

# Tykistön tulenjohtotoiminta helikopteria käyttäen

Yleisesikuntaeverstiluutnantti **Matti Alajoki**

## JOHDANTO

Suomalainen maasto usein metsäpeitteisenä ja loivasti kumpuilevana muodostaa taistelussa tavallisesti välittömästi vihollisen edessä olevien tukikohtien takaa alkaen katvealueen, jonne omissa etummaisissa tukikohtissa olevat tähystäjät ja tulenjohtajat eivät näe. Taktiikan viimeaikaisen kehityksen johdosta tämän ominaisuuden haitallisuus on myös jatkuvasti lisääntynyt. Kuitenkin tykistö voisi tulellaan hallita aluetta hyvin pitkälle ja laajalti, jos vain keinoja tulen johtamiselle kyettäisiin luomaan.

Valvontatehtävä on yleensä pyritty toteuttamaan partioinnilla, kaukotähystyksellä, mittaustiedustelulla ja lentotiedustelulla. Näistä tiedustelulajeista partiointi on vain ajoittaista, ja sen antamat tulokset riippuvat vihollisen suojatoimenpiteistä. Kiinteältä kaukotähystysasemalta alueen useimmiten rajoitettua osaa voidaan valvoa jatkuvasti, mutta tällaisen aseman paljastumisvaara on suuri. Lisäksi tähystysalueen ulkopuolelle jää tavallisesti paljon valvomatonta maastoa. Valo-, ääni- ja tutkamittausta hyväkseen käyttävä mittaustiedustelu voi suotuisissa olosuhteissa paikantaa vihollisen tuliasemia ja johtaa niihin vastatykistötulen. Mittaustiedustelu on kuitenkin häiriöaltista, ja sen ulkopuolelle jäävät "äänettömät" maalit, kuten joukkojen keskitykset, reservien majoitusalueet, komentopaikat, viestikeskukset ja huoltolaitokset. Lentotähystys nykyisillä nopeilla koneilla on vain hetkellistä

sekä tuloksiltaan varsin rajoitettua ja usein epätarkkaakin. Sen sijaan lentokuvaus on pysyvien paikallisten maalien määritykseen edullista, mutta niiden jatkuva valvonta on silloinkin toteutettava toisin tiedustelumenetelmin.

Kaikki edellä mainitut tiedustelutavat jättävät näin ollen aukkoja vihollisen selusta-alueen valvontaan. Niiden poistamiseen kannattaa aina pyrkiä. Erään lisäkeinin tähän päämäärään pääsemiseksi antaa nykyisin helikopteri, joka varsinkin suurissa sotilasvaltioissa on saavuttanut tärkeän aseman tykistön maaltiedustelua ja tulenjohtoa edistävänä välineenä. Suomessa tämän alan kokeilutoiminta on ollut käynnissä vasta vuodesta 1962 lähtien. Suoritetuissa kokeiluissa on käytetty puolustuslaitoksemme venäläisvalmisteista kevyttä Mi-1-helikopteria. Tämä malli on tarkoitettu ensi sijassa yhteyskoneeksi. Tästä syystä se on maaltiedustelussa ja tulenjohtossa tarpeettoman kookas ja liian painava. Koulutustoimintaan se kuitenkin soveltuu hyvin, sillä kuomun sisätila sallii tulenjohtajalle hyvät työskentelymahdollisuudet ja kouluttajalle tilaisuuden seurata lennoilla mukana. Todettakoon, että lentoturvallisuusmääräykset ovat estäneet suunnitellut pimeäkokeilut, joten menetelmien ja kaluston soveltuvuutta yötoimintaan ei ole voitu tutkia.

Suoritettujen kokeilujen ja niihin liittyvien tutkimusten perusteella tämän kirjoittaja on laatinut Suomen Sotatieteelliselle Seuralle kaksi tutkimustyötä, vuonna 1962 "Kenttätykistön tulen johtaminen helikopterista" ja vuonna 1963 "Kenttätykistön maalien tiedustelu ja paikantaminen helikopteria käyttäen". Seuraavassa näiden tutkimusten tulokset on yhdistetty yhteisen otsikon "Tykistön tulenjohtotoiminta helikopteria käyttäen" alle.

## **I TOIMINTAMAHDOLLISUUDET HELIKOPTERIA KÄYTTÄEN**

### **1. Helikopterin yleiset lento-ominaisuudet**

Helikopterin lentokyky perustuu roottorina pyörivien siipien nostovoimaan, joka syntyy ilman virtausnopeudesta ja suunnasta siipipintoja vastaan. Nostovoiman suuruutta voidaan säätää tiettyyn rajaan saakka

muuttamalla siiven kohtauskulmaa sekä lisäämällä roottorin pyörimisnopeutta.

Helikopterin liike vaakatasossa saadaan aikaan pääroottorin pyörintätasoa kallistamalla, jolloin siipien nostovoima vaikuttaa kallistus-suuntaan. Esimerkiksi eteenpäinkallistus siirtää nostovoiman vektorin tähän suuntaan ja helikopteri liikkuu eteenpäin. Vastaavasti koneen runko saadaan roottorin pyörintätason kallistuksella siirtymään sivutain tai taaksepäin. Toimintaa voidaan siis verrata hyrrän kääntelyyn.

Pääroottorin pyörintätasoa kallistetaan ohjaussauvan avulla ja siipien nousukulmaa säädetään nousuvivun avulla. Viimemainittu on lisäohjain verrattuna tavallisen lentokoneen laitteisiin. Järjestelmästä johtuen helikopterin ohjaajan molemmat kädet tarvitaan ohjaustoimintaan, mikä seikka vaikuttaa rajoittavasti hänen mahdollisuuksiinsa toimia samalla tulenjohtajana.

Helikopterin pääroottorin aikaansaama pyörintäsuuntansa vastakkainen vääntövaikutus kumotaan pyrstöroottorilla, jonka lapojen kohtaamiskulmaa käännetään jalkaohjaimien avulla. Siten syntyvällä ja runkoon vaikuttavalla vääntövoiman muuttumisella saadaan aikaan myös haluttu helikopterin kääntymisliike vaakatasossa.

Koko siihen ohjaustoimintaan, mikä tarvitaan helikopterin liikkumiseen ilmassa lentokorkeuden ja suunnan muutoksineen sitoutuvat siten ohjaajan kaikki raajat. Ohjaaminen vaatii häneltä myös suurta tarkkaavaisuutta, koska lennon aikana pääroottorinsa napalaitteesta riippuvan helikopterin rungon pienetkään heilahtelut eivät korjaannu tavallisen lentokoneen tavoin itsellään, vaan aina vain ohjaajan toimenpitein. Tämä on samalla esteenä hänen täyspainoiselle keskittymismahdollisuudelleen tulenjohtajan tehtäviin.

Helikopterin roottorien hitausvoimien vuoksi ohjaustoimenpiteet eivät vaikuta heti, niinkuin tavallisessa lentokoneessa. Ilmiö pakottaa ohjauksessa ennakointiin. Paitsi että tämä vaikeuttaa helikopterin hallintaa ilmassa, ennakointi on myös jossain määrin otettava huomioon tulenjohtajan ja ohjaajan keskinäisessä yhteistoiminnassa valmistauttaessa tähytyksen suoritukseen.

Helikopteri pystyy tietyn rajoituksen olemaan ilmassa paikallaan. Roottorin nostovoiman ja vastaavasti moottorin antaman tehon on silloin oltava määrältään suuria. Pystysuorassa kohoamisessa molempien

tarve vielä kasvaa edellisestä. Samalla polttoainekulutus lisääntyy ja maksimilentoaika lyhenee. Koska tulenjohtolennossa toisiaan lyhyin väliajoin seuraavia tähytyskorkeudelle kohoamisia voidaan edullisesti käyttää hyväksi, on toimintasuunnitelmia laadittaessa tästä syystä vaurauduttava suureen polttoainekulutukseen ja tavanomaista lyhempään lentoaikaan.

Maalitiedustelussa ja tulenjohdossa helikopterin kohoamisnopeudella on huomattava merkitys. Suurimmaksi se nousee eteenpäinlennossa. Jotta päästäisiin nopeasti tähytyskorkeudelle, helikopterilla voidaan myös ennen kohoamista ottaa tavallaan vauhtia lentämällä tähytyspaikkaa kohti noin 90—100 km/t vaakanopeudella. Suoraan ylöspäin tapahtuvassa nousussa helikopterin kohoamisnopeus laskee useilla malleilla lähes kolmasosaan maksimiarvosta.

Helikopterimalleista riippuen kohoamisnopeudet vaihtelevat huomattavasti ollen yleensä noin 200—450 m/min välillä. Erään amerikkalaisen helikopterin kohoamisnopeudeksi on kuitenkin ilmoitettu jopa 610 m/min. Vastaavasti maalitiedusteluun ja tulenjohtoon soveltuvien helikopterien vaakalentonopeudet vaihtelevat 100—200 km/t välillä.

Helikopterin paikallalento varsinkin aukean maaston yläpuolella yli 10 m korkeudessa on vaikeaa, koska kiintopisteiden puuttuminen usein estää koneen liikkeiden vertailua. Asennon muuttuminen olisi kuitenkin havaittava ajoissa, jotta se ehdittäisiin korjata ennenkuin ylitetään raja, missä ko suoritus ei enää ole mahdollista.

Maavaikutus esiintyy lennettäessä matalalla, alle puolen roottorin halkaisijan korkeudella. Roottorin läpi virtaava ilma palaa silloin maasta pyörteisenä takaisin roottoriin ja saa aikaan pyörintätason heilahteluja. Pehmeähiekkainen maaperä voi samalla aiheuttaa sekä vahinkoja laitteille että varsin korkealle kohoavan pölypilven, joka heliposti paljastaa helikopterin sijaintipaikan.

Helikopterin edellä esitetyt lento-ominaisuudet tekevät mahdolliseksi käyttää sitä tykistön maalitiedustelussa ja tulenjohdossa sellaisena tulenjohtajan kulkuvälineenä, joka etukäteen määrätyllä kohdalla kohoaa vain lyhyeksi hetkeksi tähytyskorkeudelle ja havainnonteen jälkeen nopeasti laskeutuu vihollisen mahdollisilta vastatoimenpiteiltä suojaan. Toiminnan aikana voidaan silloin käyttää useita tähytyspaikkoja, joista vaihdellen kohotaan tekemään tarvittavat havainnot. Ilmassa

paikalleen pysähtyminen aiheuttaa helikopterin miehistölle kuitenkin aina tietyn riskin, koska moottorihäiriön sattuessa autorotation eli vapaapyörintälaskeutumisen aloittaminen ilman riittävää vaakalennonopeutta ei ole mahdollista niin sanotulla ”ensimmäisellä kuolemanvyöhykkeellä”, joka on juuri edullisin tähyystyskorkeus, eli noin 10—150 m.

Helikopterin lento-ominaisuuksista ja lentotavasta tulenjohtolennon aikana johtuen ohjaajan on keskityttävä ensi sijassa koneen hallintaan. Tästä syystä mukana on oltava erillinen tulenjohtaja, joka on koulutettu tehtäväänsä.

## 2. Tähyystysmahdollisuudet helikopteria käyttäen

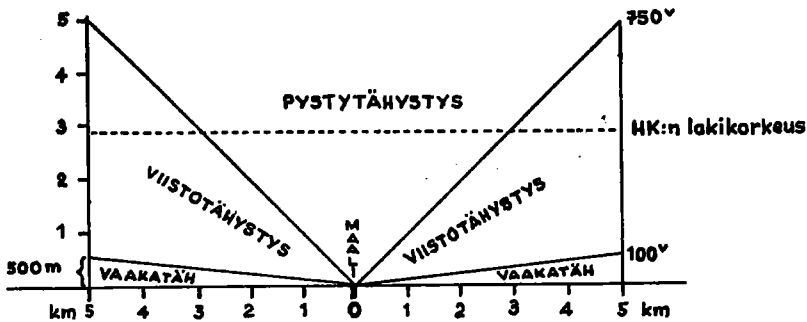
Pienen lentonopeutensa ja suuren haavoittuvuutensa vuoksi helikopteri on vihollisen ilmatorjunta-aseille helppo maali. Tästä syystä alue, josta tähystäminen aiotaan suorittaa, on valittava ja lennon suorittamistapa etukäteen suunniteltava niin, että mahdollisuudet vihollisen maasta ja ilmasta yrittämille vastatoimenpiteille jäävät pieniksi. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että maaltiedustelu ja tulenjohto helikopteria käyttäen on yleensä suoritettava omalta puolelta tähystäen. Vain harvoin suoritusalue voinee olla jossain avoimella sivustalla ns ”ei kenenkään maalla”, ja ainoastaan poikkeustapauksessa helikopteri sopii lentoon maalialueen yläpuolella. Helikopterin käyttö edellyttää aina myös oman ilmatorjunnan ja mahdollisten lentojoukkojen varautumista toiminnan suojaamiseen. Lento maalialueen yläpuolella vaatii lisäksi suurta lentokorkeutta, varmuutta vihollisen ilmatorjunnan olemattomuudesta sekä suoritushetkellä omaa paikallista ilmaylivoa.

