

SOTILASTEKKOKUUJÄRJESTELMÄ

Yleisesikuntaeverstiluutnantti J y r i P a u l a h a r j u

Aiemmin on satelliittikuvauksen yleisiä perusteita käsitelty Tiede ja Ase 31:ssä sekä niiden yhteydessä on samalla suppeasti tarkasteltu kahden suurvallan sotilaskäyttöön tarkoitettuja satelliitteja, lähinnä kuvaustekokuita. Esitys ei suinkaan ollut tyhjentävä, ja useita eri tekokuujärjestelmiä jätettiin aiheeseen liittymättöminä käsittelemättä. Tämäkään jatko-osaksi katsottava tutkimus ei voi tarjota täydellistä tietoutta kaikista sotilastarkoituksiin rakennetuista tekokuista siitä yksinkertaisesta syystä, ettei niistä ole saatavissa riittävästi luotettavaa tietoutta eri yksityiskohtien valottamiseksi. Voidaan hyvällä syyllä todeta, että varsinaisia yksityiskohtaisia tekokuuohjelmia koskevia tietoja varjellaan mitä tarkimmin. Esimerkiksi erilaisista hävittäjäkoneista tulee hyvinkin nopeasti julkisuuteen tarkkoja tietoja, mutta tekokuita käsitteleviä varmoja tosiasioita ei juuri näy. Salattavuus ei koske yksinomaan tekokuiden varustusta vaan myös niiden kokoa, ohjaittavuutta sekä hyötykuormaa että lopullista käyttötarkoitusta. Luonnollisesti on määritettävissä erilaisia raja-arvoja tietyille toiminnoille, samoin on joltisellakin tarkkuudella arvioitavissa tekokuiden avulla saatavia tuloksia eli punnittavissa satelliitin merkitys.

Varsin suuren osuuden käytettävissä olevista tiedoista muodostavat erilaisten tieteellisten seurojen ja havaintopaikkojen laatimat tilastot,

joita julkistetaan erilaisissa alan ammattilehdissä. Maan kiertolaisten seuranta tapahtuu jatkuvasti eri puolilla maailmaa ja siinä ovat mukana jopa erilaiset kouluylheisötkin omine radioteleskooppeineen ja vastaanottimineen. Kuitenkaan näidenkään lähteiden avulla ei sotilastekokuita voida aina eritellä luotettavasti muista taivaankannen kiertäjistä. Näin ollen on luonnollista, ettei tässäkin tutkimuksessa ole voitu ehdottomalla varmuudella ja aukottomuudella esitellä kaikkia sotilassatelliittijärjestelmiä, monia yksityiskohtia ja kokeiluasteelle jääneitä ohjelmia on jätetty pois ja toisaalta joidenkin kohdalla perustiedot saattavat olla eri lähteiden kanssa ristiriitaisia. Ratkaisevaksi tekijäksi on tällöin otettu teoreettisen raja-arvotarkastelun perusteella saadut päätelmät. Tämän lisäksi on todettava, että avaruustekniikka — jos mikään — etenee nopeasti nykyaikana, joten tämän tutkielman kirjoitus- ja ilmestymisvaiheen välillä saattaa tapahtua paljonkin selailaista, joka täydentäisi kenties suorastaan merkittävällä tavalla kokonaiskäsitystä kyseisestä järjestelmästä.

Sotilastekokuut ovat jo nyt kattaneet lähes koko strategisen ja viestinnällisen sektorin. Suurvaltojen eräät sotilaalliset toiminnot kuten strateginen tiedustelu, kaukoviestintä sekä globaalinen valvonta perustuvat entistä enemmän maata kiertäviin laitteisiin, satelliitteihin. Tämä kaikki on tapahtunut suhteellisen vähin äänin loistavien ja näyttävien tieteellisten avaruuslentojen ohella. Kuu- ja yhteislennot ovat erilaisten planeetta- ja avaruuslentojen mukana vangingneet suuren yleisön mielenkiinnon. Kuitenkin samanaikaisesti niin idässä kuin lännessäkin lähetetään jatkuvasti erilaisia sotilaallisia tarkoituksia varten lukuisia tekokuita maata kiertämään. Tämä toiminta jatkuu edelleen entistä määrätietoisempaan, nykyisin jo niin voimallisena, että sen on vaikuttava tavalla tai toisella eri maiden strategisiin ja taktisiin doktriineihin suorastaan merkittävällä painolla.

1. TIEDUSTELUKUVAUSSATELLIITTIJÄRJESTELMÄT

Tiedustelukuvaussatelliittijärjestelmät muodostavat tällä hetkellä pääryhmän tekokuiden sotilassektoreilla. Tavanomaisten yläkorkeuksissa lentävien strategisten tiedustelukoneiden paikan ovat suuressa määrin valloittaneet 150...200 km:n etäisyydellä maata kiertävät tekokuut monimutkaisine kameroineen sekä erityisvarustuksineen. Tämä toimintamuoto oli myös vanhin sotilastekokuiden joukossa. Ensimmäinen onnistunut kuvaussatelliitti oli USA:lla, Discoverer 14, joka 19. 8. 1960 palautti kapselissaan maahan kuvasarjoja Neuvostoliiton alueelta. Tätä tekokuuta oli edeltänyt koko joukko epäonnistumisia joko kanto-

rakettivian tai erillisen filmikapselin virheellisessä palauttamisessa ta-
kaisin maahan. Muutaman vuoden kuluttua myös Neuvostoliitto onnis-
tui pyrkimyksissään kehittää erityinen kuvaustekokuu maata kiertä-
mään. Lähtölaukaus avaruuskilpavarusteluun oli ammuttu puolin ja
toisin.

1.2. USA:n tiedustelukuvaustekokuuohjelmat

Kuten jo edellä on mainittu, aloitti USA jo varsin varhain tiedus-
telusatelliittien kehittämisen laajan projektin — WS-117 L — puit-
teissa. Lukuisten alkuvaikeuksien jälkeen onnistuttiin rakentamaan
Martin Companyn, Lockheedin ja RCA:n kanssa sopiva kantoraketti
nimeltään "Agena". Paitsi kantorakettikysymystä, oli ratkaistava teko-
kuun stabilointi kiertoradallaan, sopiva kameravarustus riittävän moni-
puolisine objektiivineen sekä kuvatun filmimateriaalin paikannus ja
palautus maahan tulkintaan. Tekokuihin järjestettiin erityinen kehitys-
laitteisto, joka prosessoi filmit ja juovittamalla muutti kuvan sävyt
sähköisiksi signaaleiksi, jotka sitten vuorostaan lähetettiin sopivalle
maa-asemalle pikatulkintaan. Toisena laitteena oli Eastman Kodak'in
kehittämä kamera, jonka filmi lähetettiin sitten irroitettavassa kapse-
lissa maahan joko lentokoneella siepattavaksi ilmakehän alimmissa
osissa tai mereen molskautuksella laivaston alusten poimittavaksi. —
Alussa kuvausohjelma kulki nimellä "Sentry" muuttuen myöhemmin
ohjelmaksi Samos (Satellite and Missile Observation System).

Samos- satelliitit saivat pian parannetun kantoraketin Agena-B:n,
jota käytettiin Discoverer 17:sta alkaen. Tekokuut laukaistiin yleensä
niin sanotulle naporadalle eli napojen kautta kulkevalle kaltevuuskul-
malle. Näin menetellen taattiin NL:n ja Kiinan olennaisten alueiden
kuvauksellinen valvonta. — Discoverer-ohjelma katosi julkisuudesta
nimikkeenä 1962, jolloin lähtötilastot vuorostaan kertoivat Discoverer-
38:n lähteneen onnistuneesti täyttämään tehtävänsä. Tämä kooditun-
nuksen muuttaminen ei kuitenkaan merkinnyt sitä, että USA:n ku-
vaustiedustelukokuut olisivat poistetut ohjelmasta kokonaan vaan se
merkitsi sitä, että oli syntynyt uusi kuvaustekokuiden sukupolvi, joka
oli jo päässyt irti pahimmista lastentaudeista. Discoverer-tekokuiden
hyötykuorma oli noin 2 000 kg, josta noin 150...200 kg oli varsinaisen
varustuksen osuus. Toiminta-aika radalla vaihteli 3...4 viikkoon. Alus-
sa oli tavallista, että USA lähetti kiertoradalle joka kuukausi uuden
tekokuun.

Vuoden 1963 alusta lähtien USA:ssa ryhdyttiin toteuttamaan kahta-
kin eri kuvaustekokuuohjelmaa. Toinen näistä järjestelmistä oli tar-
koitettu yleisvalvontaan, joka välitti tiedot maa-asemille lähes reaali-

ajassa radiosignaalein keilaamalla eli juovittamalla pienikaavaista valokuvanauhaa, tai sitten käyttämällä suoraan televisiojärjestelmää. Nämä yleisvalvontatekokuut olivat ja ovat edelleenkin suhteellisen heikkoja erotuskyvyiltään, päätehtävänänsä tarkkailla suurehkoja kohteita tai suurten yhtymien liikkeitä. Etuna on pidettävä nopeaa tiedonvälitystä seuranta- ja johtokeskukseen sekä päätöksentekijöille. — Liki-pisteen eli perigeumin ollessa vain noin 160 km ja radan eksentrisyyden suhteellisen suuren, voitiin tekokuuta pitää toiminnassa aiempaa pidemmän ajan. Kantorakettina käytettiin hyväksi havaittua TAT/Agena-D:tä (Thrust-Augmented-Thor/Agena-D), joka hyvin soveltui yleisvalvontatekokuiden lähettämiseen radalleen. Hyötykuormaa voitiin nostaa ja samalla kameramalleja parantaa, polttoväliä pidentää ja muitakin lisävarusteita saatiin mukaan maata tutkailemaan. Tulokset paranivat huomattavasti.

Näitä uusia tekokuuta lähetettiin sittemmin avaruuteen keskimäärin kuukauden välein ja näin ollen pidentyneen toiminta-ajan kanssa syntyi tilanne, jolloin kiertoradoilla oli samanaikaisesti useita satelliitteja valvontatehtävissä Eräiden rataongelmien tultua ratkaistuksi kykenivät USA:n satelliitit alhaisesta ratakorkeudesta huolimatta toimimaan useita viikkoja, jopa kuukausia valvontatehtävissään. Oikeutetusti voidaan katsoa vuoden 1966 merkinneen USA:lle toimintakykyisen ja suhteellisen luotettavan valvontatekokuuverkoston olemassaoloa.

