitvijo desnega trikotnika, pri katerem poznamo eno stranico (osnovna dolžina med stekli daljinomera) in dva kota (pri vsakem steklu). Kot prikazuje Priloga 3, je razdalja BL osnovna dolžina daljinomera, BT je doseg (R) do tarče (T). Ker je levo okence vedno na desni od osi cevi daljinomera, je TBL vedno desni kot. Dve namerilni črti (BT in TL) se stikata pri tarči in tvorita kot θ . LI je imaginarna paralela na črto dosega BT. Kot TLI je tako enak kotu BTL; meri se pri daljinomeru in

odšteje od 90° , kar da vrednost kota θ . Problem za stranico TB (doseg) se reši torej s pomočjo Evklidovega izreka: $TB = \text{osnovna dolžina (BL)} \times \cos \theta$ (θ).

Priloga 4 prikazuje poenostavljeno shemo razporeditve v optičnem sistemu stereoskopskega daljinomera. Za poenostavitev so bile pokončne leče izpuščene. Romba predstavljata vzorec mreže (oznaka na leči) in puščici predstavljata dve podobi tarče. Kot vidimo, se romb in puščica v desnem okencu ne prekrivata. Da bi se pogleda ujemala je potrebno obrniti gumb na desni strani daljinomera, ki zavrti oba kompenzacijska klina (tanki prizmi) skozi katera gre svetloba od tarče. Rotiranje prizem bo odklonilo namerilno črto, kar pa spremeni tudi kot θ . Priloga 5 prikazuje levo in desno podobo, kot sta vidni skozi stereoskopski okular daljinomera. Če je veliki romb nastavljen na isto mesto kot tarča, potem lahko uporabnik na lestvici prebere doseg do tarče (po Corse 1976, 112).

4 SENZORJI IN DETEKCIJSKE NAPRAVE

Senzorji in detektorji se uporabljajo pri vsakem oborožitvenem sistemu za zaznavo, lociranje in identificiranje tarče. Takšna naprava mora biti spodobna zaznati tarčo na najdaljši možni razdalji, hitro in natančno pa mora tudi ugotoviti lokacijo, smer ter hitrost tarče. Sposobna mora biti identificirati, kaj tarča je in oceniti ali je sovražna ali prijateljska. Idealna naprava bi imela enako učinkovitost, ne glede na medij, ki se uporablja. Morala bi tudi znati izločiti motnje povzročene s sovražnikove ali prijateljske strani ter motnje naravnega izvora.

Nobena izmed detekcijskih naprav, ki so bile do sedaj razvite in so v uporabi, pa ni zmožna izpolniti vseh teh zahtev. Vseeno pa jih lahko uporabimo kot standard za merjenje učinkovitosti detekcijskih naprav (po Corse 1976, 103).

4.1 SENZORJI

Moderne vojne ladje so popolnoma odvisne od svojih radarjev, sonarjev in neakustičnih senzorjev. Najbolj razširjena je uporaba radarja, ki je potreben za detekcijo letal in površinskih tarč, uporablja pa se tudi za navigacijo. Radarji za zračno obrambo so vedno postavljeni kar se da visoko, da nudijo krožno pokrivanje in maksimizirajo doseg. Doseg lahko, odvisno od izhodne moči in višine antene ter tarče, variira med 80-320 km.

Radarji za površinsko nadzorstvo so prav tako pogosto v uporabi, vendar so za zdaj še omejeni z razdaljo horizonta. Študije na tem področju poskušajo izboljšati natančnost in jasnost. Tako je na primer detekcija podmorniških periskopov z določenimi seti sedaj mogoča.

V ospredju zračne/površinske radarske tehnologije je sistem Aegis ameriške mornarice, ki je osnovan na radarju s fiksnimi množicami z elektronskim skeniranjem SPY-1A in se sedaj na morju uporablja na križarkah vrste Ticonderoga (CG 47). Na njih sta dva para fiksnih anten, ki izničita potrebo po antenah, ki se mehanično rotirajo. Sistem prav tako omogoča podatke o označbi tarče, ki jih potrebujejo radarji za sledenje izstrelkov in tudi sledi izhodnim izstrelkom. Iz opisanega izhaja podoben, vendar manj sofisticiran sistem SPY-1D, ki se uporablja na rušilcih vrste Arleigh Burke, ima pa samo en oddajnik ter tri osvetljevalce (na Ticonderogi sta dva oddajnika in štirje osvetljevalci).

Kljub učinkovitosti teh sistemov, še vedno obstajajo velike pomanjkljivosti, saj so kot aktivni oddajniki z lahkoto zaznani s strani sovražnih letal, ladij in satelitov. Elektronske tehnike kot oddajanje na razširjenem razpršenem spektru ali procesne metode kot prižiganje radarjev samo za kratke intervale, lahko sovražniku sicer oteži zaznavanje, ampak edina prava rešitev je v oddaljenih senzorjih ali pasivnih sistemih. V skladu s tem se elektro-optične sisteme razvija za nekatere tovrstne uporabe, ampak so še vedno omejeni v dosegu in z vremenom; poleg tega pa niso zmožni priskrbeti opozorila o grožnji, kot je denimo približujoča se nadzvočna raketa z nizko krivuljo leta (*sea-skimmer*)⁶.

Protipodmorniško bojevanje je zanimiv del sodobnih vojaških dejavnosti v dobi miru. Pomembno je, da mornariške sile vedo kar se da veliko o vsakodnevnem razvijanju podmornic svojih nasprotnikov. To jim omogoča, da razvijejo normalne razvojne vzorce, ki so ključni za zaznavanje tistih sprememb v vzorcih, ki bi lahko nakazovali na potencialen vojni položaj. Da pa bi dosegli to, morajo biti tudi lastne dejavnosti detekcije in identifikacije v protipodmorniškem delovanju, oblikovane kot v virtualnem vojnem stanju. S tem se ugotavlja širina pokrivanja in potrebna hitrosti odziva, kar je še posebej pomembno

⁶ Raketa, ki leti na višini manj kot 15 metrov nad vodno gladino. Angleško-slovenski vojaški terminološki slovar, MORS, 2006

zaradi visoke zmogljivosti sodobnih podmornic ter sposobnosti jedrskih podmornic, da so potopljene daljša časovna obdobja.

Sonarji za protipodmorniško delovanje, ki so nameščeni na ladijskem trupu, so še vedno glavni senzorji na večini površinskih vojnih ladij. Uporabljajo se lahko na aktivne ali pasivne načine, pogosto pa jih na ladjah dopolnjujejo sonarji variabilne globine, ki so nameščeni na določeni globini za zaznavanje podmornic, ki se skrivajo pod termalnim pasom. Velik problem za površinske vojne ladje je v tem, da se sonarji nameščeni na ladijskem trupu ne morejo uporabljati pri veliki hitrosti, medtem ko sistemi video prikazovanja (*video display systems VDS*) in sonarji, ki se jih vleče za ladjo (*vlečni dostavljenci*) omejujejo hitrost in manevriranje. To situacijo pa še poslabša vedno večja hitrost nekaterih podmornic (sovjetski čolni vrste Alfa so dosegli hitrost čez 42 vozlov na NATO vajah), med tem ko lahko večina površinskih bojnih ladij doseže maksimalno hitrost do 32 vozlov v ugodnih pogojih in še občutno manj na plovni poti.

Problem se da izogniti z uporabo ladijskega helikopterja za detekcijo in napad sovražnih podmornic na razširjenem dosegu. Skoraj vsi rušilci in fregate danes uporabljajo vsaj en helikopter za ta namen; čeprav imajo rušilci ameriške mornarice vrste Arleigh Burke pristajalne palube ne pa hangarjev, lahko njihova letala LAMPS III uporabljajo hangarje drugih ladij, kadar koli je to potrebno. To je nenavaden preobrat od sicer univerzalnega trenda – celo najnovejše sovjetske Krivak III fregate so sedaj izboljšale pomanjkljivost sicer odličnega dizajna in priskrbele celotno helikoptersko infrastrukturo, ki je manjkala na Krivakih I in II (po Millerju 1991, 58).

4.2 OPTOELEKTRONIKA

Priloga 1 kaže obseg porabljene energije s strani ladijskega sistema senzorjev in nadzora ognja. Vidna svetloba je prikazana na zgornjem delu frekvenčnega spektra valovnih dolžin, uporabljajo pa jo optični ter elektro-optični sistemi. Sledi ji infrardeča energija, ki se uporablja pri kemičnih, foto, termalnih in svetlobnih detektorjih. Valovne dolžine radarskih frekvenc si sledijo v vrstnem redu in so prilagojene različnim ladijskim funkcijam detekcije ter nadzora ognja. Naslednji so radijski valovi, ki se v oborožitvenih sistemih uporabljajo za zaznavanje prisotnosti drugih sil, s tem ko prestrežejo njihove prenose. Radijski sprejemniki in sistemi za nadzor ognja topov ter izstrelkov skrbijo za sledilne informacije o tarčah, ki oddajajo električno energijo. Na spodnjem delu spektra so avdio frekvence, ki se uporabljajo za zaznavanje objektov v vodi, in sicer z zvočno-navigacijsko ter sonarno opremo. Zvočne valove, ki jih oddaja objekt v vodi lahko zaznamo z aktivnim sonarjem ali pa s pasivnim sonarjem (hidrofonom).

Posebej pomembna dela spektra frekvenc sta vidna svetloba in infra-rdeči spekter. Optika se že dolgo uporablja pri mornariških orožjih, infrardeči spekter pa pri ladijskih senzorjih ni novost, ampak več kot potrebna sestavina. Ker pa je konkretna uporaba infrardečega spektra zaupna, lahko govorimo zgolj o njenih splošnih principih pri tovrstnih detektorjih.

Optične naprave v oborožitvenih sistemih vedno določijo smer in elevacijo tarče. Nekatere pa lahko merijo celo doseg tarče. Namerilna črta je praktično gledano ravna črta od tarče do opazovalca. Izjema so posebni atmosferski pojavi, ko se svetlobni žarki, ki se odbijajo od tarče, lomijo in delujejo upognjeni. Zato, da bi izboljšali sposobnosti človeškega očesa pri zaznavi in identifikaciji tarč, nekatere optične naprave uporabljajo sisteme leč, ki povečajo sliko tarče.

