

**ŠOLA ZA ČASTNIKE  
21. GENERACIJA  
SPECIALIZACIJA LETALSTVO**

**ZAKLJUČNA NALOGA**

**UČINKOVITOST SISTEMA ZA SAMOZAŠČITO NA HELIKOPTERJU  
SV AS-532AL COUGAR**



Kandidat, slušatelj:

des. Peter Paušič

Mentor:

por. Tomaž Mrlak

Cerklje ob Krki, Avgust 2010



REPUBLIKA SLOVENIJA  
**MINISTRSTVO ZA OBRAMBO**

**Slovenska vojska**

Poveljstvo za doktrino, razvoj,  
izobraževanje in usposabljanje

Šola za častnike

---

Številka:

Datum:

## ZAKLJUČNA NALOGA

# UČINKOVITOST SISTEMA ZA SAMOZAŠČITO NA HELIKOPTERJU SV AS-532AL COUGAR

Kandidat, slušatelj: des. Peter Paušič

Mentor: por. Tomaž Mrlak

Cerklje ob Krki, Avgust 2010

## **POVZETEK**

Naloga opisuje umeščeno helikopterskih operacij v okolju elektronskega bojevanja (EB) ter sisteme za elektronsko in fizično obrambo pred napadom. Nadgradnja helikopterjev Slovenske vojske AS-532AL obsega integriran sistem samozaščite ISSYS (Integrated Self-Protection Solution) podjetja RUAG ter ostale komponente za samozaščito helikopterja in posadke. Do sedaj je realizirana samo nadgradnja s sistemom za ISSYS, zato se v nalogi osredotočam pretežno na zaščito helikopterja v sklopu elektronskega bojevanja, ki obsega vse ukrepe za uporabo in zaščito elektromagnetnega spektra. Elektronsko bojevanje delimo na več skupin; elektronski nadzor, elektronski napad in elektronsko obrambo. V nalogi izpostavljam poglobljene zunanje vire ogrožanja helikopterja na sodobnem bojišču glede na različne naloge, ki jih opravlja. Prav tako so v nalogi predstavljene različne emisije (radarske, toplotne, zvočne), ki jih oddaja helikopter in se s tem izpostavlja na bojišču, kar predstavlja šibko točko helikopterja v sodobnem okolju elektronskega bojevanja.

Na učinkovito in uspešno delovanje helikopterja v okolju EB vpliva več faktorjev, ki jih na podlagi izkušenj tujih zračnih sil in podatkov iz literature poskušam ovrednotiti in primerjati s sistemom samozaščite na helikopterju SV ter podati oceno glede učinkovitosti sistema za samozaščito na helikopterju AS-532AL Cougar.

### **KLJUČNE BESEDE:**

Zaščita helikopterja, AS-532AL, Cougar, elektronsko bojevanje, ISSYS, helikopter, bojišče, IR vabe, radarske vabe, izstrelki.

## **SUMMARY**

The paper describes the ranking of helicopter operations in an environment of electronic warfare (EW) as well as systems for electronic and physical defence against an attack. The upgrade of Slovenian army helicopters AS-532AL consists of an integrated system of self-protection ISSYS (Self-Protection Integrated Solution) produced by RUAG company, and other components for self-defence of a helicopter and crew. So far, only ISSYS system upgrade has been realized, therefore the paper is mainly focused on protection of the helicopter in association of electronic warfare, which includes all measures for the use and protection of the electromagnetic spectrum. Electronic warfare is divided into several groups, electronic surveillance, electronic attack and electronic defence. In the paper the main external sources of threat on the modern battlefield helicopter are exposed, according to the different functions the helicopter itself performs. Furthermore, the various emissions (radar, thermal, acoustic), which a helicopter emits and thereby exposes itself on the battlefield, are also presented, due to fact they represent a weak point of the helicopter in modern electronic warfare environment.

To function effectively and successfully in an EW environment, there are many factors which are evaluated through the experience of foreign air forces and data from the literature as well as compared to the self-protection system in the helicopter and evaluated by the effectiveness of the self protection system in the helicopter AS-532AL Cougar.

### **KEY WORDS:**

helicopter protection, AS-532AL, Cougar, electronic warfare, ISSYS, helicopter, battlefield, chaff, flare, projectiles.

# KAZALO

POVZETEK .....	i
SUMMARY .....	ii
1. UVOD .....	1
1.1 NAMEN IN CILJI RAZISKAVE .....	1
1.2 METODE DE LA .....	2
1.3 STRUKTURA ZAKLJUČNE NALOGE.....	2
2. ELEKTRONSKO BOJEVANJE (EB) V LETALSTVU .....	3
2.1 ZGODOVINA.....	3
2.2 SPLOŠNO O ELEKTRONSKEM BOJEVANJU .....	4
2.2.1 Podporni ukrepi EB (ES- Electronic Surveillance) .....	6
2.2.2 Elektronski protiukrepi (EA- Electronic Attack) .....	6
2.2.3 Elektronsko motenje .....	7
2.2.4 Elektronsko zavajanje .....	7
2.2.5 Elektronski zaščitni ukrepi (ED- Electronic Defence).....	7
3. DELOVANJE HELIKOPTERJA V BOJNIH RAZMERAH.....	9
3.1 DOBRE IN SLABE STRANI DELOVANJA HELIKOPTERJEV NA BOJIŠČU.....	9
3.2 NALOGE IN TAKTIČNO DELOVANJE HELIKOPTERJA .....	9
3.3 TAKTIKE IN POSTOPKI ZA ZAŠČITO HELIKOPTERJA.....	12
3.3.1 Letenje po reliefu .....	12
3.3.2 Čas izpostavljenosti .....	12
3.3.3 Nepredvidljivost .....	13
3.3.4 Komunikacija .....	13
3.3.5 Spreminjanje položaja .....	13
3.3.6 Taktika zrak-zrak.....	13
3.3.7 Taktika izogibanja .....	13
4. ZAŠČITA HELIKOPTERJEV NA BOJIŠČU ( HELICOPTER SURVIVABILITY).....	14
4.1 VIRI OGROŽANJA HELIKOPTERJA NA BOJIŠČU.....	14
4.1.1 Primarne grožnje: Statični sistemi.....	15
4.1.2 Primarne grožnje: Prenosni sistemi.....	15
4.2 OPAZNOST IN ZMANJŠANJE OPAZNOSTI HELIKOPTERJA .....	16
4.2.1 Vizualno zaznavanje .....	16
4.2.2 Infrardeče emisije.....	16

4.2.3	Hrup helikopterja.....	17
4.2.4	Radarska zaznavnost .....	17
4.2.6	Zmanjšanje vizualne zaznavnosti.....	17
4.2.7	Zmanjšanje infrardečih emisij: .....	18
4.2.8	Zmanjšanje zvočnih emisij.....	18
4.2.9	Zmanjšanje radarske zaznavnosti.....	18
4.3	OPREMA ZA PREŽIVETJE HELIKOPTERJA NA BOJIŠČU .....	19
5.	ZAŠČITNA OPREMA HELIKOPTERJA- ISSYS NA AS532 AL- COUGAR .....	21
5.1.	NAČIN DELOVANJA POSAMEZNIH SISTEMOV ISSYS IN PROTIUKREPI .....	22
5.1.1	Opozarjanje na radarsko obsevanje (Radar Warning Function) .....	22
5.1.2	Opozarjanje na lasersko obsevanje (Laser Warning Function) .....	23
5.1.3	Opozarjanje na rakete (Missile Warning Function).....	24
5.2	PROTIUKREPI .....	24
5.2.1	Kontrolna enota oz. Electronic Warfare Controller (EWC).....	25
5.2.2	Sistem za izmetavanje EM vab (Chaff, Flare)- Counter Measure Dispensing System (CMDS) 26	
6.	ZAKLJUČEK.....	28
	VIRI IN LITERATURA .....	30
	SEZNAM SLIK .....	31
	SEZNAM TABEL.....	32
	SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC.....	33
	IZJAVA O AVTORSTVU ZAKLJUČNE NALOGE.....	35

# 1. UVOD

Zaščitni oz. protiukrepi pri bojevanju so stari skoraj toliko časa kot bojevanje samo. Razvoj je potekal vzporedno z razvojem bojevanja in razvojem orožja. Na začetku je človek izkoriščal danosti narave, npr. zaslepljevanje sovražnika s soncem, danes pa nas je razvoj pripeljal vse do računalniško podprtih protiukrepov in »stealth« tehnologije (tehnologija manjše opaznosti).

Okolje, v katerem se odvija sodoben boj, zahteva posebno pozornost pri uporabi elektronskih sredstev. Vse aktivnosti, ki za svoje delovanje uporabljajo elektromagnetni spekter, lahko v vojaški terminologiji poimenujemo kot elektronsko bojevanje (EB<sup>1</sup>, ang. EW - Electronic Warfare).

Razlogi, zaradi katerih je sedanje elektronsko bojevanje tako pomemben dejavnik na bojišču, so:

- razsežnosti in velikosti sodobnega bojišča,
- visoke hitrosti spreminjanja situacije in premičnosti v prostoru,
- kratki odzivni časi.

Razsežnost in pomembnosti EB se odražata tudi v helikopterskem delovanju na sodobnem bojišču. Zato morajo biti ljudje primerno usposobljeni in opremljeni za delovanje v takem okolju. Zaščitna oprema, kot je ISSYS na helikopterju Cougar, je nujno potrebna, da je posadka helikopterja pravočasno opozorjena na morebitno grožnjo ter sposobna pričeti izvajati ukrepe za samozaščito. Kljub pomembnosti sistema ISSYS v okolju EB je to samo del samozaščite helikopterja.

V nalogi večkrat uporabljam kratice in izraze v angleškem jeziku. To je nujno potrebno zato, ker v Sloveniji nimamo zadosti terminoloških izrazov s tega področja, prav tako pa je to potrebno z vidika mednarodne standardizacije in potrebe po mednarodnem sodelovanju.

## 1.1 NAMEN IN CILJI RAZISKAVE

Namen zaključne naloge je predstaviti dejavnike ter opredeliti tehnološke ukrepe za samozaščito helikopterja v okolju EB ter analizirati njihovo učinkovitost.

---

<sup>1</sup> EB- Elektronsko bojevanje. Angleško EW- Electronic Warfare

## 1.2 METODE DE LA

Za izdelavo zaključne naloge sem uporabil sledeče metode dela:

- **Deduktivna znanstvena metoda dela**, ki temelji na zbiranju in prenosu primarnih in sekundarnih podatkov zbranih v literaturi tujih in domačih avtorjev, virih, pogovorih, prispevkih, internetu in člankih s področja, ki ga bo zaključna naloga obravnavala.
- **Metoda sklepanja**, ki jo bom uporabil pri sklepanju o učinkovitosti sistema za samozaščito.
- **Metoda sinteze**, s katero bom združil teoretična in praktična spoznanja v nove rešitve s poudarkom na izkušnjah ostalih.

