

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

**ZAKLJUČNA NALOGA**

**OMEJITVE NVG (NIGHT VISION GOGGLES) V PUŠČAVSKEM  
OKOLJU**



Kandidat, slušatelj:

des, Jošt Laznik

Mentor:

npor, Aleš G. Ristič



REPUBLIKA SLOVENIJA  
**MINISTRSTVO ZA OBRAMBO**

**Slovenska vojska**

Poveljstvo za doktrino, razvoj,  
izobraževanje in usposabljanje

Šola za častnike

---

Številka:

Datum:

## ZAKLJUČNA NALOGA

# OMEJITVE NVG (NIGHT VISION GOGGLES) V PUŠČAVSKEM OKOLJU

Kandidat, slušatelj: des, Jošt Laznik

Mentor: npor, Aleš G. Ristič

Cerklje ob Krki, Avgust 2010

## **POVZETEK**

V zaključni nalogi obravnavam omejitve, ki se pojavljajo pri nočnem taktičnem letenju v puščavskem okolju z uporabo opreme za nočno letenje. Za lažje razumevanje so sprva predstavljene osnove delovanja ANVIS (Aviator Night Vision System) sistemov za nočno gledanje, zgodovina in osnovne omejitve nočnega letenja. ANVIS sistemi so pri vojaških helikopterskih operacijah nepogrešljiv sistem, ki omogoča nizko- taktično letenje tudi ponoči. Lokacija današnjih misij in aktualni dogodki prenašajo težišče delovanja enot na območja, kjer je glavna terenska značilnost pesek in prah, ki se nahaja na puščavskih tleh ter specifične terenske lastnosti katere srečamo samo v puščavskem okolju. V tem okolju srečamo več različnih tipov puščav s specifičnimi lastnostmi, ki vplivajo na posamezne omejitve letenja. Za vsako izmed njih se v odvisnosti od profila letenja poleg osnovnih omejitev kot so brownout (zatemnitev) in iluzije pojavljajo različne omejitve, ki so predstavljene v nalogi.

### **Ključne besede:**

Nočnogled, očala za nočno gledanje, ANVIS, puščavsko okolje, omejitve, NVG, puščave s sipinami, grmičasta puščava, puščava s suhim jezerskim dnom, brownout, koordinacija posadke, NVG oprema, priprava na let, iluzije.

## **SUMMARY**

The final paper deals with the limitations that exist in tactical night flying in the desert environment by using equipment for night flying. For ease of understanding, initially, basic operation of ANVIS (Aviator Night Vision System) systems for night vision, history and background of night flight limitations are presented. ANVIS systems for military helicopter operations is an indispensable system that allows low-tactical flying at night. The location of today's mission and focus on present operation transferred units to areas where the terrain's main characteristic is sand and dust, which is located on the desert floor and the specific terrain features which are only met in the desert environment. In this environment, we encounter many different types of deserts with specific characteristics that affect flight limitations. For each of them being dependent on the flight profile, in addition to the basic constraints such as brownout and the illusion, appear different constraints that are presented in this paper.

### **Key words:**

Night-vision goggles, ANVIS, desert environment, constraints, NVG, desert dunes, scrub desert, dry lake bed desert, brownout, crew coordination, NVG equipment, flight planning, illusion.

## KAZALO

<b>POVZETEK</b> .....	<b>I</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>II</b>
<b>1 UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1 Namen in cilji raziskave.....	1
1.2 Metode dela .....	2
1.3 Struktura zaključne naloge .....	2
<b>2 OSNOVE</b> .....	<b>3</b>
2.1 Delovanje NVG naprav.....	5
2.1.1 Proces ojačitve svetlobe.....	5
2.1.2 Razlika občutljivosti med očesom in NVG .....	6
2.1.3 Prikaz slike .....	7
2.1.4 Zaščita ojačevalnika svetlobe in filtri .....	7
2.1.5 Napake NVG naprav .....	8
2.2 Osvetlitev .....	8
2.2.1 Tipi osvetlitve .....	8
2.2.2 Luna in sonce .....	8
2.2.3 Svetlobna onesnaženost .....	9
2.2.4 Drugo .....	9
<b>3 OPREMA ZA NVG LETENJE</b> .....	<b>10</b>
<b>4 OMEJITVE V PUŠČAVSKEM OKOLJU</b> .....	<b>11</b>
4.1 Vizualne iluzije .....	11
4.2 Pojav zatemnitve – Brownout.....	12
4.3 Lastnosti NVG terenskega letenja pri treh različnih tipih puščav.....	14
4.3.1 Grmičasta puščava.....	15
4.3.2 Puščava s suhim jezerskim dnom .....	17
4.3.3 Puščava s sipinami.....	18
4.4 Prehodi med tereni .....	20
4.4.1 Identifikacija prehodov med tereni.....	20
4.4.2 Identifikacija terena v različnih načinih leta .....	20
4.4.3 Težave, ki se lahko pojavijo .....	20
<b>5 NVG PRIPRAVA NA LET</b> .....	<b>22</b>
5.1 Izvor in vrednotenje podatkov .....	22
5.2 Planiranje višine in hitrosti leta pri NVG letenju.....	24
5.2.1 Ocena tveganja .....	28
<b>6 KOORDINACIJA POSADKE IN SKENIRANJE</b> .....	<b>29</b>
6.1 Koordinacija posadke .....	29
6.2 Skeniranje .....	30
<b>7 ZAKLJUČEK</b> .....	<b>33</b>
<b>LITERATURA IN VIRI</b> .....	<b>34</b>
<b>SEZNAM SLIK, TABEL IN DIAGRAMOV</b> .....	<b>35</b>

<b>SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN OKRAJŠAV .....</b>	<b>36</b>
<b>SEZNAM SLOVENSКИH PREVODOV TUJIH IZRAZOV .....</b>	<b>37</b>
<b>IZJAVA O AVTORSTVU ZAKLJUČNE NALOGE .....</b>	<b>38</b>

# 1 UVOD

Helikoptersko taktično letenje ponoči, brez naprav za nočno gledanje je zelo oteženo in predstavlja veliko tveganje za posadko. Po izumu NVG (Night Vision Goggles – Očala za nočno gledanje) in tehnološkem napredku je letenje ponoči zaradi prikritosti danes redno na planu operacij. Vojaško taktično letenje je prišlo do te mere, da lahko najmanjša napaka pilota kritično vpliva na potek same naloge posadke, zato je poznavanje lastnosti, omejitev in postopkov pri nočnem letenju v puščavskem okolju zelo pomembno.

V zaključni nalogi obravnavam omejitve, ki se pojavljajo pri nočnem taktičnem letenju v puščavskem okolju z uporabo opreme za nočno letenje. Za lažje razumevanje so sprva predstavljene osnove delovanja sistemov za nočno gledanje, zgodovina in osnovne omejitve nočnega letenja.

V nalogi so opredeljene omejitve, ki se pojavljajo v treh različnih tipih puščav. To so puščava s sipinami, puščava s suhim jezerskim dnom in grmičasta puščava. Vse tri oblike puščav imajo v osnovi podobne lastnosti vendar se zaradi specifičnih razlik, ki se pojavljajo (barva terena, struktura tal, vegetacija, oblika terena, odbojnost svetlobe, poseljenost, količina komunikacij, dinamično spreminjanje terena) razlikujejo tudi načini letenja in posledično omejitve, ki se pojavljajo. Pomembnejše omejitve in pojavi, ki so opisani so hitrosti, višine, vizualne iluzije, brownout (zatemnitev), terenske omejitve, oprema, svetilnost in pozicija lune ter pozicija sonca. Poleg poznavanja in prepoznavanja negativnih posledic nočnega terenskega letenja v puščavskem okolju je pomembna pravilna in kvalitetna koordinacija članov posadke, ki pripomore k lažjemu dojetanju trenutnega stanja in posledično varnejšemu letenju.

Upam da bodo tukaj opisane osnove o pogojih, omejitvah, iluzijah in drugih dejavnikih pomagale k razumevanju ali pa vsaj dale prave smernice za nadgradnjo in temeljitejše poznavanje te tematike.

## 1.1 NAMEN IN CILJI RAZISKAVE

Namen zaključne naloge je raziskati in predstaviti lastnosti, pojave in omejitve, ki se pojavljajo pri nočnem-taktičnem helikopterskem letenju v puščavskem okolju.

Cilj zaključne naloge je povezati dano gradivo in izsledke, ki bodo primerljivi z helikopterji Slovenske vojske in sestaviti gradivo, ki bo dosegljivo za usposabljanje pilotov SV z NVG napravami pri letenju v puščavskem okolju.

## **1.2 METODE DELA**

Za potrebe zaključne naloge so bile uporabljene naslednje metode dela:

- interpretacija literature in dokumentov raziskav letalskih enot Ameriške vojske
- interpretacija internetnih virov
- razgovori z inštruktorji letenja na NVG (Night Vision Goggles) napravah

## **1.3 STRUKTURA ZAKLJUČNE NALOGE**

Struktura naloge je prilagojena bralcem z nekaj strokovnega predznanja o NVG napravah in delovanju vendar mora bralec za lažje razumevanje poznati določene termine in postopke letenja ki se pojavljajo pri tem tipu letenja.

Zaključno nalogo sem razdelil na šest osnovnih delov:

1. Osnove NVG naprav
2. Oprema za NVG letenje
3. Omejitve NVG v puščavskem okolju
4. NVG priprava ne let
5. Koordinacija posadke
6. Zaključek

Naloga je sestavljena tako, da bralec sprva na hitro obnovi osnovno znanje o NVG sistemih in delovanju, nato pa preide na specifično tematiko o omejitvah v puščavskem okolju, kjer na opisih in primerih dobi sliko kakšne so lahko nevarnosti in načini letenja pri nočnem taktičnem letenju v puščavi.



## 2 OSNOVE

NVG so monokularne ali binokularne naprave, ki ojačajo od objektov odbito svetlobo in jo interpretirajo tako, da je mogoče zaznavanje in orientacija v prostoru tudi ponoči ob nizki osvetlitvi.

NVG je elektro-optični instrument, ki omogoča gledanje v okoljih ki se približujejo popolni temi. Največkrat so uporabljane v vojaške in policijske namene, na voljo so tudi civilnim uporabnikom. Izraz se največkrat nanaša na kompletno enoto, ki vključuje cev za ojačitev slike, zaščitno in največkrat vodoodporno ohišje in nekakšen sistem za montiranje. Prva uporaba NVG-jev je bila med 2. Svetovno vojno, bolj na široko pa so jo uporabljali med vietnamsko vojno. Tehnologija je izredno napredovala od tedaj, kar je privedlo do več generacij NVG-jev, ki so izboljšale sposobnosti in zmanjšale ceno naprav.

Prve naprave so razvili Nemci, Američani in Angleži med drugo svetovno vojno (Global Security 2005). Po temeljiti predelavi in razvoju nove tehnologije so se naprave začele redno uporabljati tudi v letalstvu. Prva jih je začela uporabljati ameriška vojska leta 1971, danes pa jih uporablja že večina vojska na svetu.