Zaradi potrebe po povečanju in izboljšanju vidnega polja, se v nekaterih oborožitvenih sistemih uporablja televizijsko zaznavanje in sledenje tarčam. Optične naprave z infrardečo svetlobo, ki je golemu očesu nevidna, so primerni tudi za nočno opazovanje tarč. Druge optične naprave, ki se zanašajo na od tarče odbijajočo se vidno svetlobo, so omejene s temo, z meglo in vidnimi ovirami. Imajo pa tudi določene prednosti pred

drugimi detekcijskimi in sledilnimi napravami, saj za svoje delovanje ne potrebujejo elektrike. Poleg tega pa jih je težko zмести in motiti. So pomembne pri določanju ali je tarča sovražna, so natančne, opazovalcu pa omogočajo tudi veliko informacij o tarči, saj je skrit pred operaterji enot za elektronsko bojevanje (po Corse 1976, 104).

5 RADAR

Radar je eno izmed največjih znanstvenih dosežkov, ki so vzklili iz druge svetovne vojne. Omogoča detekcijo in sledenje ladij ter letal na dolgih razdaljah, med zmanjšano vidljivostjo. Termin radar je akronim za radijsko detekcijo in določanje dosega, njegova primarna naloga pa je oddajanje signalov radijskih frekvenc, ki učinkovito potujejo v ravnih linijah pri svetlobni hitrosti (300.000 km/s), vse dokler se njihova energija širi, oz. dokler ne naletijo na objekt (tarčo). Tarča bo odbila nekaj radijskih frekvenc nazaj v obliki odmeva, ki ga lahko sprejme temu primerno občutljiv sprejemnik in nato prikaže operaterju na katodni cevi. Večina mornariških radarjev uporablja višji del spektra radijskih frekvenc, tako da so približne delujoče frekvence modernih radarskih setov: 1.200 MHz za zračno iskanje, 5.500 MHz za površinsko iskanje in 8.200 MHz za nadzor ognja.

Radarski sistemi oddajajo energijo v impulzih ali v kontinuiranih valovih (CW). Pri radarjih, ki oddajajo impulze, oddajnik pošilja valove v seriji kratkih, močnih impulzov z vmesnimi premori, da lahko sprejemnik zazna odmev. Glede na čas, ko sprejme odmev se nato določi oddaljenost tarče. Uporablja se duplekser, ki pošilja oddane signale do antene in tudi usmerja povratne signale do sprejemnika, ki jih ojači in prikaže na katodni cevi. Osnovna načela delovanja radarja so podobna odmevu zvoka ali odbijanju valov. Če človek kriči v smeri pečine ali druge podobne površine, ki odbija zvok, potem sliši lasten krik iz smeri pečine. Zvočni valovi, ki jih proizvede krik, potujejo po zraku dokler ne dosežejo pečine. Nato pa se odbijejo in nekateri se vrnejo na mesto izvora. Ti odbiti valovi so odmev, ki ga sliši človek. Radar pa oddaja valove radijskih frekvenc (RF). Ti valovi naj bi potovali v ravni liniji, dokler se ne razširi vsa njihova energija. Če valovi naletijo na nek objekt, se nekaj energije radijskih frekvenc odbije, kar imenujemo odmev tarče. Odmev se vrne k radarju po vzajemni poti in pomeni prisotnost objekta na poti valov.

Radarji, ki uporabljajo kontinuirane valove se uporabljajo za zaznavanje gibljivih tarč, za merjenje hitrosti in za vodenje izstrelkov. Oddajnik pošilja radio-frekvenčno energijo na stalni frekvenci od ene antene, druga antena pa zaznava radio-frekvenčno energijo, ki se odbija od gibljive tarče. Odmevni signal se primerja z referenčno voltažo frekvence oddajanja; razlika med njima je Dopplerjev preobrat, ki nam da podatke o gibljivi tarči. Radarski sistemi oddajajo energijo v impulzih ali v kontinuiranih valovih (*continuous waves* CW). Načelo oddajanja impulzov je, da oddajnik pošilja radijske valove v seriji kratkih, močnih impulzov in nato počiva med preostalim delom cikla. Med tem obdobjem počitka, lahko ista antena prejme odmevni signal in se tempira tako, da določi doseg do tarče. Pri radarjih s kontinuiranimi valovi, oddajnik pošilja bolj ali manj kontinuiran signal. Če je na poti oddajanega vala stacionarna tarča, bo frekvenca odbitega odmeva enaka oddanemu signalu. Če se tarča premika, pa bo ta frekvenca višja ali nižja od oddanega signala. Razlika v frekvenci med oddanim signalom in odmevov se uporablja za detekcijo in sledenje gibljivih tarč.

Impulzni in radarji kontinuiranih valov se lahko združijo v impulznih-Dopplerjevih radarjih, ki uporabljajo visoke frekvence kontinuiranih valov v kratkih »izbruhih«. Frekvenca ponavljajnja impulzov je veliko višja kot pri običajnih impulznih radarjih, prav tako pa je daljše tudi trajanje impulza. Tak tip radarja meri hitrost kot tudi oddaljenost tarče.

Določanje dosega, poraba radarja za določanje dosega oz. razdalje do tarče je omogočena z znanjem o hitrosti oddajane radijsko-frekvenčne energije v prostoru in z meritvami o času potrebnem, da ta energija doseže tarčo.

Ko začne oddajati, radio-frekvenčna energija potuje s svetlobno hitrostjo – 186.000 milj na sekundo oz. 164.000 navtičnih milj na sekundo. Da lahko v praksi uporabimo to razmerje med hitrostjo in razdaljo, je treba o razdalji govoriti v jardih in o času v mikrosekundah, tj. približno 6,18 mikrosekund je potrebnih, da energija prepotuje eno navtično miljo. Merjenje dosega je torej preprosto rešljivo z naslednjo formulo:

Doseg radarja (v navtičnih miljah) = 12,4 mikrosekund

Številka 12,4 je čas, ki je potreben, da radio-frekvenčna energija prepotuje dve navtični milj. Zapomniti pa si je treba, da odbita energija naredi krožno pot med ladjo, ki oddaja in tarčo. Nemogoče je, da bi lahko človek odštel te mikrosekunde, z lahkoto pa to naredijo elektronski vodi radarja.

Določanje smeri (azimuta⁷), azimut je smer objekta gledano s točke opazovanja, ki je izražena v stopinjah do 360 okoli horizonta. Pravi azimut se meri s pravega severa, relativni azimut pa se meri s smeri plovbe ladje. Pr radarju se azimut tarče (pravi ali relativni) določa tako, da skoncentriramo oddano energijo v tankem pasu in s poznavanjem smeri tega pasu, ko je tarča zaznana.

Določanje višine, dimenzija, ki je prav tako pomembna za natančno določanje pozicije objekta v prostoru, se lahko izraža bodisi kot elevacijski kot bodisi kot višina. Če poznamo eno od obeh, lahko drugo izračunamo iz osnovnih trigonometričnih razmerij. Metoda za določanje kota elevacije in višine je prikazana v Prilogi 6. Dejansko razdaljo⁸ radar izmeri kot razdaljo do tarče. Elevacijski kot je enak kotu antene radarja. Višina je enaka dejanski razdalji in pomnožena z velikostjo kota elevacije. Pri radarski opremi z možnostjo elevacije antene, je določanje višine s pomočjo dejanske razdalje avtomatično izračunano z elektronskimi sredstvi (po Corse 1976, 114).

Glavna funkcija radarjev za zračni nadzor je detekcija, določanje dosega in smeri zračnih tarč na večjih razdaljah. Tipični radarji za zračni nadzor uporabljajo nižje frekvence kot radarji za površinsko iskanje, saj želijo doseči večji doseg in minimizirati izgube, velike širine impulzov pa povečajo moč oddajanja ter pomagajo zaznati majhne tarče na velikih razdaljah. Široki vertikalni žarčni pasovi oziroma snopi se uporabljajo za razširitev območja pokrivanja in za kompenzacijo obračanja ter nagiba lastne ladje. Glavna funkcija radarjev za zračno iskanje je detekcija in določanje dosega in smeri letalskih tarč na razdaljah večjih od 50 milj, pri čemer ob iskanju ohranjajo 360 stopinj od površja do velike višine. Uporabljajo nizke frekvence, saj dopuščajo prenose na dolgih razdaljah z minimalno izgubo signala. Velike širine impulzov (2-4 mikrosekunde) povečajo moč prenosa in se uporabljajo za pomoč pri detekciji majhnih tarč na večjih razdaljah. Majhne stopnje ponavljanja impulzov se uporabljajo za večji maksimalni doseg, ki se ga še da izmeriti. Uporabljajo se široki vertikalni žarčni snopi, ki zagotovijo detekcijo tarč s površja do relativno visoke višine, poleg tega pa kompenzirajo nagib in obračanje ladje.

Tipičen radar za zračni nadzor je francoski TRS 2010 Jupiter sistem, ki se uporablja na rušilcih vrste Georges Leygues pod označbo DBRV-26. Radar deluje v D-pasu (23 cm) z največjo močjo oddajnika 2 MW, z impulzom 2,5 mikrosekunde in pri frekvenci ponavljanja impulza 450 na sekundo. Antena je 7,5 m visoka, 3 m široka in 1.000 kg težka konstrukcija, ki se rotira pri 7,5 vrtljajih/min ali pri 15 vrtljajih/min. doseg pa je 200 km pri tarči s prerezom 2 m.

Pomemben radar za zračni nadzor sovjetske mornarice je tudi Top Pair, ki je v uporabi na bojnih križarkah vrste Kirov in rušilcih vrste Sovremenny. Sistem je kombinacija dveh radarjev:

- Top Sail, tridimenzionalni radar za zračni nadzor, ki deluje na pasu 1-2 GHz v uporabi na križarkah vrste Moskva, ki prevažajo helikopterje. Radarska antena, zamrežena z romboidnim frontalnim pogledom, je široka 5,5 m na vsaki strani in nagnjena za 20°.

⁷ Kot, izmerjen v smeri urinega kazalca na horizontalni ravnini med referenčno smerjo in katero koli črto. Angleško-slovenski vojaški terminološki slovar, MORS, 2006

⁸ Razdalja med dvema točkama na namerilni črti, ki nista na enaki višini glede na določeno osnovnico. Angleško-slovenski vojaški terminološki slovar, MORS, 2006

- Big Net, D/E-pasovni sistem daljših dosegov, v uporabi na križarkah vrste Kresta I in na nekaterih rušilcih vrste Kashin.

Ta ogromen kombiniran sistem tehta več ton in ko se ga montira približno 48 m nad vodno črto, predstavlja izziv za načrtovanje stabilnosti ladje.