## 1.3 STRUKTURA ZAKLJUČNE NALOGE

Zaključna naloga je vsebinsko strukturirana na način, da so v prvem delu opisane osnovne lastnosti EB v letalstvu. V nadaljevanju naloga opisuje postopke in zaščitne ukrepe proti zaznavaju in napadu, sposobnost helikopterja za delovanje v sodobnem bojišču ter vire ogrožanja helikopterja. Na podlagi ugotovitev iz predhodnih poglavij predstavlja drugi del naloge ukrepe in sredstva ter zahteve za učinkovito delovanje helikopterja v okolju EB.



## 2. ELEKTRONSKO BOJEVANJE (EB) V LETALSTVU

### 2.1 ZGODOVINA

Elektronski boj (EB) se je začel tisti trenutek, ko je človek v vojaške namene posegel v elektronski spekter, tj. z uporabo radijskih naprav pri komunikaciji (rusko- japonska vojna). Prva oblika elektronskega boja je bilo prisluškovanje (I. svetovna vojna).

Prvi večji skok v razvoju je EB doživel pred II. svetovno vojno z odkritjem magnetrona, naprave, ki omogoča generiranje zelo velikih frekvenc<sup>2</sup>. Z nižjimi frekvencami, ki so jih uporabljali pred tem, to ni bilo mogoče. S pomočjo magnetrona so Britanci izdelali prvi radar, ki je tudi odločilno vplival na bitko za Britanijo leta 1940. Radarji so tvorili radarsko mrežo, ki je pokrivala celotno obalo, ta pa je bila povezana z operativnimi centri za javljanje in usmerjanje lovcev. Centri so bili nameščeni po raznih nevpadljivih objektih, kot so bili skednji in lope

Nemci so vedeli za mrežo, vendar ji niso posvečali toliko pozornosti, kot bi si jo zaslužila. Pred začetkom spopadov so jo celo testirali, tako da so proti Britanskem otočju poslali cepelin, s katerim so hoteli odkriti radij odkrivanja in reakcijski čas lovcev. Angleži so namero Nemcev prepoznali in temu ustrezno niso ukrepali. Nemci so zato zaključili, da je mreža neučinkovita, kar so drago plačali ob začetku bitke za Britanijo. Kasneje so Nemci poskušali uničiti te radarje, vendar so se pokazali za precej trdožive. Preostala jim je možnost uničiti operativne centre, saj bi s tem paralizirali angleško poveljevanje lovcem, vendar tega niso storili. Angleži so imeli zato poleg prednosti domačega terena (pilot, ki je bil sestreljen, se je hitro vrnil v enoto) ves čas informacijsko prednost in prednost doleta (Nemci so delovali na skrajni meji svojega doleta, zato se je marsikateri lovec zrušil v morje ob vrnitvi, ko mu je zmanjkalo goriva). Bitka za Britanijo pomeni prvi večji poraz nemške vojske v II. svetovni vojni, zato ima radar v tem kontekstu še večji pomen.

Radarsko mrežo so do leta 1942 formirali tudi Nemci. Zaradi tega so se začele povečevati izgube britanskih bombnikov, saj so lahko na njih Nemci usmerjali svoje lovce tudi ponoči. Britanci so že prej vedeli, da je radarje mogoče motiti s pomočjo lastnih staniolnih listkov, vendar niso hoteli, da bi to spoznali Nemci, saj bi vedenje lahko uporabili pri naletu lastnega letalstva, ki je z dovoljenjem Hitlerja izvajalo bombardiranje Londona. To opcijo so zato raje držali kot asa v rokavu. Odločili so se za kompromis in so motili le radijsko mrežo. Pred enim od pomembnejših napadov bombnikov pa so se Angleži le odločili za motenje s pomočjo staniolnih lističev. Radarji so staniolne lističe zaznali in ekrani so bili polni oblakov s čimer so onemogočili navajanje ognja in lovcev.

---

2 Visoke frekvence imajo med drugim lastnost, da se širijo in odbijajo premočrtno ter s tem zagotavljajo zanesljivo določanje smeri in razdalje. Nižja kot je frekvenca EM valov, bolj so valovi izpostavljeni spremembam smeri zaradi različnih vzrokov ter s tem manj uporabni pri določanju smeri.

## 2.2 SPLOŠNO O ELEKTRONSKEM BOJEVANJU

Elektronsko bojevanje (EB) je vojaška aktivnost, ki vključuje uporabo elektromagnetne energije (EM) v smislu izvajanja nadzora, kontrole EM prostora ali napada na nasprotnika. Polje aktivnosti se imenuje EM spekter, kjer pa ne govorimo le o radijskih ali radarskih frekvencah, temveč tudi o IR, vidnem in UV področju.

EB kot sestavni del bojnih dejstev predstavlja posebno področje delovanja, izvajamo pa ga lahko na kopnem, zraku, morju in vesolju.

Vojaške sile uporabljajo elektromagnetni (EM) spekter za zveze, oborožitvene sisteme, opazovanje, izvidovanje, navigacijo, zaščito sil in v druge namene. Oddajanje v elektromagnetnem spektru ne pozna umetnih meja in meja, ki delijo države ali sile, zato si vsaka država, ki je vpletena v vojaške operacije, prizadeva za kar največjo izrabo EM spektra v svojem območju delovanja. Za delovanje v EM spektru skrbijo vsi poveljniki in štabi. Poveljnikom pomagajo ustrezni specialisti, ki so usposobljeni za izrabo EM spektra in se ponavadi nahajajo v skupini za usklajevanje elektronskega bojevanja. Ti specialisti izkoriščajo oddajanje sovražnikovih naprav in tako prispevajo k podobi situacije, ki jo ima poveljnik. (vir: Golob 2006).

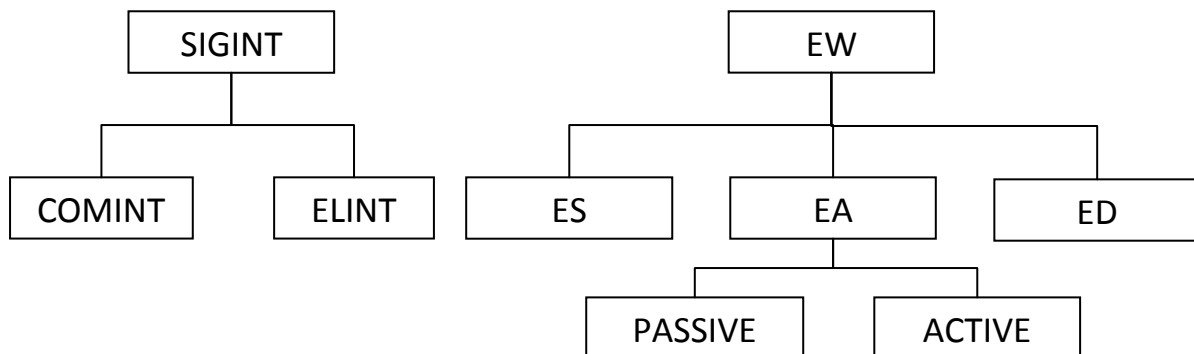
EB je vojaška operativno taktična aktivnost, katere osnovni namen je zaščita sil v okviru pravočasne identifikacije grožnje. EB se deli na:

- podporne ukrepe EB (ES - Electronic Surveillance, prej ESM- Electronic Support Measures): odkrivanje, preiskovanje, prestrezanje, lociranje, analiza in identifikacija elektronskih sredstev;
- elektronske protiukrepe (EA - Electronic Attack, prej ECM - Electronic Counter Measures): onemogočanje ali omejevanje uporabe komunikacijskih in nekomunikacijskih sredstev (elektronsko motenje, elektronsko zavajanje);
- elektronske zaščitne ukrepe (ED - Electronic Defence, prej ECCM - Electronic Counter Counter Measures): izvajanje tehničnih in operativnih ukrepov s ciljem zagotovitve nemotenega in varnega delovanja lastnih komunikacijskih in nekomunikacijskih sredstev.
- elektronsko izvidovanje (EI) (SIGINT - Signals Intelligence): strateška obveščevalna tehnična disciplina, katere osnovni namen je pridobivanje obveščevalnih podatkov.

EI se deli na:

- COMINT (Communications Intelligence): spremljanje in analiza komunikacijskih sredstev (gsm, satelitske komunikacije, radijske naprave, satelitski gsm);
- ELINT (Electronic Intelligence: spremljanje in analiza nekomunikacijskih sredstev (radarji, gps, navigacijska sredstva).

**Slika 1: Shematski prikaz Elektronskega bojevanja in Elektronskega izvidovanja (SIGINT)**



VIR: lastna interpretacija

Naloge EB:

- načrtovanje aktivnosti EB,
- motenje izbranih nasprotnikovih KIS ter radarskih sredstev in sistemov,
- intenzivno izvidovanje nasprotnikovih komunikacijsko-informacijskih sistemov (KIS) in radarskih sredstev (zbiranje podatkov za izvajanje EB ter obveščevalnih podatkov o nasprotniku),
- zavajanje nasprotnika o delovanju lastnih sil, o njihovem premiku in manevru,
- odkrivanje in uničevanje nasprotnikovih poveljniških mest (PM), centrov zvez (CZV) ter elektronskih sredstev in sistemov, ki jih uporablja v sistemu vodenja, poveljevanja in upravljanja z enotami in tehničnimi sredstvi ter za izvajanje EB
- načrtovanje in izvajanje aktivnosti za dezinformiranje nasprotnika o grupiranju in namerah lastnih sil in sredstev,
- izvajanje vseh potrebnih ukrepov zaščite lastnih KIS, bojne tehnike, ljudi in objektov od elektronskega izvidovanja (EI) z zemeljske površine, morja in zračnega prostora, kakor tudi od ognjenega delovanja samovodenih in vodenih projektivov,
- zaščita lastnih plovil in letal. (Golob, 2001)

Uporaba EM spektra v vojaške namene je iz dneva v dan večja, tako da si ne moremo predstavljati vojaške organizacije oziroma vojaškega sistema, ki le-tega ne bi koristil za zagotavljanje neprekinjenega vodenja in poveljevanja ter upravljanja na vseh nivojih. Tako kopenska vojska, vojaška mornarica kot tudi vojaško letalstvo (VL) uporabljajo vrsto različnih radijskih, radarskih, računalniških, televizijskih, opto-elektronskih in drugih elektronskih sredstev in sistemov.

V VL elektronska sredstva in sistemi omogočajo:

- vodenje enot na zemlji in v zraku,
- varno vzletanje, letenje in pristajanje,
- vodenje letal na cilje na zemlji in v zraku ter iz zemlje in iz zraka,
- izvidovanje, odkrivanje in delovanje po ciljnih v zraku in na zemlji (morju), na dolgih in kratkih razdaljah ter v vseh pogojih vidljivosti in maskiranja,
- izvidovanje elektronskih sredstev in njihovo motenje oziroma onemogočanje delovanja.

### 2.2.1 Podporni ukrepi EB (ES- Electronic Surveillance)

ES pogosto mešamo s SIGINT in pogosto se izvaja z istimi sredstvi. Osnovna razlika med SIGINT in ES je, da ES predstavlja taktično elektronsko izvidovanje za potrebe EB na bojišču (največkrat za pridobitev podatkov za motenje ali ognjeno delovanje po sistemih nasprotnika), SIGINT pa zagotavlja podatke za kasnejšo analizo.

