

ŠOLA ZA ČASTNIKE

XVI. GENERACIJA

SPECIALIZACIJA ZO

Zaključna naloga

**UPORABA SREDSTEV NZP (RADAR KRATKEGA DOSEGA)
ZA ZAGOTOVITEV DELOVANJA LRV ZO**

Kandidat, slušatelj:

vvod Sašo Polak

Mentor:

ppk Zvonimir Lah

Ljubljana, februar, 2007

POVZETEK

V današnjem, zelo razvitem načinu vojskovanja, potrebujejo kopenske sile zelo hitro in zanesljivo zaščito na bojišču in podporo pred nizko letečimi ofenzivnimi letali in oboroženimi helikopterji, kateri niso odkriti vse do trenutka, dokler je ponavadi že prepozno.

Odgovor za takšno podporo kopenskim enotam, je v kompaktnem radarju kratkega dosega EL/M - 2106 HEE, ki predstavlja radar za zračno obrambo in alarmiranje njenih enot, kateri lahko odkrije vsako potencialno, napadalno zračno platformo, med ostalim lahko ločuje med helikopterji in tarčami z fiksnimi krili, t.j. letali. Pri tem ni važno s kakšno hitrostjo objekti letijo. Odkriva celo lebdeče helikopterje. Radar odlikuje dokaj enostavna uporaba.

INFORMACIJE O CILJIH V ZRAKU LAHKO POSREDUJE NEPOSREDNO ENOTAM Z SISTEMI ZRAČNE OBRAMBE ALI SISTEMA VODENJA IN POVELJEVANJA Z UPORABO STANDARDNIH RADIJSKIH KOMUNIKACIJ ("IAI", STR.3).

RADARSKI ELEKTRONSKI SISTEMI SE UPORABLJAJO ZA LOCIRANJE LETEČIH OBJEKTOV IZVEN RADIJA VIDLJIVOSTI (TUDI ZA HORIZONTOM) IN ZA DOLOČANJE RAZDALJE DO LE-TEH, Z PROJECIRANJEM RADIJSKIH VALOV PROTI NJIM. TERMIN "RADAR" IZVIRA IZ FRAZEOLOGIJE "RADIO DETECTION AND RANGING". TO IME SE JE UPORABLJALO OD ZAVEZNIŠKIH SIL SKOZI DRUGO SVETOVNO VOJNO, KOT RAZNOLIKO SREDSTVO, ZANIMIVO ZA ISKANJE POZICIJE Z RADIJSKO DETEKCIJO. KOT SREDSTVO OMOGOČA, NE SAMO INDICIRATI OZIROMA NAVAJATI NAVZOČNOSTI IN DALJAVE ODDALJENEGA OBJEKTA, KI GA IMENUJEMO TARČA, AMPAK TUDI DOLOČITI NJEGOVO POZICIJO V PROSTORU, NJEGOVO VELIKOST, OBLIKO, HITROST IN SMER GIBANJA. DASIRAVNO JE BIL ORIGINALNI RAZVOJ RADARJA INSTRUMENT VOJNE, RADARJE DANES UPORABLJAMO V ŠIRŠIH MIRNODOBNIH SPEKTRI, KOT NAVIGACIJSKE, ZA KONTROLO ZRAČNEGA PROMETA, SPREMLJANJE STRUKTUR METEOROLOŠKIH STANJ IN SLEDENJE VESOLJSKIH PLOVIL (MICROSOFT CORPORATION).

Ključne besede: zračni prostor, nadzor zračnega prostora, zračna obramba, radar kratkega dosega, radarski položaj, sistem, opazovanje, detekcija, identifikacija.

SUMMARY

In the evolving battlefield, ground forces need rapid, reliable protection from low - flying attack aircraft and helicopter gun - ships which aren't detectable until it is almost too late.

THE ANSWER IS IN THE EL/M - 2106 HEE, THE COMPACT, SHORT - RANGE AIR - DEFENCE ALERT RADAR. EASY TO USE RADAR WHICH CAN DETECT ANY POTENTIAL ATTACKING AIRBORNE PLATFORM, EVEN HOVERING HELICOPTERS. IT CAN ALSO DIFFERENTIATE BETWEEN HELICOPTERS AND FIXED - WING TARGETS, NO MATTER HOW FAST OR SLOW THEY ARE FLYING. AND, IT CAN TRANSFER ITS TARGET INFORMATION TO ANY SURFACE-TO-AIR WEAPON SYSTEM ("IAI", STR.3).

RADAR, ELECTRONIC SYSTEM, USED TO LOCATE OBJECTS BEYOND THE RANGE OF VISION, AND TO DETERMINE THEIR DISTANCE BY PROJECTING RADIO WAVES AGAINST THEM. THE TERM RADAR IS DERIVED FROM THE PHRASE "RADIO DETECTION AND RANGING" , AND THIS NAME WAS USED BY ALLIED FORCES DURING WORLD WAR II FOR A VARIETY OF DEVICES CONCERNED WITH RADIO DETECTION AND POSITION FINDING. SUCH DEVICES NOT ONLY INDICATE THE PRESENCE AND RANGE OF A DISTANT OBJECT, CALLED THE TARGET, BUT ALSO DETERMINE ITS POSITION IN SPACE, ITS SIZE AND SHAPE AND ITS VELOCITY AND DIRECTION OF MOTION. ALTHOUGH ORIGINALLY DEVELOPED AS AN INSTRUMENT OF WAR, RADAR TODAY IS USED EXTENSIVELY IN MANY PEACETIME PURSUITS, SUCH AS NAVIGATION, CONTROLLING AIR TRAFFIC, DETECTING WEATHER PATTERNS, AND TRACKING SPACECRAFT (MICROSOFT CORPORATION).

Key words: air space, air space surveillance, air defence, short range radar, radar position, system, observing, detection, identification.

KAZALO

	Str.
1. UVOD	1
1.1. Izhodišče zaključne naloge	1
1.2. Hipoteza	3
1.3. Namen in cilji raziskave	3
1.4. Metode dela	3
2. Nadzor zračnega prostora in njegov namen	4
2.1. Sredstva za nadzor zračnega prostora	5
2.2. Spekter groženj iz zračnega prostora	7
2.3. Ocena potreb	9
3. Vod LPRS	12
3.1. Namen in naloge voda LPRS ZO	12
3.2. Sestava voda LPRS ZO	13
3.3. Bojne zmožnosti	14
4. Taktika delovanja enot ZO	17
4.1. Osnovne lastnosti sistema ZO	17
4.2. Način uporabe enot ZO	17
4.3. Vpliv LPRS na taktiko bojevanja	24
4.4. Taktika delovanja LPRS Igla	25
5. Raketni sistemi zelo kratkega dosega	26
5.1. Raketni sistemi zelo kratkega dosega danes	26
5.2. LPRS Igla v uporabi v SV	27
5.3. Nekateri primerljivi LPRS drugih držav	28
6. Predstavitev radarja EL/M – 2106 HEE,NG	29
6.1. Namen radarja	29
6.2. Prepoznavanje ciljev v zračnem prostoru	30
6.3. Zakrivanje oddajnih sektorjev	31
6.4. Radarsko polje	31
6.5. Glavni elementi, ki vplivajo na izbor radarskega položaja	32
6.6. Prikaz podatkov in identov o cilju	32
6.7. Vgrajeni testi	32
6.8. Delovanje v področju motenj	33
6.9. Minimalni razmiki med radarjema	33
7. Program nadgradnje obstoječega sistema	34
7.1. Splošno	34
7.2. Nadgradnja sistema	34
7.3. Zmogljivosti radarja po izvedeni nadgradnji	36
7.4. Tehnične karakteristike po izvedeni nadgradnji	37
7.5. Sevalni diagram	38
8. ZAKLJUČEK	39

1. UVOD

1.1 IZHODIŠČE ZAKLJUČNE NALOGE

LRV ZO, opremljena z LPRS Igla, ima na razpolago zmogljivo orožje, ki lahko v določenih pogojih uspešno deluje na večino ciljev. Raketa ima relativno majhen doseg (v optimalnih pogojih pribl. 3-5 km po daljini in do 3 km po višini) ter s tem povezan zelo kratek reakcijski čas potreben za uspešno delovanje na cilje. Iz tega dejstva izvirajo tudi glavne pomanjkljivosti, ki zmanjšujejo bojno vrednost LRV ZO, ki bi jo enota z isto, v še večji meri pa s poboljšano oborožitvijo ter z ustrezno C2 podporo lahko dosegla.

Te pomanjkljivosti so:

a) informacije o stanju v ZP: splošne podatke višjega C2 nivoja o stanju v ZP, lahko LRV pridobi le preko glasovnega vala obveščanja (VO), podrobnejše pa le v dosegu lastnega vizualnega opazovanja. Za VO, ki ga zagotavlja CNZP, so karakteristični relativna zamuda (1 –1,5 min), omejene možnosti pokrivanja malih višin in redko obnavljanje (update) podatkov (1 x na 30 – 60 sec). Poleg relativno velike zamude, so te informacije lahko tudi nepopolne zaradi slišnosti HF zvez in možnih subjektivnih napak tako operaterja, ki predaja podatke v CNZP, kakor tudi narisovalca, ki sprejema in označuje podatke na planšeti.

b) pravočasno odkrivanje ciljev: možno je le vizualno, v pogojih dobre vidljivosti, podnevi. Raketa kot takšna je sicer zelo primerna tudi za uporabo v ugodnih vremenskih razmerah ponoči, vendar takrat ni mogoče vizualno odkrivanje in identifikacija ciljev ter, s tem povezana avtorizacija za delovanje po ciljeh.

Sredstva relativno majhnih gabaritov (npr. manevrirne rakete), ki letijo nizko in v obsegu visokih podzvočnih hitrosti, je vizualno zelo težko odkriti tudi podnevi, razpoložljivi reakcijski čas pa v takšnih primerih praviloma ne omogoča uspešne uporabe LPRS.

c) identifikacija ciljev: LRV ne razpolaga z elektronskimi sredstvi za odkrivanje ciljev v ZP, njihovo klasifikacijo in identifikacijo (sekundarni radarji – SSR oz. IFF interogatorji), ki identifikacijo opravi v trenutku, takoj, ko je cilj odkrit. Vizualna identifikacija ponoči, ko bi sicer rakete lahko uspešno zajele in uničile cilj, ni mogoča.

d) prenos podatkov: informacije o vizualno odkritih ciljeh se prenašajo po govorni zvezi, le po enem kanalu. Na podlagi skope govorne informacije enega opazovalca, si v ognjenih enotah zelo težko predstavljajo položaj in parametre leta cilja v prostoru, kakor tudi v odnosu na lastno stojno točko.

e) dolgi odzivni čas sistema: posledica samo lastnega opazovanja je praviloma pozno odkrivanje in identifikacija cilja. Posredovanje podatkov z glasom, po enem kanalu, ima za posledico velik odzivni čas sistema. Skoraj nemogoče je namreč pravočasno odkriti in identificirati cilj, na pristojnem nivoju sprejeti odločitev o delovanju na takšen cilj ter prenesti odločitev do ognjene enote oz. strelca.

f) omejena možnost kontrole uporabe orožij: zaradi zgoraj navedenega ni mogoča centralizirana delitev ciljev in vodenje ognja kar skupaj zelo omejuje možnost uspešnega istočasnega delovanja na večje število ciljev. Dogaja se, da na en cilj strelja več strelcev kot je potrebno za njegovo uničenje ali nevtralizacijo, za druge cilje pa zmanjka ali raket ali časa.

g) omejitve enojnih lanserjev: ognjena moč enote z enojnimi lanserji je omejena. Zaradi relativno dolgega cikla streljanja (do 21 sek.) lahko en strelec, pri istočasnem naletu dveh ali več letal, deluje uspešno le na en cilj, na drugega v najboljšem primeru v odhodu, na daljnji meji cone lansiranja.

Skupno delovanje več strelcev na en cilj (salvo) ali delitev ciljev, zahteva izjemno izurjenost strelcev ter poveljnikov vodov in oddelkov. Pri dvojnih ali lanserjih z večjim številom razpoložljivih raket, so možnosti za takšno neusklajeno delovanje bistveno manjše, saj strelec takoj po lansiranju prve rakete ugotovi ali obstaja potreba za lansiranjem naslednje.

h) povezljivost in interoperabilnost: brez podpore avtomatizirane C2 opreme ni možno niti povezovanje LRV v celovit, enotni C2 sistem in izmenjava informacij ter sobojevanje z ustreznimi enotami ostalih držav, kar je ena od osnovnih zahtev interoperabilnosti, ki jo postavlja NATO pred naše enote za mednarodno sodelovanje. Verjetnost, da bo enota uspešno zaščitila dodeljeni objekt obrambe je s tem zelo nizka, zmanjšana pa je tudi možnost preživetja v boju enote same.

i) omejena mobilnost in avtonomnost: enota brez ustreznih transportnih sredstev ima zelo omejeno mobilnost in avtonomnost in je v veliki meri odvisna od drugih enot in zunanje zagotovitve. Ustrezna prometna sredstva, na katere je mogoče spraviti, poleg oborožitve, vso pripadajočo C2 in komunikacijsko opremo, zraven pa še moštvo enote, bojni komplet raket, opremo za osnovno inženirsko ureditev in maskiranje ognjenih položajev ter opremo za avtonomno terensko bivanje in delo, je nujnost v pogojih sodobnega bojevanja.

j) omejitve rakete Igla (9K38, SA-18): glavne omejitve raket iz obstoječega inventarja SV so: starost, problematično testiranje s ciljem podaljšanja roka operativne uporabnosti, omejeno število, relativno majhna bojna glava ter omejena odpornost na sodobne toplotne vabe zadnje generacije.