Radarji za površinsko iskanje se uporabljajo za detekcijo, določanje dosega in smeri površinskih tarč in nizko-letečih letal. Maksimalni doseg je omejen s horizontom radarja, potrebne pa so visoke frekvence za maksimalen odboj od majhnih tarč, kot so ladijski jambori in podmorniški periskopi. Običajno radarji za površinsko iskanje uporabljajo široke pasove v vertikalni ravnini, da lahko zaznajo nizko-leteča letala in izstrelke ter kompenzacijo nagiba in obračanja lastne ladje. V horizontalni ravnini pa se uporabljajo ozki pasovi, da dajejo natančne podatke o smeri in skupaj z ozkimi impulzi dajejo majhne minimalne dosege ter večjo natančnost. Glavna funkcija radarjev za površinsko iskanje je detekcija in določanje točnega dosega ter smeri površinskih tarč in nizko-letečih letal. Iskanje površinskih tarč znotraj horizonta radarske antene poteka na 360 stopinjah. Sistemske konstante teh radarjev so drugačne od tistih pri radarjih za zračno iskanje. Ker so zahteve po maksimalnem dosegu radarjev za površinsko iskanje omenjene s horizontom radarja, se uporabljajo zelo visoke frekvence, da se zagotovi maksimalen odboj od majhnih odbojnih površin kot so npr. ladijski jambor ali podmorniški periskop. Majhne širine impulzov omogočajo kratke minimalne dosege, visoko stopnjo resolucije in večjo natančnost. Široki vertikalni žarčni snopi pa se uporabljajo za kompenzacijo nagiba in obračanja lastne ladje ter za detekcijo nizko-letečih letal. Ozki horizontalni žarčni snopi pa omogočajo natančno določanje smeri in dobro resolucijo.

Posebno uspešen primer radarja za površinsko iskanje je ZW-06/1, ki se široko uporablja na bojnih ladjah srednjih velikosti, med drugim na brazilskih fregatah vrste Niteroi, nizozemskih fregatah vrste Kortenaer in argentinskih rušilcih MEKO 360. Antena je odsevník parabolične oblike, širok 2,7 m, visok 1,2 m in s kar 24 vrtljaji/minuto. Poleg tega pa je sposobna prenesti hitrosti vetra do 185 km/h. Sistem deluje na frekvenčnem območju 8.600-9.500 MHz, s širino pasu 19° v vertikalni ravnini in 0,9° v horizontalni.

Radarji za nadzor ognja so narejeni za pridobivanje tarč, ki so jih prvotno zaznali iskalni radarji in za določanje natančnih dosegov, smeri ter višine tarč. Uporabljajo se zelo visoke frekvence, ki omogočajo formacijo ozke žarčne širine s hkratno majhnimi antenskimi množicami, kar pomaga pri jasnosti tarče. Ozki vertikalni in horizontalni žarčni snopi nam dajo natančne kote smeri in pozicije tarče ter visoko stopnjo resolucije smeri in elevacije.

Obstajata dve vrsti radarskih anten: mehanske in elektronske. Pri prvih se radarski žarek premika fizično, in sicer s premikanjem antene, premikanjem tranzmitorja glede na fiksni odsevník oz. s premikanjem fiksnega odsevnika glede na fiksni tranzmitor. Večina radarskih anten omogoča 360°pokrivanja, ampak radarji za višinsko iskanje se premikajo naprej in nazaj na način, ki spominja na zibanje oz. majanje. Variacija te tehnike se uporablja pri radarjih za nadzor ognja, da se omogoči stožčasto skeniranje. To se doseže z zibanjem dela antene, ki prenaša valove med oddajnikom in odsevníkom, medtem ko odsevník ostane fiksni; posledično dobimo snop, ki hitro rotira v stožčasti obliki, pri čemer je vrh stožca v središču antene. Pri elektronskem skeniranju na drugi strani je antena fiksna, funkcija pa se opravlja elektronsko.

V nekaterih sistemih se uporablja kombinacija obeh tipov radarskih anten. Na primer, radar ameriške mornarice SPS-52C omogoča tridimenzionalno pokrivanje z eno samo anteno, in sicer z elektronskim skeniranjem in elevacijo ter mehanično rotacijo antene in azimuta. Antena ima vse elemente na eni ravnini, tako aktivne kot pasivne in je nagnjena na 25°, da daje pokrivanje visokim elevacijskim kotom. Sestavljena je iz niza vstavljenih vodenih valovnih radialnih elementov.

Najverjetneje najbolj napreden oborožitveni sistem površina-zrak v uporabi, je sistem Aegis ameriške mornarice, katerega pomemben element je več-funkcijski množični radar SPY-1. Fazno skenirane množice, ki merijo 3,5 m krat 3,5 m so nameščeni v parih na sprednji in zadnji poveljniški kabini, da dajejo krožno pokrivanje. Vsaka množica ima 4.100 diskretnih elementov, ki ustvarjajo in nadzirajo več radarskih signalov za iskanje,

detekcijo in sledenje tarčam, nadzirajo pa jih UYK-1 digitalni računalniki. SPY-1 sledi tudi lastnim izstrelkom in omogoča podatke o označbi tarče za preko radarjev za razsvetljevanje; vsaka ladja ima 4 takšne radarje za usmerjanje izstrelkov, standardne aktivne »homming« sproži in pozabi izstrelke.

Tridimenzionalni SPY-1 kontinuirano išče tarče z enim samim horizontalnim žarkom do razdalje 45 navtičnih milj, s tem ko večkrat na minuto pokriva hemisfero z radijem 175 navtičnih milj. Ko je trača zaznana, lahko radarjev nadzorni računalnik v eni sekundi locira več žarkov do tarče; določi se ravna proga do tarče v krajšem času kot je potreben za en vrtljaj antene radarja za mehanično skeniranje.

Do sedaj še ni razvit radarski set, ki bi združeno opravljal vse funkcije kot so zračno iskanje, površinsko iskanje, določanje višine in nadzor ognja. Razlogi za to so zahteve po velikosti, teži in moči, omejenost frekvenc in drugo. Zaradi tega so razvili posamezne sete, ki opravljajo vsako funkcijo posebej.

Na radar tema ne vpliva, isto pa ne moremo reči za vremenske vplive, kot na primer močan dež. Ker radarski valovi potujejo v ravni liniji od antene in ne morejo slediti zaobljenosti Zemlje, je spodobnost zaznavanja objektov na površini morja omejena na horizont. Razdalja na kateri lahko zaznavamo objekte na površini, je torej odvisna od višine antene nad njo. Podobno je doseg pogleda odvisen od višine oči. Ta značilnost linije pogleda je tipična za visoke frekvence, ki jih najdemo v tistem delu spektra elektromagnetne energije v uporabi pri radarski opremi (po Millerju 1991, 60).

6 ELEKTRONSKO BOJEVANJE

Elektronsko bojevanje je novejša vojaška aktivnost, ki jo izvajajo enote elektronskega bojevanja, s katero želijo doseči nadzor in premoč nad uporabo EMS. Opravlja več nalog in uporablja več različnih metod, s ciljem zavarovanja lastnih sil in sistemov lastnih komunikacij in zvez. Predstavlja nevidno zaščito pred sovražnim delovanjem EM aktivnosti nasprotnika. »Elektronsko bojevanje je integralni del vseh oblik vojaških delovanj in predstavlja neposredno povezavo z obveščevalnimi aktivnostmi« (Furlan 2006, 68). V osnovi se jih deli na podpirne ukrepe elektronskega bojevanja, elektronske protiukrepe in elektronske zaščitne ukrepe.

Podporni ukrepi elektronskega bojevanja so po naravi izrazito pasivni. S tehničnimi sredstvi le sprejemamo elektromagnetno energijo, ki jo oddajajo opazovani sistemi, zato je enote, ki izvajajo takšne ukrepe težko odkriti. Med podpirne ukrepe elektronskega bojevanja namreč štejejo osnovne tri aktivnosti, kar nakazuje novo razliko. PUEB se delijo na tri aktivnosti: elektronsko izvidovanje, elektronska obveščevalna aktivnost in elektronska varnost. Tako se že med podpornimi ukrepi elektronskega bojevanja izvajajo aktivnosti elektronske zaščite ukrepov, ki pri nas spadajo v elektronske zaščitne ukrepe.

Elektronski protiukrepi si vsi ukrepi za zmanjšanje učinkovitosti delovanja ali popolno onesposobitev nasprotnikovih komunikacij, sodobnih orožij in elektronskih izvidniških naprav.

Elektronski zaščitni ukrepi (EZU) so del elektronskega bojevanja, ki vključuje vse ukrepe, s katerimi zagotavljamo nemoteno uporabo EM spektra, kljub nasprotnikovim podpornim ukrepom elektronskega bojevanja in elektronskim protiukrepom. Elektronske zaščitne ukrepe delimo na:

- aktivne elektronske zaščitne ukrepe; to so vsi ukrepi za nemoteno uporabo EMS, ki jih nasprotnik hitro zazna (spreminjanje parametrov oddajnika, komunikacijskih poti),
- pasivne elektronske zaščitne ukrepe; to so prikriti ukrepi za nemoteno uporabo EMS, ki jih je težje zaznati in so veliko odvisne od tehnične prednosti na področju elektrotehnike in optike (tehnične značilnosti opreme, načini dela).

Vendar v tem poglavju ne bom dal prednosti klasičnem elektronskem bojevanju, ampak v elektronskem bojevanju proti izstreljenim raketam, ki so radarske, optoelektronske - laserske in toplotne, uporaba elektronskih zaščitnih ukrepov (Golob in drugi 2006, 13, 18, 25).

Učinkovitost sistemov elektronskih ukrepov je odvisna od več faktorjev. Kar se tiče človeškega faktorja je odvisna od pravilne izbire in izvedbe elektronskih ukrepov ter pravilne uporabe sistemov za izvajanje elektronskih ukrepov. Zelo pomemben pa je tudi tehnični vidik, ki vpliva na učinkovitost elektronskih ukrepov.