ES zajema **odkrivanje, prisluškovanje, goniometriranje** (omejeno po času in vsebini), **analizo in prepoznavanje** elektronskega sredstva. Elektronsko izvidovanje pomaga poveljnikom v trenutni bitki, saj predstavlja enega od načinov korelacije virov obveščevalnih podatkov. ES je zelo pomemben tudi pri taktični obveščevalni dejavnosti, kjer daje najboljše rezultate v kombinaciji z izvidovanjem iz zraka (kombinacija aerofoto posnetka in dobljenih podatkov elektronskega izvidovanja).

Najpomembnejši ES sistem v taktičnem letalstvu je danes radarski opozorilnik (RWR- Radar Warning Receiver), ki opozarja posadko pred osvetljevanjem z nasprotnikovim radarjem. Tipično ES sredstvo je tudi laserski detektor, ki odkriva prisotnost laserja na bojišču.

### 2.2.2 Elektronski protiukrepi (EA- Electronic Attack)

EA predstavlja protiukrepe za **omejitev** ali **onemogočanje** delovanja nasprotnikovih sredstev za elektronsko izvidovanje, aktivizacijo ter usmerjanje in vodenje izstrelkov ter **motenje** vseh vrst sistemov zvez. Po naravi so ukrepi ofenzivni, usmerjeni pa so samozaščitno. Da bi to čim lažje dosegli, se izvajata predvsem dve najpogostejši vrsti ukrepov:

- aktivni
  - elektronsko motenje (EM),
  - elektronsko zavajanje (EZ),

Sredstva za aktivno motenje so specialni radijski ali radarski oddajniki, ki na vhodu v moteni sprejemnik ustvarijo signal močnejši od koristnega signala - to onemogoči ali vsaj oteži sprejem podatka.

- pasivni
  - uporaba vab,
  - zadimljevanje.

### 2.2.3 Elektronsko motenje

Elektronsko motenje je ukrep, s katerim zmanjšujemo zmožnosti nekega sistema. Najbolj pogosti ukrepi letalstva za zmanjšanje učinkovitosti nasprotnikovih radarjev so: elektronsko motenje (jamming), zavajanje (deception) ter uporaba vab. Elektronsko motenje je metoda, s katero nasprotniku oddajamo EM valovanje na isti frekvenci. Posledica tega je sektorska zatemnjenost radarskega ekrana.

### 2.2.4 Elektronsko zavajanje

EZ radarjev je postopek, ki sestoji iz sprejema signala radarja, njegovega delnega preoblikovanja in distribucije signala nazaj v prostor. Na ta način nasprotnik na radarskem zaslonu prejme nerealno sliko v smislu velikosti, števila, smeri ali oddaljenosti cilja.

Oddajniki/motilci za zavajanje lahko na radarski sliki simulirajo lažne tarče ali napačne informacije o hitrosti tarče, oddaljenosti oziroma smeri. Te vrste motenj delujejo tako, da od radarja sprejmejo impulz, ga okrepijo, podajo zakasnitve ali ga multiplicirajo in nato pošljejo nazaj v radar.

### 2.2.5 Elektronski zaščitni ukrepi (ED- Electronic Defence)

Elektronska obramba je po naravi defenzivni ukrep in se izvaja neprekinjeno, v miru in vojni.

Ukrepi ED glede na:

- Radijska sredstva za zvezo zemlja - zrak in med zrakoplovi:
  - radijski molk do cilja (zveza le v izjemnih primerih),
  - prepoved uporabe zvez s PM,
  - maksimalno zmanjšanje intenzitete zvez znotraj bojne skupine,
  - prepoved preverjanje zveze zemlja - zrak med letom.
- Radarska sredstva:
  - omejitev in prepoved dela na novo uvedenih radarskih sredstvih v mreži,
  - omejitev in prepoved spreminjanja frekvence radarjev,
  - vključevanje minimalnega števila radarjev pri poveljevanju in usmerjanju letalstva,
  - zmanjšanje moči oddajnika v smeri nasprotnika,
  - pogosta (časovna) sprememba delovanja radarjev,
  - nadaljevanje dela radarjev v primeru EM,
  - organizacija delovanja lažnih radarskih sredstev,
  - menjava osnovnih tehničnih parametrov radarja: valovna dolžina, čas trajanja impulza, impulzna frekvenca, hitrost vrtenja antene, zmanjšanje spektra sevanja.

- Letalske radarje:
  - omejitev delovanja radarjev v toku leta letala k cilju vse do nasprotnikove linije odkrivanja,
  - zemeljska priprava radarjev: ogrevanje, kalibriranje, obračanje antene v smeri nasprotnika,
  - uporaba različnih frekvenčnih pasov radarja za vsako skupino letal.
  
- Navigacijska sredstva na zemlji in helikopterju:
  - delovanje sredstev po natančno opredeljenih režimih,
  - pogosta menjava časa delovanja,
  - pogosta menjava valovne dolžine,
  - postavitve skrivnih sprejemno-oddajnih sredstev, ki se vključujejo v določenem trenutku,
  - postavitve in delo lažnih sredstev za zavajanje.
- Sredstva za določanje pripadnosti (IFF<sup>3</sup>):
  - pogosta menjava frekvence,
  - prehod iz ene na drugo zemeljsko postajo v toku leta.

Z vidika tehničnih ukrepov ED sta najbolj pogosta dva:

- zmanjšanje toplotnega podpisa: hlajenje izpušne šobe in s tem zmanjšanje zmožnosti odkrivanja IR glave za avtomatsko vodenje v raketah,
- zmanjšanje radarskega podpisa: "stealth" tehnologija, ki sicer ne omogoča 100 % radarske nevidnosti, vendar je plovilo mogoče zaslediti na zelo majhnih razdaljah, ko je za reakcijo že prepozno. Gre za ustrezno obliko letala in premaze, ki maksimalno vpijajo radarsko valovanje.

---

<sup>3</sup> IFF - Identification Friend or Foe ( Identifikacijska koda za določanje pripadnosti zrakoplova )

## **3. DELOVANJE HELIKOPTERJA V BOJNIH RAZMERAH**

### **3.1 DOBRE IN SLABE STRANI DELOVANJA HELIKOPTERJEV NA BOJIŠČU**

Delovanje bojnih kakor tudi transportnih helikopterjev se zaradi njihovih posebnih lastnosti močno loči od delovanja letal na bojišču. Pomembna elementa boja na kopnem sta premičnost in ognjena moč. Helikopterji posedujejo ta dva elementa bolj, kot kakšno koli drugo sredstvo na bojišču. Lahko rečem tudi, da helikopterji odpirajo 3. dimenzijo prostora pri vojaških operacijah na kopnem, to je zrak.

Možnost takojšnje priprave na boj in hitre postavitve na bojne položaje dajeta bojnemu helikopterju veliko prednost pred npr. tankom. Bojni helikopterji stanejo manj kot letala, operacije lahko vršijo brez infrastrukture letališča, v boj gredo lahko z ali pred pehoto ter ji v kombinaciji z njenim taktičnim delovanjem na zemlji nudijo zaščito kadar koli in kjer koli. Dobra stran uporabe bojnih helikopterjev se pokaže na urbanem bojišču, kjer lahko delujejo v preciznih napadih, pri katerih se uničuje selektivno izbrane tarče in s tem minimalizira kolateralna škoda. Pri izvidniških nalogah nam v ta namen opremljen helikopter omogoča pridobivanje podatkov o taktični situaciji v skoraj realnem času.

Slabosti helikopterja na bojišču se kažejo predvsem v majhnem doletu helikopterja. Več opreme, več moštva, nizko taktično letenje pri manjših hitrostih in težji klimatski pogoji, ki vplivajo na zmogljivosti helikopterja, pomenijo manj goriva na krovu in večjo porabo le-tega, kar neposredno vpliva na dolet.

Hitrost helikopterja ni velika. Največja je 180 vozlov (330 km/h), pospeški so omejeni na 3 g, vendar zaradi manjših hitrostih leta, pri katerih helikopter dejansko deluje, ne predstavljajo večje omejitve pri krmiljenju helikopterja, tako da ima helikopter še vedno odlične manevrirne sposobnosti, ki mu omogočajo prikrito taktično letenje nizko nad terenom.

Helikopterji so posebej občutljivi na dodano težo, kar omejuje vgradnjo oklepne in zaščitne opreme na helikopter. Če so namenjeni operacijam na terenu z višjo nadmorsko višino in višjimi temperaturami («hot&high»), morajo biti racionalno opremljeni in zaščiteni, da dosežemo kompromis med zmogljivostjo ter zaščito helikopterja.

Helikopterji imajo na bojišču veliko prednosti, zaradi katerih se lahko uporabljajo v številnih nalogah. Gledano s stališča preživetja na bojišču se lahko odlično zlijejo s terenom, delujejo razmeroma prikrito sovražnim radarjem, posegajo tudi globoko v sovražnikovo ozemlje, vendar so zaradi teh sposobnosti po drugi strani močno izpostavljeni številnim grožnjam in sovražnikovem ognju iz tal.

### **3.2 NALOGE IN TAKTIČNO DELOVANJE HELIKOPTERJA**

Prvotno so bili helikopterji na bojišču namenjeni za evakuacijo ranjenih vojakov iz območja boja oz. neposredne bližine boja (CASEVAC) ter za izpolnjevanje ostalih transportnih nalog. Kasneje so se pričeli oboroževati ter razvijati v namenska bojna sredstva. Tako se danes helikopterji delijo na bojne in transportne.

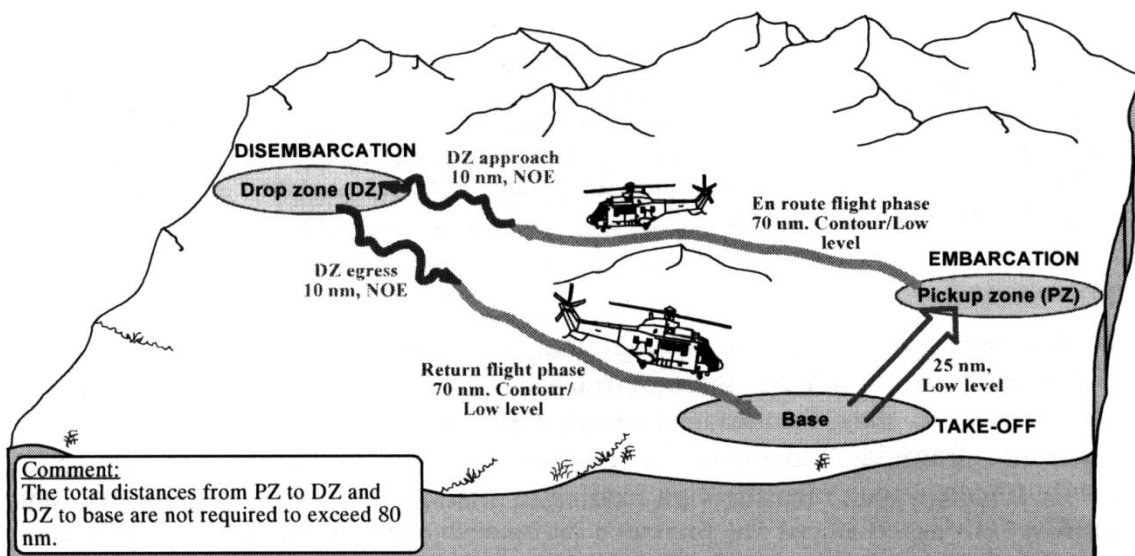
Povečano uporabo transportnih helikopterjev na bojišču povezujemo s terminom zračne premičnosti ( »airmobility«), torej s konceptom, ki bazira na povečani uporabi helikopterjev za povečanje mobilnosti kopenskih enot na in po bojišču.