Helikopteria käytettäessä tähyystystavat voidaan tähyystyskorkeuden mukaan jakaa eri ryhmiin. Esimerkiksi ranskalaisilla ne ovat

— vaakätähyystys	tähyystys(korkeus)	kulman ollessa	100°,
— viistotähyystys	—,,—	—,,—	100°—800° ja
— pystytähyystys	—,,—	—,,—	800°.

(Kyseessä on 6400-jakoinen piiruasteikko).

Samaa teoreettista ryhmittelyä voitaisiin käyttää myös suomalaisissa olosuhteissa, jolloin vastaavat tähyystys(korkeus)kulmien rajat olisivat

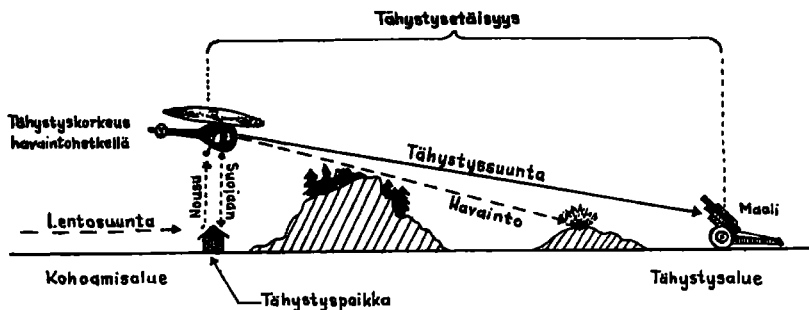


Kuva 1 Toimintasektorit eri tähystyslajeja käyttäen

100°, 100°—750° ja 750° (kuva 1). Meillä helikopterin tähystyslennon käytännöllisenä korkeutena on kuitenkin aina pidettävä vain sitä tasaa, mistä maali juuri ja juuri näkyy edessä olevien maastoesteiden takaa (kuva 2). Tällöin helikopterilla on mahdollisuus säilyä jonkin aikaa paljastumatta, ja suojautuminen tältä korkeudelta voidaan yleensä suorittaa nopeasti. Vastaavista syistä vaaka- ja viistotähystyksen rajan määrittämisellä ei meillä ole mitään toimintaan vaikuttavaa merkitystä. Ranskalaisilla tämä raja sen sijaan säännöstelee tulenjohtomenetelmän käytön.

Pystytähystyksen suoritusperiaate on sama kuin tavallisilla hitailla tiedustelulentokoneilla. Suoritustekniikassa ei myöskään ole mitään tavallisuudesta poikkeavaa. Näistä syistä tämä tähystystapa sivuutetaan myöhemmässä käsittelyssä.

Suoritettaessa maalitiedustelua ja johdettaessa tulta tähystäen omalta puolelta tai vihollisen avoimelta sivustalta havaintojen teossa on mahdollista käyttää vaaka- tai viistotähystystä edessä olevien maastoesteiden korkeudesta riippuen. Koska helikopterin lento-ominaisuudet sallivat ketterän, esteitä väistelevän lennon ja jyrkät, jopa pystysuorat nousut ja laskut sekä paikallalennon, se voi vihollisen maatahystykseltä suojaista reittiä pitkin matalassa korkeudessa lentäen siirtyä valitulle toiminta-alueelle sekä siellä jatkuvasti paikkaa vaihtaen nousta vain lyhyiksi hetkiksi suorittamaan tähystystä. Edullisinta on, että tähystyspaikan ja maalin väliin jäävät suojaavat maastoesteet ovat lähellä kohoamisaluetta (tähystyspaikkaa). Silloin lento-



Kuva 2 Tähystyksen suoritus helikopteria käyttäen

tapa antaa helikopterille ja sen miehistölle mahdollisuuden suojautua havaintojen välillä vihollisen maatähystykseltä ja torjuntatuleilta nopeasti.

Tehtävästä (esimerkiksi maalin paikantaminen maastosta tähystyksellä, maalin tähystys suunnan mittaaminen, havainnonteko iskemiin) ja vallitsevasta tuulesta riippuen tähystys korkeudessa on mahdollista olla paikallaan, lentää tähystys suunnassa tai poikittain sen suhteen. Helikopterin voi myös nopeasti ja samassa kohdassa pysyen kääntää vaakatasossa oikean tähystys suunnan löytämiseksi tai suunnan mittaamiseksi maaliin. Helikopterin ketteräliikkeisyydestä ja nousunopeudesta johtuen kohoaminen tähystys korkeudelle ja siellä oikeaan asentoon siirtyminen vaativat ainoastaan lyhyehkön ajan. Totutunut tähystäjä tarvitsee siitä havainnon tekoon vain n 2—4 sekuntia, jonka jälkeen suojautuminen voi alkaa.

Tähystystä em tavalla suoritettaessa nopea toiminta vaatii luonnollisesti tottumusta tehtävään, hyvää yhteistyötä tähystäjän ja ohjaajan kesken sekä yksityiskohtaista ja tarkkaa ennakkosuunnittelua, jolloin ohjaajalle mm etukäteen ilmoitetaan, missä todennäköisessä kompassisuunnassa maali on nähtävissä ja mikä helikopterin poistumissuunta on tähystyshavainnon jälkeen suojauduttaessa.

Tuuli on helikopterin lentotapaan vaikuttava tekijä. Kun tuulen nopeus on yli 5 m/sek, helikopterin rungon pituus akseli saa poiketa sen suunnasta korkeintaan  $45^\circ$ . Tällaisessa säässä on luonnollisesti suo-

ritettava valinta vaihtoehtoisesti joko tähystyssuunnan tai lennon suoritustavan välillä. Mainittakoon myös, että käytössämme olevalla Mi-1 helikopterikalustolla ei saa lentää tuulen nopeuden ollessa yli 15 m/sek.

Tähystäjän ja ohjaajan näköala Mi-1 helikopterista on eteenpäin ja sivuille hyvä sekä etuviistoon alas tyydyttävä. Tähystysmahdollisuutta taaksepäin ei sen sijaan ole. Lisäksi se puuttuu tähystäjältä suoraan alaspäin. Takana sekä oikealla että vasemmalla puolella istuvan tähystäjän näköalat ovat saman suuruiset.

Maalitiedustelussa ja tulenjohdossa em näköalan rajoituksista on yleensä haittaa vain silloin, kun tähystäjä varsinaisen havainnonteon jälkeen ja annettuaan ohjaajalle merkin kääntyä tähystystasolta takaisin kohti maanpintaa joutuu jostain syystä tarkistamaan havaintonsa uudelleen. Tällöin helikopteri on jo voinut kääntyä sellaiseen asentoon, että maali on siirtynyt näkökentästä katveeseen. Sen sijaan varsinaisessa tähystysvaiheessa ohjaaja voi kääntää helikopterin ainakin lyhyeksi ajaksi — tuulesta riippuen joko paikalla tai eteenpäin lentäen — sellaiseen asentoon, että tähystäjällä on hyvät mahdollisuudet havaintojen tekoon. Varautumisessa mahdollisia vihollisen lentohyökkäyksiä vastaan taakse jäävä tähystysalan katve on kuitenkin suurena rajoituksena.

Tähystysmahdollisuuden puuttumisesta suoraan alaspäin on myös välillinen haitta tulenjohtajan maalihavaintojen teolle. Suunnanmittauksen yhteydessä se nimittäin vaikeuttaa oman tähystyspaikan tarkkaa paikantamista kartalta.

Tähystyshavaintojen teko helikopterin kuomun sisästä hyvin kaukana olevaan maaliin vaatii ennen kaikkea hyvää ja tarkkaa näköaistia. Kiikarin avulla voidaan eteenpäin tähystämistä jonkin verran parantaa, mutta sivuillepäin sen käyttö on vaikeampaa, ja matalalla lennetäessä havaintojen tekoa silloin lisäksi usein häiritsevät näkökentässä ohi vilahtelevat puiden latvat.

Tähystettäessä kuomun sisältä näkyvyys riippuu suuresti sääolosuhteista. Kirkas, kuiva ja aurinkoinen ilma on luonnollisesti paras. Kuomun ulkopinta ei silloin sumene tiivistyvän kosteuden johdosta. Jos tähystys tällaisella ilmalla voidaan lisäksi suorittaa auringon suunnasta, havaintojen teko onnistuu pitkilläkin etäisyyksillä. Kesällä 1963 Rovajärvellä johdettiin tulta tällaisella säällä kerran tähystysettäisyyk-



sien vaihdella 4,8—5,5 km välillä. Havainnot onnistuivat äärietaisyyskyläkin tyydyttävästi.

Ilman kosteus sumun, veden ja nuoskan lumen muodossa vaikuttaa näkyvyyteen hyvin haitallisesti, koska kuomun ulkopinta silloin nopeasti ja jatkuvasti sumenee. Tällaisen sään varalta Mi-1 helikopterin kuomun etuosassa on pieni käsikäyttöinen lasinpyyhkijä. Sen avulla ohjaaja voi hetkellisesti parantaa näkyvyyttä suoraan eteenpäin kaapeissa sektorissa. Lisäksi kuomun etuosan vasemmalla puolella on avattava pieni luukku, jonka kautta vasemmalla takana istuva tähyistäjä pystyy tekemään havaintoja rajoitetulle alueelle eteenpäin. Kuomun sivuilla ei ole vastaavia tähyistysmahdollisuuksia parantavia rakenteita.

Talvella pakkasen aiheuttama kuomun ulkopinnan jäätyminen muodostaa usein tähyistystä suuresti rajoittavan ja lennon aikana vaikeasti eliminoitavan tekijän.

Mi-1 helikopterin sisätilan lämmitys ja tuuletus ovat järjestetyt varsin hyvin. Kesällä niiden avulla on lämpöeroista johtuva kuomun sisäpuolinen hiestyminen helposti estettävissä. Talvella kosteus kuitenkin joskus aiheuttaa näkyvyyttä rajoittavaa jäätymistä myös kuomun sisäpinnassa.

### 3. Suunnan mittaamisen mahdollisuudet

Tähyistysuunta on tarpeen maalin koordinaattien määrittämisessä ja tulenjohtossa. Se auttaa myös muilla keinoin määritetyn maalin löytämistä maastosta.

Suunnan mittaamista varten Mi-1 helikopterin yhteyskonetyypissä on kaksi kompassia, magneettinen nestekompassi sekä yhdistetty magneettinen ja hyrräkompassi. Ohjaajakoulutukseen tarkoitettu tyypissä on vain ensin mainittu. Kummankin kompassin astejaoituksiset (jako 360°) suunnannäyttäjät ovat suoraan ohjaajan edessä. Kompassit osoittavat helikopterin rungon suunnan. Asteikkoja kääntämällä niillä ei ole mahdollista mitata rungon keskiviivasta poikkeavaan maaliin.

Helikopterin magneettinen nestekompassi on kooltaan varsin pieni ja rakenteellisesti yksinkertainen. Sen näyttöasteikon merkkiväli on 10° eli 167'. Suuntaa mitattaessa tällä kompassilla voidaan ehkä saavuttaa noin 5° lukematarkkuus. Lisäksi saatu neulaluku on hyvin vir-

heellinen, koska kompassi ei ole millään tavalla suojattu magneettisia häiriöitä vastaan. Tästä syystä helikopterin magneettinen kompassi ei sovellu tykistön maalitiedustelua ja tulenjohtoa palvelemaan suunnan mittaukseen.