Zelo pomembna je pravilna uporaba in pravilna izvedba elektronskih ukrepov. Da bi bili uspešnejši je potrebno določiti cilj oziroma kaj želimo doseči. Ta podatek nam pove katero vrsto elektronskih ukrepov ali paket elektronskih ukrepov bomo uporabili. Učni proces in urjenje operaterjev elektronskega bojevanja nam zagotavlja utečene procese aktivnosti, ki vpliva na pravilnost izvedbe in pravilnost uporabe. Pravilna izbira in pravilnost izvedbe elektronskih ukrepov v soodvisnosti od pravilne uporabe nam da največji učinek elektronskega ukrepa ali paket elektronskih ukrepov. Upoštevati je namreč potrebno, da nepravilna izraba elektronskih ukrepov lahko poslabša situacijo v kateri deluje in posledično preda iniciativo nasprotniku, da lahko še bolj izrablja EMS. Včasih je potreben premislek o tem od katerega elektronskega ukrepa bomo imeli večjo korist, kar se bo odrazilo v prihodnji učinkovitosti elektronskega bojevanja in pa o lastnem izkoriščanju EMS. Kajti lahko se zgodi, da z nepremišljeno uporabo elektronskih ukrepov onesposobimo lastno delovanje in izrabo EMS. Pomembno pa je tudi nenehno usposabljanje porabnikov EMS, kar omogoča izkušnje ter sprejemanje pravih odločitev, ki vodijo v pravilno uporabo in zaščito lastne izrabe EMS.

Tehnični vidik se kaže predvsem v tehnološki superiornosti in kompatibilnosti sistemov za elektronsko bojevanje. Tehnološki razvoj elektrotehnike in optoelektronike namreč narekuje trend razvoja sodobnih sistemov za elektronsko bojevanje. Učinkovitost elektronskih ukrepov povečamo tudi z bolj naprednimi, močnejšimi in predvsem natančnimi sistemi za izvajanje elektronskih ukrepov, kar omogoča tehnološki razvoj na področju računalništva (zmogljivejši procesorji, povečana hitrost branja podatkov, programska oprema, hladilni sistemi). Pomembna je predvsem digitalizacija sistemov, kar omogoča hitrejšo zaznavo dogajanja v EMS in EMOK. Tehnološka prednost nam omogoča prednost v izrabi in nadzoru EMS, postanemo tudi bolj imuni na nasprotnikove elektronske ukrepe. Kompatibilnost in modularnost sistemov pa nam omogoča še širšo uporabo elektronskih ukrepov, mišljeno na uporabljene platforme ter povezljivosti sistemov samih, kjer se na platformi upravlja z različnimi sistemi, ki združujejo vse tri vrste elektronskih ukrepov (Tušar 2010, 26-27).

6.1 PROTIRAKETNE VABE

Še eden pomemben ladijski sistem, ki deluje proti grožnjam protiladijskih izstrelkov, so trakovi za motenje radarjev⁹. Sestavljeni so iz množice trakov kovinske folije. Ta tehnika izvira iz druge svetovne vojne, ko se je uporabljala med bombnimi naskoki. Ogromno število trakov iz folije pod imenom Window, se je razrezalo na specifične dolžine in postavilo tako, da tvorijo različne vzorce, zato da povzročijo zmedo na radarskih prikazovalnikih. Moderna mornariška orožja za motenje radarjev delujejo po popolnoma istem principu, vendar se uporabljajo za motenje in zavajanje radarskih iskalnih glav protiladijskih izstrelkov.

Obstajajo tri primarne delujoče metode uporabe mornariških trakov za motenje radarjev:

- 1) Pri prvi gre za situacijo, ko je protiladijski izstrelak zaznan, preden iskalec izbere tarčo. Število oblakov za motenje radarjev se razporedi okrog ladje, kar lahko povzroči, da se iskalec zaklene na lažen povratni signal.
- 2) Če ladijski opremi za elektronske protiukrepe uspe, da »odklene« že zaklenjen izstrelak, potem se uporabi rakete za motenje radarjev. Te dajo izstrelku lažno tarčo, ki jo lahko zaklene in se usmeri k njej: to se imenuje metoda odvracanja.
- 3) V primerih, ko je izstrelak zaznan na kratkem dosegu in v zadnjem stadiju leta, ladji preostane zadnja obramba, ki obsega hitro razvitje oblaka za motenje radarjev znotraj celice dosega, na katerega se je iskalec izstrelkov zaklenil. To naj bi speljalo izstrelak stran od ladje, s tem ko bi spremenilo središče navidezne tarče.

Vse mornarice na krovih svojih bojnih ladij v splošnem uporabljajo podobne načine lansiranja vab za motenje radarjev. Gre za minomete nameščene za zgornjih palubah in nadzirane iz operacijskega centra ladje, kot del splošne obrambe. Britanski sistem Vickers Corvus na primer sestoji iz dveh horizontalnih lanserjev z osmimi cevmi za 3in Plessey Broad Band Chaff (BBC) rakete; 16 raket je zadostna zaščita proti trem napadom z izstrelki, preden je potrebno ročno polnjenje. Pri metodi odvracanja takšen sistem odloži štiri ločene oblake vab na doseg nekaj več kot 1 km od ladje, kar predstavlja alternativne tarče za približujoče se izstrelke.

Ameriška mornarica uporablja sistem Rapid Bloom Off-Board Chaff (RBOC), ki je sestavljen iz niza minometov in nabojev, skupaj s primernimi ukrepi glede poveljevanja in nadzora. Mk 33 sistem za rušilce obsega štiri lansirnike s šestimi cevmi, razvrščene v pari z elevacijskimi koti 55°, 65° in 75°, med tem ko ima Mk 34 sistem za manjše bojne ladje samo dva lansirnika. Mk 171 naboji za motenje radarjev počijo 3,4 sekunde po

⁹ Trakovi kovinskih lističev, žice ali steklene volne, prevlečene s kovino, ki se uporabljajo za odbijanje elektromagnetne energije za motenje radarjev in se običajno odvržejo iz zrakoplova ali se izstrelijo z granatami ali raketami. Angleško-slovenski vojaški terminološki slovar, MORS, 2006

izstrelitvi, njihov tovor (veliko število paketov folije) se pri visoki hitrosti radialno razprši, preden se razvijejo trakovi za motenje radarjev. Drugi naboji v uporabi v tem sistemu so še HIRAM vaba (*Hycor Infra-Red Anti-Missile*), ki razvije infrardeč svetlobni signal na padalu in plovec, ki simulira infrardeči učinek velike bojne ladje. S tem zavede infrardeč izstrelek, ki se vodi po principu izstreli in pozabi in Gemini naboj, kar povzroči velik radarski odmev in infrardečo vabo.

Ker protiladijski izstrelki postajajo vedno hitrejši in bolj sposobni, nekatere mornarice razvijajo sisteme vab z daljšimi dosegmi, da se lahko spoprimejo z grožnjo v zgodnejših fazah. To neizogibno pripelje do večjih in v splošnem bolj dovršenih naprav. Britanski Aerospace/Brandt Sibyl na primer, uporablja rakete s kalibrom 170 mm in 263 mm z dolžinami od 1,98 m do 2,44 m in dosegom do 8 km.

Vabo za proti radarsko raketo sestavlja šest različnih tovorov – plovna naprava, ki simulira prenose ladijskega radarja; ploven motilni radijski oddajnik z oddaljenim vodenjem in sistem dima. Lafeta za lansirnik z 12 cevmi je neobičajna v sistemih vab, saj se tako premika po elevaciji in horizontali za čim boljši izkoristek (po Millerju 1991, 81).

7 OBOROŽITVENI SISTEM TRIGLAV 11

Nova večnamenska patroljna ladja Triglav za potrebe Slovenske vojske se delno razlikuje od ostalih prej omenjenih izvedenk oziroma projektov razreda svetlyak. Njene osnovne poteze sicer izhajajo iz večnamenske patroljne različice projekta 10412. Gre predvsem za razlike, ki temeljijo na dejanskih operativnih zahtevah ter potreba pomorskih sil naše države. Mere trupa so nespremenjene (dolžina 49,5 m, širina 9,2 m, višina 4,9 m, ugrez 2,2 m).

Oborožitev Triglava 11 obsega en avtomatski top AK-306 kalibra 30mm, dva težka mitraljeza MTPU 14,5mm, do šestnajst prenosnih protiletalskih raketnih sistemov igla 1S in dva raketna sistema shturm-V v ladijski različici (SLS- ship launching system) s po tremi vodljivimi raketami 9M120-1F.

Lahki avtomatski top AK-306 kalibra 30mm se lahko upravlja ročno s signalnega mostu ali pa na daljavo s pomočjo optične namerilne naprave MR-123-02 »bagira«. Na Triglavu 11 je AK-306 nameščen na premčno nadgradnjo pred poveljniškim mostom. Gre za orožje namenjeno delovanju po nasprotnikovi živi sili, plovilom, površinskim minam, ciljem na obali in za neposredno zračno obrambo ladje. Bojni komplet šestcevnege topa AO18L kalibra 30mm je 500 granat, teoretična hitrost streljanja je od 600 do 1000 granat v minuto, teoretično horizontalno polje polje delovanja od minus do plus 180 stopinj, elevacija minus 12 do plus 85 stopinj, kotna hitrost horizontalno 70 stopinj v sekundi in kotna hitrost elevacije 50 stopinj v sekundi. Masa orožja brez streliva je približno 1100 kg, masa avtomata 19 kg ter masa streliva 500 granat približno 480 kg. Življenjska doba cevi je izstreljenih 18000 granat, torej 3000 granat na cev. Učinkovit domet orožja je do 3000 m, daljavo samouničenja je 5000 m, maksimalna daljava pa je 8000 m. V uporabi sta dve vrsti streliva, in sicer eksplozivno-zažigalne granate AZ-UOF-84 in eksplozivno-označevalne granate AZ-UOR-84, polnjenje streliva na devet eksplozivno-zažigalnih granat se vstavi eno eksplozivno-označevalno granato. Aktiviranje granat je električno, zato je pomembno upoštevanje varnostnih ukrepov, neuporabe radijskih naprav ob procesu popolnitve s strelivom, uporaba gumijaste oziroma neprevodne podlage ob odlaganju granat.

Dva težka mitraljeza MTPU kalibra 14,5mm (dolžine 2000 mm, dolžina cevi 1350 mm, število žlebov 8, začetna hitrost naboja 1000 m/s, bojni komplet 1000 nabojev) sta nameščena na levem in desnem boku. Gre za orožji, namenjeni delovanju po površinskih ciljih na morju in ciljih v zračnem prostoru na razdaljah 2000 m in višinah do 1500 m, s teoretično hitrostjo streljanja do 600 nabojev v minuti. Orožje se upravlja ročno, edina pomoč, ki jo sistem daje je, da v trenutku proženja ostane zaključen po elevaciji in horizontu, kar je lahko hkrati prednost in slabost, zato je zelo pomembna izurjenost strelca.

