

Katsaus viestialan teleteknilliseen kehitykseen ja tämän hetken suorituskykyyn

Yleisesikuntamajuri R Penttinen

JOHDANTO

Inhimillisen toiminnan eri aloilla tapahtunut kehitys on lisännyt ja ilmeisesti lisää kiihtyvällä vauhdilla kaikenkokoisten toimintayksiköiden ja -muotojen välistä tietojen vaihtotarvetta. Toimintojen laaja-alaisuus ja kaikkialle tunkeutuva työskentelyn rytmin nopeuttamisvaatimus ei ole mielekkäästi eikä teknillisesti toteuttavissakaan ilman riittäviä tietoja kokonaisjärjestelyyn vaikuttavista osatekijöistä, toiminnan perusteista ja tuloksista. Tietojen siirron menettelytavat ovat pakostakin joutuneet muuttumaan perinteellisistä hitaista ja pienen suorituskyvyn omaavista järjestelyistä tämänhetkisiä suuria nopeus- ja määrällisiä vaatimuksia vastaavaksi. Tämä ilmiö on havaittavissa kaikilla viestinnän aloilla sekä ns siviili- että sotilasviestitoiminnassa. Viestintä on menettänyt ainakin osin persoonallisen luonteensa ja muuttunut erilaisten automatioiden väliseksi tai välittämäksi viestintäelektroniseksi toiminnaksi.

Viestinnän kenttä on laajentunut eri sovellutuksineen siinä määrin, että sen käsitteleminen yhden esityksen puitteissa on tarkoituksetonta. Vaikka voidaan väittää perustellusti useimpien viestinnän alojen vaikuttavan tavalla tai toisella sotilaallisen viestitoiminnan kehitykseen, suoritusmahdollisuuksiin ja järjestelyihin, aiheen käsittely on rajoitettu vain olennaisimpia ja maanpuolustuksen kannalta merkityksellisimpiä toimintoja koskevaksi.

I YLEINEN TELETEKNILLINEN KEHITYS

A. KASITTEITA

Teletekniikka on epävirallisesti elektroniikan eräs ala, minkä toimintapiiriin kuuluvat viestiyhteysjärjestelmien aikaansaaminen ja ylläpitäminen laajasti ymmärrettynä. Epävirallisuudella tarkoitetaan sitä, että teletekniikka-käsitteellä ei ole yleisesti hyväksyttyä merkitystä. Asiallisesti samaa tarkoittavana on esiintynyt viimeaikoina käsite viestintäelektroniikka.

Parikymmentä vuotta sitten tarkoitettiin elektroniikalla heikkovirta- ja radiotekniikkoja, mutta tämän jälkeen tapahtunut kehitys on muuttanut elektroniikan sisältöä niin, että sen piiriin katsotaan kuuluvan seuraavat teknilliset toimintamuodot.

1. Tietoliikenne (puhelin, ääniradio, televisio, data, telex, teko-kuuyhteydet ym)
2. Tietojenkäsittely (mm laskimet)
3. Automatiikka
5. Elektrofysiikka (sähköisten piirien teoria, puolijohdefysiikka, radiotiede ja komponentit).

Teletekniikassa merkittäviä toimintamuotoja ovat kohdissa 1 ja 5 mainitut, mutta liittymäkohtia ilmenee kaikkiin muihinkin siinä vaiheessa, kun eri toimintojen tietoja siirretään tietyn laitejärjestelmän ulkopuolelle.

B. TELETEKNILLISEN KEHITYKSEN SUUNTAVIIVAT

Teleteknillisestä kehityksestä voidaan sanoa yleisesti, että uusien tuotteiden kehittäminen on varsin voimakasta, mutta toisaalta on nähtävissä tiettyä vanhoillisuutta, mikä ilmenee siten, että jotain aiemmin hyväksi koettua ratkaisua pyritään käyttämään mahdollisimman laajasti kehittäelytoiminnassa. Mm kenttäradioiden kohdalla ei ole näkyvissä olennaisia laajaan käyttöön yleistyviä uutuusratkaisuja jo olemassa olevaan perusratkaisuun nähden.

Teleteknillisten laitteiden ja järjestelmien määrällinen ja laadullinen tarve sekä toisaalta elektronisten komponenttien kehittämisessä saavutetut tulokset luovat perusteet toimintavalmiiden ja käyttökelpoisten viestintäjärjestelmien syntymiselle.

Kehityspyrkimykset, mitkä ovat olleet vaikuttamassa erityisesti sotilaallisen teletekniikan suoritteisiin, ovat

- painon ja tilavuuden pienentäminen
- tehontarpeen pienentäminen
- viestinsiirron laadun ja varmuuden parantaminen
- järjestelmien suorituskyvyn ja viestinsiirtokapasiteetin olennainen lisääminen,
- laitteiden käytön ja huollon yksinkertaistaminen
- maksimoidun luotettavuusasteen saavuttaminen sekä
- valmistusmenetelmien kehittäminen.

Nämä pyrkimykset tulevat mahdollisiksi ennenkaikkea puolijohdetekniikassa tapahtuneen kehityksen takia, mistä on ollut seurauksena laitteiden luotettavuuden lisääntyminen sekä niiden hinnan, koon ja tehontarpeen pieneneminen. Lisäksi on voitu laajentaa merkittävästi komponenttien sovellutusalueita entistä suurempiin tehoihin ja taa-juuksiin. Massatuotantomenetelmien kehittyminen on myös vaikuttanut laitteiden hintoja alentavasti, mikä tosin on vain suhteellista, koska laitteille asetetut huomattavasti laajentuneet käyttöalavaatimukset ovat lisänneet niiden monipuolisuutta.

Viestintämenetelmien kehittämisessä on selvänä pyrkimyksenä analogisessa muodossa viestitettävän liikenteen (esim tavallinen puheluliikenne) muuttaminen digitaalisessa muodossa olevaksi liikenteeksi.

Digitaalisen eli numeerisen viestinsiirron etuina ovat parantunut toiston laatu, pienentynyt häiriöalttius ja kuunteluvaara, korkea-asteinen salaamisvarmuus sekä tilaajavalintainen viestintä ja olennaisesti tehostunut yhteyskanavien käyttö.

Laitteiden mekaaninen rakenne on tulossa yksinkertaisemmaksi mekaanisesti liikkuvien toimintojen korvautuessa sähköisillä järjestelmillä. Tosin samalla laitteiden sähköinen rakenne monimutkaistuu. Uusi sähköinen kytkentäteknikka mahdollistaa sellaisten toimintojen käyttöönoton, jotka vanhalla tekniikalla olisivat olleet mahdottomia. Näistä voidaan mainita

- piirien sähköinen yhteenviritys
- digitaalitekniikan käyttö
- laajennettu taajuuden-, vaiheen- ja jännitteensäätökytkentöjen käyttö sekä
- laajakaistaisten lähetinvahvistinten käyttömahdollisuus

C. TEKNILLISIÄ RATKAISUMALLEJA

Teleteknilliset laitteet koostuvat lukuisista toimintayksiköistä ja niiden käyttöaloihin vaikuttavat monet tekijät. Teknillisesti asiaa tarkasteltaessa kehityskohteita on lähes rajattomasti ja näiden erittelevä käsittely on kootusti mahdotonta. Muutamain valikoidun esimerkein on kuitenkin annettavissa yleisselvitys siitä, mitä mahdollisuuksia nykyinen teleteknillinen kehitys on luonut viestilaitteiden valmistukselle.

Nykyaikaisen teleteknillisen laitteen perustekniikan muodostavat mikropiirit, jotka ovat erittäin pienikokoisia sähköisesti tietyn toiminnallisen kokonaisuuden käsittäviä integroituja eli yhdennettyjä rakenneyksiköitä — piirejä, kuten esimerkiksi erilaatuisia vahvistimia. Standardisoimalla tällaiset piirit on mahdollista päästä suuriin ja edullisiin valmistussarjoihin.

Mikropiirit voivat olla rakenteeltaan joko monoliitti- tai hybridi-piirejä. Edelliset valmistetaan kemiallisesti puolijohdekiteille, jolloin

valmistustekniikka soveltuu hyvin massatuotantoon ja piirit voidaan tehdä monipuolisemmiksi. Hybriditekniikassa piirit kootaan ohutkalvoisille asennuslevyille pienoiskomponenteista. Valmistusmenetelmän hankaluuden korvaa usein parempi toimintatarkkuus.

Uusimman tekniikan käyttöönotto on pienentänyt esimerkiksi kantoaaltolaitteiden kokoa kanavayksikköä kohden 1/5 entisestä, mikä johtuu lähinnä suodatintekniikan kehittymisestä.

Vaatus, että tietyn radiolaitteen — teleteknillisen kehityksen eräänä olennaisena piirteenä on, että entinen perinteellinen puhelin-tekniikka on samaistunut laajasti radiotekniikan kanssa — tulee olla viritettävissä kaikille laitteen käytettävissä oleville kanaville, on pakottanut siirtymään monikanavaoskillaattoreihin sekä siviili- että sotilaslaitteissa, jolloin yhdestä normaalikiteestä johdetaan suuri määrä taajuuksia.

Laajentunut taajuusalue ja suuri kanavamäärä on edellyttänyt luopumista mekaanisesta v irityssuoritteesta teknillisesti mahdottomana. Uusissa laitteissa lukuisat perättäiset piirit viritetään taajuudenvaihdossa sähköisesti varaktoreilla eli kapasitanssidiodeilla tai magneettivariometreillä. Vain tällä sähköisellä viritämistekniikalla on mahdollisuus taata nopea ja virheetön taajuudenvaihto laitteissa, joissa taajuusalue on kymmeniä megahertzejä kanavavälin ollessa 25 kHz entisen 100 kHz:n asemasta. Taajuusvakavuus ja kanavien keskinäinen häirinnänesto ovat vähintään yhtä hyvät kuin vanhassa tekniikassa.

Lähettimien rakenteessa ollaan palaamassa takaisin suoriin lähettimiin, jolloin muodostamalla toimintataajuus ilman väliasteita vällytään ei-toivotuilta taajuuksilta, mitkä voivat olla haittavaikutuksiltaan hyvinkin kiusallisia mm alueilla, joilla toimii useita lähekkäisiä radioasemia.

Transistoritekniikka mahdollistaa entistä suuremmat lähetystehot ja entistä suuremmilla taajuuksilla niin, että mm 20—80 MHz:n alueelle voidaan valmistaa jo yli kilowatin tehoinen täysin transistoroitu lähetin. Ongelmaksi jäävät vielä häviölämmön poisjohtaminen ja laitteen sähköinen vakavuus.

