

SÄÄPALVELU

Yleisesikuntamajuri Kari Höglund

1. YLEISTÄ

Meidän leveysasteillamme sää on melko vaihtelevaa. Talvella on lunta, jäättä ja sohjoakin, keväällä usein epävakaista ja varsin kylmää. Kesän säät voivat olla hyvin vaihtelevia, mutta voivat sisältää myös pitkiä aurinkoisia tai sadejaksoja. Syksyn tullen säät viilenevät ja muuttuvat epävakaemmiksi. Sumuja ja sateita esiintyy runsaasti.

Pääosa maamme säätapahtumista saapuu lännestä. Golfvirran vaikutus tuntuu meillä selvästi, eivätkä ilmastolliset olosuhteemme ole läheskään niin ankarat kuin samoilla leveysasteilla sijaitsevilla alueilla kuten esimerkiksi Pohjois-Amerikan mantereella.

Säätilan muutokset kiinnostavat kaikkia suuresti. Niiden luotettava ennustaminen on kuitenkin vaikeaa, vaikka nykyisin voidaankin käyttää tietokoneita apuna. Nykyaikaiset menetelmät mahdollistavat 1—2 vrk:n sääennusteiden laatimisen noin 85 %:n onnistumistodennäköisyydellä. Ennustusjakson pidetessä todennäköisyys laskee.

Sään ennustamista ja sääpalvelua käsiteltäessä on tarpeen selvittää eräitä käsitteitä:

- meteorologia eli ilmatiede tutkii ilmakehän ilmiöitä fysiikan ja matematiikan lakeja hyväksikäyttäen,
- klimatologia eli ilmasto-oppi tutkii keskimääräisiä sääolosuhteita mm tilastoimalla pitkiä havaintosarjoja,
- aerologia eli vapaan ilmakehän tutkimus pyrkii selvittämään ilmakehän kunkinhetkisen tilan mahdollisimman korkealle ja
- synoptiikka analysoi vallitsevaa säätilaa laajalla alueella samanaikaisesti tehtyjen havaintojen avulla. Tavoitteena on määrittää ns suursäätila ja siitä edelleen säätilan tuleva kehitys. Synoptiset sähkeet muodostavat tämän toiminnan perusmateriaalin. Ne ovat kansainvälisesti sovitulla ajanhetkillä ympäri maailmaa sijaitsevilla sääasemilla laadittuja tarkoin määrättyihin säähavaintoihin perustuvia sääsanomia.

2. SÄÄPALVELUN HISTORIA

2.1. Yleinen sääpalvelu

Tieteellinen sään vaihteluiden tarkkaileminen ja ennustaminen sai alkunsa 1800-luvun puolivälissä. Varsinaisen sysäyksen siihen antoi 14. 11. 1854 Itämeren sodan aikana Mustallamerellä riehunut rajumyrsky, joka aiheutti varsinkin Krimin rannikon edustalla olleelle länsivaltojen laivastolle suuria vahinkoja. Tapauksen johdosta Ranskan hallitus antoi tunnetun tähtitieteilijän Le Verrier'n tehtäväksi tutkia, miten tuon myrskyn esiintyminen olisi etukäteen voitu tietää.

Tästä tutkimuksesta sai alkunsa säähavaintoasemien perustaminen ensin Ranskassa ja sitten vähitellen muissakin Euroopan maissa.

Myös kansainvälinen yhteistyö alkoi kehittyä. Meteorologien kansainvälisessä kokouksessa Wienissä vuonna 1873 päätettiin perustaa Kansainvälinen meteorologinen järjestö (Internationale Meteorologische Organization eli IMO). Sen tehtäviä on vuodesta 1951 jatkanut Maailman ilmatieteen järjestö (World Meteorological Organization eli WMO), joka on Genevää pääpaikkanaan pitävä YK:n erikoisjärjestö. Siinä on jäseninä 149 valtiota.

Suomen ilmatieteen laitoksen voidaan katsoa aloittaneen toimintansa vuonna 1838. Silloin Helsingin yliopiston alaisuuteen perustettiin magneettis-meteorologinen observatorio, jonka ensimmäisenä johtajana ja yleensä työn alkuunpanijana oli kuuluisa tiedemies ja runoilija J J Nervander. Tsaari Nikolai I:n armollisella kirjeellä observatoriolle luovutettiin "Helsingin kaupungin ulkopuolelta" tontti, jolla Ilmatieteen laitos tänäkin päivänä sijaitsee eli Kaisaniemessä.

Suomen Tiedeseuran avustuksella ryhdyttiin vuodesta 1845 lähtien keräämään säätietoja Helsingin lisäksi Sortavalaan, Kuopioon, Viitasaarelle, Kajajaan ja Ouluun perustetuilta ilmastoasemilta. Päivittäin kootut tiedot sateesta, lämpötilasta, pilvisyydestä ja tuulista lähetettiin kuukausittain Helsinkiin. Tiedeseura oli aloitteen tekijänä perustettaessa vuonna 1872 ensimmäinen meteorologin virka observatorioon.

Helsingin yliopiston magneettis-meteorologinen laitos luovutettiin vuonna 1880 Suomen Tiedeseuran hallintaan, jolloin sen nimeksi tuli Suomen Tiedeseuran Meteorologinen keskuslaitos (STMK). Maamme itsenäistyttyä laitos muutettiin 15. 11. 1918 annetulla asetuksella valtion keskusvirastoksi ja alistettiin maatalousministeriölle. Nimenä oli aluksi Valtion Meteorologinen Keskuslaitos ja vuodesta 1933 alkaen Ilmatieteellinen keskuslaitos. Vuodesta 1967 laitos on Ilmatieteen laitoksena kuulunut ensin kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriön ja sitten liikenneministeriön alaisuuteen.

2.2 Puolustusvoimien sääpalvelu

Puolustusvoimien sääpalvelun alkusysäyksenä voidaan pitää tykistöntarkastajan, eversti V P Nenosen opintomatkaa Ranskaan talvella 1921—1922. Sieltä saamiensa tietojen ja vaikutteiden ansiosta hän perusti jo seuraavana kesänä Perkjärven ampumaleirillä alaisuutensa pienen sääaseman.

Keväällä 1923 perustettiin tykistöön sääpalvelun kehittämiseksi meteorologin virka. Tasavallan presidentin sotilaskäskyllä sitä hoitamaan määrättiin reservin kapteeni, filosofian tohtori Hugo Karsten 18. 4. alkaen majuriksi ylenettynä. Hän oli aktiiviupseeritutkinnon suorittanut, siviilikoulutukseltaan meteorologi ja fyysikko. Sääpalveluasiat keskitettiin tykistön tarkastajan toimiston meteorologiseen osastoon, jonka päälliköksi Karsten siis tuli.

Rauhanaikaisen meteorologisen palvelun järjestämiseksi oli muodostettava täydellinen sääasema. Puolustusministeriön 26. 07. 1924 antamalla käskylehdellä perustettiin Viipuriin 01. 08. 1924 tykistöntarkastajan alaiseksi Sotilasmeteorologinen Keskusasema (SMKA) — Keskussääaseman edeltäjä. Aseman tehtäväksi annettiin mm kouluttaa tykistön ja ilmavoimien säähenkilökuntaa. Painopiste oli 1920-luvulla kuitenkin Perkjärven ammuontoja koskevissa mittauksissa ja Viipurissa annettava sääkoulutus jäi toiselle sijalle.

Ilmavoimien sääasemia oli perustettu Meteorologisen Keskuslaitoksen tarpeita varten ensin Sortavalaan 1920, sitten Uttiin 1922 ja Viipuriin 1925 tohtori Vilho Väisälän aloitteesta. Niiden toiminnasta ei kuitenkaan alkuun ollut lentäjille hyötyä. Jonkinlaisena vastapalveluksena ahkerasta pilot- ym havaintojen teosta Meteorologinen Keskuslaitos alkoi vuodesta 1923 lähettää lentoasemille sääsähkeitä, jotka sisälsivät ylimalkaisia ennusteita. Sääupseerien tai -aliupseerien vakanseja ei tuolloin pidetty tarpeellisina. Lentoasemat ryhtyivät myös vaihtamaan keskenään etupäässä puhelimitse säätietoja. 1920-luvulla ei ilmavoimissa kuitenkaan ollut ketään, joka olisi suunnitellut ja johtanut sääpalvelua. Tohtori Vilho Väisälää voidaankin pitää Suomen ilmavoimien meteorologisen palvelun perustajana.