Izredno zmogljiv in vsestranski oborožitveni sistem je vsekakor raketni lansirni sistem shturm vodljivih protioklepni raket 9M120-1Fv mornariški izvedenki, namenjen uničevanju manjših površinskih ciljev na morju in obali na razdaljah od 1500 do 6000/7000 m (hitrost rakete 550 m/s, lasersko vodenje, hitrost lansiranja 2 do 3 rakete v minuti, odvisno od usposobljenosti strelca in posadke v artilerijskem oddelku). Lanserja sta nameščena na levi in desni bok nadgradnje. Raketa pa je sestavljena iz pogonskega in raketnega pogona, eksplozivnega telesa, ter glave, ki sledi laserskemu žarku in ne deluje po principu »skimminga« (balistični let rakete, ki ima dva vrhova, ob izstrelitvi in v zadnji fazi leta pred zadetkom). Kot omenjeno, se raketo vodi oziroma krmili lasersko s pomočjo optoelektronske naprave, za sistem nadzora in vodenja ognja, BRK 345. Strelec oziroma namerilec vodi raketo s pomočjo sistema za nadzor in vodenje, pri čemer je pomembno, da se cilj nahaja v smeri kurza ladje, pri odstopanju od 2 do 3 stopinje levo ali desno po premcu. Namerilec ves čas skrbi, da je laserski žarek usmerjen proti cilju.

V primeru operativne rabe je oborožitev možno dopolniti s prenosnim protiletalskim raketnim sistemom 9K38 igla 1S (po NATO klasifikaciji SA-18), za uporabo katerih je zagotovljeno eno stalno strelsko mesto, čeprav je možno uporabiti oborožitveni sistem kjerkoli izven zaprtih prostorov na ladji. Raketa je sestavljena iz glave (girostabilizacija,

toplotno odkrivanje ciljev), krmilnega sistema, eksplozivnega telesa ter pogonskega sistema (štartni plus raketni pogon). Domet orožja je do 5000 m, do višine 2500 m, za cilje do hitrosti od 320 do 400 m/s. Čas priprave, ki naj bi jo potreboval usposobljen strtelec je trinajst sekund, katerim je potrebno dodati še pet sekund za aktivacijo. Raketa se v primeru zgrešenega cilja samouniči v 14 do 17 sekundah od izstrelitve.

Za samoobrambo pred nasprotnikovim napadom in raketam je Triglav 11 opremljen z dvema desetcevnilanserjema protiraketnih vab PK-10 kalibra 120mm, ki sta nameščena na krmnem delu ladje na levem in desnem boku. Iz lanserjev je mogoče izstreljevati tri vrste vab, radarke AZ-SR-50, elektrooptične AZ-SO-50 in kombinirane AZ-SK-50. Njihov doseg je od 30 do 50 metrov od ladje. Lansiranje vab (glej Priloga 8) je možno v dveh režimih, avtomatskem (lansiranje vab iz enega ali sočasno iz obeh lanserjev, v serijah od ene do deset vab v različnih časovnih intervalih od 1, 2, 4, 6, 8, 10, ..., 20 sekund) in ročnem, kjer operater glede na potrebe lansira vabe za uporabo je potreben en operater, pri čemer je vabe moč izstreliti pri hitrosti vetra do 20 m/s in hitrosti plovbe do 28 vozlov (približno 51 km/h). Pri čemer se uporabi tudi manever izmikanja, ki je lahko različen od spremembe kurza do hitrosti plovbe, odvisno od situacije in poveljnika plovila.

Glavni senzorji Triglava 11 so sistem horizont 25, ki prvič obsega radar tipa MR-231 s frekvenčnim delovnim območjem X (od 8 do 12GHz) za krožno ali sektorsko iskanje ciljev, nadzor objektov, določevanje koordinat, določevanje položaja glede na objekte na morju in kopnem, meritve razdalj med različnimi objekti ter njihove azimute in kurze, plotiranje do 50 objektov oziroma plovil. Drugič sistem globalnega določevanja položaja tipa akvabort 12 z možnostjo sprejemanja signalov satelitskih navigacijskih sistemov GPS, GLONASS in SBS, elektronsko karto (zemljevid, vendar to še ne pomeni, da se pozicij ne vpisuje tudi ročno) ECDIS tipa mk 54IS.

Optoelektronska sistema, ki sem ju že omenil, sistem »bagira« MR-123-02 in BRK-345, minimalni televizijski doseg je 20 metrov, nadaljši pa 25 km oziroma 13 navtičnih milj, največji doseg dosega infrardečega kanala je slabih 10 navtičnih milj, doseg laserskega daljinomera do 13 milj. Namenjen je usmerjanju in vodenju ognja iz topa AK-306 v avtomatskem režimu ter sistem nadzora in vodenja ter usmerjanje ognja BRK 345 SSS (surveillance and sighting system) raket sistema shturm, ki obsega televizijski in infrardeči kanal opazovanja, laserski daljinomer in laserski sistem usmerjanja.

Triglav 11 je opremljen tudi z notranjim komunikacijskih sistemom R-408, ki zagotavlja komunikacijo med vsemi prostori v plovilu, vključno z povezavo mod vsemi bojnimi postajami (namerilec AK-306, namerilcema MTPU 14,5mm, operaterjem sistema shturm in PK-10 ter namerilcem na sistemu igla) ter komunikacijskih sistemom buran-6E, ki je proizveden za kot izvozna različica, ki omogoča dvostransko komunikacijo z drugimi plovili ali kopnim. Sistem ima tudi možnost snemanja pogovorov na frekvenčnih območjih HF in VHF. Vsi sistemi so nameščeni čim višje, kar daje ladji prednost in slabost. Prednost je v tem, ker so sistemi postavljeni visoko, segajo z delovanjem čez horizont, glavna slabost pa je večja izpostavljenost (Dakič 2010, 9-11).

7.1 PRIMERJAVA TOPOV AK-306 IN AK-630

Kot že omenjeno, je Triglav 11 opremljen s topom AK-306, ki je šibkejša različica AK-630. Oba sta kalibra 30mm, izstreljujeta enake tipe granat, Gre predvsem za razlike v finesah, kar pa se odraža v sposobnostih in namenu topa. Glavna razlika je v sistemu hlajenja, pri čemer se AK-306 hladi zračno, AK-630 pa vodno, kar mu omogoča večjo kadenco ognja. Namesto 1000 granat v minuti, kar pet tisoč granat. To mu omogoča tudi večji bojni komplet dva tisoč granat plus tisoč grant v »barbetu«. Pomembno je predvsem v namembnosti topa, lažji AK-306 se uporablja proti živi slii, vodnim površinskim ciljem, ciljem na kopnem in protizračnim ciljem. S tem ko je AK-630 zaradi svoje kadenca ognja

apriori postavljen v sistem bližinske zračne obrambe. Proženje je enako, torej električno iniciranje tulca granate. Zato so tudi varnostni ukrepi zelo podobni, torej skrajna pazljivost z delom z elektronskimi napravami (radij neuporabe elektrosnih naprav je 100m, v času popolnjevanja s strelivom), za preprečevanje kratkega stika. Zaradi toplote, ki jo topa oddajata in zunanjih vplivov, sta pri obeh topovih »barbeta« klimatsko hlajena in obdana s strelovodi, kar onemogoča nenadzorovan vžig in eksplozijo streliva, v primeru visokih vročin ali električnega udara. Optoelektronski sistemi nadzora in vodenja ognja so lahko isti ali pa različni. Elevacijski kot in horizontalni kot je odvisen od mesta postavitve na plovilu, bolj je pomaknjen proti premcu ali krmi, večji horizontalni kot pokriva.

8 VZDRŽEVANJE

Vzdrževanje oborožitvenih podsistemov na oborožitvenem sistemu Triglav 11 poteka na dnevni tedenski ravni. V 430. mornariškem divizionu je tedenski pregled imenovan kot Dan tehnike in velja za vsa plovila, ki jih dolži 430. mornariški divizion. Ta dan se namreč podrobno pregleda vse aspekte plovila oziroma oborožitvenega sistema (od oborožitve do pogonskega dela). Vse to spada pod osnovno vzdrževanje.

Poveljniki so odgovorni za odpravo nepravilnosti, organizacijo in osnovnega vzdrževanja ter vodenja dokumentacije Poročila o stanju morajo ažurno posredovati nadrejenim, prav tako tudi zahteve. Posameznik je odgovoren za evidentiranje uporabe (osebnega ali skupinskega oborožitvenega sistema).

Vsak dan, razen nedelje in praznikov, se na ladji organizira vsaj 45 minutno vzdrževanje. Poveljnik in njegov namestnik določita obseg in način. Ob dnevnih pregledih se vizualno pregleda oborožitev in po potrebi še razstavi posamezne ali vse oborožitvene podsisteme do prve stopnje oziroma. S tem izvajamo preventivno delovanje, preprečujemo nastajanje in zgodnje odkrivanje napak na oborožitvenih sistemih (nedelovanje mehanske zapore mej delovanja, ali pa hidravlična na AK-306 sta smrtno nevarni), s čimer preprečujemo nastajanje večjih okvar. Dnevni pregledi se izvajajo pred, med in po uporabi oborožitvenega sistema. Ti se izvajajo med prekinitvami delovanja.

Dnevi tehnike, ki se ponavadi izvajajo enkrat tedensko navadno ob ponedeljkih trajajo cel dan. V tem dnevu se namreč obezno razstavi, očisti in sestavi vse ladijsko orožje do stopnje kot jo dovoljujejo navodila za uporabo in vzdrževanje. Enako velja tudi za pehotno avtomatsko orožje FN F2000S ter pištole Beretta M92, ki se nahajajo v ladijski orožarni. Ob tem se pregleda tudi ladijsko skladišče streliva, razmere skladiščenja, bobne streliva, komplet rezervnih delov in pribora za čiščenja orožja, namerilne naprave, optoelektronske naprave in bojne zveze med bojnimi postajami. V primeru pomanjkljivosti se te odpravijo v istem dnevu, ali pa v najkrajšem možnem času. Opravljeni pregledi in vzdrževalna dela se vpisujejo v ladijski dnevnik, po potrebi pa še v ustrezne tehnične knjižice posameznih naprav. Zato je zelo pomembna usposobljenost uporabnikov za osnovno vzdrževanje in usposobljenost uporabe

V primeru tehnične nebrezhibnosti MTS in ki je ni mogoče odpraviti, odprava napak sledi v tehničnih delavnicah, ki jo zagotavljajo logistične enote SV in zunanji izvajalci po principu outsourcinga.