Yhteishelikopteriin asennettu, magneettisella kompassilla ohjattavissa oleva hyrräkompassi sen sijaan antaa jo huomattavasti tarkemman suunnan. Tässä järjestelmässä toisaalta hyrrä estää pelkän magneettisen kompassin heilahdusvirheet ja toisaalta helikopterin perässä häiriösuojatussa tilassa oleva magneettinen kompassi voi poistaa hyrrän ns "ryömimisestä" (kitka, moottorin jännitevaihtelut ym) johtuvan virheen. Jälkimmäinen korjaus tehdään painamalla näyttölaitteen vieressä olevaa "Co-ordinate"-nappia, jolloin hyrrän näyttölaitteen suunta korjautuu magneettisen kompassin osoittamaksi. Korjaus on suoritettava lennonkin aikana tietyin välein.

Järjestelmästä johtuu, että saatu suunta vastaa magneettisen kompassin neulalukua, ts siihen on aina lisättävä paikallinen (ja helikopterikohtainen) kokonaiskorjaus karttapohjoisluvun saamiseksi. Lentoalueen mahdolliset paikalliset magneettiset häiriökentät vaikuttavat silloin joka kerta myös näyttölaitteen osoittamaan suuntaan. Sen sijaan helikopterissa olevien häiriökenttien ei pitäisi aiheuttaa virhesuuntaa. Myöskään rungon pienet, alle  $45^\circ$  kallistumiset eivät aikaansaa suunnanmuutoksia.

Magneettisesti ohjatun hyrräkompassin näyttölaite on varustettu  $2^\circ$  ( $= 33,34''$ ) merkkivälein. Suunnan mittauksessa päästään  $1^\circ$  ( $= 16,67''$ ) lukematarkkuuteen. 5 km etäisyydellä se vastaa noin 85 m virhemahdollisuutta sivusuunnassa. Tämä osoittaa, että ko suunnanmittausvälinettä voitaisiin eräissä tapauksissa käyttää maalien määrittämisessä ja tulenjohdossa, jos suuntaus voitaisiin suorittaa jonkin tähtäinlaitteen avulla. Kompassi antaa kuitenkin vain helikopterin rungon suunnan, ts mitattaessa sivussa olevaan maaliin helikopterin nokka on käännettävä vastaavaan suuntaan ilman tähtäinlaitetta. Tästä syystä suunnanmittaus helikopterin nykyisellä kompassijärjestelmällä on aina hiukan epätarkkaa ja ohjaajan harjaantuneisuudesta riippuvaa. Ohjaajan istuma-asennon muuttuminen eri tähtäyskerroilla ei sen sijaan vaikuttane tämän arviointivirheen suuruuden vaihteluun kovinkaan paljon, koska asento ohjaamistehtävästä (lähinnä ohjaimien asennosta)

johtuen yleensä pysyy suunnilleen samana. Asennon säilymistä edistää myös kiinnityshihnoilla suoritettava ohjaajan kytkeminen istuimensa selkänojaan. Suunnan "arvioinnista" johtuva virhe olisi poistettavissa joko yksinkertaisella hahlo-, jyvä- tai optisella tähtäinlaitteella. Ensin mainittu olisi ohjaajaa varten ilmeisen helposti kiinnitettävissä helikopterin nokkaan.

Nykyisen, puutteellisista teknisistä laitteista johtuvan virhemahdollisuuden lisäksi voi maalin suuntaa mitattaessa tulla mukaan heikosta näkyvyydestä johtuva havaintovirhe. Epäedullisessa tuulessa, jolloin helikopteri kyetään kääntämään maaliin päin vain lyhyeksi hetkeksi, tämä virhemahdollisuus on suuri. Epätarkkuutta voi myös syntyä, kun ohjaaja joutuu kompassin näyttölaitteen nykyisen rakenteen vuoksi aina itse suorittamaan mittauksen kääntämällä helikopterin rungon ao maalisuuntaan, vaikka maalin määräytyksestä olisikin tulenjohtajan vastattava. Suoritetuissa kokeiluissa tästä toiminnan kaksijaakoisuudesta johtuva virhe on todettu kerran. Mainittu virhemahdollisuus voitaisiin pienin kustannuksin poistaa konstruimalla hyrräkompassille erillinen sisarnäyttölaitte tulenjohtajaa varten. Se olisi varustettava omalla piirujaotuksella ja kääntyvällä tähtäinlaitteella suunnan mittaamiseksi myös sivulla oleviin kohteisiin. Tämä ratkaisu poistaisi samalla ohjaajan arviointivirheen mahdollisuuden.

Suoritetussa kokeilussa Mi-1-helikopterin hyrräkompassin näyttölaitteen seuraamistarkkuus on todettu hyväksi. Koe suoritettiin mittamalla suunta samaan maaliin kaartuen jyrkästi ja nopeasti vuoroin oikealta ja vuoroin vasemmalta. Mittaustulos eri suorituksissa ei osoittanut ainakaan mainittavaa hitausvirhettä.

Kokeiltaessa suunnan mittaamista tähystäjän käyttämillä erillisillä kulmanmittausvälineillä käsisuuntakehä jo yksin moottorin aiheuttaman tärinän vuoksi osoittautui helikopterissa käyttökelvottomaksi. Sen sijaan tavallisella marssikompassilla (nestekompassilla) saatiin mitattuja suuntia. Monista magneettineulaan vaikuttavista häiriötekijöistä johtuen niitä on kuitenkin pidettävä maalin määrittämiseen liian epätarkkoina. Suuntavirheet saattavat lisäksi olla suuruudeltaan vaihtelevia, koska kompassia kuomun sisällä siirrettäessä siihen vaikuttavat häiriötekijätkin muuttuvat.

Suoritettujen kokeilujen perusteella voidaan sanoa, että suunnan-

mittaus helikopterista maaliin on mahdollista ainoastaan helikopterin magneettisesti ohjatulla hyrräkompassilla. Ilman erityistä tähtäinlaitetta myös sen antamat suunnat ovat käyttöarvoltaan heikohkoja. Kuitenkin niitä voidaan eräissä tapauksissa käyttää apuna maalin määrittämisessä ja tulenjohdossa. Näihin palataan erilaisia menetelmiä tarkasteltaessa.

Helikopterista suoritettavassa maalitiedustelussa ja tulenjohdossa maalin tähytys-suunta voidaan myös mitata kartalta yleistasomittarilla, jos maali ja helikopterin tähytyspaikka ovat tunnetut tai määriteltävissä tähytys hetkellä. Suuntavirhe riippuu silloin koordinaattien ja käytetyn kartan tarkkuudesta. Etukäteen tällä tavoin määritettyä suuntaa voidaan käyttää helikopterin suuntaamiseksi kompassinsa avulla oikeaan tähytys-suuntaan.

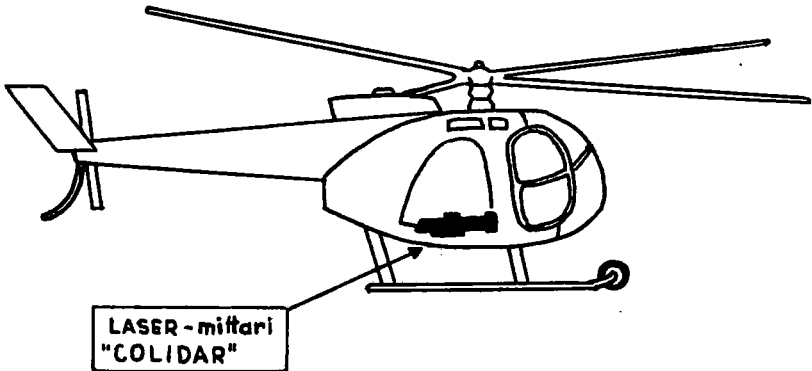
#### 4. Etäisyyden mittaamisen mahdollisuudet

Erityisesti maalin koordinaattien määrittämisessä havaintohetken tarkka tähytys etäisyys on tärkeää. Se on eduksi myös tulenjohdossa ja aikaisemmin määritetyn maalin etsinnässä maastosta.

Keuyen Mi-1 helikopterin varusteisiin ei kuitenkaan kuulu minkäänlaista etäisyysmittaria. Kuomun sisällä ei voi myöskään käyttää irrallista välinettä, jonka kannan pitkien tähytys etäisyyksien vuoksi olisi oltava varsin suuri. Jos jätetään sellaiset erikoisratkaisut, kuin etäisyyden mittaaminen helikopterin avoimen tai kokonaan poistetun oven kautta taikka tähytäjän roikkuminen mittareineen telineessä helikopterin alapuolella — jotka menetelmät saattavat tietenkin joissain erikoistapauksissa onnistua — ainoat nykyisin yleispätevät etäisyyden määrittämiskeinot ovat

- matkan arviointi sekä
- tähytyspaikan ja maalin välisen etäisyyden mittaaminen kartalta.

Näiden menetelmien lisäksi on ainakin Yhdysvalloissa kokeiltu helikopteriin asennettua LASER-mittaria (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). Kokeilun tuloksista ei ole tietoja. (Kuva 3). LASER toimii tutkan tavoin lähettäen kuitenkin näkyvän punaisen valon alueelle lankeavaa elektromagneettista säteilyä erittäin energia-



**Kuva 3 Helikopteriin asennettu LASER-etäisyysmittari**

rikkaina pulsseina ja kapeana keilana. Sen mittaustarkkuus on suuri. Erään jo käytössä olevan laitteen etäisyysmittauksen virheeksi mainitaan yli 10 km matkalla alle 50 m. LASER suunnataan maaliin optisen tähtäimen avulla.

Matkan arviointi on kaikissa olosuhteissa epätarkkaa, ja todennäköinen virhe vain kasvaa tähytysetäisyyksien pidentyessä. Tästä syystä mentelmä ei sovellu maalin koordinaattien määrittämisessä käytettäväksi johdettaessa tulta helikopterista. Vaikeudet aiheuttavat myös sen, että uuden maalin määrittäminen yhdestä tähytyspaikasta tähytyspaikan on mahdollista vain vertaamalla maastoa topografikarttaan.

Tähytyspaikan ja maalin välisen etäisyyden mittaus kartalta edellyttää molempien päätepisteiden tuntemista ja sijoittamismahdollisuutta kartalle. Epätarkkuudet kummankin koordinaateissa muodostavat virhelähteen etäisyyden mittauksessa. Saatu tarkkuus on kuitenkin riittävä tulenjohdossa käytettäväksi. Etäisyysmittauksen virheen suuruutta ja suuntaa voidaan lisäksi tarkkailla korjauskomennon jälkeisestä iskemien siirtymisestä.

### **5. Helikopterin tähytyspaikan määrittämismahdollisuus**

Helikopterin maanpintaan projisoidun tähytyspaikan kartalle tai tasolle sijoittamisen tarkkuus maaliin suoritettuna suunnanmittauksen hetkellä on tärkeää sekä maalinmäärittämisessä leikkaussuuntien että

tähystyssuunnan ja -etäisyyden avulla. Tähystyspaikan koordinaatit saadaan joko

— leikkaamalla helikopterin asema kahden tai useamman maassa olevan mittausaseman samanhetkiselällä suunnanmittauksella tai

— vertaamalla koneen alapuolella olevaa maastoa topografikarttaan.

Maassa olevien mittausasemien saamiin suuntien leikkauksella helikopterin tähystyspaikka voidaan määrittää tarkasti. Suoritus edellyttää kuitenkin ennakkovalmisteluja ja toiminnan keskitettyä johtamista.

Ennakkovalmisteluihin kuuluu kahden tai mieluummin useamman suuntakehän mittausasemaverkon perustaminen helikopterin käyttämää toiminta-aluetta hallitseviin maastokohtiin. Mittausuuntakehien on oltava samassa koordinaatistossa alueen tykistön kanssa, ja niiden suunnat on tarkistettava. Jokainen mittausasema on lisäksi varustettava helikopterin käytössä olevalla kanava-alueella toimivalla radiolla.