1.2 HIPOTEZA

RKD nedvomno zagotavlja bistveno boljše "pokrivanje" – odkrivanje, identifikacijo in spremljanje ciljev v ZP, kot je to možno doseči z enim ali več vizualnimi opazovalnimi postajami. Da ne omenjamo možnosti uspešne uporabe RKD ponoči ter v pogojih zmanjšane vidljivosti. Še vedno se mora poveljnik voda držati enakih taktičnih načel uporabe voda, kot bi to bilo brez uporabe RKD. Njegova naloga pri razmestitvi enote pa postane bistveno bolj kompleksna, ko mora med oddelke LPRS na primerno mesto bojne razporeditve namestiti tudi radarski oddelek

Radar s svojim uporabnim dosegom preko 20 km tudi za cilje z manjšo radarsko odbojno površino zagotavlja zadostno rezervo časa za alarmiranje in pravočasno pripravo strelcev LPRS za bojno delovanje. Zadostni doseg radarja omogoča tudi znatno stopnjo prožnosti poveljnika LRV pri izbiri lokacije namestitve radarja.

1.3. NAMEN IN CILJI RAZISKAVE

Cilj naloge je , da se potrdi ali demantira tezo, da se z uporabo RKD značajno poveča bojna moč LRV ZO (LPRS), v primerjavi z bojno vrednostjo enake enote brez radarskega senzorja. Da bi se prišlo do relevantnih zaključkov in potrditve teze, je potrebno najprej predstaviti zmogljivosti LPRS, načel in taktike uporabe LRV ter karakteristike objektov obrambe, za katere LRV s svojo oborožitvijo lahko zagotavlja obrambo pred napadi iz zračnega prostora

1.4. METODE DELA

Pri izdelavi zaključne naloge sem se v največji meri posluževal vsebinske analize pisnih in elektronskih virov, tako raznih priročnikov, zaključnih nalog. Uporabil sem tudi deskriptivne metode. Kot ključna je bila uporabljena empirična metoda, metoda razgovora. Dodatno je bila uporabljena tudi metoda komparacije oziroma primerjave starega radarskega sistema z novim oziroma njegovo nadgradnjo.

2. NADZOR ZRAČNEGA PROSTORA IN NJEGOV NAMEN

Nadzor zračnega prostora je stalno in sistematično opazovanje zračnega prostora z elektronskimi, optičnimi in ostalimi sredstvi z namenom pravočasnega odkrivanja, identifikacije in ugotavljanja preletov objektov v dodeljenem delu zračnega prostora. Vsebuje odkrivanje, sledenje in identifikacijo objektov v zračnem prostoru, kreiranje združene slike situacije v zračnem prostoru iz vseh virov, prenos podatkov uporabnikom in/ali kontrolo oborožitvenih sistemov. Izvaja se s stalnim spremljanjem situacije v zračnem prostoru in pravilno uporabo zračnega prostora, ter z neprekinjenim posredovanjem podatkov o trenutni situaciji v zračnem prostoru s ciljem zagotavljanja izčrpne in podrobne informacije za podporo zavedanja o situaciji, podporo poveljnikom pri sprejemu odločitve ter posredovanje sporočil opozarjanja o zračni nevarnosti v realnem času vsem uporabnikom vključno sistemu za obveščanje in alarmiranje civilnega prebivalstva. Opazovanje zračnega prostora, javljanje in obveščanje je pomembna dejavnost v vseh enotah, poveljstvih in zavodih Slovenske vojske na vseh ravneh poveljevanja s katerim se zagotavlja pravočasno alarmiranje o zračni nevarnosti (Doktrina delovanja SV predlog: 2005: 5.3.5: str 28).

Nadzor zračnega prostora (NZP) funkcionira v miru in vojni in je v sestavi Poveljstva sil Slovenske vojske (PSSV).

Osnovni namen NZP-ja je torej:

- pravočasno odkrivanje ter identifikacijo nasprotnikovih sredstev za napad iz zraka;
- obveščanje oboroženih sil RS o ciljih v zračnem prostoru (ZP) in distribucija podatkov o ciljih v ZP uporabnikom;
- radarska zagotovitev borbenih dejstev enot ZO;
- obveščanje civilne družbe o nevarnostih iz ZP.

NZP predstavlja osnovo enotnega in celovitega nadzora ZP RS, ki se izvaja za potrebe oboroženih sil RS in podsistem ZO, namenjen za zagotovitev borbenih dejstev letalstva, za radarsko zagotovitev borbenih dejstev tako za sisteme orožij v ZO kot tudi za sistem poveljevanja. Organizacijsko NZP predstavlja 16. BNZP (Krnjak: 3 po Godec: 5).

2.1. SREDSTVA ZA NADZOR ZRAČNEGA PROSTORA

Kmalu po pridobitvi dveh radarjev dolgega dosega AN/TPS 70, je bila pri istem proizvajalcu nabavljena še oprema za združevanje (korelacijo), obdelavo (identifikacijo) in prikazovanje radarskih podatkov v operativnem centru VLZO. Združene podatke teh dveh radarjev, ki predstavljata hrbtenico sistema NZP v SV, naj bi se dopolnjevalo s podatki osmih radarjev kratkega dosega EL/M 2106 HEE, ki pokrivajo nižje sloje zračnega prostora, predvsem v sektorjih, ki jih z radarjema dolgega dosega ni možno opazovati. Informacije o ciljih v ZP se (razen v bateriji ROLAND) prenašajo tudi z glasom, preko radijskih naprav, po t.i. valu obveščanja (Škodnik: 2004: 20).

Slika 1: Radar AN/TPS 70



Vir: 16. BNZP

Slika 2: Radar EL/M 2106 HEE



Vir: predstavitev 16.BNZP

Oprema ASOC (Air Sovereignty Operations Center), ki je v Slovenijo prispela 1999 leta, je namenjena za sprejem, obdelavo in prikazovanje podatkov v zračnem prostoru ter prenos teh podatkov njihovim uporabnikom. Oprema ASOC je element sistema, ki je povezljiv in kompatibilen z elementi sistema zračne obrambe NATO-a. Neposredno po priključitvi Slovenije zvezi NATO, je bila tudi priključena v sistem NATINADS. Z izdvojenim delom opreme je obdelano sliko situacije v ZP dobil tudi OP GŠSV, ki je bil nedolgo tega odvisen od informacij vala obveščanja (Škodnik: 2004: 20-22).

Slika 3: ASOC



Vir: predstavitev 16.BNZP.

2.2. SPEKTER GROŽENJ IZ ZRAČNEGA PROSTORA

Izkušnje iz lokalnih in regionalnih konfliktov zadnjega desetletja in pol kažejo, da so bila delovanja v in iz ZP, odločilna za izhode teh konfliktov. Superiornost zmogljivosti zračnih sil najbolj nazorno ilustrirata obe zalivski vojni, balkanska zračna kampanja ter afganistanski konflikt. V vseh navedenih primerih so bili nasprotniki koalicijskih sil (sil NATO v balkanskem primeru) vojaško poraženi še preden so pričete kopenske operacije večjega obsega. Za pričakovati je, da bodo ogrožanja iz ZP in vesolja, v bodočih konfliktih, zaradi silovitega razvoja tehnologije, le še pridobila na pomenu.

Namen te naloge ni naštevanje in analiza širokega spektra možnih groženj. Ocena groženj v tej nalogi bo omejena le na del potencialnih groženj s katerimi se bodo srečevale in na katere bodo morale odgovoriti enote ZO SV, opremljene in oborožene z LPRS. Te grožnje lahko razdelimo na sledeče skupine:

- iz ZP, usmerjene na možne objekte zračne obrambe, ki jih bodo branile enote ZO, opremljene z LPRS;
- iz ZP na same enote ZO, s ciljem nevtraliziranja ali zmanjšanja njihove sposobnosti zaščite objektov obrambe ter
- s kopna, s ciljem nevtralizacije ali uničenja enot ZO prav tako zaradi preprečevanja njihove uporabe v ZO objektov obrambe.

Predvidevamo, da bi nasprotnik iz ZP izvajal predvsem naslednje naloge:

- taktično izvidovanje enot in pomembnih objektov v rajonih kopenskih operacij in globini ozemlja;
- napade na enote SV v vseh fazah bojnih delovanj in na pomembne objekte vojaške, politične in gospodarske infrastrukture;
- nevtralizacijo in/ali fizično uničenje elementov in povezav C4ISR sistema;
- ognjeno podporo delovanja lastnih kopenskih sil;
- prevoženje in desantiranje lastnih sil v globino našega ozemlja,
- specialne operacije ter iskanje in reševanje lastnega osebja v našem zaledju.

Pri delovanju na združene taktične enote (PBR) je pričakovati težišče delovanja na oklepna in artilerijska sredstva ter poveljniška mesta, enote v boju, na pohodu ter rezerve v pripravljalnih rajonih. Od pomembnih objektov v globini ozemlja bodo predvidoma najbolj izpostavljeni elementi C4ISR sistema SV (poveljniška mesta, radarski položaji, vozlišča sistemov zvez,...), logistična infrastruktura – vojaška in civilna (skladišča, baze), pomembne cestovne, železniške komunikacije, luka in letališka infrastruktura, javno telekomunikacijsko omrežje. V doktrinah nekaterih držav pomemben cilj zračnih napadov predstavlja paraliziranje sistema vodenja OS in države, ki ga dosegajo z nevtralizacijo ali uničenjem najpomembnejših vojaških in civilnih vodstvenih struktur.

Najpogostejša sredstva nasprotnika, s katerimi se bodo spoprijele enote ZO, opremljene z LPRS, pri obrambi enot in objektov visokega pomena, bodo predvidoma brezpilotna letala (BPL), bojni ter transportni oboroženi helikopterji in lahka bojna/jurišna letala. Manevirne rakete lahko predstavljajo pomembno grožnjo različnim stacionarnim elementom infrastrukture in objektom visokega pomena v globini ozemlja. Zaradi majhne višine letenja, visokih hitrosti (M 0,8 do 0,95) ter relativno majhne radarske odbojne površine in toplotnega odseva, pa bodo za enote LPRS zelo neugodni cilji (pozno odkrivanje, otežen zajem). Predstavljajo idealne nosilce kemijskega, biološkega, tudi nuklearnega orožja manjših moči. Tehnološko niso preterano komplicirane ter zaradi relativno nizke cene in "dobavljivosti" predstavljajo idealne nosilce t.i. asimetričnih groženj potencialnih teroristov.

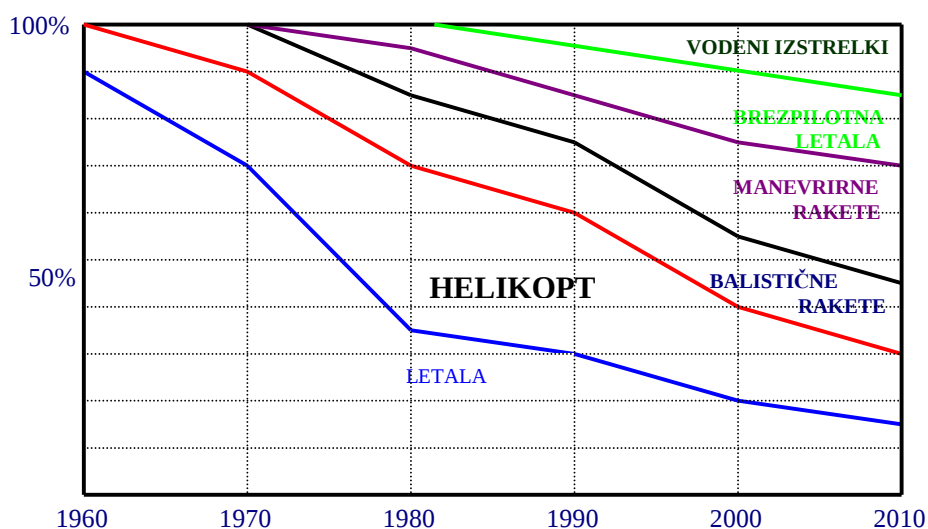
Visokozmogljiva večnamenska bojna letala in sodobni lovci-bombniki, oboroženi z vodenimi/samovodenimi orožji (lasersko, IR, EO, MWR¹ vodeni projektili, samovodene protiradarske rakete), lansirajo ta orožja načeloma na višinah in daljinah izven dosega sistemov LPRS, razporejenih za neposredno obrambo določenih objektov. Nekateri sodobni »zračni« oborožitveni sistemi kot so letala za elektronsko bojevanje in podporo, zmogljivejša BPL ter taktične balistične rakete (TBM) se uporabljajo načeloma globoko v nasprotnikovem ZP ali pa jih ni možno odkriti brez specialnih radarjev s TBM zmogljivostmi ter nemogoče na njih delovati z LPRS.

LRV ZO bo tudi sam predstavljal cilj, ki ga bo nasprotnik poskušal onemogočiti iz zraka ter z delovanjem s kopnega. Iz zraka je realno pričakovati, da bodo cilj izvidovanja, motenja senzorskih/identifikacijskih in komunikacijskih sistemov ter napadov s protiradarskimi raketami. Pri napadih s klasično municijo (vodene in nevodene bombe in rakete) je verjetno, da bodo nosilci teh sredstev koristili višine, kjer jih LPRS s svojim omejenim dosegom ne morejo ogrožati.

Poleg sredstev, ki jih bo nasprotnik uporabil proti enotam ZO iz ZP, bodo te enote potencialno ogrožane tudi z zemlje. Nasprotnikove kopenske sile bodo najpogostejši vir ogrožanja predvsem enotam ZO, ki bodo ščitile lastne enote na prednjih krajih bojnih delovanj, saj bodo večkrat v neposrednem kontaktu z nasprotnikom. Niso izključene grožnje s sredstvi za masovno uničenje (RKB orožja), v določenih primerih, pri obrambi pomembnih objektov, pa je možno ogrožanje s strani nasprotnikovih enot za posebne namene, izkrcanih v zaledje.