Vasta 1930-luvulla ryhdyttiin tohtori Karstenin laatiman laajan muistion pohjalta pohtimaan "Sotalaitoksen meteorologisen palveluksen rauhan- ja sodanaikaista järjestystä". Suurimpina epäkohtina Karsten piti yhtenäisen, koko armeijaa varten tarkoitetun meteorologisen järjestelyn puutetta sekä päämajan meteorologista osastoa vastaavan elimen puuttumista rauhanaikaisesta organisaatiosta. Vallitsevien epäkohtien poistamiseksi Karsten ehdotti mm seuraavaa:

- sotalaitoksen olisi muodostettava oma sotilassääpalvelujärjestelmä keskuselimineen,
- Sotilasmeteorologisesta Keskusasemasta tulisi tehdä koko armeijan sääpalveluhenkilöstön koulutuskeskus ja

— rauhan aikana olisi hankittava armeijan tarpeisiin kaikki ne meteorologiset laitteet, joiden saanti sodan kestäessä olisi vaikeaa tai mahdotonta.

1930-luvulla pääsi sääalan koulutus vauhtiin sekä ilmavoimissa että tykistössä. Yhteistoimintaa toisaalta tykistön ja ilmavoimien ja toisaalta tykistön ja Ilmatieteellisen keskuslaitoksen välillä ei onnistuttu järjestämään. Tästä aiheutui päällekkäistä työskentelyä, sillä mm Viipurissa toimi kolme sääasemaa.

Vasta 1930-luvun puolivälissä alettiin kiinnittää huomiota ajanmukaisen sääpalveluorganisaation puuttumiseen. Sotaväen päällikön vuonna 1936 asettaman toimikunnan ja valtioneuvoston vuonna 1938 asettaman Ilmatieteellisen Keskuslaitoksen uudestijärjestelykomitean töiden tuloksena perustettiin puolustusministeriön Sotilasilmatieteellinen toimisto vuonna 1938. Sen tehtävänä oli mm johtaa puolustusvoimien sääasemia sekä järjestää niiden ja Ilmatieteellisen Keskuslaitoksen välinen yhteistoiminta. Lokakuun lopussa 1939 -sodan syttymisen näyttäessä mahdolliselta — toimisto liitettiin puolustusministeriön päätöksellä tilapäisesti Ilmatieteelliseen Keskuslaitokseen.

3. SÄÄPALVELU SOTIEN AIKANA

3.1 T a l v i s o t a

Ilmatieteellinen Keskuslaitos huolehti koko maata koskevien ennusteiden laatimisesta siviili- ja sotilassäähavaintoasemien tekemisiin havaintoihin nojautuen. Sen työskentelyä muutettiin puolustusvoimien tarpeita silmälläpitäen siirtämällä huomattava osa meteorologeista aluekeskuksiin. Jo lokakuussa 1939 perustettiin Sotilasilmatieteellisen toimiston alaisuuteen Sortavalan ja Viipurin sääaluekeskukset. Malmin lentoaseman yhteyteen perustettiin kolmas Ilmapuolustuksen esikunnan valvoma aluekeskus. Pohjois-Suomen sääpalvelua varten määrättiin tammikuussa 1940 perustettavaksi Kajaanin ja Rovaniemen sääaluekeskukset. Sodan loppuvaiheessa joutui Viipurin sääaluekeskus siirtymään Mikkeliin ja Sortavalan Joensuuhun.

Kenttätykistön ja ilmapuolustuksen tarpeita varten määrättiin marraskuussa 1939 perustettavaksi neljä väliaikaista armeijakuntasääasemaa, kukin vahvuudeltaan 2 upseeria, 2 aliupseeria ja 8 miestä. Armeijakuntasääasema n:o 1 alistettiin Kannaksen armeijalle sijoituspaikkana Imatra, n:o 2 IV AK:lle sijoituspaikkana ensin Sortavala, sitten Suistamo ja n:o 3 Pohjois-Suomen ryhmälle tammikuussa 1940 sijoituspaikkana Kajaani. Siihen liitettiin samalla Kajaanin sääaluekeskus. Neljännen armeijakuntasääaseman toiminta ei sodan aikana päässyt kunnolla edes alkuun koulutetun henkilöstön puutteen vuoksi.

Näiden asemien keskeisimpänä tehtävä oli mitata leijoilla ballistiset lämpö-

tilat tykistön ammuttoja varten. Myös radioluotaimia oli jo käytössä ilmanpaineen ja lämpötilan mittaamiseksi. Lisäksi armeijakuntasääasemat huolehtivat divisioonasääasemien kaluston täydentämisestä ja miehistön koulutuksesta.

Talvisodan aikana oli toiminnassa joukko pienempiä sääpalveluyksiköitä, esim 14 kenttätykistörykmenttien divisioonasääasemaa, 6 rannikotykistön ja kymmenkunta ilmavoimien sääasemaa.

Ilmatieteellinen Keskuslaitos huolehti koko maata koskevista ennusteista, joiden voimassaoloaika oli 24—30 tuntia. Ne radioitiin tavallisesti kaksi kertaa vuorokaudessa. Aluekeskukset laativat 6—12 tunnin ennusteita kolme kertaa vuorokaudessa ja huolehtivat muutenkin oman alueensa säätiedoittamisesta. Kaikki sotilassäätiedoitukset viestitettiin salakirjoitettuina joko puhelimella tai sähkötyksradiolla. Normaaliit säähavaintotiedot koottiin sääsanomina aluekeskuksiin kuudesti vuorokaudessa armeijakunta- ja divisioonasääasemilta sekä muilta havaintopaikoilta.

Sääpalveluelimet olivat talvisodan aikana osin Sotilasilmatieteellisen toimiston ja osin Ilmapuolustuksen esikunnan johdossa, mistä aiheutui sekaannuksia. Sodan jälkeen oltiin yleisesti sitä mieltä, että koko sääpalvelu tulee keskitää yhtenäisen johdon alaisuuteen. Lisäksi toimintaa vaikeutti kokeneiden meteorologien puute nimenomaan aluekeskuksissa.

3.2. J a t k o s o t a

Sääpalvelua johti koko jatkosodan ajan keskitetysti Päämajan säätoimisto, joka vuonna 1943 uudelleenorganisoinnissa muutettiin sääosastoksi. Sen päällikkönä toimi professori Jaakko Keränen. Hänen alaisenaan työskentelivät eri puolustushaarojen ja aselajien sääpalvelua johtavat meteorologit. Maa oli jaettu kahdeksaan sääalueeseen, joiden johtopaikkoina toimivat päämajan alaiset sääpalveluasemat. Ne sijaitsivat Helsingissä, Turussa, Tampereella, Vaasassa, Jyväskylässä (Luonetjärvellä), Mikkelissä, Kajaanissa ja Roveniemellä. Lokaussa 1941 perustettiin Aunuksen ja Rukajärven suunnille sääalueet keskuspaikkoina Äänislinna ja Repola.

Sääpalveluasemat keräsivät alueensa havaintoasemilta määräaikaista säähavaintotiedot ja viestittivät ne sääpalvelukeskukseen, jona toimi aluksi Tampereen sääpalveluasema. Syksyllä 1941 sääpalvelukeskus siirrettiin Helsinkiin. Toukokuussa 1944 perustettiin erillinen valtakunnan sääviestityskeskus Kuopioon. Kaikki Suomesta ja ulkomailta saadut säätiedot koottiin sääpalvelukeskukseen, joka laati ennusteet ja sääsanomat tarvitsijoille mm päämajalle. Säähavaintotietoja ja myös valmiita ennusteita saatiin Saksasta ja Ruotsista. Meteorologipalveluja oli saatavissa vain sääpalvelukeskuksessa ja sääpalveluasemilla.

Sääpalveluasemat laativat myös tykistötemp- ja tuulisanomia, joita sekä omia pilothavaintoja hyväksikäyttäen divisioonasääasemat laativat ballistiset sääsanomat.