Mittausasemat mittaavat suunnan helikopteriin merkitsemällä sen roottorin keskusnapaan samanaikaisesti ja yhtäaikaan suoritettavan maalien suunnanmittauksen kanssa. Helikopterin tähystyspaikan määrittämiseen riittävät kahden mittausaseman saamat tarkat, toisensa leikkaavat suunnat. Koska helikopteri maaston katvealueista johtuen hyvin usein voi jäädä jollakin suuntakehällä mittaamatta, helikopterin toiminta-alueelle on aina pyrittävä muodostamaan useamman kuin kahden aseman mittausverkko. Keskitetyn toiminnan voi johtaa vain tulentohtaja käyttäen yhteistä radioverkkoa.

Rovajärvellä elokuussa v 1963 suoritettiin edellä mainitulla menetelmällä yhteensä 65 toiminnassa olevan helikopterin tähystyspaikan määrittämiskoetta. Suunnanmittaus suoritettiin kolmelta mittausasemalta. Kokeista epäonnistui 16 (ei saatu riittävää määrää mittauksia). Kahden mittausaseman tulokseen päästiin 22:ssä ja kaikkien kolmen 27:ssä tapauksessa. Onnistuneita kokeita oli siten 49 (75,4 %).

Kolmen mittausaseman tuloksista muodostunut virhekolmio oli kaikissa muissa kokeissa käytännöllisesti katsoen merkityksetön paitsi kahdessa tapauksessa, jolloin yhden mittausaseman ilmoittama suunta voitiin todeta virheelliseksi. Syynä jonkin aseman jäämiseen ilman mitaustulosta oli yleensä helikopterin pysyminen katveessa koko toimintavaiheen ajan tai sen vain lyhytaikainen, nopea kohoaminen tähystys-

korkeudelle odottamattomalta suunnalta. Neljä ensimmäistä suoritusta epäonnistuivat kokonaan mittausasemien henkilöstön kokemattomuuden vuoksi. Koska kokeisiin osallistunut, eri toimipaikoissa työskennellyt henkilöstö oli tehtävänsä kouluttamatonta, saavutettuja tuloksia voidaan pitää erittäin hyvinä. Kokeet myös osoittivat, että helikopterin tarkka tähytyspaikan määrittäminen tällä menetelmällä on teknisesti mahdollista.

Määrittäessään helikopterin tähytyspaikkaa vertaamalla maastoa topografikarttaan tulenjohtaja ei näe koneesta suoraan alaspäin, vaan hän joutuu toteamaan sijaintipaikan aina hiukan viistoon tehdyllä havainnolla. Usein maastosta myös puuttuvat selvät kiintopisteet, jolloin helikopterin todellinen asema voidaan vain arvioida ilmaan tavallisesti varsin epämääräisenä erottuvan maan pinnanmuodostuksen perusteella. Lisäksi tähytyspaikan toteaminen maastohavainnolla on suoritettava joko ennen tai yleisimmin jälkeen maaliin suoritettua suunnanmittauksen. Varsinkin tuulella helikopterin siirtyminen näiden kahden eriaikaisen suorituksen välillä voi olla melko huomattava. Edellä mainituista syistä johtuen helikopterin tähytyspaikkaa ei yleensä voida määrittää täysin tarkasti karttaverailun perusteella.

Rovajärvellä elokuussa v 1963 suoritettiin kokeita myös tämän tähytyspaikan määrittämistävän tarkkuuden selvittämiseksi. Kokeissa tulenjohtajan määrittämää paikkaa verrattiin maassa olleiden mittausasemien oikeana pidettyyn, leikkaamalla saatuun tulokseen. Tulenjohtajina toimivat kuusi eri upseeria, jotka suorittivat yhteensä 49 tulokseen päätyntä koetta. Kaikkien kokeiden sädevirheiden keskiarvo oli 120 m. Täysin virheettömiä suorituksia ei ollut yhtään.

Parhaimmassa tuloksessa sädevirhe oli 20 m ja huonoimmassa 394 m.

Saavutetut tarkkuudet jakautuivat seuraavasti:

— sädevirhe	20— 50 m välillä	8 suorituksessa,
— —,—	51— 75 „ —,—	6 —,— ,
— —,—	76—100 „ —,—	8 —,— ,
— —,—	101—125 „ —,—	7 —,— ,
— —,—	126—150 „ —,—	6 —,— ,
— —,—	151—175 „ —,—	7 —,— ,
— —,—	176—225 „ —,—	3 —,— ja
— —,—	yli 226 m	4 —,—

Hyvät ja huonot tulokset jakautuivat tasaisesti eri tulenjohtajien kesken.

Näissä kokeissa saavutettujen tulosten todistusarvoa menetelmän tarkkuudesta ei voida pitää riittävänä, koska tulenjohtajat olivat tottu-mattomia toimintaan helikopterissa ja kouluttamattomia tehtäväänsä. Tästä syystä heiltä usein unohtui maalin suunnanmittauksen jälkeinen välitön oman tähystyspaikan määrittäminen, ja koordinaatit saatiin sil-loin joko ohjaajan tai tulenjohtajan myöhästyneinä arvioiteina. Tämän osoittavat selvästi erään tulenjohtajan saavutukset saman, kolme suori-tusta käsittäneen lennon aikana. Hänen määrittämiensä tähystyspaik-kojen sädevirheet olivat 22, 54 ja 280 m. Ensimmäinen oli toiseksi pa-ras ja viimeinen toiseksi huonoin saavutus koko 49 suoritusta käsittä-neessä koesarjassa. Saavutetut tulokset osoittavatkin ennen kaikkea tehtävään kouluttamisen välttämättömyyden.

Kirjoittajan käsityksen mukaan koulutetun tulenjohtajan pitäisi kai-kissa suorituskelpoisissa olosuhteissa päästä yleensä alle 50 m sädevir-heen käytettäessä keskimääräistä 50—100 m tähystyskorkeutta. Tähys-tyspaikka on tällöin kuitenkin aina etukäteen valittava sellaisesta maas-tokohdasta, jossa on vähintään yksi selvästi karttaan verrattava kiinto-piste.

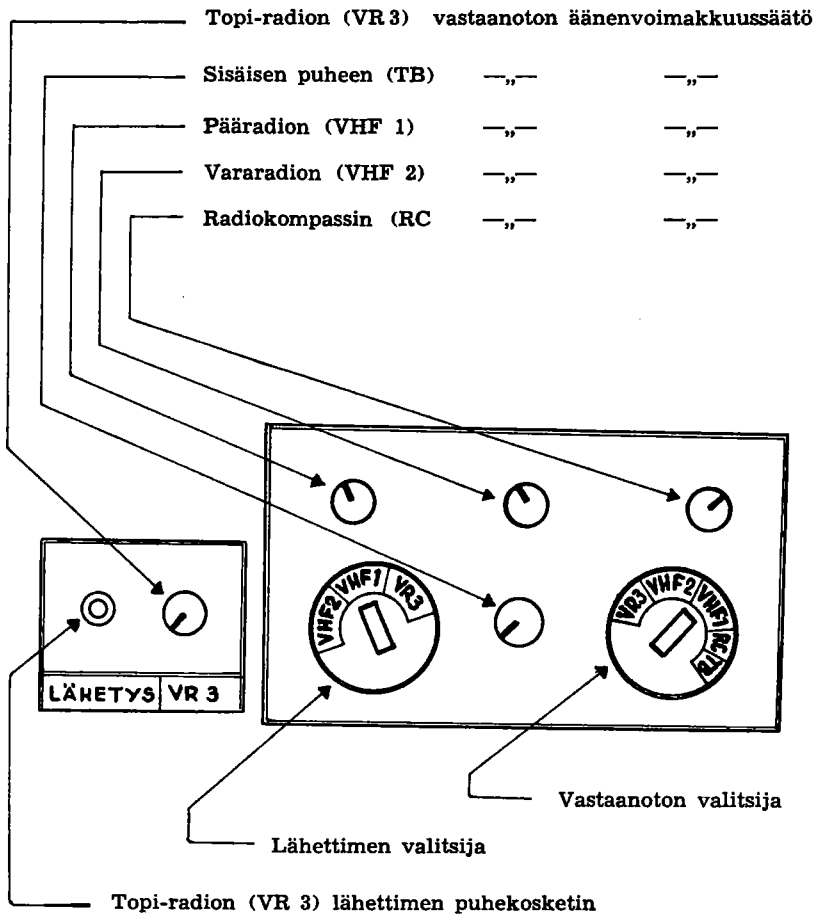
## 6. Helikopterin viestiyhteysmahdollisuudet

Tulenjohtoon käytettävässä helikopterissa on lennonjohdon vaati-man radiokaluston lisäksi oltava viestiyhteysmahdollisuus ampuvaan tuliyksikköön, maassa oleviin helikopterin mittausasemiin sekä ohjaa-jan ja tulenjohtajan keskinäistä liikennettä varten.

Puolustusvoimaimme Mi-1 helikopterin viestikalustolla nämä vaati-mukset voidaan täyttää. Se antaa tulenjohtajalle ja ohjaajalle mahdol-lisuuden liikennöidä vaihtoehtoisesti kolmessa eri sektorissa. Kum-paakin varten on oma erillinen viestikytkenän valinta-laitte (periaate kuvassa 4). Niitä käyttäen tulenjohtaja ja ohjaaja voivat liittyä joko

- pääradion (VHF 1),
- sisäpuhelimen (TB) tai
- Topi-radion (VR 3) verkkoihin.





**Kuva 4** Viestikytken valintalaite Mi-1 helikopterissa

Pääradio (VHF 1) toimii ilmavoimien käyttämällä jaksolukualueella. Se on varmennettu vararadiolla (VHF 2). Koska pääradion kytkenässä on sisäpuheyksikkö, tulenjohtaja voidaan kytkeä pääradion verkkoon, jolloin hän kuulee siinä olevan vasta-aseman lähetyksen ja voi keskustella ohjaajan kanssa, sekä tämän painaessa helikopterin ohjaussauvassa olevaa puhekosketinta, myös vasta-aseman kanssa.

Sisäpuhelin (TB) on helikopterin henkilöstön sisäistä viestiliikennettä varten. Liikennöitäessä tässä verkossa pääradio ja Topi-radio ovat irroitettavat kytkennästä ja niiden kutsuja ei kuulla.

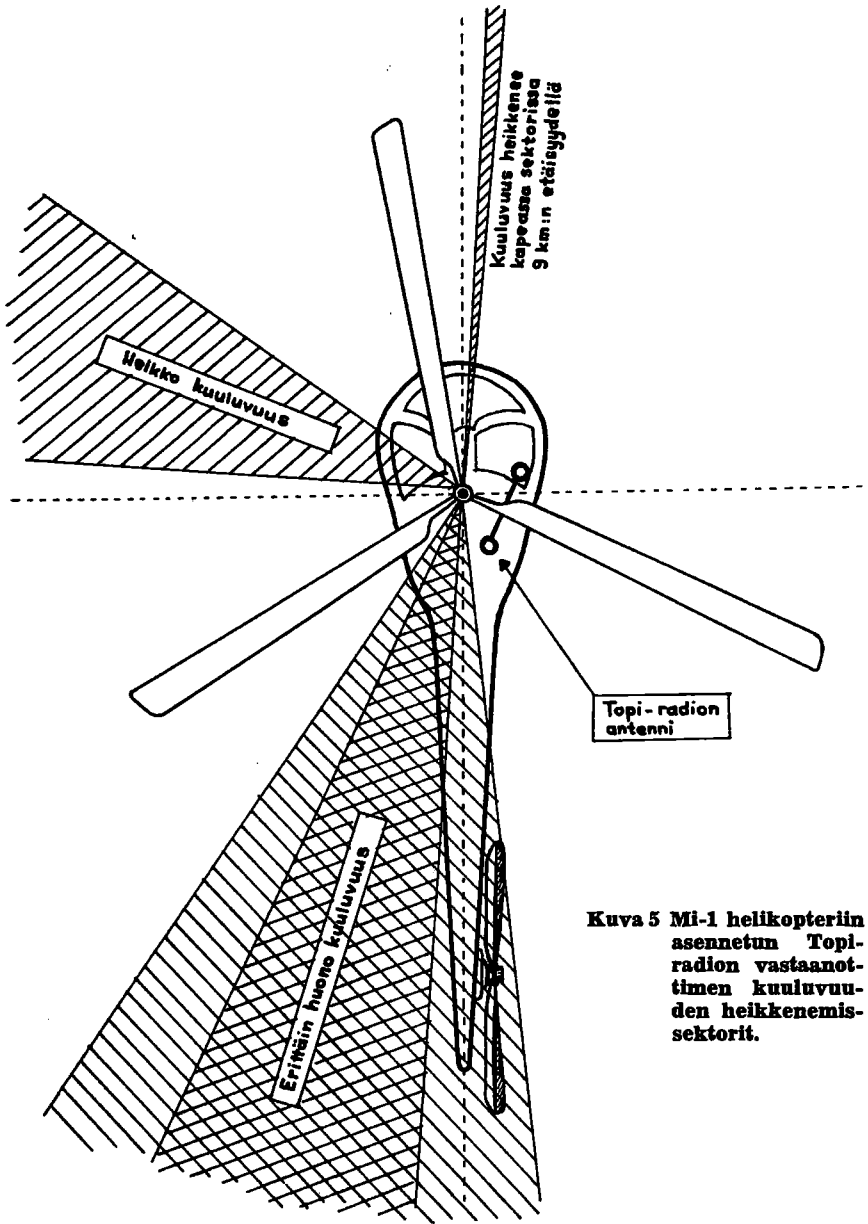
Miehistötilan takaseinään asennettu Topi-radio on tarkoitettu yhteydenpitoon maavoimien asemiin. Radion sijainnista johtuen tulenjohtaja voi suorittaa kanavan vaihdon ja virityksen lennon aikanaan. Topi-radion antenni on hiukan takaviistossa pystyasennossa helikopterin rungon oikealla ulkosivulla moottorin kohdalla.