Tipični profil misije zračnega napada pri helikopterskih operacijah sestoji iz treh delov:

- Let iz baze proti točki vkrcanja (»pickup point«), kjer se vkrca moštvo in oprema.
- Let s točke vkrcanja proti točki izkrcanja (»drop zone«), kjer se moštvo in oprema raztovorita.
- Let nazaj proti bazi, kjer se helikopter oskrbi in vzdržuje.

Višina leta na takšni nalogi je odvisna od pričakovanja groženj. Spodnja slika prikazuje primer profila naloge povzetega po NSHP(Nordic Standard Helicopter Programme). Pot prihoda in odhoda do in s točke izkrcanja je različna zato, da se izognemo preletu istega območja. Pri desantu 12-ih helikopterjev je podan podatek za povprečni čas izkrcanja 2 minuti.

**SLIKA 2: Taktični prelet helikopterja**



VIR: EW-Protection of battlefield helicopters; Johnny Heikel (2005)



**TABELA 1 : Delovanje transportnih helikopterjev in ocena tveganja**

<b>TRANSPORTNI HELIKOPTERJI</b>		
<b>VLOGA</b>	<b>CILJ MISIJE</b>	<b>OCENA TVEGANJA</b>
Transport	Transport moštva na in z bojišča, napad v globino sovražnikovega območja. Primarna skrb je upoštevanje vseh dejavnikov za zmanjšanje lastne ogroženosti.	Stopnja ogroženosti je odvisna od globine napada v sovražnikovo območje. <sup>4</sup>  Ogroženost helikopterja se poveča pri lebdenju (spuščanje po vrvi) in pri letenju z majhno hitrostjo na veliki višini (let s podvesnim tovorom). Zelo pomembno je načrtovanje naloge, da se izognemo potencialnim grožnjam).
CSAR	Tipično bojno iskanje in reševanje sestreljenega pilota na sovražnikovem ozemlju. Prikrito in hitro izvršena naloga ter zračni nadzor in premoč so ključnega pomena za uspeh.	Potreba po hitrem načrtovanju preprečuje natančno planiranje z namenom zmanjšanja lastne ogroženosti. Potrebno je, da zraven leti še zrakoplov, ki nas ščiti (bojni helikopter) oz. da smo zaščiteni z delovanjem kakšnega drugega oboroženega sistema.
CASEVAC	Evakuacija ranjenega z bojišča oz. v varno bližino bojišča.	Stopnja ogroženosti je odvisna od mesta evakuacije in je lahko zelo visoka, če se nahaja v neposredni bližini boja. Podpora ostalih orožij oz. oboroženih sistemov je nujna.
SEAD («supression of enemy air defense»)	Lociranje in identifikacija sovražnikove protizračne obrambe ter njihovo poškodovanje ali uničenje.	Visoka stopnja ogroženosti, saj se nahajamo blizu sovražnikovih protizračnih sistemov. Obveščevalni podatki so nujni, da bi se izognili grožnji. Ostala ognjena podpora ali oborožitveni sistemi lahko povečajo varnost in zmanjšajo ogroženost.
SIGNIT	Zbiranje obveščevalnih podatkov s pasivnimi radijskimi senzori v bližini bojišča.	Pridobivanje obveščevalnih podatkov je odvisno od višine leta. Stopnja ogroženosti je nizka do srednja.

<sup>4</sup> Globoke napade naj bi ščitili artilerija in zrakoplovi za uničenje sovražnikovih protizračnih sistemov, kar poveča stopnjo preživetja.

Nadzor bojišča	Nadzor s SAR radarjem in ostalimi sredstvi v bližini sovražnikovih linij.	Da bi učinkovito izvedli nalogo je potrebna zadostna višina leta, pri kateri smo s kombinacijo uporabe aktivnih senzorjev(radar) lahko zaznavni in posledično lahka tarča za ogenj orožij zemlja - zrak.
----------------	---	--

VIR: EW-Protection of battlefield helicopters; Johnny Heikel (2005)

### 3.3 TAKTIKE IN POSTOPKI ZA ZAŠČITO HELIKOPTERJA

Elementi, ki jih mora posadka upoštevati za varno izvedeno letalsko nalogo, so:

- letenje po reliefu (spremljanje terena),
- čas izpostavljenosti,
- nepredvidljivost,
- komunikacija,
- spreminjanje položaja,
- JRKBO zaščita,
- omejevanje delovanja protiletalske oborožitve,
- taktika zrak – zrak,
- taktika izogibanja in
- zaščitna oprema helikopterja.

#### 3.3.1 Letenje po reliefu

Z letenjem tako, da spremljamo teren, dosežemo, da nismo vizualno opaženi in zaznani s strani elektronskih sistemov. Zaradi »nevidnosti«, ki jo omogoča teren, nas sovražnikova orožja ne morejo locirati. Učinkovitost takega letenja je odvisna od položajev, od koder prihaja grožnja, in od maskirne sposobnosti reliefa terena.

#### 3.3.2 Čas izpostavljenosti

Če nam višina ali teren ne omogočata ustreznega kritja, moramo maksimalno zmanjšati čas izpostavljenosti. Čas izpostavljenosti ne sme biti večji od potrebnega časa za delovanje nasprotnikovega orožja. Po tem času se mora helikopter čim hitreje spustiti na varno višino ali skriti za relief. Izogibati se je potrebno večkratnem pojavljanju na istih lokacijah.

### **3.3.3 Nepredvidljivost**

Na bojišču je zelo pomembno, da določimo nadomestne rute, mesta pristankov in točke bojnega delovanja. Z letenjem po različnih poteh dosežemo, da nasprotnik ne pridobi vzorca našega delovanja. Tako se izognemo sovražnikovem predvidevanju in zmanjšamo izpostavljenost protiletalskem orožju. Letalske naloge, v katerih je vključeno več helikopterjev, je potrebno izvesti tako, da se oblikujejo skupine helikopterjev, ki letijo po različnih rutah. To zmanjšuje opaznost našega delovanja, prav tako pa preprečuje večje izgube.

### **3.3.4 Komunikacija**

Prisluškovanje in radijsko motenje lahko resno ogrozi izvedbo letalske operacije. Kadar ne upoštevamo ustrezne zaščite radijske komunikacije, lahko sovražnik pride do informacij. Če želimo zmanjšati sovražnikovo obveščevalno dejavnost, mora letalska posadka detajlno načrtovati let, tako da se uporaba radijskih zvez zmanjša na minimum.

### **3.3.5 Spreminjanje položaja**

Sovražnik neprestano opazuje bojišče in išče statične cilje, na katere bo deloval s svojo artilerijo ali drugimi orožji. Letalske enote morajo s svojimi manevrskimi sposobnostmi stalno spreminjati položaj na bojišču. Prav tako je potrebno spreminjati mesta letalskih oskrbovalnih položajev.

### **3.3.6 Taktika zrak-zrak**

Na bojišču se lahko med letalsko operacijo srečamo s sovražnikovimi letalskimi silami (letalo, helikopter), zato je potrebno poznati taktične postopke bojevanja v zraku. Z dobrimi taktičnimi postopki bistveno povečamo možnost lastnega preživetja. Za zagotovitev lastne zaščite je potrebnih več aktivnih in pasivnih ukrepov vključno z oboroževanjem helikopterjev ne glede na njihovo vlogo.

### **3.3.7 Taktika izogibanja**

Taktika izogibanja pomeni, da načrtujemo delovanje tako, da ne pridemo v območje delovanja sovražnikovega orožja. Temu primerno morajo biti letalske rute načrtovane, tako da ostanemo izven dosega sovražnikovega orožja.

## 4. ZAŠČITA HELIKOPTERJEV NA BOJIŠČU ( HELICOPTER SURVIVABILITY)

### 4.1 VIRI OGROŽANJA HELIKOPTERJA NA BOJIŠČU

Glede na prejšnje poglavje, kjer sem obdelal naloge in taktiko letenja helikopterja, bom zaradi razumevanja ogrožanja helikopterja ter nadaljnega navezovanja na dejavnike učinkovitosti sistema za samozaščito sedaj predstavil še primarna orožja, ki helikopter ogrožajo pri opravljanju nalog.

Orožje in sistemi, ki ogrožajo helikoptere pri operacijah na kopnem, so povzeti v STANAG 2999 in so opredeljeni kot protizračno orožje, oborožitev tankov, protitankovsko vodeno orožje, artilerijsko orožje, taktični zrakoplovi, bojni helikopterji, sistemi za EB ter sredstva za nuklearno, kemijsko in biološko bojevanje.

Spodnja tabela prikazuje orožja in stopnje ogroženosti glede na to, kje na bojišču se helikopter nahaja.

**TABELA 2: Orožja in stopnje ogroženosti helikopterja glede na to, kje na bojišču se helikopter nahaja**

<b>OROŽJE</b>	<b>Vzlet in pristanež na varnem območju</b>	<b>Faza preleta</b>	<b>Predpolje obrambe</b>	<b>Za linijo napada</b>
IR lahki prenosni raketni sistem	Zelo nizka	Srednja	Visoka	Visoka
Lasersko vodeni lahki prenosni raketni sistem	Zelo nizka	Srednja	Visoka	Visoka
Sistem ZO za nizko leteče zrakoplove	Nična	Srednja	Zelo visoka	Srednja
Direktni ogenj	Nična	Nična	Zelo nizka	Zelo nizka
Lasersko vodeno proti tankovsko orožje	Nična	Nična	Nizka	Nična
Ostala proti tankovska orožja	Nična	Nična	Zelo nizka	Nična
Aktivna orožja zrak-zrak dolgega dosega	Zelo nizka	Srednja	Nizka	Srednja
Pol aktivna orožja zrak-zrak	Zelo nizka	Srednja	Nizka	Srednja

IR orožja zrak-zrak dolgega dosega	Zelo nizka	Nizka	Nizka	Srednja
IR vodeno proti zračno orožje kratkega dosega	Nična	Zelo nizka	Nizka	Srednja
Letalski top na letalu	Nična	Zelo nizka	Zelo nizka	Srednja
SAM <sup>5</sup> -dolgega dosega	Nična	Nizka	Nizka	Nizka
SAM- srednjega dosega	Nična	Nizka	Nizka	Srednja

VIR: EW-Protection of battlefield helicopters; Johnny Heikel (2005)

#### 4.1.1 Primarne grožnje: Statični sistemi

Vsak trden statični objekt lahko predstavlja potencialno grožnjo helikopterju: dimniki, hribi, antene, stebri mostov, električni vodi, zgradbe itd. Najbolj opazen statični oborožitveni sistem so protihelikopterske mine, ki zaradi visokih stroškov izdelave ostajajo v fazi razvijanja in še niso v uporabi. Zato je potrebno skrbno planirati pot letenja, uporabljati ažurne obveščevalne podatke in biti pozoren na značilnosti terena z visoko stopnjo situacijskega zavedanja na vsaki točki leta.