Armeijakuntasääasemat (7 kpl vuonna 1941) organisoivat tykistön sääpalvelun alueellaan, valvoivat divisioona-asemien toimintaa ja huolehtivat niiden materiaalitäydennyksestä sekä antoivat miehistökoulutusta. Ne tekivät myös leijaluotauksia, jotka keväällä 1942 lopetettiin radioluotausten yleistyessä. Myös rannikkotykistössä oli armeijakunta- ja divisioona-asemia vastaavia yksiköitä, joiden toimintaa valvoi Merivoimien esikunnan meteorologi. Raskaille ilmatorjuntapattereille laati it-sääsanomat lähin sääpalvelu-, armeijakunta- tai divisioona-asema.

Merivoimien tarpeita varten perustettiin vuonna 1942 Laivaston Esikunnan sääpalveluasema, jossa oli kaksi meteorologia, kartanpiirtäjiä ja viestihenkilöstöä. Se huolehti aluksi lähinnä laivaston taktisen sääpalvelutarpeen tyydyttämisestä laatimalla puolen vuorokauden ennusteita. Kesästä 1942 alkaen ryhdyttiin laatimaan sääennusteita operatiivisia tarpeita varten. Pääasiassa Saksasta saatu säähavaintomateriaali mahdollisti kolmen vuorokauden, joskus jopa pitemmän ajan ennusteiden laatimisen. Keväällä 1944 perustettiin sitten operatiivista sääpalvelua hoitamaan Merivoimien Esikunnan sääpalveluasema.

Sodan alussa oli suunniteltu, että ilmavoimien sääpalvelusta huolehtivat päämajan säätoimiston alaiset sääpalveluasemat, joista yksi sijaitsi Luonetjärvellä. Se jäi kuitenkin pian liian kauas laivueiden toiminta-alueista, joten asema muutettiin sääviestitysesemaksi ja pääosa henkilöstöä siirrettiin Repolaan perustetulle sääpalveluasemalle.

Päämajan säätoimisto esitti syksyllä 1941, että Joensuussa toimivan laivueen yhteyteen perustetaan sääpalveluasema ja että sinne komennetaan ammattimeteorologi. Tämä osoittautui hyväksi ratkaisuksi. Vuoden 1942 alussa perustettiin myös Äänislinnassa olevan laivueen yhteyteen sääpalveluasema. Samana vuonna komennettiin sitten Ilmavoimien Esikuntaan meteorologi tehtäväänään lentojoukkojen sääpalvelun kehittäminen ja organisointi. Sodan loppuvaiheissa ilmavoimilla olikin 7 sääpalveluasemaa, muutamissa laivueissa yhteysmeteorologi ja 22 säähavaintoasemaa. Lisäksi sotatoimialueen iv-asetat viestittivät erityisesti lentotoiminnan kannalta tärkeitä säätietoja.

Sotien aikana oli pulaa meteorologeista. Talvisodan aikana everstiluutnantti Karsten pyysi Ruotsista 4—5 meteorologia, joita ei kuitenkaan saatu. Jatkosodan aikana koulutettiin sitten meteorologeja yliopistossa matemaattis-luonnontieteellisen tutkinnon suorittaneista henkilöistä.

Jatkosodankin aikana tuli esille se, ettei sääpalvelua ja meteorologien neuvoja osattu käyttää hyväksi. Mutta näin tapahtui muuallakin. Tohtori Walter Stöbe, joka Ranskaan sijoitetun Luftflotte 3:n päämeteorologina oli osaltaan

vastuussa mm Kanaalin läpimurtoon liittyneestä sääpalvelusta, on lausunut: "Monet nuoret yleiskuntaupseerit olivat sitä mieltä, että meteorologin tuli laatia ainoastaan yleinen sääennuste. Upseeri teki siitä sitten taktisen tilanteen vaatimat johtopäätökset. Tämä johti lähes poikkeuksetta epäonnistumiseen, sillä upseeri ei kyennyt ottamaan huomioon sään äkillisiä vaihteluita erityisesti vaikeissa sodan ajan oloissa. Taktiset näkökohdat olivat selvempiä, joten meteorologin oli suhteellisen helppo ottaa ne huomioon sääennusteita laatiesaan".

4. SÄÄPALVELU TÄNÄÄN

4.1 Yleinen sääpalvelu

Liikenneministeriön alaisen Ilmatieteen laitoksen (liite 1) tehtävänä on huolehtia maamme ilmatieteellisestä tutkimuksesta ja siihen liittyvästä käytännöllisestä työstä kuten säähavaintojen teosta, sääpalvelusta jne. Myös maamagnetismin ja siihen läheisesti liittyvien geofysikaalisten ilmiöiden tutkiminen kuuluu laitoksen toiminnan piiriin.

Osastojen (vast) tehtävät ovat:

- asemaosasto ylläpitää havaintoverkon, suorittaa säähavaintokaluston hankinnat ja huollon sekä kehittää mittaus- ja havaintomenetelmiä,
- aerologian osasto johtaa ilmaluotaustoimintaa ja siihen liittyviä tutkimuksia,
- ilmasto-osasto tutkii Suomen ilmastoa ja suorittaa ilmastotilastointia,
- sääosasto hoitaa yleisen ja erikoisennustesääpalvelun (pl lentosääpalvelu), laatimalla mm eri tiedotusvälineiden julkaisemat sääennusteet sekä huolehtii sääpalveluun liittyvästä kansainvälisestä ja osin kansallisesta sääviestitöiminnasta,
- lentosääosasto ylläpitää lentosääasemat ja vastaa kaikesta ilmailun tarvitsemasta sääpalvelusta,
- geomagnetismin osasto suorittaa mm maamagnetismin mittausta ja kartoitusta,
- atk-toimisto vastaa sääpalveluun liittyvästä atk-toiminnasta tärkeimpinä tuotteina numeraaliset analyysit ja ennusteet ja
- hallintotoimisto hoitaa laitoksen sisäiseen hallintoon liittyvät tehtävät.

Varsinaisesta ennustavasta sääpalvelusta huolehtivat siis sää- ja lentosääosastot sekä atk-toimisto yhteistoimin.

Ilmatieteen laitos johtaa maamme säähavaintoverkon (liite 2) toimintaa. Verkkoon kuuluu mm kaksi ilmatieteellistä observatoriota, 20 lentosääasemaa

(lentosäähavainnot kerran tunnissa, osin kerran puolessa tunnissa), 28 sääasemaa (synoptiset havainnot joka kolmas tunti). Eräät sää- ja lentosääasemat ovat puolustusvoimien ylläpitämiä. Ilmatieteelliset observatoriot Sodankylässä ja Jokioisissa suorittavat maanpintahavaintojen lisäksi vapaan ilmakehän luotauksia 20—30 km:n korkeuteen. Tällöin mitataan tuulen suunta ja nopeus sekä ilman lämpötila, kosteus ja paine eri korkeuksissa radiosondin avulla. Samanlaisia luotauksia suoritetaan myös Keskussääaseman luotausosastolla Tikkakoskella. Kaikkien kolmen luotausaseman luotautiedot sekä sää- ja lentosääasemien synoptiset havainnot viestitetään heti havaintojen teon jälkeen sekä kotimaan että kansainvälisen sääpalvelun käyttöön.

Lisäksi maassamme on mm 113 ilmastoasemaa, 285 sadeasemaa, 67 salamanlaskija-asemaa, 13 ilman ja sadeveden radioaktiivisuusasemaa ja 13 maan lämpötilaa mittaavaa asemaa, joiden havaintotuloksia ei yleensä viestitetä heti havaintojen teon jälkeen Ilmatieteen laitokselle.

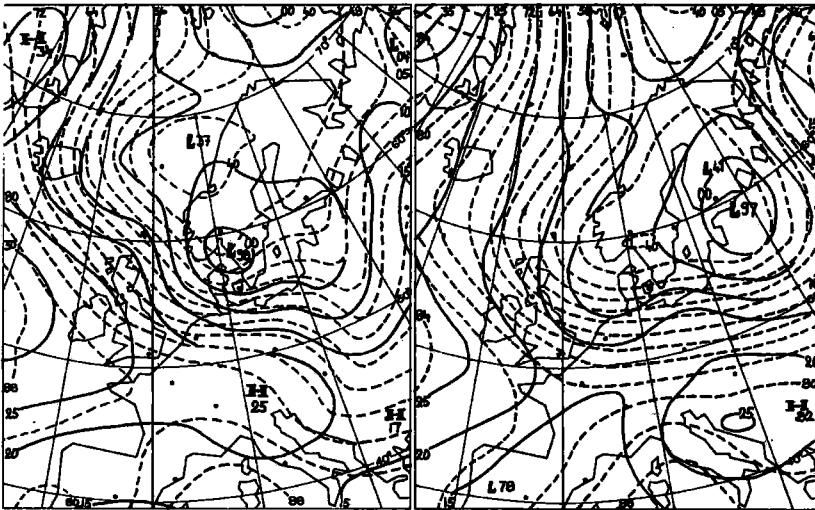
Lentosääpalvelun suoritusta varten valtakunta on jaettu kolmeen sääpalvelualueeseen, joilla toimintaa johtavat Tampereen, Kuopion ja Rovaniemen lentosääkeskukset (liite 3). Helsinki-Vantaan lentosääkeskus vastaa pääasiassa ulkomaille suuntautuvan lentoliikenteen sääpalvelusta.