Käännettäessä valintalaitteen valitsijat VR 3-asentoon kuulokkeet ja kurkkumikrofonit kytkeytyvät Topi-radion verkkoon. Miehistö kuulee silloin tässä verkossa työskentelevän vasta-aseman lähetyksen. Samalla sisäpuhelin yhteys katkeaa. Topi-radion lähetin kytketään anolle painamalla valintalaitteen vieressä olevaa puhelosketinta. Tällöin sekä tulenjohtaja että ohjaaja voivat puhua verkossa olevalle vasta-asemalle. Koska sisäpuhelin on irroitettu kytkennästä, toinen helikopterissa oleva ei kuule lähettäjän puhetta.

Tarvittavan virran Topi-radio saa verkkoliitäntäkojeen välityksellä helikopterin virtalähteistä. Koska tykistöllä ei ole mainittuja laitteita, tulenjohtokäyttöön annetun helikopterin on aina tuotava oma Topi-radiokalustonsa mukanaan.

Tulenjohtokokeiluissa on varsin usein todettu, että helikopterin Topi-radion lähetyksen ja vastaanottokuuluvuus häipyvät varsin lyhyilläkin yhteysväleillä. Ennen kaikkea tämä johtuu käytettävien radioiden jaksolualueesta johtuvasta radioaaltojen suoraviivaisesta etenemistä vasta. Tähystyksen välillä suojaan laskeutuvan helikopterin ja tuliase-maradion väliin jää silloin usein maastoesteitä, jotka aiheuttavat yhteyden katkeamisen. Tämä haitallinen ilmiö on poistettavissa vain siirtymällä helikopterilla viestityksen ajaksi edullisempaan maastokohtaan tai sijoittamalla alueelle välitysasemia.

Rovajärvellä kesällä v 1963 todettiin kerran eräällä koelennolla hyvin huono kuuluvuus vajaan puolen kilometrin päässä olevaan kahteen erilliseen Tyko-radioon. Välillä ei ollut maastoesteitä. Samanaikaisesti saatiin erittäin hyvä yhteys noin 6 km päässä olevaan kolmanteen Tyko-radioon. Ilmiön syy ei tutkimuksissa selvinnyt. Se saattoi johtua radioasemien antennirakenteista tai helikopterin roottorin siipien nopeassa pyörimisessä syntyvästä voimakkaasta sähkömagneettisesta kentästä.



**Kuva 5** Mi-1 helikopteriin asennetun Topi-radiation vastaanottimen kuuluvuuden heikkenemis-sektorit.

Koska useilla koelennoilla oli todettu helikopterin rungon suunnan vasta-asemaan nähden vaikuttavan kuuluvuuteen, suoritettiin Utissa 17. 9. 1963 tutkimus tämän ilmiön selvittämiseksi. Koneen yhteysvälit olivat  $3\frac{1}{2}$ , 9 ja 14 km sekä lentokorkeus vaihdellen 50—100 m. Saadut tulokset osoittivat, että maassa oleva Tyko-radioasema kuuli Topi-radion lähetyksen yhtä selvänä kaikista helikopterin sivuasennoista. Sitä vastoin maa-aseman lähetyksen kuuluvuus Topi-radion vastaanottimessa vaihteli selvästi riippuen helikopterin rungon suunnasta. Hyvin heikko se oli silloin, kun lähetysasema oli helikopterin pyrstön takana, ja seuraavaksi heikoin, kun lähetys tuli rungon vasemmalta puolelta. Pientä kuuluvuuden heikkenemistä oli todettavissa kapeassa sektorissa myös silloin, kun maassa oleva lähetin oli suoraan helikopterin edessä. (Kuva 5)

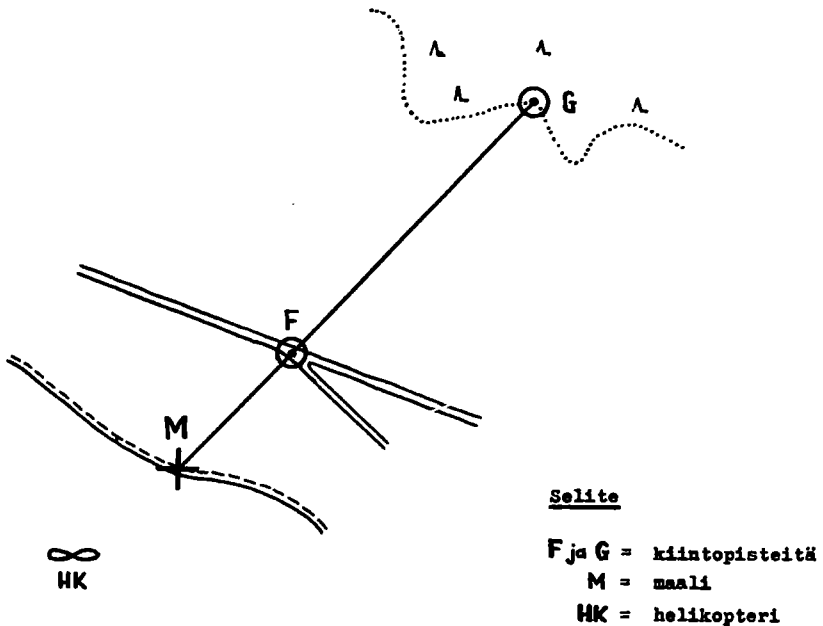
Lähetyksen ja vastaanoton kuuluvuuden periaatteellisen eron syy ei kokeessa selvinnyt. Erään oletuksen mukaan helikopterin roottorin siipien pyöriessään synnyttämä voimakas sähkömagneettinen kenttä saattanee toimia eräänlaisena heijastimena Topi-radion lähettimen aalloille, mistä johtuen sen kenttävoimakkuus on kaikkiin suuntiin suunnilleen sama. Sen sijaan helikopterin Topi-radion antenniasennus vaikuttaa vastaanoton kuuluvuusvaihteluihin. Roottoreiden muodostamien sähkömagneettisten kenttien osuutta häiriön aiheuttajana vastaanotossa ei voitu todeta.

## II MAALIEN TIEDUSTELU JA MÄÄRITTÄMINEN

### 1. Yleistä

Helikopterista suoritetussa tulenjohdossa maaleiksi voidaan valita vain kauas näkyviä kohteita, kuten tykistön tuliasemia, majoitusalueita, ryhmittymämaastoja, marssirivistöjä, tukikohtia, siltoja ja teiden solmu-kohtia. Tällainen maali voi olla uusi, tähystäen etsittävä ja määritettävä tai vanha, muilla keinoin jo aikaisemmin paikannettu.

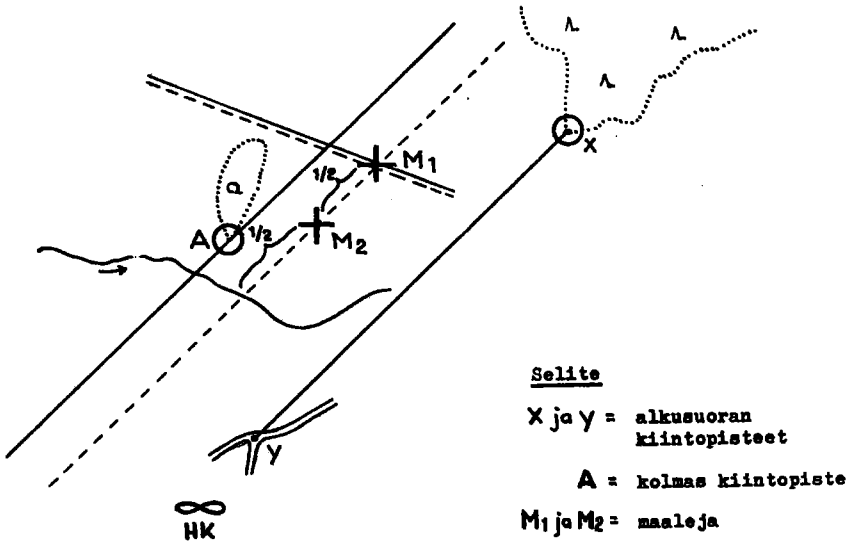
Suomalaisiin oloihin soveltuvia menetelmiä kehitettäessä kirjoittajalla on ollut tilaisuus tutkia ranskalaisten käyttämiä maalinmäärittäytapoja. Heidän kaikki menetelmänsä edellyttävät maalin paikantamista vertaamalla maastoa ja karttaa keskenään. Käytettävät keinot ovat



Kuva 6

- arvion mukainen määrittely,
- keskinäisten suhteiden käyttö ja
- linjojen käyttö.

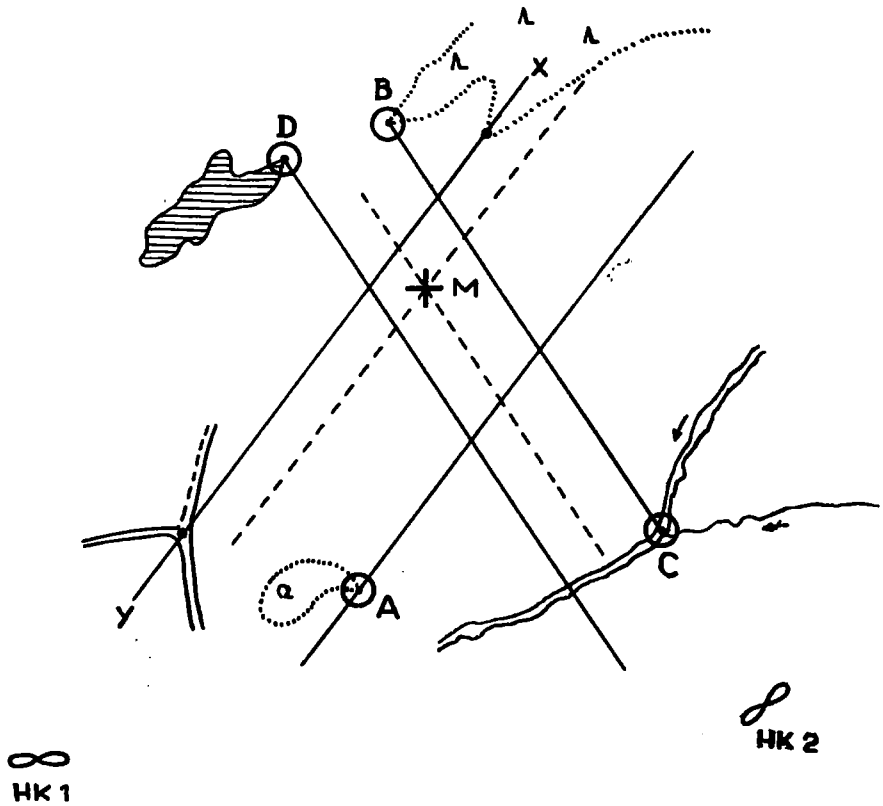
Ranskalaisten mukaan näistä menetelmistä soveltuu riittävällä tarkkuudella viisto- ja vaakatahystyksessä käytettäväksi ainoastaan viimeksi mainittu. Sitä pidetään helppona hitaasti ja paikallaan lentävästä helikopterista suoritettuna. Menetelmä perustuu kiintopisteiden kautta karttaan piirrettyjen suorien linjojen hyväksikäyttöön. Sovellutuksia on varsinaisesti kaksi riippuen siitä, onko maali helikopterin ja kahden maastokiintopisteen määrittämällä suoralla vai sen ulkopuolella. Edellisessä tapauksessa maalin tarkka sijainti määritetään suoraan karttavertailuna (kuva 6). Jälkimmäisessä tapauksessa käytetään apuna kartalle piirrettyä kolmannen kiintopisteen kautta kulkevaa ensiksi määritetyn alkulinjan suuntaista suoraa. Maali määräytyy niiden vä-



Kuva 7

listä vertaamalla aluetta karttaan ja arvioimalla suhteelliset etäisyydet (kuva 7). Tarvittaessa suoritetaan uusi suorien määrittäminen vielä toista tähytyspaikkaa käyttäen. Maali saadaan tällöin suorien avulla rajoitettua kartalle niin suppealle alueelle, että sen melko tarkka määrittäminen on mahdollista (kuva 8).