Kronologija uporabe NVG v letalske namene:

- AN/PVS – 5 (Army-Navy/Portable Visual Detection System)
- ANVIS (Aviator Night Vision Imaging System)
- ANVIS-6
- AN/AVS – 7 NVG sistem opremljen z HUD (Head Up Display),
- AN/AVS – 9
- AN/PNVG

**Tabela 1: Primerjava starejšega AN/PVS – 5 z novejšim AN/AVS - 6**

Tip	AN/PVS - 5	M949/AV4949
Vizualna ostrina	20/50	20/40
Teža	1,67 lbs (0,75 kg)	1,19 lbs (0,54 kg)
Oblika	Cel ali delno zakrit obraz	Dober periferni vid
Življenjska doba	4000 ur	10 000 ur
Odlom (obremenitev)	Ne	11 – 15 g
Vrtenje nad čelado	Ne	Da

**Slika 1: NVG tipa AN/PVS - 5**



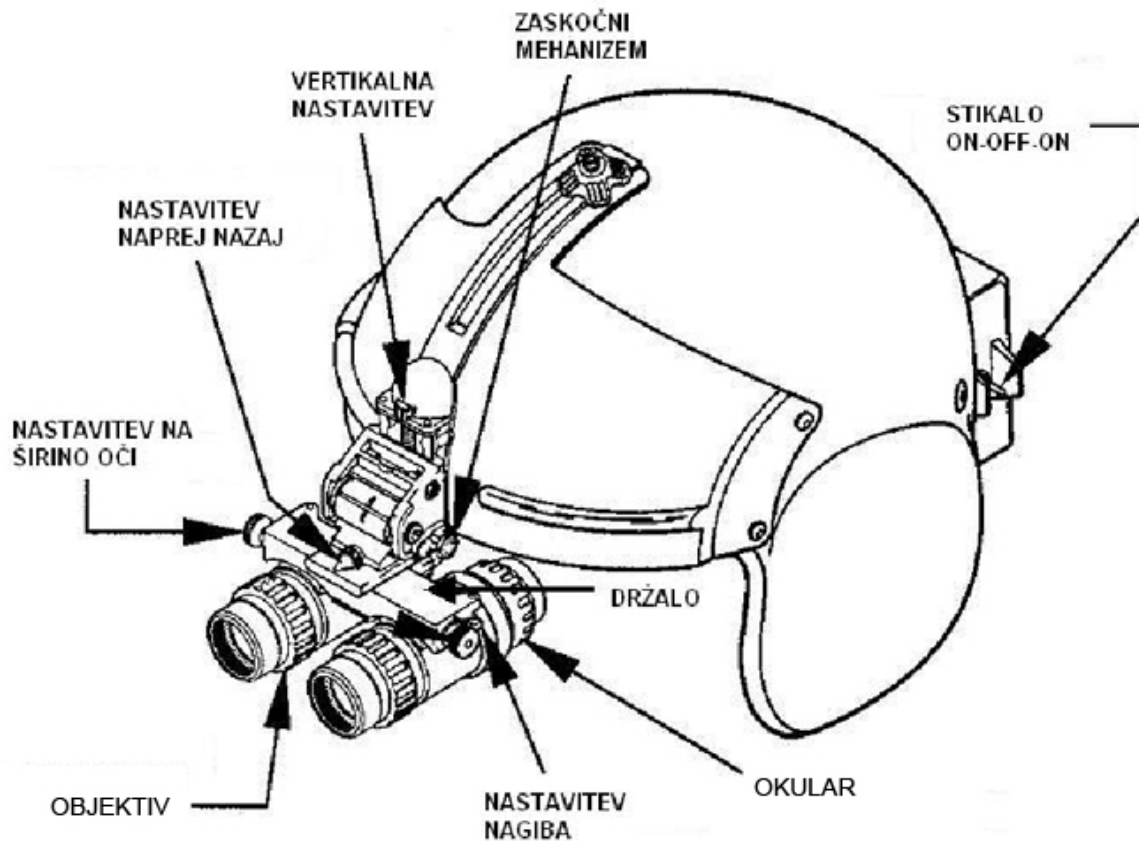
Vir: <http://www.ownthenight.com/catalog/i29.html>

**Slika 2: NVG tipa M949/AV4949**



Vir: <http://www.nightline-inc.com/NightVision/en/products/m949.php>

Slika 3: Moderen sistem NVG



Vir: Operators manual ANVIS model NL-93

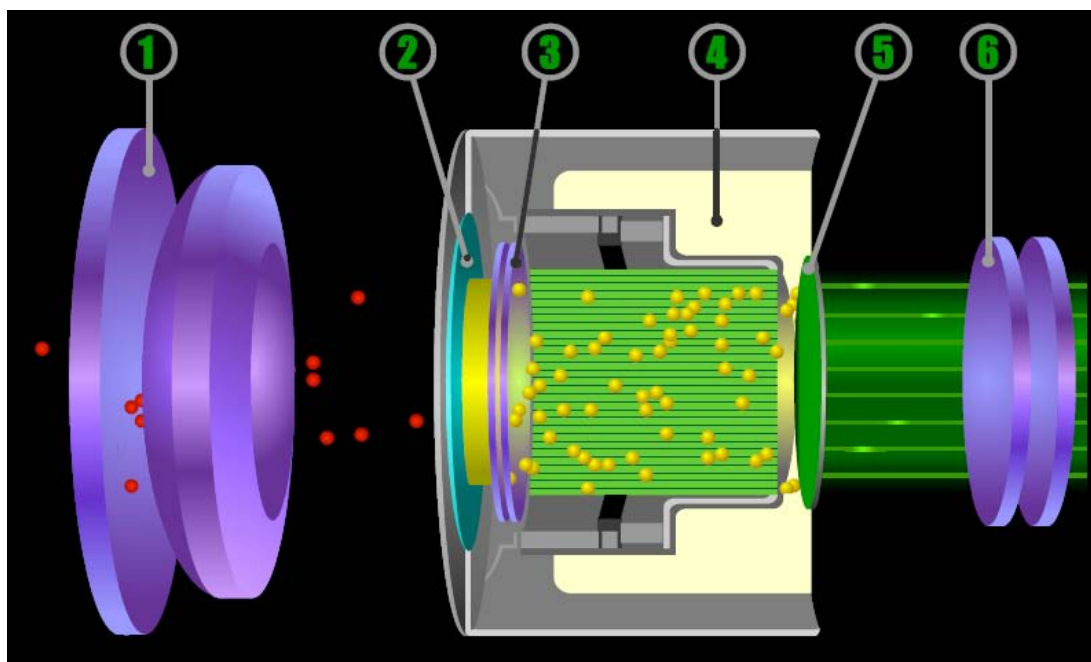
## 2.1 DELOVANJE NVG NAPRAV

### 2.1.1 Proces ojačitve svetlobe

Fotoni vidne in IR svetlobe vstopijo v objektiv (Slika 4, Str: 6, označeno kot 1), kjer se slika obrne in zasuka. Leča usmeri energijo svetlobe na fotokatodo. Ko na njo pade svetloba, fotoni izbijajo elektrone iz fotokatode (2). V osnovi elektromagnetna slika, na ta način postane elektronska. Dobljena slika potuje naprej do mikrokanalne plošče (MCP). Mikrokanalna plošča (3) ima 6 milijonov cevčic in je velikosti kovanca. Izbiti elektroni udarjajo ob stene cevčic (za zagotovitev udarca, so cevčice rahlo nagnjene). Pri vsakem odboju od stene se število elektronov pomnoži. Ko elektroni (negativna nabitost) zapustijo mikrokanalno ploščo, pospešijo proti fosforni plošči (5) s pozitivnim potencialom. Ta pospešek poveča njihovo energijo. Sedaj povečani v številu in intenzivnosti, se ti elektroni zadenejo fosforno ploščo in povzročijo da le-ta zasveti. Fotoni so nato izpuščeni v enaki sliki, kot so vstopili v ojačevalnik. Elektronska slika se spet pretvori v elektromagnetno.

Slika se obrne nazaj z uporabo optičnih vlaken in nato preko okularja (6) pride do očesa.

Slika 4: Princip delovanja NVG naprav

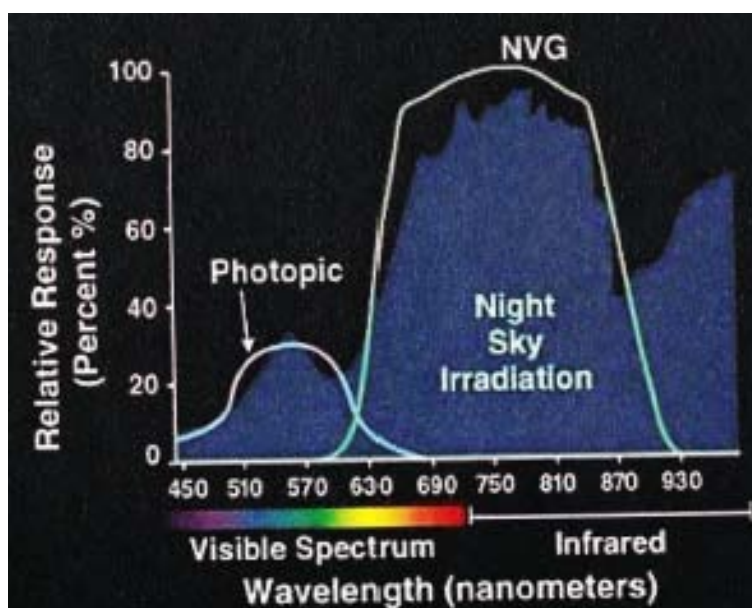


Vir: [http://soco-china.com/Knowledge\\_Base/night\\_vision.php](http://soco-china.com/Knowledge_Base/night_vision.php)

### 2.1.2 Razlika občutljivosti med očesom in NVG

Na spodnjem diagramu je prikazano, da človeško oko vidi le svetlobo, ki se nahaja znotraj vidnega spektra. NVG vidi svetlobo vidnega spektra, kot tudi manjši del IR spektra. Prav v tem energijskem spektru je tudi svetloba, ki jo je največ na voljo (noč brez mesečine) in jo NVG tudi izkorišča.

Slika 5: Nočni spekter na voljo za uporabo z NVG



Vir: <http://www.explainthatstuff.com/electromagnetic-spectrum.html>

### **2.1.3 Prikaz slike**

Slika v NVG je v odtenkih zelene (monokromatski prikaz), ki v pogojih slabše vidljivosti (noč, tema, ipd.) omogoča očesu najboljše zaznavanje. Današnji NVG-ji imajo ostrino prikaza velikosti 20/25 – 20/40 – pomeni, da vidiš nekaj na 20 enotah, kar bi v normalnih svetlobnih pogojih videl na 40 enotah; to je pa v primerjavi z običajno ostrino človeškega vida ponoči, ki znaša 20/200, že znaten napredek.

Vidni kot med trenutno najbolj uporabnimi NVG napravami je okoli 40°. Ta kot lahko izboljšamo z uporabo primernih metod skeniranja.

### **2.1.4 Zaščita ojačevalnika svetlobe in filtri**

#### **ABC (Automatic Brightness Control) – Samodejno prilagajanje svetlosti**

Med pogoji visoke osvetlitve sistem ABC zmanjša napetost na MCP. Sistem obdrži nivo ojačitve na prednastavljenem nivoju. Ta funkcija omejuje količino elektronov, ki zapuščajo MCP in je lahko vidna, če se premaknemo iz pogojev nizke na pogoje visoke osvetljenosti – najprej svetlost slike naraste, šele nato se zasenči na konstanten nivo.

Naprava nam v primeru da gledamo v izvor osvetlitve katere ojačitev bi nam lahko poškodovala vid ali nas zaslepila zmanjša izhodno moč osvetlitve tako da vidimo normalno osvetljeno sliko. V primeru nizke osvetlitve deluje MCP na višji napetosti in obratno.

#### **BSP (Bright Source Protection) – Zaščita pred prekomerno svetlostjo**

Sistem omejuje količino elektronov ki zapuščajo fotokatodo z zmanjšanjem napetosti fotokatode in MCP. Sistem ščiti in podaljša življenjsko dobo ojačevalnika slike (NVG). Pomembno je pa tudi, da ta sistem lahko zmanjša kvaliteto slike – še posebej ob visokih vrednostih vhodne svetlobe.

#### **Filtri objektivna**

Filter A razreda (625 nanometrov)

Blokira svetlobo valovnih dolžin krajših od oranžnega spektra vidne svetlobe. V osnovi uporabljano za modro – zeleno osvetlitev kabine.

Filter B razreda (665 nm)

Blokira svetlobo valovnih dolžin krajših od srednje rdečega razreda. Dovoljuje večbarvni prikaz na prikazovalnikih v kabini. Filter B razreda blokira več svetlobe, ampak omogoča uporabo rumene in rdeče barve – barve, ki bi jih filter A razreda blokiral.

## **2.1.5 Napake NVG naprav**

V terminologiji NVG naprav lahko zasledimo dve vrsti napak. Tiste, ki so sprejemljive in nesprejemljive. Sprejemljive napake so tiste pri katerih je letenje mogoče vendar se ob določenih pogojih pilot lahko odloči, da je napaka prevelika in je letenje s to napako lahko rizično. Sprejemljive napake so svetle točke, oddajne točke, temne točke, enakomeren vzorčni šum, šest-kotna žica, neenakost v sliki, popačena slika, nihanje v izhodni osvetlitev in zastrt blesk. Na drugi strani so nesprejemljive napake pri katerih se letenje ne sme izvajati pod nobenim pogojem. Te napake so senčenje, robni sij in svetlikanje (prekinjeno delovanje).