¹ IR - infrardeče, EO - TV in LLTV, MWR- mikrovalovni radarji

Shema 1 prikazuje proces sprememb v uporabi sredstev iz ZP, s katerimi se mora spoprijeti sistem ZO. Od popolnega primata letal s posadko (90% l. 1960), se delež ostalih orožij in udeležencev v ZP povečuje na račun letal in helikopterjev, ki so l. 2000 predstavljali skupaj le 40% direktnih groženj, l. 2010 pa bodo predvidoma predstavljali le še okoli 30% od vseh sredstev. Delež balističnih raket je, vse od njihove pojave, dokaj ustaljen (10-15%), medtem ko se povečuje delež uporabe manevrinskih raket, brezpilotnih letal in vodenih izstrelkov.



Shema 1: Struktura groženj iz zračnega prostora

2.3 OCENA POTREB

Potrebe opredeljujejo prvenstveno vrste in karakteristike potencialnih groženj, predvideno okolje uporabe enot ZO ter nabor zahtev, ki jih definiramo sami in/ali jih pred nas postavlja NATO.

Potrebe, ki so posledica zahteve za uspešnim pariranjem grožnjam z LPRS Igla v vseh pogojih možne uporabe teh orožij, so:

- pravočasno odkrivanje teh groženj (v nadaljevanju: ciljev v ZP);
- klasifikacija in identifikacija ciljev;
- podpora odločanja o uporabi orožij in delitev ciljev;
- prenos podatkov o ciljih do strelcev, vodenje ognja;
- lansiranje min. 2 raket (salvo) z enega lanserja.

Potrebe, ki izhajajo iz okolja uporabe enot so:

- jasno in pravočasno definiranje nalog, področja odgovornosti (del ZP) in statusa uporabe enote ZO;
- mobilnost enote ZO enaka ali primerljiva z mobilnostjo enot, ki jih ščitijo;
- povezljivost v strukturi poveljevanja z enoto, ki jo ščitijo in prvi višji C2 nivo ZO;
- relativna logistična avtonomnost ali integriranost osnovnih logističnih funkcij z enoto, ki jo ščitijo in/ali v sestavi katere delujejo;
- možnost delovanja v vseh klimatskih okoljih in meteoroloških pogojih v katerih je možna uporaba LPRS Igla.

Potrebe, ki jih za uporabo enot ZO z LPRS Igla pred nas postavlja NATO:

- možnost avtonomnega delovanja izven nacionalnega C2 okolja;
- možnost povezovanja v cilju sobojevanja s primerljivimi enotami članic NATO in/ali delovanje v sestavi višje enote ZO drugih članic NATO;
- v primeru avtonomnega delovanja v mednarodnih misijah, možnost povezovanja in izvajanje osnovnih C2 funkcij z NATINADS ali ustreznimi mobilnimi NATO C2 elementi.

Kot najzanimivejša in najmanj znana vrsta groženj so predstavljena brezpilotna letala.

Slika 4: Brezpilotno letalo MAH 01



Vir: predstavitev brezpilotna letala

Definicija:

- Brezpilotna letala so praviloma manjša zračna plovila brez posadke, ki so motorizirana, daljinsko vodena, pol avtonomna, ali avtonomna zračna plovila, opremljena z napravami za opravljanje specifičnih nalog v zraku do višine 20.000 metrov. (ViZ, 1981:54) (www.unmanned.aerialvehicles.com)

Klasifikacija:

- Delitev glede na namen uporabe
 - bojna
 - ne bojna (izvidniška, zračne tarče, ...)
- Delitev glede na upravljanje
 - daljinsko vodena
 - programirana
 - samo navodena
- Delitev glede na doseg leta

Sistem brezpilotnega letala:

- Prevozno-lansimi sklop
- Letalo
- Izvidniška oprema
- Oprema za specifične naloge
- Postaja za vodenje
- Prenosna postaja
- Sprejemna postaja

Trendi razvoja:

- Mikro brezpilotna letala (spuščanje uporabe na nivo oddelka, tank,...)
- Strateški nivo uporabe brezpilotnih letal (Global Hawk)

Slika 5: Brezpilotno letalo Mirach 26



Talijanska letjelica Mirach 26 v pripravi za lansiranje s odlobovim lansirnim raketenim motorom. Na danjem dijelu trupa letjelice vidi se polukuglasto kušišče pokretnog girostabiliziranog nosača s izvidničkom opremom. Domet upravljanja ovom malom letjelicom iznosi 50 kilometara. Za navigaciju koristi u pasivnoj preprogramiranoj navigaciji rabi signale Omega/VLF navigacijskog sustava

Vir: predstavitev brezpilotna letala

3. VOD LPRS

3.1. NAMEN IN NALOGE VODA LPRS ZO

Lahki prenosni raketni sistem voda ZO je namenjen za neposredno zračno obrambo taktičnih enot ter združenih taktičnih enot pred napadom nasprotnika iz zračnega prostora do malih višin. Vod ZO se odlikuje z veliko učinkovitostjo, mobilnostjo, možnostjo uničenja ciljev z mesta ali med premikom. Vod sodeluje v protidesantnem, protioklepem in protipehotnem boju, odvisno od načrta višje enote oz. enote s katero sodeluje. V protidesantnem boju se prvenstveno uporablja za uničevanje letal (helikopterjev) med letom in desantiranjem, lahko pa tudi za boj z nasprotnikom na zemlji.

Prednostne naloge voda so:

- zaščita enot (objektov) *pred napadi* letal in helikopterjev,
- zaščita enot *pred opazovanjem* iz zraka in
- zaščita enot *v premiku*.

Vod izvršuje naloge samostojno ali v sodelovanju z enoto, ki jo brani, lahko pa se postavijo tudi t.i. protizračne zasede na najverjetnejši smeri doleta nasprotnikovih letal.

Uspešno izvrševanje nalog se doseže z:

- neprekinjenim izvidovanjem in posedanjem novih ognjenih položajev - OP,
- hitrim razvojem v pripravljenost za bojevanje,
- najprimernejšo uporabo, pri čemer upoštevamo možni načina delovanja nasprotnika ter nalogo enote, ki jo vod brani,
- uspešnim opazovanjem ter pravočasnim odkrivanjem in javljanjem ciljev, z uporabo radarja kratkega dosega in vizualne opazovalnice,
- vzdrževanjem visoke bojne pripravljenosti,
- odpiranjem nenadnega močnega ognja,
- neprekinjenim poveljevanjem in sodelovanjem z branjenim objektom.

Bojevanje baterije (voda) z nasprotnikovimi napadnimi sredstvi iz zračnega prostora ima določene specifičnosti. Boj se izvaja v omejenem času, zaradi česa ocena situacije, odločitve in izdajanje naloge mora biti opravljeno v nekaj minutah (sekundah), kar zahteva maksimalno angažiranost in automatizacijo dela v upravljanju z ognjem. Zahtevnost in velika površina na katerem se bojuje baterija zahteva visoko profesionalno usposobljenost in samostojnost baterije kot celote in posameznih vodov. V uničevanju nasprotnikovih napadnih sredstev iz zračnega prostora poleg baterije sodelujejo tudi enote ZO branjenega objekta zaradi česa je potrebno pravočasno organizirati sobojevanje in sodejstvovanje z branjenim objektom.

Nasprotnik iz zračnega prostora izvaja udare po objektih (enotah) tako med njihovo pripravo kot tudi med izvajanjem bojevanja kar zahteva njihovo stalno obrambo tako med pripravo kot tudi med bojevanjem.

Intenzivnost naletov nasprotnikovega letalstva zahteva od baterije (voda), da je stalno v visoki stopnji bojne pripravljenosti. To se po eni strani lahko zagotavlja z visoko stopnjo automatizacije v prenosu podatkov o situaciji v zračnem prostoru, po drugi strani pa z organiziranjem dežurnih enot v okviru baterije(voda) kar zahteva velik fizični napor.

Močan, neposreden in brezkompromisen boj baterije(voda) z nasprotnikovimi napadnimi sredstvi iz zračnega prostora, ki velik del svojih napadov usmerja po enotah ZO zahteva posebno odločnost in velike moralno-psihične in fizične napore. Baterija mora biti sposobna izvajati težek in dolgotrajen boj kar se dosega s stalnim izvidovanjem in zasedanjem novih ognjenih položajev, najprimernejšo uporabo in grupiranjem sil upoštevajoč najverjetnejši način delovanja nasprotnikovega letalstva in naloge ter karakteristike branjene enote (objekta), dežurstvom, pravočasnim manevrom, uspešnim opazovanjem, pravočasnim odkrivanjem in najavo nasprotnika iz zračnega prostora, stalnim vzdrževanjem sistema ognja na najvišji stopnji, centraliziranim poveljevanjem in stalnim sobojevanjem in sodejstvovanjem z ostalimi enotami ZO in objektom obrambe.

3.2. SESTAVA VODA LPRS ZO

LRV Igla ZO je sestavljen iz štirih enakih raketnih oddelkov in je sposoben samostojno izvrševati naloge ZO ki so mu dodeljene. Vod se lahko pridoda v sestavo pehotnih, oklepnih, gorskih enot.

Oprema in oborožitev raketnega oddelka:

- terensko motorno vozilo z zabojniki za prevoz raket (Puch),
- radijske naprave (1 ali več, za zvezo s poveljnikom voda, za val obveščanja),
- 4 rakete Igla ,
- 2 lansirna mehanizma,
- daljnogled,
- busola,
- maskirne mreže,
- osebna oborožitev pripadnikov oddelka (AP M-70).

Zraven naštetih sredstev in moštva ima vod na razpolago še vozilo za zagotovitev zvez, vezista, opazovalce zračnega prostora, radar kratkega dosega (RKD) s pripadajočim moštvom, ter dodatno moštvo glede na situacijo.

3.3. BOJNE ZMOŽNOSTI LPRS VODA ZO

Bojne zmožnosti so seštevek ognjenih in manevrskih zmožnosti pri izvrševanju nalog. Odvisne so od:

- stanja popolnjenosti voda ZO,
- stopnja izurjenosti posadke, posebej še pri hitrem in natančnem odrejanju ter zavzemanju uvodnih elementov in parametrov gibanja cilja,
- karakteristik cilja in načina njegovega napada na enoto ali objekt, ki ga vod ZO brani,
- števila orožij v vodu in njihovih taktično - tehničnih lastnosti,
- učinkovite uporabe vizualnih opazovalnic, ter radarjev kratkega dosega

LPRS Igla je namenjen uničevanju ciljev v zračnem prostoru, ki sevajo infrardečo energijo, so optično vidljivi in letijo na malih višinah. Strelci ki opravljajo s sistemom Igla in tisti, ki odredajo ukaze za streljanje na cilje v zračnem prostoru morajo dobro poznati karakteristike orožja oz. njihove taktično tehnične lastnosti

Poleg naštetega morajo strelci upoštevati še nekatere druge lastnosti npr. fonsko situacijo, toplotne motnje, varnostne ukrepe pri samem lansiranju, načine lansiranja, predvsem pa prostorske omejitve in zmožnosti lansiranja na cilj (cona lansiranja in cona uničenja).

Cona lansiranja je omejeni del zračnega prostora, v katerem se mora nahajati cilj med lansiranjem rakete, da bi v coni uničenja prišlo do srečanja rakete s ciljem. Lastnosti con lansiranja

Cona uničenja je omejeni del zračnega prostora, v katerem je možno srečanje rakete s ciljem, če je bilo lansiranje izvedeno v coni lansiranja.

Kadar cilj miruje - lebdi sta coni enaki - se prekrivata, s povečanjem hitrosti cilja, pa se coni zmanjšujeta in oddaljujeta ena od druge.

Cona lansiranja je omejena z bližnjo, daljno, zgornjo, s spodnjo mejo in z bočnima mejama.

Manevrske zmožnosti voda

Manevrske zmožnosti voda se kažejo v možnosti manevra ognja in manevra premika.

Pod možnostjo *manevra ognja* razumemo sposobnost, da vod hitro prenese ogenj z enega na drugi cilj. Ta možnost se izraža s časom, ki preteče od časa odpiranja ognja na en cilj do trenutka odpiranja ognja na drugi cilj. Ta čas se imenuje cikel streljanja. Predpostavljeni mora poznati kolikšen je cikel streljanja voda, upoštevajoč vrsto orožja s katerim razpolaga, povprečno dolžino trajanja enega lansiranja in stopnjo usposobljenosti strelca protiletalca.

Manever premika je čas, ko se vod premakne iz enega na drug ognjeni položaj. Ta čas je odvisen od hitrosti prehoda iz pohodnega v bojni položaj in obratno, od časa potrebnega da zapustimo OP, oddaljenosti in hitrosti premika do novega OP, prestavitev radarja na novi položaj z vsemi potrebnimi postopki, ter časa potrebnega za pripravo voda za delovanje na novem OP.

Manever premika se izvaja:

- s ciljem zavzeti bojni razpored za izvršitev naloge,
- kadar enota, ki se brani izvaja manever ali zaradi obrambe nekega drugega elementa na katerega se prenese težišče delovanja,
- s ciljem ustvarjanja ugodnih pogojev za izvajanje bojnih dejstev,
- s ciljem spremembe težišča obrambe,
- s ciljem izvlačenja voda pred sovražnikovim udarom.

Bojne zmožnosti voda ZO so neposredno odvisne tudi od popolnjenosti z raketami, zato je potrebno zagotoviti popolnjenost v skladu z nalogo in regulirati racionalno uporabo raket. Popolnjenost pa je odvisna od skupne razpoložljive količine raket, situacije v zračnem prostoru in na zemlji, od mesta enote, ki jo branimo, od oddaljenosti skladišča in stanja transportnih sredstev, radarja in komunikacij.

Sredstva za napad iz zračnega prostora s svojimi zmogljivostmi in načinom napada povečujejo ali zmanjšujejo bojne zmožnosti voda ZO. Večje hitrosti, uporaba sredstev, ki se lansirajo z večje oddaljenosti - izven cone delovanja voda ZO, vplivajo na možnost ognjenega delovanja in skupno učinkovitost voda. Navedeni vplivi se eliminirajo z optimalnim bojnim razporedom, stalnim izpopolnjevanjem in postavljanjem realnih ciljev.