Načrtovanje periodičnih pregledov je malce drugačno kot v drugih bataljonih, sicer pa se izvaja na podlagi letnega načrta, ki potem opredeljuje mesečni načrt. Na podlagi tega se načrtuje izvedba periodičnega pregleda, katera sredstva, kdaj (časovno in datumsko), kje, način priprave in vrstni red. Na podlagi načrtovanja se izvede opomnik za izvedbo, izdelajo ga vsi izvajalci in opredeljuje način in postopke izvajanja vzdrževanja. Ker je ladijska oborožitev specifična, je specifičen tudi način dela. Dan tehnike je opredeljen interno in vpliva na načrtovanje letnega načrta, tudi opomnik za izvajanje vzdrževalnih del za Dan tehnike je vnaprej določen, ki prav tako vpliva na načrtovanje letnega načrta. Za izvajanje Dneva tehnike so potrebne priprave, ki obsegajo pripravo izvajalcev, materialno pripravo, pripravo tehnične dokumentacije in literature. Priprava torej vsebuje individualne in kolektivne načrte za vzdrževanje na oborožitvenih sistemih. V sklopu priprav se definira cilje pregleda in vzdrževanja, težiščne naloge, lokacijo, čas, metode dela, literatura, odprava pomanjkljivosti na vnaprej opozorjene napake ter izdelava opomnikov, ki je v 430. mornariškem divizionu standarden. Pri materialni pripravi je potrebno zagotoviti sredstva za čiščenje, tehnične tekočine ter okoljske pogoje (hidrometeoroloških pogojih). Za vsako materialno tehnično sredstvo je namreč točno določeno čistilno sredstvo, za topove in mitraljeze se uporabljajo maziva, ki ščitijo oborožitvene sisteme tudi pred soljo.

Po opravljenih pregledih in vzdrževalnih del poveljniki poročajo o ugotovitvah, o pomanjkljivostih, napakah sli neusposobljenosti posadke. To jim pomaga pri nadaljnjem načrtovanju vzdrževalnih del in usposabljanju ter preverjanju posadke. Rezultate vpisujejo v ustrezno dokumentacijo ter dnevnike za usposabljanja in vzdrževanja. Ti rezultati so

pomebni za operativno uporabo oborožitvenega sistema. Vodijo se posamezne evidnce o uporabi in napakah, ki nam kažejo zanesljivost oborožitvenega sistema.

9 STOPNJA AVTOMATIZACIJE

V tem poglavju bom poskusil opredeliti stopnjo avtomatizacije posameznih oborožitvenih podsistemov in v zaključku poglavja stopnjo avtomatizacije celotnega oborožitvenega sistema Triglav 11. Pri tem se bom osredotočil na naslednje kriterije: nameritve, upravljanje, vodenje ognja, samouničenje izstrelka, sledenje tarči ter sistem polnjenja. Vsaka od njih predstavlja šeststino ocene avtomatizacije posameznega oborožitvenega podsistema, vsak izmed njih pa dvajset odstotkov končne ocene avtomatizacije. Sicer se odstotki med seboj množijo, vendar gre v tem primeru za opisno oceno, tako da se bo ustvarila povprečna ocena. Stopnjo avtomatizacije definiram z arabskimi številkami od ena do tri, kjer je ena slaba, dva srednja in tri visoka (glej Priloga 9).

Top AK-306 30mm potrebuje za nameritev na cilj operaterja na opazovalni napravi »bagira«. Ko se cilj označi, se ga lasersko zaklene. Zaključenemu cilju sledi tudi top AK-306 30mm, ki je upravljen avtomatsko ali pa ročno. Ogenj se, v primeru avtomatskega upravljanja vodi avtomatsko s pomočjo integriranih balističnih računalnikov, v primeru ročnega upravljanja pa ročno s signalnega mostu. Izstrelki se v primeru zgrešenega cilja samouničijo, vendar pa je popolnitev streliva ročna. Ocena avtomatizacije je 48 odstotna.

Bočni težki mitraljezi MTPU-14,5mm so klasični mitraljezi, ki za svoje delovanje potrebujejo izurjene operaterje. Vseh šest kriterijev izpolnjujejo v smislu ročnega upravljanja, tako da sam oborožitven sistem ni avtomatiziran, avtomatsko zaklene le cev po elevaciji in horizontu, vendar to ni kriterij, za katerega bi v grobem lahko rekli, da je del avtomatizacije. Stopnja avtomatizacije bočnih težkih mitraljezov je enaka nič.

Oborožitveni sistem Shturm je po avtomatizaciji zelo podoben oborožitvenemu sistemu AK-306. Nameritev je sicer avtomatska in je povezana s prej določenim površinskim ciljem preko radarskega sistema za odkrivanje površinskih ciljev. Upravljanje je ročno, vendar omogoča avtomatsko delovanje. Izstreljeno raketo se vodi lasersko preko optoelektronske naprave za nadzor in vodenje ognja BRK-345. Izstreljena raketa se ne uniči samostojno, polnjenje pa je ročno. Ocena avtomatizacije je 40 odstotna.

Naslednji sistem, ki je vključen v končno oceno je protiletalski oborožitveni sistem igla, ki je na prvi pogled le delno avtomatski oborožitveni sistem. Vendar temu ni tako, nameritev namreč poteka ročno, prav tako upravljanje ognja. Vodenje je toplotno, samouničenje sledi po 14-17 sekundah od izstrelitve, polnilni sistem pa je vseeno ročni. Ocena oborožitvenega sistema za delovanje proti zračnim ciljem vseeno 48 odstotna.

V prejšnjih odstavkih sem govoril o aktivnih oborožitvenih sistemih, ki s kinetično energijo delujejo na cilj, v tem odstavku pa bom ocenil stopnjo avtomatizacije zaščitnega oborožitvenega sistema PK-10, ki na nasprotnikovo delovanje, zavaja in moti. Nameritev je standardna, vendar ne avtomatska, zato je sistem fiksni in nepremičen po horizontu in elevaciji. Upravljanje in vodenje s sistemom je ročno ali pa avtomatsko, odvisno od režima uporabe. Samouničenje je avtomatsko zaradi sistema delovanja. Protiraketne vabe ne sledijo ciljem, polnilni sistem pa je zopet ročni. Tako da je ocena avtomatizacije 24 odstotna.

V skupno oceno bi lahko vnesel tudi še preostale podsisteme oborožitvenega sistema Triglav 11 - radar, obeh optoelektronskih naprav, girokopov - vendar bi zaradi neizpolnjevanja nekaterih kriterijev, ki tvorijo posamezno oceno, zaradi namembnosti podsistema, prišlo do popačitve rezultatov in ocene oziroma stopnje avtomatizacije. Vendar so ti podsistemi ključni za avtomatizacijo oborožitvenega sistema Triglav 11, čeprav so skriti in se jih ne omenja. Tako da se bo stopnja avtomatizacije povečala.

Povprečna ocena avtomatizacije oborožitvenih podsistemov je 32 odstotna. To pomeni, da je oborožitev oborožitvenega sistema Triglav 11 avtomatizirana le tretjina svojih zmožnosti. Vendar kot sem že prej omenil, del oborožitvenega sistema sestavljajo tudi optoelektronska podsistema, radar, girokop... vsak izmed njih je bil ocenjen na podlagi namembnosti. Optoelektronska sistema sta avtomatizirana do te stopnje, da je le upravljanje ročno, tako da je osedeset odstotno avtomatiziran. Ker je na oborožitvenem

sistemu Triglav 11 le radar za odkrivanje površinskih ciljev, sem del odkrivanja ciljev ocenil le s tretjino njegovih zmožnosti (v prihodnosti možna nadgradnja za odkrivanje letelih ciljev in sonarje za odkrivanje ciljev pod gladino). Ladijski girooskop je polno oziroma stoo odstotno avtomatiziran in je integriran v vse podsisteme na oborožitvenem sistemu Triglav 11 (od optoelektronskih naprav, radar, ECDIS in tako naprej). Podsistemi skupaj tvorijo oceno avtomatizacije za podporni del oborožitvenega sistema Triglav 11, ki je 72 odstotna. Celotna oziroma končna ocena oborožitvenega sistema Triglav 11 je 52 odstotna, tako da je stopnja avtomatizacije polovična, torej je stopnja avtomatizacije dve oziroma srednja.

10 ZAKLJUČEK

Sodobni sistemi so vse pogosteje integrirani s programskimi svežnji umetne inteligence in računalniško podprtim krmiljenjem, kar jim omogoča visoko stopnjo avtomatiziranega delovanja. Življenjski cikel oborožitvenega sistema je celoten cikel od uvedbe oborožitvenega sistema v oborožitev enot, mirnodobne (ali vojne) uporabe v enotah do morebitnega uničenja v boju ali pa – zaradi zastarelosti – umika iz operativne uporabe. V življenjskem ciklu, ki lahko pri kompleksnejših sistemih LADJA traja 2 do 3 desetletji se na kompleksno visoko integriranih oborožitvenih sistemih običajno izpeljejo 2 do 3 modernizacije in še več modifikacij.

S svojo zaključno nalogo sem želel predstaviti in pokazati kompleksnost oborožitvenega sistema kakršen je ladja. Sprva je bilo zelo težko najti način, s katerim bi prikazal kompleksnost sistemov. Mislim, da mi je to uspelo. Nisem pa želel primerjati tujih oborožitvenih sistemov z našim oborožitvenim sistemom Triglav 11. Razumeti je potrebno, da so sistemi podobni, vendar je med njimi ogromno razlik. Problem pa izhaja že iz namembnosti plovil. Zaradi kompleksnosti sistemov je potrebno tudi širše znanje, tako da sem ob pisanju zaključne naloge pridobival tudi druga znanja (iz fizike in matematike). Spoznal sem principe delovanja posameznih podsistemov Triglava 11. V veliko pomoč sta mi bile plovbe z oborožitvenim sistemom VNL (večnamenska ladja) Triglav 11 v Albanijo in Črno Goro. Na obeh plovbah sem postopno pridobival znanja. Še posebej je prav prišla bilateralna vaja v Črni Gori z mornarico Črne gore, kjer so operaterji preizkusili oborožitvene sisteme s pravim streljanjem. So pa takšne bilateralne vaje in prava streljanja ogromen finančni zalogaj. Vendar pa so take vaje nujne, predvsem za usposabljanje posadke. S tem se izuri usposabljenost rokovanja s posameznimi oborožitvenimi sistemi, od vzdrževanja, priprave za delovanje, uporabe do varnosti pri njegovi uporabi.

