

KUVAUSTIEDUSTELU JA MAHDOLLISUUDET SUOJAUTUA SILTÄ

Yleisesikuntamajuri Matti Vuolevi

JOHDANTO

Ennenkuin asevaikeus tai jokin muu vastatoimenpide saadaan vaikuttamaan kohteeseen, maali täytyy havaita ja paikantaa. Kuvaustiedustelu on tiedustelulaji, jonka merkitys on kasvamistaan kasvanut. Varsinkin ilmakuvauus on taistelukentän parhaita ja nopeimpia tiedustelumuotoja. Sen merkitys on korostunut tekniikan tuodessa yhä parempia ja tarkempia kuvauslaitteita. Tämän lisäksi kuvaustiedustelusatelliitit mahdollistavat maailman laajuisen kuvauksen jo rauhan aikana.

Seuraavassa pyritään selvittämään millaisia tiedustelukuvauuslaitteita suurvalloilla on käytössään ja mikä on niiden kapasiteetti. Kirjoituksen lopussa pyritään luomaan läpileikkaus suojautumiskeinoista. Kirjoituksen painopiste on taktisessa ilmakuvauksessa sekä siltä suojautumisessa, sillä taktinen ilmakuvauus tuottaa ehkä määrällisesti eniten tietoa taistelukentällä.

1. TIEDUSTELUKUVAUSLAITTEET JA -MENETELMÄT

1.1 Ilmakuvauus

Operatiiviseen ja taktiseen ilmakuvaukseen käytetään yleensä tiedusteluhävittäjiä. Nämä on varustettu kuvaussäiliöillä ja niiden vaatimilla käyttölaitteistolla. Joihinkin tehtäviin, varsinkin tiedusteltavan alueen etureunassa käytetään myös tiedustelulennokeja. Ne kuuluvat yleensä orgaanisesti maavoimille. Niiden kuvauusvarustus saattaa muodostua joko yksittäisestä kamerasta tai lähes tiedusteluhävittäjän varustuksesta.

Nykyaikaisessa tiedusteluhävittäjässä on kuvaussäiliöihin pakattuna 5—10 ilmakuvauuskameraa. Osa näistä on tarkoitettu matalakuvaukseen ja osa korkeakuvaukseen. Matalakuvaukseen käytettävien kameroiden kuvauusala ulottuu yleensä horisontista horisonttiin. Korkeakuvauuskameroiden kuvauusala on kapeampi. Esimerkiksi englantilaiseen Tornado-koneeseen on suunniteltu tiedustelukuvaussäiliö, jolla on seuraavia ominaisuuksia:

— paino 480 kg

- pituus 410 cm,
- kamerat: Zeiss LHOV
Zeiss LLDC
- infrapunakeilain: Texas Instruments sekä
- digitaalinen datajärjestelmä /1, s. 1 117/.

Tiedustelukuvauksessa käytettävät kamerat voidaan periaatteessa erotella tiedustelutason perusteella strategisessa tiedustelussa käytettäviin korkeakuvauskameroihin ja taktis-operatiivisessa tiedustelussa käytettäviin matalakuvauskameroihin. Jako ei kuitenkaan ole aivan yksiselitteinen, vaan päällekkäisyyttä esiintyy. Esimerkkinä korkeakuvauskamerasta mainittakoon amerikkalainen strategisen tiedustelukoneen käyttämä korkeakuvauskamera K-38. Sen ominaisuuksia ovat:

- negatiivin koko 23 x 48 cm
- objektiivit 30 cm f/6,3
60 cm f/6,0
90 cm f/8,0
- filmikasetti 325 otosta/2, s. 288/.

Lennetäessä 20 km:n korkeudella tulee ko kameralla pisintä objektiivia käyttäen negatiivin mittakaavaksi noin 1:22 000.

Matalakuvaukseen tarkoitetut kamerat eroavat edellisistä siinä, että niissä on

- lyhyempi valotusaika,
- nopeampi kuvausnopeus,
- parempi kuvaliikkeen tasaus sekä
- lyhyempi objektiivi.

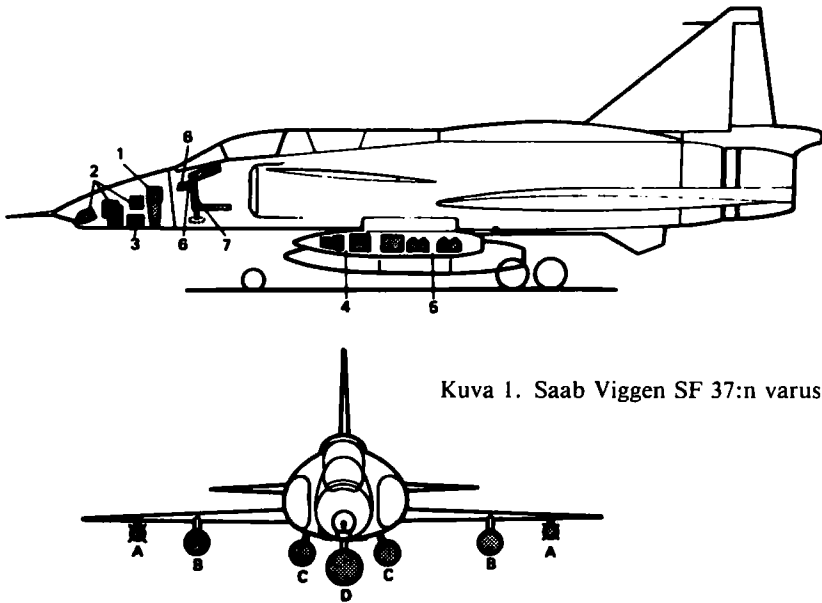
Esimerkkinä matalakuvauskamerasta on amerikkalainen KS-121 A, jolla

- valotusaika on 1/250 — 1/4 000 sek,
- aukon ja valotusajan säätö automaattinen,
- kuvanopeus 4—10 kuvaa/sek sekä
- useita objektiiveja /3, s. 62/.

Tavanomaisten kameroiden lisäksi matalakuvauksessa voidaan käyttää esimerkiksi rakokameroita ja panoraamakameroita. Viimeksimainitussa sulkimen paikalla on rako, joka liikkuu kuvatason suhteen. Kameran kuvataso on puoliympyrän muotoinen. Laukaisun aikana linsijärjestelmä liikkuu kaaren laidalta toiselle valottaen kaarella olevan filmin. Kameran haittana on kuvan laidoille pienenevä mittakaava.

Esimerkkinä nykyaikaisen tiedusteluhävittäjän varustuksesta esitellään ruotsalainen Saab Viggen. Viggenistä on kaksi tiedustelukuvaukseen tarkoitettua muunnosta. Saab SH 37 on tutkalla ja kaukokuvauskameroilla varustettu merivalvontaan tarkoitettu hävittäjä. Saab SF 37 on yö- ja päiväkuvaukseen sopiva taktillinen tiedusteluhävittäjä.