Relief zemljišča, kjer postavimo radarski položaj, ognjeni položaj, vpliva na izkoriščanje taktično - tehničnih zmožnosti orožja. Manjši koti zaklanjanja, radarske sence omogočajo pravočasno odkrivanje letal v doletu in odpiranje ognja na daljni meji cone uničenja in obratno, zato je pravilen izbor ognjenega in radarskega položaja zelo pomemben za realizacijo bojnih zmožnosti voda ZO.

Uporaba vizualnih opazovalnic in radarja kratkega dosega

Bojne zmožnosti voda LPRS so v veliki meri odvisne od učinkovite uporabe vizualnih opazovalnic, ter radarjev kratkega dosega. Pravočasno uspešno opazovanje, odkrivanje in najava nasprotnika v zračnem prostoru je ključnega pomena.

Vizualna opazovalnica VOP je načeloma oddaljena do 20km od ognjenih položajev. Namenjena je predhodnem in pravočasnem odkrivanju in najavi ciljev. Najava se izvaja s sredstvi zvez z radijskimi napravami, katere pa so omejene z dometom in optično vidljivostjo. Upoštevati je potrebno EM sevanje radijskih naprav. Najava vsebuje smer in oddaljenost cilja glede na ognjeni položaj, če je možno tudi identifikacijo cilja.

Vsekakor je VOP zelo pomemben, vendar je načeloma omejen s 15 do 20 stopinjskim sektorjem opazovanja glede na konfiguracijo terena, ter vidljivostjo (noč, megla).

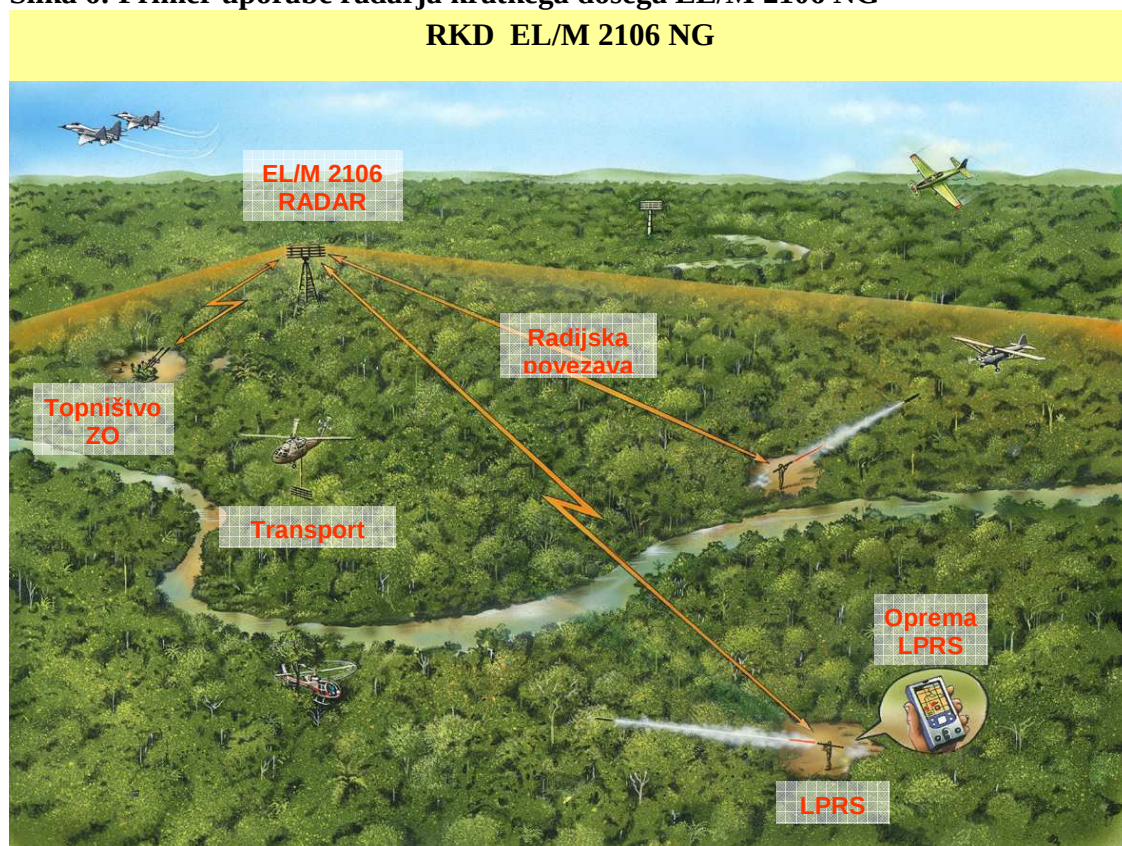
Radar kratkega dosega RKD kot tehnološko sredstvo pa ima pred VOP-om velike prednosti in veliko pripomore k bojni zmožnosti naše enote. Opazovani sektor se poveča na 360 stopinj neglede na čas in vreme, kar je velika pridobitev. Izvršuje se identifikacija ciljev (IFF), ter spremljane po smeri, daljini in višini.

Radarji omogočajo prenos slike situacije v zračnem prostoru uporabniku, nadrejenemu oziroma v operativne centre. Pri samem radarju pa je EM sevanje in upoštevanje EM bojevanja še pomembnejše. Več o radarju je opisano v naslednjih poglavjih.

Z uporabo enega radarja je narejeno veliko, še zdaleč pa ne vse oziroma dovolj.

Optimalno zagotavljanje pravočasnega odkrivanja in najavo ciljev za vod LPRS bi predstavljala uporaba dveh radarjev kratkega dosega in ene vizualne opazovalnice, vendar je zelo veliko odvisno od konfiguracije terena.

Slika 6: Primer uporabe radarja kratkega dosega EL/M 2106 NG



Vir: IAI presentation

4. TAKTIKA DELOVANJA ENOT ZO

4.1. OSNOVNE LASTNOSTI SISTEMA ZO

- uporaba v vseh časovnih in vremenskih razmerah
- zmožnost preživetja
- bojevanje v pogojih elektronskega bojevanja
- usposobljenost in izurjenost
- zanesljivost zvez

Uporaba v vseh časovnih in vremenskih razmerah pomeni zmožnost delovanja opreme, oborožitve in enot v vseh letnih časih, podnevi in ponoči ter v vseh pogojih vidljivosti, čeprav uporaba oborožitve brez prikazovalnika pri strelcu (slike) ponoči ni možna.

Zmožnost preživetja je sposobnost in lastnost enot ZO, da lahko izvajajo bojne naloge ZO tudi v pogojih nasprotnikovega bojnega delovanja na enote ZO, kar je mogoče doseči s primerno opremo in oborožitvijo, usposobljenostjo, izurjenostjo, mirnodobnim načrtovanjem in pripravami ter logistično podporo.

Bojevanje v pogojih elektronskega bojevanja dosežemo z odpornostjo elektronskih sredstev ZO ter taktičnimi in tehničnimi postopki ter ukrepi.

Usposobljenost in izurjenost v večini bojevanja v pogojih, ki čim bolj ponazarjajo zamišljeno oziroma predvideno bojno delovanje enot ZO

Zanesljivost zvez, ki s kombinacijo različnih sredstev in načinov za prenos podatkov zagotavljajo zanesljiv prenos informacij, posebno v pogojih elektronskega bojevanja. Za prenos informacij v kontroli ZO se zagotavljajo posebne (dodatne) povezave. Prav tako je treba zagotoviti različne zveze, glede na konkretno nalogo in potrebe (brežžične, žične, kurirske, signalne, prenos informacij z osebnim pogovorom). Nujno je, da so sistemi prenosa podatkov v ZO v čim večji meri povezljivi z ostalimi sistemi zvez (civilni ...).

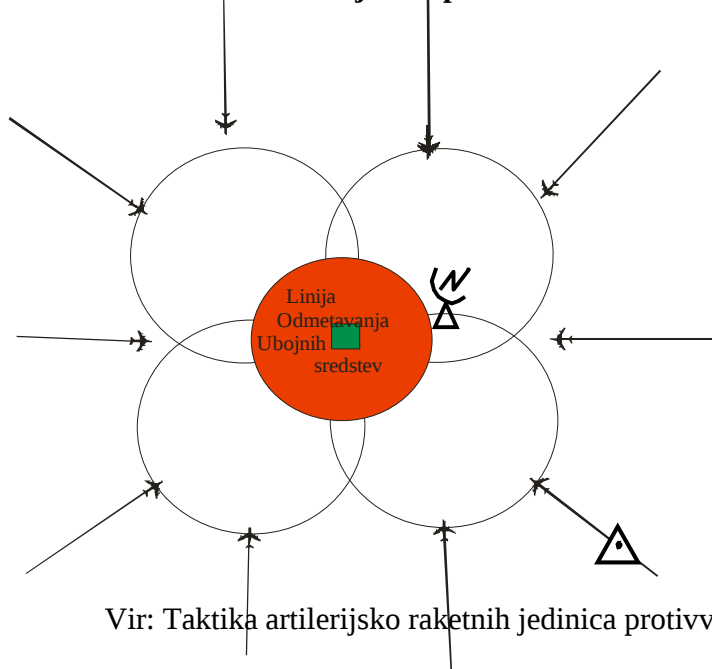
4.2. NAČINI UPORABE ENOT ZO

Baterija (vod) se uporablja za neposredno obrambo enot in objektov predvsem od napadov letal in helikopterjev. Baterija lahko brani enoto velikosti brigade, teritorij ali objekt. Vod lahko brani enoto velikosti bataljona, določeno smer doleta do objekta ali manjši objekt. Uporaba baterije (voda) je odvisna od: naloge, števila ognjenih enot, velikosti, oblike in odpornosti objekta obrambe, števila, vrste in lastnosti napadnih sredstev iz zračnega prostora in načina njihovega napada na objekt obrambe; taktično tehničnih in bojnih zmožnosti raketnega sistema, maneverskih sposobnosti baterije, zemljiščnih pogojev v rajonu objekta obrambe in meteoroloških pogojev.

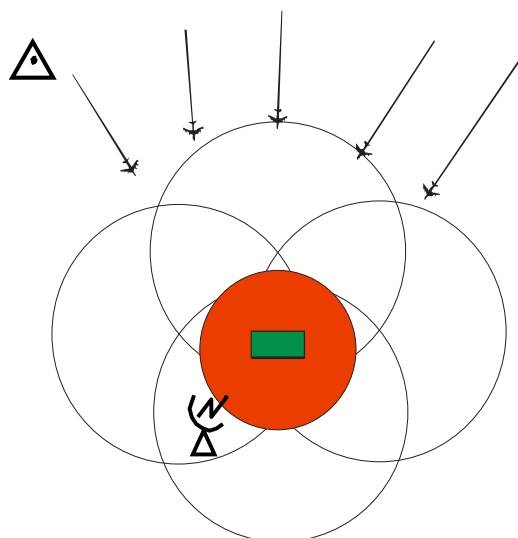
Bojni razpored enot in sredstev raketnih enot okoli objekta, ki ga branimo je lahko **krožni, linijski in kombinirani**, kar je odvisno od zadane naloge in cilja, ki ga želimo doseči. Vse skupaj je odvisno od razpoložljivih enot, ki jih imamo na voljo, od karakteristik in načina sovražnikovega bojnega delovanja iz zraka, ter karakteristik objektov katere branimo in karakteristik zemljišča, ki pogojujejo položaje radarja in vizualnih opazovalnic.

O krožnem bojnem razporedu govorimo takrat ko so naše raketne enote razvrščene krožno okoli objekta obrambe in zagotavljajo neprestano delovanje proti sovražnikovim zračnim silam v vse smeri. Na kakšen način razporediti enote ZO krožno okoli objekta je odvisno od velikosti objekta, razpoložljivih enot, borbenih možnosti sistema orožja, ocenjenih zmožnosti sovražnika od kje iz katere smeri bo napadal, reliefa zemljišča. Če so prostorske možnosti raketnih enot ZO takšne da se lahko organizira krožna obramba, še vedno ne pomeni, da se mora organizirati saj je vedno potrebno pri razporejanju enot upoštevati težišče. Kar pomeni da moramo zagotoviti takšen sistem ognja, ki bo enak oz. večji gostoti naleta sovražnikovih sil; zagotoviti moramo medsebojno podporo sosednjih enot; optimizirati vse faktorje, ki vplivajo na sistem ognja.

Slika 7: Krožni bojni razpored



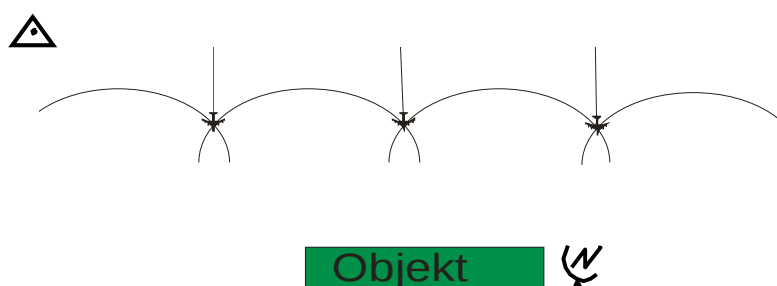
Slika 8: Krožni bojni razpored s težiščem na zaščiti objekta na določeni smeri



Vir: Taktika artilerijsko raketnih jedinica protivvazdušne odbrane

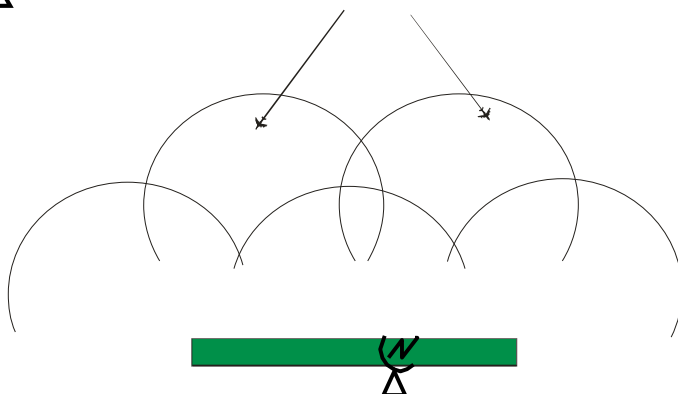
Linijski bojni razpored je razpored enot ZO ko so razporejene v eno ali več linij. Linijski bojni razpored se uporablja v primerih obrambe smeri določene širine ali objekta v sektorju ZO, ko prostorske možnosti oborožitve enot ZO premajhne, da bi lahko organizirali krožno obrambo, ko objekt branijo tudi druge sile ZO (letalstvo), če relief okoli objekta obrambe ne dopušča krožnega bojnega razporeda enot ZO, če sovražnik nima možnosti, da napada iz vseh smeri. Oddaljenost raketnih enot ZO od objekta katerega branimo je odvisna od bojnih zmožnosti sistema orožja. Če organiziramo ZO v dve liniji moramo zagotoviti takšno oddaljenost med enotami da zagotovimo centralizirano poveljevanje.