Osien pieneneminen on johtanut eräisiin rakenteellisiin ongelmiin pidettäessä tavoitteena toisaalta järkeistettyä rakentamista sekä toisaalta helppoa käyttöä ja huoltoa. Laitteiden välttämättömien sääti-

mien ja liitântäpistukoiden käytännöllinen käsittelykoko sekä korjaustekniikan suoritusmahdollisuudet määräävät koon pienentämisen alarajan. Osien rakenteellisen pienuuden ja osin myös niiden valmistustekniikan takia korjaustoiminta on muuttanut luonnettaan sikäli, että yksittäisten osien korjaamisen sijasta on menty elementtirakenteisiin ja vaihtoyksiköihin.

II TELEALAN KOTIMAINEN KEHITYS

A. VIESTINTAJÄRJESTELMIEN KEHITTÄMISEN SUUNTAUKSET

Telealan kotimaisen kehityksen tarkastelukohteet liittyvät käsitteeseen "valtakunnallinen viestitoiminta", millä tarkoitetaan ensisijaisesti yleisessä käytössä olevia viestintäjärjestelmiä kuten yleistä puhelinverkkoa, telex-verkkoa, autoradiopuhelinjärjestelmää ja yleisradio-toimintaa. Valtakunnallisen viestitoiminnan muut alat, jotka palvelevat yleishyödyllisinä tiettyjä rajoitettuja toimialoja on sisällytetty tarkasteluun vain, mikäli niillä on olennaista maanpuolustuksellista merkitystä.

Valtakunnalliset viestintäjärjestelmät ovat maamme taloudelliseen ja teknilliseen kehitykseen kiinteästi liittyvinä sellaisten laajamittaisen laajennusten ja uudistusten alaisena, mitkä ovat muuttamassa ja jo osin muuttaneetkin näiden järjestelmien toimintaedellytyksiä ja toiminnan ulottuvuutta. Näkyvimpinä tässä ovat kaukoyhteysverkon teknillisessä rakenteessa ja suorituskyvyssä tapahtuneet ja osittain vielä toteutettavina olevat parannukset, joilla kansantaloudellisen merkityksen ohella on huomattava maanpuolustuksellinen arvo.

Yleisinä kehitystä kuvaavina piirteinä voidaan mainita seuraavat toiminnot

- yleisen puhelinverkon automatisointi
- yhteysjärjestelmien kanavamäärien moninkertaistuminen
- järjestelmien liikenteellisen luotettavuusasteen olennainen parantaminen
- tietojen siirtojärjestelmien käyttöönotto
- palvelujen monipuolistuminen
- alueellisten ja paikallisten yhteysjärjestelmien laajamittainen käyttöönotto ja olevien järjestelmien teknillinen uudistuminen
- eri alojen keskinäisen yhteistoiminnan kehittyminen
- kotimaisen tele-alan teollisuuden laajentuminen ja suorituskyvyn parantuminen sekä
- telealan koulutustoiminnan uudistuminen ja kehittyminen.

B. YLEINEN PUHELINVERKKO

Valtakunnan yleinen puhelinverkko käsittää kolme selvästi erotettavaa osakokonaisuutta, nimittäin

- kaukoyhteysverkon
- paikallisverkot ja
- autoradiopuhelinjärjestelmän.

Näiden eri osaverkkojen rakenne ja toiminnan perusteet on selvitetty Tiede ja Ase julkaisussa vuonna 1971, joten näihin kysymyksiin ei puututa sen tarkemmin.

Kaukoyhteysverkon rakenteen ja yhteysreittien suunnat määräytyvät taloudellisuus- ja käyttövarmuustekijöiden perusteella sen mukaan kuin tarjotun viestiliikenteen määrä ja lähivuosien kasvuennusteet edellyttävät. Tapahtunutta kehitystä kuvaa se, että viimeisenä vuosikymmenenä

- automaattisten kaukokeskusten lukumäärä seitsenkertaistui
- automaattisten kaukojohtojen määrä kymmenkertaistui ja
- liikenteen määrä kasvoi 15-kertaiseksi.

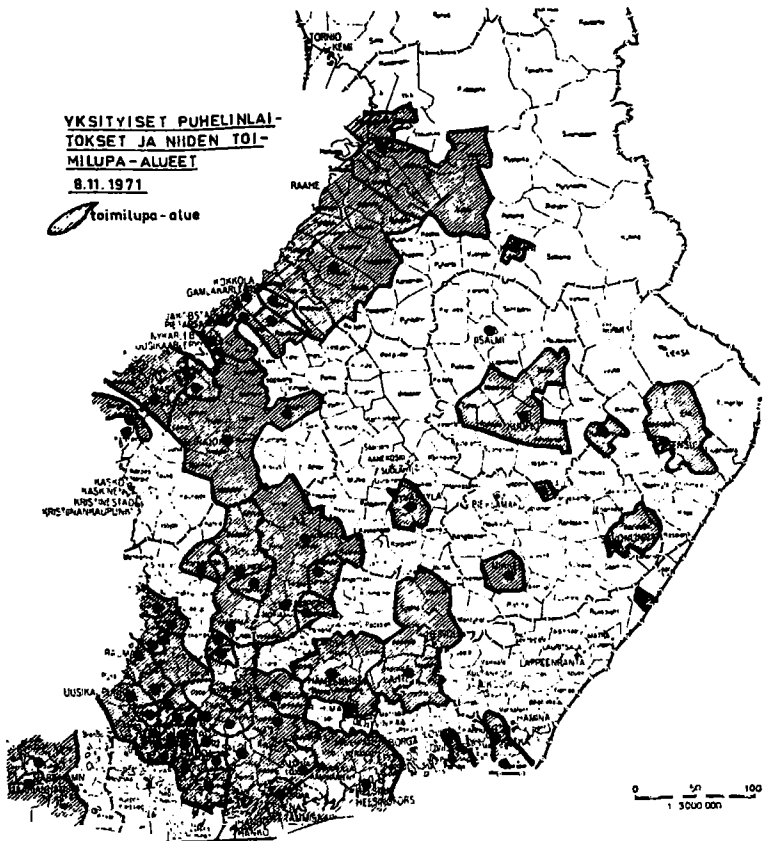
Tämän hetken luonteenomaisia kehityspiirteitä ovat verkon rakenteen olennainen muuttuminen suurikanavaiseksi radiolinkki- ja

koaksiaalikaapelijärjestelmäksi avojohtojen kadotessa vähitellen valtakunnan taajaan asutuilta alueilta sekä kaukoliikenteen automatisoinnin saattaminen päätökseen vuoteen 1980 mennessä. Riittävän yhteyskapasiteetin luomisen ohella tapahtuvat laajennukset merkitsevät verkon toimintavarmuuden olennaista paranemista verkoston silmuoituessa tehokkaasti.

Kaukoyhteysverkon laajamittainen uudistamistyö on aloitettu v 1968. Perussuunnitelma käsittää kolme 1800-kanavaista pohjois-eteläsuuntaista runkoreittiä, nimittäin reitit Helsinki — Hämeenlinna — Tampere — Jyväskylä — Oulu, mikä on jo valmis, toisena Helsinki — Turku — Pori — Seinäjoki — Kokkola — Oulu ja kolmantena Helsinki — Kouvola — Lappeenranta — Savonlinna — Kuopio — Kajaani — Oulu. Lukuisilla poikittaisyhteyksillä verkkoon saadaan varmentavia reittejä, jotka ovat kanavamäärältään sellaisia, että jonkun runkoyhteyden katketessa huomattava osa reitin liikenteestä voidaan ohjata vian korjaamisen ajaksi varatielle. Järjestelmän valmistuessa asteittain etelästä alkaen kaukoverkkoon saadaan niin runsaasti ylikapasiteettia, että yhteyskatkosten vaikutukset voidaan minimoida.

Paikallisverkkojen kehityksessä olennaisimpina piirteinä ovat puhelinverkkojen lähes täydellinen automatisoituminen sekä liikenteen ja yleensä toiminnan laajentuminen. Puhelinolojensa puolesta maamme kuuluu maailman kärkimaiden joukkoon, jolloin arvosteluperusteina on käytetty automatisointiastetta ja puhelintiheyttä. Vuoden 1971 alussa automaattikeskuksiin liitettyjen puhelinten määrä oli 91,2 % kaikista puhelimista ja puhelintiheys oli 25,2 puhelinta 100 asukasta kohden, millä maamme sijoittuu maailmassa 11. sijalle.

Maamme 1,18 milj puhelinkoneesta oli tällöin yksityisten puhelinlaitosten verkoissa 77,5 % loppujen ollessa posti- ja lennätinlaitoksen paikallisverkkojen tilaajina. Yksityisten puhelinlaitosten verkkojen automatisointiaste oli peräti 99,9 %, mikä selittyy osittain sillä, että maan taajimmin asuttujen alueiden puhelintoiminta on yksityisten laitosten hoidossa posti- ja lennätinlaitoksen vastatessa ensisijaisesti harvaan asuttujen seutujen puhelinoloista kuten kuva 1 osoittaa. Posti- ja lennätinlaitoksen paikallisverkkojen automatisointiaste oli 61,1 %.



Yleisen puhelinverkon omistussuhteet paikallisverkkojen osalta

Kuva 1

Puhelintoiminnan kasvu liittyy kiinteästi yleiseen taloudelliseen kehitykseen, joten se ei ole ollut täysin tasaista. Tällä hetkellä on vaikuttamassa ilmeinen nousukausi, mikä näkyy puhelintoiminnan eri alojen vuotuisissa kasvuluvuissa. Käytettävissä olevat tiedot vuodelta 1970 osoittavat seuraavia kasvuprosentteja

— tilaajapuhelinten määrä	8,1 %
— keskusten numeromäärä	5,8 %
— paikallispuhelujen lukumäärä	8,1 %
— kaukopuhelujen lukumäärä	13,4 %
— johtojen paripituus	7,8 %
— kaukokeskusten kaukojohtoliittymien määrä	9,0 %
— radiolinkkikanavakilometrit	10,9 %
— henkilökunta	4,9 %

Tilaajavalintaisen kaukoliikenteen piirissä oli vuoden 1970 lopussa 80,9 % valtakunnan puhelimista. Luku on huomattavan suuri, kun otetaan huomioon, että maan 79 verkkoryhmästä vain 39 on liitetty tilaajavalintaiseen kaukoverkkoon. Tämä selittyy sillä, että kyseiset verkkoryhmät sijaitsevat maan taajaanasutuimmilla alueilla, joiden pinta-ala on vain neljännes koko maan pinta-alasta.

Puhelinliikenteen teknilliset uudisratkaisut näkyvät selvimmin paikallisverkkojen liikenteessä. Teknillinen kehitys ei ole pysähtynyt saavutettuun automatisointiin, vaan toteuttamisasteella on lukuisia liikenteellisiä toimintamahdollisuuksia lisääviä teknillisiä ratkaisuja. Näistä mainittakoon ennen kaikkea elektroniset puhelinkeskukset, mitkä sallivat siirtymisen nopeavalintaisiin näppäimistöpuhelimiin, tilaajien etuoikeusryhmittelyn sekä odotusjärjestelmän käyttöönoton. Ensimmäiset tällaiset puhelinkeskukset on jo otettu käyttöön maassamme.