#### 4.1.2 Primarne grožnje: Prenosni sistemi

- **Ogenj lahkega orožja in RPG<sup>6</sup>**

Ogrožanje helikopterja z lahkim orožjem in RPG-ji se je izkazalo kot učinkovito že v vietnamski vojni, posebej med desanti, ko so helikopterji pristali ali lebdeli v zraku. Za primerjavo je v literaturi podan podatek, da je bilo od skupno 380 situacij, v katerih je bil helikopter ciljan z RPG, 128 helikopterjev sestreljenih in uničenih. Izkušen strelec RPG lahko sestrelil premikajočo se tarčo iz razdalje 300 m. Mudžahadinska gverila v Afganistanu se je naučila zamenjati udarni vžigalnik na RPG z udarnim vžigalnikom z zakasnitvijo, s čimer so zmanjšali potrebo po direktnem zadetku. Prav tako so se naučili streljati v repni rotor - najbolj ranljiv del helikopterja.

- **Artilerija in Tanki**

Artilerija je opremljena s topovi, minometi, raketometi in celo s taktičnimi izstrelki. Zaradi reakcijskega časa, ki je približno do 5 minut, predstavlja artilerija manjšo grožnjo helikopterjem, ki letijo, vendar lahko zelo ogroža bojne helikopterje na bojnih položajih ter transportne helikopterje pri pristajanju

Zadnje bojne simulacije ter raziskave na podlagi prejšnjih izkušenj so pokazale, da je tank s svojim topom lahko zelo učinkovit uničevalec helikopterjev. Močan oklep, premičnost ter

<sup>5</sup> SAM – surface to air missile (izstrelek zemlja-zrak)

<sup>6</sup> RPG – rocket propelled grande ( granata z raketnim pogonom )

izvrstno upravljanje in nazor ognja preko avtomatske servomehanične kupole, ki omogoča sledenje cilju medtem, ko se tank premika, predstavlja veliko grožnjo helikopterju. Tank odlikuje tudi nizki odzivni čas (sodoben tank potrebuje samo 4 s da obrne kupolo za 180° in izstrelki izstrelka) in hitrost izstrelka, ki je približno 1700 m/s ali več. Slabosti tanka se kažejo predvsem v slabem »panoramskem« pogledu okolice (strelčevo »vidno polje pri tanku je 6°-8°), vendar so sodobni tanki že nadgrajeni in opremljeni z IR panoramsko optično napravo, ki omogoča širše in bolj zaznavno vidno polje. Prav tako so nadgrajeni z avtomatskim sledenjem preko IR sistema za proženje.

- **Izstrelki**

Izstrelki predstavljajo veliko nevarnost, saj lahko dohitijo helikopter v letu, še posebej takrat, kadar je narejen za delovanje na tarče na nizkih višinah. Po celem svetu je bilo izdelanih več kot 500.000 lahkih prenosnih raketnih sistemov, tako da je možnost srečanja s tovrstno grožnjo lahko prisotna v skoraj vsakem bojnem scenariju. Med najpogostejše lahke prenosne raketne sisteme spadajo Mistral 1, Strela-2M, Iгла in FIM-92B/C, ki se ločijo po lastnostih in načinih sledenja.

Izstrelki srednjega in dolgega dosega predstavljajo grožnjo helikopterju, če ta leti na večjih višinah ali če mu teren ne dovoljuje dobrega kritja. Ti izstrelki predstavljajo skupino izstrelkov, ki so radarsko ali radijsko vodeni.

## **4.2 OPAZNOST IN ZMANJŠANJE OPAZNOSTI HELIKOPTERJA**

S pojmom opaznosti helikopterja opisujemo karakteristike helikopterja, ki vplivajo na to, da nas sovražnik opazi in ki jih želimo v čim večjem obsegu zmanjšati.

Znake oz. različne elektromagnetne emisije, ki jih helikopter oddaja, ter načine, kako jih zmanjšati, bom opisal spodaj.

### **4.2.1 Vizualno zaznavanje**

Velikost helikopterja in njegova oblika sta glavna faktorja pri vizualnem zaznavanju in vizualni identifikaciji helikopterja. Na vizualno zaznavanje vplivajo tudi odsevi sončne svetlobe od kabine, svetleči metalni kraki rotorjev, sevanje izpuhov motorja in osvetlitev helikopterja. Prav tako človeškemu očesu pozornost vzbudi premikanje helikopterja glede na statično ozadje.

### **4.2.2 Infrardeče emisije**

Med infrardeče emisije spadajo: Odsev sončne svetlobe. Vroči izpušni plini ter sevanje segretega trupa helikopterja.

### **4.2.3 Hrup helikopterja**

Glasnost helikopterja je v večini odvisna od konstrukcije repnega rotorja, deloma pa tudi glavnega rotorja. Zmanjšanje hrupa dosežemo z drugačno konstrukcijo rotorja.

### **4.2.4 Radarska zaznavnost**

Oblika in barva helikopterja vplivata na radarsko zaznavnost. Prav tako na radarsko zaznavnost vpliova vrteči se rotor na podlagi katerega lahko radar zazna in določi tip in število helikopterjev. Posledično lahko tok zraka, ki obteka rotor in dviguje prašne delce v zrak, poveča zaznavnost helikopterja sovražnikovem radarju.

### **4.2.5 Ostale emisije**

Radarji, radio postaje, IFF sistemi, sistem za preprečevanje trčenja z ovirami in ostale elektromagnetne naprave, ki se nahajajo na helikopterju, oddajajo signale, ki jih lahko sovražnik zazna, identificira ter izkoristi za lociranje in napad.

Pri zmanjšanju opaznosti helikopterja je izraz zmanjšanje sicer na nek način neprimeren, saj pri tem ne gre toliko za težnjo zmanjšanja ali izničenja emisij, ki jih helikopter oddaja, kakor za prilagoditev emisij tako, da se ujemajo z naravnimi sevanji iz okolja ter posledično maskirajo helikopter.

Zmanjšanje zaznavnosti za zgoraj navedene dejavnike in emisije dosežemo lahko na naslednje načine:

### **4.2.6 Zmanjšanje vizualne zaznavnosti**

Pri bojnih helikopterjih so konstrukcijsko zmanjšali velikost kabine (primeri bojnih helikopterjev s tandemsko razporeditvijo sedežev, ozkim trupom in s tem posledično zmanjšano frontalno vizualno ter radarsko zaznavnostjo).

Uporaba kamuflažne, radarsko vpojne barve, ki nas maskira glede na teren ter zmanjša odboj radarskega valovanja.

Helikopterji Cougar slovenske vojske so obarvani v maskirne barve, katere odlično maskirajo helikopter na našem domačem, gozdnatem, zelenem področju. Problem, ki bi se pojavil ob morebitni napotitvi helikopterjev v druga področja kot npr. Afganistan, bi bil ta, da helikopter ne bi več vsopadal z okolico, ter tako postal preveč opazen.

Okna na potniški kabini Cougarja so zatemnjena z zeleno barvo, prav tako so zelene barve tudi kraki rotorja, kar zopet prispeva k dobremu maskiranju in manjši možnosti odseva sončne svetlobe.

#### 4.2.7 Zmanjšanje infrardečih emisij:

Na helikopter se vgradijo ohlajevalniki in usmerjevalniki izpuhov motorja helikopterja, s čimer zmanjšujejo IR sliko helikopterja. Na helikopterju Cougar takšni ohlajevalniki zmanjšajo IR sliko za faktor 10. Ohlajevalniki delujejo tako, da zajemajo prosti hladni tok zraka pri letenju helikopterja in ga mešajo z vročimi izpušnimi plini ter ga tako ohlajenega preusmerijo pod rotor, ki ga še dodatno razpiha in s tem zmanjša IR sliko.

Ohlajevalniki, kateri bodo vgrajeni na helikopter Cougar so prikazani na spodnji sliki.

#### SLIKA3: Ohlajevalniki izpuha na helikopterju AS-532AL Cougar



VIR: RUAG

IR sevanje, ki ga oddaja trup in odsevi sonca, se lahko zmanjša z uporabo IR vpojne barve.

Te helikopterji SV Cougar nimajo. Bilo bi dobro razmisliti tudi o tovrstni modifikaciji z IR in radarsko vpojno barvo.

#### 4.2.8 Zmanjšanje zvočnih emisij

Zadeva se dosega in rešuje predvsem konstrukcijsko in je odvisna od proizvajalca helikopterja.

Na zmanjšanje zvoka helikopterja vplivajo številni faktorji, kot so hitrost vrtenja rotorja, število lopatic rotorja, razporeditev ter aerodinamična oblika lopatic rotorja, ter konec koncev sama konstrukcija repnega rotorja. Sodobne konstrukcije bojnih helikopterjev že vsebujejo tovrstne tehnološke rešitve.

Cougar SV ima pet-kraki repni rotor klasične zasnove, ki zaradi števila krakov ne povzroča tolikšnega hrupa.

#### 4.2.9 Zmanjšanje radarske zaznavnosti

Kompozitni kraki glavnega rotorja, kompozitni trup odbojnih oblik, posebna radarsko vpojna barva, konduktivne prevleke skozi okna ter zaprti nosilci orožja pripomorejo k temu da je helikopter manj zaznaven sovražnikovim radarjem.



Cougarji SV so mešane zunanje konstrukcije. Večino še vedno predstavlja aluminijeva zlitina, nekateri deli pa so kompozitni. Kraki glavnega in repnega rotorja so iz kompozitnih materialov. Konduktivnih prevlek in radarsko odbojne barve nimajo.