Menetelmien selostuksesta voidaan todeta, että ranskalaisten maalinmäärittämiskeinot viisto- ja vaakatahystyksessä ovat varsin kaavamaiset. Ne edellyttävät myös runsaasti maastokiintopisteitä, jotka samalla määrittävät helikopterin käyttämien tähytyspaikkojen tarkan sijainnin. Suomalainen tavanomainen metsämaasto ei tällaiseen suorituksen anna mahdollisuuksia kuin poikkeustapauksissa. Tästä syystä ranskalainen menetelmä alkuperäisessä muodossaan voi meillä tulla kyseeseen vain harvoin. Sen sijaan kiintopisteitten välisiä suorita voidaan käyttää apukeinona jonkin muun maalinmäärittämistavan yhteydessä. Näitä tutkiessaan tämän kirjoittaja on päätenyt järempänä esitettyihin suomalaisiin olosuhteisiin soveltuviin menetelmiin. Suorituksen aikana käytettävä lentotapa on esitetty kuvissa 9 ja 10.



Kuva 8

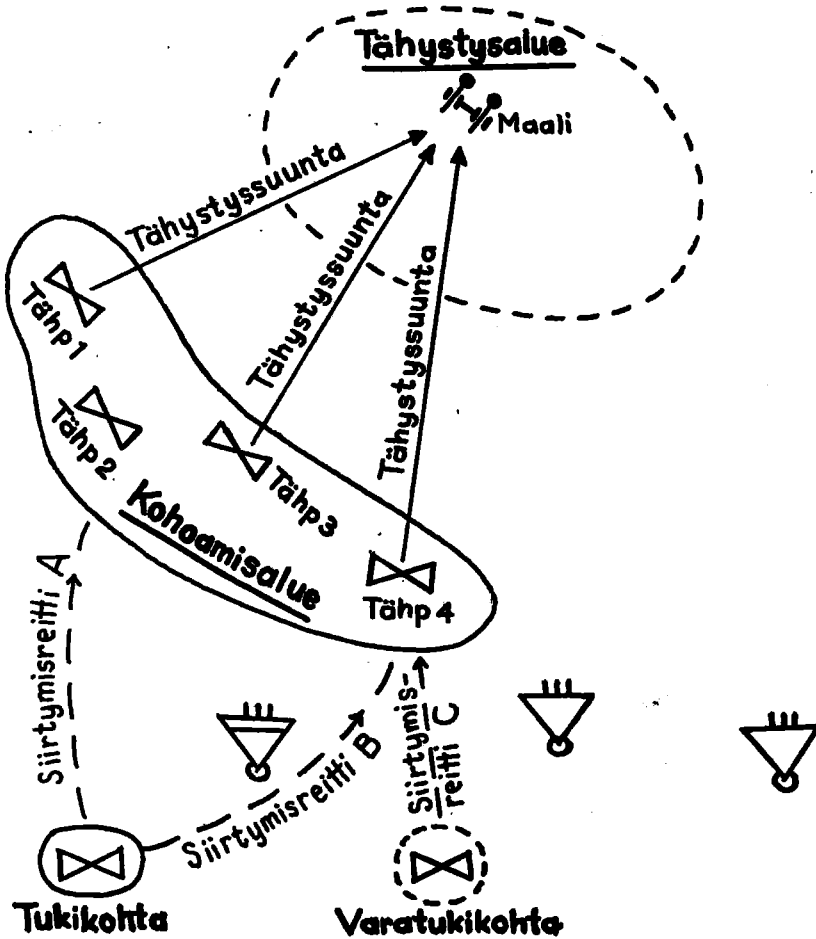
## 2. Uuden mallin määrittäminen maastosta

### a. Vertaamalla maastoa topografikarttaan

Selväpiirteisessä maastossa, josta on käytettävissä topografikartta 1:20.000, havaittu maali voidaan määrittää helikopterista tähystäen vertaamalla maastoa karttaan ja tarvittaessa käyttäen hyväksi suuntaa tähystyspaikasta maaliin.

Toiminta tapahtuu silloin seuraavan esimerkin mukaisesti:

Helikopterin saavuttua kohoamisalueelle tulenjohtaja siirtyy viesti-

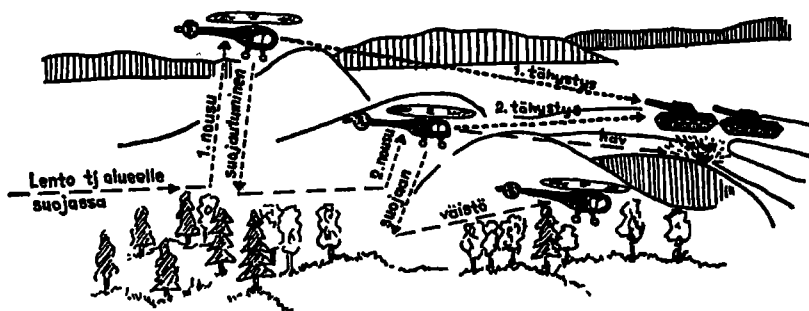


Kuva 9 Helikopterin toiminta-alue maalitiedustelussa ja tulenjohdossa

liikenteessä sisäiseen puhekytkentään ja antaa ohjaajalle esimerkiksi seuraavan käskyn:

"TÄHYSTYSPAikka EDESSÄ OIKEALLA PIENI LAMPI — TIEDUSTELTAVANA TULIASEMA — TÄHYSTYSALUE 120 VIIVA 128 ASTETTA — POISTUMISSUUNTA 50 ASTETTA — NOUSE" ja todettuaan, että ohjaaja on ymmärtänyt, jatkaa "SIIRRYN TOPIIN".





Kuva 10 Helikopterin lentotapa kohoamisalueella

Tähystyskorkeudella ohjaaja kääntää helikopterin nokan vuoroin kumpaankin tähystysalueen rajan suuntaan ja osoittaa ne tulenjohtajalle esimerkiksi pään nyökkäyksellä. Tarkistaakseen tähystysalueelta havaitsemansa maalin määrityksen tulenjohtaja voi antaa ohjaajalle käskyn nousta tähystyskorkeudelle myös toisissa tähystyspaikoissa sekä samalla suorittaa helikopterin kompassilla suunnanmittaukset niistä maaliin.

Määriteltä maali merkitään topografikarttaan. Tarvittaessa, varsinkin heikon kuuluvuuden vallitessa, se voidaan ilmoittaa tuliaseman paikantamislevyä käyttäen.

Tulenjohtajan sanoma tuliportaalle voi silloin olla esimerkiksi "HUOMIO KIRVES — TAÄLLÄ KOHO — MAALI PAAVO 1230, IIVARI 8760 (tai ALKU 37 CELCIUS) — VIHOLLISEN TUKIKOHTA — KUUNTELEN."

Tuliasemaradio "KIRVES" vertaa sen jälkeen sanoman, sekä tuliasemaryhmä muuntaa maalin paikan koordinaateiksi ja käskyn saatuaan valmistautuu antamaan tulipattereille tulikomennon.

Tätä menetelmää käyttäen on sekä Niinisalon että Rovajärven maastoissa päästy varsin hyviin tuloksiin. Esimerkkinä niistä mainittakoon Rovajärvellä kesällä v 1963 suoritettut viisi koetta, joissa tähystysetäisyydet vaihtelivat 3000—5800 m välillä. Eri määrityksien sädevirheidien keskiarvo oli 128 m. Suorituksista oli paras 75 m tarkkuus (3400 m tähystysetäisyydellä) ja huonoin 150 m (3900 ja 4000 m tähystysetäisyyksillä).

## b. Leikkaamalla useasta tähystyspaikasta

Helikopterin hyrräkompassin antamia suuntalukemia voidaan käyttää maalin määrittämisessä eteenpäinleikkauksella usealta tähystyspaikalta, jos helikopteri on varustettu tähtäinlaitteella, jonka avulla koneen runko voidaan suunnata maaliin osoittavaan tähystyssuuntaan tai jota käyttäen maalin tähystyssuunta voidaan mitata riippumatta helikopterin rungon suunnasta. Helikopterin tähystyspaikka maalin suunnanmittausshetkellä määritetään silloin vertaamalla maastoa topografikarttaan tai leikkaamalla helikopterin tähystyspaikka samanaikaisesti maassa olevien mittausasemien avulla. Ensin mainittu menetelmä edellyttää topografikarttoja ja on siis mahdollinen vain karttakoordinaatistossa toimittaessa. Toimittaessa tilapäiskoordinaatistossa helikopterin tähystyspaikan tarkka määrittäminen vaatii aina maassa olevien mittausasemien käyttöä.

Tulenjohtajan määrittäessä itse helikopterin tähystyspaikan maalin määrittäminen leikkaamalla voidaan suorittaa joko tuliasemassa tai helikopterissa lennon aikana. Kun määrittäminen suoritetaan tuliasemassa, tulenjohtaja ilmoittaa numeroidut tai nimetyt tähystyspaikkansa leikkaustasoa hoitavalle henkilölle etukäteen. Sen sijaan, jos tulenjohtaja itse suorittaa maalin määrittämisen, riittää valmisteluvaiheessa vain alustava tähystyspaikkojen suunnittelu, koska helikopterin tarkka nouseminen etukäteen määrätystä kohdasta on aina vaikeampaa kuin paikan määrittäminen topografikartasta vasta kohoamisvaiheessa tai heti sen jälkeen.

Suoritusvaiheessa tulenjohtaja ensin osoittaa määritettävän maalin ohjaajalle ilmoittamalla esimerkiksi

"VIHOLLISEN TULIASEMA TODETTU HYYPIÖN ALUEELLA — OSOITAN MAALIN — TÄHYSTYSPAikka 1 — MAALI NÄKYVÄ SUUNNASSA NOIN 15 ASTETTA — POISTUMISSUUNTA 120 — NOUSE."

Tähystyskorkeudella tulenjohtaja osoittaa havaitsemansa maalin tarkemmin. Maalin tultua ohjaajalle selväksi hän laskee helikopterin suojaan samalla siirtyen käskettyyn poistumissuuntaan. Sen jälkeen tulenjohtaja antaa esimerkiksi seuraavan käskyn:

"TÄHYSTYSPAikka 2 — SAMA MAALI NÄKYVÄ SUUNNASSA

**NOIN 18 ASTETTA — MITTAA TÄHYSTYSSUUNTA — POISTUMIS-  
SUUNTA 115 ASTETTA — NOUSE"**

ja todettuaan, että ohjaaja on ymmärtänyt, jatkaa "SIIRRYN TOPIIN".