Entistä voimakkaampaa kantorakettia ryhdyttiin kokeilemaan 1966 ja palveluskäyttöön se saatiin jo toukokuussa 1967. Kyseessä oli Long-Tank-Thrust-Augment-Thor/Agena eli lyhenteenä LTTAT. Kolmas yleisvalvontaan tarkoitettu sukupolvi oli luotu lyhyen ajan kuluessa. Tämän lajin tekokuissa oli entistä parempi varustus myös yökuvausta sekä radiometrasta tarkkailua varten. Infrapunailmaisintekniikka takasi myös jossain määrin varoitustekokuun toimintamuotoja. Lisäksi kameroita varten voitiin ottaa mukaan entistä enemmän filmiä, seikka jota ei aina muisteta, kun tarkastellaan kuvaussatelliittien tehokkuutta valvoa maapalloa ja jokaista sen kolkkaa. Tiedonsiirto mukaanluetuna kuvanvälitys oli varmempi ja nopeampi. Vuodesta 1967 tai 1968 alkaen voitiin näiden toimintojen apuna käyttää myös erityisiä releointisatelliitteja tietojen siirtoon maa-asemalle, josta se edelleen välitettiin keskusasemalle USA:aan muokattavaksi.

Yleisvalvontasatelliittien ohjelmakoodeja ei täysin aukottomasti voida jäljittää käytettävissä olevien tietojen perusteella. Erilaiset lempinimet sekä usein vaihtuvat numerokoodit sotkevat asiaa, monet kirjoitukset ja puheet menevät hyvin usein ristiin. Varsin todennäköisesti Discoverer-ohjelman jatkeena oli ohjelma 770.

Toisen pääryhmän USA:n tiedusteluvaussatelliiteista muodostavat

ns kohde-tekokuut (close-look satellites), jotka omaavat erityisen pitkäpolttovälisen kameravarustuksen kyeten siten suurimittakaavaisten kuvien ottoon tarkoin rajatuista, suppeista alueista. Nämä tekokuut lähtivät samasta perusajatuksesta kuin yleisvalvonnankin satelliitit — Discoverer-ohjelmasta. Kuitenkin ne olivat kookkaampia ja hyötykuormaltaan suurempia kuin yleisvalvonnan kiertolaiset.

Kuh yleisvalvonta totesi jonkin mielenkiintoisen ilmiön tarkkailun alaisella alueella, kohteen yläpuolelle suunnattiin yksityiskohtiin pureutuva kohdesatelliitti. Nämä tehokkaat tekokuut olivat yleensä alhaisemmalla radalla kuin yleisvalvonnan kiertolaiset. Samoin ne palautettiin takaisin maahan jo muutaman vuorokauden lennon jälkeen. Myöhemmin palautettiin vain kapseli Discoverer-ohjelman tavoin siepattavaksi ilmakehän alimmissa osissa haaviin lentokoneen avulla tai sitten koko kappale molskautettiin mereen Apollo-alusten tavoin. — Tietävästi ensimmäinen kohdesatelliitti lähetettiin radalleen 26. 4. 1962 Thor-Agena kantoraketilla. Vuoden 1964 vaiheilla valittiin ohjelman kantoraketiksi voimakas Atlas/Agena-yhdistelmä, joka kykeni nostamaan varsin monipuolisen tiedustelutekokuun taivaalle. Tämä vaihe oli samalla kohdesatelliittien toisen sukupolven syntyhetki. Näitä tekokuuta laukaistiin keskimäärin kerran kuussa ja ne palauttivat uskollisesti jo noin 4...5 vuorokauden kuluttua filmikapselin maahan tulkitaan. Ohjelmakoodina mainitaan eri lähteissä numerot 920.

Tämä ei kuitenkaan vielä riittänyt. Tulokset olivat hyviä, mutta parempia kaivattiin ja samalla pyrittiin harvoin, mutta monitoimisiin satelliitteihin. Kolmas sukupolvi sai kantoraketikseen Titan-3B:n, joka lensi koelentonsa heinäkuussa 1968 ja oli palveluskäytössä jo elokuussa 1969. Uuden järjestelmän myötä kasvoi myös elinikä radalla. Vuonna 1968 oli keskimääräinen toiminta-aika jo kaksi—kolme viikkoa. Samalla tekokuu sai jo manöveerauskykyä ja sitä voitiin jossain määrin ohjailta ja näin menetellen saatiin tekokuun elinikää lisättyä. Philip J Klass'in erään artikkelin mukaan tämä kolmas vaihe kykeni laitteillaan selvittämään varsin yksityiskohtaisesti Neuvostoliiton ja Kiinan strategiset kohteet käyttäen valokuvausvarustuksen ohella infrapuna-antureitaan sekä ns monispektrikuvausjärjestelmiä. Maaerotusarvoksi mainittiin 3...12 metriä määrittynyt luonnollisestikin vallitsevista maanpintaoloista sekä pilvikerrostumista.

Titan-3 B kantoraketti on vieläkin kuvaustiedustelusatelliittien käytössä. Vuonna 1974 niitä lähetettiin avaruuteen vielä kolme tekokuuta mukanaan. Keskimääräinen toiminta-aika radalla on nostettu 50 vuorokauden. Eräiden arvioiden mukaan myös palautettavien filmikapselien määrä olisi noussut. Reaaliaikainen televisiojärjestelmä lienee myös uusittu entistä tarkemmaksi ja suojatummaksi ulkopuolista häirintää vastaan. ERTS-1:ssä — tieteellisessä tekokuussa — oli jo 2 000

juovan tv-laitteisto ja on ilmeistä, että sotilasmuunnoksissa on päästy lähelle julkisuudessa mainittua tavoitetta 3 000 juovaa.

Merkittävä askel otettiin USA:n satelliittikuvauksen historiassa 15. 7. 1971 kun avaruuteen maata kiertämään singottiin neljännen sukupolven kohdesatelliitti, joka kuului ohjelmaan 467. Lähes 12 tonnia painava satelliitti sai lempinimen "Big Bird". Kantorakettina on tällä mahtavalla tekokuulla Titan-III D, jonka työntövoimaksi mainitaan noin 1,3 miljoonaa kiloa. — Tämä uusi satelliitti on luonteeltaan hybridi eli monitoiminen. Se on tarkoitettu sekä yleisvalvontaan että kohdekuvauksiin. Lisäksi tekokuun uumenissa on infrapunalaitteet sekä varsin todennäköisesti myös sivuviistotutka (Side Looking Radar = SLAR). Tekokuu lähettää alas tosiaikaista tietoa juovitusperiaatteen avulla sekä myös erityisiä filmikapseleita. Näitä pienoissatelliitteja lienee 6...8 kappaletta. Rata-aika eli tehokas toimintaikä radalla on myös noussut huomattavasti. Alussa "Big Birdin" elinikä oli noin kaksi kuukautta. Nyt se on jo yltänyt 150 vuorokauden ennätyselliseen ikään. On myös otaksuttavissa, että ohjelma 467 on hiljaisuudessa siirtynyt uuteen vaiheeseen, eli ohjelma 1010:een, josta jo vuonna 1972 lausuttiin arveluja julkisuudessa.

Erään tyyppillisen lähetystilaston muodostaa vuosi 1974, jolloin USA lähetti maata kiertämään oheisen taulukko 1:n mukaiset kuvaussatelliitit.

Taulukko 1

USA:n kuvaustiedustelusatelliitit vuonna 1974

Tekokuun lähettäjä ja pvm	Kantoraketti	Likipiste (km)	Kaukopiste (km)	Kaltevuus (o)	Elinikä (vrk)
USAF 13. 2. 74	Titan-3 B*)	134	393	110,44	32
USAF 10. 4. 74	Titan-III D "Big Bird"	153	285	94,52	109
USAF 6. 6. 74	Titan-3 B*)	136	394	110,49	47
USAF 14. 8. 74	Titan-3 B*)	135	402	110,51	46
USAF 29. 10. 74	Titan-III D "Big Bird"	162	271	96,69	127
*) kohdesatelliitti					

Kuten taulukosta 1 havaitaan, ovat Titan-3 B kohdesatelliitit likipisteen osalta hieman lähempänä maata kuin monitoimitekokuu "Big Bird", jonka radan eksentrisyys on puolestaan pienempi kuin vanhemman tekokuumallin.

USA:n kuvaustiedustelusatelliittien lähtöpaikka on yleensä Läntinen koealue eli Vandenbergin tukikohtakokonaisuus Kaliforniassa.

Jo varsin varhain luokiteltiin USA:ssa kuvaustiedustelusatelliittien tehokkuus niiden antaman erotuskyvyn eli maaerotusarvon perusteella. Amron Katz julkaisi tällaisen jaotuksen 1960-luvun alkupuolella. Luettelointi oli seuraava:

Luokka A - 50	maaerotusarvo	<200 jalkaa (600 m)
» B - 10	»	< 40 » (12 m)
» C - 2	»	< 8 » (2,4 m)
» D - 0,5	»	< 2 » (0,6 m)

Teoreettisissa raja-arvolaskuissa voidaan osoittaa, että ihanneoloissa on mahdollisuuksia tasoon D kuten Torleiv Orhaug ja Eric Dyring tekevätkin, mutta käytännössä tämä taso liikkuu vielä B:n ja C:n keskivaiheilla. Myöskin eräät hajatiedot kuvaustuloksista Lähi-Idän (1973) kriisin ajalta osoittivat tähän samaan suuntaan.

Edellä mainittujen päälinjoja noudattavien kuvaussatelliittien lisäksi on kokeiltu luonnollisestikin muitakin satelliittijärjestelmiä. Näiden ohjelmat eivät kuitenkaan ole yleistyneet, kuten edellä mainitut tekokuumenetelmät.

1.3. NL:n tiedustelukuvaussatelliitit

Neuvostoliiton tiedustelukuvaussatelliittiohjelmat ovat sijoitetut heidän Kosmos-järjestelmäänsä, joten mitään selvää ohjelmakooditusta tai lempinimeä ei ole havaittavissa julkisuudessa.

Vaikka Neuvostoliitto aloitti avaruusohjelmansa varsin näyttävästi ja voimaperäisesti 1950-luvun lopulla, ei varsinaisia sotilastekokuita ilmestynyt maata kiertämään ennenkuin vasta 1963, jolloin ensimmäiset tiedustelukuvaussatelliitit lähetettiin Tjuratamin avaruuskeskuksesta. Ensimmäisen vuoden lähtömäärä oli 8 tekokuuta. Tahti kiihtyi kuitenkin pian ja niinpä vuotuinen lähtöjen määrä kasvoi tasaisesti. Vuonna 1966 aloitti Neuvostoliiton pohjoisosassa lähellä Arkangelia uusi, laajaksi paisuva avaruuskeskus toimintansa Plesetskin kylässä. Ensimmäisiä länsimaalaisia, jotka tämän keskuksen löysivät, olivat erään skotlantilaisen poikakoulun oppilaita, jotka opettajansa johdolla radioteleskoopillaan leikkasivat oletetun lähtöpaikan. Aikanaan siihen

tuli sitten virallinen vahvistus. Kolmas lähtöpaikka ilmaantui lähelle Volgaa — Kapustin Jar.