Kuvassa 1 on kaaviokuva Saab SF 37:n varustuksesta. Havaitaan, että hävittäjä kykenee sekä päivä- että yökuvaukseen. SF 37 voi suorittaa myös korkeakuvaus /5, s. 20/.



Kuva 1. Saab Viggen SF 37:n varustus

- A = ilmataisteluohjus
 B = ECM-säiliö
 C = pimeäkuvaussäiliö
 D = lisäpolttoainesäiliö
 1 = kaksi korkeakuvaus-/kaukokuvauskameraa
 2 = neljä matalakuvauskameraa
 3 = lämpökeilain
 4 = kolme pimeäkuvaukseen sopivaa infrapunakameraa
 5 = valaisuväriem kamoille
 6 = ECM-datarekisteröintilaite
 7 = tähtystyskiikari

Ilmakuvauksessa käytettävien filmien emulssioiden osalta on kiinnitettävä huomiota seuraaviin ominaisuuksiin:

- yleisherkkyyys,
- jyrkkyyys,
- spektrinen herkkyys,
- erotuskyky sekä
- huntu.

Ilmakuvauksessa voidaan käyttää joko näkyvän valon tai infrapuna-alueelle herkistettyä joko musta-valko- tai väریفilmiä. Yleisimmin käytetään tavallista pankromaattista mustavalkofilmiä. Tiedustelukuvauksessa käytettävän filmin erotuskyvyn

lähtöarvona pidetään 35 viivaa/mm. Väriefilmien käyttöä tiedustelukuvauksessa rajoittaa niiden pitkä prosessointiaika. Naamioinnin paljastamiseksi kehitetty väärävärifilmi ei enää sovellu taktiseen tiedustelukuvaukseen kovin hyvin, koska sitä vastaan on kehitetty tarvittavat naamiovärit.

Tavallisimpia ilmakuvaukseen tarkoitettuja filmejä ovat mm:

- Aviophot Pan 30 Din 20,
- FP 3 Din 24,
- Plus X Aerographic 2402 Din 22 sekä
- Tri-x 2403 Din 27.

Tulkinnan kannalta väärävärifilmi on parhain, mutta koko järjestelmän kannalta mustavalkoinen filmi on edullisin.

1.2 L ä m p ö k u v a u s

Lämpökuvauus on sekä ilmakuvauus- että maakuvausmenetelmä. Ilmakuvauksessa sitä käytetään taktisessa tiedustelussa matalakuvaukseen sekä lennokeilla että hävittäjillä. Maakuvaus se on pimeätähystyksen eräs muoto.

Ilmakuvauksessa lämpökuvaukseen käytetään lämpökeilainta. Se taltioi luonnossa esiintyvän jokaisen kohteen itsensä lähettämän infrapunasaäteilyn. Tiedustelukuvauksessa käytettäviksi tarkoitettut laitteet toimivat yleensä aallonpituudella 8—14 μ m. Tämä johtuu siitä, että tälle alueelle osuu eräs ilmakehän ikkunoista, jolla kuvaus on mahdollista, ja että noin 30 °C:n lämpöinen kohde lähettää suurimman osan säteilystään tällä alueella. Lämpökuvauus on matalakuvausmenetelmä ja sillä kyetään kuvaamaan kaikissa valaistusolosuhteissa. Kuvaus ei kuitenkaan ole mahdollista sumussa ja pilven läpi. Lämpökeilaimessa olevan ilmaisimen toiminnalle on olennaista, että se on jäädytettävä noin —200 °C:een. Tällaisten laitteiden lämpöerotuskyky on noin 0,2 °C/4, s. 186/ ja kulmaerotuskyky noin 1—2 mrad/4, s. 186/. Kuva muodostetaan juovittamalla tavanomaiselle 70 mm:n mustavalkofilmille. Tämän lisäksi kuva voidaan lähettää tosiaikanäyttönä maahan.

Lennon jälkeen filmin kehittäminen tapahtuu normaalisti. Tulkinta suoritetaan suoraan negatiivilta käyttäen apuna suurennuslasia tai tulkintajärjestelmää. Tulkintaa vaikeuttaa stereotarkastelumahdollisuuden puuttuminen, tavanomaista ilmakuvaa heikompi erotuskyky ja tavanomaista suuremmat virhetulkintamahdollisuudet.

Lämpökuvauksen etuna on se, että se etsii toimintaa kaikissa valaistusolosuhteissa. Lisäksi kohteesta saadaan monipuolista informaatiota. Tämän vuoksi lämpökeilain alkaakin olla vakiovarusteena lähes kaikissa tiedusteluhävittäjissä ja useissa lennokeissa. Kuvaustiedustelun kehityksen painopiste on jo vuosia ollut ja tulee edelleenkin olemaan lämpökeilaimen edelleen kehittämisessä. Tärkeimpinä kohteina ovat erotuskyvyn parantaminen, laitteiden keventäminen sekä tosiaikanäyttöjärjestelmän kehittäminen.

1.3 Tutkakuvau s

Lentokuvauksessa käytettävä tutkakuvau s perustuu siihen, että lähetetyt tutka-aallot heijastuvat kohteesta. Nämä paluusignaalit rekisteröidään sopivalla tavalla. Tutkakuvau s on aktiivinen menetelmä, koska kohteeseen lähetettävä säteily synnytetään kuvauslaitteella. Tämän vuoksi saadaan vastaanotetun signaalin suunnan lisäksi määritetyksi myös viistoetäisyys kohteeseen pulssin kulkuaikeojen perusteella.

Ilmakuvaauksessa yleisimmin käytetty laite on sivuviistotutka (SLAR = Side-Looking-Airborne-Radar). Siinä yksi tai kaksi lentokoneen sivuun kiinteästi asennettua antennia lähettävät keskeytyksettä lentosuuntaa vastaan kohtisuorassa olevassa tasossa tarkkaan kohdistettuja mikroaaltopulsseja. Osa eri voimakkuuksilla maastosta heijastuneesta säteilystä saapuu takaisin etäisyyttä vastaavassa järjestyksessä antenniin. Heijastumisaste saadaan näkyviin katodisädeputken kuvapinnalla modulaation avulla. Optiikan avulla saadaan lentonopeuden mukaan tahdistetulle filmille kapeista kais-taleista koostuva kuva maastosta.

Sivuviistotutka voi olla joko matala- tai korkeakuvauslaite. Matalakuvausjärjestel-miin on liitetty hyvin usein liikkuvan maalin ilmaisin. Tällöin paluusignaali prosessoi-daan siten, että liikkuvat kohteet tulevat korostetusti kuvalla esiin. Toiminta perustuu doppler-ilmiöön, jossa liikkuvasta kohteesta palaavalla signaalilla on eri taajuus kuin lähetetyllä signaalilla. Pienin lentokoneen kulkusuuntaan nähden kohtisuora nopeus, joka voidaan saada ilmaistuksi, on noin 10 km/h.