Vendar pa tudi takšne vaje razkrijejo razne pomanjkljivosti posameznih podsistemov ali pa njihovo interoperabilnost v celotnem sistemu. Tako bi tu omenil slabo izkoriščen sistem PK-10, ki ni zmožen delovati povsem avtomatsko zaradi neustreznih detekcijskih naprav, radarja, ki bi odkrival leteče cilje oziroma izstrelke, ki bi leteli proti ladji. Poleg tega bi omenil še eno slabost - pomanjkljivost radarske opreme. Namreč premalo je le radar za odkrivanje površinskih ciljev. VNL Triglav 11 bi potreboval tudi radar za odkrivanje zračnih ciljev, na kar bi se lahko povezala tudi optoelektronska naprava MR-123-02 »bagira«, ki bi usmerjala delovanje premčnega topa AK-306 tudi po zračnih ciljeh. Oborožitveni sistem VNL Triglav 11 bi bil tako še bolj raznovrsten in bi še bolj ustrezal poimenovanju večnamenske ladje. Menim, da je posodobitev sedanjih sistemov resnično potrebna, prav tako pa tudi nakup novejših bolj sodobnih opreme, od detekcijskih podsistemov, senzorjev, upravljalcev nadzora in vodenja ognja. S tem bi se stopnja avtomatizacije močno povečala.

V tem primeru bi bilo vzdrževanje oborožitvenih podsistemov še bolj zahtevno. Razumevanje delovanja posameznih komponent zahteva specialistična znanja operaterjev, ki bi te sisteme vzdrževali in uporabljali. Na tem področju je možen premislek o kadrovski popolnitvi divizionov, kakor si ga jaz predstavljam. Plovila bi namreč morala imeti operativno posadko, ki mora obvladati vse sisteme, tudi vzdrževanje, vendar je njihova naloga plutje in opravljanje nalog na morju, v skladu z nalogami 430. mornariškega divizionov. Želel pa bi si, da bi prešli na to raven, ko bi za plovilo in vse sisteme na njem skrbela vzdrževalna skupina. Kajti osnovna naloga posadke ni samo vzdrževanje, ampak nenehno usposabljanje za delo na morju.

LITERATURA

- Ageikin Vladimir, Russia's naval ships, armament and equipment, Military parade Ltd. Moskva, 2005
- Brinc Darija, Derman-Zadravec Tamara, Furlan Branimir, Hafner Tadeja, Angleško-slovenski vojaški terminološki slovar, Slovenska vojska, Poveljstvo 1. Brigade, Ljubljana, 2005
- Corse Carl D. Jr., Introduction to shipboard weapons, United states naval institute Annapolis, Maryland, 1976
- Dakič Prelec Drago, Triglav v domači luki, Obramba. 2010, let. 42, št. 12/2010, str. 9-11
- Furlan Branimir, Mahnič Maja, Angleško-slovenski vojaški priročni slovar, Poveljstvo za doktrino in razvoj, izobraževanje in usposabljanje, Ljubljana, 2006
- Hooton E.R., Jane's naval weapon systems, Jane's information group, Surey, 1990
- Golob Damjan, Možina Uroš, Frangež Zdenko, Elektronsko bojevanje-skripta, Poveljstvo za doktrino razvoj, izobraževanje in usposabljanje, Ljubljana, 2006
- Miller Chris, Miller David, Modern naval combat, Tiger Books International PLC., London, 1991
- Tušar Grega, Elektronsko bojevanje in sodobna uporaba elektronskih protiukrepov, podpornih ukrepov elektronskega bojevanja ter elektronskih zaščitnih ukrepov- diplomsko delo, FDV, Ljubljana, 2010
- Žabkar Anton, Svete Uroš, Sodobni oborožitveni sistemi 1. del – Življenjski cikli, načini nabave in faze razvoja, FDV, 2011

VIRI

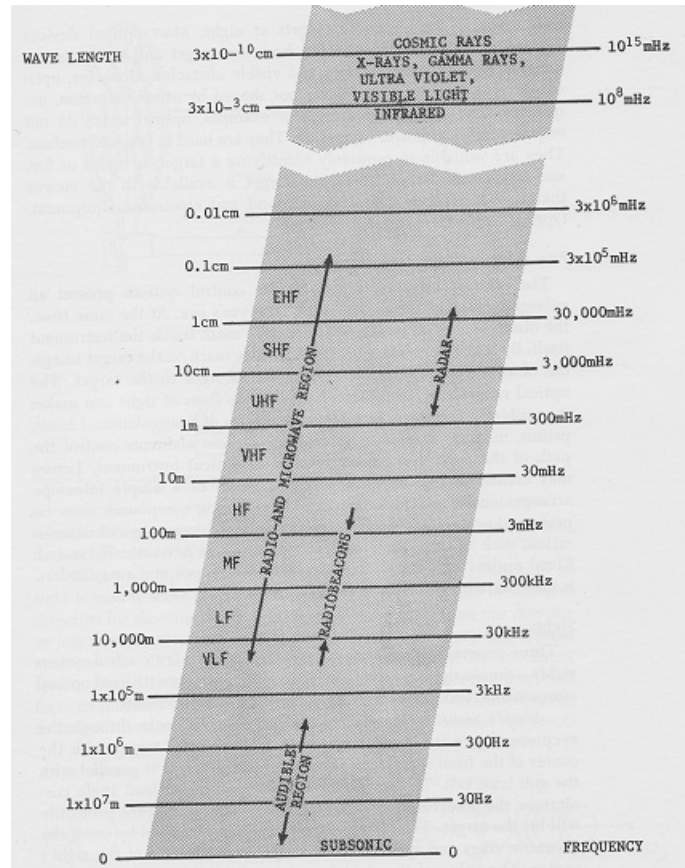
- Jack Daniel Company, Duplexer, <http://www.rfsolutions.com/duplex.htm>, dostopno dne 10.11.2011
- Interno gradivo 430. MOD

SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC

AAW – anti air warfare, protizračno bojevanje
ASW – anti submarine warfare, protipodmorniško bojevanje
ASUW – anti surface warfare, protipovršinsko bojevanje
BBC – broad band chaff, široko pasovna vaba
CG – cruiser guided, raketna križarka
CIWS – close in weapon system, oborožitveni sistem za neposredno zaključno obrambo
CW – countinuous wave, kontinuiran val
ECDIS – electronic chart display and information system, elektronska karta in informacijski sistem
EMOK – elektromagnetno okolje
EMS – elektromagnetni spekter
GPS – global positioning system, globalni pozicijski sistem
GLONASS – globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema, Sputnikov globalni navigacijski sistem
HF – high frequency, visoke frekvence
HIRAM – hycor infra red anti missile, hitro procesne infra rdeče vabe
IFF – identification friend or foe, identifikacija lastnih ali nasprotnih sil
LAMPS – light airborne multipurpose system, lahki večnamenski letalski sistem
LST – landing ship tank, amfibijska ladja
MOD – mornariški divizion
NCG – nuclear-powered cruiser missile guided, jedrska križarka z vodenimi izstrelki
PHM – patrol hydrofoil machine, patroljna hidrofolna ladja
RBOBC – rapid bloom off-board chaff, hitro razcvetne vabe
SBS – special boat service, specialne pomorske sile (Velika Britanija)
SSS – surveillance and sightseening system
VHF – very high frequency, zelo visoke frekvence
WCP – weapon control panel, kontrolna plošča

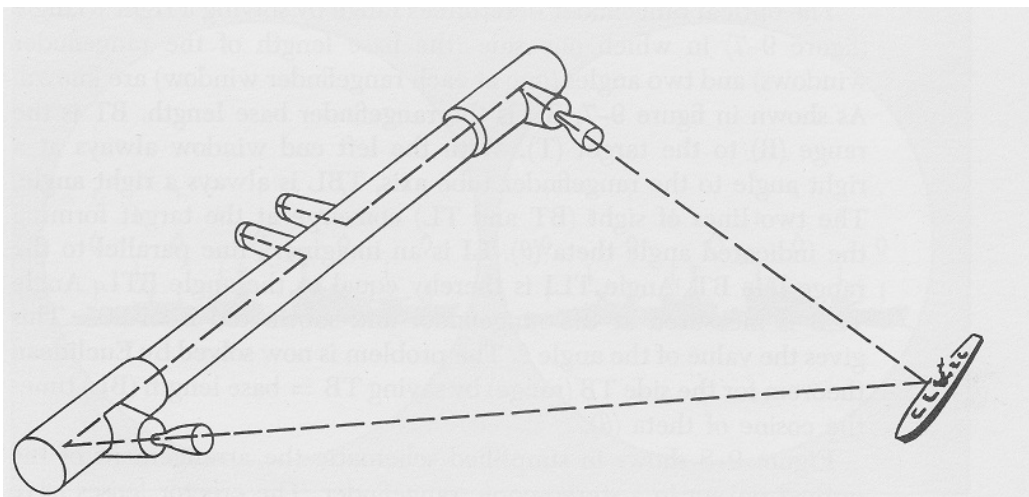
PRILOGE

Priloga 1: Elektromagnetni spekter



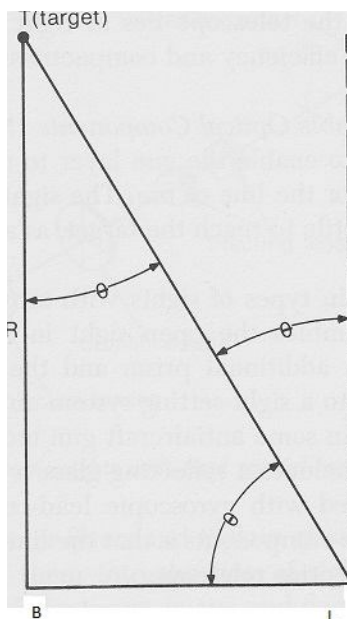
Vir: Introduction to shipboard weapons (1976, str. 105)