Neuvostoliiton tiedusteluvaustekokuista on saatavissa varsin niukasti tietoja pääosan perustuessa erilaisiin länsimaisiin kommentteihin, tähtitornien tai vastaavien havaintoihin sekä joihinkin NL:n johtomiesten lausuntoihin erilaisten kansainvälisten tapahtumien yhteydessä.

Ilmeisesti ensimmäiset tiedustelutekokuut singottiin radoilleen manertenvälisestä ohjuksesta SS-6:sta (Sapwood) kehitetyn kantoraketin avulla. Näiden edelläkävijöiden elinikä oli hyvin lyhyt, ne palautettiin nähtävästi kokonaisina (kärkikappale) jo muutaman vuorokauden kulluttua takaisin maahan. Lähtöjen kaltevuuskulmakin poikkesi melkoisesti USA:n käyttämästä keskiarvosta, NL:n alkuvuosien lähtöjen kaltevuuskulmat osuivat yleensä 51° ... 65° :een välille. Vasta vuonna 1965 ammuttiin yksi 69° :een radalle, mikä enteili uusia kehitelmiä kantoraketien energiatasolla. Yleisen teorian mukaanhan tekokuun laukaisupaikan maantieteellinen leveys määrittää pienimmän mahdollisen kaltevuuskulman. Rataa voidaan tietenkin muutella rajoitetusti, mutta toimenpide edellyttää aina huomattavia määriä polttoainetta. Mitä suuremmasta muutoksesta on kyse, sen enemmän reservienergiaa on nostettava radalle. Vuonna 1968 onnistui NL:n nostaa kaltevuuskulmansa yli 80° :een. Tämä laukaisu tapahtui Plesetskistä.

Yhä voimakkaampia kantoraketteja kehiteltiin. Periaatteena näytti olevan pyrkimys käyttää hyväksi jo olemassa olevia manerten välisiä tai keskipitkän matkan ohjuksia. Näihin liitettiin sitten lisäjakoja, apuraketteja "boostereita" tai ylävaiheita kulloisenkin käyttötarkoituksen mukaisesti. SS-4:n eli Sandalin kautta siirryttiin keskimatkojen ohjukseen SS-5:een eli Skeaniin, johon lisättiin vain uusi lisäjako. Viimein on kuvaustiedustelutekokuiden lähettämässä käytetty lähes yksinomaan eräänlaista vakiomallia, Vostok'in ja Venus-jakson yhdistelmää, jonka hyötykuormaksi arvioidaan kuvaustekokuiden saattamiseksi halutulle radalle noin 4 000 kg. Varsinainen kuvausosa on noin 5 metriä pitkä, kartiomainen, osin sylinterimäinen kappale.

Kuten jo alussa mainittiin, pysyvät NL:n kuvaustekokuut 1960-luvun alkuvuosina vain muutaman vuorokauden radallaan, jonka jälkeen ne palautettiin maahan. Tällä hetkellä on keskimääräinen rata-aika lisääntynyt 13...14 vuorokauteen. Rajoitetun ohjailtavuuden lisäksi kykenevät NL:n tekokuut palauttamaan yhden kapselin maahan. Tämä tapahtui ensimmäisen kerran 21.3.1968. Osa NL:n käyttämistä tekokuista on vieläkin luokiteltavissa vanhanmallisiksi ns. morse-satelliiteiksi, jotka välittävät tietonsa maahan morse-koodeilla. Uudet mallit ovat tässä suhteessa "äänettämiä".

Tarkasteltaessa NL:n kuvaustiedustelutekokuiden ratoja on niissä lyhyemmän toiminta-ajan lisäksi muitakin merkittäviä eroja USA:n

kuvaussatelliitteihin verrattuna. Likipisteen keskiarvo vaihtelee 195... 203 km:n välillä, kaukopisteen osalla luvut ovat 285...310 km, rata on siis suhteellisen pyöreä, geosentrinen. Lyhyestä eliniästä johtuen niitä lähetetään myös varsin taajaan, jotta saavutettaisiin ajallisesti aukoton valvonta.

Käytettävissä olevien lähteiden mukaan NL:n kuvaustiedustelutekokuut voidaan jaottaa USA:n satelliittien tavoin yleisvalvonta- ja kohdetekokuihin. Monitoimisatelliitteja eli hybridejä ei ole toistaiseksi luotettavasti havaittu kiertävän maata.

Jos otetaan tarkastelukohteeksi satelliitin kaltevuuskulma, voidaan kohdepeitoksi eli valvotuksi alueeksi saada oheinen yhdistelmä:

- 52° peittoalue: Koko USA, Kanadan eteläiset osat, Eurooppa noin Berliinin tasalle sekä koko Kiina,
- 65° peittoalue: kuten edellä ja sen lisäksi yli puolet Kanadaa, etelä-Alaska sekä lähes koko Pohjois-Eurooppa,
- 73° peittoalue: kuten edellä ja lisäksi koko Alaska, etelä-Grönlanti,
- 81° peittoalue: kuten edellä ja lisäksi koko Grönlanti.

Esimerkiksi jos Pletetskistä laukaistaan 72°:een kaltevuudella kuvaustekokuu sopivasti ajoitettuna, ylittävät 4., 5. ja 6. kierros päivänvalon aikana USA:n. Koska maapallon liike yhdistyneenä tekokuun omaan liiketilaan aiheuttaa eräänlaista maan altaliukumista, eivät perättäiset kierrokset osu samoille alueille vaan hieman syrjään ja niinpä on laskettavissa, että näin toisiaan limittäen koko USA:n alue tulisi valvottua kahdeksan vuorokauden kuluessa. Tällöin tapahtuisi ensimmäisen kerran ratojen maanpintaprojektioiden samaistumista. Tämä kaikki edellyttäen, ettei tekokuuta ohjailta. Toinen asia on sitten, sallivatko sääolot ja muut tekijät tällaisen kokonaiskuvan menestyksellisen ottamisen.

Kuvausvarustuksen osalta ei NL:n kuvaussatelliittien laitteista juuri tiedetä. On kuitenkin oletettavissa niiden käyttöperiaatteiden mukaan, että kameravarustus noudattaa likimäärin samoja polttovälejä kuin USA:nkin tekokuut. Lisäksi televisioyhteys jatkuvana vuona on mahdollista taajan asemaverkoston ansiosta hyvinkin nopeana. Laserin käytöstä on myös julkisuudessa näkyneet viitteitä. Kuitenkin tämä menetelmä on vielä suuressa määrin kokeilujen alaisena kummassakin suurvallassa. Korkeudenmittausjärjestelmät sitävastoin ovat jo laserperusteisia molemmilla osapuolilla.

1.4. Kuvaustekokuiden antamia tuloksia

Kuten jo johdannossa todettiin, ei todellisia kuvaustekokuiden ottamia tiedustelukuvia ole saatavissa. Vain erilaisia, osin propagandistisia väitteitä on silloin tällöin näkynyt eri julkaisuissa. Tieteellisten tekokuiden ottamien kuvien perusteella samoin kuin teoreettisten raja-arvolaskelmien tuloksena on kuitenkin jotain pääteltävissä. On perusteltua lähteä siitä tosiasista, että kuvaustiedustelukokuiden merkitys on strategisesti tärkeä. Muutoinhan ei niihin sijoitettaisi suuria summia varoja kummassakaan suurvaltaryhmittymässä. Viime vuosien paikallisten kriisien yhteydessä on todettu selvästi, kuinka USA ja NL ovat valvoneet lähiavaruudesta tekokuillaan tapahtumien pääpiirteistä kulkua maanpinnalla.

Välittömän tulkinallisen hyödyn lisäksi ovat kuvaustulokset muokattavissa eri menetelmin soveltuviksi myös sotilastarkoituksiin. Tällaisia tuotteita ovat mm kartat, merivirtojen olemassaolot ja laajuudet, jäätilanteet napa-alueilla tai niiden lähettyvillä ym.

Tässä yhteydessä on syytä korostaa erästä seikkaa, mikä usein unohtetaan kun tutkitaan kuvaustekokuiden saavutuksia. Nimittäin, kuinka paljon filmiä tarvitaan tekokuun toiminnan aikana tiettyjen maa-alueiden kuvaamiseen. Neuvostoliittolaisen tutkijan Aleksei Lobanovin laskelmien mukaan on laadittu oheinen taulukko 2 filmikulutuksesta kuvausmittakaavan ollessa eräänä funktiona.

Taulukko

Filmin tarve tekokuukuvauksessa

Kohdealue	Kuvauksen mittakaava		
	1:60 000	1:800 000	1:2 400 000
Kuvakoko 23 x 23 cm sisältämä ala (km²)	189	33 800	301 600
Kuvien luku (kpl) kuvakoko 23 x 23 cm ei stereopeittoa			
— USA:n manner	41 500	232	26
— kaikki maat	800 000	4 500	500
— koko maapallo meret ml	2 700 000	15 200	1 700
Filmin paino kiloina jos kuvakoko on 23 x 23 cm			
— USA:n manner	1 162	6	0,7
— kaikki maat	22 700	127	14
— koko maapallo meret ml	75 818	427	48

Tässä yhteydessä pidetään kohdesatelliittien kuvausmittakaavana yleensä 1:40 000...1:60 000, joten tämän perusteella ei mikään nykyinen tekokuu kykene kaikkia ja kaikkea tallentamaan pitkäpolttoväli-
sillä kameroillaan. Kuvaus on valikoivaa.

Hieman samantapainen pulma syntyy juovitettaessa tekokuussa kehitettyä filmiä ja lähetettäessä sitä maahan. Jos käytetään suurta maa-erotusarvoa eli suurta mittakaavaa kestää esimerkiksi USA:n mantere-
reen filmien keilaus reunasta reunaan 121 vuorokautta. Tällöin on maa-
erotusarvo niinkin korkea kuin 0,6 m. Jos tyydytään esimerkiksi ero-
tusarvoon 30,5 m, on keilaus 10 MHz:n taajuudella hoidettavissa väli-
tyksineen runsaassa tunnissa.

Kuten jo aikaisemmin Tiede ja Ase n:ossa 31/1973 todettiin, pal-
velee kuvaustiedustelu tekokuiden avulla toteutettuna lähinnä strategi-
sista päämääriä ainakin toistaiseksi. Edullisissa valaistus- ja kontrasti-
oloissa saattavat suurten yhtymien liikkeet paljastua. Jos tilannetta
tarkastellaan Suomen kannalta, on meillä sääolojen vuoksi varsin tur-
vallista toimia piilossa taivaan silmiltä. Pilviverho on niin taaja ja
lähes jatkuva maamme yllä, että vain aniharvoin saadaan ihanne-
oloissa koko valtakunta tarkkailun kohteeksi.

Jokseenkin yhtäpitävästi ovat USA ja NL käyttäneet kuvausteko-
kuitaan kansainvälisten kriisien seurantaan. Tästä ovat esimerkkeinä
Lähi-Idän tapahtumat aina Intian ydinpommin räjäyttämistä myöten.
Niissä oloissa tulokset ovat ilmeisesti olleet myönteisiä, onhan pilvi-
verhokin heikoin Lähi-Idän leveysasteilla.