Tutkakuvauksessa vuorokauden ajalla ja säällä ei ole suurta merkitystä, sillä tutka-aallot läpäisevät pilviä. Sadepisarat vaimentavat tutka-aaltoja jonkin verran. Erotus-kyky tutkakuvalla on heikko ja kuvat ovat vaikeahkoja tulkita ellei ole erittäin tottunut tulkit-sija. Kuvattaessa 10 km:n korkeudella erotuskyvyksi tulee noin 8—10 m.

Sivuviistotutkaus soveltuu erittäin hyvin sekä meri- että muiden aukea-alueiden ku-vaukseen ja valvontaan. Menetelmä ei sovellu käytettäväksi matalalta eikä peitteisessä maastossa.

1.4 Satelliittikuvaus

Molemmat suurvallat käyttävät strategisessa tiedustelussa hyvin paljon kuvaustie-dustelusatelliitteja. Vaikka ne eivät täysin korvaakaan strategisia tiedustelukoneita, ovat ne vieneet tiedustelukoneilta pääosan tehtävistä. Neuvostoliitto lähetti kuvaustie-dustelusatelliitteja vuonna 1982 yhteensä 34 kappaletta /6, — /. Tämä on melkein puolet Neuvostoliiton sinä vuonna lähettämien sotilassatelliittien määrästä ja noin 38 % kaikkien satelliittien määrästä. Tämä osoittaa selvästi kuvaustiedustelusatelliit-tien merkityksen. Neuvostoliitolla on toiminnassa jatkuvasti noin kaksi kuvaussatel-liittia. USA:n lähtöjen lukumäärä on huomattavasti pienempi, mutta silläkin on noin kaksi kuvaussatelliittia jatkuvasti toiminnassa.

Neuvostoliiton satelliitit kuuluvat Kosmos-sarjaan. USA:n kuvaussatelliitit ovat Big-Bird, KH-11 sekä eräitä muita. Neuvostoliiton kuvaussatelliittien elinikä on joko noin 14 vrk tai 30—50 vrk. USA:n kuvaussatelliittien elinikä on useita kuukausia.

Kuvaustiedustelusatelliitit kiertävät maata noin 180—530 km:n korkeudella ja ne voidaan jakaa tehtävänsä puolesta yleisvalvonta- ja kohdetiedustelusatelliitteihin sekä sellaisiin, jotka voivat suorittaa tarvittaessa molempia tehtäviä. Yleisvalvontasatelliittien erotuskyky on metrien-dekametrien luokkaa ja kohdetiedustelusatelliittien desimetrien luokkaa. Parhaimpien kohdetiedustelusatelliittien erotuskyky lienee alle 20 cm. Annetut arvot ovat teoreettisia arvoja. Jotta ne saavutettaisiin käytännössä, täytyy kuvaussään olla ihanteellisen sekä kohteen omattava riittävä kontrasti.

Kuvaustiedustelusatelliitit voivat käyttää joko tavanomaisen tapaisia korkeakuvaukseen tarkoitettuja ilmakehuvauskameroita, monikanavakameroita tai infrapunakeilaimia. Lisäksi voidaan käyttää tutkia, mutta niitä käyttävät satelliitit eivät ole varsinaisia kuvaustiedustelusatelliitteja. Esimerkkinä mainittakoon amerikkalaisen Big-Bird'n kameravarustus /7, s. 555/:

- optinen kamera

valmistaja	Perkin Elmer
paino	9 090 kg
polttoväli	2,44 m
erotuskyky 160 km:stä	30 cm
- monikanavakamera

kanavia	4—6 kpl
---------	---------
- lämpökeilain

käyttö	yökuvaukset
--------	-------------

Kuvat lähetetään maahan tulkittavaksi joko datasiirtona, irroitettavan kapselin avulla tai ottamalla itse satelliitti alas. Irroitettavia kapseleita voi satelliitissa olla tavallisesti alle viisi kappaletta. Kapselin avulla saadaan alkuperäiset negatiivit tulkitaan. Datasiirtona lähetettyjen kuvien erotuskyky on huomattavasti huonompi kuin negatiivin.

Laser- ja hiukkasaseiden yhteydessä on usein mainittu niiden kyky joko tuhota tai sokaista vastapuolen kuvaussatelliitteja. Varsinaista satelliitin torjunta-asetta ei vielä ole käytössä, eikä varmoja todisteita kuvaussatelliitin sokaisusta ole. Alan kehitystyö on kuitenkin erittäin voimakasta, joten on oletettavaa, että vastapuolen kuvaussatelliitteja tullaan häiritsemään tavalla tai toisella tulevaisuudessa.

1.5 Muut tiedustelukuvauksen menetelmät

Vedenalainen valokuvaus on mahdollista käyttämällä joko tätä varten suunniteltua erikoiskameraa tai kamerassa erillistä suojakoteloita. Kameroiden paineen sieto mahdollistaa kuvauksen jopa 50 m:n syvyydessä. Kuvauksen ongelman muodostaa valaistus sekä veden sameus. Tehokkaillakin salamalaitteilla vedenalaisen kuvauksen ulottuvuus on vain muutamia metrejä. Vedenalaisen kuvauksen merkitystä ei kuitenkaan sovi vähätellä, koska sillä voidaan selvittää esimerkiksi vedenalaisten valvontalaitteiden ja aseiden rakenteita.

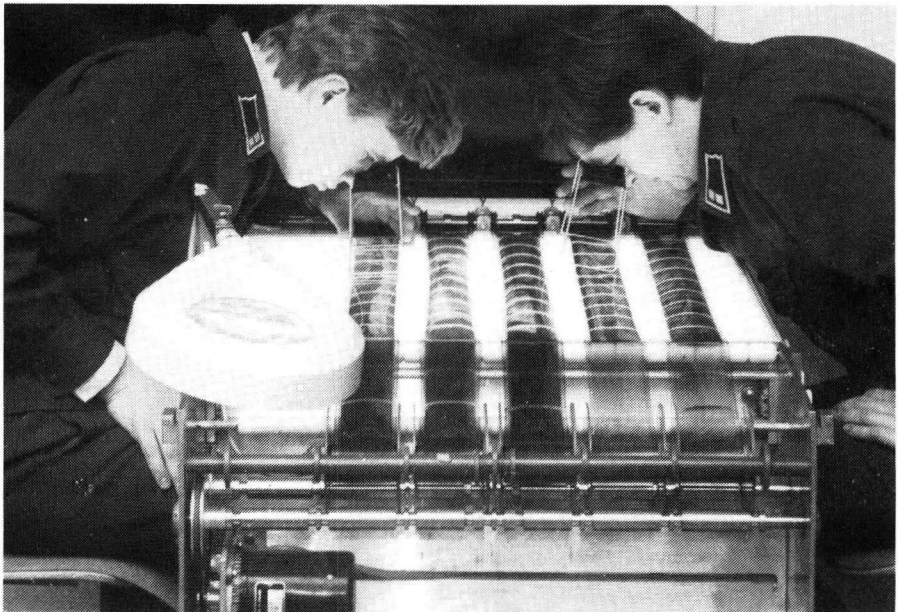
Maakaukokuvausta käytetään esimerkiksi merivalvontaan sekä linnoitteiden ja välineiden tunnistamiseen ja tutkimiseen. Automaattisten järjestelmärunkojen yleistyminen on yksinkertaistanut kuvausta. Peiliobjektiivien lyhyt fyysinen pituus mahdollistaa niiden käytön esimerkiksi tiedustelupartioiden mukana. Tähystykseen tarkoitettujen valonvahvistimien varustaminen kamerasovitella mahdollistaa paikallaan olevan kohteen kuvaamisen pimeässä.