Ennusteiden laatimisen osalta sääpalvelu perustuu kiinteään kansainväliseen yhteistyöhön ja luotettavien säähavaintojen saamiseen määrääjain riittävän laajalta alueelta riittävän nopeasti. Ilmatieteen laitoksen sääosastolla ja lentosääkeskuksilla on käytettävissään säähavainnot lähes koko pohjoiselta pallonpuoliskolta. Ne ovat pohjana sääosaston laatiessa viiden vuorokauden sääennusteita. Yhden ja kahden vuorokauden ennusteita laadittaessa tarvitaan havaintoja alueelta, joka lännessä ulottuu Yhdysvaltojen itärannikolle, pohjoisessa Huippuvuorten pohjoispuolelle, idässä Siperian luoteisosiin ja etelässä Pohjois-Afrikan rannikolle. Yleissääntönä voidaan pitää, että mitä pitkäaikaisempi ennustus laaditaan, sitä laajemmalta alueelta tarvitaan sen pohjaksi säähavaintoja tai kääntäen, mitä suppeammalta alueelta meillä on käytettävissämme säähavaintoja, sitä lyhytaikaisempia ja luotettavuudeltaan huonompia ennusteet ovat.

Säähavaintojen viestityksen täytyy tapahtua nopeasti, että havainnoista olisi hyötyä eri maiden sääpalvelukeskuksissa. Tätä varten on luotu maailmanlaajuinen sääpalvelun viestiverkko, jossa numerokoodiin muutetut säähavainnot viestitetään eri maihin ja maanosiin.

Pääosa säähavaintomateriaalista käsitellään Ilmatieteen laitoksessa tietokonein. Atk-toimisto tuottaa sää- ja ennustekarttoja, jotka muodostavat perusmateriaalin meteorologin laatiessa ennusteita. Ns synoptiset maanpintakartat voidaan toistaiseksi piirtää tietokoneen avulla vain Ilmatieteen laitoksessa ja Helsinki-Vantaan lentosääkeskuksessa. Muualla ne tehdään vielä käsin.

Kuva 1



Esimerkki tietokoneella laaditusta 24 ja 48 tunnin numeerisesta ennusteesta. Huomattavin muutos on matalapaineen keskuksen siirtyminen Göteborgin tienoilta lähelle Leningradia.

— = maanpintaisobaarit
 - - - = 500 mb isohypsit

Vaikka tietokoneella tehdäänkin nykyisin ns numeerisia ennusteita, niin niiden lisäksi tarvitaan meteorologin työtä. Vasta silloin syntyvät lopulliset eri käyttäjäryhmille tarkoitetut selväkieliset tai koodimuotoiset sääennusteet.

Kotimaassa tuotettujen sää- ja ennustekarttojen lisäksi meteorologilla on käytettävissään kuvansiirtolaitteilla vastaanotettuja ennustuskarttoja mm Ruotsista, Saksan Liittotasvallasta, Englannista ja Yhdysvalloista. Säasatelliittien lähettämiä kuvia käytetään myös apuna ennustamistyössä. Erityisesti valtameriltä, mistä tietoja saadaan vähemmän ja sattumanvaraisemmin kuin mantereilta satelliittikuvat täydentävät merkittävästi havaintokenttää.

Puolustusvoimien kannalta asiaa tarkasteltuna erityisen maininnan ansaitsee lentosääpalvelu. Suurin osa sääpalveluahan saadaan nimenomaan lentosääkeskuksilta, ilmavoimat päivittäin, tykistö eri ampumaleireille jne. Yleisesti ottaen lentosääpalvelu on osa lennonvarmistuspalvelua, joka pyrkii toiminnallaan edistämään ilmailun turvallisuutta, tehokkuutta ja täsmällisyyttä.

Lentosääasemilla tunnin, osin puolen tunnin välein tehdyt lentosäähavainnot koodataan ja viestitetään ilmailun kiinteätä kaukokirjoitin- eli AFTN-verk-

koa (liite 4) käyttäen Helsinki-Vantaan ilmailuviestikeskukseen. Sieltä ne viestitetään koodattuina kaikille lentosääasemille ja lentosääkeskuksiin. Lentosääkeskuksissa laaditaan sääpalvelualueille alue-ennusteita sekä lentoreittien sääennusteita, jotka viestitetään lentosääasemille lentäjien käyttöön. Lisäksi niissä laaditaan ns. lentopaikkaennusteet vastuualueella oleville lentokentille. Tällaisessa ennusteessa annetaan arvio laskeutumisen kannalta merkittävistä sääteki-joistä. Sen voimassaoloaika on yleensä 6 tai 9 tuntia, mutta ennustetta tarkennetaan kolmen tunnin välein. Lisäksi lentosääkeskusten tehtäviin kuuluu mm sääneuvonta, sääennusteiden valvonta ja säävaroitustoiminta.

Kuva 2

```

taf
efou 0615 22010 cavok gradu 0710 30012 9999 2cu025 tempo 1215
85snsh 5cb020=
efke 0615 30010 9999 2cu025 tempo 1215 85snsh 5cb020=
efro 0615 24010 gradu 0609 30014 9999 2cu020 tempo 1215 85snsh
6cb015=
efiv 0615 29012 9999 2cu020 tempo 1215 85snsh 6cb015=

```

Esimerkki Rovaniemen sääpalvelualueen lentokentille (Oulu, Kemi, Rovaniemi ja Ivalo) laadituista koodimuotoisista lentopaikkaennusteista

Eräs Ilmatieteen laitoksen toiminta-aloista, joka myös hyödyttää puolustusvoimia, on maamagnetismin tutkimus. Työn käytännöllisenä tuloksena saadaan tietoa maamme alueen magneettikentistä — esimerkiksi kompassineulan poikkeamasta pohjoissuunnasta — karttoihin ja merikortteihin. Magneettikentän eri komponenttien rekisteröintiä tapahtuu jatkuvasti laitoksen Nurmijärven geofysikaalisessa observatoriossa. Lisäksi suoritetaan kenttämittauksia eri puolilla maata. Toinen maamagnetismia tutkiva asema on Suomalaisen Tiedeakatemian Sodankylän geofysikaalinen observatorio.

4.2 Puolustusvoimien sääpalvelu

Puolustusvoimien sääpalvelua johtaa pääesikunnan suojelupäällikkö. Sääalan koulutuksesta (pl lentäjille annettava koulutus) vastaa Tikkakoskella sijaitseva Keskussääasema.

Puolustusvoimat ylläpitää yhtä iltaluotausasemaa, kuutta sääasemaa ja yhteistoiminnassa Ilmatieteen laitoksen kanssa kolmea lentosääasemaa. Ne kaikki tekevät säähavaintoja myös valtakunnallisen sääpalvelun käyttöön.

Maamme resurssveja ajatellen ei ole ollut mielekästä luoda puolustusvoimille omaa ennustuspalvelua, vaan sitä tarvittaessa tukeudutaan Ilmatieteen laitokseen ja sen alaisiin lentosääkeskuksiin.

Ilmavoimat saavat tukikohdissaan käyttöönsä kaikki lentosääpalvelun ruutiintuotteet (mm lentopaikkasääätiedot ja -ennusteet, alue-ennusteet, ylätuuli- ja ylälämpötilaenneusteet). Kuopiossa ja Rovaniemellä saadaan lisäksi meteorologineuvontaa, samoin kuin tulevaisuudessa myös Pirkkalassa. Tampereen lentosääkeskus antaa meteorologipalvelua myös Ilmasotakoululle.