### 4.3 OPREMA ZA PREŽIVETJE HELIKOPTERJA NA BOJIŠČU

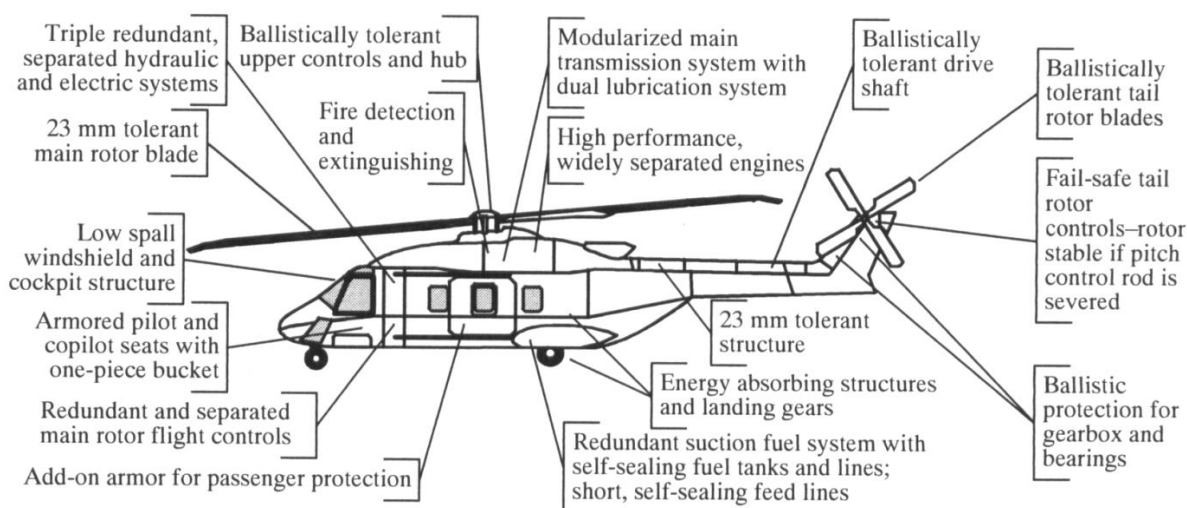
Nekateri strokovnjaki delijo termin preživetja helikopterja na bojišču na zaznavnost helikopterja ter ranljivost helikopterja. Dejavnike, ki vplivajo na zaznavnost helikopterja, ter protiukrepe sem opisal že v prejšnjem poglavju. V tem poglavju se bom osredotočil na sisteme oz. opremo za zmanjšanje ranljivosti helikopterja.

Zmanjšanje ranljivosti helikopterja, lahko definiramo kot karakteristiko sistemov za zaščito helikopterja, ki preprečujejo, da bi zrakoplov utrpel popolno ali tako degradacijo zmogljivosti pri čemer zaradi različnih načinov ogrožanja na bojišču, ne bi mogel naloge varno izvršiti.

Sistemi za samozaščito pri elektronskem bojevanju EWSP<sup>7</sup> (npr. ISSYS na helikopterju AS-532AL) ne morejo povsem zmanjšati ranljivosti helikopterja. Sredstva za zmanjšanje ranljivosti helikopterja se izkažejo predvsem takrat, ko odpove primarni maskirni element helikopterja, to je zmanjšanje zaznavnosti helikopterja.

Spodnja slika prikazuje nekatere sisteme in sredstva za zmanjšanje ranljivosti helikopterja. Sredstva oz. komponente z balistično zaščito so zasnovane tako, da so odporne na 3 različne kalibre strelnega orožja: Sovjetsko/Rusko 23 mm protiletalsko orožje, 12,7 mm težek mitraljez in kaliber 7,26 mm lahkega strelnega orožja. Podobne sisteme enakih toleranc ima tudi helikopter SV Cougar.

SLIKA 4: Helikopter NH90 z sistemi za zaščito



VIR: EW-Protection of battlefield helicopters; Johnny Heikel (2005)

<sup>7</sup> EWSP – electronic warfare self protection system (sistem za samozaščito v okolju elektronskega bojevanja)

**TABELA 3: Ukrepi in potrebna sredstva za zagotovitev ustrezne stopnje zaščite helikopterja glede na stopnjo ogroženosti helikopterja na bojišču.**

<b>Stopnja ogroženosti helikopterja</b>	<b>1. NIVO OGROŽENOSTI</b> Letenje izven dosega sovražnikovega ognja. Brez posebne zaščite helikopterja.	<b>2. NIVO OGROŽENOSTI</b> Srednji nivo ogroženosti. Potreben srednji nivo zaščite helikopterja	<b>3. NIVO OGROŽENOSTI</b> Najvišji nivo ogroženosti, potreben je popolni spekter zaščitne opreme helikopterja
<b>Zmanjšanje ranljivosti</b>	Normalna zasnova helikopterja in njegove konfiguracije, večmotorni zrakoplov na katerem so vgrajeni protipožarni sistemi.	Oklep za posadko, kabino in vitalne sklope helikopterja proti 7,62mm izstrelkom ter samotesnilni gorivni rezervarji.	Posadka, kabina, ter vitalni deli helikopterja so zaščiteni z oklepom, ki ščiti pred 12,7mm izstrelki.
<b>EWSP</b>	Ni potreben	Opozorilni sistemi, ki zaznajo grožnje v različnih elektromagnetnih spektrih. Pasivne vabe.	Kompleten sistem EWSP s sistemom za opozarjanje. Pasivne in aktivne vabe.
<b>Sposobnost manevriranja in stopnja obremenitve</b>	1,5g	2,5-3g	3,5g
<b>IR sevanje</b>	Ni potrebe po zmanjšanju toplotnega sevanja.	Vgrajeni deflektorji izpuhov motorjev.	Vgrajeni deflektorji z možnostjo hlajenja izpušnih plinov.
<b>Radarsko sevanje</b>	Ni potrebno.	Kraki rotorja so narejeni iz kompozitov, glava rotorja je obložena z radarsko vpojno zaščito.	Kot dodatek k 2. nivoju, so trup helikopterja, rep in nosilci orožja premazani z radarsko vpojno barvo.

VIR: EW-Protection of battlefield helicopters; Johnny Heikel (2005)

## 5. ZAŠČITNA OPREMA HELIKOPTERJA- ISSYS NA AS532 AL-COUGAR

Kot smo že omenili, štejemo med zaščitno opremo helikopterja:

- barvo helikopterja, ki zagotavlja nizko IR odbojnost,
- usmerjevalnike motorskega izpuha,
- IR motilec (jammer),
- RWR, RWS,
- MWS,
- LWS,
- balistično zaščito za posadko in vitalne sklope helikopterja.

Vsako bojno letalo in helikopter sta načeloma opremljena tudi s sistemom individualne zaščite pred elektronskim delovanjem nasprotnika. Sistem je namenjen zaščiti plovil pred delovanjem proti zračnih zemeljskih raketnih sistemov nasprotnika (rakete zemlja - zrak in zrak – zrak). Omogoča nam avtomatsko odkrivanje in določanje radarskega obsevanja, opozarjanje na IR sevanje raketnega motorja izstrelka in laserskega obsevanja pri lasersko vodenih raketah.

Taktika uporabe individualnih sistemov se za posamezno nalogo opredeli vnaprej - posebno mesto ima čas aktiviranja sredstev za EM, ki je odvisen od naloge same. Sprejemniki za opozarjanje so aktivni ves čas, medtem ko so oddajniki za EM aktivni le v primeru neposredne nevarnosti letala. V primeru radarskega, IR ali laserskega obsevanja le-tega sprejemnik za opozarjanje avtomatsko odkrije in opozori posadko o vrsti nevarnosti. Ker gre za avtomatiziran sistem (centralni računalnik vsebuje podatke o raketah in radarjih sistema PZO nasprotnika), le-ta izbere optimalno rešitev ter izvede postopek uporabe aktivnih in/ali pasivnih sredstev za motenje.

Sistem ISSYS je zasnovan tako, da omogoča pravočasno opozarjanje na EM delovanje nasprotnika in lastnih sil. Sistem opozarja na EM valovanje generirano s strani radarja, laserja ali UV sevanja raketnega motorja. Helikopter, opremljen s takim sistemom, je pravočasno opozorjen na sledeče grožnje: oborožitev, ki uporablja radar ali laser za svoj namerilni sistem in na že izstreljene rakete.

ISSYS obsega naslednje elemente:

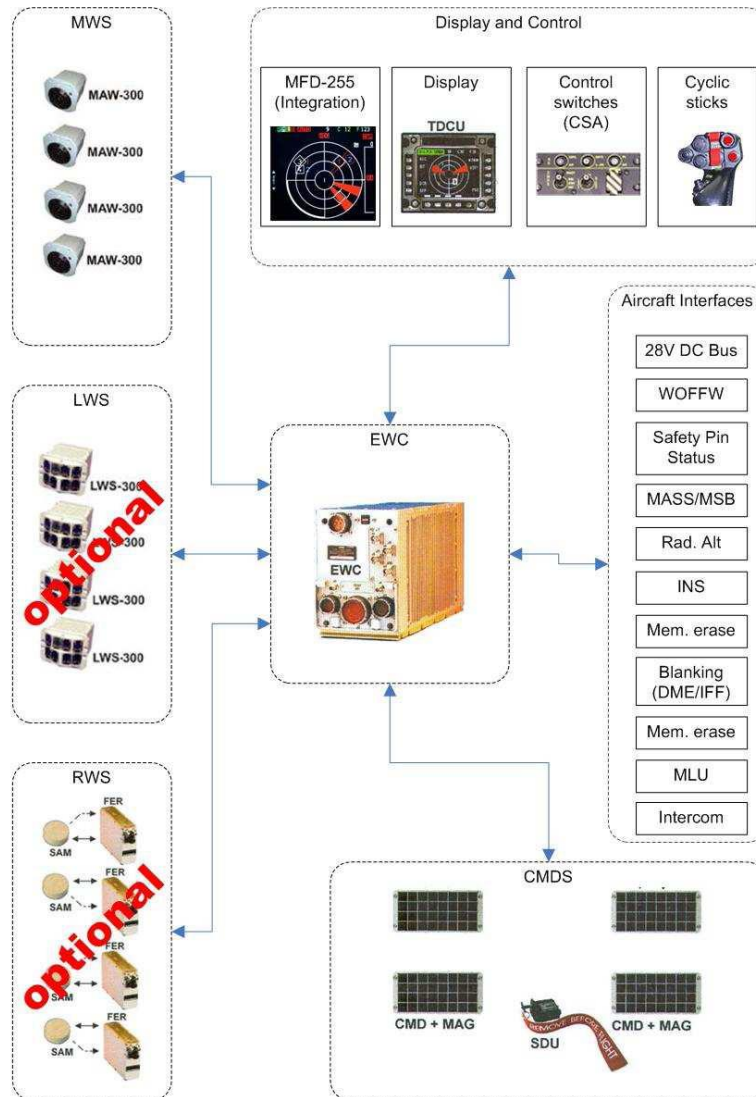
- kontrolno enoto oz. Electronic Warfare Controller (EWC),
- opozarjanje na radarsko obsevanje (RWS- Radar Warning System),
- opozarjanje na rakete (MWR- Missile Warning System),
- opozarjanje na lasersko obsevanje (LWR- Laser Warning System),
- sistem EM vab (Chaff, Flare)- CMDS<sup>8</sup>.

Zelo pomemben element sistema je tudi podatkovna baza groženj, na kateri temeljijo ukrepi sistema. Podatkovno bazo je potrebno z ustrežno programsko opremo in obveščevalnimi podatki oblikovati tako, da je primerna za sistem ISSYS.