## **2.2 OSVETLITEV**

Nivo osvetlitve je eden najpomembnejših faktorjev, katerega moramo upoštevati pri nočnem letenju z NVG in planiranju letenja. Poglavlje o osvetlitvi obravnava pogoje osvetlitve, ki so uporabni za vsa okolja.

### **2.2.1 Tipi osvetlitve**

#### **Naravna osvetlitev**

Največji in najpomembnejši vir naravne osvetlitve je mesečina (luna), ki daje nujno potrebno svetlobo za visoko ločljivost slike. Poleg mesečine oddaja svetlobo tudi zvezdni sij, ki oddaja največ v IR spektru. To lahko potrdimo z gledanjem v nebo z NVG in opazimo veliko količino zvezd. Naslednji vir svetlobe je sončna svetloba, ki jo lahko uporabimo pred sončnim vzhodom ali po zahodu, vendar je ta svetloba največkrat celo škodljiva, saj pri letenju proti ali vstran (pojav senc) od sonca (ko je to pod horizontom) NVG sposobnost najmanjša. Na bolj severnih zemljepisnih širinah se lahko uporablja aurora ali zodiakalna svetloba (zemljino magnetno polje reagira s solarnim vetrom; svetloba prihaja iz delcev, ki se gibljejo vzdolž zemeljskih magnetnih linij; zodiakalna svetloba pa nastane, ko se sončna svetloba odbije od prašnih delcev v sončnem sistemu – znani kot zodiakalni delci), katere pa v našem okolju redko ali pa ne srečamo. V atmosferi pa prihaja tudi do konstantnih kemijskih virov svetlobe. Kemijske reakcije v atmosferi (kemijske reakcije med atomi dušika, kisika in molekulami v zgornjih plasteh atmosfere – krivci za največji delež IR svetlobe, ki je na voljo v noči brez mesečine).

#### **Umetna osvetlitev**

Kadar je za letenje na voljo premalo naravne svetlobe moramo uporabiti umetni vir svetlobe. Ti viri so lahko koristni lahko pa nam otežujejo letenje. Koristni viri katere uporabljamo namenoma so IR ali bele luči. Druga umetna osvetlitev pa je celoten spekter vidne svetlobe, katere vir so lahko mestne uči, razsvetljava, ogenj, avtomobilske in iskalne luči. Med IR spekter še sodijo svetilne rakete in kemične svetilke.

### **2.2.2 Luna in sonce**

#### **Luna**

Pri načrtovanju leta z NVG je potrebno upoštevati poznavanje pozicije lune, da posadke ne leti direktno v vzhajajočo ali zahajajočo luno. Luna pri malih kotih (manj kot 30 stopinj) lahko izkrivi obliko terena, katere pa je težje povezati z navigacijskimi kartami. Luna pri velikih kotih (70-90 stopinj) in veliko stopnjo osvetlitve lune (nad 80%) lahko povzroči izpiranje (washout)

detajlov terena in posledično pomanjkanje zaznavanja vizualnih značilnic. Optimalni pogoji za letenje z NVG so osvetlitev lune 40-80% in kot lune 40-80 stopinj nad horizontom.

Zaznavanje ovir je najlažje ko je luna za zrakoplovom.

Če je potrebno se lahko sence, ki jih nudi teren, uporabijo za prikrivanje zrakoplova. Sence lahko uporabimo tudi kot vizualne značilnice pri prostorski navigaciji. Pri terenu z velikimi vertikalnimi dviganji terena in z luno za nami, terenske značilnosti bolj izstopajo, sence pa se širijo od zrakoplova naprej. V primerih ko je luna na desno ali levo se pojavi težava zaznavanja ovir, saj lahko lateralne sence ovire prikrijejo.

### **Sončni vzhod in zahod:**

Pri letenju z NVG blizu sončnega zahoda in vzhoda moramo upoštevati tudi pozicijo in kot sonca saj lahko preko horizonta sončna svetloba zmanjša kvaliteto delovanja NVG naprav. Temu se izognemo tako da se izogibamo letenju proti zahodu takoj po sončnem zahodu ali proti vzhodu tik pred sončnim vzhodom. Temu se moramo izogniti ker se svetloba, ki potuje preko horizonta ukrivi in še ima določen vpliv na osvetlitev slike v očalih. Efekt svetlobe preko horizonta se zmanjša, ko je sonce 12 ali več stopinj pod horizontom. To je prevedeno v časovno enoto 48 minut po sončnem zahodu.

### **2.2.3 Svetlobna onesnaženost**

Svetlobna onesnaženost je pojav oziroma posledica sevanja umetne in naravne osvetlitve (mestne luči, požari, rakete) in povečuje skupno osvetlitev okolja. Pojav je težko napovedati.

Točkovna svetlobna onesnaženost (mesto, območje luči) lahko zmanjša možnost zaznavanja osnovnih potez terena, ki se nahajajo med NVG napravo in svetlobnim virom onesnaženja.

### **2.2.4 Drugo**

Ko je napoved osvetlitve majhna ali velika moramo pri pripravi leta upoštevati večji faktor tveganja. Če je nivo osvetlitve zelo visok lahko odbojnost peska v puščavi zmanjša zmožnost zaznavanja ovir v ozadju. Megla, dim, meglica, pesek ali prah bodo razpršili svetlobo in tako zmanjšali osvetlitev in posledično zmanjšali izkoristek NVG naprav.

### 3 OPREMA ZA NVG LETENJE

Oprema za nočno letenje mora biti temeljita, poleg tega pa mora biti poznavanje karakteristik opreme in njenih lastnosti ter omejitev dobro.

#### A) OČALA ZA NOČNO GLEDANJE

Očala za nočno gledanje so najpomembnejši element sistema ANVIS. Priporočljiva je uporaba AN/AVS-6 sistema ali novejšega. Slovenska vojska trenutno uporablja NVG očala NL-93, ki so primerljiva z očali sistema AN/AVS-6.

POMEMBNO: Pomembno je strogo upoštevanje navodil za uporabo in vzdrževanje saj je sistem izjemno optično občutljiv. Po prenehanju uporabe očal je pomembno da očala skrbno zapremo v torbico, da ni stika s prahom in peskom.

#### B) OPREMA ZA NAVIGACIJO:

Slovenska vojska za navigacijske namene poleg osnovne navigacije z zemljevidi uporablja sistem GPS, ki je med vsemi najbolj natančen. Poleg GPS-a se uporablja še bela in IR luč (bela luč poveča verjetnost, da smo zaznani). V uporabi drugih vojska je še Dopplerjev radar.

Obveščevalna dejavnost, ki se ukvarja z letalstvom mora neprekinjeno slediti novim spremembam v okolju (žice, ovire, relief), zato je pomembno, da kadar je to mogoče se izvede izvidovanje rute leta, povečana pozornost pa mora biti usmerjena v področja z malo konturami in območji z redkimi intervali kontur.

#### C) POZICIJSKE LUČI

Pri prihodu na pristajanje lahko pri nizki in srednji svetilnosti lune pozicijske luči pomagajo pri vzdrževanju reference tal. Večino svetlobnega vira oddaja rdeča luč na levi strani helikopterja. IR pozicijske luči pa tudi pomagajo pri držanju razdalje in reference pri formacijskem letenju.

#### D) RADIJSKI VIŠINOMER

Pozor: meritev višine se izvaja samo direktno pod helikopterjem. Ne meri razdalj pred nami. Radijski višinomer mora biti uporabljen za vse lete na višinah pod 150 čevljev nad terenom. Je najpomembnejši instrument pri konturnem letenju, prihodih in manevrih izven efekta talnega učinka (Piloti so brez uporabe radijskega višinomera precenili višino za +/- 70 čevljev). Radijski višinomer je najnatančnejše orodje za določanje višine od 25 čevljev nad terenom.

#### E) TPEK (Terrain Perception Enhancement Kit) – OPREMA ZA BOLJŠE ZAZNAVANJE TERENA – USMERJENE LUČI

TPEK je pripomoček za letenje z ANVIS sistemi. Če sovražnik uporablja opremo za nočno opazovanje je velika verjetnost, da nas odkrije. TPEK daje dodatno vizualno referenco le pri letenju preko dvigajočega se terena. Sistem vsebuje 2 usmerjeni infrardeči luči, ki sta pritrjeni na ohišje helikopterja. Usmerjeni luči sevata IR svetlobi, ki povzročata vidne točke na terenu ali oviri. Tako TPEK z dvema osvetljenima točkama pilotu daje več dodatnih vizualnih referenc. Luči delujejo do razdalje 150m, vendar so se uporabljale tudi na večjih razdaljah (do 400m).



## 4 OMEJITVE V PUŠČAVSKEM OKOLJU

Pred vsakim letom je potrebno med planiranjem in pripravo na let upoštevati terenske značilnosti puščave, možnost pojava iluzij in predpisane omejitve za določen tip zrakoplova. To poglavje opisuje vizualne iluzije, ki se pojavljajo pri letenju z NVG, značilnosti prehodov med tereni, omejitve hitrosti, višin in postopkov ter značilnosti katere moramo upoštevati pri treh prevladujočih tipih puščav na svetu. Te so grmičasta puščava, puščava s suhim jezerskim dnom in puščava s sipinami.

### 4.1 VIZUALNE ILUZIJE

Zelo pomembno je, da so piloti seznanjeni z iluzijami, ki lahko vplivajo na varnost letenja z NVG. Vse spodaj našteje iluzije so v puščavskem okolju najbolj pogoste, kljub temu, da se lahko pojavljajo v vseh okoljih in vseh vrstah puščav se zelo pogosto pojavljajo na vseh višinah v puščavskem okolju s sipinami, zato je pomembna pravilna koordinacija posadke. Posadke pa si prav tako lahko pomagajo med sabo s klicanjem višine, hitrosti in položaja letala.

1. **Avtokineza:** Če je na vidiku ena stacionarna luč in ni drugih vizualnih referenc, vidimo luč kot da se premika, niha. To navidezno gibanje se pojavi če zremo v luč najmanj 8-10 sekund. Ne glede da vzrok za nastanek avtokineze ni znan je najverjetnejši pogoj za nastanek izguba zunanje reference, ki normalno služi stabilizaciji percepcije vida. Ta iluzija se lahko prepreči z skeniranjem prostora, povečanjem števila luči ali s spreminjanjem intenzitete luči. Izmed teh treh je najpomembnejše vizualno skeniranje. Luč ne sme biti opazovana več kot 10 sekund. Pojavi pa se ko opazujemo stacionarno luč z temnim ozadjem, ali okolju brez dobro razločljive teksture.
2. **Napačna interpretacija luči na tleh:** Mnogokrat se zgodi, da pilot zamenja luči na tleh z zvezdami. Ko se to zgodi pilot avtomatsko spremeni položaj letala, da vzdrži luči na tleh (misleč da so zvezde) nad horizontom. Primer se lahko pojavi pri letu nad morjem, ko se lahko z manevrom popravljanja zrakoplov nevarno približa k gladini, medtem pa pilot verjame da je letel horizontalno. Težave se lahko pojavijo tudi pri napačni interpretaciji luči vlaka. Pilot se misleč, da je to pristajalna steza nevarno približa vlaku. Da se izognemo temu problemu mora posadka večkrat opazovati instrumente.
3. **Relativno gibanje:** Iluzijo relativnega gibanja lahko razložimo na primeru: Pilot lebdi helikopter in čaka na navodila za "air-taxi" (nizko letenje helikopterja nad stezo za voženje do točke vzletanja ali obratno). Ob njem lebdi drug helikopter. Ko pilot zazna ob njem lebdeči helikopter v prvem perifernem vidu zazna gibanje v nasprotni smeri. Edin način izogibanja te iluziji je poznavanje te iluzije in vedenje da se pojavlja.
4. **Napačen horizont:** Formacije oblakov lahko posadko zmedejo pri zaznavanju horizonta ali tal. Trenutna zmedenost se pojavi če pilot ob daljšem času zre v pilotsko kabino in nato pogleda navzgor. Ker je referenca položaja zunaj ponoči slabša se mora pilot manj zanašati nanjo kot podnevi. To iluzijo se lahko prepreči s pogostejšim gledanjem instrumentov in iskanjem vizualnih značilnic. Med lebdenjem nad terenom ki ni raven lahko pilot zamenja nagnjen teren s horizontom, kjer pa se pojavi zanos medtem ko posadka skuša držati pozicijo.