2. ELEKTRONISEN TIEDUSTELUN SATELLIITIT

Tilastojen mukaan kuvaustiedustelutekokuut ovat ehdottomana
enemmistönä USA:n ja NL:n tekokuiden lähtöluvuissa. Toisena tulevat
ainakin NL:n osalla elektronisen tiedustelun tarkoituksia palvelevat
satelliitit. Niiden merkitys on yhä kasvanut ja ne tavoittelevat nykyi-
sin varsin selvästi strategisen tiedustelun valtiasasemaa.

2.1. USA:n elektronisen tiedustelun satelliitteja

Ensimmäinen operatiivinen elektronisen tiedustelun satelliitti lau-
kaistiin radalleen USA:ssa 18. 6. 1962. Sitä oli edeltänyt saman vuoden
toukokuussa kokeiluvaihe. Kantoraketina oli tuolloin Thor/Agna-B.
Tekokuu sai pian lempinimekseen "ferret". Aluksi rata-arvot olivat
varsin alhaiset, lähellä kuvaustekokuiden käyttämiä ratoja. Keskimää-

rin likipiste oli noin 375 km ja kaukopiste noin 400 km, kaltevuuden ollessa kuitenkin jo alun pitäen suhteellisen korkea, arvoltaan 82°. Rata kokonaisuudessaan oli siis lähes maapallokeskeinen ympyrä. Kaltevuutensa ansiosta sitä kutsuttiin naparadaksi. Philip J Klass on esittänyt käsityksensä, että alussa USA:ssa elektronisten tiedustelusatelliittien ohjelma käsitti kuvaustekokuiden tavoin useita eri vaihtoehtoja, yleisvalvonnallisista aina hyvin rajattuihin tehtäviin rakennettuja kohdesatelliitteja myöten. Tätä käsitystä puoltaa se, että vuonna 1963 laukaistiin ainakin kaksi erilaista "ferrettiä" radoilleen. Erään lähteen mukaan olisi vielä joulukuussa 1963 singottu erityinen kuvaustekokuu mukanaan lisätekokuu elektronista tiedustelua varten eli ns piggyback. Ohjelma kuului tietävästi ainakin silloin projektiin P-11.

Elektronisten tekokuiden tehtävänä oli ja on edelleenkin ottaa vastaan maasta saapuvia signaaleja, tallentaa ne sekä eritellä niiden luonne ja pyrkiä samalla paikantamaan lähetteen alkupiste. Erityisesti tällaisen tiedustelun kohteena ovat tutka-asemat sekä tietyt radiolähteet, jotka taajuutensa puolesta läpäisevät ilmakehän saavuttaen täten satelliitin vastaanottoantennit. Määrävälein purkaa tekokuu sitten saaliinsa kooditettuna maa-asemalle, joita alkuaikoina USA:ssa oli ainakin Hawaiiilla. Guamissa sekä Kalifornian New Hampshiressä.

Vuonna 1964 otettiin yleisempään käyttöön ns rinnakkaislähdöt eli samalla kantoraketilla singottiin radalle myös muihin tarkoituksiin kehitettyjä tekokuita. Atlas/Agema-kantoraketti vei näitä tiedustelijoita entistä tiuhemmassa tahdissa, vuonna 1966 peräti 4 kappaletta. Samalla rata-arvot muuttuivat, syntyi tavallaan kaksi tasoa: toinen kiersi noin 450...500 km:n ympyränmuotoista, maapallokeskeistä rataa, toisen tason, pitkäikäisemmän, tyytyessä tarkkailemaan tilannetta noin 1 400 km:n etäisyydeltä. Taulukossa 3 on esitetty USA:n lähettämät elektronisen tiedustelun satelliitit viime vuosilta. Huomattakoon, että ne toimitetaan radalleen yleensä kuvaustekokuuun "Big Birdin" kanssa samanaikaisesti.

On väitetty, että nykyisten elektronisen tiedustelun satelliittien tallennuskapasiteetti olisi huomattavan suuri vaikkakin niiden kokonaispaino on kenties vain noin 60 kg. Ulkomuodoltaan ne ovat kahdeksankulmaisia. Erinomaisen paikantamistekniikan sekä tietojen analysoinnin huomioonottaen on otaksuttavissa, että "ferret" kykenee varsin pienen tutkapulssin havaitsemiseen. Karkeahkon paikannuksen jälkeen alueelle on helppo suunnata kohdekuvaustekokuu selvittämään syntyjä syviä.

USA:n elektronisen tiedustelun eräänä mielenkiinnon kohteena on Philip J Klassin arvelujen mukaan Moskovan ympärillä oleva torjuntaohjusten, ABM:ien tutkajärjestelmät. Lisäksi saman lähteen mukaan erään olennaisen seurantakohteen muodostaisivat ydinsukellus-

Taulukko 3

Elektronisen tiedustelun tekokuilta USA:ssa

Lähtetäjä pvm	Kantoraketti	Likipiste (km)	Kaukopiste (km)	Kaltevuus (°)	Elinikä (v)
USAF 10. 10. 72	Titan-3 D	1423	1469	95,62	10 ⁴
USAF*) 10. 11. 73 10. 11. 73	Titan-3 D	486 1419	508 1458	96,33 96,93	3 10 ⁴
USAF*) 10. 4. 74 10. 4. 74	Titan-3 D	786 503	830 531	94,61 94,00	90 6
USAF 29. 10. 74	Titan-3 D	520	535	96,06	6
*) samalla kantoraketilla					

veneiden ja niiden tukikohtien välinen radioliikenne. Vaikkakin nämä tiedot ovat ilmeisesti vain osa kokonaisuudesta, on perusteltua otaksua, että elektronisten tekokuiden laitteiden herkkyys on nykyään erinomainen. Saadut tiedot lähetetään määrävällein maa-asemille edelleen jatkokäsittelyyn.

2.2. Neuvostoliiton elektroniset tiedustelutekokuut

Neuvostoliitto aloitti elektronisten tekokuiden lähettämisen todennäköisesti vasta 1965, jolloin niitä laukaistiin tietyvästi kaksi kappaletta maata kiertämään. Satelliitit kulkivat kuten yhä edelleenkin Kosmos-sarjan yleisnimikkeen alaisina ja vain rata-arvot antavat viitteitä mahdollisesta tehtävästä. — On kuitenkin perusteltua otaksua, että niiden saamat tehtävät ovat samat kuin USA:nkin elektronisten satelliittien eli tutkia vastapuolen varotusverkkoa ja pyrkiä paljastamaan tutka-asemat niiden synnyttämien lähetteen avulla. Jostain syystä NL aloitti elektronisen tiedustelun ohjelmansa huomattavasti tiiviimmin kuin USA. Lähtöjen määrä lisääntyi nopeasti vuosi vuodelta ja hyvin usein niitä laukaistiin kaksi perättäin lyhyin aikavällein.

Erään arvelun mukaan tähän vilkkauteen olisi syynä tekokuiden suhteellisen lyhyt toiminta-aika sekä toisaalta pyrkimys mahdollisimman aukottomaan aikapeittoon. — NL:n elektronisen tiedustelun teko-kuut lähetetään yleensä kaikki Plesetskistä. Kantoraketteina on käytetty viime vuosina ainakin kahta eri mallia. Matalalle, lievästi soikealle radalle on laukaistu tekokuu keskipitkän matkan ohjuksella SS-4:llä (Sandal), johon on lisätty vain lisäjakso. Pyöreähkölle radalle vuorostaan on satelliittia saatellut samoin keskipitkän matkan ohjus SS-5:en (Skean) vahvistettuna yhdellä lisäajaksolla. Taulukossa 4 on esitetty arvio NL:n vuonna 1974 lähettämistä elektronisen tiedustelun satelliiteista.

Kuten edellä oleva suppea tilastokin osoittaa, lähettää NL teko-

Taulukko 4

NL:n vuonna 1974 lähettämät elektronisen tiedustelun tekokuut

Tekokuu pvm	Kantoraketti	Likipiste (km)	Kaukopiste (km)	Kaltevuus (°)	Elinikä
Kosmos 631 6. 2. 74	Skean + lisäjä	521	545	74,04	10 v
Kosmos 633 27. 2. 74	Sandal + »	271	491	70,99	219 vrk
Kosmos 634 5. 3. 74	Sandal + »	271	491	70,92	218 vrk
Kosmos 655 21. 5. 74	Skean + »	523	542	74,06	10 v
Kosmos 661 21. 6. 74	Skean + »	511	548	74,04	10 v
Kosmos 662 26. 6. 74	Sandal + »	271	812	70,92	18 kk
Kosmos 668 25. 7. 74	Sandal + »	270	492	70,95	211 vrk
Kosmos 686 26. 9. 74	Sandal + »	273	489	71,00	7 kk
Kosmos 695 20. 11. 74	Sandal + »	273	468	71,00	6 kk
Kosmos 698 18. 12. 74	Skean + »	515	552	74,04	8 v

kuunsa heidän yleisen lähtötilastonsa huomioonottaen korkean kaltevuuden omaavalle radalle. Täten menetellen saadaan valvotuksi käytännöllisesti katsoen koko strategisesti merkittävä maapallon osa. Ulkopuolelle jäävät vain napaseudut.

Tarkempia tietoja NL:n elektronisen tiedustelun varustuksesta ei ole saatavissa. Tekokuun kokonaismitoiksi arvioidaan: pituus noin 1,8 metriä ja läpimitta noin vajaa metri. Kokonaispainoksi lasketaan noin 750 kg.

2.3. Eräitä johtopäätöksiä

Edellä on jo mainittu elektronisen tiedustelun tekokuiden alati kasvavasta merkityksestä. Tämä näkyy selvästi satelliittitilastoista, samoin se ilmenee entistä tarkemmista turvallisuustoiminnoista radiolähetteidensä kohdalla. Lähteet pyritään koodaamaan avaamattomiksi ja samalla milloin se vain on mahdollista, käytetään taajuuksia, joiden hajasäteily avaruuteen olisi mahdollisimman pieni. — Eräänä mielenkiintoisena uutisena, joskin vain yhden lehden mainintana, on pantava merkille ns keräilylaitteet, jotka sijoitettuina viesti- ja johtokeskusten läheisyyteen piiloon, tallentaisivat tietyllä taajuudella lähetettävät sanomat jne. Tekokuun kulkiessa asianomaisen paikan yli ponnahtaisi määräsignaalilla laitteesta antenni ylös ja purkaisu tallenteensa ylös taivaankannen kiertäjän nauhoille. Kenties tulevaisuus näyttää, oliko kyseessä vain propagandistinen palstantäyte vai todellinen viestikeskusten vartija.