Tiedustelukuvaukseen voidaan lukea myös esimerkiksi mikrokuvauksia ja erilaisten piilokameroiden käyttöä. Viimeksimainitut sallivat kuvauksen salaa kohteen tietämättä kuitenkin vain lähietäisyydeltä.

1.6 K u v a n t u l k i n t a

Kuvantulkinta voidaan jakaa visuaaliseen ja digitaaliseen kuvantulkintaan. Visuaalinen tulkinta perustuu ihmisen näköaistiin sekä hahmottamiseen. Visuaalisessa tulkinnassa kuvan muodostaminen on olennainen ja välttämätön välivaihe. Digitaalinen eli numeerinen tulkinta perustuu automaattiseen tietojenkäsittelyyn. Tällöin kuvan muodostaminen ei ole välttämättä tarpeellista. Tulkinta perustuu eri aallonpituuksilla rekisteröityjen säteilyarvojen analysointiin.

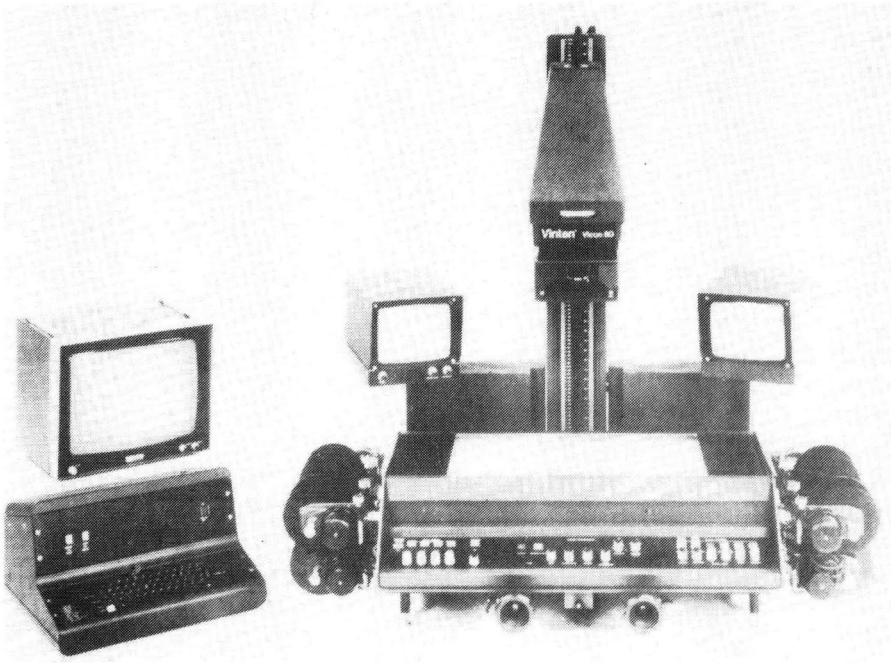
Sekä strategisen että taktisen ilmakuvauksen tulkinta suoritetaan pääosin visuaalisesti. Digitaalista tulkintaa voidaan käyttää eräissä strategisen tiedustelun erikoissovelluksissa. Visuaalisen tulkinnan avuksi on viime vuosina kehitetty useitakin elektronisia tulkinta- ja kuvankäsittelylaitteita. Kuvassa 2 on esimerkki taktisen kuvantulkinnan välineistön perusmalli (SA-kuva)



Kuva 2. Taktisen kuvantulkinnan välineistön perusmalli (SA-kuva)

kinnan välineistön perusmallista. Välineisiin kuuluu valopöytä sähkömoottorilla varustetuilla kelauslaitteilla sekä stereoskooppi. Laitteet mahdollistavat hävittäjä-luokan tiedustelukoneen kuvauksen tulkinnan suoraan negatiivilta.

Esimerkkinä taktisessa kuvantulkinnassa käytettävistä tulkintajärjestelmistä mainittakoon englantilainen Vintenin valmistama Vicon 80 tulkintajärjestelmä.



Kuva 3. Vicon 80 tulkintajärjestelmä /8, s.1/

Järjestelmään kuuluu:

- valopöytä,
- TV-kamera,
- TV-monitoreja sekä
- kirjoitusyksikkö.

Järjestelmä on tarkoitettu taktiseen tulkintaan. Sillä voidaan tulkita kaikkia kuvauksia, joiden tulostus on tapahtunut filmille. Tulkittava kuva voidaan siirtää tulkintakeskuksen ulkopuolella oleville monitoreille tarpeellisella tekstillä ja merkeillä varustettuna.

Kuvankäsittely-yksikön teknisistä ominaisuuksista mainittakoon:

- negatiivi/positiivi vaihtomahdollisuus,
- kuvan siirto X- ja Y-suunnassa,
- ääriviivan korostus,

- suurennessuhteen muutosmahdollisuus,
- kuvan jyrkkyyden muutosmahdollisuus sekä
- kuvan tummuusarvon muutosmahdollisuus.

1.7 Johtopäätöksiä

Taktisen tiedustelukuvauksen hävittäjät ja lennokit on varustettu tehokkailla ja monipuolisilla kuvauslaitteilla. Tällöin kuvaus voidaan suorittaa parhaiten tehtävään ja säähän sopivilla laitteilla. Lisäksi eri menetelmät antavat toisiaan täydentäviä tietoja. Taktisen kuvaustiedustelun kehityksen painopiste tulee olemaan siinä, miten saadaan tiedot entistä nopeammin päättäjille mahdollisimman yksinkertaisessa muodossa. Aikaviivettä on mahdollista lyhentää vain joko kehittämällä korkealaatuisia kuvansiirtojärjestelmiä tai lyhentämällä tulkintavaihetta digitaalisella kuvantulkinnalla.

Strategisessa tiedustelukuvauksessa kuvaussatelliitit muodostavat tiedustelun rungon suurvalloissa. Myös strategisen tiedustelun alalla aikaviiveen pienentäminen on eräs keskeisimmistä kehitysaloista. Digitaaliseen kuvantulkintaan siirtyminen on helppompaa kuin taktisella tasolla. Strategisessa tiedustelussa siihen on myös suuremmat paineet jo yksinomaan tulkittavan alueen laajuudenkin perusteella.