Priloga 2: Optični daljinomer



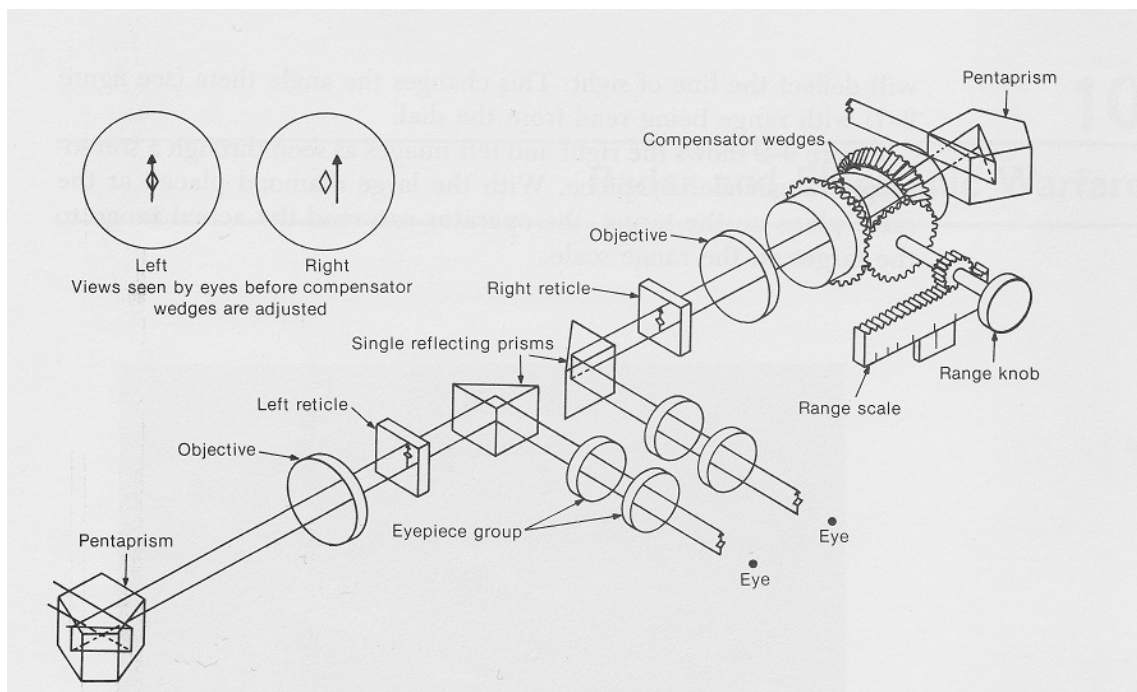
Vir: Introduction to shipboard weapons (1976, str. 109)

Priloga 3: Trikotnik optičnega določanja razdalje



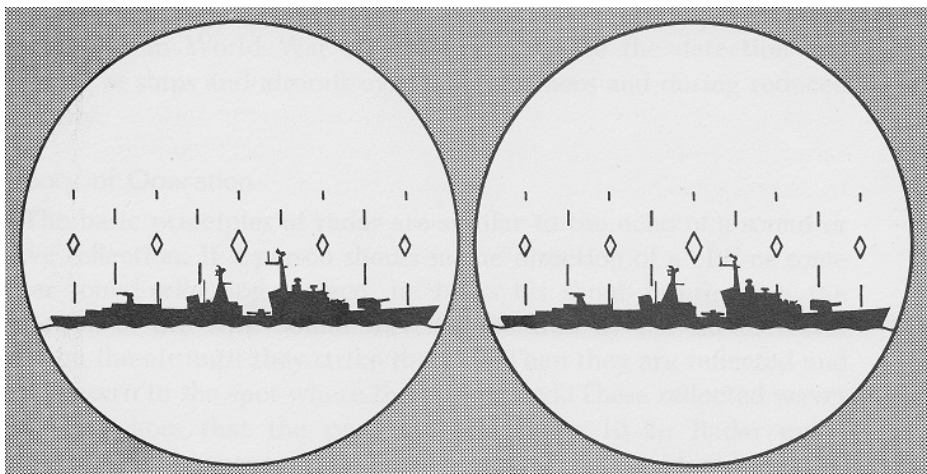
Vir: Introduction to shipboard weapons (1976, str. 110)

Priloga 4: Poenostavljena slika stereoskopskega daljinomera



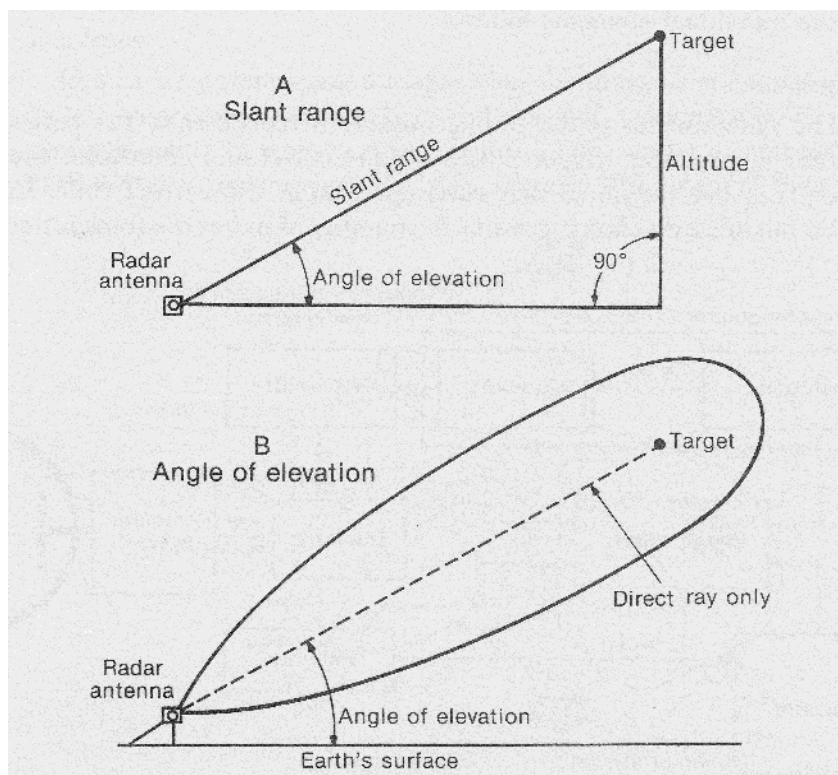
Vir: Introduction to shipboard weapons (1976, str. 111a)

Priloga 5: Pogled skozi stereoskopski daljinomer



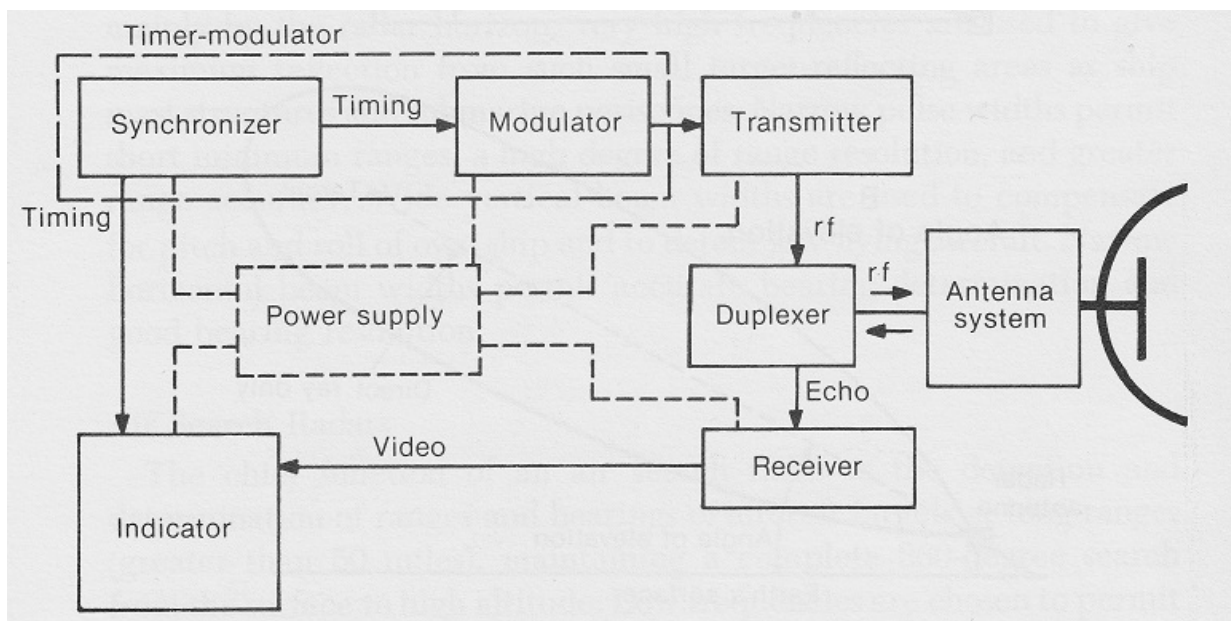
Vir: Introduction to shipboard weapons (1976, str 111b)

Priloga 6: Določanje elevacijskega kota in razdalje



Vir: Introduction of shipboard weapons (1976, str. 117)

Priloga 7: Elementi radarskega sistema



Vir: Introduction to shipboard weapons (1976, str 118)

Priloga 8: Izstrelitev toplotnih protiraketnih vab PK-10



Vir: interno gradivo 430.MOD

Priloga 9: Prikaz ocen oborožitvenih podsistemov Triglav 11

	AK-306 30mm	MTPU 14,5mm	Shturm	Igla	PK-10
Nameritev	8 %	/	16 %	/	/
Upravljanje	8 %	/	/	/	8 %
Vodenje	8 %	/	16 %	16 %	8 %
Samouničenje	16 %	/	/	16 %	16 %
Sledenje	8 %	/	8%	16 %	/
Polnilni sistem	/	/	/	/	/
Skupno posamezni sistem	48 %	0 %	40 %	48 %	24 %
Skupno oborožitveni podsistemi in celoten oborožitveni sistem			32 %	72 %	52 %
			A	B	C
Stopnja avtomatizacije					2
					D

A = povprečje vseh posameznih oborožitvenih sistemov

B = povprečje podpornih oborožitvenih sistemov (girokompas, optoelektronske naprave, radar)

C = povprečje ocen A in B

D = skupna stopnja avtomatizacije

IZJAVA O AVTORSTVU

Kandidat za častnika desetnik Grega Tušar izjavljam, da sem avtor zaključne naloge, ki sem jo izdelal pod mentorstvom poročnika fregate Andreja Pečarja in dovoljujem uporabo zaključne naloge v študijske namene.

V Ljubljani, 16.11.2011