Joka tapauksessa elektronisen tekokuun tallennuskapasiteetin kasvun mukana lisääntyy myös sen tehokkuus maailman sähköisen viestinnän valvontaan. Erityisesti tutka-asemien paljastumistodennäköisyys on merkittävästi kasvanut näiden tekokuiden myötä. Se on tosiasia, josta jo nyt voidaan lähteä. Mitenkään ei myöskään pidä unohtaa sitä, että lentoliikenteen viestinnän seuraaminen ei myöskään ole mahdollista.

3. SOTILASSAÄSATELLIITIT

Sääsatelliittien käyttö yleisessä meteorologisessa palvelutoiminnassa on jo vakiintunut tapa. Tuskinpa Suomestakaan löytyy kansalaista, joka ei olisi jonkun sanomalehden sääennusteen yhteydessä nähnyt suursäätilasta kertovaa satelliittikuvaa, usein jopa tulkittunakin. Sääennusteiden laadinta on monipuolistunut ja tarkentunut merkittävästi näiden taivaankiertäjien ansiosta. Laajoja maapallon alueita voidaan kerralla kuvata päivällä sekä yöllä. Näin saadaan muutosilmiöt no-

peasti maa-asemien tietojen lisäksi muutetuiksi hyödyllisiksi, luotettaviksi ennusteiksi.

Sotilassäsatelliittien tehtävänä on luonnollisesti antaa suurvaltojen asevoimille ne erityistiedot, joita tarvitaan esimerkiksi erilaisten ohjusten lähettämiseen, ylempien ilmakerrosten muihin vaihteluihin liittyvään tarkkailuun jne. Lisäksi niillä on kummankin suurvallan kannalta merkittävänä tehtävänä ilmoittaa keskusasemalle kuvaustiedustelua varten sopivat ajankohdat. USA:n kuvaustiedustelutekokoisten mukana kulkee aina pienoinen säsatelliitti, joka antaa tiedot kohdealueen pilvisyydestä sekä kuvausmahdollisuuksista meteorologiselta kannalta tarkasteltuna. Näin menetellen säästetään kallisarvoista filmiä ja taataan onnistuminen ainakin sään puolesta. USA:n säsatelliitit kulkevat toistaiseksi projekti 417:een kuuluvina. Kehitteillä on kuitenkin jo uusi sukupolvi, jota ainakin toistaiseksi kutsutaan Block-5 D:ksi.

Neuvostoliitolla on myös oma sotilassäsatelliittiohjelmansa, joka sekkin on sijoitettu Kosmos-yleisnimen alle. Varsinaisena säsatelliittina NL:lla on Meteor-sarjansa, mutta sen päätehtävänä lienee pääasiassa siviilipalvelusten toteuttaminen. Sotilassäatekokoisten tunnistaminen on usein vaikeata, ja vain rata-arvojen perusteella voidaan tehdä joitain johtopäätöksiä.

4. NAVIGOINTISATELLIITIT

Navigointisatelliittien tarkoituksena on antaa laivoille ja ilma-aluksille lähes reaaliajassa tarvittavat tiedot niiden olinpaikasta ennalta sovitussa järjestelmässä. Tämä menettely on suuressa määrin verrattavissa nykyiseen merenkulkijoiden käyttämään Decca-koordinaatistoon lähetin- ja apuasemineen. Decca-asemia vastaavat nyt synkronoiduilla radoilla olevat tekokuut, joiden lähetteen avulla alukset ja lentokoneet niissä olevilla laskimilla määrittävät paikannusarvonsa. Periaate rakentuu useassa tapauksessa Doppler-ilmion hyväksi käyttöön.

Erityisesti navigointipulmat ovat tuttuja merellä. Tämä on aiheuttanut sen, että jo 1960-luvulla aloitettiin kehittää USA:ssa ydinsukellusveneitä varten paikantamisjärjestelmää, joka rakentuisi satelliittien varaan. Tällä hetkellä USA:lla on jo operatiivisessa käytössä Transit-ohjelma, joka aloitettiin vuonna 1963. Tämän jälkeen on näitä Transit-tekokuuta lähetetty yli kaksikymmentä. Niistä on kuitenkin kerrallaan toiminnassa vain 4...5 tekokuuta. Satelliitit ovat sijoitetut lähes ympyrän muotoiselle naparadalle, joka antaa näin ollen koko maapalloa kattavan peiton. Keskimääräinen etäisyys maasta on noin 1120 km. Transit-ohjelma on laajennettu käsittämään myös sotalaivojen lisäksi kauppalaivastot ja sen paikantamistarkkuudeksi mainitaan noin ± 225

...230 m. Vaikkakin Transit-menetelmä on sovelias laivoille, se ei kelpaa ilma-aluksille ja tätä seikkaa pyritään nyt poistamaan. Uuden monitoimiohjelman nimenä on Navstar, joka tulisi aikanaan sisältämään kaikki puolustushaarat. Ohjelman edeltäjät ovat ns Abres-projekti sekä NNSS (Navy Navigation Satellite System) ja sittemmin Timation (Time Navigation). Ensimmäinen koesatelliitti Navstar-ohjelmasta laukaistiin 14. 7. 1974 Atlas-F kantoraketilla Vandenbergin tukikohdasta USA:sta. Varsinainen tekokuu painoi vain 295 kg, keskimääräinen etäisyys maasta oli noin 13 500 km ja kaltevuuskulma oli 125°.

Navstar-ohjelma saataneen operatiiviseen käyttöön vasta 1980-luvun alussa, sillä voitettavana on vielä melkoisia pulmia, joista suinkaan vähäisin ei ole yksittäisten vastaanottolaitteiden kalleus, vuoden 1975 kurssin mukaan laskettuna noin 120 000 mk.

Neuvostoliitolla on myös paikantamissatelliittijärjestelmänsä, josta siitäkään ei juuri ole julkisuudessa paljoakaan mainittu. Tosin NL on ilmoittanut, että sillä on jo operatiivisessa käytössä Transit-ohjelmaa vastaava järjestelmä. Ilmoitus tästä on tehty ITU:lle (International Telecommunications Union) ja samalla on mainittu käytettävät taajuudet, jotka ovat 150, 200 ja 400 MHz. Näyttää myöskin saman ilmoituksen mukaan selvältä, että heidän menetelmänsä rakentuvat Doppler-ilmion varaan. NL:n navigointitekokuut ovat sijoitetut tavan mukaan Kosmos-sarjaan muiden tekokuiden joukkoon. Vain rata-arvot antavat viitteen satelliitin todellisesta tehtävästä. Yleensä NL laukaisee navigointitekokuunsa varsin korkean kaltevuuden omaavalle radalle. Kaltevuuskulma on keskimäärin 74° ja rata muuten on lähes ympyrän muotoinen. Tilastojen mukaan on laskettavissa, että keskimääräinen etäisyys paikantamistekokuulla on noin 900...1 100 km:n luokkaa. Suurempiakin arvoja on tunnettu, lähtöpaikkana on yleensä Plesetsk ja kantoraketina usein Skean lisäjaksoineen.

Esimerkkinä suurvaltojen navigointitekokuista voidaan esittää lyhyt ote satelliittien ominaisuuksista taulukon muodossa.

Taulukko 5

Eräitä navigointitekokuista

Maa ja tekokuu	Lähtöpvm	Likipiste/kaukopiste (km)		Kaltevuus (°)	Tarkkuus (m)
USA Transit	18. 5. 67	1070	1100	107	± 200
USA Triad	2. 9. 72	710	860	90	?
USA Timation 3	20. 12. 72	14000	14000	98	± 100
NL Kosmos 627	29. 12. 73	973	1019	83	?

5. YHTEYSTEKOKUUT

Yhteysatelliitit muodostavat nykyisin erittäin merkittävän teko-kuuryhmän sotilassatelliittijärjestelmissä. Tämä seikka on todettavissa myös yhteystekokuiden aivan elintärkeästä merkityksestä siviilialoilla. On jopa väitetty, että mikäli yhteystekokuujärjestelmät romuttuisivat yht'äkkiä syystä tai toisesta, niin koko maailman talous romahtaisi. Tokkopa asianlaita nyt kuitenkin aivan niin kauhea on, onhan valtamerien pohjalla koko joukko kaukoyhteyskaapeleita ja lisää on suunnitteilla. Samoin sotilasyhteydet ovat varmistetut tavanomaisin menetelmin kaapeli- ja radiolaittein. — Kuitenkin yhteysatelliitit ovat kieltämättä muodostaneet toisaalta nopean ja suuritehoisen yhteysjärjestelmän pitkien etäisyyksien yhteyksien luomisessa. Eri liittoutumien esikunnat ja muut johtoportaat ovat nopeasti tavoitettavissa. Strategisten tekokuu-yhteyksien lisäksi on suuntaus myös kulkenut kohti takillisia yhteyksiä, joiden kohdalla on saavutettukin jo merkittäviä edistysaskeleita. Näistä jälkimmäisistä menetelmistä on jo muutama operatiivisessa käytössä.

5.1. USA:n strategiset yhteystekokuut

Strategiset yhteystekokuut tulivat palveluskäyttöön oikeastaan hieman siviilisatelliittien jälkeen. Ensin ilmestyivät maata kiertämään ns heijastavat tietoliikennesatelliitit kuten Echo-1 ja -2. Edellinen laukaistiin radalleen jo 1960, jälkimmäinen vuorostaan vasta vuonna 1964. Näiden passiivisten, lähetteen heijastavien tekokuiden paikan valloittajan aktiivinen satelliitti, jonka peruskehittely ajoittui myös 1960-luvun alkupuolelle. Tällainen oli mm Telstar, jonka jälkeen ilmestyivät taivaalle synkronoidut ja sotilaalliseen käyttöön tarkoitetut tietoliikennesatelliitit. Tutkimusryhmä IDCSP (Initial Defence Communication Satellite) kehitti tekokuun painoltaan noin 45 kg, joka sai tarvittavan käyttöenergiansa aurinkokennoista ja oli lähes synkronoidulla radalla.

Alkuvaikeuksien jälkeen päädyttiin Syncom-tyyppisten tekokuiden käytöstä nykyiseen DSCS-satelliittiin. Näitä laukaistiin vuodesta 1965 varsin taajaan. Rata oli täysin synkronoitu ja tekokuu pysyi näin ollen koko ajan paikoillaan tietyn maanpinnalla olevan projektiopisteen suhteen. Sen kiertoaika oli siis sama kuin maapallon. Kantoraketina oli voimakas Titan-3 C. DSCS:n kokonaispaino oli jo hieman suurempi kuin aiempien tekokuiden, lähes 60 kg.

Seuraavana vaiheena oli DSCS-II kehittäminen ja lähettäminen kaksoislähtöinä maata kiertäville synkronoiduille radoille. Kantoraketti pysyi ennallaan. Tämä tekokuumalli kykeni jo välittämään lähes 1 300 kaksisuuntaista puheyhteyttä samanaikaisesti. Tekokuut sijoitettiin ai-

na parittain eri valtamerien ylle. Näin taattiin koko maapalloa kattava tietoliikenteellinen peitto. Ensimmäinen DSCS-II laukaistiin 3. 11. 1971. Epäonneakin on ollut matkassa, sillä vuoden 1975 alussa tuhoutui yksi pari saavuttamatta suunniteltua rataansa.