5. **Zamaknjena ravnina reference:** Ob približevanju gorske linije ali oblakom dobi pilot občutek, da se mora dvigniti kljub temu da je njegova višina zadostna. Tudi ob letenju vzporedno z linijo oblakov pilot nagiba zrakoplov vstran od oblakov.
6. **Iluzija zaznavanja višine:** Med letenjem čez puščavo, sneg, vodo ali druga območja s slabim kontrastom dobi posadka občutek, da leti višje kot dejansko je. To se zgodi zaradi pomanjkanja vizualne reference. Tej iluziji se izognemo tako, da spustimo predmet, kot je svetleča bakla na tla pred pristajanjem. Druga tehnika je z opazovanjem senc bližnjih objektov, pristajalnih koles, podvozja med lebdenjem. Letenje kjer vidljivost omejujejo megla, meglica ali dim povzročata isto iluzijo. Za izogibanje te iluzije moramo pogosteje opazovati radio višinomer ali barometrski višinomer. Tudi upočasnjevanje in počasno spuščanje, iskanje senc in metanje kemijskih palčk pripomore k lažjemu zaznavanju višine in zaznavanju značilnic.
7. **Iluzija percepcije pri počasnem premikanju (Paralaksa gibanja):** Pri nizkih letih in relativno nizkih hitrostih lahko pomanjkanje opaznega terena povzroči, da pilot misli da leti pri hitrostih blizu ničle med tem ko se premika naprej.
8. **Iluzija kraterja:** Ob gledanju s perifernim vidom ob uporabi IR luči za iskanje ali IR filtra (spektrovni filter) se pojavi efekt, pri katerem namesto ravnega terena zaznamo nagibanje terena navzgor. Če opazujemo letalo, ki pristaja se nam zdi, da se letalo spušča v krater, med tem ko leti naravnost preko ravnega terena.
9. **Fiksiranje:** Ko pilot za daljši čas preneha z pregledovanjem (skeniranjem) instrumentov in osredotoči pozornost na točko velikega interesa (tarča, objekt,...) lahko nevede prevede zrakoplov v tla. Iluziji se izogibamo: Ne strmimo kontinuirano v posamezno točko (dalj od 2-3 sekunde), pogosteje gledamo instrumente, asistenca posadke.

## 4.2 POJAV ZATEMNITVE – BROWNOUT

Zatemnitev (Brownout) je med vsemi vzroki pri vojaških operacijah v puščavskem okolju največji povzročitelj nesreč. Zatemnitev zaradi peska ali prahu je omejitvev, ki se pojavi med letom v zraku pri pristajanju, vzletanju ali nizkih hitrostih na malih višinah. Zrak, ki ga helikopter izpodriva ob stiku s tlemi povzroči motnjo, ki prah ali pesek dvigne in povzroči zatemnitev. Med pojavom zatemnitve pilot ne vidi bližnjih objektov, ki zagotavljajo vizualno referenco potrebno za krmiljenje helikopterja. To povzroči prostorsko de-orientacijo in izgubo zavedanja situacije, ki lahko vodi do nesreče.

Poznamo več faktorjev, ki vplivajo na možnost in resnost zatemnitve

- Obremenitev glavnega rotorja
- Konfiguracija rotorja
- Zgradba površja zemlje
- Veter
- Hitrost in kot prihoda na pristanek

Ukrepi za preprečitev nesreč pri zatemnitvi:

Priprava prostora za vzletanje in pristajanje, pravilna tehnika pilotiranja – pristanek z nizko hitrostjo (rolling landing), sistem sintetičnega vida, avtonomno pristajanje, 3D radarji, nadgrajen HSI indikator z izboljšanimi simboli, aerodinamika, kot je posebno prilagojen krak rotorja na helikopterju AgustaWestland EH101, LADAR – lasersko skeniranje pristajalnega prostora za mikro-radijskimi valovi.

Vsi načini še niso v operativni uporabi in so v razvoju. Slovenska vojska med naštetimi uporablja le prva dva.

**Slika 6: Pojav zatemnitve (Brownout) med pristajanjem helikopterja**



Vir: [http://www.displaysolution.com/nasa\\_simlabs/NASA\\_SimLabs\\_News.htm](http://www.displaysolution.com/nasa_simlabs/NASA_SimLabs_News.htm)

**Kopp-Etchells-ov efekt:**

Pri nočnih pristankih se na koncih krakov glavnega rotorja pojavi Kopp-Etchells-ov efekt pri katerem prašni in peščeni delci trkajo s krakom pri tem pa se pojavijo majhne iskrice. Pilot tako vidi svetleče oblikovan disk okoli rotorja.

**Slika 7: Časovni prikaz pojava zatemnitve med pristajanjem**



Vir: <http://spie.org/x31093.xml?ArticleID=x31093>

#### **4.3 LASTNOSTI NVG TERENKEGA LETENJA PRI TREH RAZLIČNIH TIPIH PUŠČAV**

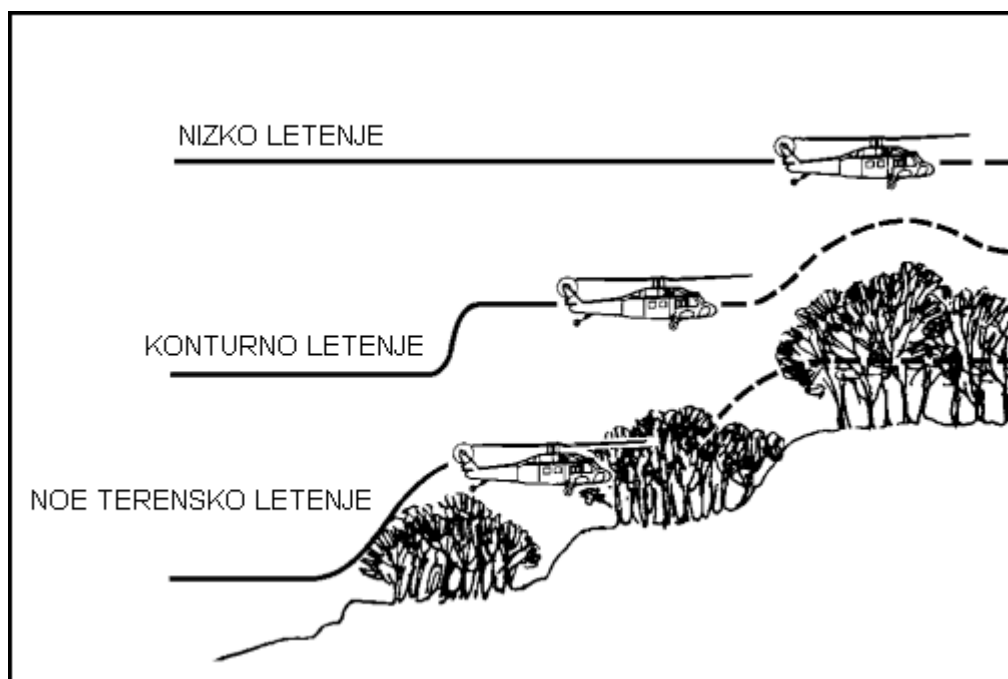
Pri bojnem oziroma taktičnem delovanju enot se kot podnevi tudi ponoči uporablja terensko letenje. Glavni namen te vrste letenja je izogibanje sovražniku. Pri terenskem letenju je glavna naloga posadke izkoristiti teren, rastlinstvo in objekte z namenom povečati možnost preživetja s tem ko sovražniku preprečimo da nas vizualno, optično, slišno in elektronsko zazna.

Terensko letenje je sestavljeno iz stalnega zavedanja situacije, pozicije, zmožnosti in sovražnikovega ognjenega delovanja.

Terensko letenje je definirano kot letenje na ali pod 200 čevlji nad terenom (AGL) in ga delimo na tri vrste.

- Nizko letenje (Low level flight)
- Konturno letenje (Contour flight)
- NOE terensko letenje (Nap of the earth)

**Slika 8: Prikaz različnih profilov taktičnega letenja**



Vir: <http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/accp/in0800/lsn2.htm>

**Nizko letenje:** Nizko letenje se izvaja na višinah, kjer je detekcija in opazovanje helikopterja minimalna ali nična. Ruta letenja izbrana pred letenjem in se izvaja na konstantni višini (100-200 čevljev nad terenom) in s konstantno hitrostjo.

**Konturno letenje:** Konturno letenje se izvaja na višinah, ki so prilagojene obliki terena (to so grebni, vrhovi,...). Helikopter med samim letom izkorišča razpoložljivo kritje in masko, da se izogne sovražniku. Višina in hitrost leta se spreminjata.

**NOE terensko letenje:** NOE terensko letenje se izvaja kar se da blizu površja zemlje, vegetacije in objektov. Hitrosti se gibljejo med 0-40 vozlov, višine leta so med 10-50 čevlji nad terenom. Hitrost in višina sta odvisni od terena, vremena, osvetljenosti bojišča in položaja sovražnika. Poleg hitrosti in višine se od konturnega letenja razlikuje v tem, da se večina višjih ovir obide in ne preletava.

### 4.3.1 Grmičasta puščava

#### Lastnosti:

Značilnost grmičaste puščave je rahel, svetel pesek z nizko in neravno površino in redko do srednje poraščenostjo (majhna drevesa, grmovje, podrastje, med grmičevjem pa se lahko pojavijo posamezne sipine). Pričakujemo lahko območja prostega, napihanega peska, predvsem na območjih bivakov (poseljenih območij) in na območjih kjer avtomobilski promet preseka površino. Taborišča Beduinov so bolj pogosta na grmičastih področjih kot na drugih tipih terenov. Večje vizualne značilnice so vegetacija, sledi vozil in sledi kamel.

**Slika 9: Grmičasta puščava**



Vir: [http://www.iid.com/OP\\_Index.php?pid=87](http://www.iid.com/OP_Index.php?pid=87)

#### **4.3.1.1 Značilnosti terenskega letenja v grmičasti puščavi**

NOE – Nap Of the Earth letenje: Pri letenju nizko ob površju območja redke vegetacije dajejo posadki slabe vizualne značilnice, ocena višine pa je nad redkim grmičastim rastjem brez radio višinomera težavna. Prehod iz srednjega do redkega rastja povzroči izgubo vizualnih značilnic in kontrasta saj srednje poraščena puščava daje boljši kontrast kot manj poraščena, teren v premikanju pa je težko zaznati. Leva (rdeča) pozicijska luč pomaga pri detekciji terena ob nizkem letu.

Konturno letenje: Konturno letenje je najbolj neodpustljiv profil letenja. V redko poraščenih območjih je določanje višine in zaznavanje vizualnih značilnic oteženo, piloti pa so nagnjeni k nenamernemu spuščanju proti tlu. Potrebno je pogostejše klicanje višine, koordinacija posadke in kontinuirano pregledovanje pa je zelo pomembno (neprekinjeno opazovanje poti leta je pomembno). Največje hitrosti za konturno letenje nad 80 čevljev nad najvišjo oviro so lahko prekoračene v primeru, da je osvetlitev zadostna in da so upoštevani vsi faktorji tveganja.

Nizko letenje: Nizko letenje je podobno VFR letenju nad oblaki (on top) ali instrumentalnemu letenju zaradi izgube horizonta, ki ga povzroča pesek, prah, meglica ali megla s tem pa je izguba kontrasta in vizualnih značilnic (značnic) pogosta.

Pri prihodu na pristajanje ali približevanje terenu se uporablja Step "down to land" metoda (40-50 vozlov do 80 čevljev nad terenom). To je metoda kjer posadka počasi po korakih



približuje helikopter k tlom do višine 80 čevljev nad terenom, kjer je tudi določena višina, kjer bo posadka z veliko verjetnostjo pridobila vizualno zemeljsko referenco.

Največje hitrosti za nizko letenje so lahko prekoračene v primeru, da je osvetlitev zadostna in da so upoštevani vsi faktorji tveganja.

#### **4.3.2 Puščava s suhim jezerskim dnom**

##### **Lastnosti:**

Največja značilnost puščave s suhim jezerskim dnom je temno obarvan pesek z zelo ravno trdo skorjo, sredi osušenega jezerskega dna pa se lahko pojavijo posamezne osamele sipine. Območje je poraščeno z malo ali nič vegetacije. Kjer so vozila presekala skorjo običajno ni prostega peska. Velike vizualne značilnice predstavljajo območja kjer so vozila ustvarila sled ali kjer so površinske razpoke. Kjer je prehod v sipine se lahko pojavijo velika dviganja terena.