Maa-voimat tarvitsee sääennusteita erilaisissa harjoituksissa. Erityisen tärkeätä on tukitiedon saaminen eri ampumaleirien ballistisen sääpalvelun tarpeita varten. Samoin tarvitsee merivoimat sääennusteita merialueilla.

5. SÄÄN JA SÄÄHAVAINTOJEN MERKITYS SOTILAALLISESSA TOIMINNASSA

Seuraavassa käsitellään eräitä sekä säähän että sotilaalliseen toimintaan liittyviä asioita. Sään vaikutus ja sääpalvelun tarve liittyvät kaikkien puolustushaarojen ja aselajien toimintaan ja vaikuttavat niiden toimintaedellytyksiin unohtamatta sodan aikana myöskään sään vaikutusta hyökkääjän toimintaan. Säätietojen ja meteorologin työn hyväksikäytöstä operaatioiden suunnittelussa ja toimeenpanossa on sotahistoriassa monia esimerkkejä, kuten myös sään vaikutuksen unohtamisesta tai huomiotta jättämisestä.

5.1 Säätekijöiden vaikutus

Jo operaatioita suunniteltaessa on otettava huomioon säätekijät ja niiden kehittyminen sekä maanpinnan laatu ja peite, joihin säätekijät myös vaikuttavat. Tärkeimpiä toimintaamme vaikuttavia säätekijöitä ovat säätila tai -tyyppi, ilman lämpötila ja kosteus, pilvisuus sekä tuuli. Nämä kaikki vaikuttavat tietysti myös vihollisen toimintaan.

Ballistinen sääpalvelu tarvitsee tietoja lämpötilan vertikaalijakaumasta ilmakehässä lentoratojen lakikorkeuksiin asti. Lämpötila ja sen vaihtelut vaikuttavat miesten suorituskykyyn. Tällöin on muistettava lämpötilan ja tuulen yhteisvaikutus (liite 5) sekä se, että ihmisten paleltumisalttius vaihtelee. Lämpötila on otettava huomioon myös eri materiaalien ja tarvikkeiden varastoinnissa. Se vaikuttaa myös suihkukoneiden suoritusarvoihin, jonka vuoksi varsinkin lähellä maanpintaa olevat ns pintainversiokerrokset on ilmoitettava. Inversiokerroksessa lämpötila voi nousta ylöspäin mentäessä jopa 15—20 C/0,5 km, kun se normaalisti laskee 6,5 C/km.

Sateet, sumut ja pilvet, erityisesti matalalla olevat pilvet sekä huono vaakanäkyvyys, vaikuttavat lentotoimintaan, jonka vähentyessä tai kokonaan tyrehtyessä joukkojen siirtojen ja keskitysten sekä huoltokuljetusten suorittaminen on edullisinta. Tosin on muistettava, että sateiden ja raskaan liikenteen vaikutuksesta huonopohjaiset tiet eivät ehkä kestäkään jatkuvaa käyttöä. Lumisaateista annettavat varoitukset mahdollistavat aurostoimintaan valmistautumisen riittävän ajoissa.

Säätelijät vaikuttavat myös maanpinnan laatuun ja peitteisyyteen. Näitä vaikutuksia voidaan ennakoida tilastojen avulla. Esimerkiksi tilastotiedot vuorokauden keskilämpötilan nousemisesta 0 °C:een yläpuolelle eri osissa maata antavat viitteitä kelirikon kehittymisestä.

Talvelle ominaisia piirteitä ovat lumipeite, pakkaset, vesistöjen jäätyminen ja lyhyet valoisat ajat. Mikäli lumipeite on ohut, maaston estearvo pienenee vesistöjen ja soiden jäätyminen myötä. Pakkanen vaikuttaa ihmisen suorituskykyyn ja asettaa lääkintähuollolle erityisvaatimuksia haavoittuneiden lämpimänäpitämiseksi. Pilvettöminä tai lähes pilvettöminä tähtikirkkaina tai kuutamoina lentotoiminta on mahdollista melkein kuin päivällä. Harhauttamiselle ja maastoutumiselle talvi asettaa myös suuria vaatimuksia, koska lumeen jää helposti jälkiä ja toisaalta maaston peitteisyys on vähäisempi kuin kesällä.

Kesälle ovat ominaisia lämpimät ilmat ja valoisuus. Maaston peitteisyys paranee ja ainakin paikoittain estearvo kasvaa. Hygienian kannalta kesä on vaativampi kuin muut vuodenajat. Ruokatarvikkeiden säilyttämiseen on kiinnitettävä enemmän huomiota samoin kuin ihmisen puhtaanapitoon, jätteiden hävittämiseen jne.

Välivuodenaikojen säätilat ovat epävakaita, syksyllä vielä enemmän kuin keväällä. Syksyllä varsinkin on pilvistä ja sateista, joten lentotoiminta vähenee.

Se, mitä edellä on mainittu säätelijöiden vaikutuksesta eri vuodenaikoina, tulee ehkä vielä vaikuttavammin esille arvioitaessa toimintaa Lapin vähäteisellä ja -peitteisellä alueella.

Kaikkien taisteluaineiden leviäminen ja vaikutukset samoin kuin suojelutoimenpiteet ovat riippuvaisia myös säätelijöistä, lähinnä säätyypistä, tuulen suunnasta ja nopeudesta sekä ilman ja maanpinnan lämpötilasta. Tuulen suunta ja nopeus vaikuttavat mm radioaktiivisen tai kaasupilven kulkeutumiseen ja leviämiseen sekä hälvenemiseen ja maastokaasujen pysyvyyteen. Ilman ja maan lämpötilat edistävät maastokaasujen haihtumista ympäröivään ilmaan. Maan pinnan lämpötilan kohoaminen aikaansaa nousevia ilmavirtauksia (konvektio), jotka nopeuttavat ilmakaasupilven hälvenemistä. Kaasujen haihtuminen ja hälveneminen on hitaampaa pilvisellä kuin kirkaalla säällä. Yleisesti ottaen kemiallisten taisteluaineiden käyttö on edullista kun maanpinnan lähellä olevan ilmakerroksen tasapainotila on stabiili eli kerroksessa ei tapahdu ilman vertikaaliliikettä.

5.2 S ä ä ' ' a s e e n a ' '

Sääsodankäynnistä ja sen mahdollisuuksista on keskustelu jopa Yhdistyneissä Kansakunnissa. Osa siihen liittyvästä kirjoittelusta kuuluneen kuitenkin lähinnä tieteiskirjallisuuden piiriin. Sääsodankäyntiä pidetään tulevaisuudessa kuitenkin täysin mahdollisena.

Vielä 1950-luvulla arveltiin mahdolliseksi muuttaa ilmastovyöhykkeiden sijaintia räjäyttämällä ydinpommeja sopivasti, jolloin maapallon akselin kallistuskulma muuttuisi jopa 10° . Myöhemmät laskelmat ovat kuitenkin osoittaneet, että 100 megatonnin ydinpommin räjäyttämisen aiheuttaa enintään $0,00001^\circ$:n poikkeaman.

Sumun haihuttamista lentokentältä ei pidetä olevan sään muuttamisena, vaikka toimenpiteellä saattaakin olla operatiivista merkitystä ilmavoimien toiminnan kannalta. Sen sijaan sateiden aikaansaamista tai niiden lisäämistä, jota on kokeiltu, pidetään sään muuttamisena. Tämäkin toiminta on rajallista, sillä siinä voidaan käyttää hyväksi vain niitä pilvityyppejä, joista normaalistikin saadaan sadetta.

Yhdysvallat kokeili Vietnamissa vuosina 1967—1972 sademäärien lisäystä lounaismonsuunin vallitessa maaliskuu-marraskuussa. Päämääränä oli pehmittää tiet, aikaansaada sortumia ja siltavaurioita sekä pidentää aikaa, jolloin maanpinta on vettynyt. Tällä tavoin pyrittiin rajoittamaan maantiekuljetuksia ja jopa estämään ne. Konvektiopilviin kylvettiin RF-4C ja WC-130 koneita käyttäen hopea- tai lyijyjodidia. Kuuden vuoden aikana lennettiin kaikkiaan 2 602 säämuuntamissuoritusta, ja koko operaatio maksoi noin 3.6 miljoonaa dollaria. Sademäärän arvioitiin tehtäväalueilla nousseen jopa 30 %. Kuinka oikea tämä arvio on, sitä ei ole mahdollista ratkaista julkisuuteen annetun aineiston puitteissa. On muistettava, että toiminta tapahtui alueella, jossa sademäärät normaalistikin ovat suuria. Näin ollen on myös vaikeata arvioida, millainen vaikutus sateiden lisäämisellä oli Pohjois-Vietnamin kuljetuksiin esim HoChiMinhin reitillä.