Nopea tietojensiirto, kuvapuhelin ja kaapeliteleviatio ovat myös uusimpia puhelinalan kehitysnäkymiä, jotka ovat jo osittain toteutuneetkin.

Tietojensiirto käsitellään omana kohteenaan tämän viestintämuodon merkittävyyden takia.

Kuvansiirto puhelinverkossa voi tapahtua joko kaksisuuntaisena kuvapuheluna, suljetun piirin kaapeliteleviatiokuvana tai tämän eräänä sovellutuksena — kuvansiirtona keskusteleviatioantennijärjestelmässä.

Kuvapuhelin on vielä käytännön toteutusta odottava — tosin jo useita vuosia kokeiltu viestintäjärjestelmä. Teknillisesti asia on ilmeisesti jo ratkaistu, vaikkakin kansainvälisesti hyväksytyjä normeja ei ole vielä. Kuvapuhelinviestitykseen soveltuu yleensä tavallinen sym-

metrinen puhelinkaapeli, josta tarvitaan kuvansiirtoon yksi pari kumpaankin suuntaan ja lisäksi yksi erillinen pari äänensiirtoon. Keskusten välillä viestitys tapahtuu digitaalisena.

Kaapelitelevisiojärjestelmässä kuvansiirto tapahtuu vain yhteen suuntaan. Yleisimmin siirtotienä käytetään koaksiaalikaapelia tai vahvistinjärjestelyin symmetristä kaapelia. Kuvansiirron vaikeutena tavalliseen puheensiirtoon verrattuna on tarvittava huomattavan leveä kaistaleveys, puheella se on suunnilleen 3 kHz, mutta kuvansiirrossa kaistaleveys vaihtelee siirtojärjestelmästä riippuen 500—5000 kHz ja värikuvansiirrossa se on jopa 15000 kHz. Tämänkaltaisia järjestelmiä on käytössä maassamme opetus-, sairaala-, valvonta-, vartiointi- ja tarkkailujärjestelmissä sekä tutkakuvansiirrossa.

Varsinaisessa kaapelitelevisiojärjestelmässä ei siirretä kuvasignaalia sellaisenaan eli videotajuisena, vaan kuvasignaali moduloidaan. Vanhimmat verkot toimivat taajuusalueella 3—30 MHz, jolloin vahvistinvälit kaapeliyhteydellä ovat vielä suhteellisen pitkät ja siirtotienä voidaan käyttää symmetrisiä puhelinkaapeleita. Uusissa järjestelmissä on siirretty VHF-(30—300 MHz) ja UHF-(300—3000 MHz) alueiden käyttöön, jolloin siirtotienä on käytettävä aina koaksiaalikaapelia ts johdinverkko on rakennettava aina puhelinverkosta erilleen. Tämänkaltaisen kaapelitelevisiojärjestelmän sovellutuksia ovat koulutelevisio, rahaketelevisio ja hotellitelevisio. Oman ryhmänsä muodostavat laajat, jopa kokonaisen kaupungin kattavat yhteisantenniverkot. Näissä voidaan välittää joko pelkästään yleisten televisioasemien ohjelmaa tai sen lisäksi paikallisia erikoisohjelmia. Suomessa tällainen järjestelmä on käytössä Uudessakaarlepyyssä.

Yleisen puhelinverkon rakentamisesta ja teknillisestä kehittämisestä vastaavat posti- ja lennätinlaitoksen lisäksi maamme 72 toimilupapuhelinlaitosta. Toimintamuotojen moninaisuuden ja usein myös tavoitteiden erilaisuuden takia verkon teknillisestä rakenteesta on oltava yhtenäiset kaikkia osapuolia velvoittavat määräykset. Meillä valvonta on keskitetty posti- ja lennätinhallitukselle, joka julkaisee kansainvälisiin suosituksiin perustuvia puhelinverkkojen rakennemääräyksiä. Vuonna 1970 uusittiin 16 vuotta vanhat määräykset vastamaan nykyisiä teknillisiä vaatimuksia. Olennaisimmat muutokset koskevat johtojen sallittuja vaimennuksia ja niiden jakautumista verkon

eri osien kesken, mikä vaikuttaa ennenkaikkea puhelinten teknillisiä rakennevaatimuksia kiristävästi ja verkkojen johtorakenteita muuttavasti. Uudet määräykset velvoittavat rakentamaan yleiseen puhelinverkkoon liitettävät sotilasyhteydet rakennemääräysten mukaisesti. Vaatimus on erittäin vaikea toteuttaa puolustuslaitoksen nykyisellä puhelin kalustolla. Kysymys on ennenkaikkea riittävän kuuluvuuden takaamisesta näissä yhdistetyissä verkoissa.

Yleisen valtakunnallisen autoradiopuhelinverkon rakentaminen alkoi vuonna 1969 ja se on otettu valmistuneilta osiltaan yleiseen käyttöön kuluvan vuoden aikana. Verkon lopullisen valmistumisen ajankohta ei ole tarkoin selvillä, mutta suunnitelmat edellyttävät, että vuoteen 1973 mennessä verkko kattaa alueen, jolla tapahtuu yli 80 % maamme autoliikenteestä.

Verkko käsittää 19 valtakunnan yleiseen puhelinverkkoon liitettyä aluekeskusta sekä jatkuvasti lisääntyvän määrän tukiradioasemia. Autoradiopuhelimista ja niihin tapahtuva liikenne suuntautuu tukiasemien kautta johdin-, kantoaalto- tai radiolinkkiyhteyksillä aluekeskuksiin, mitkä toimivat henkilövälitteisesti. Radioyhteyden kantaman puitteissa millä tahansa autoradioasemalla voidaan pitää yhteyttä mihin tahansa yleisen puhelinverkon tilaajaan ja päinvastoin. Toistaiseksi autoradioasemien lukumäärä on varsin pieni, vain joitakin satoja, sillä muiden radiojärjestelmien autoradioilla ei ole yhteysmahdollisuutta yleiseen autoradioverkkoon erilaisten taajuuksien takia.

Valtakunnallisten viestiyhteyksien lisäksi maallamme on tarvittavat yhteysreitit ulkomaihin sekä johdin-, radiolinkki- että radioyhteyksinä. Uutuutena on viime vuoden lopulla pohjoismaisena yhteistyönä valmistunut Intelsat-tietoliikennesatelliittijärjestelmään liitetty Tanumin maa-asema Ruotsissa, jota tullaan käyttämään puhelin-, telex- ja tietojensiirtoliikenteen välitysasemana Pohjois- ja Etelä-Amerikkaan, Afrikkaan sekä Lähi-Itään suuntautuvassa toiminnassa. Myös televisio-ohjelmien välittäminen on mahdollista. Aseman suorituskyky on yli 400 samanaikaista puhekanavaa.

Viestitys tapahtuu päiväntasaajan kohdalla 36 000 km korkeudessa synkronisella radalla olevan Intelsat IV-satelliitin välittämänä. Maa-aseman antennin halkaisija on 30 m ja aseman lähetysteho on 1 kW.

C. VALTAKUNNAN TELEX-VERKKO

Valtakunnan telex-verkko on rakennettu alueellisesti likipitään täyteen laajuuteen ja se on toiminut täysin automatisoituna jo vuodesta 1964 lähtien. Vain osa ulkomaan liikenteestä (alle 10 %) on enää käsivälitteistä.

Telex-verkon yhteydet on erotettu yleisen puhelinverkon yhteyksistä joko fysikaalisina tai kantaaltoyhteyksinä. Yhteyksien lukumääräinen tarve on suhteellisen pieni telex-liikenteessä tarvittavan kapean taajuuskaistan takia, sillä yhdelle puheensiirtokanavalle voidaan sijoittaa 6—24 kaukokirjoitinkanavaa. Liikenteellisesti telex-toiminta on ollut laajamittaisen kasvupaineen alaisena. Vuotuinen kasvu on ollut ja tulee ilmeisesti olemaan runsaat 10 %. Vuoden 1971 loppupuolella telex-tilaajien määrä oli noin 3200.

Liikenteen kasvua on rajoittanut suuresti viime vuosina laitteiden ja laitetilojen puute mm laitteiden varsin pitkien toimitusaikojen takia.

Telex-liikenteen edut — suuri informaation siirtokyky ja nopeus sekä edulliset liikennemaksut — tulevat lisäämään jatkuvasti telex'in suosiota. Myös sotilaallisessa viestiliikenteessä telex'in arvo on tunnustettu, minkä takia puolustuslaitos on liittänyt lähes kaikki varuskunnat tilaajiksi valtakunnan verkkoon.

D. TIETOJEN SIIRTOVERKOT

Tietojen siirto eli datasiirto on nykypäivän viestinnän eräs keskeisistä käsitteistä. Tietojen siirtoa tarvitsevat automaattista tietojenkäsittelyä käyttävät yritykset kuten teollisuuslaitokset, kaupan keskusliikkeet, pankit yms. Puolustuslaitoksen piirissä tietojen siirtoa tullaan tarvitsemaan tietokonekeskuksen toimintaa kehitettäessä. Oman lukunsa muodostavat asejärjestelmien toimintaan liittyvät tietojen siirron tarpeet.

Tietojen siirtoliikenne on tietojen käsittelylaitteiden, tietokoneiden ja näiden syöttölaitteiden keskeisessä yhteydenpidossa tapahtuvaa

numeeriseen muotoon saatettujen tietojen viestitystä. Tällöin saavutetaan tietojensiirrossa hyvin korkeita viestitysnopeuksia, mitkä ovat välttämättömiä suurten tietomäärien takia. Tietojensiirrossa käytetään numerojärjestelmää, jonka kantalukuna on 2 tavanomaisesta 10-järjestelmästä poiketen, jolloin informaatio voidaan saattaa muotoon, jossa on vain numeroiden 0 ja 1 yhdistelmiä.

Tietojen siirron viestitysnopeus ilmoitetaan käsitteellä bitti, joka ilmaisee kuinka monta kaksinumero- eli binäärijärjestelmän lukua viestitetään sekunnissa. Tavallisen kaukokirjoitusviestityksen nopeus on 50 bit/s, mutta tietojen siirrossa esiintyy tyypillisinä nopeusarvot 200, 600, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600, 48 000 ja 230 000 bit/s.

Käsitteen bit/s rinnalla esiintyy telex-liikenteessä käsite baud, mikä eroaa ensinmainitusta siinä, että menetelmästä riippuen yksi baud voi olla yksi tai useampia bittejä.