---

<sup>8</sup> CMDS – Counter Measure Dispensing System ( sistem za odmetavanje vab )

Slika 5: Shematski slikovni prikaz ISSYS



Vir: Ruag

## 5.1. NAČIN DELOVANJA POSAMEZNIH SISTEMOV ISSYS IN PROTIUKREPI

### 5.1.1 Opozarjanje na radarsko obsevanje (Radar Warning Function)

Sistem za radarsko opozarjanje mora zaznati in analizirati radarski signal (iskalni, sledilni, signal za navajanje ognja, ...). Indikacija, ki mora biti podana, je obstoj in smer zaznanega radarskega sevanja. Sistem prav tako omogoča prikazovanje načina, statusa in relativne oddaljenosti identificirane grožnje.

## RADAR<sup>9</sup>

Z radarjem je mogoče zaznati zrakoplov, njegov položaj in manever. Včasih je mogoče z radarjem zaznati tudi velikost in obliko cilja. Uporaba radarja edina omogoča zaznavanje cilja (letala, helikopterja) na veliki razdalji neodvisno od vremenske situacije. Poznamo več tipov radarjev:

- radar za zgodnje opozarjanje (prikazuje smer in oddaljenost zrakoplova);
- radar srednjega doseg (je povezava med radarjem za zgodnje opozarjanje in sledilnim radarjem ter vzpostavi vse parametre, ki jih potrebuje sledilni radar za svoje delovanje);
- sledilni radar (prikazuje smer in hitrost leta zrakoplova, tako da je mogoče izračunati točko srečanja za raketne sisteme oz. protiletalske topove);
- radar za navajanje raket na cilje.

**Radarski protiukrepi so:**

- **aktivni** (motenje- jamming) - pošiljanje močnih EM signalov z namenom motnje v delovanju nasprotnikovega radarja;
- **pasivni** (Chaff) - metanje vab (veliko majhnih kovinskih delcev) s katerimi dosežemo, da radar kaže popačeno sliko.

### 5.1.2 Opozarjanje na lasersko obsevanje (Laser Warning Function)

Sistem mora omogočati zaznavanje laserskega merilnika razdalje, označevalnika ciljev in ostalega laserske žarke. Pridobljena indikacija je podana z azimutom identificiranega laserskega žarka.

**Slika 6: Prikaz namestitve LWR, MWR in RWR**



Vir: Ruag

## LASER<sup>10</sup>

Laser se uporablja za:

- zaslepljevanje – v kolikor je laserski žarek usmerjen v pilota ga oslepi oz. moti pri upravljanju zrakoplova;

<sup>9</sup> RADAR- Radio Detecting And Ranging

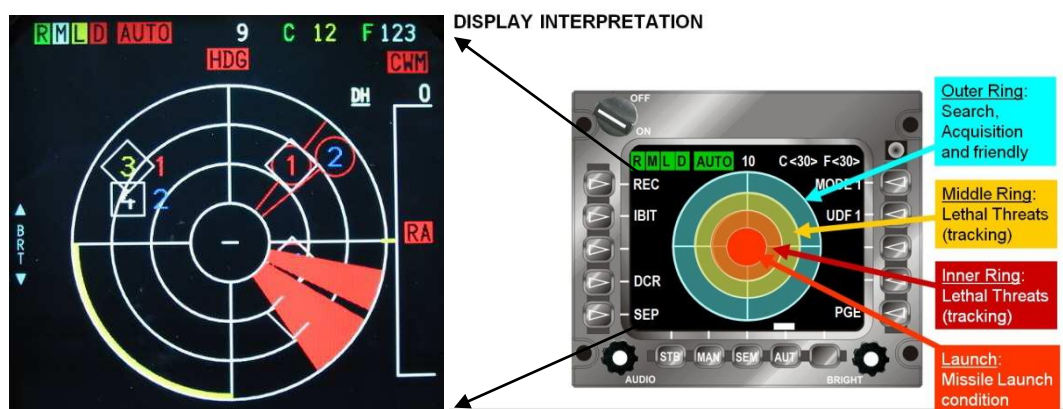
<sup>10</sup> LASER- Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

- določanje razdalje – z laserjem se lahko zelo natančno izmeri razdalja;
- ustvarjanje snopa – snop žarkov, po katerem lahko raketa leti do cilja;
- označevanje - laserski žarek usmerimo v cilj.

### 5.1.3 Opozarjanje na rakete (Missile Warning Function)

Sistem deluje tako, da nas opozarja na izstreljeno raketo s tem, da zazna in identificira smer UV sevanja, ki je posledica izgorevanja raketnega motorja. Indikacija je podana z azimutom izstreljene rakete.

Slika 7: Prikaz smeri od koder prihaja grožnja, kot jo vidi pilot v helikopterju



Vir: Ruag

## 5.2 PROTIUKREPI

### IZSTRELKI

Poznamo več vrst izstrelkov, ki predstavljajo najverjetnejšo grožnjo helikopterju:

- rakete zemlja-zrak – MANPADS<sup>11</sup> (doseg 5 – 8 km);
- rakete zrak-zrak (doseg 10 – 20 km);
- protitankovske rakete (doseg do 4 km);
- rakete, ki sledijo laserskem žarku (doseg 5 – 6 km).

### PROTIUKREPI

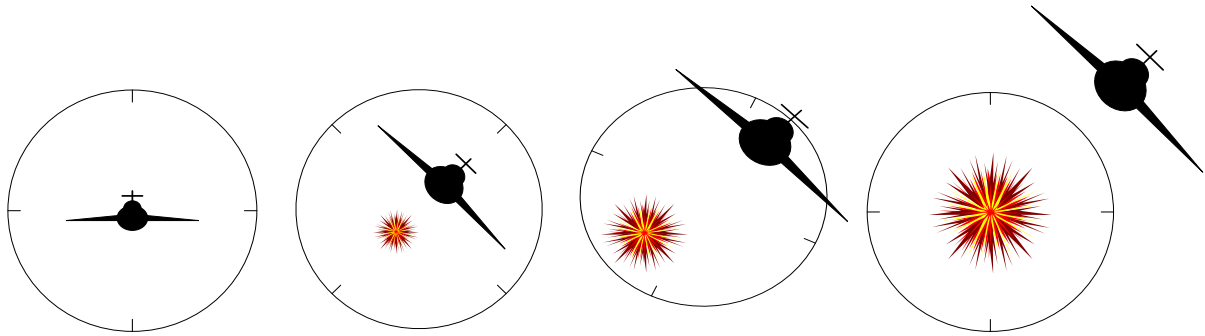
Poleg taktičnega letenja, ki ga mora izvajati posadka, se sočasno uporabi IR vabe (flare). Z odmetavanjem takih vab povzročimo zelo veliko IR sliko, ki lahko preusmeri raketo, ki je

<sup>11</sup> MANPADS – Man Portable Air Defense System ( lahki prenosni raketni sistem )

usmerjena proti izvoru IR sevanja. Ker sodobne rakete lahko prepoznajo razliko med IR sliko motorja in vabo, je zelo pomembno, da je IR slika vabe čim boljši približek IR sliki motorja.

Spodnja slika prikazuje zavajanje rakete s pomočjo EM vab (flare).

**Slika 8: Prikaz delovanja IR vabe (flare)**



Vir: Ruag

### 5.2.1 Kontrolna enota oz. Electronic Warfare Controller (EWC)

Namenjena je zbiranju in obdelavi podatkov zaznanih preko senzorjev. Kontrolna enota mora na podlagi predhodno naložene podatkovne baze in vrste grožnje določiti proti ukrepe ter na ustrezen način opozoriti posadko helikopterja. Podatkovna baza ni del sistema, zato jo mora razviti vsak posamezen operater. V našem primeru je to SV. Tu velja izpostaviti da lahko sistem deluje avtomatsko le, če prepozna grožnjo. Podatke o orožjih in sistemih, ki bi nas lahko ogrožali na bojišču so naloženi v podatkovni bazi. Te pa pridobimo in ažuriramo predvsem iz obveščevalnih podatkov.

EWC je središče in najpomembnejši element celotnega sistema EB zaščite helikopterja. EWC ima naslednje naloge:

- preračunavanje in uporaba vseh pridobljenih podatkov,
- združevanje vseh podsistemov,
- pridobivanje podatkov od senzorjev,
- ustvarjanje zvočnih in glasovnih opozoril,
- povezovanje s helikopterjem,
- shranjevanje podatkov.

Posadka helikopterja za nadzor in upravljanje sistemov ISSYS uporablja sistem, ki omogoča učinkovito upravljanje in ustrezno indikacijo groženj. Slika 6 prikazuje primer sistema TDCU-Threat Display Control Unit in Multi Functional Display.

TDCU da pilotu helikopterja še enega od kritičnih faktorjev pri učinkovitosti zaščite helikopterja in to je situacijsko zavedanje. Glavno polje prikazovalnika TDCU sestavljajo 4 koncentrični krogi, ki predstavljajo oddaljenost ter smer grožnje oz. izstrelka. Vsi podatki so tudi barvno kodirani, kar pilotu omogoča enostavnejšo interpretacijo in hitrejšo reakcijo.

**Slika 9: Prikaz namestitve TDCU**



Vir: Ruag

### **5.2.2 Sistem za izmetavanje EM vab (Chaff, Flare)- Counter Measure Dispensing System (CMDS)**

Namen EM vab je zavesti radarsko vodeno grožnjo ali IR vodeno in že izstreljeno raketo. Grožnja se zazna s senzorji RWR in MWR. Signal se računalniško obdela v kontrolni enoti (EWC), ki določi protiukrep in izbrano vabo (chaff, flare). Sistem CMD omogoča sistematično izmetavanje EM vab, tako da s čim boljšim (predhodno programiranim) imitiranjem zrakoplova zavaja grožnjo. V primeru IR vodene rakete se uporablja EM vabe- Flare, ki ustvarjajo toplotno sliko, ki imitira izpuh motorjev helikopterja. Za radarske grožnje se uporabijo EM vabe- Chaff, ki z izmetavanjem ogromne količine metalnih delcev prikažejo napačen oz. zavajajoč radarski odsev helikopterja.

Vabe kot eden izmed ukrepov EB se montirajo v zabojnike, pod krila ali trup in se "mečejo" v zračni tok, ki ga povzroča gibanje letala. V primeru počasnejših letal in helikopterjev obstajajo temu namenjeni lanserji vab.

V trenutku, ko izvidniški sprejemnik registrira nevarnost iz okolice, prenese informacijo v centralni računalnik. Na podlagi sprejetih podatkov (predvsem frekvence radarja - valovne dolžine sevanja) se preko operaterja ali avtomatsko "sekajo" oz. prilagajajo dipolni elementi.

Ločimo dve vrsti vab:

- **pasivne:**
  - protiradarske (chaff): predstavljajo veliko število drobnih kovinskih lističev, ki se razpršijo v prostoru in formirajo kovinski oblak ter povzročijo odboj radarskega valovanja in s tem negotovost v pogledu položaja cilja. Vsak listič predstavlja dipolno anteno. S pojavom radarjev, ki menjajo frekvenco, so v nekatere sisteme



že vgradili "rezalce", ki lističe vedno odrežejo na optimalno dolžino, ki bo glede na frekvenco radarja producirala največji možen odboj.