Ilmaston muuttaminen ei ole ainakaan nyt käytettävissä olevin menetelmin mahdollista. Siitä keskusteltaessa Grönlannin ja Antarktisen jäämassat ovat olleet suuren kiinnostuksen kohteena. Tähän liittyen on mainittu "aseina" myös keinotekoiset vuorovesiaallot. Mielikuvituksellisissa suunnitelmissa niitä on ajateltu aikaansaattavan räjäyttämällä ydinlatauksia jäätikön alla, jolloin jäämassa liukuisi veteen. Kukaan ei ole kuitenkaan vielä pystynyt selvittämään, kuinka aaltojen vaikutus saataisiin suuntautumaan vain toivotuille alueille. Yleismaailmallisen sääsodan mahdollisuuksia pidetään kuitenkin niin realistisina, että Yhdistyneissä Kansakunnissa on tehty jopa päätöslauselmaesitys sääsodan kieltämiseksi.

5.3 Ballistinen sääpalvelu

Epäsuoraa tulta ampuvat tuliyksiköt tarvitsevat tiedot tuulen suunnasta ja nopeudesta sekä ilman lämpötilasta, paineesta ja kosteudesta maan pinnasta lentoradan lakikorkeuteen, jotta säätekijöiden vaikutus ammuksen kulkuun lentoradalla voitaisiin ottaa mahdollisimman tarkasti huomioon. Tiedot tuulesta ovat kaikkein tärkeimmät.

Käytettäessä optistista teodoliittia ja pilotpalloa saadaan tuulitiedot riittävän korkealta yleensä vain silloin, kun taivas on pilvetön. Ilmanpaine-, lämpötila- ja kosteustiedot saadaan joko meteorologin laatimasta ennusteesta tai ilmaluotauksen tuloksena laaditusta Temp-sanomasta.

Tarkkojen tietojen saamiseksi on sääasemilla siirrytty käyttämään radiosondeja, joiden avulla mitataan ilmanpaine, lämpötila ja kosteus. Sondissa on lähetin, joka välittää tiedot sääasemalle. Tuulen suunnan ja nopeuden määrittämiseen käytetään NAVAIID-järjestelmää, radioteodoliittia tai tuulitutkaa. NAVAIID-järjestelmässä radiosondi ottaa vastaan eri puolilla maailmaa sijaitsevien LORAN-, Omega- ja VLF-asemien signaaleja ja lähettää ne edelleen sääaseman vastaanottimeen. Sondin jokahetkinen paikka ja edelleen tuulen suunta ja nopeus voidaan laskea vastaanotettujen signaalien vaihe-eroista.

Radioteodoliittia käytettäessä tuulen suunta ja nopeus lasketaan radioteodoliitin antennin sivu- ja korkeuskulmatiedoista sekä sondin lähettämästä ilmanpainetiedosta, jonka avulla määritetään pallon korkeus kunakin hetkenä.

Suurvalloista ainakin Yhdysvallat on uusimassa maavoimiensa sääkalustoa. Nykyinen Rawinsonde ilmaluotauskalusto on ollut käytössä noin 30 vuotta. Uusi sääasema voi toimia joko NAVAIID- tai radioteodoliittimenetelmällä. Sitä tullaan käyttämään välittömän tulen (DS) tuliyksiköiden sääpalvelussa 3—7 km:n päässä etulinjasta. Järjestelmä on suunniteltu otettavaksi käyttöön vuonna 1984.

Tuulitutkia on käytössä useiden maiden puolustusvoimissa mm Ranskalla ja Englannilla. Esimerkiksi Zephyr-tuulitutkan ensimmäiset versiot tilattiin Ranskan puolustusvoimille 1970-luvun alussa. Vuonna 1978 tehtiin tilaus kolmannen sukupolven Zephyr B-tuulitutkista. Niiden mittausetäisyys on 90 km ja mittaustarkkuus 80 km etäisyydellä + 20 m ja + 0,15°. Lähettimen huipputeho on 7 KW ja taajuus 9 375 MHz.

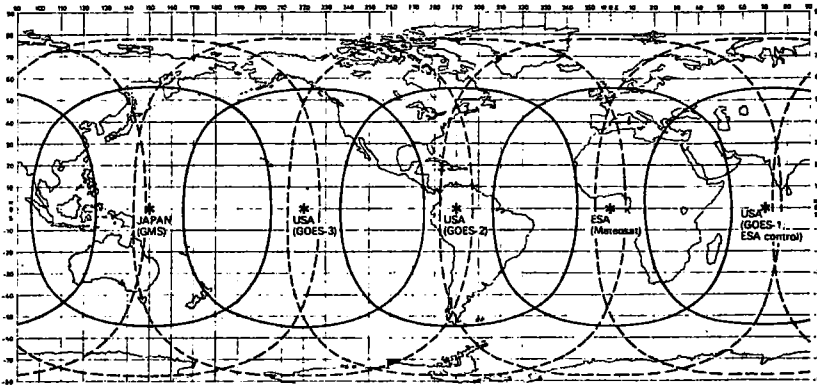
5.4 Säasatelliitit

Säasatelliittien avulla meteorologit ja sotilaalliset päätösten tekijät saavat säätietoja laajoilta alueilta. Erityisesti tietoja tarvitaan niiltä maapallon alueil-

ta, joilla on vähän havaintoasemia, sekä tietysti sodan aikana vastustajan hallussa olevilta alueilta.

Geostationääriset eli maapalloon nähden paikallaan pysyvät satelliitit voivat jatkuvasti antaa havaintoalueeltaan tietoja, joista on hyötyä taistelujen johtamisessa ja tukemisessa. Nämä satelliitit ovat varsin korkealla, noin 36 000 km korkeudessa. Niiden käyttökelpoinen peitto ulottuu päiväntasaajalta noin 55° pohjoiseen tai etelään. Samat rajoitukset koskevat myös itä-länsi-suuntaa. Lisäksi niiden antamat tiedot ovat maantieteellisesti hankalia sijoittaa juuri suuresta toimintakorkeudesta johtuen. Geostationääristen satelliittien hinta on huomattavasti suurempi kuin maata kiertävällä radalla olevien satelliittien hinta.

Kuva 3



Maailman sääkokeiluun vuonna 1979 osallistuneet geostationääriset sääsatelliitit. Yhtäjaksoinen viiva osoittaa kunkin satelliitin peiton ja katkoviiva alueen, jolla satelliitin lähettämiä tietoja voidaan vastaanottaa.

Maata kiertävällä radalla olevien satelliittien kiertoreittiä voidaan muuttaa niin, että satelliitin kierto on synkronoitu maapallon pyörimisen ja sen aurion ympärillä liikkumisen suhteen. Tällöin satelliitti ylittää tietyn leveyspiirin samaan paikalliseen aurinkoaikaan, mikä on luonteenomaista sääsatelliiteille. Niiden korkeudet vaihtelevat n 830—1 300 km välillä.

Esimerkiksi Yhdysvaltain ilmavoimien satelliittiohjelma (Defence Meteorological Satellite Program eli DMSP) vastaanottaa rutiininomaisesti säätiietoja kahdesta maata kiertävästä satelliitistä. Toinen on aamu-iltakiertoradalla toi-

nen keskiyö-keskipäiväkiertoradalla. Nimenomaan ”aikaisen aamulinnun” antamia tietoja pidetään erittäin tärkeänä määrättäessä lentäjille tehtäviä.

Ensimmäinen sääsatelliitti Tiros 1 (Television and Infrared Observation Satellite) lähetettiin radalleen 1. 4. 1960. Kaikkiaan tämän sarjan satelliitteja lähetettiin 10, joista viimeinen — Tiros 9 — lopetti toimintansa kesäkuussa 1968. Tiros 8:ssa oli automaattinen kuvausvälineistö APT, joka mahdollisti suorat televisiolähetykset maa-asemille.