Tärkein peruste tietojen siirrossa tarvittavaa viestiyhteyttä valittaessa on siirtonopeus. Useimmissa tapauksissa käytettävät nopeudet sallivat tavallisen puhekanavan käytön, jolloin nopeudet voivat olla 2 400 ja 4 800 bit/s. Näin ollen tietojen siirtoyhteyksinä ovat olleet alunperin tavanomaiset puhelinverkon yhteydet ja vasta pyrittäessä edellä mainittuja suurempiin nopeuksiin on varattava yhteystieksi laajempikaistaisia puhelinverkosta irroitettuja kanavia.

Suomessa toiminnassa olevat tietojensiirtojärjestelmät ovat käyttäneet yleistä puhelinverkkoa yllä esiteltyllä tavalla. Yleinen telex-verkko, mikä sekin on tietojen siirtoa varten rakennettu — tosin vain 50 baudin nopeudelle, ei sovi alkuperäisessä muodossaan varsinaiseen tietojensiirtoon, jossa nopeusvaatimus ylittää 200 baudia. Vuonna 1970 Posti- ja lennätinhallitus teki päätöksen yleisen telex-verkon kehittämisestä myös tietojensiirto- eli datatelex-verkoksi aluksi 1 200 ja myöhemmin 2 400 baudin nopeuksille.

Tietojensiirtojärjestelmien käyttö on maassamme laajenemassa kiihtyvällä nopeudella, mikä johtuu tietojensiirron lukuisista käyttösovellutusmahdollisuuksista — näitä voitaisiin luetella jo nyt useita kymmeniä.

Vuoden 1971 lopulla maassamme toimi noin 150 tietojensiirron päätelaitetta ja vuoteen 1975 mennessä luvun oletetaan kasvavan 4 000—5 000:een sekä vuosikymmenen lopulla määrä lienee 12 000—

15 000. Puhelinverkon mitoittukseen tietojen siirrolla ei tulle olemaan kuitenkaan kovin suurta vaikutusta, koska määrääväksi tekijäksi jää joka tapauksessa tavanomainen puhelin yhteystarpeineen.

E. YLEISRADIOTOIMINTA

Yleisradiotoiminnan suuntaviivat on määritelty valtioneuvoston myöntämässä toimiluvassa, Yleisradion yhtiöjärjestyksessä ja ohjelma-toiminnan säännöstössä. Tämän katsauksen aihepiiriin kuuluvina käsitellään yleisradiotoiminnasta vain tuotantoteknilliset ja jakeluteknilliset alat.

Toiminnan painopiste on ollut viime vuosina tuotantotekniikan kehittämisessä ja lähinnä alueellisen toiminnan laajentamisessa. Valta-kunnan alue on jaettu 10 keskitetysti johdettuun alueeseen, joiden keskeisenä pisteenä on joko toimintakeskus tai aluekeskus. Ensimmäinen pystyy tuottamaan ja lähettämään sekä radio- että televisio-ohjelmaa. Jo toiminnassa olevat toimintakeskukset ovat Turussa, Jyväskylässä, Vaasassa ja Oulussa. Tämän lisäksi ovat valmisteilla Lappeenrannan, Kuopion ja Rovaniemen toimintakeskukset.

Aluekeskukset ovat ilman televisiokalustoa. Mainittujen lisäksi alueilla voi olla useitakin erilleen sijoitettuja aluetoimituksia.

Jakelutekniikan toiminta-alaan kuuluu Yleisradion lähetyserkko lähetyssasemineen ja ohjelmansiirtoyhteyksineen. ULA-lähetimien verkko on rakennettu täyteen laajuuteensa ja tapahtuneet muutokset sekä lähitulevaisuuden kehittämistoimet tähtäävät todettujen epätäydellisyyksien poistamiseen ja stereolähetystekniikan käyttöalan lisäämiseen. Stereolähetyksiä lähettivät v 1972 alkaessa vain eteläisen rannikkoalueen sekä Lahden ja Tampereen asemat.

Television 1-verkon lähetykset tavoittavat maan väestön lähes 100 %:sti. Tyydyttävän näkyvyyden ulkopuolelle jäävät alueet ovat tosin laajoja, mutta harvaanasuttuja. Television 2-verkon rakentaminen on tapahtunut varsin hitaasti 1—2 aseman vuosivauhdilla. Vuoden 1972 alussa olivat toiminnassa Sippolan, Helsingin, Turun, Eurajoen,

Tampereen, Jyväskylän ja Vaasan asemat sekä eräät pienehköt UHF-asetat. Rakenteilla ovat Oulun ja Lahden lähetyasetat.

Ohjelmansiirto tapahtuu mikroaaltolinkeillä pääasiassa 4 000 MHz:n taajuudella. Ääniohjelmien jakelussa käytetään releointia ja televisiolinkin äänikanavia. Koko linkkiketju käsitti v 1972 alussa 7 600 yhteyskilometriä ja toimintaa tapahtui 69 eri pisteessä.

F. RADIOYHTEYSJÄRJESTELMÄT

Maassamme toimii lukuisia julkista ja yksityistä toimintaa palvelevia radioyhteysjärjestelmiä, minkä lisäksi käytössä on suuri määrä erilaatuisia tilapäistarkoituksia varten hankittuja radiokalustoja.

Merkittävimmät järjestelmät tai käyttötarkoitukset ovat

- tie- ja vesirakennuslaitoksen tiemestaripiirien ja lentokenttien kunnossapito-organisaatioiden verkot
- Valtion rautateiden linjaradio-, ratapiha- ja autoradioverkot
- poliisi-, rajavartio- ja tullipalvelun radioverkot
- merenkulun turvallisuutta sekä puhelu- ja sanomaliikennettä palvelevat radioverkot
- palokuntien, väestönsuojelun sekä muiden kunnallisten toimialojen radioverkot
- sähkövoimayhtiöiden johdonrakennus- ja kunnossapitotöitä palvelevat radioverkot
- puhelinlaitosten yleiset ja kunnossapito-organisaatioiden radiopuhelinverkot
- kaupan, teollisuuslaitosten, pankkien, kuljetusliikkeiden, rakennusliikkeiden, radio- ja vartiointiliikkeiden yms radioverkot
- yksityiset sekalaisia käyttötarkoituksia palvelevat radiokalustot sekä
- radioamatöörikalustot.

Radiojärjestelmät ovat jatkuvasti lisääntymässä sekä julkisella että yksityisellä sektorilla. Valta-osa järjestelmistä on hankittu ja

niitä käytetään itsenäisesti ilman koordinoivaa toimintaa. Yhteistyön puuttuminen ilmenee mm siten, että jopa saman hallinnonalan eri toimintamuodot käyttävät erilaatuisia kalustoja, vaikka keskinäisen yhteistoiminnan tarve on aivan ilmeinen. Esimerkkinä mainittakoon poliisi-merivartiosto-tullilaitos. Vaikka järjestelmien keskeisiä yhteiskanavia on taajuusalueesta riippuen runsaastikin, eri verkkojen ja järjestelmien liikenteellisen yhteistoiminnan järjestäminen on tarvittaessakin miltei mahdotonta.

Taajuuspula alkaa vaikeuttaa varsinkin Etelä-Suomessa uusien verkkojen muodostamista ja sen takia eri verkkojen toisilleen aiheuttamia häiriöitä on vaikea välttää.

Maassamme oli vuoden 1970 alkaessa kaikkiaan 27 000 erilaista radioasemaa ja vuotuinen kasvu on ollut noin 15 %.

Radioverkkojen toiminnan hajanaisuuden epäkohdat on todettu julkisen hallinnon aloilla niin merkittäviksi, että asiantilan korjaaminen on tullut välttämättömäksi. Tällä hetkellä käytössä olevat taajuusalueet jakaantuvat eri käyttäjien kesken seuraavasti

a) HF-alue

- siirtyvä meriradioliikenne
- radioamatööritoiminta

b) 27 MHz:n LA-(lyhytaalto) radiopuhelinalue

- luotsipalvelu
- merivartiostot
- merialueen pelastuspalvelu
- yksityinen radiotoiminta

c) 40 MHz:n alue

- tie- ja vesirakennuslaitos
- poliisi
- meri- ja rajavartiostot

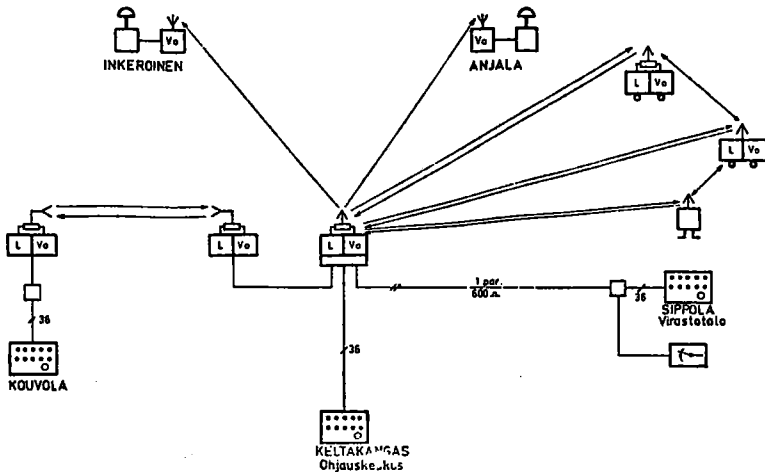
d) 70 MHz:n alue

- sähkölaitokset
- puhelinlaitokset
- ULA-taksit
- yksityiset teollisuus- ja liikelaitokset

e) 160 MHz:n alue

- valtion rautatiet
- siirtyvä meriradioliikenne
- puhelinlaitokset
- väestönsuojelu
- palokunnat

Merkittävimmät vireillä olevat uudistamistyöt ovat poliisin, rajavartioston ja tullilaitoksen radiokalustojen yhdenmukaistaminen ja merenkulun radiotoiminnan turvallisuuden lisääminen. Tämän ohella kunnallisen palo-, väestönsuojelu- ja muun pelastuspalvelutoiminnan alalla ollaan kehittämässä aikaisempien irrallisten ja paikallisten verkkojen tilalle alueellisia järjestelmiä, joista esimerkkinä mainittakoon kotimainen Sippolan kunnan palolaitoksen järjestelmä (kuva 2). Järjestelmän tukiasemaa voidaan ohjata kolmesta eri pisteestä. Saa-
vutettavat kantamat ovat 30—60 km ja järjestelmä on liitetty yleiseen puhelinverkkoon. Kiinteiden ja ajoneuvoasemien lisäksi käytössä on 10—15 km kantaman omaavia kannettavia radiopuhelimia.