Ohjaaja kohottaa helikopterin määrätysssä tähytyspaikassa jyrkästi tähytyskorkeudelle, jonka jälkeen tulenjohtaja mittaa maalin suunnan käyttämällään helikopterin tähtäinlaitteella, tai ohjaaja kääntää helikopterin rungon tähtäinlaitteen avulla maalia osoittavaan suuntaan ja antaa suunnan saatuaan siitä merkin tulenjohtajalle esimerkiksi pään nyökkäyksellä. Tulenjohtaja lukee hyrräkompassin näyttölaitteesta mitatun suunnan asteissa, määrittää maahan vilkaisemalla ja topografikarttaan vertaamalla tähytyspaikan suunnanmittaushetkellä sekä merkitsee tulokset muistiin. Välittömästi suunnanmittauksen jälkeen ohjaaja kaartaa helikopterin kohti maanpintaa suojaan siirtyen samalla käskettyyn poistumissuuntaan.

Kun maalin leikkaaminen suoritetaan tuliasemassa, tulenjohtaja ilmoittaa sinne esimerkiksi:

**"HUOMIO KIRVES — TAALLA KOHO — VALMISTAUDU LEIK-  
KAAMAAN — TÄHYSTYSPAIKKA 2 (tai PAAVO 1234 — IIVARI  
8765) — SUUNTA 17 ASTETTA — VIHOLLISEN TULIASEMA —  
KUUNTELEN"**.

Tarvittaessa tulenjohtaja antaa myös aikaisemmin ilmoittamaansa tähytyspaikkaan tulevan korjauksen. Jos tulenjohtaja itse määrittää maalin, hän tekee sen tulenjohtotasolla tai topografikartalla yleistasomittaria käyttäen.

Ensimmäisen mittaushavainnon jälkeen toiminta jatkuu samalla tavoin tulenjohtajan osoittamasta uudesta tähytyspaikasta. Maalin määrittämiseen tarvitaan vähintään kolmen tähytyspaikan mittaussuunnat. Koordinaatit luetaan virhekuviosta normaalilla tavalla.

Määritettäessä maalin suunnanmittaushetkellä helikopterin tähytyspaikka maassa olevien mittaussasemien avulla toiminta aloitetaan tulenjohtajan maalinosoituksella ohjaajalle, jonka tapahduttua hän antaa ohjaajalle esimerkiksi seuraavan käskyn:

**"TÄHYSTYSPAIKKA 2 — MAALI NÄKY Y SUUNNASSA NOIN  
18 ASTETTA — MITTAA TÄHYSTYSSUUNTA — POISTUMISSUUN-  
TA 115 ASTETTA — VALMISTAUDU NOUSUUN"**,

ja todettuaan, että tehtävä on ohjaajalle selvä, jatkaa

**"NOUSE — SIIRRYN TOPIIN",**

sekä antaa välittömästi Topi-radiolla käskyn mittausasemille esimerkiksi seuraavasti:

**"MITTAUSASEMAT — KOHON ENSIMMAINEN TÄHYSTYS — 1**  
(= yksi) — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — **LÄHESTYY — NYT"**.

Jokaisella mittausasemalla suunnanmittaaja kuulee radionsa kuulokeesta tulenjohtajan käskyn. Hän ryhtyy äänen perusteella suuntakehällään välittömästi seuraamaan tavallisesti vielä katveessa olevaa helikopteria, ja koneen tultua näkyviin merkitsee sen pääroottorin napaan: Seuraaminen jatkuu koko luvunlaskun ajan. Tulenjohtaja lukee numeroita järjestyksessä niin kauan, kuin helikopteri lähestyy käskettyä tähytyspaikkaa ja vielä kohoamisvaiheenkin aikana. Kun helikopteri on pääsemässä tähytyskorkeudelle, tulenjohtaja ilmoittaa **"LÄHESTYY"**, ja maalin mittaushetkellä hän käskää mittausasemia mittaamaan sanomalla **"NYT"**. Samalla hetkellä tulenjohtaja lukee hyrräkompassin näyttölaitteesta helikopterista mitatun suunnan maaliin, ja maassa olevat mittausasemat merkitsevät suuntakehällään helikopterin pääroottorin napaan. Kaikkien toimintapisteiden suoritukset ovat täysin yhtäaikaisia.

Maassa olevat mittausasemat ilmoittavat sen jälkeen välittömästi käsketyssä antojärjestyksessä mittaussuuntansa yleensä radiolla tuliaseaman leikkaustasoa hoitavalle henkilölle. Tulenjohtaja kuulee radioviestityksestä, saivatko kaikki asemat mittaustuloksen. Ellei riittävää määrää suuntia saatu, mittaus toistetaan uudesta tähytyspaikasta.

Ensimmäisen suoritusvaiheen jälkeen toiminta jatkuu uutta tähytyspaikkaa käyttäen samalla tavalla kuin edellisellä kerrallakin. Maalin määritykseen tarvitaan vähintään kolmen tähytyspaikan mittausuunnat. Ne annetaan tuliasemaan vasta viimeisen mittaussuorituksen jälkeen mittausjärjestyksessä.

Esitettyä menetelmää voidaan käyttää tilapäiskoordinaatistossa toimittaessa ja pyrittäessä tarkkoihin tähytyspaikkojen määrityksiin selaisessa maastossa, jossa on vähän kiintopisteitä tähytyspaikan määrittämiseksi topografikartan avulla.

Rovajärvellä suoritettiin kesällä v 1963 tällä menetelmällä yhteensä 19 koetta. Koska käytetty helikopteri ei ollut varustettu suunnanmittauksessa tarvittavalla erityisellä tähtäimellä koetulosten arvot maalin-

määrittämistarkkuuden selvittämiseksi eivät ole riittäviä, vaikka osa suorituksista olisikin oikeuttanut tulen aloittamisen hakuumpumalla. Sen sijaan kokeet selvästi osoittivat helikopterin ja mittausasemien keskeisen yhteistoiminnan teknisen toteuttamiskelpoisuuden.

### 3. Maalin paikantaminen maastosta

Pyrittäessä paikantamaan maastosta muilla keinoin aikaisemmin määritetty maali tiedustelussa voidaan käyttää apuna suuntaa valitusta tähystyspaikasta maaliin sekä maalialueen maaston vertailua karttaan. Tällöin tulenjohtaja valitsee kohoamisalueelta tarkoitukseen soveltuvan tähystyspaikan ja mittaa suunnan määritettyyn ja topografikartalle sijoitettuun maaliin yleistasomittarilla sekä muuntaa suuntalukeman asteiksi. Sen jälkeen hän antaa ohjaajalle käskyn tähystyspaikasta, tähystyssuunnasta ja poistumissuunnasta kuten uuden maalin tiedustelussakin.

Tähystyskorkeudelle kohottua tähystyssuunta määritetään maastossa helikopterin kompassilla, ja ohjaaja kääntää helikopteria vaakatasossa siten, että tähystysala tulenjohtajan kannalta on edullisin. Tulenjohtaja pyrkii löytämään maalin maastosta määritetystä tähystyssuunnasta tarvittaessa käyttäen hyväksi maastokiintopisteiden keskinäisiä etäisyyssuhteita maaliin nähden ja muutenkin vertaamalla maastoa karttaan. Ellei maali löydy maastosta, uusi havainto suoritetaan toista tähystyspaikkaa käyttäen. Näin jatkaen tulenjohtajalle syntyy maastosta, jossa eri tähystyssuunnat leikkaavat toisensa, sellainen kuva, että vaaka- ja viistotähystystä vastaan hyvinkin naamioidun maalin t o d e n n ä k ö i n e n p a i k k a selviää.

Tarvittaessa maalin paikka voidaan myös osoittaa tykistön tulella. Silloin helikopterin kohoaminen tähystyskorkeudelle aikautetaan ampuvan tulyyksikön lentoajan mukaan. Sen ilmoittaa ampuva tulyyksikkö. Oikean kohoamisajan määrittämisessä ohjaaja voi käyttää hyväksi sekuntimittaria, joka Mi-1 helikopterissa on mittaritaulussa.

## III TULENJOHTO

Suoritetuissa tulenjohtokokeiluissa on jouduttu luopumaan tavanomaisesta lentotähysteisestä menetelmästä, koska se ei sovellu vaaka-

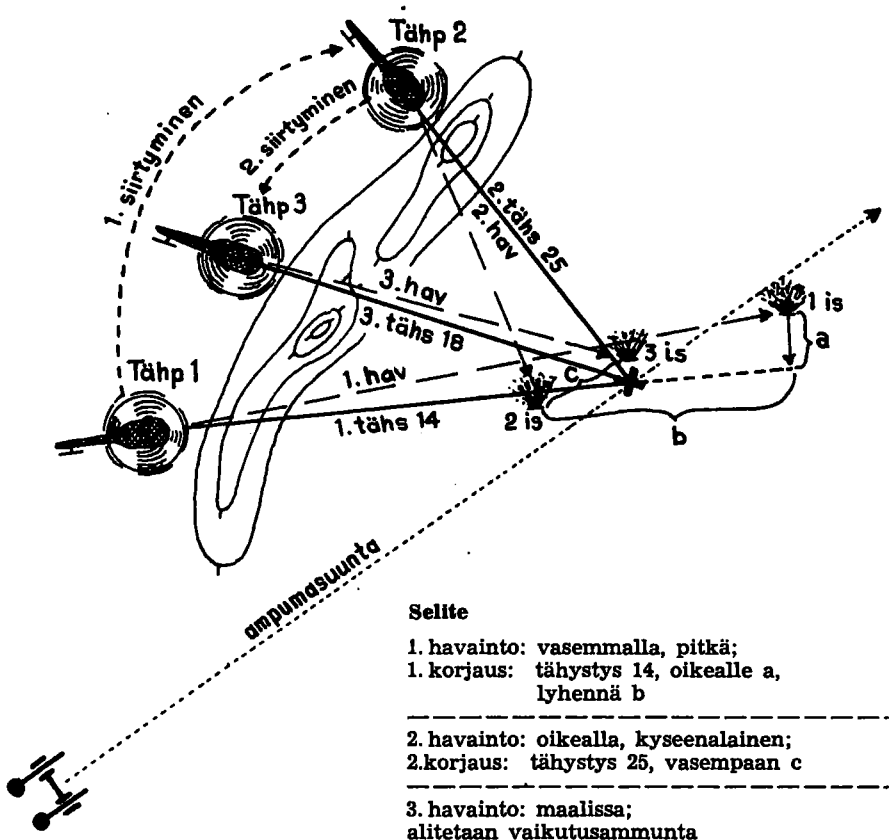
ja viistotähystyksen alarajoilta suoritettuun havaintojen tekoon. Myöskään ainakin Englannissa käytössä olevaa mittakaavan ampumista maastoon ei ole pidetty meille soveltuvana yleismenetelmänä suomalaisen maaston metsäpeitteisyyden vuoksi, jolloin iskemästä ei yleensä jää pysyvää merkkiä maastoon niinkuin on tavallista avomaastossa. Näistä syistä kokeiluissa on päädytty maatulenjohtomenetelmämme sovellutukseen. Tulenjohdossa käytetään silloin samaa lentotapaa kuin maalitiedustelussakin (kuvat 9 ja 10). Kohoaminen tähystyskorkeudelle on nyt vain joka kerta aikautettava ampuvan tuliyksikön ammuksen lentoajan mukaan. Tämä lentoaika myös riittää ohjaajan tarvitsemaan valmistautumiseen kohoamiseen.

Selvien tähystyshavaintojen saamiseksi tuliyksikkönä käytetään 105 mm tai suurempikaliiperista patteristoa. Tähystysetäisyys voi silloin edullisissa sääolosuhteissa olla 5—6 km:iin asti. Hakuammunta suoritetaan havaintojen teon mahdollisuuksista riippuen joko patterilla tai patteristolla yhdistettyä tuliviuhkaa käyttäen.

Tulenjohtajan korjauskomennot annetaan tähystyssuunnan mukaan. Erona maatulenjohtoon on vain jatkuvasti muuttuva tähystyssuunta. Tulenjohdossa noudatetaan joko normaaleja hakuammuntasääntöjä tai pyritään siirtämään tuli maaliin merkkihavaintojen perusteella. Viimeksimainittua menetelmää nimitetään tässä tutkielmassa asteettaiseksi tulensiirroksi. Tulenjohto voidaan myös aloittaa toisella ja jatkaa toisella menetelmällä.