Nimbus-sarjan satelliitit — tähän mennessä 7 — ovat olleet NASAn kehittämää kokeilusatelliitteja kuten Tirokset. Televisiokameralla saatiin tietoja pilvisyydestä ja erilaisilla radiometreillä lämpötilan vertikaalijakautumasta ilmakehässä sekä vesihöyryn, otsonikerroksen ja hiilidioksidin vaikutuksesta maan lämpötasapainoon.

Ensimmäinen operatiiviseen käyttöön tarkoitettu sääsatelliitti ESSA 1 lähetettiin radalleen helmikuussa 1966. Kaikkiaan 9 ESSA-satelliittia lähetettiin avaruuteen kolmen vuoden kuluessa. Osa näistä satelliiteista oli varustettu APT-järjestelmällä.

Itos-sarjan satelliitit (6) kehitettiin Tiros- ja ESSA-satelliiteista saatujen kokemusten perusteella. Näissä oli mm kaksi APT-kameraa ja radiometrejä maan heijastaman lämmön, ilmakehän lämmön ja auringon protonisäteilyn mittaamiseksi. Kaikki edellä mainitut satelliitit olivat Yhdysvaltain siviiliviranomaisten ”tuottamia”.

Yhdysvaltain ilmavoimat ilmoitti vuonna 1973, että sillä on oma sääsatelliittijärjestelmänsä. Tämän ja edellä mainitun DMSP-projektin satelliitit kiertävät maata 830 km korkeudella. Ne voivat kuvata pilvipeitettä sekä päivällä että yöllä. Lisäksi ne pystyvät erilaisilla radiometreillä ilmeisesti mittaamaan ilmakehän lämpötilan jne. Satelliitit pystyvät varastomaan jopa 24 tunnin pituisen havaintojakson tiedot. Tietoja käyttävät Yhdysvaltain kaikki puolustushaarat. Lisäksi mm lentotukialuksilla Constellation, John F Kennedy, Forrestal, Kitty Hawk ja Nimitz on vastaanottimet. Vaikka maalialueen pilvitiedot tarvitaan tänäänkin mm pommitustehtäviä suunniteltaessa ja käskettäessä, niin ilmeisesti tärkeämpää on saada pilvitietoja kuvaussatelliitteja varten.

Myös Neuvostoliitolla on sääsatelliittijärjestelmänsä. Vuonna 1966 lähetetty Cosmos 122 oli ilmeisesti nykyisen Meteor-sarjan prototyyppi. Siinä oli televisiokamera pilvikuvausta varten sekä infrapunalaitteet, jotka toimivat kolmella osa-alueella. Nykyiset Meteor 2 satelliitit kiertävät maata noin 600 km korkeudella, joten niiden valvoma kaista on kapeampi kuin amerikkalaisten satelliittien. Havaintojen tarkkuuden arvioidaan olevan samaa luokkaa kuin amerikkalaisissakin.

Geostationäärisiä satelliitteja ovat lähettäneet mm NOAA (National Oceanic ja Atmospheric Administration), Japani sekä Saksan Liittotasavalta ja

Kuva 4



NOOA-satelliitin lähettämä kuva noin 800 km korkeudesta. Kylmää ilmaa purkautuu Norjan ja Grönlannin välillä voimakkaasti etelään. Etelä-Skandinavia ja Itämerellä olevan sääjärjestelmän (matalapaine rintamineen) pilvet peittävät Etelä-Suomen ja yläpilvet ulottuvat Keski-Suomeen.

Ranska yhdessä (Meteosat). Myös Tiros-sarjaan kuuluvia maata kiertäviä sääsatelliitteja lähetetään edelleen NOAA:n toimesta.

Nimenomaan suurvaltojen säähavainto- ja valvontatoiminnassa sääsatelliitit ovat olleet suuri edistysaskel. Sodan aikana satelliittitiedot eivät varmasti

Kuva 5



Neuvostoliittolaisen Meteor-satelliitin lähettämä kuva. Suomessa on laajoilla alueilla itäosissa pilvilautoja samoin Pohjois-Itämerellä, josta Gotlantiin on jono kuuropilviä.

olekaan muiden kuin satelliittien lähettäjien ja heidän liittolaistensa käytössä. Mm uusissa Bloch 5D-2 sarjan satelliiteissa kaikki niille lähetetyt käskyt samoin kuin satelliittien maahan lähettämät tiedot ovat koodimuodossa.

5.5. L a s e r s ä ä p a l v e l u s s a

Laseria käytetään sääpalvelussa tietävästi vain pilvenkorkeusmittareissa. Tämäkin kehitys on saanut alkuunsa siviili-ilmailun puolelta. Huolimatta lentokoneiden navigointi- ja laskeutumisjärjestelmien kehityksestä pilven alarajan korkeus on erittäin määräävä tekijä. Myös ns jokasään koneilla on laskeutumisminit, joita ne eivät lentoturvallisuutta vaarantamatta voi alittaa. Siksi jokaisessa tukikohdassa on saatava jatkuvasti tiedot pilvenkorkeudesta erityisesti korkeuden ollessa pieni.

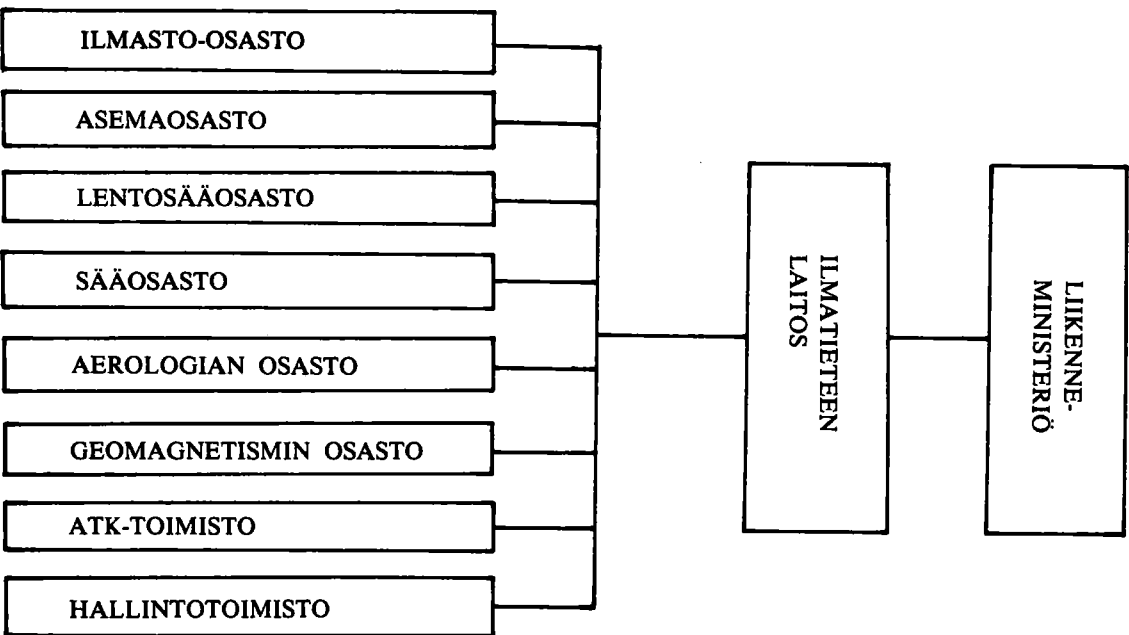
Aiemmin pilvenkorkeus määriteltiin joko pilotallon nousunopeuden tai pilvivalonheittimen avulla. Nyt ollaan kuitenkin vähitellen siirtymässä laserpilvenkorkeusmittarin käyttöön. Nämä galium-arseenilaserit toimivat infrapuna-alueella. Niiden pulssiteho on niin alhainen (noin 20 W), ettei ihmisen silmä vahingoitu. Mittausetäisyys on yleensä n 15—1 500 m. Näiden mittareiden heikkoutena on toistaiseksi se, etteivät ne anna yksiselitteisiä tietoja esim lumi- tai vesisateella tai sumuisella ilmalla, vaan tällöin tarvitaan muita havaintoja pilvikorkeuden määrittämiseksi. Tiedot pilvikorkeudesta tulostetaan joko numero- muodossa tai piirturin avulla.