Strategisiin tekoiuihin on laskettava myös sellaiset satelliitit kuin Skynet ja Nato, jotka toimivat länsiliittoutuman puitteissa johtoosikuntien yhteystekokuina. Vuonna 1975 laukaistiin strategisten ilma-voimien yhteystekokuu SDS-1 voimakkaasti elliptiselle radalle Titan-3 B raketilla.

Taulukko 6

Eräitä esimerkkejä strategisista yhteystekokuuista

Tekokuu	Lähtöpvm	Liki-piste (km)	Kauko-piste (km)	Kaltevuus (°)	Elinikä
DSCS-I	16. 9. 1965	35 000	36 000	2,7	5 v
DSCS-II	3. 11. 1971	35 789	36 123	2,4	
SKYNET	21. 11. 1969	n 36 000		2,4	
NATO-2	2. 2. 1971	300	33 000	27,8	

5.2. USA:n taktilliset yhteystekokuut

Taktillisia yhteyksiä varten aloitettiin samanaikaisesti strategisten tekokuiden kanssa kehittää taktillisiin toimintoihin soveltuvia satelliitteja. Nämä satelliitit olivat pienikokoisia ja niiden havaitseminen sekä tuhoaminen esimerkiksi maasta käsin suunnatuilla laser-säteillä tai tuhoajatekokuiden latauksilla oli pyritty tekemään mahdollisimman vaikeaksi. Tällaisia kiertäjiä ovat Lincoln Experimental Satellites eli LES-tekokuut. Näitä on rakennettu useita eri malleja ja kenties nyt radoillaan olevat LES-8 ja -9 ovat jo sitten palveluskäyttöön soveltuvia kaikin puolin. Rinnan LES-satelliittien kanssa kehiteltiin suurikokoinen TACSAT-1, joka laukaistiin synkronoidulle radalle 9. 2. 1969. Kantoraketina jälleen Titan-3C, joka kuljetti 720 kg painavan tekokuun avaruuteen. Satelliitin lähetysteho on niin suuri, että vastaanotto voi tapahtua jopa 30 cm:n halkaisijan omaavalla antennilla maassa.

5.3. NL:n strategiset yhteystekokuut

Varsinaisia strategisia yhteystekokuita ei tunneta NL:n Kosmos-sarjan joukosta. Kuitenkin useiden länsimaisten tarkkailijoiden mukaan NL:n Molnija-sarjan tietoliikennesatelliitit palvelisivat myös osittain

asevoimien strategisten yhteyksien tarvetta. Ensimmäinen Molnija-1 laukaistiin huhtikuussa 1965 ja sen jälkeen on edetty Molnija-sarjassa jo 3:nteen sukupolveen. Oikeastaan sukupolvia on viisi, sillä 1974 lähti Molnija-1S synkronoidulle radalle Intian valtameren ylle ja joulukuussa 1975 ilmoitti TASS uuden synkronoidun tietoliikennesatelliitin "Raduga-1:n" lähettamisestä. Molnija-1 ja -2 malliset tekokuut ovat yleensä hyvin elliptisellä radalla siten, että kaukopiste on lähes 39 000...40 000 km:n päässä maasta ja likipiste vain 400...500 km:n etäisyydellä. Kiertoajan ollessa noin 12 h taattiin Molnijoilla sopivasti ajoitettuina jatkuva yhteys NL:n ääriosien kesken. Näiden Molnijoiden varaan on sitten rakennettu laaja maa-asemaverkosto, Orbita, jonka kautta välitetään yleisohjelmien kuten radio- ja televisiolähetysten lisäksi tarvittaessa myös sotilassanomiam. NL:n Intian valtameren ylle sijoittamaa tekokuuta Molnija-1S (Stationaria) edelsi kokeilu Kosmos-sarjan satelliitilla. Toisaalta tämänkin jälkeen on laukaistu samalle radalle uusi Kosmos, jonka tehtävää ei ole täysin tunnistettu toistaiseksi.

Huomattakoon, että USA:n ja NL:n keskeinen "kuuma" linja on varmistettu myös satelliittiyhteyksin. Tarkoitukseen käytetään muun muassa Molnija-tekokuuta.

Kantoraketteina käytetään ainakin Molnija-1 ja -2:n tapauksissa SS-6—Venusyhdistelmää eli siis samaa kuin kuvaustiedustelutekokuissa.

5.4. Neuvostoliiton taktilliset yhteystekokuut

Neuvostoliiton taktilliseen käyttöön tarkoitetuista satelliiteista ei alussa ollut lainkaan varmoja lähtökohtatietoja. Vielä niinkin myöhään kuin 1973 oletettiin eräiden Kosmos-sarjan lähtöjen olevan kokonaan muita tarkoituksia palvelevia. Kuitenkin on hiljalleen saatu muodostettua eräänlainen kokonaiskuva NL:n varsin laajasta taktillisten tekokuiden verkostosta. Philip J Klass'in mukaan NL aloitti ensimmäiset kokeet jo vuonna 1969, jolloin se 14. 8. laukaisi Kosmos 292:n noin 747/785 km:n radalle Plesetskistä kaltevuudella 74°. Tätä koetta seurasivat nopeasti Kosmokset 312 24. 11. 1969 sekä 332 11. 4. 1970. Ja viimein ammuttiin avaruuteen samalla kantoraketilla peräti kahdeksan pientä tekokuuta samalla kertaa. Ratojen keskimääräinen likipiste ja kaukopiste olivat noin 1 400...1 500 km ja kaltevuus edelleen noin 74°. Näitä sarjalähtöjä pidettiin alussa varsin pitkään navigointitekokuina, mutta ainakin länsimaiset tarkkailijat ovat jo 1973 alkaen luokitelleet nämä "rypälähdöt" taktillisiksi yhteystekokuiksi. Tätä Klass'in tulkintaa myötäilee myös TRW:n tilastot sekä eräät muut länsimaiset julkaisut.

— Sarjalähtöjä onkin sitten tapahtunut vuosittain 2...3 kappaletta. Varsinaiset tekokuut ovat ilmeisesti varsin pieniä, vain noin 40 kg:n painoisia ja sarjan toimittaa radalleen Skean lisäjaksoineen. Käyttämällä tällaisia pieniä, lähes satunnaisilla radoilla kiertäviä tekokuuta, taataan NL:n taholta suhteellisen hyvä toimintavarmuus ajatellen vastatoimenpiteitä. Rata on suhteellisen alhainen ja tekokuiden määrä on suuri. Tällä hetkellä ei ole käytettävissä tietoja siitä, mikä on näiden pienoissatelliittien elinikä, mutta mikäli lähetetyistä yli 80:stä teko-kuusta edes 65 on toimintakykyisiä, takaisi tämä 95 % varmuudella sen, että ainakin yksi yhteystekokuu olisi alati maa-aseman vaikutus-alueella. Toimintasäteeksi arvioidaan noin 2 000 km. Jos taasen vain 32 satelliittia olisi kunnossa, olisi vielä 90 % yhteysvarmuus olemassa.

6. VAROTUSSATELLIITTIOHJELMAT

Samoihin aikoihin kun USA:ssa aloitettiin kehittämään kuvaustiedustelusatelliitteja, ryhdyttiin rakentamaan suunnitelmia ja laitteita vastapuolen ohjusten ja satelliittien lähtöjen ilmaisemiseksi tekokuiden avulla. Ballististen ohjusten varotusjärjestelmään (BMEWS) tuli täten kiinteästi liittymään Midas-tekokuu (Missile Defence Alarm System). Periaateratkaisuna pidettiin sitä, että ohjukset lähtiessään kehittävät suuret määrät lämpöenergiaa ja tämän energian havaitsee sitten teko-kuun infrapunailmaisin. Tieto havainnosta välitetään nopeasti maa-asemalle ja sieltä edelleen nopeinta tapaa käyttäen valvontakeskukseen. Ensimmäinen Midas laukaistiin 26. 2. 1960, mutta se epäonnistui, toinen Midas toimi radallaan vain parin vuorokauden verran. Vasta kolmas Midas Agena-kantoraketin kuljettamana pääsi hyvin radalleen 12. 7. 1961 ja aloitti sitten säännönmukaisen toimintansa. Alussa oli kuitenkin runsaasti muitakin vaikeuksia. Ilmaisimet sotkivat auringon säteilyn usein ohjusten lähettämään energiapulssiin ja aiheuttivat runsaasti virrehälytyksiä. Midas vedettiin pois jatkotutkimuksiin ja syntyi uusi ohjelma koodiltaan 461. Useiden välivaiheiden kautta, joihin sisältyi vielä uusia koodinumeroita, päädyttiin viimein 6. 11. 1970 lähetettyyn uuteen varotustekokuuhan, koodiltaan 647. Ensimmäinen lähtö epäonnistui jälleen ja vasta 5. 5. 1971 alkoi operatiivinen toteuttaminen. Tekokuut sijoitettiin Titan-3C kantoraketeilla Intian valtameren ylle parittain. Näin asetettuina ne kykenevät valvomaan koko NL:n alueen sekä Kiinan. Pääasemana tietojen keruussa on ollut Australiassa oleva Alice Springsin tukikohta sekä Guam'in asema.

Myöskin Tyynen valtameren aluetta valvotaan, lähinnä ydinsukelusveneiden ohjusten laukaisujen vuoksi. Varsinaisten ohjusten valvonnan ohella varotustekokuut ovat ottaneet ohjelmiinsa ydinräjäytysten

valvonnan. Aiemmin tätä sektoria hoitivat USA:ssa yli 100 000 km:n etäisyydellä olevat Vela-tekokuut.

Neuvostoliitto on myös kiinnittänyt huomiota varotustekokuujärjestelmiin ja 1970-luvun alkupuolella on arvioitu eräiden Kosmosten saaneen tällaisen tehtävän. Ratoja on ilmeisesti kaksi erilaista, joista toinen on todennäköisesti synkronoitu ekvaattoritasolle .

7. SATELLIITTIASEJARJESTELMÄT

Vaikka heti toisen maailmansodan jälkeen USA:n eräänä päätavoitteena tekokuurintamalla oli luoda asejärjestelmät avaruuteen, ei tällaista kuitenkaan tiettävästi tapahtunut. Sitä vastoin Neuvostoliitto kehitti asejärjestelmän, joka perustui tekokuun kiertorataan. Idea on siinä, että satelliitti lähetetään tarvittaessa esimerkiksi ydinlatauksiin vihollisuuksien syttyessä nopeasti kohteeseen. Lentorata on suhteellisen alhainen verrattuna tavanomaiseen ICBM:n rataan. Yleensä satelliittiperusteinen asemenetelmä kiertää vain 3/4 kierrosta kohteeseen pääsemiseksi. NL:n menetelmä sai pian nimekseen FOBS (Fractional Orbital Bombardment Satellite). The Royal Air Force Quartely-julkaisun mukaan tällaisia kokeita olisi tehty ainakin seuraavat määrät:

NL:n FOBS-kokeet

Taulukko 7

Vuosi	Kosmos-tekokuu
1967	139, 160, 169, 170, 171, 178, 183, 187
1968	218, 244
1969	298, 316?
1970	354, 365
1971	433

Tällä hetkellä FOBS-järjestelmä lienee vanhentunut uusien kehittyneempien menetelmien tultua sen tilalle. Kuitenkin se on eräs tapa saattaa ydinlataus kohteeseen hyvin lyhyellä varotusajalla. Kantorakettina näissä kokeissa oli yleensä SS-9 (Scarp) erityisine lisäjaksoineen.