Tulevaisuudessa tiedustelukuvauksen menetelmät ja — järjestelmät tulevat liittymään yhä kiinteämmin asejärjestelmiin. Tällöin asejärjestelmä itse etsii maalin, tunnistaa sen, paikantaa sen, laukaisee aseensa, ohjaa ammuksen maaliin ja lopuksi rekisteröi saavutetun vaikutuksen. Tällaiseen kokonaisvaltaiseen järjestelmään ollaan jo siirtymässä esimerkiksi eräiden panssarintorjunta-aseiden osalta.

2. TIEDUSTELUKUVAUKSEN KAPASITEETTI

2.1 Kapasiteetin osatekijät

Tiedustelukuvauksen muodostaa katkeamattoman toimintaketjun, johon kuuluvat seuraavat osatekijät:

- kuvauksen valmistelu,
- siirtyminen kohteelle,
- kuvaus,
- prosessointi,
- tulkinta sekä
- tietojen jako.

Tiedustelukuvauksen kapasiteetti määräytyy em osatekijöiden huonomman kapasiteetin mukaiseksi.

Kapasiteettia tarkasteltaessa on tutkittava kunkin osatekijän sekä määrällistä että ajallista kapasiteettia. Vaikka kullekin osatekijälle saadaankin määrättyä kapasiteetin arvo, on lopullinen tiedustelukuvauksen kapasiteetti kuitenkin arvio. Tiedustelukuvauksen todellinen kapasiteetti ja teho on se, kuinka paljon ja kuinka luotettavaa tietoa sillä saadaan ja kuinka hyvin se käytetään.

2.2 Ilmakuvauksen määrällinen kapasiteetti

Ilmakuvauksen määrällistä kapasiteettia tarkastellaan seuraavassa esimerkkien valossa. Esimerkit ovat luonnollisesti teoreettisia, eivätkä anna tarkkaa ja yksiselitteistä vastausta määrälliseen kapasiteettiin. Kuitenkin ne perustuvat nykyään käytössä olevien kuvauslaitteiden ominaisuuksiin, nykyisiin kuvauskoneisiin sekä nykyiseen ilma-kuvaustekniikkaan. Täten ne antavat suuruusluokan.

Esimerkki 1

Esimerkissä tarkastellaan nykyaikaisen tiedusteluhävittäjän suorittamaa taktista kuvausta. Hävittäjä on varustettu neljällä matalakuvaukseen sopivalla kameralla, joiden peitto ulottuu horisontista horisonttiin. Esimerkissä jätetään kuitenkin huomiomatta kahden viistokameran kuvaama ala, koska suomalaisessa peitteisessä maastossa niiden antama hyöty varsinkin kesällä on kyseenalainen. Esimerkissä lasketaan hävittäjän kuvaama maa-alue seuraavilla lähtöarvoilla:

— negatiivin koko	70 mm x 70 mm,
— kameran polttoväli (f)	50 mm,
— lentokorkeus (h)	100 m,
— kasetin koko	300 otosta,
— pituuspeitto	60 % sekä
— sivupeitto	10 %.

Laskettaessa kuvattua maa-aluetta on ensin laskettava kuvauksen mittakaavaluku, joka on $h : f = 100 \text{ m} : 50 \text{ mm} = 2\,000$.

Yhden negatiivin peittämä maa-ala saadaan lasketuksi mittakaavaluvun ja negatiivin koon perusteella seuraavasti: maa-ala = $2\,000 \times 70 \text{ mm} \times 2\,000 \times 70 \text{ mm} = 140 \text{ m} \times 140 \text{ m}$.

Yhden kameran ottaman kuvausjonon koko pituus voidaan laskea pituuspeiton, kasetin koon ja yhden negatiivin maa-alan perusteella seuraavasti:

$$\text{jonon pituus} = \frac{(100 - 60)}{100} \times 140 \text{ m} \times 300 = 16,8 \text{ km}$$

Kuvausjonon koko leveys voidaan laskea sivupeiton ja yhden negatiivin maa-alan avulla seuraavasti:

$$\text{leveys} = 2 \times 140 \text{ m} - \frac{10}{100} \times 140 \text{ m} = 266 \text{ m}.$$

Näin on saatu lasketuksi tiedusteluhävittäjän käytännöllisen kuvausalan maksimi-ala, joka siis on $266 \text{ m} \times 16,8 \text{ km}$.

Kuvauksen leveyden todellisen arvon määrittää suureksi osaksi kuvattava maasto. Laskettu kuvausjonon pituus puolestaan edustaa ehdotonta maksimia. Tulkittavia kuvia syntyy em kuvauksella 600 kpl. Lisäksi syntyy sivukameroilta toiset 600 kpl, jotka nekin on ainakin tarkistettava.

Esimerkki 2

Esimerkissä tarkastellaan tapausta, jossa strateginen tiedustelukone suorittaa korkeakuvausta. Kameranaan se käyttää jo esiteltyä kameraa K-38. Kameroita on tässä esimerkissä käytössä yksi kappale. Koneen kuvaama maa-ala lasketaan seuraavien lähtöarvojen perusteella edellisen esimerkin tapaan:

— negatiivin koko	22,5 cm x 45 cm,
— polttoväli (f)	900 mm
— lentokorkeus (h)	25 km,
— kasetin koko	325 otosta sekä
— pituuspeitto	60 %.

Kuvauksen mittakaavaluvuksi saadaan 27 777,78 eli noin 28 000. Yhden ruudun kuvaamaksi maa-alaksi saadaan 12,5 km x 6,25 km. Koko kuvausjonon pituudeksi tulee 1 625 km.

Tällöin koko kuvattu alue on 6,25 km x 1 625 km. Kuvattu alue voi käytännössä olla leveämpikin, koska kameroita voi olla useampia. Laskettu kuvausjonon pituus on ehdoton maksimi, jota käytännössä ei edes yritetä saavuttaa.

Tulkittavaksi tulee 325 otosta, joiden edustama maa-ala on yli 10 000 km².

2.3 Ilmakuvauksen aikatekijät

Kuten edellä on osoitettu, ilmakuvauksen koostuu useista osatekijöistä. Kukin osatehtävä vaatii oman aikansa. Lisäksi ilmakuvauksessa aikaa hyvin helposti tuhlataan eri osatekijöiden välille siirryttäessä osatehtävästä toiseen. Tämän vuoksi on tärkeää, että ilmakuvauksen järjestelmän kokonaisuudessaan koulutetaan ja hiotaan perusteellisesti turhien virheiden ja viiveiden karsimiseksi.

Seuraavissa esimerkeissä on tarkasteltu aikatekijöitä ilmakuvauksen suorituksessa.