Sippolan kunnan radiopuhelinjärjestelmä

Kuva 2

Siviiliradiopuhelinjärjestelmien käyttö kriisiaikana sotilaallisiin tarkoituksiin on ollut viime vuosina voimakkaasti esillä. Lukumääräisesti kalustoja on valtakunnassa jo tällä hetkellä niin runsaasti, että kaikki mahdolliset käyttötarkoitukset voidaan kattaa hyvin. Teknillisesti ja liikenteellisesti asia on kokonaan toinen, koska valtaosa riittävän laajoista ja käyttökelpoisimmista järjestelmistä palvelee sellaisia toimintamuotoja, joilta kalustojen poisottaminen ei ole mahdollista. Jäljellejäävät kalustot ja järjestelmät ovat vain muutaman pienitehoisen radion käsittäviä ja ilman yhteistoimintamahdollisuuksia toisiin järjestelmiin.

G. TELETEKNILLINEN TEOLLISUUS

Elektroniikka on teollisuuden alana kehittynyt erittäin nopeasti. Kun länsimaissa koko teollisuuden vuotuinen kasvu on ollut 3—6 %, elektroniikkateollisuuden kasvuvauhti on ollut 10—28 % maasta ja elektroniikan alasta riippuen. Liiketaloudellisen tutkimuslaitoksen laatiman ennusteen mukaan arvioidaan Suomen elektroniikkateollisuuden tuotannon arvon seitsemenkertaistuvan kymmenvuotiskaudella 1970—1980. Samalla syntyy noin 30 000 uutta työpaikkaa.

Tarkasteltaessa tähänastista kehitystä on todettavissa kotimaisen elektroniikkateollisuuden edistymisen olleen hidasta. Valtaosa korkeamman asteen teleteknillisistä järjestelmistä on tuotettu ulkomailta. Ainakin puhelinteollisuusmaana maamme on ollut jälkeenjäänyt, sen sijaan radio-elektroniikan alalla tuotantotoiminta on ollut jatkuvasti kehittyvää. Tämä koskee erityisesti viihde-elektroniikka- ja radiopuhelinteollisuutta, minkä lisäksi radiolinkkituotannossa ollaan pääsemässä kansainväliselle tasolle.

Elektroniikkateollisuutemme heikkouksina ovat komponenttituotanto, mikä on lähes täysin ulkomaisen tuonnin varassa, sekä teknillisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan vähäinen suorituskyky, mikä johtuu ensisijaisesti määrärahojen puutteesta.

Elektroniikkateollisuus poikkeaa useimmista muista teollisuudenaloista siinä, että myytävät laitteet perustuvat teknillisiin ideoihin

ja oivalluksiin, jotka vaativat monivuotisen kehittämistyön. Elektro-
niikkateollisuuden perusinvestoinnit ovat varsin pienet, vain 15 000—
50 000 markkaa työpaikkaa kohti, kun ne esimerkiksi prosessiteolli-
suudessa ovat 20-kertaiset. Kun otetaan lisäksi huomioon, että mate-
riaali- ja kuljetuskustannuksien osuus kokonaistuotantokustannuksista
on yleensä pieni suhteessa tuotteiden suunnittelukustannuksiin,
maamme soveltuisi hyvin laajentuvan elektroniikkateollisuuden
alueeksi. Tämän teollisuudenalan kehitysennusteet perustuvatkin tähän
näkemykseen. Elektroniikkateollisuus on nähty kehitysalueiden työl-
listämisongelman eräänä ratkaisuna, missä puolustuslaitoksenkin edut
ovat vaikuttavana tekijänä.

H. ELEKTRONIIKKAKOULUTUS

Elektroniikkateollisuuden tärkein perustamisedellytys on ammatti-
taitoisen insinöörikunnan riittävyys. Toissijaisena voidaan pitää tuo-
tantohenkilöstön määrää, koska tämän henkilöstön kouluttaminen on
työmenetelmistä johtuen varsin yksinkertaista.

Järjestelmiä käyttävät, asentavat ja ylläpitävät organisaatiot sen
sijaan tarvitsevat suorituskykynsä ylläpitämiseksi kaiken tasoista
teknillistä hyvin koulutettua henkilökuntaa.

Koulutus on ollut viime vuosiin saakka ilmeisen alimittaista aina-
kin ylemmillä tasoilla, mutta tilanne on nopeasti parantumassa uusien
teknillisten korkeakoulujen, opistojen ja ammattikoulujen sekä niiden
elektroniikka-opetuksen laajenemisen myötä. Vaikka tapahtunut
teknillinen kehitys onkin yksinkertaistanut teleteknillisten laitteiden
käyttöä ja huoltoa, siirtyminen yksittäisistä laitteista laitejärjestel-
miin ja näiden käyttöalojen huomattava lisääntyminen vaativat käyttö-
ja huoltohenkilöstöltä entistä kehittyneempiä tietoja ja taitoja. Käy-
tännössä tämä merkitsee oppiaikojen olennaista pidentymistä ja ajoit-
tain toistuvien uudelleen- ja täydennyskoulutusmahdollisuuksien jär-
jestämisen välttämättömyyttä.

Teknillisen koulutuksen kokonaisjärjestelyä tutkimaan valtioneu-
vosto asetti v 1968 komitean, minkä työn tuloksena valmistui v 1971

asiaa käsittelevä mietintö. Komitea tarkasteli päätehtävänään teknillisen opetuksen järjestelyä peruskoulu-uudistuksen toteuduttua. Nykyhetkellä voimassa oleva nelitasoinen tekniikan koulutusjärjestelmä esitetään säilytettäväksi pitkäaikaiseen kehitykseen perustuvana, mutta sen sijaan on esitetty selvä vaatimus teknillisen opetuksen tason huomattavasta kohottamisesta ja on korostettu teknillisen koulutuksen valtakunnallista merkitystä minkä johdosta teknillisen opetuksen hallintoratkaisu olisi tehtävä keskushallinnon pohjalle.

III TELETEKNIIKAN SOTILAALLINEN KEHITYS

A. KEHITYKSEN YLEISET SUUNTAVIIVAT

Viestintäelektronikan kehittyminen on lisännyt merkittävässä määrin elektronisten laitteiden sotilaallisten sovellutusten laatua ja määrää. Samalla on todettava, että sotatekniikan yleinen kehitys on asettanut elektronikalle melkoisia lisätehtäviä, mitkä ovat olleet osaltaan viemässä kehitystä eteenpäin mm huomattavien tutkimusmäärärahojen osoittamisen muodossa.

Viestintäelektronikan sotilassovellutuksissa ei ole näkyvissä mitään mullistavia ratkaisuja eikä tietävästi tämänsuuntaisia vaatimuksiakaan ole esitetty. Aiemmin on jo korostettu sitä, että ennen kuin jokin uusi teknillinen idea on kehittynyt käytännön toteutusasteelle, aikaa saattaa kulua vuosia. Tätä kuvaa mm se, että eräät edellisessä teletekniikan alan katsauksessa vuonna 1964 esitetyt kehityskohteet ovat vasta nyt saamassa kenttäsovellutuksensa.

Sotilaallisen viestintäelektronikan tavoitteet ja tehtävät ovat pysyneet periaatteessa muuttumattomina. Luonnollisen kehityksen asettamat vaatimukset ovat vain korostaneet tiettyjä nyt merkityksellisiksi

tulleita toimintoja sen lisäksi, että viestintäelektroniikkaa tarvitsevien toimintojen määrä on lisääntynyt olennaisesti.

Sotilasviestitoiminnan kehitystoiminnan näkyvimvät piirteet on esitetty seuraavassa luettelossa.

a) Viestintäjärjestelmiltä ja -laitteilta vaaditaan entistä suurempaa toiminnan luotettavuutta sekä toimintavarmuuden että viestinnän salattavuuden suhteen. Ensinmainitun vaatimuksen teknillinen merkitys korostuu laitteiden rakenteiden monimutkaistuesssa ja lisättäessä niiden tarjoamien palveluksien määrää sekä laatua. Viestien salattavuusvaatimus on itsestään selvä ja se on voitu asettaa uusissa laitejärjestelmissä etusijalle tapahtuneen kehityksen suomien ratkaisumahdollisuuksien takia.

b) Viestiyhteydet ovat muuttamassa teknillistä muotoaan siinä mielessä, että osa-elementeistä ihmistyövoimaa hyväksikäyttäen rakennettavat viestiverkot ovat muuttumassa järjestelyiltään alueelliseksi viestintäjärjestelmiksi, joista pelkistetyimpänä esimerkkinä mainittakoon kiinteä puhelinverkko ja siihen liittyvä osittain liikkuva autoradiopuhelinjärjestelmä.

c) Sähkömagneettiseen säteilyyn eli radioperiaatteeseen pohjautuvat yhteysjärjestelmät ovat tulleet ehdottomaan valta-asemaan johdinyhteysjärjestelmiin nähden. Tähän ovat olleet vaikuttamassa radioyhteyden yleiset etutekijät, liikkuvuus ja suuri riippumattomuus välialueista, radiojärjestelmien suorituskyvyn merkittävä kasvaminen ja niiden tarvitsemien hoitotoimien suhteellinen väheneminen sekä yleensä taktillisen ja operatiivisen toiminnan menetelmien muuttuminen ajallisesti ja alueellisesti sellaisiksi, että johdinyhteysjärjestelmien käyttö on tullut mahdolliseksi tai epätarkoituksenmukaiseksi.

d) Puhelinyhteysjärjestelmä jää edelleen käyttöön kaikissa niissä toiminnoissa, joissa se huomattavan suuren viestinsiirtokykynsä takia on välttämätön ja missä radioyhteyksien käyttö ei ole mielekäästä tai järjestely mahdollista. Tällaisia tapauksia ovat mm kantaviestiverkon käyttö ja liittyminen siihen sekä suurehkot useiden kymmenien tilaajien muodostamat viestikeskukset. Tällöinkin puhelinjärjestelmä pyritään muodostamaan mahdollisimman liikkuvaksi.

e) Sotilaalliset yhteysjärjestelmät ovat muodostumassa yhdistetyiksi järjestelmiksi erityisesti ylemmän tason toiminnassa, jolloin ei voida erottaa toisistaan perinteellisiä puhelin- ja radioverkkoja, vaan nämä yhdessä liittyneenä muihin yhteyksien rakentamis- ja viestiliikenne- menetelmiin muodostavat kiinteästi toimivan kokonaisuuden.

f) Yhteysjärjestelmien tulee soveltua perinteellisten sähkötyös-, kaukokirjoitus- ja puheluviestitystapojen ohella monien nykyaikaisten viestinsiirtomenetelmien käyttöön, joita ovat ennenkaikkea kuvansiirto ja tietojensiirtoliikenteet. Tämän lisäksi on otettu käyttöön taajuuksien ja yleensä yhteyskanavien tehollisuutta lisääviä lähetyksilajeja ja -tekniikkaa.

g) Viestiliikenteen automatisointi on mahdollistunut laitejärjestelmien teknillisen ja sähköisen rakenteen kehityttyä entistä kenttäkelpoisemmaksi. Tämä on johtamassa liikenteen huomattavaan nopeutumiseen ja samalla järjestelmien suorituskyvyn lisääntymiseen.

h) Teknillisen käyttö- ja huoltohenkilöstön tarve tulee lisääntymään merkittävästi erityisesti laitejärjestelmien keskeisissä toimintapisteissä. Lukumääräistä tarvetta voidaan korvata tietyissä määrin kehittämällä tämän henkilöstön koulutusjärjestelyjä ja kohottamalla heidän koulutustasoaan.