8. VASTASATELLIITIT

Jo edellä tarkasteltujen sotilassatelliittijärjestelmien perusteella on lukijassa varmaan herännyt ajatus, että miksei niitä voi tuhota radoil-

leen. Lähetetään vain samalle kierrokselle räjähteillä lastattu tekokuu ja laukaistaan se sitten sopivana ajankohtana. — Näin onkin tosiaan tehty, Neuvostoliitto on rakentanut ns tuhoojatekokuuohjelman Kosmos-sarjaan ja tiettävästi myöskin sitä on kokeiltu omiin tekokuihin käyttäen tavanomaisia räjähteitä. Ydinlatausten käyttöhän lähiavaruudessa on kielletty. Nämä kokeet herättivät jo vuonna 1972 huolestumista USA:n vastaavissa avaruuspiireissä. USA aloittikin vastapainoksi omat suunnitelmansa koodilla "Saint", mutta ilmeisesti tämä hanke raukesi taloudellisten sekä rakenteellisten syiden vuoksi. Ainakaan siitä ei ole julkaistu mitään lisätietoja, vain viite rahapulasta on vuotanut erääseen artikkeliin.

NL jatkoi tuhojasatelliittiohjelmaansa jälleen 1976.

9. RELEOINTISATELLIITIT

Näiden tekokuiden päätehtävänä on toimia erilaisten tiedustelu- ja varotussatelliittien välitysasemana joko lähimmälle maa-asemalle tai sitten suoraan johto- ja valvontakeskuksiin. Näiden tekokuiden yksityiskohtia ei tunneta. USA:n tiedetään lähettäneen ainakin kaksi tällaista välitysasemaa synkronoiduille radoille varotussatelliittien avuksi. Koodiltaan ohjelma 313. Molemmat ovat vielä operatiivisessa käytössä. Tiettävästi uuden tekokuun kehittäminen on aloitettu ja kenties se piankin laukaistaan radalleen. Neuvostoliiton puolelta ei tunneta tällaisia puhtaasti releointisatelliitteja ellei niiden tehtäviä sitten hoideta yleisten tietoliikennetekokuiden avulla.

10. MERITIEDUSTELUSATELLIITIT

Eräänlaisena kuvaus- ja elektronisen tiedustelun tekokuun yhdistelmänä on pidettävä meritiedustelusatelliitteja. Nämä valvovat laajoja merialueita lähinnä eri taajuuksilla toimivilla tutkilla. Lisäksi tekokuissa saattaa olla kameravarustus. Neuvostoliitolla on oletettu näitä tekokuita olevan jo palveluskäytössä. Yleensä ne lähtevät kuvaustiedustelusatelliiteille sopivilla rata-arvoilla, mutta sitten myöhemmin ne nostetaan lähes 900 km:n etäisyydelle. Toiminta-ajaksi arvioidaan noin kaksi kuukautta. Tällaisia salaperäisiä Kosmoksia ovat olleet tiettävästi ainakin n:ot 626, 651 ja 654. Yleinen kaltevuuskulma näyttää olevan noin 65°.

USA:lla on vasta kehiteillä vastaava tekokuu. Ohjelma on annettu laivaston vastuulle ja lähivuosina päästäneen operatiiviseen vaiheeseen. Tekokuun varustukseen mainitaan USA:ssa kuuluvan valvontatutkia ja

muita elektronisen tiedustelun varusteita. Koetekokuu lähetettiin radalleen keväällä 1976.

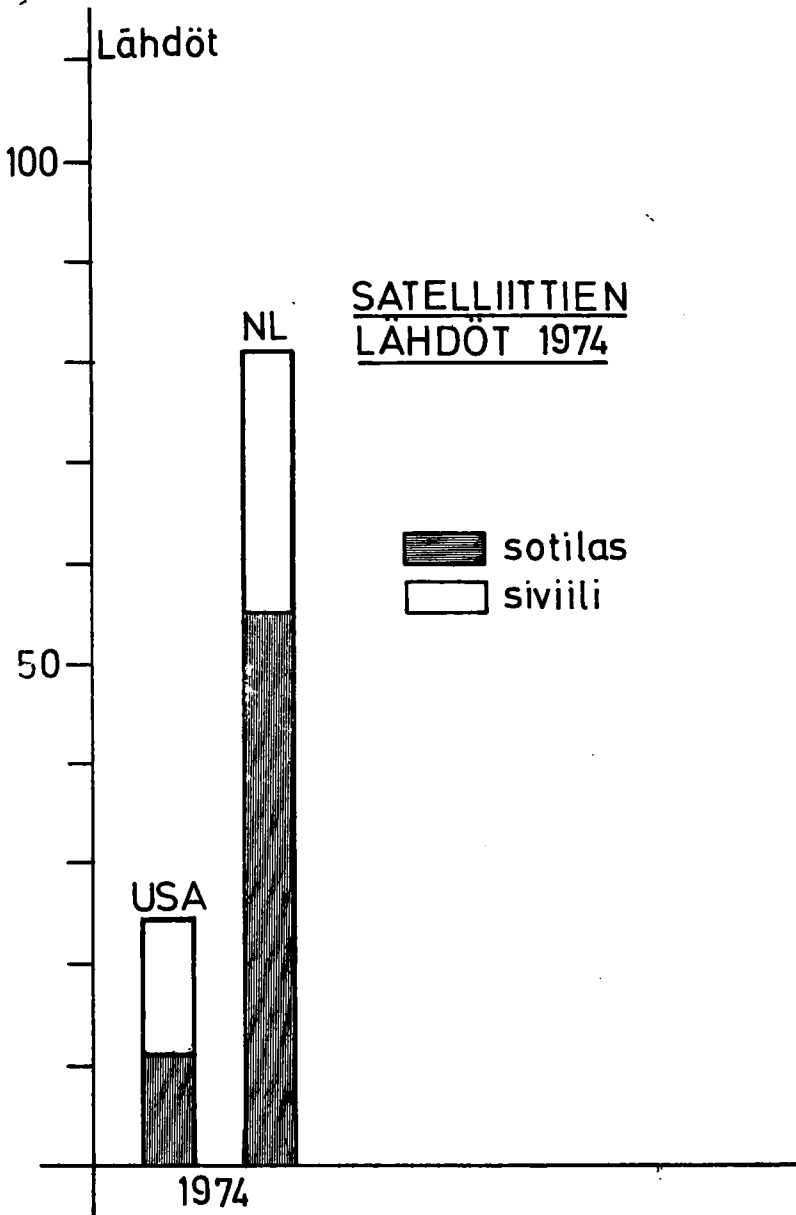
11. MIEHITETYT TIEDUSTELUSATELLIITIT

Ihmisen pyrkimys itse ulos avaruuteen vaikkakin vain maapallon lähituntumaan on sävyttänyt koko tekokuujakson alkuaian ohjelmia. Erilaisia ennätyksiä on kirjattu ja isoja otsikoita on lehdistössä näkynyt miehitetyistä lennoista. — Tätä samaa ajattelua on myös havaittu sotilastekokuissektorilla. USA:lla oli mm ohjelmissaan vielä 1970-luvun alussa miehitetyn tiedustelutekokuun käyttö (Manned Orbiting Laboratory). Tämä ajatus on kuitenkin kaikesta päättäen hiljalleen pantu säilöön, koska Skylab-ohjelma osoitti miehitetyn avaruusaseman pitkäaikaisen ylläpidon tulevan ylivoimaisen kalliiksi kustannuksiltaan. Myös NL on kokeillut asiaa useammankin kerran telakoitumalla Saljut-4 asemaan kahdesti vuoden 1975 aikana. Mihin tuloksiin NL on päättänyt miehitettyjen tiedusteluasemien käytön suhteen, on vain arvailujen varassa. Joka tapauksessa tällaiseenkin mahdollisuuteen on joskus tulevaisuudessa varauduttava. Avaruussukkula lienee eräs ratkaisun avain tähänkin pulmaan.