Velika možnost izgube vizualne reference se pojavi na večji višini saj pride do pomanjkanja značilnih potez terena. Na območju tega tipa puščave je malo dobro opaznih navigacijskih orientirjev.

**Slika 10: Puščava s suhim jezerskim dnom**



Vir: <http://www.gettyimages.com/detail/85195791/Photographers-Choice>

##### **4.3.2.1 Značilnosti terenskega letenja v puščavi s suhim jezerskim dnom**

NOE – Nap Of the Earth letenje: Ob letenju pod 20 čevlji je potrebna velika pozornost na ograje, velike oljne pipe, itd. Pozornost se mora posvetiti tudi na zaznavanje tendence nenamernega povečanja hitrosti nad ravnim terenom, pomembno pa je tudi kontinuirano pregledovanje (neprekinjeno opazovanje poti leta) in koordinacija posadke. Struktura tal je zaradi razpok, sledi vozil in razgibane kompozicije tal zelo dobro vidna. Na območju je

zaznati velik kontrast med dnem jezera in sipinami, saj se pojavita dve popolnoma različni kompoziciji z različnimi lastnostmi odboja svetlobe.

Leva (rdeča) luč pomaga pri zaznavanju terenskih značilnosti ob nizkem prihodu. Največja hitrost leta pa je dosegljiva (z obzirom poznavanja najvišjih ovir in prehodov med različnimi tereni).

Konturno letenje: Tako kot pri letenju v grmičasti puščavi predstavlja konturno letenje v puščavi s suhim jezerskim dnem največjo nevarnost med vsemi profili letenja. Sledi vozil in struktura tal dajeta vizualne značilnice vendar jih težje zaznamo kot pri NOE profilu letenja. Piloti so nagnjeni k nenamernemu spuščanju proti tlam zato je potrebno pogostejše klicanje višine. V primeru, da nismo pripravljeni se lahko pojavi nevaren prehod med različnimi tipi terena. Zelo pomembna je uporaba radio višinomera. Največje hitrosti za konturno letenje nad 80 čevljev nad najvišjo oviro so lahko prekoračene v primeru, da je osvetlitev zadostna.

Nizko letenje: Zaradi rahlo obarvanega peska, ki obkroža jezero in se zliva z horizontom se pojavi izguba kontrasta in vizualnih značilnic (značnic). Zelo pomembna je zagotovitev varne višine nad ovirami z izvidovanjem na mapi in izvidovanjem dejanske rute. Kot pri letenju v grmičasti puščavi se tudi uporablja "Step down to land" metoda približevanja pristanku (40-50 vozlov do 80 čevljev nad terenom). Največje hitrosti za nizko letenje so lahko prekoračene v primeru, da je osvetlitev zadostna in da so upoštevani vsi faktorji tveganja.

### **4.3.3 Puščava s sipinami**

#### **Lastnosti:**

V puščavi s sipinami prevladuje srednje temen pesek, vegetacija pa je zelo redka ali pa je sploh ni. Na privetrni strani je formirano postopno konveksno pobočje, na odvetrni strani pa oster konkavni val. Sredi grmičaste puščave ali puščave z suhim jezerskim dnem se lahko pojavijo osamele sipine. Veliko večjih območij ne vsebuje jasnih potez (oblik) terena, kjer pa najdemo sledi kamel, avtomobilov, posamezne grebene ali valove peska dobimo dobre vizualne značilnice.

#### **Pomembno:**

Če je le možno se je potrebno izogibati sipinam. V primeru da to ni mogoče pri NOE in konturnem profilu letenja, letenje preko sipin v ravni črti ni priporočljivo. Priporočljivo je manevriranje okoli namesto preko sipin. Pri prehodu v področje sipin se mora planirati приход na področje z dobro definicijo terena in dobrim kontrastom, vzpostaviti pa se mora vizualni kontakt s tlemi še preden se nadaljuje s planirano ruto letenja. Prosti pesek lahko pri puščavskem tipu s sipinami pričakujemo povsod.



**Slika 11: Puščava s sipinami**



Vir: <http://www.shutterstock.com/pic-17330851/stock-photo-moroccan-desert-dune-background-blue-sky.html>

#### **4.3.3.1 Značilnosti terenskega letenja v puščavi s sipinami**

NOE – Nap Of the Earth letenje: Pri tem profilu letenja je pomembno, da se vedno leti okoli sipin in ne preko. V teh pogojih je NOE profil letenja zelo nevaren saj se med letom lahko pojavijo pogosta zapiranja dolin (deadends). Vzdrževati je potrebno hitrosti večjo od ETL (effective translational lift), da se izognemo od rotorja dvignjenemu pesku. Vizualne značilnice pri NOE letenju so sledi kamel in vozil, vetrni grebeni in valovi, pobočja sipin, redko grmičevje, kontrast med suhim jezerskim dnom in sipinami (prehodi). Leva (rdeča) pozicijska luč pomaga pri zaznavanju terenskih značilnosti pri nizkem letenju.

Konturno letenje: Konturno letenje v puščavah s sipinami ni priporočljivo, če je nujno pa:

Se je potrebno izogibati konturnemu letenju če je planirana višina leta nižja od 80 čevljev nad najvišjo oviro. Priporočljivo je obiti sipino. Če pa se sipina mora prečkati se prečka po najkrajši poti in ne pod 100 čevljev nad najvišjo oviro. Zelo pomembno je poznati višino najvišje ovire a z vedenjem, da se višina sipin s časom spreminja (obdelava vetra: nanos, raznos). Določitev višine je otežena zaradi izgube večine značilnic na tleh zato je potrebno imeti referenco vsaj z osnovnimi letalskimi instrumenti. Obvezna je uporaba radio višinomera saj se drugače piloti lahko z oceno višine zmotijo za +/- 70 čevljev.

Nizko letenje: Tako kot pri vseh tipih puščav se tudi tu pogosto pojavlja izguba kontrasta in vizualnih značilnic (značnic) zato je pomembno pogosto pregledovati višino in okolico. V primeru da mora posadka pristati je potrebna izjemna previdnost (več v poglavju prihod do višine vidljivosti). Poleg previdnosti je pomembna zagotovitev varne višine nad ovirami z izvidovanjem na mapi in izvidovanjem rute. Največje hitrosti za nizko letenje so lahko prekoračene v primeru, da je osvetlitev zadostna in da so upoštevani vsi faktorji tveganja.

Dobra koordinacija posadke in kontinuirano pregledovanje je pri vseh profilih letenja in tipih puščav zelo pomembna.

## **4.4 PREHODI MED TERENI**

### **4.4.1 Identifikacija prehodov med tereni**

Pomembno je, da se pred letenjem ruta leta izviduje in da se izdela karta z območji, ki so nevarni za letenje in s prehodi med različnimi tereni.

Lastnosti prehodov: Prehodi med tereni se lahko identificirajo s spremembo kontrasta, spremembo tekstur tal in drugih vizualnih značilnicah.

- 1) Sprememba tekstur tal v svetlo obarvan pesek brez vegetacije nakazuje prehod v območje puščave s sipine.
- 2) Sprememba tekstur v temna, razpokana tla brez rastja nakazuje prehod v območje puščave s posušenim dnom.
- 3) Sprememba v območje z redko vegetacijo nakazuje prehod v ali iz grmičaste puščave.

### **4.4.2 Identifikacija terena v različnih načinih leta**

Najboljši način letenja za najhitrejšo identifikacijo prehoda med različnimi tereni in najhitrejše izogibanje oviram je konturno letenje nad 80 čevljev nad najvišjo oviro in nizko letenje. Pri konturnem letenju pod 80 čevljev nad najvišjo oviro lahko pri prehodu v območje brez grmičevja ali puščavo s sipinami doživimo nepričakovan prehod med tereni, izmikanje oviram pa ni zagotovljeno.

Pri NOE načinu letenja je prehod jasen vendar je lahko nepričakovan, izmikanje oviram pa ni popolnoma zagotovljeno. Počasno letenje in mala višina dasta najbolj očitne vizualne značilnice.

### **4.4.3 Težave, ki se lahko pojavijo**

Pri letenju na višinah NOE in konturnem letenju lahko vizualne značilnice postanejo nejasne. Če se to pojavi se moramo odločiti ali:

- Leteti nižje in počasneje, to omogoča pridobitev vizualnih značilnic in poveča reakcijski čas, kljub temu pa ne zagotavlja izmikanja oviram.
- Pridobiti višino. To poveča možnost izmikanja oviram in zmanjša možnost vizualnega stika s tlemi. Če se kontakt s tlemi izgubi mora posadka ponovno pridobiti kontakt.

Na razdaljo detekcije prehoda med tereni vpliva: nivo osvetlitve, kontrast, zasenčenost in pozicija lune.

Prehod iz visokega k nizkemu kontrastu (temen - svetel pesek, grmičevje v območje brez grmičevja, suho jezersko dno – ploščata puščava ali sipine, Grmičevje – ploščata puščava ali sipine) je za detekcijo najtežji, saj pride do izgube vizualnih značilnic.

Prehod v območje sipin: Ko pride do prihoda v območje sipin moramo planirati prihod na območje, ki je podobno gosto poseljenemu območju z velikim kontrastom ali dobro vidno teksturo. Po prihodu moramo vzpostaviti kontakt s tlemi preden nadaljujemo letenje po planirani ruti.

## 5 NVG PRIPRAVA NA LET

### 5.1 IZVOR IN VREDNOTENJE PODATKOV

Da bi lahko ugotovili lastnosti in omejitve nočnega letenja v puščavskem okolju je bilo potrebno izpeljati posebne teste, kateri so bili osnova za analizo in interpretacijo dobljenih podatkov. Ameriška vojska je leta 1990 v obdobju med 1. in 30. decembrom izpeljala poseben projekt vrednotenja lastnosti nočnega puščavskega letenja. Cilj projekta je bil določitev varnih višin, hitrosti in osvetlitve za NVG operacije.

Testi so se izvajali na dveh helikopterjih tipa UH-1H opremljenimi z radio višinomeri in NVG očali AN/AVS 6. Izvedenih je bilo veliko testnih poletov nad tremi različnimi tipi puščav v jugozahodni Aziji.

Primerljivost podatkov za uporabo s helikopterji Slovenske vojske je tako dobra. Poleg primerljivih lastnosti helikopterja UH-1H in helikopterja Bell 412 so bila očala uporabljena na testih primerljiva z očali, ki jih uporabljamo v Slovenski vojski.

Primerljivost višin pridobljenih na testih bi bila z helikopterjem Cougar AS532 lahko nekoliko manjša. Upoštevati je potrebno predvsem lastnosti, kot so moč in premer downwash-a. Odstopanja podatkov se tako lahko pojavijo pri višinah pojava zatemnitve (brown-out) saj se pojavi pri večjih višinah kot kažejo podatki pridobljeni v teh raziskavah. Medtem pa so tako pri helikopterju Bell412 in Cougar AS532 hitrosti pridobljene iz testov dobro primerljive saj so pridobljene na podlagi dojemanja terena (odzivnega časa pilotov) pri gledanju skozi NVG očala.

Planiranje letenja z NVG napravami vsebuje vse elemente planiranja za letenje podnevi vendar je bolj detajlno. Planiranju moramo posvetiti več časa. V tem poglavju so opisan opažanja, ki so pomembna pri planiranju letenja.

#### A ) PRIPOROČENE HITROSTI

NOE in konturno letenje **pod** 80 čevlji nad najvišjo oviro. Omejitve hitrosti za delovanje v puščavskem okolju ne smejo biti prekoračene.

NOE in konturno letenje **nad** 80 čevlji nad najvišjo oviro: Potrebe nalog lahko zahtevajo višje hitrosti, kot so definirane. Ob upoštevanju tveganja, ki se lahko pojavi ob prekoračitvi hitrosti se hitrosti podane lahko prekoračijo. Večje hitrosti so odvisne od pogojev METT-T ( M – naloga, E – sovražnik, T – teren, T – enote, T – čas. Povečanje hitrosti poveča tveganje samega poleta.

POZOR: Večje hitrosti lahko pripeljejo do tega, da pilot težje (ali pa sploh ne) zazna ali se izogne oviram. Vizualni stik s tlemi je pomemben, vendar se lahko pri višinah nad 80 čevlji nad najvišjo oviro izgubi.