Slika 9: Linijski bojni razpored v eni liniji



Vir: Taktika artilerijsko raketnih jedinica protivvazdušne odbrane

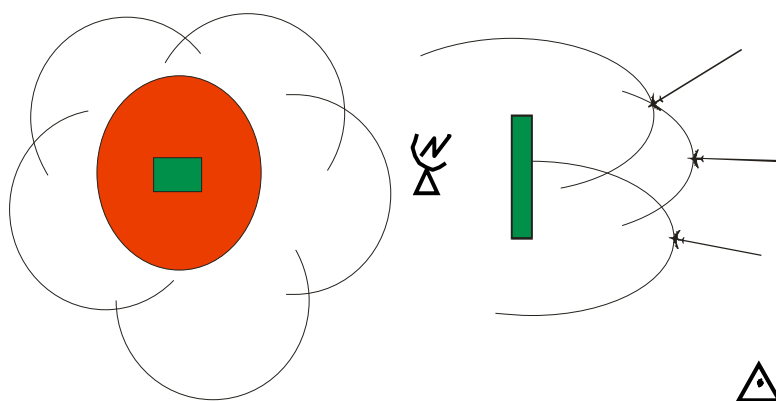
Slika 10: Linijski bojni razpored v dveh linijah



Vir: Taktika artilerijsko raketnih jedinica protivvazdušne odbrane

Kombinirani bojni razpored predstavlja kombinacijo krožnega in linijskega bojnega razporeda. Osnova kombiniranega bojnega razporeda je krožni bojni razpored, z linijskim pa izražamo težišče.

Slika 11: Kombinirani bojni razpored



Vir: Taktika artilerijsko raketnih jedinica protivvazdušne odbrane

Ostali načini uporabe enot ZO

Baterija lahko organizira obrambo enega objekta iz več smeri, vod pa samo iz ene smeri doleta in napada letalstva. V skladu s tem lahko baterija (vod) zasede ognjeni položaje na načine:

- z medsebojno podporo
- s prekrivanjem con
- z enakomerno razporeditvijo
- obrambo z izraženim težiščem
- z zgodnjim delovanjem
- obrambo po globini

Medsebojna podpora (mutual support)

Ognjena enota je razporejena tako, da zagotavlja ogenj iz enega orožja v mrtvih conah sosednjega orožja. Lahko se uporabi za pokrivanje tistih ognjenih enot katerih orožja so v okvari ali so v nižji stopnji pripravljenosti. Načeloma so ognjene enote med seboj oddaljene največ do dveh tretjin največjega dosega orožij, tako je maksimalna cona prekrivanja za sistem IGLA 2000 m.

Orožja so razporejena tako, da se cone uničenja prekrivajo. V mnogih primerih zaradi zemljiščnih omejitev in velikosti objekta obrambe ne bo z razporeditvijo orožij možno doseči medsebojno podporo. V tem primeru lahko poveljnik enote razporedi enote tako, da se cone uničenja orožij prekrivajo s tem pa odpravi možnost, da nasprotnikovo letalo doseže objekt obrambe ne da bi po njem delovali z vsaj enim orožjem. Pomeni, da se cone delovanja prekrivajo načeloma za tretjino največjega učinkovitega dosega orožij. Potrebno je upoštevati tako horizontalno kot vertikalno prekrivanje.

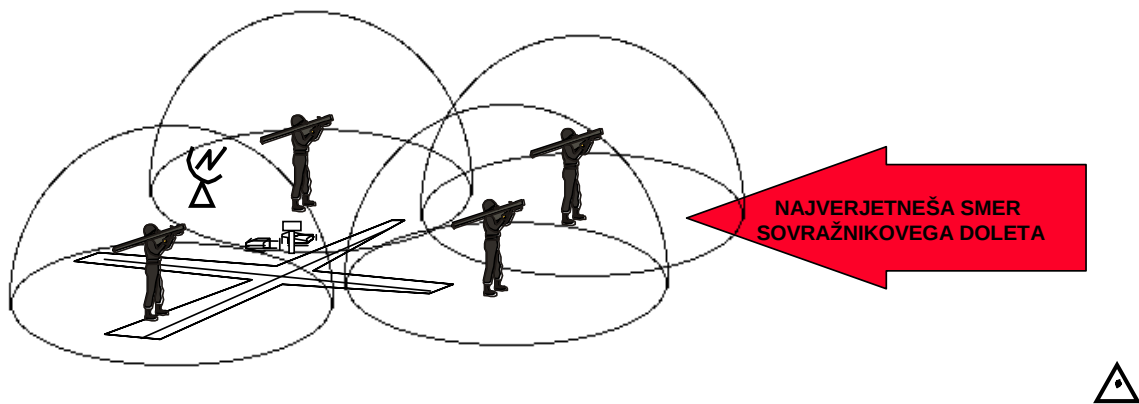
Enakomerna razporeditev (balanced fires)

Ognjene enote so razporejene tako, da zagotavljajo enakomerno obrambo objekta iz vseh smeri. Posebno pomembni objekti bodo najverjetnejši cilj napada nasprotnikovih letal katerega bo on napadal iz več smeri. Uporablja se predvsem v primerih, ko lastnosti zemljišča ne kanalizirajo smeri doletov do branjenega objekta ali ko ni možno predvideti možne smeri doleta.

Obramba z izraženim težiščem

Ognjene enote so razporejene tako, da je njihova ognjena moč usmerjena proti najverjetnejšim smerem doleta nasprotnikovega letalstva. Tako razporeditev enot uporabimo, ko je nasprotnikova smer doleta znana, ker mu to narekuje teren in ko nimamo dovolj sil za enakomerno razporeditev enot. Koncentracija ognja je največja na najverjetnejši smeri sovražnikovega naleta.

Slika 12: Obramba z izraženim težiščem



Vir: Taktika artilerijsko raketnih jedinica protivvazdušne odbrane

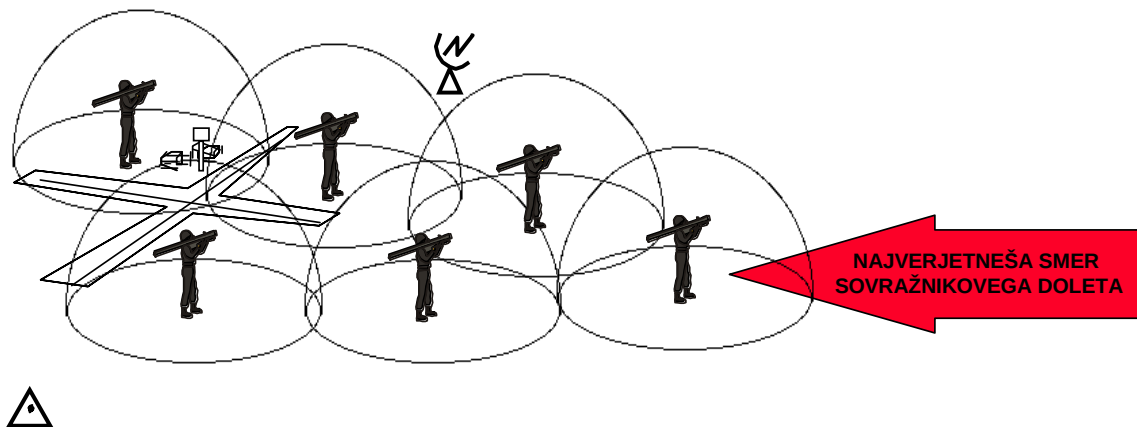
Zgodnje delovanje (early engagement)

Ognjene enote so razporejene tako, da lahko delujejo po letalu pred njegovo linijo odmetavanja. To pomeni, da morajo enote biti razporejene dovolj daleč od objekta obrambe na smeri doleta nasprotnikovih letal. Pomeni takšno razmestitev sredstev za opazovanje (radar, VOP) in orožij ZO, da se na cilje v ZP ognjeno deluje še pred pričetkom namerjanja ali pred njihovim ognjenim delovanjem na objekt ZO.

Obramba po globini (defence in depth)

Obramba po globini se doseže s takšno razporeditvijo orožij, da nasprotnikova letala s približevanjem objektu napada naletijo na vse gostejši ogenj. Obramba po globini je najučinkovitejša, če so vsi oborožitveni sistemi razporejeni za obrambo nekega objekta med seboj povezani v celovit sistem. Pomeni razmeščanje sredstev za odkrivanje in orožij tako, da se ognjena moč orožij ZO v največji meri izkoristi, ko se napadalci iz ZP šele približujejo objektu ZO. S tem zmanjšujemo verjetnost, da bi sredstvo ogrožanja iz ZP doseglo objekt ZO.

Slika 13: Obramba po globini



Vir: Taktika artilerijsko raketnih jedinica protivvazdušne odbrane

4.3. VPLIV LAHKIH PRENOSNIH RAKETNIH SISTEMOV NA TAKTIKO BOJEVANJA

Za zmago nad nasprotnikom je dobra zaščita enot pred napadi iz zraka eden od pogojev sodobnega bojevanja. To so ocene strokovnjakov, ki zračno obrambo smatrajo enim od pomembnejših dejavnikov bojevanja tako v napadu kot v obrambi. Takšne ocene so potrdila bojna delovanja v Vietnamu in na bližnjem vzhodu. Raziskave dejstev bojevanja so pokazale, da slaba zaščita enot pred napadi iz zraka prinaša velike izgube v živi sili in še posebno med oklepniimi sredstvi. Ni pa zanemarljiv tudi velik moralen učinek, pozitiven na naše enote in strah vzbujajoč za nasprotnika, predvsem za pilote.

Iz tega sledi, da je potrebno sistem zračne obrambe locirati čim bližje prednjemu kraju borbenih dejstev. Tako je predvidena najgostejša in neprekinjena obramba pred napadi iz zračnega prostora vseh glavnih sil, rezerve, poveljniških mest, oklepno mehaniziranih enot, položajev artilerije, pomembnejših vojnih objektov, oskrbovalnih postaj in poti.

V nalogah enotam protizračne obrambe je potrebno pokazati mesta naših enot ter približno število in tip letočih objektov, ki jih lahko uporabi nasprotnik pri napadu iz zraka. Potrebno je podati tudi verjetno višino in hitrost leta ciljev v zračnem prostoru, možne načine napada in bojna sredstva, ki jih uporabljajo nasprotnikova letala in helikopterji.

Osnovni principi in načini vodenja protizračne obrambe teritorije in enot so nastali že v času druge svetovne vojne. Masivnost uporabe sredstev za napad iz zraka pomeni, da lahko nasprotnik v velikem številu zbere svoja sredstva in jih pripravi za udare na najvažnejše rajone ali objekte. Zaradi tega morajo biti enote protizračne obrambe neprestano v bojni pripravljenosti, ter tako ščititi rajone, enote in objekte. Pri tem se predvideva angažiranje različnih sredstev protizračne obrambe za obrambo pred napadi iz zraka, saj bo delovanje na nasprotnika možno le krajši čas, zaradi velikih hitrosti letal. Sredstva za obrambo zračnega prostora se bojo nahajala v conah delovanja zelo kratek čas, še posebej pri napadih iz zraka z majhnih višin. Čas bo pri borbenih dejstvih igral še posebno močno vlogo. Zaradi tega je priporočilo, da se predhodne operacije, katerim sledi izstrelitev rakete izvedejo v čim krajšem možnem času. To pa pomeni veliko avtomatizacijo orožij za protizračno obrambo.

4.4. TAKTIKA DELOVANJA LPRS IGLA

Strelci protiletalci, oboroženi z lahкими prenosnimi raketnimi sistemi, se formirajo v raketne oddelke, ki so lahko samostojni ali pa v sestavi enot zračne obrambe.

Raketni oddelek je taktična ognjena enota, usposobljena za samostojno delovanje.

Cona, v kateri je mogoče uničiti cilj je omejena s sprednjo, zgornjo, bližnjo in daljno mejo, ki se spreminja glede na karakteristike cilja. Tako ima vsak cilj svojo cono uničenja. V coni uničenja je verjetnost zadetka cilja z eno raketo 0,95, verjetnost uničenja cilja pa od 0,38 do 0,58. (za sistem Igla)

Za izpolnjevanje bojnih nalog se raketni oddelek na zemljišču razmešča na ognjeni položaj. Pri planiranju bojnih udeleştvovanj zračne obrambe moramo upoštevati naslednja dejstva:

- za zaščito objektov ali enot je potrebno pravilno določiti položaje raketnih enot,
- posebej planirati obrambo premičnih in posebej statičnih objektov ali enot,
- pri določitvi položaja je potrebno upoštevati sposobnosti raketnega sistema,
- upoštevati konfiguracijo zemljišča za radarski položaj in vizualno opazovalnico
- določiti najustreznejše poti premika na položaj in z njega na naslednji položaj,
- obramba se mora organizirati po principu krožne obrambe,
- aktivni sodelovati z ostalimi enotami.