Esimerkki 1

Esimerkissä tiedusteluhävittäjä käy suorittamassa kohdekuvausten noin 200 km:n etäisyydellä tukikohdasta ja palaa samaan tukikohtaan. Kohde tai tehtävä ei ole suorittajien tiedossa ennakolta. Suorituksen aika-arvio on seuraava:

— lennon valmistelu	50 min
— lennon suoritus	30 min
— kuvien prosessointi	20 min
— pikatulkinta	40 min (maksimi)
	yht 2 tuntia 20 min

Pikatulkintailmoitus tukikohdasta lennon pyytäjälle lähtee siis 2 tuntia 20 minuuttia siitä kun pyyntö on saapunut suorittavaan yksikköön. Luonnollisesti aika voi olla pitempikin, mikäli esimerkiksi koneita ei ole juuri valmiina tai mikäli vihollinen häiritsee suoritusta. Edellä mainitusta ajasta voidaan kuitenkin lennon valmistelun vaatima aika vähentää, mikäli lento on ennakoon esikäskytetty.

Esimerkki 2

Esimerkissä strateginen tiedustelukone käy kuvaamassa laajahkon kohteen noin 800 km:n etäisyydellä tukikohdastaan. Aika-arviossa annetaan ala- ja ylärajat ajoille, sillä ajat riippuvat suuresti kohteen laadusta ja tehtävän tärkeydestä. Suorituksen aika-arvio on seuraava:

	min	max
— lennon valmistelu	1 tunti	6 tuntia
— lennon suoritus	2 tuntia	2 tuntia
— prosessointi	30 min	1 tunti
— tulkinta	30 min	1 vrk
yht	4 tuntia	1 vrk 9 tuntia

Tiedot kuvauksen tuloksista saadaan tilaajalle siis aikaisintaan 4 tunnin kuluttua pyynnöstä. Tietojen saamiseen saattaa kuluu kuitenkin yli vuorokausikin, mikäli tulkittavaa on paljon tai suoritetaan erityistulkinta. Tällöin tunnustetaan mm uusia asetyyppejä ja arvioidaan niiden ominaisuuksia.

2.4 Kuvantulkinnan kapasiteetti

Kuvantulkinnan tehokkuus määräytyy siitä, kuinka nopeasti ja kuinka monta prosenttia tulkitsija havaitsee kuvalta siellä todella olevat kohteet. Havaitsemisprosentista on mahdoton esittää tarkkaa lukua, koska se riippuu monesta inhimillisestä tekijästä. Arviona voidaan esittää, että tulkitsija havaitsee ja tunnistaa 80—90 % taktillisen kuvauksen kohteista. Voidaan kuitenkin helposti esittää esimerkkejä, joissa vaikeakin kohde on tulkittu täydellisesti tai joissa helppo naamioimaton kohde on jäänyt kokonaan havaitsematta.

Jos tarkastelee tulkittujen kohteiden suhdetta todella kuvauksen alle jääneisiin kohteisiin ajan funktiona, havaitaan, että noin 80 % kohteista saadaan tulkituksi tunnin sisällä. Strategisten kohteiden tulkinnasta esitetty aikamäärä ei ole näin pieni. Tulkintaprosentti pysyy tämän jälkeen hetken vakiona ja nousee sitten loivasti lähtien 100 %:a usean tunnin tulkinnan jälkeen. Strategisessa tulkinnassa yhdenkin kohteen tulkinta saattaa kestää tunteja jopa päiviä.

Taktisen tiedustelulentoalavueen yhteyteen kuuluu tavallisesti kuvantulkintayksikkö. Se sisältää johtajan ja noin viisi tulkitsijaparia. Kukin tulkitsijapari pystyy käsittelemään tavallisesti yhden kuvauslennon sen valmistelusta viimeiseen ilmoitukseen saakka. Aikaa tähän prosessiin kuluu noin 2—2,5 tuntia. Yksi tulkitsijapari pystyy siis vuorokaudessa käsittelemään korkeintaan neljä kuvauslentoa. Koko tulkintayksikön kapasiteetti on siis noin 20 kuvauslentoa vuorokaudessa. Tämä on vähemmän kuin lentoyksikkö pystyy maksimitehollaan kuvaamaan. Sama ilmiö havaittiin mm Vietnamin sodassa, jossa amerikkalaisten arvioiden mukaan noin 50 % tulkintatiedoista tuli käyttäjille liian myöhään tai jäi kokonaan saapumatta.

2.5 Johtopäätöksiä

Suurvallat pystyvät tiedustelukuvauksen alalla varsinkin määrän suhteen hyvin mittaviin suorituksiin. Ne voivat ilmakuvata itseasiassa koko maapallon käyttäen satelliitteja. Taktinen lentotiedusteluyksikkö tekee vuorokaudessa noin 20 suoritusta.

Voidaankin todeta, että suurvalta pystyy kuvaamaan minkä tahansa kohteen milloin tahansa ja miltei missä säässä tahansa. Toisaalta voidaan todeta, että mikään suurvalta ei pysty kuvaamaan kaikkia kohteita, joita sen tulisi kuvata.

Tiedustelukuvauksen ongelman muodostaa kuvantulkinta ja tietojen saattaminen tarvitsijoille riittävän pienellä aikaviiveellä. Tiedustelukuvauksen kehittämisen painopiste nykyään on tämän aikaviiveen pienentäminen. Ollaan pyrkimässä reaaliaikaiseen kuvan muodostamiseen ja lähes reaaliaikaiseen tulkintaan. Mahtavasta kapasiteetistaan huolimatta suurvallankaan tiedustelukuvauksella ei ole täydellistä. Se jättää aina puolustajalle mahdollisuuden. Tämän on kiistatta osoittanut sekä II Maailman Sota että Vietnamin sota.

3. SUOJAUTUMINEN TIEDUSTELUKUVAUKSELTA

3.1 Yleistä

Tiedustelukuvaukselle on olemassa useitakin tehokkaita suojautumiskeinoja. Suojautuminen on tullut tiedustelukuvauksen tehon kasvun myötä entistä tärkeämmäksi. Lisäksi suojautuminen on entistä enemmän ulotettava myös rauhan aikaan.

Suojan muodot voidaan jakaa passiivisiin ja aktiivisiin tapoihin. Lisäksi on olemassa eräitä suojautumiskeinoja, joita ei selkeästi voi ryhmittää kumpaankaan edellä mainituista. Passiivinen suojautuminen on tärkein muoto suojaututtaessa tiedustelukuvaukselta. Se voidaan jakaa:

- liikkuvuuteen,
- hajauttamiseen,
- maastouttamiseen,
- valelaitetoimintaan sekä
- linnoittamiseen /9, s.17/.

On tärkeätä korostaa, että maastouttaminen ei ole ainoa keino suojautua tiedustelukuvaukselta, vaikkakin se on ehkä tärkein.