B. ESIMERKKEJÄ SOTILAALLISTEN VIESTINTÄ- JÄRJESTELMIEN RATKAISUMALLEISTA

1. Kenttäradiokalusto

Kenttäradioiden kehittämisessä ei ole ollut enää etusijalla radioiden lähetystekhon nostaminen, vaan pyrkimys laitteiden koon pienentämiseen, hyötysuhteen parantamiseen sekä käyttöalan laajentamiseen. Käytössä ja kehitteillä olevat kalustot jakaantuvat edelleen selvästi HF-alueen ja VHF-alueen sekä nykyisin myös UHF-alueen kalustoihin. Osittain alueiden rajat menevät lomittain, sillä erityisesti Neuvostoliitossa puheradiotaajuudet alkavat jo 20 MHz:stä. USA:n

armeijalla on käytössä radiokalustoja (mm AN/PRC-70), joissa taajuusalue on 2-76 MHz. Ratkaisu on varsin poikkeuksellinen.

HF-alue (3—30 MHz) on erityisesti kaukoradioyhteyksiin käytetty taajuusalue, mutta se on sopiva kaikille niille yhteysväleille, jotka ylittävät VHF-radioiden (30—300 MHz) kantaman. Uudet lähetyslait, lähinnä SSB-tekniikka (yksisivunauhalähetys), ovat suuresti pienentäneet lähetysten häiriöalttiutta.

HF-radioita on tarjolla neljää eri kokoluokkaa, nimittäin

- kannettavina radiopuhelimina, paino alle 3 kg
- kannettavina radioasemina, paino n 20 kg
- ajoneuvoradioasemina sekä
- siirrettävinä suuritehoisina radioyhdistelminä.

Käytetyt taajuusalueet ovat yleensä 2—20 MHz ja tehot suuruusluokkina 1, 15, 50, 100 ja 1000 W. Kantamista ei voi antaa selviä lukuarvoja, koska ne riippuvat tällä alueella monesta samanaikaisesti vaikuttavasta tekijästä, mutta yleisesti ottaen ne ovat ainakin 30 km ja tehokkailla radioilla satojakin kilometrejä.

Sissitoiminnan radioyhteyksien aikaansaanti on aina ollut ongelma, koska riittävien kantamien aikaansaamiseen ei voida käyttää suuria lähetystehoja paljastumisvaaran ja virtalähdevaikeuksien takia. Pienet HF-radiot ovat ainoa ratkaisu silloin, kun kantamat ylittävät 20 km. Muutaman kymmenen kilometrin yhteysetäisyyksillä voidaan toimia puheella (SSB), mutta pitemmällä etäisyyksillä sähköitys on ainoa viestitysmuoto.

Esimerkki tämänhetkisestä sissitoimintaan soveltuvasta radiosta on esitetetty kuvassa 3. Radio on englantilaisvalmisteinen ja sen tärkeimmät ominaisuudet ovat

- taajuusalue 2—9 MHz, jolla radioon voidaan asettaa 6 kidekanavaa,
- lähetyslait ovat yksisivunauhapuheviestitys ja sähköitys
- käyttöjännite on 12 V, mikä saadaan joko standardiparistosta, lipeäakusta tai kampigeneraattorista
- antennina ovat 1,8 m piiska ja puolialtrodipoli
- lähetysteho on 1 W



**Kannettava HF-alueen SSB-puhe/sähkötysradio, joka soveltuu
mm sissiradioksi**

Kuva 3

— radion paino on varusteineen 3,6 kg ja sen kotelo on täysin vesitiivis.

Radioiden kokoa lisättäessä käytettävissä oleva taajuusalue kasvaa

ja radiot ovat viritettävissä portaittain esimerkiksi 1 kHz:n välein koko taajuusalueella. Samoin lisääntyvät lähetyslajimahdollisuudet sekä antennivarustus ja suuremmissa asemissa on jo yleisesti kaukokirjoitusviestitysmahdollisuus. Kenttäkaukokirjoitusviestitys on mahdollista kaikilla radioilla.

VHF-radiokalustoissa on päädytty laajakaistaisiin monikäyttöradioihin, millä tarkoitetaan sitä, että samaa radiotyyppiä käytetään kaikilla johtamistoiminnan tasoilla. Lisätyt suorituskykyvaatimukset tyydytetään varustamalla radiot käyttötarkoitusta vastaavilla erillisillä tehovahvistimilla ja antennilaitteilla. Näin esimerkiksi 1 W:n pataljoonaradiosta saadaan prikaatiradio varustamalla se 30—50 W:n tehovahvistimella. Tämänkaltaiset ratkaisut ovat jo vakioituneet tai parhaillaan toteutumassa niin läntisten kuin itäisten valtioiden sotavoimissa.

VHF-kenttäradioiden suurin käytännöllinen kantama on 5 ja 35 km:n välillä lähetystehoista ja antennilaitteista riippuen eikä sen pidentämiseen kyetä vaikuttamaan kohtuullisin järjestelyin. Vain ajoneuvoasemilla on saavutettavissa kantamalukeman yläraja. VHF-alueen taajuuspula on aivan ilmeinen, mikä selittyy sillä, että likipitään kaikki taktillisen toiminnan radiokalustot käyttävät samaa 20—80 MHz:n aluetta. Seuraava olennaista helpotusta tilanteeseen antava taajuusalue löytyy UHF-alueen alapäästä, jonne nimenomaan USA:ssa on kehitetty kenttäradiokalustoja. Esimerkkinä mainittakoon AN/PRC-66B radio, mikä on tarkoitettu ennenkaikkea maavoimien ja lentojoukkojen väliseen yhteydenpitoon. Radion pääominaisuudet ovat

- taajuusalue 225—400 MHz,
- kanavaluku 3500 ja
- radion paino varusteineen 5,5 kg.

Aikaisempaan vastaavaa tarkoitusta palvelleeseen radioon verrattuna laitteen koko on pienentynyt kymmenenteen osaan entisestä.

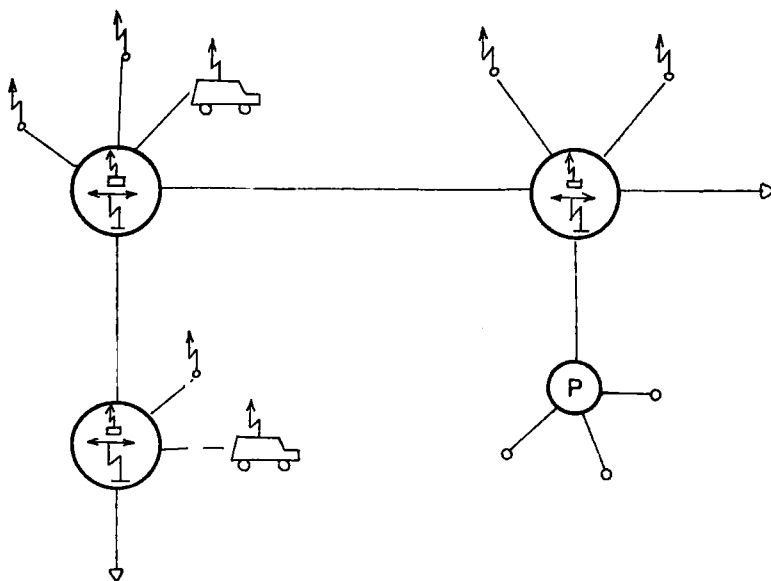
2. Radioyhteysjärjestelmät

Radioyhteysjärjestelmällä tarkoitetaan joko alueellista tai siirtyvää tuki-, väli- ja radiopuhelinasiemien muodostamaa kokonaisuutta.

Tällaisessa järjestelmässä verkon liikenteellinen perusmuoto on vakio, mutta asemien ryhmitystä ja lukumäärää vaihtelemalla on saavutettavissa tarpeellinen käytön joustavuus. Järjestelmän etuna on se, että radioasemien teho- ja varusteporrastus on saatavissa helposti kunkin käyttöolosuhteen mukaiseksi. Sijoittamalla suuritehoiset tuki- ja väli-asemat radioyhteyksien kannalta edullisella tavalla järjestelmälle saadaan tarpeellinen ulottuvuus, jolloin ala-asemat voivat olla mahdollisimman liikkuvia. Järjestelmään voidaan liittyä minkä tukiaseman kautta tahansa.

Nykytekniikka mahdollistaa radioyhteysjärjestelmään automatisoitua puheluliikennettä vastaavan liikennemuodon lukuisilla radiokanavilla samanaikaisesti. Tällainen järjestelmä on kehitetty ainakin USA:ssa jalkaväkidiivisioonaa varten ja siinä on 200 tilaajan liittämismahdollisuus.

Useat järjestelmät voidaan yhdistää edelleen laajemmiksi yksiköiksi, jolloin tukiasemien välinen liikenne hoidetaan useissa tapauksissa radiolinkkiyhteyksillä. Tällainen järjestely on esitetty kuvassa 4.



Radio- ja radiolinkkiyhteyksistä muodostettu alueellinen radiojärjestelmä

Kuva 4

Järjestelmä soveltuu sellaisenaan sekä sotilas- että siviilitarkoituksiin. Mm valtionrautateiden uutta linja- ja turvallisuusradiojärjestelmää toteutetaan tällä periaatteella.

3. Puhelinyhteysjärjestelmät

Puhelinyhteysjärjestelmien ja niiden kalustojen kehittämisessä on ollut etualalla nykyaikaista tekniikkaa ja liikennemuotoja hyväksi käyttävien järjestelmien soveltaminen sotilastarkoituksiin. Huomiota on kiinnitetty tällöin järjestelmien liikkuvuusasteen parantamiseen, niiden haavoittuvuuden pienentämiseen, yhteyskapasiteetin olennaiseen lisäämiseen sekä liikenteen joustavoittamiseen.

Tavanomaisen liikkuvan puhelinverkon perusmallin ovat muodostaneet paikallisparistojärjestelmällä toimivat kenttäkeskukset kenttäkaapeli- ja kenttäsuuntaradioyhteyksineen. Automatiikkaa on tuotu kenttäpuhelinjärjestelmiin kovin varovasti, vasta viime vuosina on valmistunut elektroniikkaa hyväksikäyttäviä puoliautomaattisia kenttäkeskuksia. Puoliautomaattisuus tarkoittaa sitä, että keskuksen tilaajien välinen liikenne tapahtuu automaattivalinnalla, mutta kaukojohdoilta tuleva ja osin myös niille suunnattava liikenne on henkilövälitteistä. **Kuvassa 5** esitetyn tällaisen keskuksen ominaisuuksista mainittakoon

- tilaajakapasiteetti n 50, mikä on kaksinkertaistettavissa
- välitysnopeus 3—8 s
- toiminta sekä keskusparisto- että paikallisparistokeskuksena sekä
- etuoikeutettujen puhelujen ja tilaajien järjestämismahdollisuus.