Enote zračne obrambe oborožene z lahкими prenosnimi raketnimi sistemi se izjemoma lahko uporabijo tudi za uničevanje ciljev na zemlji.

5. RAKETNI SISTEMI ZELO KRATKEGA DOSEGA

Izkušnje iz lokalnih vojn v šestdesetih in sedemdesetih so dale vedeti, da bo letalstvo v bodoče bojno delovalo na cilje na zemlji z malih višin od 150 m do 600 m in z zelo malih višin od 25 do 150 m, kamor so jih prisilili učinkoviti (raketni sistemi zračne obrambe) RS ZO srednjega in dolgega dosega ter lovsko letalstvo.

Kot odgovor na to so izdelovalci vojaške opreme pričeli z razvojem RS, ki bodo uspešni v boju z nizko letečimi letali in helikopterji. Manjkal je torej raketni sistem s tehnološkimi rešitvami, ki omogočajo enostavno uporabo, učinkovito delovanje na nizko leteče cilje, kratek reakcijski čas, visoko mobilnost in čim manjše število ljudi v posadki ognjene enote. Tako je nastal LPRS, ki se lansira z ramena enega strelca in se samonavodi na cilj po principu »lansiraj in pozabi« s pasivnim infrardečim samovodenjem. Lansirna cev, v kateri se hrani in prenaša raketa, je hkrati tudi izstrelitvena cev, ki se po uporabi zavrže, lansirni mehanizem in ostale naprave so za večkratno uporabo.

Pomanjkljivosti sistemov s pasivnim IR samovodenjem so bile, občutljivost na sevanje ozadja - FON in aktivno toplotno motenje ter streljanje na reaktivna letala samo v odhodu, kar pomeni že po izvršeni bojni nalogi letala. LPRS so se masovno uvajali v oborožitev z namenom neposredne obrambe enot in pomembnih objektov pred nizko letečimi cilji, za kar so formirani raketni oddelki.

Z razvojem letalske tehnike in novimi načini delovanja na bojnem polju so se temu primerno razvijali tudi raketni sistemi zelo kratkega dosega. Izboljšala se je konstrukcija rakete, posodobil raketni motor, povečale so se razdalje in višine uničenja, učinkovitost raket se je povečala z uporabo bližinskega vžigalnika in programiranega vžiga bojne glave, izboljšala se je zaščita pred aktivnimi in pasivnimi motnjami z novim sistemom dvokanalnega pasivnega vodenja, ki predstavlja kombinacijo infrardečega ter ultravijoličnega vodenja rakete.

5.1. RAKETNI SISTEMI ZELO KRATKEGA DOSEGA DANES

S povezovanjem vseh sistemov ZO v avtomatizirani sistem, vgradnjo nočnih namerilnih naprav (termovizij), ki omogočajo uporabo LPRS tudi v nočnih pogojih in napravami za določanje pripadnosti; identifikacija plovila prijateljski, tuj (IFF), se je povečala bojna uporabnost LPRS. Začel se je razvoj različnih mobilnih platform (lansirnih naprav). Nastali so prevozni in samovozni RS z ali brez radarja z lansirnimi napravami na katerih je lahko hkrati postavljenih več raket. Osnovna značilnost teh sistemov je avtonomnost, dva člana posadke, enostavnost uporabe, kratek cikel streljanja, možnost uporabe v vseh vremenskih pogojih (odvisno od tipa rakete) podnevi in ponoči, povezanost z integrirano avtomatskim komandno kontrolnim sistemom, pri nekaterih tudi streljanje v premiku ali z kratkega postanka, kar jim omogoča tudi učinkovito uporabo pri ZO oklepno mehaniziranih in ostalih premičnih enot.

RS ZO zelo kratkega dosega se danes uporabljajo v več različnih variantah kot prenosni sistem z lansirnim mehanizmom, nameščen na trinožec, nameščen na platformo, lahko je nameščen na terenska vozila in tovorna vozila, oklepna vozila, na ladje in helikopterje.

5.2. LPRS IGLA V UPORABI V SV

Lahki prenosni raketni sistem zračne obrambe (LPRS ZO) Igla je namenjen za uničevanje vizualno odkritih nizko letečih reaktivnih, turbopropelerskih in propelerskih letal, helikopterjev in brezpilotnih letal, ki oddajajo toplotno energijo v prihodu in odhodu, in sicer ob naravnih in meteoroloških motnjah. LPRS Igla v zračnem prostoru omogoča tudi uničenje cilja, ki odmetava toplotne vabe v prihodu in odhodu. Z LPRS Igla in Igla-1 ne streljamo na svetleče letalske bombe.

LPRS Igla je enostaven za bojno uporabo, ker je prenosen ter ga je mogoče uporabiti v vseh oblikah bojnega delovanja, ko je raba drugih orožij zračne obrambe omejena ali nemogoča (težko prehodno močvirno zemljišče, gozd in gorski svet). V boju z njim ravna in ga nosi strelec. LPRS Igla omogoča lansiranje rakete iz zaklonilnika, z ladje, močvirja, s streh zgradb in z motornega vozila (terenskega vozila ali oklepnega transporterja), in sicer z mesta, iz kratkega postanka ali iz premika. Streljanje iz premika je mogoče, če se vozilo premika po ravni površini s hitrostjo do 20 km/h.

Konstrukcija LPRS Igla, ki je v bojnem položaju težak 18 in v pohodnem 20 kg, omogoča strelcu lansiranje rakete z rame, iz stoječega ali iz klečečega položaja tudi ko ima na sebi sredstva za osebno radiološko-kemično-biološko zaščito.

V sestavo bojnih sredstev spadajo: raketa, lansirna cev, napajalna baterija, lansirni mehanizem.

LPRS Igla deluje na principu pasivnega samovodenja protiletalske rakete na cilj in sicer na podlagi toplotnega sevanja pogonskega motorja zrakoplova (infrardečega sevanja). Raketo lansiramo iz lansirne cevi s pomočjo lansirnega mehanizma in napajalne baterije.

Slika 14: LPRS igla



Vir: J.V. Raketni sistemi zelo kratkega dosega, Štabna šola, Poljče 2001

5.3 NEKATERI PRIMERLJIVI RAKETNI SISTEMI ZELO KRATKEGA DOSEGA DRUGIH DRŽAV

Lahka prenosna raketna sistema REDEYE, katerega razvoj sega že v daljne leto 1959 in FIM92 – STINGER kot izboljšana verzija REDEYE ameriškega proizvajalca katerega verzija A je prišla v uporabo 1977 leta, sta po lastnostih zelo podobna STRELI-2M in IGLA ruskega proizvajalca. Z napredkom in razvojem tehnologije so dosegli pri sistemu STINGER tudi izredno učinkovitost bližinskega proženja z radijem delovanja okrog 4 m. Za STINGER proizvajajo tudi dodatke, kot termovizija in nočnogledi različnih tipov.

Slika 15: FIM 92 stinger



Vir: J.V. Raketni sistemi zelo kratkega dosega, Štabna šola, Poljče 2001

Lahki prenosni raketni sistem MISTRAL so začeli v Franciji razvijati leta 1980, v uporabo pa je prišel leta 1988. Sistem ima trinožni podstavek in najmanj dvočlansko posadko. Sistem ni občutljiv na IR vabe. Predvideno ima tudi dodatno opremo: modem za vključevanje posameznega orožja v sistem, termovizijsko namerilno napravo za nočno uporabo. Sistem je možno montirati na oklepna vozila, oklepnike, helikopterje in ladje. Zaradi sorazmerno velike mase se prenaša na krajših razdaljah, za prevoz na večjih razdaljah pa je namenjeno vozilo s katerega lahko odpira ogenj.

6. PREDSTAVITEV RADARJA EL/M - 2106 HEE, NG

6.1. NAMEN RADARJA

Radar EL/M - 2106 HEE je moderen radarski system kratkega dosega, med drugim uporaben za pokrivanje radarskih senc radarjev srednjega in dolgega dosega. Predviden je kot prvoten senzor za gibajoče sisteme zračne obrambne. Poleg tega je lahko vedno v pripravljenosti in oskrbuje obrambne sisteme ZO (zračne obrambe) z natančnimi podatki o vrstah ciljev in azimutih.

Namenjen je za odkrivanje nizkoletečih letal, helikopterjev in lebdečih helikopterjev. Radar zagotavlja ne le razlikovanje med letali in helikopterji, ampak zmore tudi klasifikacijo helikopterjev in njihovih različnih tipov. Te značilnosti so bile dosežene med ohranjanjem kratkega odzivnega časa in visoke hitrosti obdelave podatkov. Druge prednosti so obratovalne frekvence, ki omogočajo visoko zanesljivost radijskega oddajanja, tudi v oteženih vremenskih pogojih. Vključuje moderne prednosti digitalnega signala in procesiranja podatkov. Uporaba robatega PC-ja (Data Display), tehniku radarske enote omogoča preprost priklop radarja in predstavlja naravnost enostavno delo z njim.

Radar lahko služi kot sredstvo za zgodnje odkrivanje in opozarjanje, lahko pa z njegovo pomočjo tudi usmerjamo različna orožja za zračno obrambo (raketni sistemi kratkega dosega). Najpogosteje ga uporabljamo kot "dopolnilo" radarjem srednjega in dolgega dosega za pokrivanje t.i. "lukenj" pri nadzoru zračnega prostora, ki so posledica zakrivanja radarske slike zaradi ovir v naravi oziroma konfiguracije zemljišča, glede na radarski položaj (računalniška simulacija takšnega pokrivanja je podana v prilogah) in na vseh tistih sektorjih opazovanja zračnega prostora, kjer ni drugega radarskega pokrivanja.

Radar zelo dobro prepozna - ločuje tudi počasne cilje v območju močnih stalnih odsevov. Radarski sistem se prilagaja na okoliški "klater" po vsaki spremembi nastavitve, v času naslednjih treh obratov antene (po "ELTA", str.3).

Karakteristike sistema, ki nakazujejo na kvaliteto radarja:

- deluje v vseh smereh, krožno 360°;
- majhna masa, kompaktnost in neobčutljivost za hitro premeščanje;
- maksimalni doseg, kjer lahko še zazna željeni cilj;
- natančnost meritve in azimuta cilja;
- oblikovan je za delovanje v vseh vremenskih, zemljiščnih in časovnih pogojih;
- odlikuje ga nizka stopnja sprejetih lažnih alarmov;
- prenos informacije o ciljeh s pomočjo daljinskega nadzora;
- sposobnost razpoznavanja tipa cilja;
- sposobnost zaznavanja ciljev pri stalnih odbojnih motnjah "Clutter";
- visoka stopnja zanesljivosti delovanja sistema (po "ELTA", str.3).

6.2. PREPOZNAVANJE CILJEV V ZRAČNEM PROSTORU

Glede na odboj signala od cilja, ločimo dve vrsti ciljev:

Letalski cilji

Zaradi Dopplerjevega efekta (odboj radijskega signala od premikajočega se objekta), se odbiti signal fazno zakasni. Njegova oblika se praktično ohrani. Če računamo da nam material letala pri trku s signalom ni vnesel spremembe frekvence, velja premosorazmernost med radialno hitrostjo signala in fazno zakasnitvijo.

S pomočjo radialne hitrosti izločimo statične cilje (clutter). Objekt, ki ima lastno razdaljo, azimut in radialno hitrost, je zelo verjetno letalo.

Procesiranje takega podatka je enostavno. Zato lahko kvalitetno delamo pri številu obratov antene na minuto (RPM = 15).

Na ta način imamo hitrejšo osveževanje podatkov.

Helikopterski cilji

Helikopterje lahko zaznavamo, kot zaznavamo letala. Vendar je statični cilj lahko tudi lebdeči helikopter. Zato imamo tudi povsem drugačen način zaznavanja. Oblika signala se tu ne ohranja, ker se spreminja RCS elise. Važen je frekvenčni spekter, pri spreminjanju RCS-a elise. Tudi obdelava podatkov in nastavitve so drugačne. Priporočeno je delo pri RPM = 6, ker nam omogoča zajemanje večih podatkov za analizo. Več podatkov dobimo tudi zato, ker uporabimo kvadraturni komponenti I in Q. To poveča "Pd" in zmanjša "Pla".

Pri identifikaciji helikopterja, sistem sam preklopi na RPM = 2. V tem režimu dela kakšno sekundo in število zadetkov elis helikopterja je maksimalno. Slabost tega pa se kaže v nastopu trenutne neusklajenosti pri orientaciji antene. V ostalih dveh režimih pa tega ni.

Helikopterje razvrščamo po frekvenci spreminjanja RCS-a in parnosti elis (po Rakuša Ladislav in Kaluža Matej, Opomnik za operaterja na EL/M - 2106 HEE).

Detekcija helikopterjev in ocena ostrih kotov s tem radarjem lahko poteka, ker radar uporablja "efekt odseva" radijskih valov od elise, za detekcijo odboja od helikopterja.

Bistvenega pomena je, da se helikopter v trenutku detekcije nahaja nad radarskim horizontom.

Samo v tem primeru se bo detekcija "plotov" dogajala pod naslednjimi predpostavkami:

- radarski valovi potujejo preko helikopterja-ga prečkajo;
- najmanj ena elisa rotorja mora biti zajeta, kar se dogodi v času prečkanja valov tarče;
- sprejeti signal vrača presežek praga detekcije.

6.3. ZAKRIVANJE ODDAJNIH SEKTORJEV

Vsaka naravna ovira povzroča operativno:

- zmanjšanje dosega nadzora;
- nevidne sektorje;
- povečanje "Pla".