#### B ) FAZE LETA

**VZLET:** Upoštevati je potrebno možnost pojava (brownout – zatemnitve) in povečanja možnosti zatemnitve zaradi helikopterjev, ki operirajo ob nas.

Pomembno je da čim prej zmanjšamo možnost zatemnitve s tem da pospešimo nad ETL (Effective translational lift – pospešiti do hitrosti kjer kraki ne izpodrivajo zraka več direktno pod helikopter temveč nazaj, s tem pa se pojav zatemnitve konča) takoj ko je to mogoče, ali

pa uporabimo tehniko vzletanja višina pred hitrostjo, pomembno pa je tudi povečano sodelovanje posadke in večje pregledovanje instrumentov in terena.

**NA RUTI:** Za zmanjšanje tveganja je pomembna izvedba temeljitega izvidovanja po ruti letenja (izvidovanje po karti, izvidnica ali drugi podatki). Poleg upoštevanja načrtovanja METT-T so za določitev hitrosti pomembni še naslednji pogoji.

- Nivo osvetlitve
- Ovire
- Število in tip zrakoplova
- Zunanje luči zrakoplova

Za NVG planiranje hitrosti in višine na ruti, ki je predstavljen v naslednjem poglavju velja:

- Uporablja ga naj vodja letala (Commander) za določanje višin nad terenom, in največjih hitrosti nad različnimi tipi terenov.
- Mora biti uporabljen pri oceni tveganja, usposabljanju postopkov in načrtovanju letov.
- Ne predstavlja vseh terenov na katere lahko naletimo.

Prehod iz višjih hitrosti na nižje (pri NOE, konturnem letenju in z pristajalno konfiguracijo) zahteva natančnejšo analizo.

**PRISTAJANJE:** Območje pristajanja: Območje mora biti čisto, brez prostega peska, prahu in umazanije če je to le mogoče. Pristajanje z bočnim vetrom lahko poveča vidljivost in pomaga pri formaciji. Če je pričakovan več kot en prihod na pristajalni prostor lahko prvo plovilo na tleh ustvari obrnjen Y (Iz steklenic z vodo in kemijskimi palčkam) ali NATO T znak. Če je na voljo se lahko uporabljajo Iskalci poti ali "pathfinderji".

**PRIHOD NA PRISTAJANJE:** Pred izvedbo leta je pomembno, da se ugotovi razdalja do pristajalnega prostora kjer bomo začeli zmanjševati hitrost. (Pomembno je da se hitrost postopoma zmanjšuje).

Pri letu v majhni formaciji ali samostojno se začne postopek upočasnevanja od 3 – 5km pred točko pristajanja. Večje formacije morajo začeti z upočasnevanjem od 5 – 8km pred točko pristajanja. **PRIPOROČILO:** Hitrost je potrebno zmanjševati za 20 vozlov na kilometer prepotovane razdalje. Spuščanja naj bodo postopna.

Izogibati se je potrebno hitrim spremembam višin. Hitre spremembe hitrosti lahko zmanjšajo zmožnost pilotove zunanje perspektive ali pa povzročijo prostorsko de-orientacijo. Najprimernejši postopek za pristajanje je plitev prihod in pristajanje z rahlim gibanjem naprej.

V primeru, da pride do de-orientacije se izvede go-around postopek. Če go-around ni možen, se je potrebno izogniti pristanku z gibanjem nazaj ali vstran. Vzdržuje se nizko hitrost naprej. Pomembno je, da posadka opazuje in javi vsako spremembo lokacije oblaka prahu na tleh. Hitrost spuščanja, višina in zanos morajo biti konstantno opazovan.

### C ) PRIHOD DO VIŠINE VIDLJIVOSTI

Pri prihodu pod višino 100 čevljev nad najvišjo višino nad ovirami mora pilot počasi in postopoma manjšati višino do vizualnega stika s tlemi in nato izvesti prihod iz te višine. Višina 80 čevljev je najpogostejša višina pri kateri pridobimo vizualni stik s terenom. Ta višina se spreminja s terenom, osvetlitvijo in zatemnitvijo. Priporočeno je da se hitrost prihoda (priporočena 40-50 vozlov) ne zmanjša preden ne pridobimo vizualnega stika s tlemi.

### D ) LEBDENJE IZVEN EFEKTA TAL (OGE)

Lebdenje izven efekta tal je eden izmen najbolj zahtevnih manevrov v puščavi, še posebej z omejeno osvetlitvijo in malo vizualnimi značilnicami. Pilot, ki leti mora vzdrževati vizualni stik s tlemi, uporaba radio višinomera je nujna, klicanje višine pa mora biti pogostejše.

Nekateri tipi helikopterjev (CH – 47, UH – 60) lahko pri lebdenju izven efekta tal (OGE) povzročijo zatemnitev (Brownout) že na višini 60 čevljev.

## 5.2 PLANIRANJE VIŠINE IN HITROSTI LETA PRI NVG LETENJU

Poglavje opisuje priporočene višine in hitrosti za planiranje NVG letenja (pri jasnih nočeh) za tri najpogostejše tipe puščav na svetu pri različnih osvetlitvah terena. Poglavje ne opisuje vseh vrst terena, ki se lahko tu pojavijo.

### A) POMEMBNA OPOZORILA (PREVIDNOST)

Spodaj so našteje točke, katere je vedno potrebno upoštevati pri uporabi diagramov.

- Pomembno je poznavanje najvišjih ovir!
- Hitrost v diagramih so priporočene največje hitrosti in morajo biti izbrane z upoštevanjem izurjenosti posadke in zahtevnosti naloge!
- Podatki največjih hitrosti so pridobljeni s testi helikopterja UH-1!
- Odzivni čas helikopterja se spreminja z maso in višino letenja!
- Zaznavanje ovir je najboljše ko je luna za helikopterjem in najslabše kadar je luna pred helikopterjem!

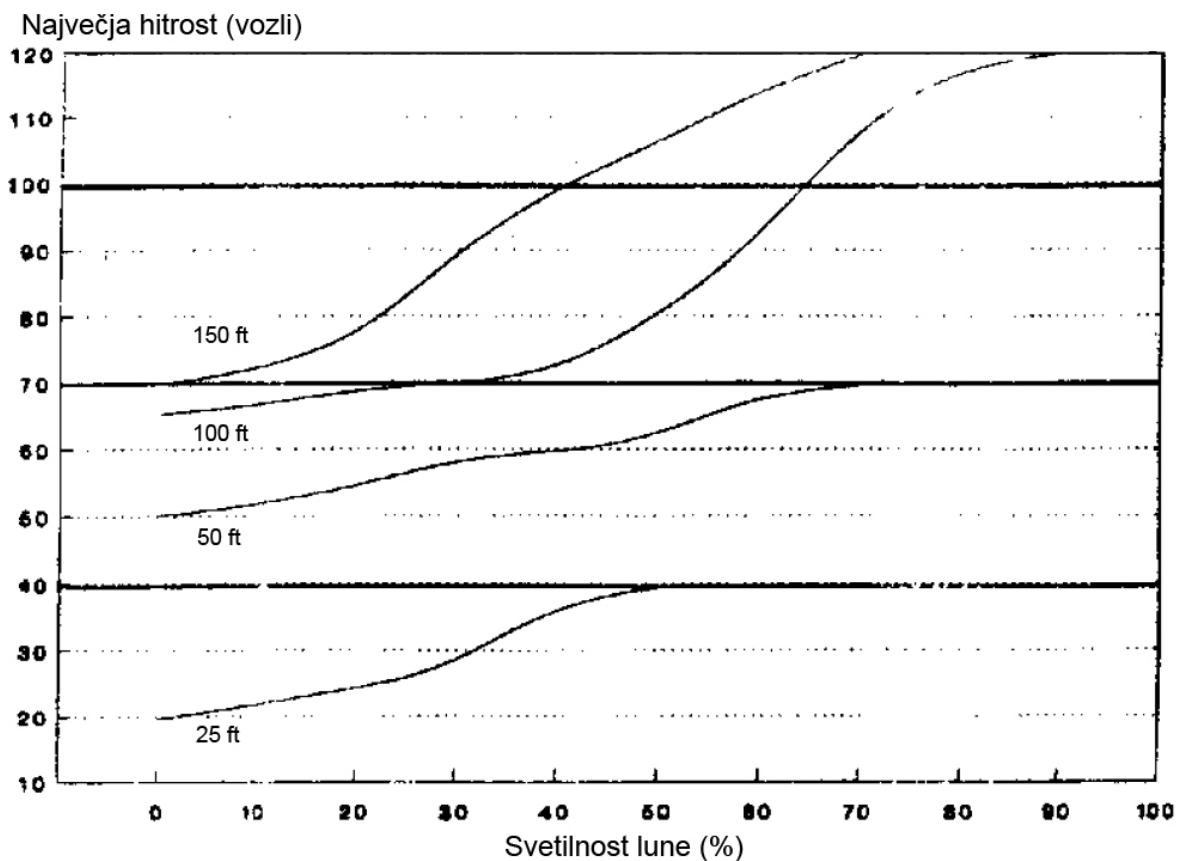
### B) UPORABA DIAGRAMOV

Diagrami so predstavljeni za tri tipe puščav (grmičasto, s suhim jezerskim dnem in s sipinami). Vsak diagram prikazuje največje priporočene hitrosti na štiri višinah in tri različne tipe letenja (NOE, nizko letenje in konturno letenje) v odvisnosti od nivoja svetilnosti lune. Abscisa prikazuje nivo svetilnosti lune pri kotu 60 stopinj nad horizontom. Pomembne točke za posamezni tip terena so opisane pod diagrami za določen teren.

## DIAGRAMI NAJVEČJIH PRIPOROČENIH HITROSTIH NA RAZIČNIH VIŠINAH ZA RAZLIČNE TIPE PUŠČAV

**Diagram 1: Največje priporočene hitrost v odvisnosti od višine leta in svetilnosti lune za grmičasto puščavo**

### Grmičasta puščava



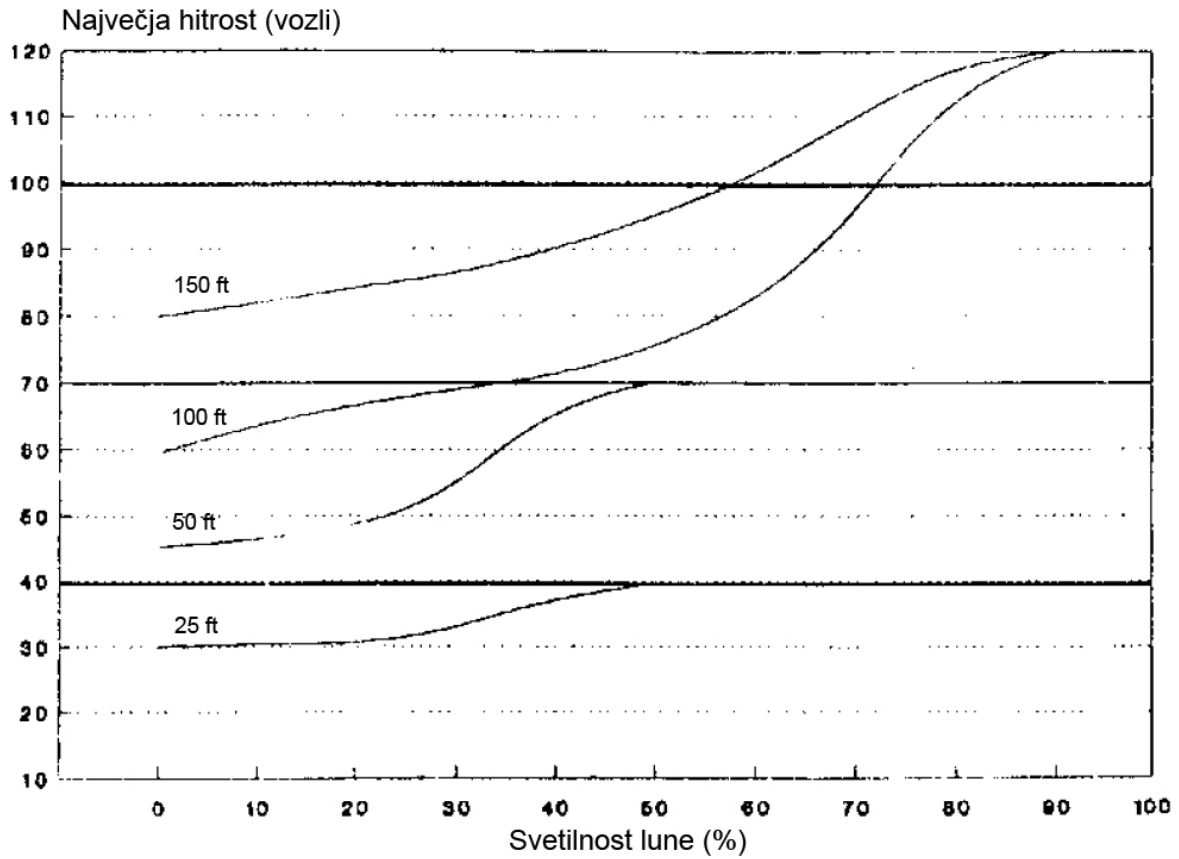
Vir: Aviation NVG desert training and operations planning guide, stran 20

Primer: Pri 20% svetilnosti lune in višini 25 čevljev nad terenom je največja varna hitrost letenja 25 vozlov.