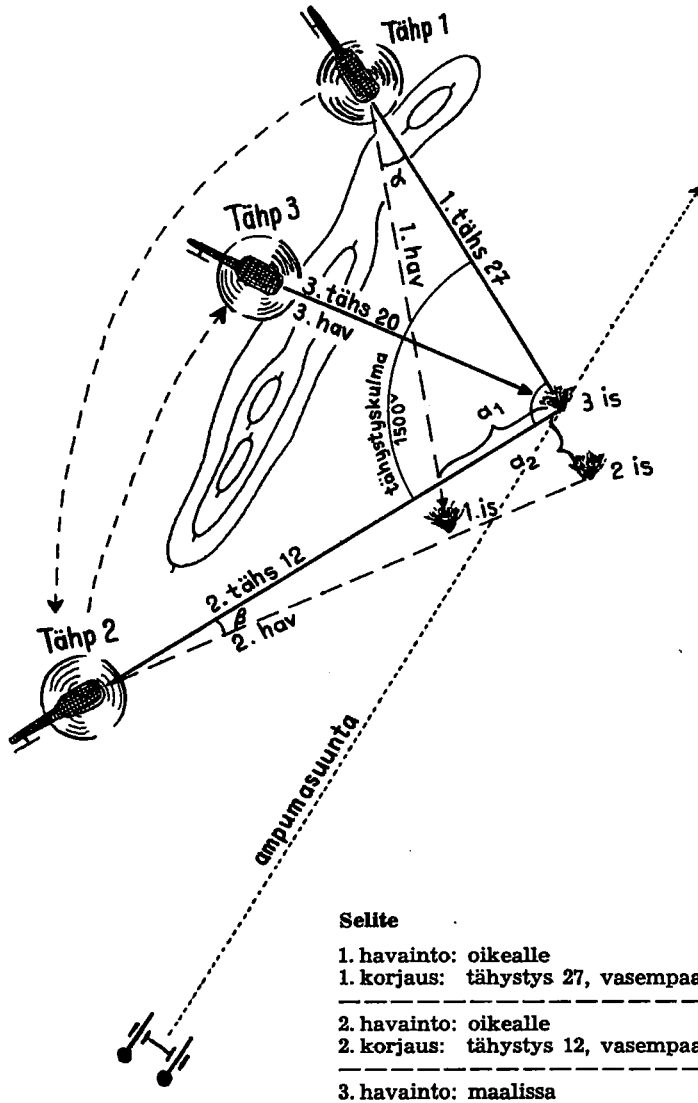
Tavanomaista hakuammuntaa käytetään, kun tähystyspaikat ovat lähekkäin ja kohoamisalue on suppea. Pitkästä tähystysetäisyydestä johtuen ensimmäinen haarukka otetaan aina 400 metriksi (kuva 11). Maalin laadusta ja laajuudesta riippuen vaikutusammunta voidaan aloittaa joko 200 tai 100 m:n haarukan keskeltä tai jommalta kummalta haarukan rajalta. Vaikutusammunta suoritetaan aina vähintään patteristolla ampumalla iskuja, puoli-iskuja tai kertoja siirtäen tulta maalin laadusta riippuen 50—100 m:n rajoissa.

Tulensiirtämistä asteittain maaliin käytetään yleensä, kun kohoamisalue on hyvin laaja ja helikopterin tähystyspaikat voidaan valita siten, että tähystyssuunnat niistä maaliin muodostavat keskenään lähes 1500°:n kulmia. Ensimmäinen tähystys on edullisinta suorittaa suurella maalikulmalla, jolloin suurin virhe tulee ensin kor-



Kuva 11 Hakuammunta

jattua ja päästään nopeammin vaikutukseen. Samalla tulenjohtajan on edullista korjata tähystyssuunnasta sivussa olevat iskemät ensin tähystyslinjalle ja siirtyä sen jälkeen tähystämään uudesta paikasta. Jos ensimmäisen ja toisen tähystyspaikan tähystyssuuntien välinen kulma on lähellä  $150^\circ$ , seuraava korjauskomento iskemien siirtämiseksi tähystyslinjalle vie tulen jo lähelle maalia (kuva 12). Vaikutusammunta suoritetaan kuten edellisessä menetelmässä.



**Selite**

1. havainto: oikealle  
 1. korjaus: tähtystys 27, vasempaan a.  
 -----  
 2. havainto: oikealle  
 2. korjaus: tähtystys 12, vasempaan a.  
 -----  
 3. havainto: maalissa

**Kuva 12 Asteettainen tulensiirtomenetelmä**



Tulenjohtajan ("KOHO") ja tuliaseman ("KIRVES") välisessä viestiliikenteessä noudatetaan seuraavan esimerkin mukaista toimintaa:

Tulenjohtaja:

"KIRVES, TAALLA KOHO —  
TULIKOMENTOJA —  
KUUNTELEN"

Tuliasema:

"KOHO, TAALLA KIRVES —  
VALMIS — KUUNTELEN"

"TAALLA KOHO —  
KOKO KIRVES, YKSI KIRVES —  
MAALI ALKU 37 CELCIUS —  
KERROITTAIN —  
YHDISTÄ —  
ILMOITA LENTOAIKA JA  
LAUKAISUVALMIUS —  
KUUNTELEN"

"TAALLA KIRVES —  
(vertaa tulenjohtajan sanoman)  
— KUUNTELEN"

"OIKEIN —  
KUULEMIIN

Tämän jälkeen tulenjohtaja siirtyy sisäpuhelinkytkentään ja ilmoittaa ohjaajalle

"TÄHYSTYSPAIKKA 2 — MAALI NÄKY Y SUUNNASSA 20  
ASTETTA — POISTUMISSUUNTA 160 ASTETTA — VALMISTAU-  
DU TÄHYSTÄMÄÄN ISKEMÄÄ"

ja todettuaan, että ohjaaja on ymmärtänyt, jatkaa "SIIRRYN TO-  
PIIN". Ohjaaja suuntaa helikopterin käskettyyn tähytyspaikkaan,  
jossa valmistautuu kohoamaan tähytyskorkeudelle. Tuliasema ilmoit-  
taa laukaisuvalmiiksi tultuaan

"TAALLA KIRVES —  
LENTOAIKA 18 —  
KIRVES LAUKAISUVALMIS —  
KUUNTELEN"

Tulenjohtaja:  
 "SELVA —  
 KUULEMIIN"

Tuliasema:  
 "KUULEMIIN"

Ohjaaja kuulee tuliaseman ilmoituksen ja valmistautuu kohoamaan heti tähystyskorkeudelle. Kun helikopteri on ampumiskomennon antamisen kannalta sopivassa asemassa, ohjaaja ilmoittaa sen tulenjohtajalle etukäteen sovitulla merkillä (pään nyökkäys, käden heilautus), jolloin tulenjohtaja komentaa

"TAALLA KOHO —  
 AMPUKAA —  
 KUUNTELEN"

Tuliasema:  
 "TAALLA KIRVES —  
 AMPUKAA —  
 — — — —  
 ODOTA  
 — — — —  
 KIRVES 2 AMPUNUT —  
 TULOHEIKKEEN 15, 10, 5 —  
 TÄHYSTÄ"

Ohjaaja tahdittaa helikopterin kohoamisen tähystyskorkeudelle saadun viestin mukaan niin, että "TÄHYSTÄ"-komennon hetkellä se on tulenjohtajan kannalta edullisimmassa sivuasennossa ja oikealla tähystyskorkeudella. Havainnon tehtyään tulenjohtaja antaa ohjaajalle laskeutumismerkkin sekä viestittää tuliasemaan korjauskomennon. Se voi olla esimerkiksi seuraava:

"TAALLA KOHO —  
 TÄHYSTYS 21 —  
 VASEMPAAN 240 —  
 ILMOITA LAUKAISUVALMIUS —  
 KUUNTELEN"

Tuliasema:

”TAALLA KIRVES —  
(vertaa tulikomennon) —  
KUUNTELEN”

Tulenkohtaja:

”OIKEIN —  
KUULEMIIN”

Tämän jälkeen tulenkohtaja ja ohjaaja siirtyvät sisäpuhelinkytken-  
tään suunnistamisohjeiden antamista varten uuteen tähytyspaikkaan.  
Siellä toiminta jatkuu kuten edellä on esitetty.

Siirtyessään vaikutusammuntaan tulenkohtaja komentaa esimerkiksi

”TAALLA KOHO —  
KOKO KIRVES, KAKSI KERTAA —  
TÄHYSTYS 18 —  
JATKA 50 —  
ILMOITA LAUKAISUVALMIUS (tai AMPUKAA) —  
KUUNTELEN”,

jonka jälkeen toiminta tuliasemassa ja helikopterissa jatkuu, niinkuin  
aikaisemmin on esitetty.

Tehtävän suorittamisen jälkeen tulenkohtaja ilmoittaa saavutetun  
vaikutuksen tuliasemaan ja komentaa tulitauon tai antaa uuden tuli-  
komennon. Tehtävien päätyttyä helikopteri palaa tukikohtaansa suo-  
jaista reittiä käyttäen.

#### YHDISTELMA

Edellä esitetyn tutkielman tarkoituksena on ollut selvittää suoma-  
lisiin olosuhteisiin ja taktisiin periaatteisiin soveltuvat helikopterin  
tekniset käyttömahdollisuudet tykistön maalien määrittämisessä ja  
tulien johtamisessa. Yhteenvedona voidaan todeta, että käytettäessä  
Mi-1 helikopteria tai vastaavilla ominaisuuksilla ja välineistöllä varus-  
tettua muuta kevyttä helikopterikalustoa maaston tähyttäminen ja  
maalien määrittäminen edullisissa sääolosuhteissa ovat mahdollisia  
aina 5—6 km:n etäisyydeltä. Tämä merkitsee vihollisalueen valvonta-  
mahdollisuutta etulinjasta noin 3 km syvyyteen saakka. Hyökkäys-

taistelussa ko alue on vastustajan tärkeää vastahyökkäyksiin ryhmitymismaastoa. Puolustustaistelussa se on vihollisen hyökkäysryhmitysaluetta. Oman tykistön tulenkäytössä mainittu maasto on siten aina nähtävä todennäköisenä vastavalmistelualueena, jonka valvontaan ja tulenjohtoon helikopteri on tuonut uuden lisän.

Helikopterin käyttömahdollisuuksia maalitiedustelussa ja tulenjohdossa ei kuitenkaan tekniseltä osaltaan ole vielä kehitetty täydellisiksi. Erityisesti suunnanmittaustarkkuutta on mahdollisuus parantaa nykyisestäään varsin yksinkertaisinkin keinoin. Myös etäisyydenmittauskysymyksen ratkaiseminen saattaa lähitulevaisuudessa olla mahdollista. Kun ne on helikopterissa toteutettu, tykistö on saanut myös tarkan lisämenetelmän maalitiedusteluunsa ja samalla tulenjohtotoimintaansa.

### LÄHTEET

- a. Tutustumismatkat
  - Tutustuminen Army Air Corps Centre'n koulutustoimintaan Englannissa v 1958
- b. Kokeilut
  - Tulenjohtokokeilu helikopteria käyttäen Niinialossa 7.3.—14.5.1962 (yhteensä 40½ tuntia, mistä lentoaikaa 24½ tuntia ml 4 tykistön tulenjohtolentoa).
  - 2 tykistön tulenjohtolentoa Rovajärvellä elokuussa v 1962
  - Maalinmäärittämis- ja tulenjohtokokeilut Rovajärvellä elokuussa 1963 (13 lentotuntia, joihin sisältyi mm 4 tykistön tulenjohtolentoa).
  - Mi-1 helikopterin Topi-radion kuuluvuuskokeilu Utissa 17.9.1963.
- c. Kirjallisuus
  - *Emploi de l'hélicoptère dans l'Artillerie*,
  - *Jane's all the world's aircraft 1960—61*,
  - *Ett år i luften 1959—60*,
  - *Schweizer Artillerist N:o 5 (toukokuu) 1962*