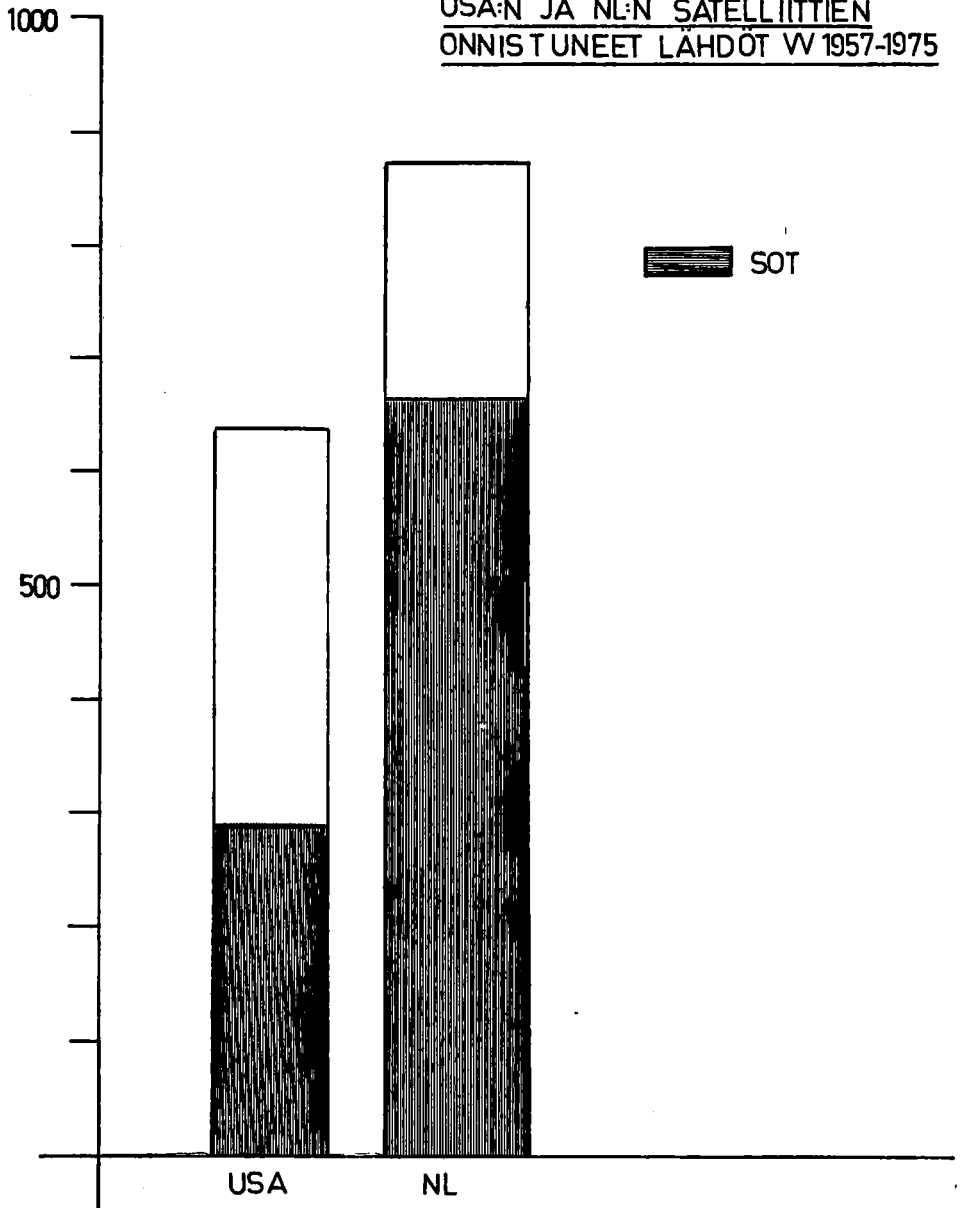
12. MAA-ASEMAT JA TIETOJEN KASITTELY

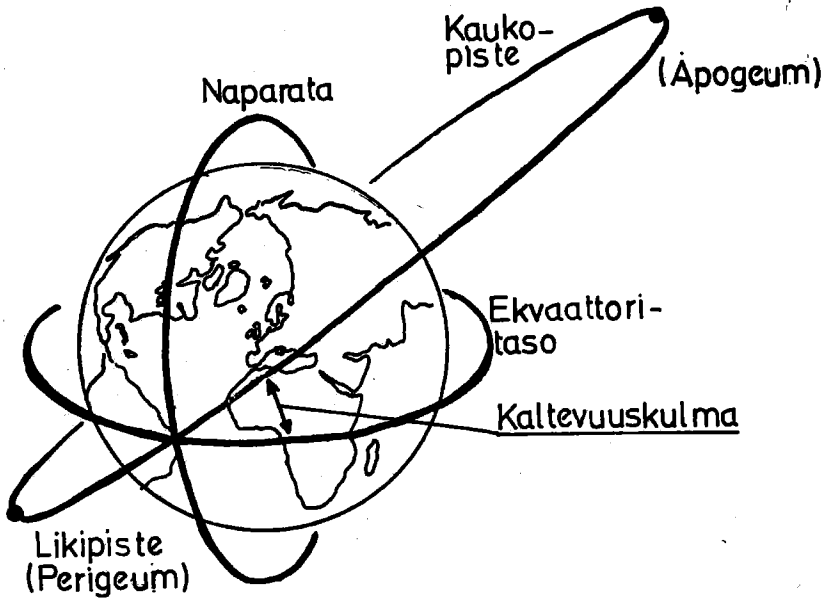
On luonnollista, ettei tekokuu yksinään edusta vielä mitään tehokkuutta, on oltava kokonaisuus, joka myös kykenee ohjailemaan tätä laitetta maapallon ympäri sekä ottamaan vastaan saadut tulokset, muokkaamaan ne käyttökelpoisiksi johtopäätöksiksi sekä saattamaan ne päättävien henkilöiden tietoon ajoissa. Tekokuujärjestelmä, olipa sen tarkoitus mikä hyvänsä, on siis monen osan koostumus. Satelliitti luovuttaa tietonsa maa-asemalle tai releointitekokuun kautta johtokeskukseen, jossa sitten tapahtuu tietojen alustava analysointi. Kuvauksien tiedustelusatelliittien tiedot joudutaan vielä tulkitsemaan viime kädessä klassiseen tapaan, joskin tietokone-erittelyä voidaan eräiden vertailujen ollessa kyseessä tehokkaasti käyttää hyväksi. Sama perusperiaate koskee muitakin tietoutta; mahdollisesti erilaiset laskimet ja kassittelylaitteet suorittavat pääosan alkukäsittelystä, mutta viime kädessä ihminen luo sitten loogisen päätelmän asiasta ja toimii sitten sen perusteella virhemahdollisuuksineen kuten aina ennenkin.

Maa-asemaverkostot ovatkin muodostuneet varsin laajoiksi suurvaltojen tekokuiden käytön johdosta. Niitä pyritään sijoittamaan sekä kiinteinä että liikkuvina tarvittaviin kohtiin maapallolla. Aina ei kui-



USA:N JA NL:N SATELLIITTIEIEN
ONNISTUNEET LAHDOT W 1957-1975





tenkaan saada lupaa vierailta valtakunnilta rakentaa uoutja laitteita käsittäviä asemia niiden maaperälle. Silloin otetaan käyttöön laivat tai eräissä tapauksissa lentokoneetkin. Yhä useammin näkee lehdistössä kuvia erilaisista aluksista mahtavine kuppimaisine tekokuuantenneineen.

13. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Kuten jo monesti aiemmin on käynyt selville, olemme joutuneet keskelle alkavaa avaruuskautta hyvin nopeasti. Sotilastekokuujärjestelmien monilukuisuus on tästä oivallinen esimerkki.

On väärin, jos väitetään, ettei sotilastekokuilla ole merkitystä. Niillä on jo nyt olennainen merkitys erityisesti kahden suuren valtaryhmittymän keskinäisissä suhteissa. Lisää jäseniä on edelleen pyrkimässä tähän avaruuskerhoon ja on ilmeisen selvää, että 1980-luvulla maailmassa on useita valtioita, jotka tarvittaessa kykenevät lähettämään erilaisia sotilastekokuita radoilleen. Kauhun tasapaino on siirtynyt lähiavaruuteen ja sen kiertoilaisiin. Tällä hetkellä on jossain määrin vaikeata arvioida täsmällisesti niiden ominaispainoa taistelukentällä, mutta jos otetaan esimerkeiksi viime vuosien paikalliset

kriisit, niin strateginen tilanteen arviointi suurvalloissa perustuu suuressa määrin avaruuden kiertäjien avulla saatuihin tietoihin. Kuitenkin on syytä muistaa, että varsinainen sotateoimi ainakin näillä näkymillä tullaan käymään entisten lainalaisuuksien vallitessa.

Ennustajan asema on aina vaikea, mutta siitä huolimatta on tunnustettava tosiasiat; maata kiertää lukuisa joukko erilaisia sotilas-satelliitteja keräten jatkuvasti tietoja, muokaten niitä sekä valvoen koko maapalloa. Nämä järjestelmät tulevat lyömään leimansa moneen toimintaan, viestitykseen, taktiikkaan, sotateollisuuteen, väestönsuojeluun sekä kuljetuksiin, eräitä olennaisia aloja mainittuna. Nykyajan sotilaan on tunnettava ainakin periaatteet tekokuujärjestelmistä, jotta oma toiminta on muokattavissa tarkoituksenmukaiseksi avaruudesta tapahtuvaa valvontaa vastaan. Toisaalta järjestelmät on myös tunnettava, jottei sorruta propagandistisiin väitteisiin, joita niitäkin on riittämiin tarjolla.

Paluuta entiseen ei ole. Vastatoimenpiteet tekokuita kohtaan tulevat aikanaan. Ovatko ne maasta käsin suunnattuja laser-säteitä vai radoilla tapahtuvia räjäytyksiä, sen aika näyttää. Elämme satelliittikautta.

LAHTEET

- Philip J Klass: "Soviets Spur Military Space Net". Aviation Week & Space Technology 8. 7. 1974.
- Philip J Klass: "Australian Pressure on U.S. Bases Eases". Aviation Week & Space Technology 30. 4. 1973.
- Philip J Klass: "USAF Boosts Recon Satellite Lifetimes". Aviation Week & Space Technology 7. 7. 1975.
- Philip J Klass: "Secret Sentries in Space". Randon House.
- Ted Greenwood: "Reconnaissance, Surveillance and Arms Control". Adelphi Papers n:o 88/1972.
- Ted Greenwood: "Reconnaissance and Arms Control" Scientific of American, Febr 1973.
- Nelson S Pixley: "Commucating by Satellite". Government Executive, June 1974.
- Alec Galloway: "A Decade of US Reconnaissance Satellites". International Defence Rewiew, June 1972.
- Curt Haglund: "Sammanställning av uppgifter om amerikanska och sovjetiska spanings satelliter 1. 7. 71—30. 6. 72". FOA:n raportti.
- F. Schulze: "Ausnutzung von Nachrichtensatelliten für die Truppenführung". Militäresen 11/1974.
- Kenneth W Gatland: "Satellites over Mideast". The Christian Science Monitor 1973.
- Aleksei Lobanov: "Aerial Photography". Käännös venäjämä 1972.
- Torleiv Orhaug, Eric Dyring: "Stormakternas vakande rymdögön." Forskning och Framsteg 6/1973.
- Robinson C A jr: "Soviet Treaty Violations Detected". Aviation Week & Space Technology 21. 10. 1974.
- Robinson C A jr: "U.S. Seeks Meeting on SALT violations." Aviation Week & Space Technology 25. 11. 1974.
- Moore L B: "Satellite Sensors Produce unequaled Pictures of the Earth's Weather". Westinghousen esite 18. 9. 1973.
- William A Finch jr: "Earth Resorces Technology Satellite-1." Symposium Proceedings 29. 9. 1972.
- Stansell, Thomas A: "Extened Applications of the TRANSIT Satellite Navigation System." 23. 2. 1971.
- Toimitus: "NalStar". Soldat und Technik 7/1975.
- Toimitus: "Transit". Soldat und Technik 10/1975.
- Toimitus: "US-Aufklärungssatelliten" Soldat und Technik 1/1971.
- Toimitus: "Soviet Improve Ocean Satellites". Aviation Week & Space Technology 9. 9. 1974.
- Toimitus: "Observing the Cyprus War." Flight International 5. 9. 1974.
- Toimitus: "Studying the Earth from Space." US Department of the

Interior 1974.

Toimitus: "NORAD-A Study in Evolution." International Defence Review 3/1974.

Toimitus: "The Soviet Space Program". Air Force Magazine, March 1975 ja 1976.

FOA Tidningen 1/1975

SIPRIN vuosikirja 1975

The Royal Air Forces Quartely 1973.

TRW:n Log-kirjat 1972—1973.

Air et Cosmos-lehden vuosikerrat 1970—1975.

Jane's All the World's Aircraft 1974—1975.

Kongressit "Remote Sensing" USA:ssa 1970—1971.

Aviation Week & Space Technology, Dec 1975.