Funkcije predstavljajo največje priporočene hitrosti brez varnostnega faktorja. Podatki so pridobljeni iz testov s helikopterjem ameriške vojske UH-1H pri kotu lune 60 stopinj nad horizontom in vidljivostjo nad 7 milj in niso primerni za vse tipe grmičastih puščav vse višine v diagramu pa so višine nad terenom.

**Diagram 2: Največje priporočene hitrost v odvisnosti od višine leta in svetilnosti lune za puščavo z suhim jezerskim dnom**

### Puščava s suhim jezerskim dnom

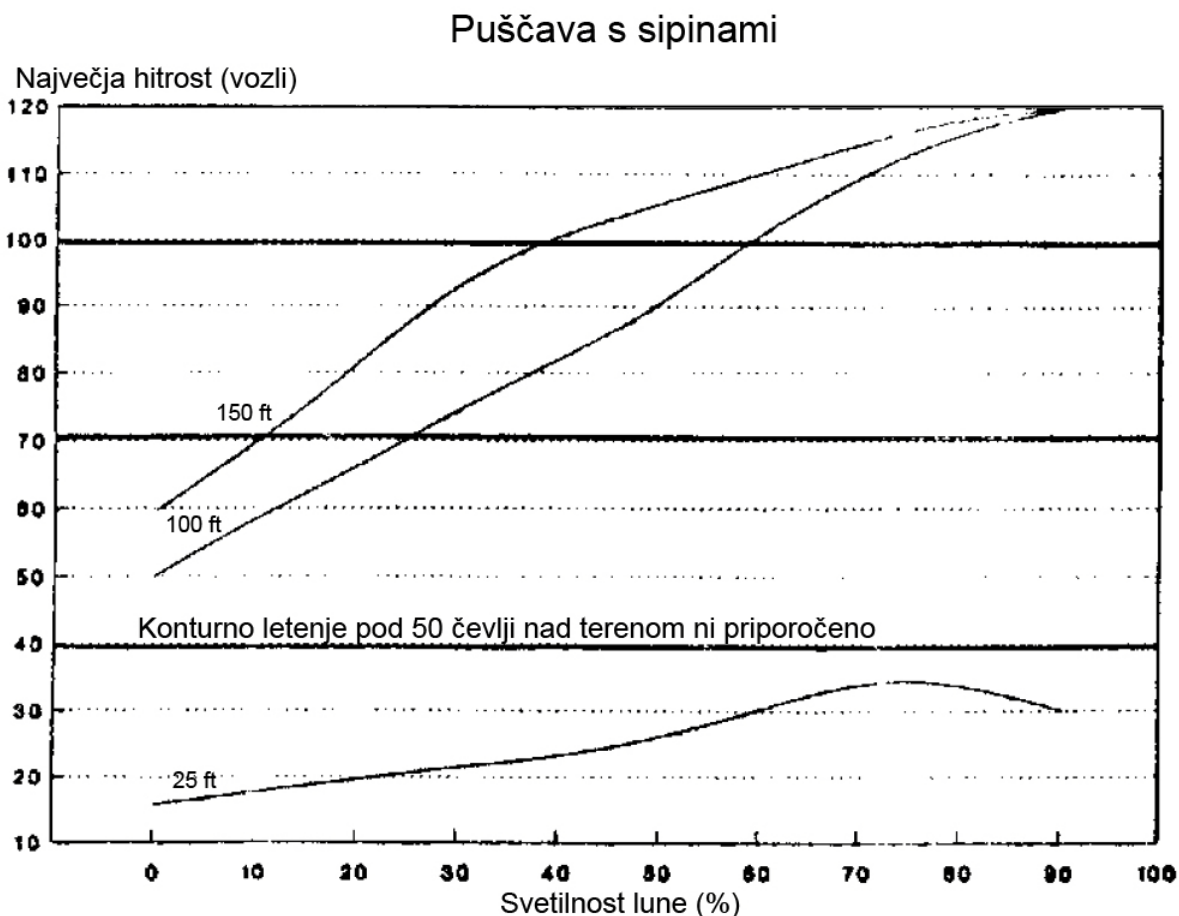


Vir: Aviation NVG desert training and operations planning guide, stran 21

Primer: Pri svetilnosti lune 40%, konturnem letenju, 50 čevljev nad terenom je največja priporočena hitrost 66 vozlov.



**Diagram 3: Največje priporočene hitrost v odvisnosti od višine leta in svetilnosti lune za puščavo s sipinami**



Vir: Aviation NVG desert training and operations planning guide, stran 22

Primer: Pri svetilnosti lune 70%, nizkem letenju, 100 čevljev nad terenom je največja priporočena hitrost 110 vozlov.

Iz diagramov je dobro razvidno da so največje priporočene hitrosti na višinah 25ft in 100ft, ob nizkih svetilnostih lune, najnižje pri puščavi s sipinami. Puščavi s sipinami sledi grmičasta puščava nato puščava s suhim jezerskim dnom. Največje priporočene hitrosti pa se po funkciji iz grafa glede na svetilnost lune spreminjajo in pri večjih svetilnosti lune na višini 100ft nad terenom omejitve v puščavi s sipinami postanejo najmanjše. Na drugi strani pa je pri malih svetilnostih lune (do 20%) na višini 150ft nad terenom najbolj omejeno letenje v grmičastih puščavah v puščavi s suhim jezerskim dnom pa se z večanjem svetilnosti lune dovoljene hitrosti samo malo povečajo (do svetilnosti lune 50%). Ugotovimo tudi, da pri majhnih svetilnostih lune (do 25%), sprememba svetilnosti lune najbolj vpliva na največje priporočene hitrosti v puščavi s sipinami.

## 5.2.1 Ocena tveganja

Pri planiranju letenja je podajanje ocene tveganja za določen let zelo pomembna. Tabela prikazuje različne ocene tveganja v odvisnosti od kota lune, svetilnosti lune in vrste puščave.

**Tabela 2: Prikaz ocen tveganja za posamezen tip puščave in profil letenja v odvisnosti od svetilnosti in kota lune**

LUNA		VRSTA PUŠČAVE		
Kot (stopinje)	Svetilnost (%)	Puščava s sipinami	Grmičasta puščava	Puščava s suhim jezerskim dnom
0-30	0-35	5	4	3
31-60	36-60	4	3	2
61-90	61-80	3	2	1
61-90	81-100	4	3	2

Stopnjo tveganja moramo prilagoditi tudi glede na profil letenja. Pri konturnem letenju prištejemo stopnji tveganja iz tabele za faktor 2. Pri NOE profilu letenju prištejemo faktor 1. Nizkemu letenju ne prištejemo nič.

Kadar specifični kot lune in svetilnost nista v isti vrstici in ne morem ugotoviti tveganja moramo vzeti stopnjo tveganja posebej za kot lune in svetilnost lune in vzeti največjo.

PRIMER: Ocenite stopnjo tveganja za NOE profil leta preko sipin pri kotu lune 40 stopinj in svetilnosti 70%.

Iz tabele odčitamo stopnjo tveganja za let v puščavi s sipinami pri danem kotu in svetilnosti lune. Ker obeh podatkov ni v isti vrstici odčitamo posebej podatek za kot 40 stopinj, ki je 4 in svetilnost 70%, ki je 3. Vzamemo višjo vrednost in ji prištejemo 1 za NOE profil leta. Rezultat je stopnja tveganja 5.

Rezultat tega je, da je v puščavskem okolju najbolj tvegano letenje v puščavah s sipinami in konturnem profilu letenja ob malih osvetlitvah in kotih lune.

## 6 KOORDINACIJA POSADKE IN SKENIRANJE

Efektivna koordinacija posadke in skeniranje sta kritični med nočnim letenjem nad puščavskim okoljem. V poglavju so opisani osnovni postopki koordinacije posadke in skeniranja pri letenju.

### 6.1 KOORDINACIJA POSADKE

Koordinacija posadke je vzajemno sodelovanje med člani posadke (komunikacija) in dejanja (zaporedna ali časovna) potrebna za učinkovito, uspešno in varno izpeljavo nalog.

**PLANIRANJE:** Člani posadke morajo identificirati potrebe naloge in potrebe samega leta, da bodo lahko zagotovili učinkovito komunikacijo med posadko, pravilno zaporedje in časovno usklajenost posameznih nalog. Odločiti se morajo kakšna bo koordinacija med posadko z namenom, da dosežejo cilj in izpolnijo potrebe, ter planirati diskusijo o tem med pripravo na let.

#### ODGOVORNOSTI

PIC (Pilot in command – vodja helikopterja) dodeli posamezne dolžnosti med pripravo na let. Komunikacija in časovno planiranje dogodkov (zaporednost dogodkov), ki so potrebni za izpolnitev naloge, učinkovitost in varnost se umestijo z vsemi člani posadke in se po potrebi večkrat ponovijo. PIC popravi odgovornosti posameznikov če je to potrebno med samo nalogo.

#### POSTOPKI

Pozitivna komunikacija: Komunikacija je pozitivna, ko pošiljatelj informacije usmerja/prosi/obvešča, prejemnik te informacije potrdi, pošiljatelj pa jih potrdi (glede na sprejemnikovo potrditev in/ali pravilno dejanje). Pozitivna komunikacija se mora uporabljati pri kritičnih odločitvah med člani posadke in mora vsebovati standardno terminologijo s specifično kvalifikacijo zadostno za razumevanje.

Direktna pomoč: POC (Pilot on controls – pilot, ki leti) usmerja pomoč, ki je potrebna za varen in učinkovit let od posadke, ki ne leti.

Napovedovanje odločitve: Vsak član posadke mora napovedati planirano dejanje ali sprejeto odločitev, ki bi vplivala na delovanje drugih članov posadke.

Predlog pomoči: Vsak član posadke mora ponuditi pomoč ali informacijo, ki je bila zahtevana od POC-a ali pa ko član posadke prepozna, da bi informacija koristila POC-u.

#### DEJANJA V ČASOVNEM ZAPOREDJU

Vsak posameznik v posadki mora zagotavljati, da so vsa dejanja izvedena v pravilnem zaporedju in v določenem časovnem okviru v povezavi z dejanji drugih članov posadke.

#### SPLOŠNE UGOTOVITVE

Standardizacija kritičnih dejanj (v primeru, da se zgodi nujen dogodek se izvede točno določen postopek, katerega posledica je kritična za uspešno izvedbo varnih operacij) pri koordinaciji posadk izboljša ne le učinkovitost, uspešnost in varnost nalog ampak tudi pospeši usposabljanje in izvedbo skupnih nalog v posadki. Kritični postopki pri koordinaciji

posadke morajo biti še posebej izurjeni za primere postopkov v sili. (primer: izguba reference tal (brownout), pogoji instrumentalnega letenja, vizualne iluzije in odpoved motorja).

Dolžnost vsakega člana posadke je, da poroča POC-u ob izgubi reference tal ali ob pojavu zrakoplova v nevarnem položaju, prav tako mora PNOC obvestiti POC-a pri vsaki nepričakovani spremembi hitrosti ali višine. Pri prihodu na pristanek mora opazovalec slediti oblaku prahu in opozoriti POC-a v primeru, da helikopter zaide v ta oblak prahu. V primeru, da POC zazna možnost, da je pod vplivom vizualne iluzije mora takoj sporočiti drugim članom posadke.