3.2 Maastouttaminen

Maastouttaminen on tärkein ja helpoin keino suojautua tiedustelukuvaukselta. Jokainen joukko voi suorittaa sen ilman kalliita lisävälineitä ja ylemmän johtoportaan tukea. Maastouttamista auttaa kuitenkin tehokkaat ja nykyaikaiset maastouttamisvälineet.

Maastouttamisen menetelmiä ovat:

- maaston käyttö,

- muotouttaminen sekä
- naamiointi /9, s.18/.

Naamiointin tarkoituksena on saada kohteen ja taustan välinen kontrasti mahdollisimman pieneksi ja saada kohteen ääriviivat rikoiksi. Kontrastin pienentäminen tarkoittaa siis kohteen sulauttamista ympäristöönsä. Tässä liika kaavamaisuus johtaa usein täysin väärään tulokseen, koska ympäristö määrää menetelmän. Lisäksi on otettava huomioon, että naamiointi ei saa kasvattaa kohteen pinta-alaa, koska tämä puolestaan nostaa kohteen havaitsemistodennäköisyyttä.

Hyvin usein naamiointi metsässä koulutetaan oikein ja osataan varsin hyvin. Tosin toiminta on varsin kaavamaista. Suuri virhe tehdään siinä, että samoja menetelmiä ja välineitä käytetään naamioitaessa kohteita aukeilla tai asutuskeskuksissa. Samat välineet eivät sovellu, koska ympäristö on toinen. Kohdetta yritetään naamioida metsään sulautuvaksi, vaikka ollaan asutuskeskuksessa. Naamiointi asutuskeskuksessa ei välttämättä vaadi uusia naamiointivälineitä, vaan kekseliäisyyttä.

Ääriviivojen rikkominen tapahtuu erilaisin naamiointivälinein sekä naamiomateriaalein. Ääriviivan rikkominen vaikeuttaa kohteen tunnistamista huomattavasti.

Nykyisten tiedusteluvälineiden monilaatuisuus aiheuttaa sen, että naamiointi on suoritettava niitä kaikkia vastaan. Varsinkin suojautuminen lämpökuvausta vastaan on otettava vakavasti huomioon. Tällöin kohteen tuottama lämpö on saatava pienemmäksi tai leviämään tasaisesti ympäristöönsä. Tässäkin on siis kyse kohteen sulauttamisesta ympäristöönsä. On kehitetty erilaisia naamiövälineitä, jotka antavat suojan sekä näkyvän valon että lämpösäteilyn alueella. Tällainen verkko on käytössä esimerkiksi Saksan Liittotasavallan armeijalla ja sen on valmistanut OGUS-yhtiö /10, s.63/. Suojautuminen lämpökuvausta vastaan on kuitenkin erittäin vaikeaa etenkin talvella, jolloin kohteen ja ympäristön väliset lämpötilaerot ovat suuret.

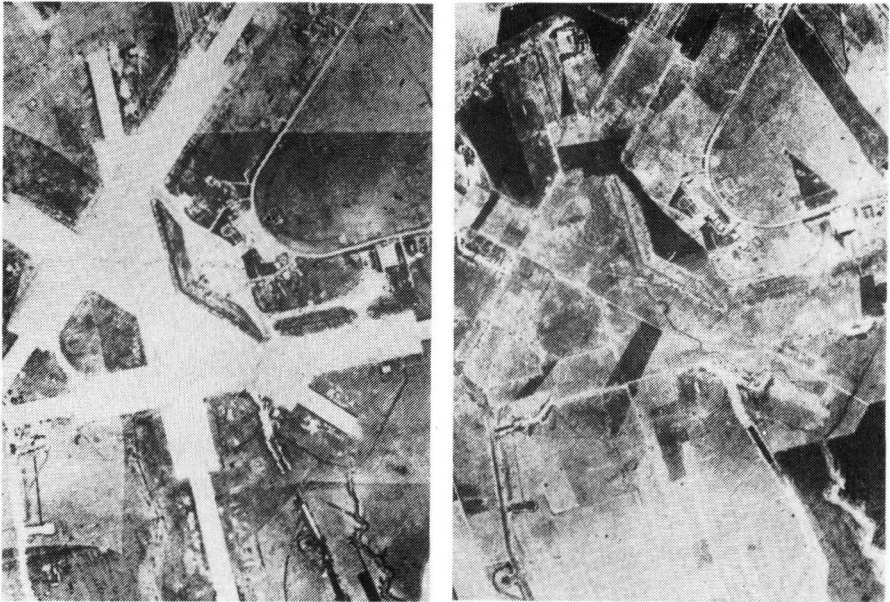


Kuva 4. Naamioitu rannikopuolustuksen bunkkeri /11, s. 114/.

Naamiointi kannattaa aina. Se vaikeuttaa kohteen havaitsemista. Vähäinenkin kate kohteen päällä tekee kohteen tunnistamisen vaikeaksi ja aikaa vieväksi. Mikäli maaston valinta on lisäksi suoritettu oikein voidaan naamiointilla pienentää havaitsemistodennäköisyyttä huomattavasti, vaikeuttaa kohteen tunnistamista sekä ennenkaikkea pidentää tiedustelukuvauksen aikaviivettä.

Kuvassa 4 on esimerkki vaikeassa maastossa toteutetusta naamiointista. Kuvassa on rannikopuolustuksen bunkkeri sulautettu osaksi hiekkarannalle luonnollisesti kuuluvia elementtejä.

Naamiointi ei ole vain pienten kohteiden suoja-keino. Sitä voidaan soveltaa myös suuriin kohteisiin. Kuvassa 5 on kuvapari joka esittää Lyddan lentokenttää Palestiinassa II Maailman Sodan aikana ennen ja jälkeen naamiointin. Naamiointi on todella taidokkaasti suoritettu vaikeuttaen huomattavasti ainakin korkeakuvauksen tulkintaa sekä pommitusten maalipisteen valintaa.



Kuva 5. Lyddan lentokenttä ennen ja jälkeen naamiointin /11, s.118/.

3.3 Valelaitetoiminta

Valelaitetoiminnan tarkoituksena on väärin maalien antaminen, tiedustelun kylästäminen, harhauttaminen ja väärän tähtäyspisteen antaminen. Valelaitetoiminta vaatii hyvän koulutuksen, sopivat välineet ja ylemmän johtoportaatan suunnittelua. Valelaitteen tulee antaa todellista laitetta vastaava kuva kaikilla tiedustelussa käytettävillä spektrin alueilla. Tämä merkitsee sitä, että valelaitteen tulee antaa esimerkiksi läm-

pöalueella sama heijastus kuin todellisenkin laitteen. Esimerkiksi valetykin kyseessä ollen sen putken tulee olla ajoittain kuuma ja läheisten valekomentopaikkojen asuttuja eli lämpimiä.

Valelaitteiden tulee olla oikeiden laitteiden läheisyydessä ja sellaisilla paikoilla, joilla oikea laitekin voisi sijaita.