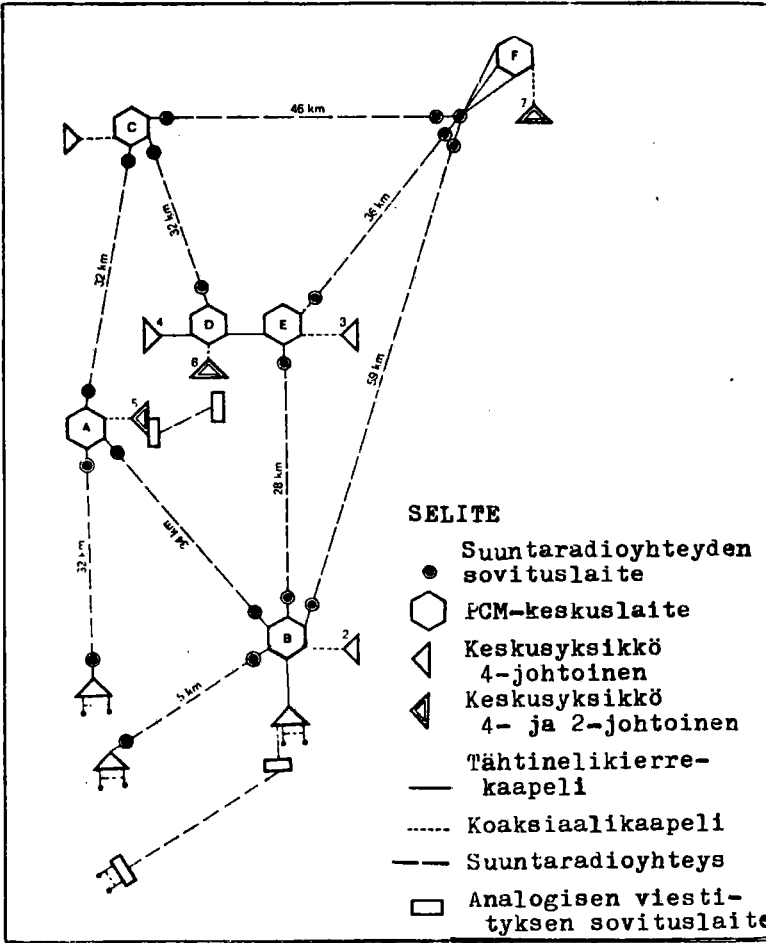
Kenttäjohdinyhteyksien merkitys on pienentynyt jatkuvasti paikallisia suppeahkoja käyttötarkoituksia lukuunottamatta. Kenttäjohdinyhteyden käytännölliseksi maksimipituudeksi on mainittu 10 km, minkä ylittävät yhteydet on edullisinta rakentaa suuntaradiolla. Suuntaradiot ovatkin saaneet keskeisen aseman kaikissa sotilaspuhelinverkoissa. Yleisesti käytetyt kanavamäärät ovat 1, 4, 12, 24 ja 48 kanavaa, mutta näitäkin suurempia kanavamääriä on suurvalloilla käytettävänä (mm 120 ja 300 kanavaa). Suuntaradiolaitteiden kehityksessä näkyvät samat piirteet kuin radiolaitteissa yleensä — koon pienentyminen ja täydellinen siirrettävyys.



Nykyaikainen puoliautomaattinen nauhaton 50-johdon kenttäkeskus

Kuva 5

Teknillisesti ja suorituskyvyltään erittäin pitkälle kehitetty puhelin-yhteysjärjestelmä on ranskalais-saksalaisena yhteistyönä syntynyt ja useiden vuosien ajan kenttäkokeiluissa käytetty PCM-yhteysjärjestelmä (pulssi-koodimodulaatio).



PCM-puheliihyteysjärjestelmän rakennekaavio

Kuva 6

Järjestelmä on rakenteeltaan liikkuva mahdollistaen alueellisen ja taktillisen viestiverkon muodostamisen sotatoimialueen puitteissa. Tälle järjestelmälle ominaisia piirteitä ovat (kuva 6)

- järjestelmän alueellisuus, mikä perustuu liikkuvien keskusasemien käyttöön
- runko-osan silmukointi yksittäisten keskusasemien mahdollisesta tuhoutumisesta aiheutuvien haittavaikutusten pienentämiseksi
- järjestelmän viestiyhteydet rakennetaan yleensä suuntaradioin, jotka omaavat suuren liikkuvuuden
- keskusasemien toiminta on täysin riippumatonta toisten keskusasemien toiminnasta ja ne ovat vaihtokelpoiset keskenään riippumatta siitä ovatko ne pääte- tai välitysasemakäytössä
- järjestelmä soveltuu kaikenlaisen informaation siirtoon tavallinen puhe- ja mikä tahansa data-viestitys ml
- viestitys siirtotiellä on täysin salattua
- järjestelmä toimii täysin automatisoituna ilman välittäjähenkilöstöä.

Järjestelmään kuuluu seuraavia laitteita

- 6 keskusasemaa
- 13 keskitysyksikköä
- 6 kaksijohdinverkon sovitussyksikköä
- 325 tilaajalaitetta
- 30 linjavahvistinta
- suuntaradioyhteyksien sovitussyksiköt sekä
- suuntaradiot.

Järjestelmässä jokaisella tilaajalla on sähköinen tunnus, mikä on valittavissa miltä tilaaja-asemalta tahansa. Kutsu siirtyy keskitys-yksikön välityksellä keskusasemalle, joka tunnistettuaan kutsun ohjaa sen automaattisesti kutsutun tilaajan tilaajalaitteeseen. Viestitys tapahtuu ohjausyksiköitten ja keskusasemien välillä pulssikoodimodu-loituna digitaalisena viestinsiirtona.

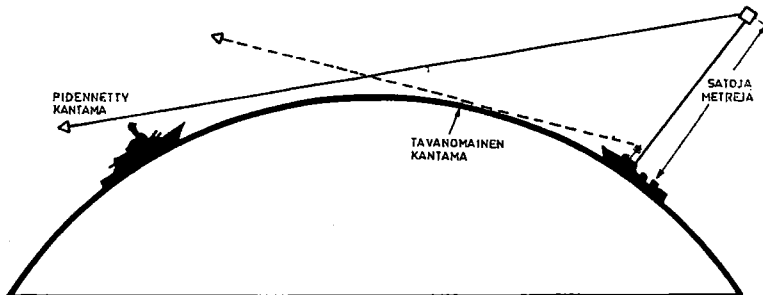
Jonkun silmukoidussa kytkennässä olevan keskusaseman tuhou-tuessa ja yhteyden siihen katketessa varsinaisella reitillä, yhteys suuntautuu automaattisesti jollekin muulle reitille.

Kenttäkokeiluissa järjestelmä on toiminut hyvin, mutta nykyisel-lään sen ei katsota vielä takaavan riittävää liikkuvuutta ennenkuin siihen on saatu kehitettyä PCM-radioasemia.

4. Erikoisyhteydet

Maailman merillä liikkuvien laivastoyksiköiden johtamisen viestiyhteydet ovat muodostaneet viestiteknillisen ongelmakentän, johon on pyritty löytämään ratkaisuja monista vaihtoehtoisista mahdollisuuksista. Tavanomaiset HF-sähkötysyhteydet eivät ole taanneet riittävää luotettavuutta yhteydenpidolle yhteysetäisyyksien muodostuessa satojen-tuhansien kilometrien mittaisiksi. Kaukoyhteyksien järjestelyn perusratkaisuna ovat tietoliikennesatelliitit kaikkine eri sovellutuksineen. Eräisiin erityistarkoituksiin kuten laivasto-osaston eri yksiköiden sekä sukelluksissa liikkuvien alusten väliseen yhteydenpitoon on ollut pakko kehittää muitakin ratkaisuja.

Ydinsukellusveneidän toiminta perustuu huomattavalta osalta salassapysymiseen, joten ne eivät voi nousta aina pintaan yhteyksien ottamista varten eikä niihin voida sijoittaa satelliittiyhteyksien vaatimia suurehkoja antennirakenteita. Viestiyhteyksien vaikeimpana ongelmana on ollut veden radioaaltojen etenemistä voimakkaasti vaimentava vaikutus. Tavanomaiset radioaallot tunkeutuvat veteen parhaimmassakin tapauksessa VLF-taajuuksilla (0,3—300 kHz) vain 20—30 m ja lähetystehon tulee olla tällöinkin erittäin suuren, esimerkiksi 100 kW. USA:lla on käytössään tällainen kiinteä järjestelmä,



Roottori-antennijärjestelmän periaate. Antennikorkentta nostamalla VHF- ja UHF-radloyhteyden kantamaa voidaan nostaa huomattavasti. Laite on vakavoitettavissa siten, että suunnatut radloyhteydet ovat mahdollisia.

Kuva 7

jota on suunniteltu täydennettäväksi lentokone- ja satelliittiasemilla.

Super-pitkien aaltojen (ELF, alle 10 kHz) käyttöönotto on lisännyt radioyhteyksien tunkeutumissyvyyttä huomattavasti.

Länsi-Saksassa on kehitetty aluksia varten helikopteri-periaatteella toimiva hinattava antennijärjestelmä, joka on nostettavissa satojen metrien korkeuteen aluksen yläpuolelle (kuva 7). Laitteen avulla voi lisätä tutka-, radio- ja suuntaradioyhteyksien kantamia huomattavasti. Järjestelmä mahdollistaa VHF- ja UHF-alueiden käyttöönoton merellisillä radioyhteyksillä, jolloin yhteydet saadaan häiriöttömiksi ja suunta-antenneja käyttämällä kuunteluvaarattomiksi. Radioyhteyden kantama voi olla jopa 120 km. Järjestelmällä on ilmeisiä sovellutusmahdollisuuksia myös maalla tapahtuvassa toiminnassa.

C. TELETEKNIIKAN KEHITYS PUOLUSTUSVOIMISSA

Puolustusvoimiemme teletekniikka on jaettavissa kahteen pääryhmään

- kiinteisiin yhteysjärjestelmiin ja
- kenttäviestiyhteyksijärjestelmiin.