Zvočna koordinacija med posadko, izvršena podnevi, pospešuje pozitiven prenos navad v nočne operacije. Učinkovita koordinacija med posadko pa je predvsem zelo pomembna na višinah pod 100 čevlji nad terenom. Komunikacija mora biti jasna, kratka in jedrnata. Priporočena je uporaba standardne terminologije.

## **6.2 SKENIRANJE**

### **ODGOVORNOSTI**

Odgovornosti vsakega člana posebej so predstavljene v naslednji tabeli

**Tabela 3: Naloge posameznih članov posadke pri skeniranju med letom**

PNOC	POC	OPAZOVALEC
<b>Naloge posameznega člana posadke</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oskrbuje posadko z informacijami o ovirah in oblikah terenov (translacijah)</li> <li>- Najavlja zapuščanje odgovornega sektorja skeniranja</li> <li>- Skenira možne značilnice (bližnje, srednje, daljne)</li> <li>- Daje navodila za navigacijo in informacije o hitrosti, višini, hitrosti dviganja, padanja in statusu sistemov</li> <li>- Opozarja na približevanje tlom</li> <li>- Daje navodila za navigacijo in informacije o hitrosti, višini, hitrosti dviganja, padanja in statusu sistemov</li> <li>- Sistematično opazuje osvetljena in temna območja terena, da identificira prehode med tereni in tipe terenov</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbalno potrjuje vizualni stik z ovirami</li> <li>- Potrjuje povečanje lastnega sektorja skeniranja medtem ko PNOC ne skenira</li> <li>- Če se zunanje skeniranje preneha preda kontrole ali se skoordiniira z drugimi člani posadke, da je zagotovljena varna višina nad ovirami</li> <li>- Primarno se osredotoča na zunanje dogajanje</li> <li>- Prioritetna smer skeniranja je smer leta</li> <li>- Ne fiksira pogleda</li> <li>- Skeniranje ovir v srednjem in bližnjem in oddaljenem polju</li> <li>- Sistematično opazuje osvetljena in temna območja terena, da identificira prehode med tereni in tipe terenov</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daje informacije o terenu (ovirah, translaciji terena) in drugih zrakoplovih z metodo ure</li> <li>- Potrjuje povečanje lastnega sektorja skeniranja medtem ko pilot ali drugi člani posadke ne skenirajo</li> <li>- Pozornost usmerja izven zrakoplova</li> <li>- Izvaja neprekinjeno skeniranje ovir v območju svojega sektorja</li> <li>- Daje informacije o višini, položaju helikopterja n hitrosti padanja</li> <li>- Sistematično opazuje osvetljena in temna območja terena, da identificira prehode med tereni in tipe terenov</li> </ul>

Drugi člani posadke imajo prav tako pomembno vlogo pri skeniranju, opazovanju zračnega prostora, višine in hitrosti spuščanja. Sektorji odgovornosti (skeniranja) morajo biti opredeljeni in dodeljeni pred samim letom. Pri določanju sektorjev moramo upoštevati tip letala.

#### POSTOPKI:

- Ne smemo dovoliti, da se postopek skeniranja prekine.
- Člani posadke ne smejo fiksirati pogleda, temveč morajo konstantno pregledovati instrumente in območje leta (pogled v točko za 2-3 sekunde nato pogled v novo točko in tako naprej). Premiki morajo biti takšne hitrosti, da lahko dobro ločimo značilnice in ne prehitri, da se ne pojavi prostorska de-orientacija. Občasno mora pilot prenehati s premiki, da identificira predmet, vendar ne sme nadaljevati in preiti v fiksacijo.
- POC se mora osredotočiti na skeniranje zunaj helikopterja in zaupati podanim informacijam PNOC-a.
- Če PNOC preneha s skeniranjem (za vpogled v mapo ali kaj podobnega) mora takoj obvestiti POC-a in druge člane posadke. POC in drugi člani posadke morajo tako nemudoma povečati svoj sektor skeniranja.
- Če POC preneha z skeniranjem mora predati kontrole ali pa se skoordirati s člani posadke, da zagotovimo varno razdaljo od ovir.
- Način letenja NOE zahteva povečano pozornost letenja predvsem pri višjih hitrostih od 40 vozlov. Še večjo pozornost pa moramo posvetiti skeniranju zunaj helikopterja pri konturnem letenju.

## 7 ZAKLJUČEK

Nočno letenje z NVG napravami v puščavskem okolju je kompleksen način letenja, ki zahteva temeljito usposabljanje in veliko izkušenj. Takšno letenje predstavlja posadkam velik faktor tveganja saj se poleg običajnih omejitev tu pojavljajo specifične omejitve, ki tveganje letenja še povečujejo. V puščavskem okolju se tako kot pri ne-puščavskem letenju pojavljajo osnovne in specifične vizualne iluzije, ki ovirajo normalno letenje posadk ali pa ga celo onemogočijo. Poleg teoretičnega poznavanja vseh morebitnih potencialnih vrst iluzij moramo biti pripravljeni na prepoznavanje iluzij in ukrepanje proti njim, saj je to edini način, da se izognemo neposrednemu tveganju ob pojavu le teh. Omejitve, ki jih srečamo v puščavah so odvisne od različnih tipov puščav. Poznamo tri najbolj razširjene: grmičasta puščava, puščava s sipinami in puščava s suhim jezerskim dnom.

Za podrobno analizo omejitev pa je potrebno poznavanje različnih profilov terenskega letenja v puščavi. Ti profili terenskega letenja so: Nizko letenje, konturno letenje in NOE terensko letenje. Te tri profile taktičnega letenja bi bilo ponoči brez NVG opreme nemogoče uporabljati.

Če združimo vse spremenljivke kot so različne puščave in različni profili taktičnega letenja dobimo široko polje omejitev. Poleg omenjenih iluzij se pojavljajo omejitve, ki so neposredno povezane s puščavskim terenom. Poleg terenskih značilnosti (oblika terena, tekstura tal, poraščenost, antropološke sledi, dinamično spreminjanje terena, prehodi med tereni) so pomembne tudi fizikalni omejitve kot je svetilnost in kot lune, položaj sonca, brownout, omejitve parametrov leta (višina leta, hitrost leta, postopki letenja). Poleg poznavanja in razumevanja omejitev, pojavov in postopkov je potrebna izurjena posadka, da je v stresnih situacijah sposobna dobro odreagirati, predvidevati stvari vnaprej in se ob vsem tem soočiti z nočnim puščavskim letenjem.

Izvor informacij NVG letenja v puščavskem okolju je zelo omejen saj Slovenska vojska ni imela veliko priložnosti za letenje v takšnih pogojih. Druge vojske kot so Ameriška in Angleška pa so že izvajale določene teste zato lahko njihove podatke jasno interpretiramo in jih primerjamo z zrakoplovi Slovenske vojske. Ker so bili testi izvedeni na helikopterju tipa UH-1H, ki je po lastnostih zelo podoben helikopterju slovenske vojske Bell-412 so podatki primerljivi in primerni za uporabo na tem tipu. Za uporabo podatkov za helikopter tipa Cougar AS532 pa bi predvsem pri omejitvah in planiranju višin morali upoštevati še drugačne lastnosti tega helikopterja (večji razpon rotorja, močnejši down-wash).

Posadka bo v težkem okolju kot je letenje v puščavskem nočnem okolju delovala zanesljivo in prepričljivo ko bo njeno znanje o pojavih in omejitvah, ki se lahko pojavijo, takšno, da bo sam proces razmišljanja in odprava ali samo izogibanje nevarnostim tako avtomatizirano, da bo sam vpliv na osredotočenost na pomembnejše elemente naloge minimalen.

## LITERATURA IN VIRI

- [1] U.S. Army Aviation Center and Fort Rucker, Aviation NVG desert training and operations planning guide, 1991
- [2] U.S. Headquarters – department of the army, Night flight techniques and procedures, 1988
- [3] Interactions between Brown-out Accidents and Night Vision Equipment in Military Aviation Accidents, C.W. Johnson, Ph.D
- [4] NVG desert operations – Lessons learned, Flightfax, april 2003, vol 31
- [5] [http://en.wikipedia.org/wiki/Night\\_vision\\_goggles](http://en.wikipedia.org/wiki/Night_vision_goggles)
- [6] <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/nvg.htm>
- [7] <http://en.wikipedia.org/wiki/Desert>



## SEZNAM SLIK, TABEL IN DIAGRAMOV

Slika 1: NVG tipa AN/PVS – 5, str. 4.

Slika 2: NVG tipa M949/AV4949, str. 4.

Slika 3: Moderen NVG sistem, str. 5.

Slika 4: Princip delovanja NVG naprav, str. 6.

Slika 5: Nočni spekter na voljo za uporabo z NVG, str. 6.

Slika 6: Pojav zatemnitve (Brownout) med pristajanjem helikopterja, str. 13.

Slika 7: Časovni prikaz pojava zatemnitve med pristajanjem, str. 14.

Slika 8: Prikaz različnih profilov taktičnega letenja, str. 15.

Slika 9: Grmičasta puščava, str. 16.

Slika 10: Puščava s suhim jezerskim dnom, str. 17.

Slika 11: Puščava s sipinami, str. 19.

Tabela 1: Primerjava starejšega AN/PVS – 5 z novejšim AN/AVS - 6, str. 3.

Tabela 2: Prikaz ocen tveganja za posamezen tip puščave in profil letenja v odvisnosti od svetilnosti in kota lune, str. 28.

Tabela 3: Naloge posameznih članov posadke pri skeniranju med letom, str. 31.

Diagram 1: Največje priporočene hitrost v odvisnosti od višine leta in svetilnosti lune za grmičasto puščavo, str. 25.

Diagram 2: Največje priporočene hitrost v odvisnosti od višine leta in svetilnosti lune za puščavo z suhim jezerskim dnom, str. 26.

Diagram 3: Največje priporočene hitrost v odvisnosti od višine leta in svetilnosti lune za puščavo s sipinami, str. 27.

## SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN OKRAJŠAV

ABC	Automatic brightness control
AGL	Above Ground level
ANVIS	Aviator's Night Vision Imaging System
BSP	Brightness source protection
ETL	Effective translational lift
GPS	Global positioning system
IR	Infrared
MCP	Micro channel plate
METT-T	Mission, Enemy, Terrain, Troops, Time
NOE	Nap of the earth
NVG	Night Vision Goggles
OGE	Out of ground effect
PIC	Pilot in command
PNOC	Pilot not on controls
POC	Pilot on controls
SV	Slovenska vojska
TPEK	Terrain Perception Enhancement Kit
VFR	Visual flight rules
3D	3 dimenzionalno

## SEZNAM SLOVENSКИH PREVODOV TUJIH IZRAZOV

Automatic brightness control – Samodejno prilagajanje svetlosti

Above Ground level – Višina nad terenom

Air-taxi - Nizko letenje helikopterja nad stezo za voženje do točke vzletanja ali obratno

Aviator's Night Vision Imaging System – Sistem nočnega gledanja prilagojen za pilote

Brownout - Zatemnitev

Brightness source protection - Zaščita pred prekomerno svetlostjo

Downwash – Tok zraka skozi glavni rotor

Effectve translational lift – Efektivni translacijski vzgon

Global positioning system – Navigacijski sistem za globalno pozicioniranje

Go-around – postopek prekinitve pristajanja

Infrared - Infrardeče

Micro channel plate – Mikrokanalna plošča

Mission, Enemy, Terrain, Troops, Time – Naloga, Sovražnik, Teren, Enote, Čas

Night Vision Goggles – Očala za nočno gledanje

Out of ground effect – Lebdenje Izven efekta tal

Pilot in command – Vodja zrakoplova

Pilot not on controls – Pilot, ki ne leti

Pilot on controls – Pilot, ki leti

Terrain Perception Enhancement Kit – Oprema za boljše zaznavanje terena

Visual flight rules – Pravila vizualnega letenja

Washout – Izpiranje

## IZJAVA O AVTORSTVU ZAKLJUČNE NALOGE

Spodaj podpisani Jošt Laznik, rojen 14. 02. 1986, sem diplomsko delo izdelal samostojno pod vodstvom mentorja npor. Aleš G. Rističa.

JOŠT LAZNIK

---

Dne, \_\_\_\_\_