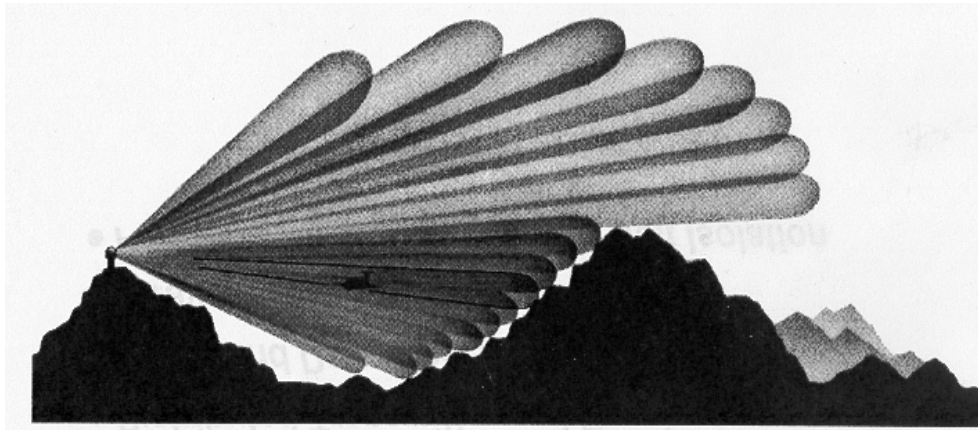
Takšne ovire je možno zakrivati samostojno, s tem da se izklopi "TX" v njeni smeri ("Blank TX"). Sistem dopušča tri take sektorje naenkrat. Lahko se izločajo tudi motilni signali in sevanje drugega radarja. Z manjšim kotom sevanja antene radarja, je otežena "elektronska" opaznost s strani nasprotnika. Zakrivanje za 360° ni dovoljeno. Očitna slabost pa je, da ni zaznavanja ciljev pod zakritim kotom (stožec nevidljivosti, mrtvi stožec). To je potrebno upoštevati pri postavitvi radarja, zaradi zagotovitve čim boljšega izkoristka radarja za potrebe uporabnika.

6.4. RADARSKO POLJE

Parametri, ki sestavljajo radarsko polje so:

- a) ukrivljenost zemlje
- b) povijanje radarskega signala
- c) naravne ovire – radarske sence
- d) slepi stožec
- e) odboji od objektov v bližini radarja

Slika 16: Radarske sence – naravne ovire



Vir: 16.BNZP

6.5. GLAVNI ELEMENTI, KI VPLIVAJO NA IZBOR RADARSKEGA POLOŽAJA

- OSNOVNE LASTNOSTI RADARJEV
- SESTAVA TAL (kamenine, zemlja, trdo, mehko, idr.)
- VEGETACIJA (listnat, iglast, mešan, gostota, prehodnost, idr.)
- HIDROGRAFIJA (potoki, hudourniki, jezera, reke, idr.)
- MOŽNOST ZAVAROVANJA (fizično, tehnično, kombinirano)

6.6. PRIKAZ PODATKOV IN IDENTOV O CILJU

Na prikazovalniku se lahko poleg vizuelnega opazovanja, prikažejo tudi številčni podatki o cilju. Uporabita se lahko možnosti: A - za letalo ali H - za helikopter, ter nadalje še njegova številka, se v spodnjem okencu izpišeta atributa azimuta in razdalje. V primeru, da gre za helikopter in je poznan tip helikopterja, se izpiše v okencu za poizvedovanje (ang. Interogate). V primeru, da ga ni v podatkovni bazi, se izpiše "Unknown" (neznani). V primeru, da še po algoritmu ni zadostne gotovosti o tipu helikopterja, se na displeju izpiše "NO ID" (identifikacija ni mogoča).

Na voljo imamo tri možnosti poizvedovanja in sicer:

- Auto: izpiše ID poljubnega cilja, če ga lahko zazna;
- Manual: izpiše ID izbranega cilja;
- On The Fly (sprotno): ob vsakem obratu antene se osveži identifikacija izbranih ciljev.

6.7. VGRAJENI TESTI

Test 1 - (test prenosne poti in prikazovanja);

Aktiviramo ga z enkratnim pritiskom na gumb "Self test". Test je občutljiv na spreminjanje "STC" selektorja. Generirani cilji so rahlo nad "MDS".

Test 2 - (test procesiranja in prikazovanja);

Aktiviramo ga z dvakratnim pritiskom na gumb "Self test". Test je občutljiv na spreminjanje "STC" selektorja.

Testi z opozorilom

- "Fault RX": Napaka na sprejemniku - izklopiti je potrebno TX in izvesti test-1 na kraju, kjer ni motenj (ang. Jamming);
- "Fault TX": Napaka na oddajniku - preveriti je potrebno nastavitve za oddajo;
- "Fault VSWR": Napaka na prenosni poti signala - izklopiti je potrebno TX in preveriti signalne povezave;
- "Fault Batt": Napetost napajanja je prenizka - preveriti je potrebno, če zadošča specifikacijam. Če napajanje ni stabilno, je potrebno izklopiti radar;

Nadzorni test

Poteka samodejno vsakih pet minut. Viden je ob zagonu, ko se v okencu na prikazovalniku zaporedoma spremenijo številke:

- 63: zagon sistema;
- 00: inicializacija;
- 04: sistem operativen.

6.8. DELOVANJE V PODROČJU MOTENJ

Uporaba "korelatorja" se nanaša predvsem na opazovanje stalnih (stabilnih) ciljev in uporaba zakrivanja glede na močne vire sevanja. Kot izognitev tem slabostim, lahko uporabimo sledeče:

- dvignemo prag občutljivosti sistema (Selector Sens). Vpliv na sistem je viden šele po nekaj obratih antene. Pri premajhni občutljivosti (selektor je na 9), ne moremo zaznavati šibkih in nestalnih signalov. To so predvsem cilji na veliki oddaljenosti;
- spremenimo frekvenco delovanja: Uporabno predvsem proti motilcem, to so oddajniki na isti frekvenci. V vojaške namene je to uporabno proti elektronskemu motenju;
- dvignemo nivo slabljenja (Selector STC): Učinek je viden pri motnjah blizu radarja. Preveliko slabljenje zmanjšuje sposobnost detekcije;
- Nastavimo minimalno hitrost cilja: Opcija se vnaša s pomočjo "Tacterja". V rubriki "Master Display" vnesemo željeno minimalno hitrost, ki jo mora imeti cilj, da ga lahko obdelujemo. Možnost je med 30 in 300 km/h. Sistemska nastavitev je 180 km/h.

6.9. MINIMALNI RAZMIKI MED RADARJEMA

Frekvence kanalov filtrira:

- filter 1:0. in 1. kanal;
- filter 2:2. in 3. kanal;
- filter 3:4. in 5. kanal;
- filter 4:6. in 7. kanal.

Iz tega sledijo zaključki o minimalnem razmaku med dvema radarjema:

- | | |
|--|------------|
| - dva radarja na istem kanalu: | R = 40 km; |
| - dva radarja, ki ju filtrira isti filter: | R = 20 km; |
| - dva radarja, ki ju filtrirata sosednja filtra: | R = 1 km; |
| - dva radarja, ki ju filtrirata nesosednja filtra: | R = 300m. |

Na teh razmikih se bo še pojavljala oznaka "J" (Jamming), ker se bo glavni snop še pokrival z bočnim. Zato proizvajalec priporoča 15-kratne razdalje od navedenih. S tem preprečimo, da se niti glavna snopa ne bosta prekrivala.

7. PROGRAM NADGRADNJE OBSTOJEČEGA SISTEMA

7.1. SPLOŠNO

Lastnosti radarja EL/M - 2106 HEE, z omenjenimi težavami pri delovanju sistema v visokem L - frekvenčnem območju in tudi drugimi karakteristikami, ki so že zastarele in ne zagotavljajo več najboljših rezultatov pri zaznavanju ciljev, pogojujejo nadgradnjo obstoječega sistema, skladno z naraščajočimi zahtevami uporabnika.

»ELTA Systems LTD« je pripravila novi, nadgrajeni, taktični radar za nadzor zračnega prostora EL/M - 2106 NG, ki predstavlja novo - nadgrajeno verzijo obstoječega sistema.

Nastali radarski sistem je bil razvijan skozi zadnji dve leti. Nova verzija vključuje implementacijo tehnologije predhodnika in adaptacijo naprednih operacijskih zahtev.

7.2. NADGRADNJA SISTEMA

Nadgrajena verzija nastalega radarskega sistema je zasnovana, podobno kot predhodnik, t.j. čim lažji sistem z nizko porabo, enostavnim rokovanjem, možnostjo namestitve na lahka vozila, lažji transport in možnost dostopa do novih razvojnih aplikacij. Sistem zagotavlja alarmiranje in navajanje na cilje, skoraj vseh zračnih obrambnih sistemov (Needle, Mistral, Stinger, Anti-aircrafts guns) in »SHORAD« (Short Range Air Defence).

Frekvenčno območje

Frekvenčno območje je modificirano z višjega »L-banda«, na nižji »L-band«, zaradi zagotavljanja večje kompatibilnosti različnih sistemov na področjih frekvenčnih območij delovanja radarjev in NATO standardih.

Radij detekcije

Doseg odkrivanja ciljev je instrumentalno potrjen na 60 km. Radij zaznavanja (odkrivanja) ciljev, površine cca 2m² je izboljšán oziroma povečan do 40km, pri 15 obr. /min. antene in še dlje pri 6. obr./min. antene.

Meritve relativne višine tarč

Novi radarski sistem EL/M 2106 NG vključje izvršitev elevacije "monopulznega" v "planar array" radarsko anteno in dvojnega sprejemnega kanala sigma in delta. Procesiranje sigma in delta sprejemnih kanalov zagotavlja meritve elevacije tarč na natančnost 2°.

Ocena skeniranja antene

Sistemska temeljna enota (Pedestal) je izboljšana za zagotovitev zmožnosti rotiranja antene do 30 obr./min. (RPM) in več, če je to zahtevano. Poleg tega "pedestal" podpira proizvodni način (Interrogation Mode), za izvrševanje t.i. proizvodnega-vprašalnega načina za helikopterje, podpira pa tudi sledenje posamične tarče (STT mode), kot zasledovalni radar.

IFF združljivost

Novi radarski sistem EL/M - 2106 NG vključuje IFF sistem, ki je popolnoma združljiv z radarskim sistemom. Deli IFF-a vključujejo IFF anteno ter majhne in lahke "interrogator/processor" enote, ki so mehansko nameščene na zadnji del enote radarske antene. IFF sistem zagotavlja 1, 2, 3/A in C vprašalne načine (mode). Možna pa je tudi nadgradnja IFF sistema na NATO mode 4.

Vmesnik med operaterjem in sistemom

Novi radarski sistem EL/M - 2106 NG vključuje nov 15" barvni monitor (CDU), vojaško standardiziran in ima hrapavo površino ekrana. Osnovna naloga, ki jo CDU zagotavlja je popolno daljinsko vodenje sistema (radarja in IFF moda), prikaz radarske slike, pravočasne informacije o statusu sistema, ki bazira na operacijskem sistemu Windows 2000.

Zunanji vmesniki

Skozi zahteve po povezovanju in integraciji radarskega sistema do zunanjih uporabnikov, kot so operacijski centri (Command and Control Centers) oziroma enotam zračne obrambe sistem zagotavlja digitalne povezave preko CDU-ja.

Fleksibilni vmesniki zagotavljajo zmožnosti odposlanih podatkov po protokolu, definiranem s strani uporabnikov radarja.

Zunanji digitalni vmesniki zaslona (CDU) zagotavljajo povezljivost z RS 232, RS 422 in Ethernet komunikacijskimi kanali in omogočajo oddajo radarskih podatkov skozi podatkovne linke (IAI - ELTA Systems Ltd., str. 1- 6).

7.3. ZMOGLJIVOSTI RADARJA PO IZVEDENI NADGRADNJI

Sledeča tabela opisuje modificirane zmogljivosti, ki jih zagotavlja nova, nadgrajena verzija EL/M - 2106 NG, v primerjavi z obstoječim sistemom EL/M - 2106 HEE. Vsi ostali navedeni parametri in specifikacije so enaki kot v obstoječem sistemu.

Tabela 1: Osnovne nadgradnje:

PARAMETRI	ZMOGLJIVOSTI OBSTOJEČEGA SISTEMA EL/M - 2106 HEE	ZMOGLJIVOSTI NADGRAJENEGA SISTEMA EL/M - 2106 NG
Instrumentalni doseg detekcije	20 km	60 km
Detekcija letal - zaznavanje (do 2m ² površine cilja)	20 km	40 km (pri 15. obr./min.) 50 km (pri 6. obr./min.)
Detekcija lebdječih helikopterjev	na razdalji več kot 20 km	na razdalji več kot 30 km
Kapaciteta procesiranja	20 ciljev	60 ciljev
Resolucija po dosegu	1500 m	75 m
Natančnost odčitavanja po azimutu	1,5°	0,7°
Natančnost odčitavanja po dosegu	200 m	30 m
Natančnost odčitavanja po elevaciji	N/A	2°
Odkrivanje ciljev pri maksimalni hitrosti	1,6 mach	brez omejitve
Delovna frekvenca	N/A	zagotovljena
»IFF« Sistem	N/A	popolnoma integriran
Regulacija števila obratov antene	2, 6 in 15 obr./min.	brezstopenjsko, vse do 30 obr./min
Sledenje posamične tarče	N/A	zagotovljena
Pokrivanje po elevaciji	od 0 do 2400 m (od 0 do 8000 ft)	od 0 do 9000 m (od 0 do 30000 ft)
Poraba energije	300 W	500 W

Vir: IAI ELTA Systems Ltd. Group & Subsidiary of ISRAEL AIRCRAFT INDUSTRIES Ltd. Slovenian EL/M - 2106 HEE, Upgrade Program. General Technical Description, 30th june 2003, str.7).

7.4. TEHNIČNE KARAKTERISTIKE PO IZVEDENI NADGRADNJI

Sledeča tabela opisuje glavne spremembe nadgrajenih tehničnih zmogljivosti, ki jih zagotavlja nova, nadgrajena verzija EL/M - 2106 NG, v primerjavi z obstoječim sistemom EL/M - 2106 HEE. Vsi ostali navedeni parametri in specifikacije so enaki kot v obstoječem sistemu.