YHDISTELMÄ

Sääpalvelu on meille niin luonnollista, että siihen kiinnitetään huomiota vain, jos ennuste ei pidäkään paikkaansa. On kuitenkin muistettava, että vaikka niin havaintojen teko kuin ennusteiden laatiminenkin ovat automatisoinnin kohteena, niin ennuste nyt ja tulevaisuudessakin on kuitenkin ihmisen eli meteorologin laatima arvio säätilan kehittymisestä.

Rauhan aikana maassamme laadittavien ennusteiden perusmateriaalin muodostavat säähavainnot lähes koko pohjoiselta pallonpuoliskolta. Mikäli ulkomailta saatavan havaintomateriaalin määrä esimerkiksi sodan vuoksi vähenee, on tästä vääjäämättä seurauksena ennustusaikojen lyhentyminen ja ennusteiden luotettavuuden väheneminen. Silloin on myös kotimaan havaintoverkkoa tihennettävä.

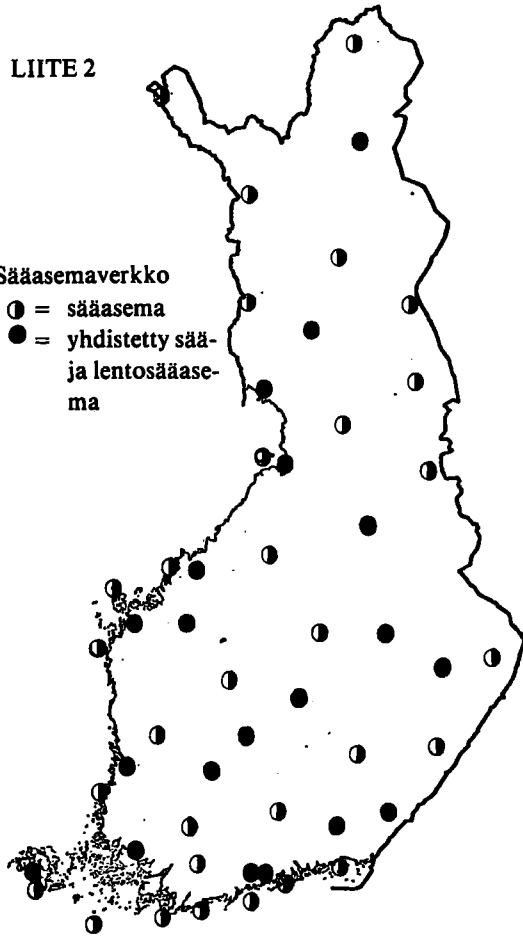
Tämä vaatii yhteistoimintaa puolustusvoimien ja Ilmatieteen laitoksen välillä, koska maahamme ei ole taloudellisesti mahdollista eikä muutenkaan tarkoituksenmukaista luoda ja ylläpitää kahta sääpalvelujärjestelmää. Näin ollen kehittäminen tulee tapahtua niin yleisen sääpalvelun kuin puolustusvoimienkin tarpeet huomioonottaen.



LIITE 2

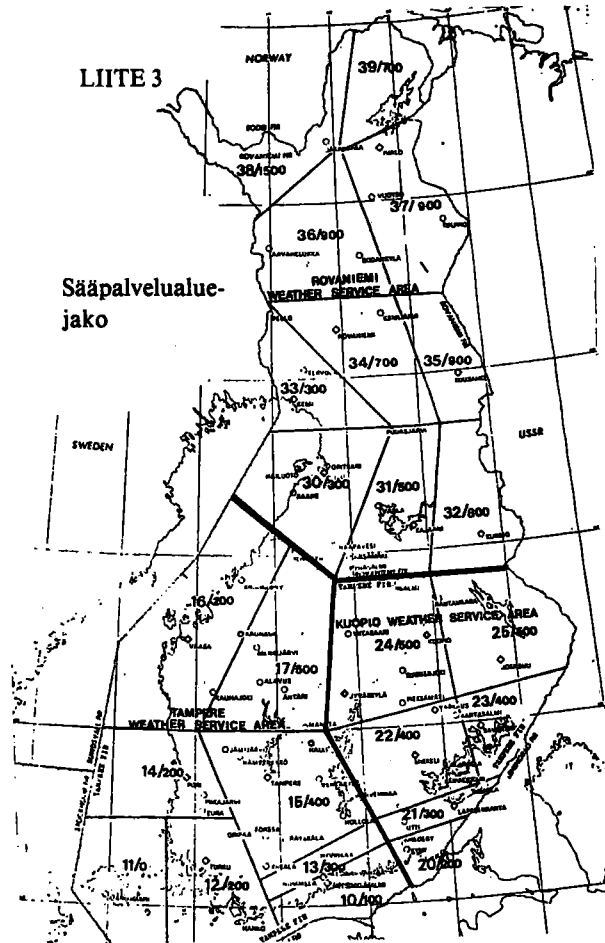
Sääasemaverkko

- = sääasema
- = yhdistetty sää- ja lentosääasema



LIITE 3

Sääpalvelualue-
jako



TUULEN JA LÄMPÖTILAN YHTEISVAIKUTUS PALJAASEEN
IHOON

LIITE 5

Tuulen nopeus m/s	Yhteisvaikutus vertailulämpötilana saadaan ottamalla tuulen no- peus vasemmalta ja lämpömittarin näyttämä tyynellä ylhäältä.											
Tyyni	+ 10	+ 5	0	- 5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
2. 2	+ 8	+ 3	- 2	- 7	-12	-17	-23	-28	-33	-38	-44	-49
4. 5	+ 4	- 2	- 8	-14	-20	-26	-32	-38	-44	-51	-57	-63
6. 7	+ 2	- 4	-11	-17	-25	-32	-38	-45	-52	-59	-65	-72
8. 9	0	- 7	-14	-21	-28	-36	-42	-49	-57	-64	-71	-78
11. 2	- 1	- 8	-16	-23	-31	-38	-46	-53	-60	-68	-76	-83
13. 4	- 2	-10	-17	-25	-33	-41	-48	-56	-63	-72	-78	-86
15. 6	- 3	-11	-18	-26	-34	-42	-49	-57	-65	-73	-80	-89
17. 9	- 3	-11	-19	-27	-35	-43	-51	-59	-66	-74	-82	-90
20. 1	- 4	-12	-19	-28	-36	-43	-52	-59	-67	-76	-83	-92
22. 4	- 4	-12	-20	-28	-36	-44	-52	-60	-68	-76	-84	-92

Marssinopeuksia

- polkupyörä 12—15 km/h = 3.3 — 4.1 m/s
- traktori 20—25 km/h = 5.6 — 6.9 m/s
- kuorma-auto 40—60 km/h = 11.11—16.7 m/s

LÄHDELUETTELO

Kirjallisuus

- Keränen Jaakko
Katsaus meteorologisen laitoksen vaiheisiin Helsinki 1961
- Rossi Veikko
Kokeellisen aerologian kehityksestä Suomessa Helsinki 1973
- Roth Günter D.
Sääopas Espoo 1980
- Savolainen Niilo
Suomen sotilassääpalvelun vaiheet vuosina 1921—1974 Jyväskylä 1974

Aikakauslehdet ja julkaisut

- Bengtson Bengt
"Tämjä vädret", meteorologisk möjlighet Flygvapen — Nytt 5/72
Väderkrig, vapen i världstrategin? Flygvapen — Nytt 2/75
- Biström Claes
Ilmatieteen laitoksen sääennustustoiminta Säämies 1975
- Helminen Veikko A
Ilmatieteen laitos Säämies 1975
- Dash, E. R., Meyer W. D.
The Meteorological Satellite Air University Review, March — April 1978
- Mayfield Jerry
Weather Satellite Production Aviation Week & Space Technology, June 4, 1979
- Wather
Flight International 28 oct, 1978
- Bulloch Chris
The Long Cool View
Earth Observation from the Space, the Current State of Art
Intervia 12/1978
- Isnard, J., Krass M., Stoll P.
Zephyr Radar System for Meteorological Measurements
Electrical Communication, Vol 55, Number 1, 1980
- Pirard Leo
Twenty Years of Forecasting Progress: Weather from Space
Airspace International, Spet — Oct, 1980
- Laserpilvenkorkeusmittareiden esitteet

Julkaisemattomat

Keskussääaseman luentomonisteet