- IR (flare): za motenje IR glav. Vabe morajo povzročiti IR izvor toplote, ki bo večji, kot ga predstavlja letalo.
- **aktivne:**
- podkrilni ali odvrgljivi, prostoleteči sistemi (decoy).

**Slika 10: Prikaz namestitve dispanzerjev EM vab**



Vir: Ruag

**Slika11: Prikaz izmetavanje IR vab- Flare v zraku**



Vir: Ruag

## 6. ZAKLJUČEK

Helikopterji so postali nepogrešljiv prednostni faktor pri operacijah na kopnem, vendar jih, kot sem že omenil v nalogi, delo na večjih višinah izpostavlja napadu. Kljub temu, da so sodobni helikopterji opremljeni in zaščiteni z raznovrstnimi sredstvi in sistemi, so v sodobnih konfliktih še vedno močno ogroženi predvsem s strani manj sofisticiranih orožij. To dejstvo preusmeri relativno vrednost faktorja ranljivosti in potrebe po zmanjšanju zaznavnih elementov helikopterja in delovanja EWSP sistemov v povečanje faktorjev za preživetje, kot so zmožnosti manevriranja, šolanja posadk, situacijsko zavedanje in taktika. Prav tako je potrebno poudariti pomembnost obveščevalne dejavnosti na bojišču, planiranja posamezne naloge ter možnost ognjene podpore.

Prikrito delovanje pred sovražnikom z uporabo obveščevalnih podatkov in temu ustreznega načrtovanja naloge, se je izkazala za cenovno ugodnejšo rešitev, kot implementacija sodobnih EWSP sistemov. Kljub temu ne moremo zanemariti dejstva o porastu proizvodnje nizkocenovnih LBR MANPAD in ostalih orožij s čimer opravičujemo potrebno zaščito v okolju elektronskega bojevanja z vgradnjo EWSP opreme.

Podati celotno oceno učinkovitosti sistema za samozaščito na helikopterju Slovenske vojske AS-532AL Cougar ni enostavno že zaradi njegove kompleksnosti. Če se osredotočim izključno na sistem ISSYS, lahko rečem, da gre za sodoben učinkovit sistem zaznavanja groženj in protiukrepov, če je le-ta dobro podprt z ustrezno podatkovno bazo.

Učinkovitost sistema ISSYS, torej preživetje zrakoplova ob napadu z vodenim raketnim izstrelkom, je ključno odvisna od vrste in zaporedja izstreljenih vab glede na smer približevanja posameznega tipa vodenega raketnega izstrelka, kakor tudi od karakteristik tipa zrakoplova, ki se pred njim brani. Prav ti podatki, ki bazirajo na ugotovitvah in spoznanjih o delovanju posameznih tipov vodenih raketnih izstrelkov, so shranjeni v računalniški podatkovni knjižnici sistema ISSYS.

V splošnem je formiranje računalniške podatkovne knjižnice sistema ISSYS odgovornost vsakega uporabnika sistema ISSYS in je proizvajalec sistema ISSYS ne dobavi. Prav zato je izdelava takšne knjižnice odgovornost in naloga vsake države posebej.

V SV se pričakuje izvedbo kompleksnega sistema zaščite pred vodenimi raketnimi izstrelki, povezanega iz sistemov ACDS, RWR in MAWS z možnostjo avtomatskega proženja odmetavanja vab glede na zaznane grožnje. Tak avtomatski sistem je edina možna obramba pred vodenimi raketami za počasne zrakoplove na nizkih višinah, kot so naprimer helikopterji v taktičnem režimu leta ali pa transportna letala v fazi pristajanja ali vzletanja, saj zaradi izredno kratkega časa od izstrelitve do cilja ročna reakcija pilota po detekciji grožnje ni učinkovita.

Kljub izjemno visoki ceni in kompleksni zgradbi, pa je tudi avtomatsko prožen ACDS učinkovit le toliko, kolikor je kvalitetna računalniška podatkovna knjižnica ACDS.

ISSYS pa je v okolju EB lahko učinkovit sistem samo takrat kadar je uporabljen v kombinaciji z vsemi ostalimi dejavniki, ki vplivajo na varnost in zaščito helikopterja. Ti so kompleksnost sistemov in okolja, ki v celoti zahteva primerno usposobljenost članov posadk zrakoplovov, kot tudi ostali ustrezni zaščitni sistemi na samem helikopterju. V pogojih EB je potrebno upoštevati ustrezno zaščito in postopke, kot so: barva helikopterja, ki zagotavlja nizko IR odbojnost, usmerjevalniki motorskega izpuha, IR motilec (jammer), RWR, RWS, MWS, LWS, balistična zaščita za posadko in vitalne sklope helikopterja.

Na helikopterju Cougar so trenutno vgrajeni sistem ISSYS, oklepni sedeži za posadko in zunanja balistična zaščita pilota in kopilota. Načrtuje pa se še nadgradnja oziroma dodatna

balistična zaščita kabine, usmerjevalniki motorskega izpuha ter morda tudi oborožitev za samozaščito. Samo celovita nadgradnja helikopterjev bo tako omogočila tehnično učinkovit sistem samozaščite.

Omeniti pa velja tudi dejavnika, ki se še posebej dotikata letalske stroke. To sta usposobljenost posadk za delovanje v EB okolju in medsebojna zaščita med zrakoplovi.

Večina nalog helikopterjev na operacijah MOM in v EB okolju se izvaja v skupinskem taktičnem letu (transportni helikopter + bojni helikopter in ostala zračna zaščita ter spremstvo). zato je temu primerno potrebno tudi ustrezno usposabljanje z ostalimi sodelujočimi (bojni helikopter, ...). Ker SV nima takih zmožnosti, je edina možna rešitev uporaba letal PC-9 za usposabljanja taktičnega skupinskega letenja, kar pa še vedno ne pomeni, da ima SV zmožnosti sodelovanja s helikopterjem na MOM, ki zahtevajo EB izurjenost.

Tudi posadke zrakoplovov je potrebno primerno usposobiti za EB in iz izkušenj kolegov lahko trdim, da v tem trenutku pripadniki SV niso primerno usposobljeni za delovanje v EB okolju. Do tega trenutka namreč posadke helikopterjev v SV niso sodelovale pri kakršnem koli usposabljanju iz EB. Torej tudi strokovna usposobljenost pripadnikov SV ni v takšnem stanju, da bi bili lahko sposobni celovito delovati v EB okolju.

Tehnične nadgradnje helikopterjev, še ne pomenijo, da bo helikopter varno in zaščiteno opravljal naloge v nevarnejših območjih. Menim, da mora Slovenska vojska še precej postoriti, predvsem pa vzpostaviti celoten načrt delovanja in usposabljanja z namenom doseganja učinkovite zaščite helikopterjev pri morebitni napotitvi na mednarodne operacije in misije.

## VIRI IN LITERATURA

- Golob, Možina, Frangež. 2006. Skripta Elektronsko bojevanje. Ljubljana:Slovenska vojska, Poveljstvo za doktrino, razvoj, izobraževanje in usposabljanje;
- NATO. 2008. USE OF HELICOPTERS IN LAND OPERATIONS– DOCTRINE ATP-49(E),
- Richardson, Doug. 1985. Techniques and Equipment of Electronic Warfare. London, Salamander Books.
- Johnny Heikel. 2005. Electronic warfare self-protection of battlefield helicopters: A holistic view
- RUAG. 2010. ISSYS Basic Training
- RUAG. 2010. FLIGHT MANUAL AS-532AL Supplement – ISSYS

## SEZNAM SLIK

<i>Slika 1: Shematski prikaz Elektronskega bojevanja in Elektronskega izvidovanja (SIGINT)</i>	5
<i>Slika 2: Taktični prelet helikopterja</i>	10
<i>Slika 3: Ohlajevalniki izpuha na helikopterju AS-532AL Cougar</i>	18
<i>Slika 4: Helikopter NH-90 z sistemi za zaščito</i>	19
<i>Slika 5: Shematski prikaz ISSYS</i>	22
<i>Slika 6: Primer namestitve LWR,MWR,RWR</i>	23
<i>Slika 7: Prikaz smeri od koder prihaja grožnja, ki jo vidi pilot v helikopterju</i>	24
<i>Slika 8: Prikaz delovanja IR vabe</i>	25
<i>Slika 9: Prikaz namestitve TDCU</i>	26
<i>Slika 10: Prikaz namestitve dispanzerjev EM vab</i>	27
<i>Slika 11: Prikaz izmetavanja IR vab v zraku</i>	27

## SEZNAM TABEL

<i>Tabela 1: Delovanje transportnih helikopterjev ter ocena tveganja</i>	<i>11</i>
<i>Tabela 2: Orožja ter stopnje ogroženosti helikopterja glede na to kje se nahaja na bojišču</i>	<i>14</i>
<i>Tabela 2: Ukrepi in potrebna sredstva za zagotovitev ustrezne stopnje zaščite helikopterja, glede na stopnjo ogroženosti helikopterja</i>	<i>20</i>

## SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC

ACDS	Automatic countermeasure dispense system
CMDS	Counter Measure Dispensing System
COMINT	Communication intelligence
CZV	Center zvez
EA	Electronic Attack
EB	Elektronsko bojevanje
ED	Electronic Defence
ECM	Electronic counter measures
ECCM	Electronic Counter Counter Measures
EI	Elektronsko izvidovanje
ELINT	Electronic intelligence
EM	Elektro magnetni
EME	Elektromagnetna energija
EMS	Elektromagnetno sevanje
ES	Electronic Surveillance
ESM	Electronic Support Measures
ESM	Electronic support measures
EW	Electronic warfare
EWC	Electronic Warfare Controller
IR	Infra rdeče
IR (H)	Instrumental Rating (Helicopter)
ISSYS	Integrated Self-Protection Solution
JRKBO	Jedrsko, radiološko, kemijsko, biološko orožje
KIS	Komunikacijsko informacijski sistem
LWS	Laser Warning System

MWS	Missile Warning System
MANPADS	Man Portable Air Defense System
NATO	North atlantic treaty organisation
PM	Poveljniško mesto
PZO	Proti zračna obramba
RWR	Radar Warning Receiver
RWS	Radar Warning System
SIGINT	Signals intelligence
SV	Slovenska vojska
TDCU	Threat Display Control Unit



## IZJAVA O AVTORSTVU ZAKLJUČNE NALOGE

Slušatelj (čin, ime in priimek) des. Peter Paušič izjavljam, da sem avtor zaključne naloge z naslovom Učinkovitost sistema za samozaščito na helikoptreju SV AS-532AL Cougar, ki sem jo napisal pod mentorstvom por. Tomaža Mrlaka.

S svojim podpisom zagotavljam da:

- je zaključna naloga izključno rezultat mojega lastnega dela,
- so vsa dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v zaključni nalogi, navedena oziroma citirana v skladu s SOP za izdelavo in ocenjevanje zaključne naloge na ŠČ.

V Cerkljah ob Krki , dne 26.08.2010

Podpis: \_\_\_\_\_