Kiinteisiin yhteysjärjestelmiin kuuluvat puolustuslaitoksen puhelinverkko varuskuntapuhelinyhteyksineen ja kiinteine suuntaradioyhteyksineen sekä ilma- ja merivoimien ja eräiden erikoistoimintojen kiinteät puhelin- ja radioyhteyksijärjestelmät. Näiden järjestelmien teknillinen, laadullinen ja jossain määrin myös määrällinen kehittyminen on ollut voimakasta viime vuosien aikana, mikä on johtunut eri alojen yhteysvaatimusten kasvamisesta. Kehityspiirteistä mainittakoon

- kiinteän suuntaradioverkon alueellinen laajentuminen sekä suorituskyvyn olennainen lisääminen kotimaisin kalustohankinnoin
- varuskuntapuhelinverkkojen uudistuminen ja vähitellen tapahtuva liikenteen automatisoituminen, tosin käytettävissä olleet varat ovat riittäneet kattamaan vain vähäisen osan uusinta- ja laajentamistarpeesta,

- kaukokirjoitintoiminnan laajamittainen lisääntyminen sekä valtakunnan telexverkon liittymien, erikoisyhteyksien ja radio-kaukokirjoitinyhteyksien muodossa sekä
- eri puolustushaarojen tarpeita palvelevien radioyhteyksjärjestelmien käyttöönotto.

Kenttäviestitoiminnan alueella kehitys on ollut pysähdyksissä lähes täysin, voitaneen puhua perustellusti taantumisesta. Puhelinkalusto on saavuttanut käyttökelpoisuutensa takarajan ja vaatimattomin uudishankinnoin saadut kalustot ovat kulumassa loppuun ankarassa koulutuskäytössä. Radiokalustojen kohdalla tilanne on jonkin verran valoisampi, mutta vain VHF-radiokalustojen suhteen. Niittenkin pääosa on saavuttanut radioiden käytännöllisen iän, 15—20 vuotta, minkä jälkeen kalusto kuluu loppuun hyvin pian pelkästään materiaalin vanhenemisen takia. HF-radiokaluston kohdalla tilanne on pahin.

Asian tarkempi käsittely on tässä yhteydessä tarpeetonta. Periaateselvitykset kenttäviestimateriaalin kehittämistarpeista ja hankintojen tavoitteista on tehty, toteuttaminen on kiinni määrärahoista. Merkittävimpiä kehittämistavoitteita ovat

- puhelinkeskuskaluston nykyaikaistaminen
- kenttäsuuntaradiokalustojen käytön laajamittainen lisääminen
- VHF-kenttäradiokalustojen mallikirjavuuden poistaminen sekä niiden suoritusarvojen parantaminen
- HF-radiokalustojen nykyaikaistaminen
- kaukokirjoittimien saaminen kenttäkäyttöön sekä
- yhteysjärjestelmien liikkuvuuden lisääminen

YHDISTELMÄ

Viestialan teknillisen kehityksen toimintakenttä on selvästi kolmi-jakoinen. Näkyvimmän ja jokapäiväisessä elämässä konkreettisesti tiedostetun alan muodostaa yleishyödyllisiä tarkoituksia palveleva teleteknillinen toiminta. Sen työskentely-, kehittämis- ja laajenemis-

menetelmät määräytyvät todettujen viestintätarpeiden pohjalta ja järjestelmä rahoittaa itse toimintansa, toisin sanoen se työskentelee taloudellisuusperiaatteella. Alalla tapahtuva kehitys on näin ollen suorassa riippuvuussuhteessa toiminnan taloudelliseen tulokellisuus-teen nähden.

Toisen alueen muodostaa yksityinen rajoitettuja tarkoituksperiä palveleva teleteknillinen toiminta. Sen käynnissäpitävinä voimina ovat mm tarkoituksenmukaisuus- ja liiketaloudellisuusnäkökohdat sekä jossain määrin myös mukavuustekijät. Näiden toimintojen kehittyminen on yleensä riippuvainen puhtaasti kyseisten alojen määrärahatilanteesta ja näin ollen se on jaksottain tapahtuvaa sekä vähemmän järjestelmällistä.

Kolmantena teleteknillisenä alana on sotilasviestitoiminta, jolla ei ole yleensä mitään tekemistä taloudellisuusnäkökohtien kanssa, vaan viestiyhteysjärjestelmien tarve perustuu yksinomaan tarkoituksenmukaisuussyihin. Kehittämistoiminta on kaikissa tapauksissa saatavista määrärahoista riippuvaisia. Pitkäjänteisellä ja tosiasioihin perustuvalla suunnittelulla pyritään poistamaan toiminnasta sattumanvaraisuus.

Maanpuolustuksellisesti teleteknillisille suoritteille asetettujen vaatimusten toteuttaminen mielekkäästi ja määrällisesti riittävän tehollisesti ei voi olla nykyaikana pelkästään sotilasviestitoiminnan tehtävänä, vaan kokonaisjärjestelyn pohjana tulee olla valtakunnan kaikkien yhteysjärjestelmien koordinoitu yhteiskäyttö. Se, missä mitassa maanpuolustukselliset näkökohdat otetaan huomioon siviiliviestijärjestelmien kehittämistyössä, on määritetty hajanaisesti eräissä asetuksissa ja laeissa, mutta nämä määritykset ovat sen verran väljiä, että teleteknillisen toiminnan eri aloille jää melkoinen harkintavalta tehtävien ratkaisujen suhteen.

Merkittäväntä koordinoivaa toimintaa suorittaa asetusteitse määrätty viestialan neuvottelukunta, jossa ovat edustettuina puolustuslaitos, posti- ja lennätinlaitos, puhelinlaitokset, yleisradio, väestönsuojelu sekä teletekniikan yleinen asiantuntemus.

Neuvottelukunnan tehtävänä on antaa ohjeita ja lausuntoja sekä esittää toimenpiteitä

- viestilaitosten ja muiden viestialaan liittyvien laitosten ja toimialojen maanpuolustusvalmistelujen kehittämiseksi ja yhtenäistämiseksi sekä niiden välisen yhteistoiminnan aikaansaamiseksi ja ylläpitämiseksi,
- viestiverkkojen toimintavarmuuden ja suojausasteen kohottamiseksi,
- viestimateriaalin varmuusvarastojen aikaansaamiseksi,
- viestialan teknillisen tutkimustoiminnan kehittämiseksi,
- valtakunnallisen viestialan koulutustoiminnan kehittämiseksi sekä
- viestialan teollisuuden ja korjaustoiminnan valmiuden kohottamiseksi.

Koordinoivan toiminnan tarpeellisuus on tunnustettu teleteknillisen toiminnan rajatuimmillakin aloilla. Tässä tarkoituksessa Valtion Teknillisen tutkimuslaitoksen Radioteknillisen laboratorion neuvottelukunta perusti v 1967 puhelinalan tutkijakunnan, jonka tehtäviksi määritettiin

- kokoontua määräajoin ainakin neljä kertaa vuodessa kokoukseen, jossa esitetään katsaus kunkin laitoksen tutkimuskohteisiin ja niissä saavutettuihin tuloksiin,
- esittää suunnitelmia tarpeellisiksi katsottujen tutkimustöiden aloittamisesta ja sijoittamisesta työhön parhaiten soveltuvaan laitokseen,
- luetteloida eri laitoksissa oleva näihin tutkimustöihin soveltuva tärkein mittalaitetekalusto mahdollista yhteiskäyttöä tai lainausta varten,
- tehdä esityksiä uusia mitta- ja tutkimuslaitehankintoja varten,
- huolehtia muutenkin parhaaksi katsomallaan tavalla em laitosten tutkimustoimintaan liittyvästä yhteistyöstä sekä
- jakaa eri laitoksissa suoritettujen tutkimustöiden tulokset ja raportit toisten laitosten tietoon.

Tähän mennessä tutkijalautakunta on tarkastellut mm puhelinkoneen kehitystä, puhelintariffeja, satelliittikommunikaatioita, ydinräjäytyksen aiheuttaman sähkömagneettisen pulssin (EMP) vaikutus-

ta viestilaitteisiin, integroitua puhelinverkkoa sekä puhelinlaitteiden koestusta ja standardisointia. Tutkijakunta työskentelee käyttäen apunaan eri alojen asiantuntijoista muodostettuja työryhmiä sekä itse tutkimuksia suorittamalla.

Puolustusvoimien omien teleteknillisten järjestelmien kehittämistyölle asetetut vaatimukset sisältyvät parlamentaarisen puolustuskomitean mietintöön, jossa todetaan mm, että puolustusvoimien johtamisjärjestelmän on toimittava vaikeissakin olosuhteissa. Johtamisen viestintäjärjestelmien on oltava näin ollen suorituskyvyiltään sekä lukumääriltään riittäviä jo tavanomaisissa oloissa, niissä on kiinnitettävä huomio rakenteelliseen ja verkostolliseen suojaamiseen, on hankittava varalaittejärjestelmiä, suoritettava varmuusvarastointia sekä huolehdittava henkilöstön asianmukaisesta laadullisesta ja määrällisestä kouluttamisesta. Materiaalisen valmiuden ongelmana on nähty taisteluvälineistön teknillistymisestä johtuva elektroniikan yhä suureneva osuus ja sen aiheuttama kustannusten nousu. Tärkeillä aloilla tulee olla käytettävissä teknillisesti ajanmukainen välineistö sellaisessa laajuudessa, että puolustusjärjestelmän toimintamahdollisuuksia heikentävää jälkeenjääneisyyttä ei pääse tapahtumaan.

KÄYTETYT LAHTEET

- Viestimies, vuosikerrat 1970—1971
 Viestiupseeriyhdistys ry:n julkaisu
 ERT n:ot 3—4/1971, 1 a/1972
 Insinööri-lehdet Oy:n julkaisu
 Elektrisches Nachrichtenwesen Band 46, 2/1971
 International Telephone and Telegraph Corporation
 Teletiedotuksia 1969—1971
 Posti- ja lennätinhallituksen julkaisu
 Trafik och teknik 12. 2. 1972
 P Kolehmainen
 Liikkuva puhelinverkko, seminaariesitelmä TKK:ssa 1972
 Puhelinverkkojen rakennemääräykset
 Posti- ja lennätinhallitus 1970
 Suomen virallinen tilasto XII: 86. Posti- ja lennätinlaitos
 Posti- ja lennätinhallitus 1971
 Puhelinlaitosten Liitto 1921—1971
 Puhelinlaitosten Liitto ry:n julkaisu
 Puhelinväen kalenteri 1972
 Puhelinlaitosten Liitto ry:n julkaisu
 Yleisradion jakelutekniikkaa 1972
 Oy Yleisradio Ab:n julkaisu
 Yleisradion vuosikirja 1969—1970
 Oy Yleisradio Ab 1970
 Asetus viestialan neuvottelukunnasta
 AsK n:o 602/7. 12. 1962
 Parlamentaarisen puolustuskomitean mietintö 1971
 Komiteamietintö 1971: A 18