Valelaitteiden naamiointi on eräs valelaitetoiminnan mielenkiintoisimmista kysymyksistä. Mikäli valelaitteet naamioidaan liian hyvin, ne jäävät havaitsematta eivätkä näin ollen täytyä tehtävänsä. Mikäli ne naamioidaan liian huonosti, ne paljastuvat valelaitteiksi. Valelaitteet onkin naamioitava yhtä hyvin tai lievästi huonommin kuin todelliset kohteet.

Valelaitetoimintaa voidaan suorittaa menestyksellisesti vain, jos on käytettävissä valmiita valelaitteita. Ne voivat olla kumista, muovista tai muusta helposti liikuteltavasta aineesta valmistettuja. Niiden pinnalla tulee olla kuitenkin vastaavat ominaisuudet kuin oikean laitteen pinnallakin. Lisäksi niiden on oltava aktiivisia ja lämpöä kehittäviä. Ajoneuvojen, aseiden ja majoitustelttojen valelaitteiden valmistus on helppoa ja tuottaa tuloksen. Suurien kohteiden kuten laivojen ja lentokoneiden valelaitteiden valmistus on vaikeaa, koska oikean lämpökuvan luominen on hankala ja kallis ratkaisu.

3.4 Muut suojautumiskeinot

Edellä mainittujen lisäksi on olemassa useita muita tiedustelukuvaukselta suojautumisen keinoja, joista tärkein on maaston ja sään valinta. Peitteinen maasto vaikeuttaa aina tiedustelukuvausta. Lisäksi se pienentää sen kapasiteettia. Peitteinen maasto kätkee luonnostaan kohteet tehden havaitsemisen vaikeaksi ja kohteiden tunnistamisen epävarmaksi. Koska viistokuvaus ei ole tehokas peitteisessä maastossa, kuvauksen on osuttava suoraan kohteen päälle, ennenkuin se tuottaa tuloksen. Näin tehollinen kuvausala pienenee huomattavasti.

Vaikka suurvallat pystyvätkin kuvaamaan kaikissa valaistus- ja sääolosuhteissa, ei sen teho ole silloin kuitenkaan maksimissaan. Matala pilvipeite mahdollistaa kuvauksen ainoastaan sivuviistotutkalla. Sen erotuskyky on huono eikä tutkakuvauksella ole yhtä paljon kuin valokuvauksella suorittavia. Pimeys ei ole este kuvaukselle, mutta se rajoittaa kapasiteettia ja estää hyvän erotuskyvyn omaavien kuvien otton.

Joukon ja kohteen on kaikin tavoin vältettävä sellaista toimintaa, joka antaa aiheen tiedustelukuvauksen suorittamiselle. Se ei tietenkään aina ole mahdollista, mutta siihen on kiinnitettävä vakavaa huomiota. Tällaisia toimintoja ovat mm:

- radioliikenne,
- savut,
- jäljet,
- äänet sekä
- turhat raivaukset.

3.5 Johtopäätöksiä

Vaikka suurvaltojen tiedustelukuvaukset ovat tehokkaita, on sillekin löydettävissä tehokkaat vastatoimenpiteet. Paras vastatoimenpide on toimia siten, ettei joudu tiedustelukuvauksen kohteeksi. Tiedustelukuvauksen suorittamiseen täytyy aina olla olemassa jokin syy.

Naamiointi on jokaisen sotilaan ja joukon oma tehokas suojauskeino. Vaikka naamiointilla ei useinkaan saavuteta sen lopullista tavoitetta, kohteen täydellistä kätkemistä, se kuitenkin vaikeuttaa kuvausta, sen tulkintaa, pidentää aikaviivettä ja vaikeuttaa asevaikutuksen suoritusta. Valelaitetoiminta vaatii siihen rakennetut välineet. Sillä voidaan tehokkaasti luoda vääriä maaleja ja kyllästä tiedusteluyksiköt. On huomattava, että huonosti rakennettu valelaite useinkin vain pahentaa asiaa ohjaamalla vihollisen huomion varmasti lähellä olevaan todelliseen kohteeseen.

Y h d i s t e l m ä

Suurvaltojen tiedustelukyky on mittava. Ne pystyvät sekä kriisin että rauhan aikana kuvaamaan laajoja alueita ja tulkitsemaan kuvat. Ne eivät enää ole täysin riippuvaisia hyvästä kuvaussäästä, sillä ne pystyvät ilmakehuun pimeällä ja jopa pilven läpi. Lämpökuvauksen yleistymisen on eräs tärkeimmistä viime vuosien tapahtumista.

Siirtyminen reaaliaikaiseen tiedustelukuvaukseen on lähivuosien kehityksen keskeinen ongelma. Vaikka siihen ei aivan päästäisikään, on varmaa, että aika kuvauksesta asevaikutuksen alkuun tulee lyhenemään nykyisestä. Näin ollen puolustajalle jää yhä vähemmän aikaa omille toimenpiteille.

Kuvaustiedustelusatelliitit mahdollistavat kiinteiden kohteiden kuvauksen jo rauhan aikana. Tämä on otettava huomioon rakennettaessa linnoitteita, varikoita ja viestiasemia. Suojautuminen tiedustelukuvaukselta vastaan on kuitenkin mahdollista. Se vaatii koulutusta ja välineitä. Suojautuminen metsässä hallitaan yleensä hyvin, mutta muualla se on ainakin meillä vielä tutkimatta. Tiedustelukuvaukselta suojautuminen vaatii nykyistä enemmän asiaan paneutumista, lisää koulutusta, tiedustelukuvauksen huomioon ottamista myös rauhan aikana sekä ehkä kokonaan uutta ajattelua. Johtajien on tajuttava, että joukko voi olla millä hetkellä tahansa tiedustelukuvauksen kohde olipa kyseessä rauhan aika tai kriisi.

LÄHTEET

- 1) International Defence Review 8/1982. Reconnaissance pod for Tornado, s. 1117
- 2) Österreicher Milit. Zeitschrift 4/1981. Friedrich W Korkisch: Luftaufklärung (I), ss. 282—290
- 3) Armada International 4/1982
- 4) Tiede ja Ase n:o 38, 1980. Vuolevi: Lämpökuvauksen sotilaalliset sovellukset, ss 178—196
- 5) FlygvapenNytt 1/1980. Spaningsflyg av i dag, ss. 17—29

- 6) Defence Daily, 1982 vuosikerta
- 7) Europa Archiv, 18/1982. Daniel Deudney: Krieg oder Frieden im Weltraum, ss. 553—561
- 8) Vicon 80, Vinten Aerial Reconnaissance System, Esite
- 9) Huoltoupseeri 3/1982. Kari Melleri: Huoltojoukkojen maastouttaminen ja linnoittaminen, ss. 16—20
- 10) Armada International 3/1982. Ogus camouflage nets, s. 63.
- 11) Charles Cruickshank: Deception in World War II, 248 s. Oxford University Press, 1979.