Tabela 2: Tehnična nadgradnja:

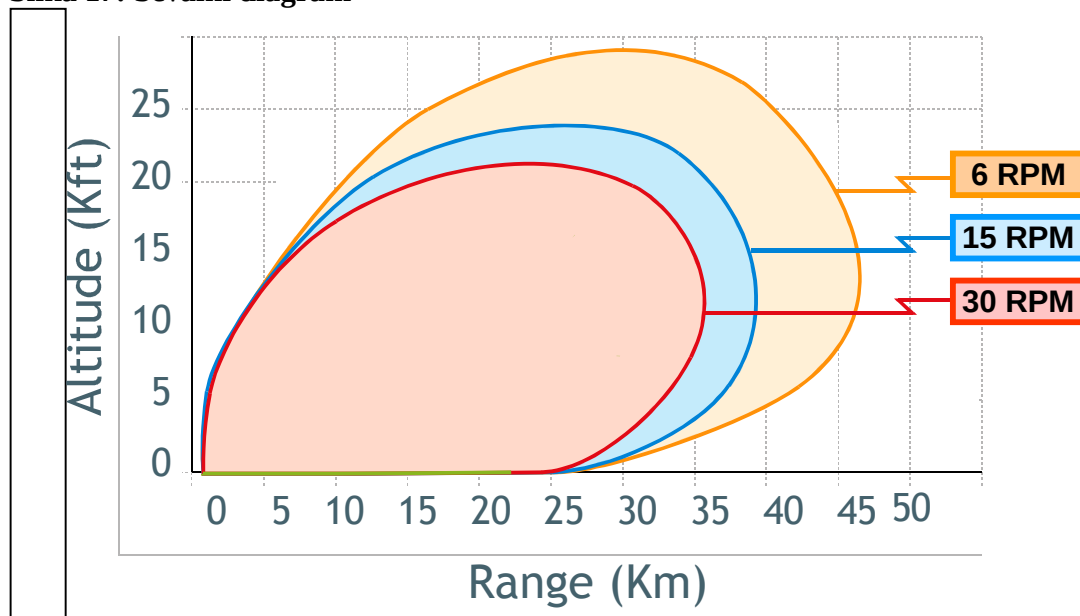
PARAMETRI	TEHNIČNE KARAKTERISTIKE OBSTOJEČEGA SISTEMA EL/M - 2106 HEE	TEHNIČNE KARAKTERISTIKE NADGRAJENEGA SISTEMA EL/M - 2106 NG
Območje delovne frekvence	visoko L - območje (High L - Band)	nizko L - območje (Low L - Band)
Največja moč oddajanja	200 W	400 W
Tehnika kompresiranja pulzov	N/A	digitalna, LFM
Oblika radijskih valov	konstantni PRF	4. raznoliki PRF
Tip sprejemnika	"Homodyne"	"Super Heterodyne"
IF frekvenca sprejemnika	N/A	70 MHz
Dinamični doseg sprejemnika	>55 dB	>60 dB
Osveževanje slike sprejemnika	20 dB	35 dB
Šumna karakteristika	1,5 dB (LNA) 5,5 dB (SYSTEM)	0,7 dB (LNA) 4,2 dB (SYSTEM)
»CDU« Procesor	386	minimalno Pentium III
»CDU« Operacijski sistem	DOS	Windows 2000
»CDU« Ekran	9,5" črno-beli LCD	15" barvni LCD
Snemanje in predvajanje	N/A	zagotovljeno

Vir: IAI ELTA Systems Ltd. Group & Subsidiary of ISRAEL AIRCRAFT INDUSTRIES Ltd. Slovenian EL/M - 2106 HEE, Upgrade Program. General Technical Description, 30th june 2003, str.8).

7.5. SEVALNI DIAGRAM

Eden izmed najpomembnejših podatkov vsakega radarja je njegov sevalni diagram. Iz diagrama je razvidno kaj dejansko radar vidi pri določenem številu obratov antene na minuto (občutljivost zaznavanja), glede na določeno višino in razdaljo.

Slika 17: Sevalni diagram



Vir: IAI presentation

Altitude (Kft) je višina v kilo fitih.

Range (Km) je daljina v kilometrih.

RPM je število obratov antene na minuto. Pri odkrivanju ciljev je vrtenje počasnejše, pri osveževanju podatkov za strelca pa hitrejše.

8. ZAKLJUČEK

Cilj naloge je bil, da se potrdi ali demantira tezo, da se z uporabo RKD značajno poveča bojna moč LRV ZO (LPRS), v primerjavi z bojno vrednostjo enake enote brez radarskega senzorja. Da bi se prišlo do relevantnih zaključkov in potrditve teze, je bilo potrebno najprej predstaviti zmogljivosti LPRS, načel in taktike uporabe LRV ter karakteristike objektov obrambe, za katere LRV s svojo oborožitvijo lahko zagotavlja obrambo pred napadi iz zračnega prostora (ZP). Prikazane so zmogljivosti ali bolje rečeno, omejitve bojne vrednosti LRV brez uporabe RKD. S predstavitvijo taktičnih in tehničnih karakteristik dveh variant radarja EL/M 2106 v uporabi v SV, so prikazane možnosti zgodnjega (bolje rečeno, pravočasnega) odkrivanja ciljev v ZP ter zagotavljanja podatkov za alarmiranje LRV ter, s pomočjo ustrezne komunikacijske informacijske opreme, delitve ciljev med oddelke in usmerjanje posameznih LPRS na te cilje.

Z druge strani so iz širokega spektra ogrožanj iz ZP analizirana le tista sredstva, ki jih je možno uporabiti proti potencialnim objektom ZO, ki jih brani LRV in tistih kategorij zrakoplovov, ki morajo za uspešno uporabo svojih orožij ali senzorske opreme, leteti v delu ZP, ki ga je možno z LPRS tudi braniti. Letala, ki letijo visoko ali v obsegu nadzvočnih hitrosti ter tista, ki lansirajo svoja orožja (npr. vodene rakete in bombe) na višinah in daljinah izven področja uspešnega delovanja LPRS, niso predmet te naloge.

Na podlagi razpoložljivih podatkov, uporabljenih v nalogi, ni možno trditi, da uporaba RKD bistveno vpliva na taktiko uporabe LRV. RKD nedvomno zagotavlja bistveno boljše "pokrivanje" – odkrivanje, identifikacijo in spremljanje ciljev v ZP, kot je to možno doseči z enim ali več vizualnimi opazovalnimi postajami. Da ne omenjamo možnosti uspešne uporabe RKD ponoči ter v pogojih zmanjšane vidljivosti. Še vedno se mora poveljnik voda držati enakih taktičnih načel uporabe voda, kot bi to bilo brez uporabe RKD. Njegova naloga pri razmestitvi enote pa postane bistveno bolj kompleksna, ko mora med oddelke LPRS na primerno mesto bojne razporeditve namestiti tudi radarski oddelek.

Radar s svojim uporabnim dosegom preko 20 km tudi za cilje z manjšo radarsko odbojno površino zagotavlja zadostno rezervo časa za alarmiranje in pravočasno pripravo strelcev LPRS za bojno delovanje. Zadostni doseg radarja omogoča tudi znatno stopnjo prožnosti poveljnika LRV pri izbiri lokacije namestitve radarja. Na podlagi analiziranega lahko trdimo, da pravila kje in kako namestiti RKD, v odnosu na oddelke LPRS, ni. Presoja je prepuščena poveljniku voda in zahaja v veliki meri v tisti del poveljnikove presoje, ki jo posameznik pridobi skozi izkušnje, analize in usposabljanja, simulacije, vaj in poznavanja svoje enote. Gre za pravilno presojo, za individualno odločitev, za strokovno vojaško veščino.

Ne glede na navedene individualne sposobnosti pa mora poveljnik LRV pri presoji najprimernejšega položaja za RKD vedno upoštevati karakteristike branjenega objekta/enote ter možne smeri in taktiko delovanja nasprotnika. V obzir je potrebno vzeti vremenske pogoje, glede samega radarja pa še predvsem geografske karakteristike (orografsko razčlenjenost), poraščenost terena in različne objekte, ki bi zmanjševali polje opazovanja radarja, predvsem v sektorjih, ki so pomembni za delovanje LRV. Vsekakor se ne sme zanemariti, da ima radar tudi področja (mrtvi ali slepi stožec), ki jih ne more opazovati, ne glede na svojo postavitev. Kot že rečeno, ni pravila kam postaviti radar, potrebno pa je najti najprimernejši kompromis, ki omogoča čim zgodnejše odkrivanje potencialnih ciljev z ene strani, z druge pa usmerjanje LPRS v najkritičnejših fazah delovanja orožij – pri zajemu cilja in lansiranju raket.

S sposobnostjo pravočasnega odkrivanja in identifikacije ciljev ter usmerjanja posameznih orožij ZO, radar KD bistveno povečuje bojno moč LRV – predvsem sposobnost pravočasnega delovanja in uporabo LPRS ponoči ter v pogojih zmanjšane vidljivosti. Dejstvo pa je, da se z uporabo enega samega radarja v LRV ne rešijo vsi problemi odkrivanja ciljev in podpore delovanja LPRS. Pri zaščiti enot na maršu se pojavi trenutek, ko je potrebno premestiti tudi radar, da bi se sledilo branjeni enoti in raketnim oddelkom LRV. Takrat je potrebno radar izključiti in pripraviti za transport. Do prihoda na novi položaj in pričetka operativnega delovanja ostaja torej čas, ko LRV ne more računati na lastno radarsko zagotovitev delovanja. V takšnih primerih bi vsekakor koristila uporaba še enega senzorja.

Poleg vseh prednosti, ki jih RKD nudi LRV, pa ima radar tudi svoje pomanjkljivosti. Kot vir EM sevanja, ga je z modernimi detekcijskimi sredstvi možno zaznati ter nevtralizirati z motilci ali celo uničiti s protiradarskimi raketami. S svojim sevanjem posredno opozarja nasprotnika na svojo prisotnost, v zvezi z njo pa še na prisotnost enote ZO, v sestavi katere se nahaja. In kjer je enota ZO, je po navadi tudi še enota ali pomemben objekt, ki ga enota ZO brani. Torej, tudi radar ni edina, celovita in popolna rešitev za problem uspešne ZO. V zadnjem času se za opazovanje ZP za potrebe enot ZO kratkega dosega zelo uspešno uporabljajo t.i. elektrooptični senzorji – kamere za normalno ali zmanjšano svetlobo ter termovizija, ki omogočajo "pasivno" opazovanje tako podnevi, kakor tudi ponoči in pri nekoliko slabših meteo pogojih. Ti senzorji niso zamenjava za radar, se pa z njim zelo dobro dopolnjujejo in je razumno razmišljati o takšni kombinaciji senzorjev tudi v SV.

Na koncu je potrebno poudariti še to, da je, v skladu z NATO standardi povezljivosti in interoperabilnosti v ZO, potrebno vsem enotam ZO, ki se uporabljajo individualno, potrebno zagotoviti povezljivost z višjim nivojem poveljevanja in kontrole v ZP. To velja tudi za LRV. Bodisi v domačem okolju ali v mednarodnih operacijah, je nujno, da LRV razpolaga s C2 opremo, ki mu omogoča uspešno uporabo lastnih orožij po nasprotniku in ne po lastnih silah.

LITERATURA

- Lahka prenosna raketna baterija (osnutek). PDRIU, Ljubljana, 2007.
- KRAŠEVEC, J. Opazovanje in javljanje v lahko raketnem vođu zračne obrambe. Štabna šola, Poljče, 2004.
- MALI, S. Predavanje. Zračna obramba in nadzor zračnega prostora. Šola za častnike, Ljubljana 2006.
- PERKO, A. Vizualno opazovanje zračnega prostora, javljanje in obveščanje. Šola za častnike, Ljubljana 2001.
- TERNAR, A. Lahki prenosni raketni sistem ZO (9K38) IGLA. Uprava za logistiko MORS, Ljubljana, 1998.
- TOPOLOVEC, J. KRANJČEV, V. PEKLENK, M. Raketni oddelek lahkega prenosnega raketnega sistema zračne obrambe. Center vojaških šol, Ljubljana, 2003.
- VODOPIVEC, J. Raketni sistemi zelo kratkega dosega. Štabna šola, Poljče, 2001.
- EL/M 2106 HEE Tactical Air Defense Search Radar – Upgrade Project CDR – June 2005. IAI Elta Systems Ltd. Skripta. 2005.
- Godec, Samo. Nadzor zračnega prostora NZP – organizacija – seminarska naloga. RS Ministrstvo za promet in zveze.
- Škodnik, Boris: Delovanje in opis podsklopov radarja EL/M - 2106 HEE, zaključna naloga, ŠČ, 13.gen., Ljubljana, oktober 2004.
- Taktika VOJN, SSNO, Beograd 1982.

SEZNAM SLIK IN TABEL

Slika 1: Radar AN/TPS 70
Slika 2: Radar EL/M 2106 HEE
Slika 3: ASOC
Slika 4: Brezpilotno letalo MAH 01
Slika 5: Brezpilotno letalo Mirach 26
Slika 6: Primer uporabe RKD EL/M 2106 NG
Slika 7: Krožni bojni razpored
Slika 8: Krožni bojni razpored s težiščem na določeni smeri
Slika 9: Linijski bojni razpored v eni liniji
Slika 10: Linijski bojni razpored v dveh linijah
Slika 11: Kombinirani bojni razpored
Slika 12: Obramba z izraženim težiščem
Slika 13: Obramba po globini
Slika 14: LPRS Igla
Slika 15: Fim 92 Stinger
Slika 16: Radarske sence – naravne ovire
Slika 17: Sevalni diagram

Tabela 1: Osnovne nadgradnje

Tabela 2: Tehnične nadgradnje

Shema 1: Struktura groženj iz zračnega prostora

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisani vvod Sašo Polak izjavljam, da je zaključna naloga moje avtorsko delo, izdelano pod nadzorom mentorja Zvonimirja Laha.

V Ljubljani, dne_____.

Podpis: