

Armeijakunnan viestiliikenteestä ja viestiyhteystarpeista sekä puhelinverkon väylämitoituksen perusteista

Majuri E I t k o n e n

J O H D A N T O

Rauhan aikana tulisi kyetä määrittämään eriateisten johtoportaiden väliset viestiyhteystarpeet, jotta saataisiin perusteet johtamistoiminnan edellyttämälle viestitaktiikalle. Tämä on kuitenkin erittäin vaikeaa, sillä viestiyhteystarpeen määrittämiseksi on ensiksi selvitettävä mm tarjottu liikenne kyseessä olevalla yhteysvälillä. Määrittämistä vaikeuttaa lisäksi se, että nykyaikaisen sodan luonne on lisännyt johtamistoiminnalle asetettavia nopeusvaatimuksia, mitkä vuorostaan ovat lisänneet viestiliikenteen nopeusvaatimuksia.

Tämän kirjoituksen eräänä päämääränä onkin selvittää omalta osaltaan armeijakunnan viestiyhteystarpeita. Perusteiden saamiseksi joudutaan luonnollisesti käsittelemään myös armeijakunnan viestiliikenteen määrää ja voimakkuutta sekä nopeusvaatimuksia.

Koska puhelinverkkomme yhdistettyine johdin- ja suuntaradioverkkoinen on tälläkin hetkellä tärkein viestiverkkomme, on tarkastelussa kiinnitetty hyvin suuressa määrin huomiota käsivälitteisen puhelinverkon väylämitoitukseen liittyviin kysymyksiin.

**I PUHELINVERKON VAYLAMITOITUKSEN
PERUSTEITA KÄSIVALITTEISTA
LIIKENNETTA VARTEN**

**A. KUTSUJEN PAINEN ELI TARJOTTU LIIKENNE,
LIIKENTEEN VOIMAKKUUS JA MÄÄRÄ**

Kutsut, jotka pyrkivät johdolle, johtokimpulle tai liikennetielle, aikaansaavat kutsujen paineen (A), jota kutsutaan myös tarjotuksi liikenteeksi. Tarjottu liikenne voidaan laskea tällöin lausekkeesta

$$A = C \cdot \frac{tm}{h},$$

jossa

A = keskimääräinen tarjottu liikenne Erlangeina,

C = kutsujen lukumäärä tunnissa,

tm = keskimääräinen varausaika (min) puhelua kohti ja

h = 60 (= 1 h).

Kun tunnetaan johdon tai johtokimpun varausten määrä 60 minuutin aikana, saadaan liikenteen voimakkuus (y) lasketuksi lausekkeesta

$$y = Q \cdot \frac{tm}{h},$$

jossa

y = keskimääräinen liikenteen voimakkuus Erlangeina,

Q = varausten lukumäärä tunnissa,

tm = keskimääräinen varausaika (min) ja

h = 60 (= 1 h).

Jos esimerkiksi yhden johdon varausten lukumäärä (Q) on 6 ja keskimääräinen varausaika (tm) on 5 minuuttia, saadaan liikenteen voimakkuudeksi

$$y = 6 \cdot \frac{5}{60} = 0,5 \text{ E.}$$

Tarjotun liikenteen ja liikenteen voimakkuuden yksikkö on siis Erlang (E). Pienempiä liikenteen voimakkuuksia voidaan merkitä millierlangeina (mE).

Yleistettynä asia voidaan määrittää siten, että liikenteen voimakkuus Erlangeissa jonkin ajanjakson T kuluessa jossakin johdossa tai johtokimpussa on varausten kestoajkojen summa jaettuna tällä ajalla eli

$$y = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{T},$$

jossa $t_1 \dots t_n$ ovat eri varausten kestoajoja.

Puhelinverkkojen rakennemääräysten mukaan suositellaan kyseessä olevaksi ajanjaksoksi 60 minuuttia, sillä liikenteen voimakkuus pyritään selvittämään juuri määrättyinä kiiretunteina, jolloin liikenne on hui-pussaan. Liikennehuippujen vaihdellessa suuresti lyhyinä ajanjaksoina olisi tarkkailujaksoksi kuitenkin valittava esimerkiksi $\frac{1}{2}$ tuntia, jolloin kaksi liikenteellisesti kiireisintä puolituntista muodostaisivat yhdessä kiiretunnin.

Tarjottu liikenne (A) ja liikenteen voimakkuus (y) eivät ole yhtä suuria, sillä osa tarjotusta liikenteestä estyy esimerkiksi johdon ollessa varattu. Tällöin tarjottu liikenne (A) eroaa liikenteen voimakkuudesta (y) juuri eston (Bn) määräämän osan verran eli

$$y = A (1 - Bn) \text{ ja}$$

$$A = \frac{y}{1 - Bn}.$$

Jos esto muodostuu hyvin pieneksi on $A \approx y$.

Liikenteen määrä (M) on liikenteen voimakkuuden (y) ja tarkkailuajan (T) tulo eli

$$M = y \cdot T.$$

Se mitataan Erlangtunneissa (Eh), ja se on eräässä mielessä johtokim-pun suorittaman työn mitta.

B. ESTO JA ODOTUSAIKAPERIAATE

Esto (B_n) eli todennäköisyys sille, että kaikki johtokimpun johdot ovat varatut, saadaan lasketuksi Erlangin perusyhtälöstä

$$B_n = \frac{\frac{A^n}{n!}}{1 + A + \frac{A^2}{2!} + \dots + \frac{A^n}{n!}},$$

jossa

B_n = esto (Poissonin jakautumalle),
 A = tarjottu liikenne Erlangeina ja
 n = johtojen lukumäärä.

Kun on kysymyksessä käsivälitteinen paikallisliikenne, Erlangin kaavan mukainen esto ei saisi yleensä nousta yli 10 %:n. Jos esto pääsee suureksi (10...30 %), on olemassa vaara, että se ryöstäytyy irti eli toisin sanoen esto alkaa synnyttää lisää kutsuja, jolloin tarjotun liikenteen paine kasvaa lisäten jälleen estoa. Pienellä väylällä voidaan kuitenkin yleensä sallia suurempi esto kuin suurella, sillä pieni väylä ei ole läheskään niin arka ylikuormitukselle.

Kun estoa lähdetään tarkastelemaan lähemmin, joudutaan tekemisiin oikeastaan kahden eri tapauksen kanssa.

Ensimmäisenä ja yleisimpänä on tapaus, jossa tilaaja saa eston synnytyessä varattumerkin (tai osoitepuhelin on varattu) ja sulkee puhelimensa. Tällöin uusittu kutsu ilmenee tarjotun liikenteen (A) kasvuna. Tässä tapauksessa käytetään yleisimmin edellä esitettyä Erlangin perusyhtälöä eston (B_n) määräämiseen.

Toisessa tapauksessa on kysymyksessä odotusaikaperiaate. Odotusaikaperiaatteella toimivissa väylissä tilaaja odottaa niin kauan, kunnes tie on vapaa. Tätä periaatetta voidaan katsoa noudatettavan myös käsivälitteisessä kaukoliikenteessä, sillä siinä otetaan tilaustiedot tilauslapuille, jonka jälkeen kukin tilaaja jää odottamaan omaa vuoroaan.

Odotusaikaperiaatteen esto ideaaliliikenteellä (Poissonin jakautuma) täydellä ulottuvaisuudella (= jokainen kutsu voidaan yhdistää jokaiseen menojohtoon) saadaan lasketuksi kaavasta

$$D = \frac{n \cdot B_n}{n-A + B_n \cdot A} = \frac{n \cdot B_n}{n-A \cdot (1-B_n)},$$

jossa

D = odotusaikaperiaatteen esto eli todennäköisyys sille, että muita puheluita on odottamassa edellä,

B_n = Erlangin kaavan mukainen esto,

n = johtojen lukumäärä ja

A = tarjottu liikenne.

Tällöin estynyt kutsu saa odottaa keskimäärin ajan

$$\bar{t} = \frac{D}{n-A} \cdot t_m,$$

jossa

\bar{t} = keskimääräinen odotusaika (min),

D = odotusaikaperiaatteen esto,

n = johtojen lukumäärä,

A = tarjottu liikenne ja

t_m = keskimääräinen varausaika.

Edellä esitetyillä kaavoilla lasketut tulokset ovat teoreettisia ja pätevät vain ideaaliliikenteellä.

Käytännössä laskelmat pitävät parhaiten paikkansa silloin, kun kaikki puhelut tai ainakin lähes kaikki ovat samaa kiireysluokkaa. Näinhän tilanne on rauhan ajan sotilasliikenteessä ja myös sodan aikana rauhallisina ajanjaksoina. Esimerkkinä mainittakoon pääesikunnan keskuksesta Tampereelle suuntautuvien puhelujen kiireysluokkien jakautuminen maaliskuussa 1969

— valvontapuhelut	80 kpl
— kiireelliset virkapuhelut	46 „
— tavalliset virkapuhelut	1 354 „
	<hr/>
	yht 1 480 kpl

Tavallisten virkapuhelujen suhde muihin oli tällöin noin 10:1.

Sodan ajan liikenteestä todettakoon, että III AKE:ssa kiireysluokkien jakautuminen syyskuussa 1942 oli seuraava:

— hätäpuhelut (iv)	141 kpl
— komentajapuhelut	20 „
— kiireelliset virkapuhelut	354 „
— sotilasvirkapuhelut	10 413 „
— yksityiset puhelut	2 659 „
	<hr/>
	yht 13 587 kpl

Sotilasvirkapuhelujen ja yksityisten puhelujen suhde muihin kiireysluokkiin oli siis 25:1.

Kriisien syntyessä taistelukentällä ylempien kiireysluokkien käyttö kuitenkin lisääntyy. IV AK:n viestiaselajin sotakokemusten mukaan vihollisen suurhyökkäyksen (9.6.—9.7.1944) aikana komentaja- ja hätäpuhelut valtasivat liikenteen aamusta iltaan, jolloin alempien kiireysluokkien tilaamisoikeuden omaaville jäi mahdollisuus puhua vain öisin. Kiireysluokkien avulla pyritäänkin juuri siihen, että tärkeimmät eli ylemmän kiireysluokan omaavat puhelut voidaan toimittaa muita nopeammin, kun taas alemman kiireysluokan puhelut joutuvat odottamaan vastaavasti kauemmin. Keskimääräinen odotusaika pysynee kuitenkin suuruusluokaltaan ennallaan.

Toinen odotusaikaan käytännössä vaikuttava tekijä on puhelunvälittäjän toiminta eli se, kuinka nopeasti välitystyö tapahtuu ja suorittaako puhelunvälittäjä henkilöhakua, mikäli asianomainen henkilö ei ole tavattavissa omassa puhelimessaan. Tällainen toiminta pienentää luonnollisestikin keskuksen liikennekapasiteettia ja suurentaa odotusaikoja. On ilmeistä, että toiminta tulee tapahtumaan sodan aikana juuri edellä esitetyllä tavalla.

Jos halutaan tutkia lähemmin yhteyden laatua, on selvitettävä, millä todennäköisyydellä joudutaan odottamaan yli määrätyn ajan. Todennäköisyys sille, että odotusaika ylittää ajan t , voidaan laskea kaavasta

$$p(>t) = D \cdot e^{- (n-A) \frac{t}{tm}}$$

Jos esimerkiksi johtojen lukumäärä (n) on 4, tarjottu liikenne (A) 2,5 E ja keskimääräinen varausaika (tm) 5 minuuttia, ja halutaan tietää, mikä on todennäköisyys, että joudutaan odottamaan yli 6 minuuttia, saadaan yllä olevan kaavan mukaan vastaukseksi $p(>6 \text{ min}) \approx 0,05$.

Edellä esitettyjä kaavoja hyväksi käyttäen puolustuslaitoksen tietokonekeskus on suorittanut laskelmia väylämitoittamisen helpottamiseksi pitäen lähtöarvoina tarjottua liikennettä (A) johtomäärien ollessa 1...10.

Tällöin laskettiin muun muassa

- liikenteen voimakkuus (y),
- Erlangin kaavan mukainen esto (Bn),
- odotusaikaperiaatteen esto (D) sekä
- keskimääräiset odotusajat odotusaikaperiaatteella toimittaessa keskimääräisten varausaikojen ollessa 3, 4, 5, 6 ja 7 minuuttia.

Esimerkkejä saaduista tuloksista on esitetty taulukoissa 1a ja 1b.

PUHELINLIIKENTEEN ANALYSOINTI KAHDEN JOHDON VAYLALLÄ

Tarjottu liikenne (A)	Liikenteen voimakkuus (y)	Esto (Bn)	Odotusaikaperiaatteen esto (D)	T odot (3) 1)	T odot (4) 1)	T odot (5) 1)	T odot (6) 1)	T odot (7) 1)
0.1	0.09	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
0.2	0.19	0.01	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
0.3	0.28	0.03	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.16
0.4	0.37	0.05	0.06	0.12	0.16	0.20	0.24	0.29
0.5	0.46	0.07	0.10	0.20	0.26	0.33	0.40	0.46
0.6	0.53	0.10	0.13	0.29	0.39	0.49	0.59	0.69
0.7	0.61	0.12	0.18	0.41	0.55	0.69	0.83	0.97
0.8	0.67	0.15	0.22	0.57	0.76	0.95	1.14	1.33
0.9	0.74	0.17	0.27	0.76	1.01	1.26	1.52	1.77
1.0	0.80	0.20	0.33	0.99	1.33	1.66	1.99	2.33
1.1	0.85	0.22	0.39	1.30	1.73	2.16	2.60	3.03
1.2	0.90	0.24	0.45	1.68	2.25	2.81	3.37	3.93
1.3	0.95	0.26	0.51	2.19	2.92	3.65	4.38	5.12
1.4	0.99	0.28	0.57	2.88	3.84	4.80	5.76	6.72
1.5	1.03	0.31	0.64	3.85	5.14	6.42	7.71	8.99
1.6	1.07	0.32	0.71	5.33	7.11	8.88	10.66	12.44
1.7	1.10	0.34	0.78	7.81	10.41	13.01	15.62	18.22
1.8	1.14	0.36	0.85	12.78	17.05	21.31	25.57	29.84
1.9	1.17	0.38	0.92	27.76	37.02	46.28	55.53	64.79

- 1) T odot (3) = keskimääräinen odotusaika (min) vastaavalla A:n arvolla keskimääräisen varausajan (tm) ollessa 3 min.
 T odot (4) = keskimääräinen odotusaika (min) vastaavalla A:n arvolla keskimääräisen varausajan (tm) ollessa 4 min.
 T odot (5) = keskimääräinen odotusaika (min) vastaavalla A:n arvolla keskimääräisen varausajan (tm) ollessa 5 min.

TAULUKKO 1 a

PUHELINLIIKENTEEN ANALYSOINTI KOLMEN JOHDON VAYLALLA

Tarjottu liikenne (A)	Liikenteen voimakkuus (y)	Esto (Bn)	Odotus-aikaperiaatteen esto (D)	T odot (3) 1)	T odot (4) 1)	T odot (5) 1)	T odot (6) 1)	T odot (7) 1)
0,5	0.49	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04
0.6	0.58	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
0.7	0.68	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.09	0.11
0.8	0.76	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.16
0.9	0.85	0.05	0.07	0.10	0.13	0.16	0.20	0.23
1.0	0.93	0.06	0.09	0.13	0.18	0.22	0.27	0.31
1.1	1.01	0.07	0.11	0.18	0.24	0.30	0.36	0.42
1.2	1.09	0.08	0.14	0.23	0.31	0.39	0.47	0.54
1.3	1.16	0.10	0.17	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70
1.4	1.23	0.11	0.20	0.37	0.50	0.63	0.75	0.88
1.5	1.29	0.13	0.23	0.47	0.63	0.78	0.94	1.10
1.6	1.36	0.14	0.27	0.56	0.78	0.97	1.17	1.36
1.7	1.41	0.16	0.31	0.72	0.96	1.20	1.44	1.68
1.8	1.47	0.18	0.35	0.88	1.18	1.47	1.77	2.06
1.9	1.52	0.19	0.39	1.08	1.44	1.81	2.17	2.53
2.0	1.57	0.21	0.44	1.33	1.77	2.22	2.66	3.11
2.1	1.62	0.22	0.49	1.64	2.18	2.73	3.28	3.82
2.2	1.67	0.23	0.54	2.03	2.71	3.38	4.06	4.74
2.3	1.71	0.25	0.59	2.54	3.39	4.24	5.08	5.93
2.4	1.75	0.26	0.64	3.23	4.31	5.39	6.47	7.55
2.5	1.79	0.28	0.70	4.21	5.61	7.02	8.42	9.83
2.6	1.83	0.29	0.75	5.69	7.58	9.48	11.38	13.28
2.7	1.86	0.30	0.81	8.17	10.89	13.61	16.34	19.06
2.8	1.89	0.32	0.87	13.15	17.53	21.91	26.30	30.68
2.9	1.93	0.33	0.93	28.13	37.50	46.88	56.26	65.63

- 1) T odot (3) = keskimääräinen odotusaika (min) vastaavalla A:n arvolla keskimääräisen varausajan (tm) ollessa 3 min.
 T odot (4) = keskimääräinen odotusaika (min) vastaavalla A:n arvolla keskimääräisen varausajan (tm) ollessa 4 min
 T odot (5) = keskimääräinen odotusaika (min) vastaavalla A:n arvolla keskimääräisen varausajan (tm) ollessa 5 min.

TAULUKKO 1 b

Käsivälitteisessä kaukoliikenteessä saadaan välitetyksi yhdellä johdolla tunnissa keskimäärin 0,6...0,85 E:n liikenne riippuen mm puhelunvälitystavasta ja puhelunvälittäjien ammattitaidosta ja lukumäärästä. Esimerkiksi eräiden posti- ja lennätinlaitoksen tilastojen mukaan saa-

daan yhdelle johdolle tunnissa mahtumaan keskimäärin 0,83 E:n liikenne (toimitusajat ml) kun taas pääesikunnan puhelinkeskuksessa vastaava luku on noin 0,7 E. Sodan aikana luku tulee ilmeisesti sotilasyhteyksillä useissa keskuksissa olemaan vieläkin pienempi.

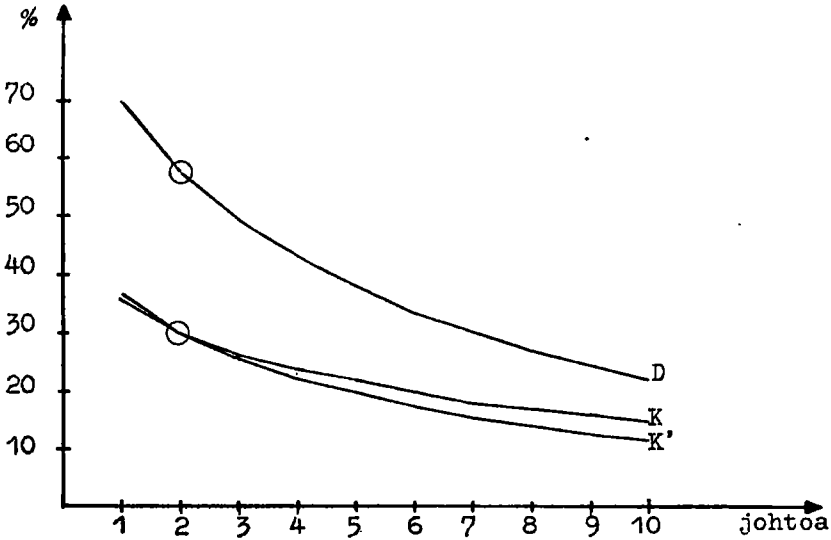
Koska kuitenkin ideaaliliikenteessä (ei käsivälitys) on liikenteen voimakkuus huomattavasti suurempi (lähenee 1.0 E:ia) on suoritetuissa tietokonelaskelmissa tarjotun liikenteen (A) arvoihin tehtävä määrätyn suuruiset korjaukset mitoitettaessa väyliä sallittujen keskimääräisten odotusaikojen perusteella käsivälitteistä liikennettä varten. Tämä merkitsee sitä, että johdolle tai johtokimpulle määrätyn keskimääräisen odotusajan perusteella sallitusta tarjotun liikenteen voimakkuudesta on vähennettävä määrätty osa, jotta voidaan taata, että mitoitus tapahtuu kyseessä olevan odotusajan mukaisesti. Asian selvittämiseksi suoritettiin pääesikunnan puhelinkeskuksen virkaliikenteen tarkkailua. Tarkkailu suoritettiin siten, että mitattiin helmikuussa (1969) kahden menojohton tarjottu liikenne virka-ajan alusta (klo 08.30) klo 10.00:aan asti sekä laskettiin vastaavana aikana syntyneet odotusajat ja verrattiin niitä taulukon 1 a arvoihin. Vertailuun otettiin 22 vilkkainta tarkkailuaikaa, jolloin A:n arvojen eroksi saatiin noin 25 %. Niinä tarkkailuaikoina (15 kpl), jolloin keskimääräiset varausajat olivat alle 7 minuuttia, ero oli 30 %, mitä voidaan pitää lähtöarvona ryhdyttäessä määrittämään lähemmin korjausprosenttia. Korjausprosentin muuttuminen johtuu luonnollisesti siitä, että lyhyempien puheluiden välityksessä syntyvä aikahukka on suurempi kuin pitempien.

Esitetty —30 %:n korjaus taulukon 1 a mukaisiin tarjotun liikenteen (A) arvoihin ei ilmeisesti soveltune käytettäväksi kuin kahden johdon väylällä, sillä suurella väylällä todennäköisyys, että jokin johto on vapaa, on suurempi kuin pienellä väylällä. Tämän mukaan voidaan päätellä, että liikenne saadaan sujumaan paremmin suurella väylällä kuin pienellä ja päästään siten myös lähemmäksi ideaaliliikennettä. Tällöin korjausprosentin tulisi olla sitä pienempi, mitä suuremmasta väylästä on kysymys.

Kuvassa 1 on esitetty odotusaikaperiaatteen eston (D) muuttuminen tarjotun liikenteen arvoilla A (0,7 n) johtomäärien ollessa 1...10.

Siinä on myös esitetty tarjotun liikenteen (A) korjausprosentin (K') muuttuminen samassa suhteessa kuin odotusaikaperiaatteen esto (D)

KORJAUSPROSENTIN (K) MUUTTUMINEN



Kuva 1

lähtöarvon ollessa kahdella johdolla —30 %. Koska kuitenkin suurilla väylillä (yli 5 johtoa) esimerkiksi puhelunvälittäjien vähyiden tai muiden syiden takia saattaa käydä niin, että koko väylän kapasiteettia ei saada täysin käytetyksi hyväksi, on kuvassa esitetty arvioitu korjauskäyrä (K). Sen mukaan korjausprosentit olisivat

— yhdellä johdolla	—36 %
— kahdella „	—30 %
— kolmella „	—26 %
— neljällä „	—24 %
— viidellä „	—22 %
— kuudella „	—20 %
— seitsemällä „	—18 %
— kahdeksalla „	—17 %
— yhdeksällä „	—16 %
— kymmenellä „	—15 %

Haluttaessa tietää esimerkiksi, kuinka suuri tarjottu liikenne (A) sallitaan 3 johdon väylälle, kun keskimääräinen varausaika (tm) on 6 minuuttia ja keskimääräinen odotusaika ei saa ylittää 10 minuuttia, etsitään taulukosta 1 b sarake T odot (6) (= keskimääräinen odotusaika kun tm on 6 min). Tästä sarakkeesta löydetään lähinnä 10 minuuttia vastaavat ajat 8.42 ja 11.38 minuuttia. Vastaava tarjotun liikenteen (A) arvo on tällöin noin 2.55 E, ja kun korjausprosentti (K) 3 johdolla on —26 %, saadaan sallituksi tarjotun liikenteen (A) arvoksi 1,9 E.

Korjausprosenttien tarkistamiseksi tulisi järjestää riittävän laaja todellisen liikenteen tilastoiminen. Tällaista odotusaikojen ja tarjotun liikenteen tilastointia ei ole ainakaan posti- ja lennätinlaitos suorittanut käsivälitteisessä liikenteessä.

II VIESTILIIKENTEEN MITTAAMINEN SEKA LIIKENTEEN MAARAN JA VOIMAKKUUDEN ARVIOIMINEN

A. YLEISTÄ

Viestiliikenteen määrän ja voimakkuuden arvioiminen tulevaisuuden sodassa on erittäin vaikeaa. Edes auttavan kuvan saamiseksi kehityksen kasvuvoimakkuudesta tulisi kaikissa suurissa sotaharjoituksissa suorittaa viestiliikenteen tilastointia. Tuloksia tulisi verrata viime sotien aikaisiin tilastoihin, jolloin voidaan todeta, ovatko liikennemäärät kasvaneet, pysyneet ennallaan tai vähentyneet; tästä voidaan edelleen päätellä, ovatko johtamistoiminnat olleet läheskään totuudenmukaiset. Harjoituksissa olisi välttämätöntä, että yhtymät olisivat lähes normaaleissa kokoonpanoissaan myös eri aselajien osalta ja että toimittaisiin mahdollisimman paljon tilanteen mukaisesti kaikkine kitkatekijöineen. Olisi ilmeisesti syytä esimerkiksi joka viides vuosi pitää suursotaharjoitus, jossa johtamistoiminta pyrittäisiin saamaan mahdollisimman laajaksi, jopa sotilasläänin puitteissa, jolloin myös viestijärjestelmiemme suorituskky tulisi punnituksi.

B. LIIKENTEEN MITTAAMINEN

1. Koulutus

Tätä tutkimusta varten suoritetuissa viestiliikenteen tilastoinneissa todettiin, että viestihenkilöstön koulutus tilastoimistehtäviä varten on hyvin puutteellinen. Niinpä viestiaseman henkilöstö pystyy itse vain rauhallisissa oloissa suorittamaan tilastointia. Tilastointia suorittava henkilöstö olisikin yleensä varattava erikseen.

Viestiliikenteen tilastoimisen kouluttamisessa ei pelkästään riitä se, että opetetaan asianomaiset henkilöt laatimaan määrätyn tyyppisiä tilastoja, vaan koulutukseen on sisällytettävä niiden perusteiden opettaminen, joita tarvitaan liikenneväylän suorituskyykyä tutkittaessa. Jos tilastointihenkilöstöltä puuttuu teoreettinen tietous siitä, minkälaisia tietoja tarvitaan ja kuinka niitä käytetään määrättyyn päämäärään pääsemiseksi, syntyy helposti tehtävän suorituksessa väärinkäsityksiä ja tehdään turhaa työtä.

Lyhyen palvelusajan vuoksi ei liene kuitenkaan tarkoituksenmukaista opettaa varusmiehille muuta kuin tilastoimisen tekniset suoritustavat ja tärkeimmät perustiedot, joita yleensä tarvitaan erilaisten tilastojen laatimisessa.

Viestiaselajin kantahenkilöstölle tulisi eri kurssien yhteydessä opettaa liikenneteorian perusteet niin tarkasti, että he pystyvät johtamaan ja valvomaan viestiliikenteen tilastoimistyötä.

2. Puhelinliikenteen mittaaminen

Suurin osa viestiliikenteestämme tapahtui viime sodissa puhelinverkon välityksellä, ja niin se tulisi tapahtumaan tälläkin hetkellä.

Puhelinverkon välityksellä tapahtuvan sanomaliikenteen tilastoiminen on yksinkertaista, sillä kaikki tarvittavat tiedot saadaan viestitustoimiston sanomapäiväkirjasta. Niiden perusteella voidaan suorittaa viestitustoimintaa ja viestikeskusta koskevia järjestelyjä, mutta liikenteen voimakkuus jollakin yhteysvälillä voidaan selvittää vain suorittamalla liikenteen tilastoiminen kyseessä olevalla johdolla tai väylällä.

LIKIMÄÄRÄISEN TAULUKKOMENETELMÄN MITTAUSTAULUKKO

Tarkkailupaikka: _____ Johto N:o _____ Yhteysväli: _____

Päivä	Varattujen linjojen lukumäärä																		Varauksia yhteensä kiiretuntina	Tarkkailija				
	0900 - 1000						1000 - 1100						1100 - 1200											
Maanantai	1			1		1	1				1	1			1	1	1	1	1				7	PL
Tiistai	1		1		1		1				1	1			1	1		1	1			1	7	PL
Keskiviikko	1			1	1			1				1	1	1	1	1	1	1			1	8	PL	
Torstai	1		1		1		1		1			1	1			1	1	1	1			1	8	PL
Perjantai	1			1		1					1	1	1		1	1	1				1	7	PL	
Summa																						37		
$\bar{y} = \frac{37}{60} =$																						0,617 E		

Kuva 2

Puhelinliikenteen mittausmenetelmät, joita on lukuisia, ovat poikkeuksetta tilastollisia menetelmiä. Eräs niistä on likimääräinen taulukkomenetelmä. Tässä menetelmässä varataan kutakin tarkkailtavaa johon varten kuvan 2 mukainen mittausaulukko, joka on tarkoitettu viitenä peräkkäisenä päivänä suoritettavia mittauksia varten. Jokaista päivää kohti taulukossa on yksi rivi. Tarkkailu on suoritettava vähintään kolmena peräkkäisenä tuntina, jotka on valittava niin, että kiiretunti todennäköisesti tulee mukaan. Vaihtelevissa liikenneoloissa on tarkkailujaksoa tarvittaessa pidennettävä.

Johtoa kuunnellaan 5...10 sekuntia viiden minuutin väliajoin. Jos havaitaan puhelun olevan käynnissä johdolla, merkitään viiva asianomaiseen paikkaan taulukossa (1 sarake = 5 min). Jos kuunneltaessa tapahtuu soitto, se merkitään puheluksi riippumatta siitä, onko kysymyksessä hälytys vai loppumerkki. Jos kuunteluhetkellä todetaan 2 peräkkäistä puhelua, ne merkitään ainoastaan yhdeksi.

Tarkkailuajan päätyttyä etsitään päivittäin kiiretunti hakemalla taulukosta sellainen 12 peräkkäisen pienen ruudun ryhmä, johon sisältyy suurin mahdollinen määrä todettuja varauksia. Kiiretuntina todettujen varausten lukumäärä merkitään sarakkeeseen "varauksia yhteensä kiiretuntina". Kiiretunnin keskimääräinen liikennemäärä puheluminuuteissa saadaan laskemalla tarkkailupäivien kiiretuntien varausten lukumäärät yhteen. Kuvan 2 esimerkissä on saatu kiiretunnin keskimääräiseksi liikennemääräksi 37 puheluminuuttia. Liikenteen voimakkuus (y) Erlangeissa saadaan jakamalla edellä mainittu summa 60:lla eli

$$y = \frac{37}{60} = 0,617 \text{ E.}$$

Tämä niin sanottu taulukkomenetelmä liikenteen mittausmenetelmänä on hyvin yksinkertainen. Se vaatii kuitenkin melko pitkän tarkkailuajan (5 päivää). Menetelmän käyttöä rajoittavat maavoimien yhtymissä usein tapahtuvat viestiverkkojen muutokset. Parhaiten se soveltuu päämajan ja sotilasläänin esikunnan väliseen liikenteen mittaukseen.

Sotakorkeakoulun esikuntaharjoituksessa kesällä 1968 suoritettiin puhelinliikenteen mittaaminen kuvan 3 mukaista taulukkoa käyttäen.

SOTAKORKEAKOULUN ESIKUNTAHARJOITUKSESSA (-68) KÄYTETTY PUHELINLIIKENTEEN MITTAUSTAULUKKO

Keskus MÄNTY

Johto N:o 15

Yhteysväli 7.PrE - I.PE

h	min	00	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	Huom
00-01		1							1					
01-02														
02-03				1								1		
03-04														
04-05								1						
05-06			1		1						1			
06-07		1	1					1				1		1
07-08			1				1						1	
08-09		1					1				1			
09-10				1				1			1	11		1
10-11		1		1			11				1		1	
11-12			1				1						1	
12-13			1		1						1			
13-14					1									
14-15			1						1			1		
15-16		1		1									1	1
16-17												11		
17-18			1										1	
18-19				1			1			1				
19-20		1											1	
20-21					1							1	1	
21-22									1					
22-23					1									
23-24										1		1		

Selite: = kiiretunti

Kuva 3

Taulukkoa käytettiin liikenteen voimakkuuden mittaamiseen puhelin-keskuksessa.

Jokaista vuorokauden tuntia kohti taulukossa on yksi rivi. Pystysuorilla viivoilla tunnit on jaettu edelleen viiden minuutin jatksoihin. Puhelun tapahtuessa vedetään viiva asianomaiseen paikkaan taulukossa. Tarkkailuvuorokauden päätyttyä voidaan taulukosta määrittää kiiretunti viiden minuutin tarkuudella. Kuvan 3 esimerkin mukaisesti kiiretunti on klo 09.25—10.25 ja sinä aikana tapahtuneiden varausten lukumäärä on 9.

Mikäli halutaan tietää kyseessä olevan kiiretunnin liikenteen voimakkuus (y) täytyy selvittää myös keskimääräinen varausaika. Jos keskimääräinen varausaika on esimerkiksi 4 minuuttia, on liikenteen voimakkuus

$$y = \frac{9 \cdot 4}{60} = 0,6 \text{ E.}$$

Lisäksi taulukon perusteella voidaan laatia graafinen taulukko, josta ilmenee liikenteen vuorokautinen vaihtelu.

Taulukon käyttö on hyvin yksinkertaista, eikä se vaadi laajempaa koulutusta. Se soveltuu sekä johto- että väyläkohtaista liikenteen mittaamista varten.

Sähköisten mittausten menetelmien käyttöä ei ole katsottu tarkoituksenmukaiseksi esitellä tämän tutkimuksen yhteydessä, koska niitä ei ole todennäköisesti käytettävissä maavoimien yhtymissä.

3. Radioliikenteen mittaaminen

Radioverkoissa tapahtuvan sanomaliikenteen kuten muunkin sanomaliikenteen tilastoiminen suoritetaan yhtymän viestitustoimistossa. Sieltä saatavien tietojen perusteella voidaan arvostella radioasemien kapasiteettikysymyksiä sekä suorittaa tarvittavia viestiliikenteen ja viestikeskuksen järjestelyjä.

Puheradioliikenteen tarkkailu ja kapasiteetin mittaaminen voidaan parhaiten suorittaa kuunteluaseman avulla. Tällöin tulisi erityisesti

kiinnittää huomiota siihen, miten varsinaisen asiasisällön määrä suhtautuu muuhun turhaan liikenteeseen. Puheradiolinjan kapasiteetin tulisi olla lähes sama kuin puhelinlinjallakin.

C. LIIKENTEEN MÄÄRÄ JA VOIMAKKUUS

Prikaatin viestiliikenteen määrän selvittämiseksi suoritettiin Sotakorkeakoulun esikuntaharjoituksessa kesällä -68 liikenteen mittausta komento- ja selustaesikunnan toimistoissa sekä puhelinkeskuksissa. Esikuntaharjoituksessa oli taistelulajina prikaatin hyökkäys.

Kuvassa 4 on esitetty prikaatin komentoesikunnan viestiliikenteen määrä ja jakautuminen eri liikennelajeihin sekä liikenteen suuntautuminen kiireisimpänä päivänä.

Tuloksissa kiinnittää erityistä huomiota operaatiotoimiston suuri osuus (n 45 %) koko komentoesikunnan viestiliikennemäärästä. Tämä tuli havainnollisesti esille myös tilastoitaessa, kuinka kauan keskimäärin vuorokaudessa kussakin toimistossa puhuttiin viestivälineseen. Tulokset olivat kahden päivän keskiarvoina seuraavat:

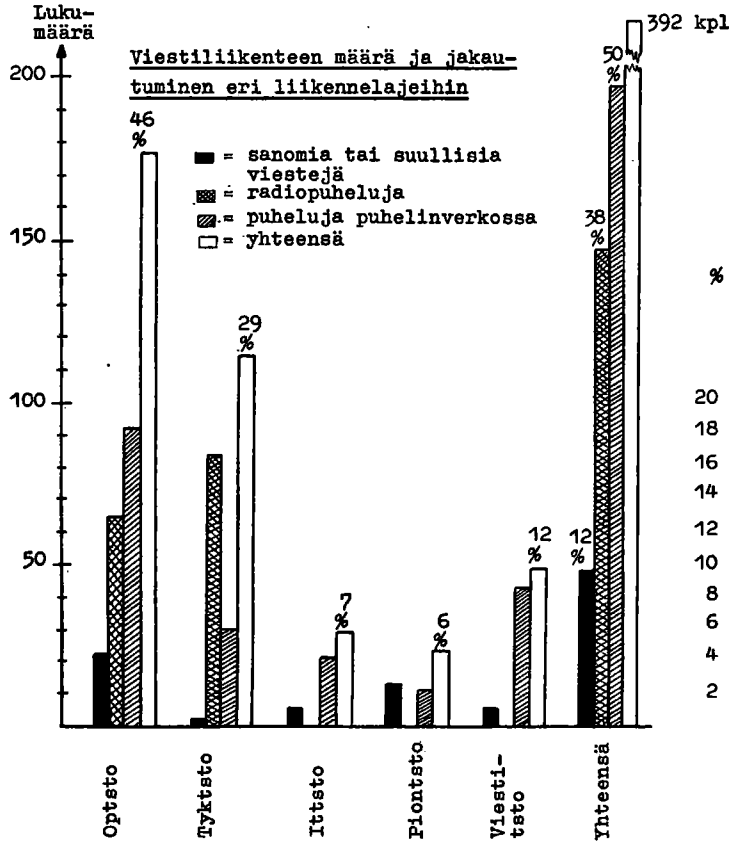
— operaatiotoimisto	n 10 h/vrk,
— tykistötoimisto	n 7 h/vrk,
— ilmatorjuntatoimisto	n 1 h 30 min/vrk,
— pioneeritoimisto	n 50 min/vrk ja
— viestitoimisto	n 3 h 40 min/vrk.

Komentoesikunnassa puhuttiin siis yhteensä noin 23 tuntia vuorokaudessa. Ottaen huomioon varsinkin operaatio- ja tykistötoimistossa viestiliikenteeseen käytetyn ajan olisi ehkä tarkoituksenmukaista muodostaa näihin kumpaakin pienet viestityselimet. Tällaiseen viestityselimeen tulisi kuulua 1—2 asianomaisen toimiston toimistoupseeria sekä 2—3 viestittäjää.

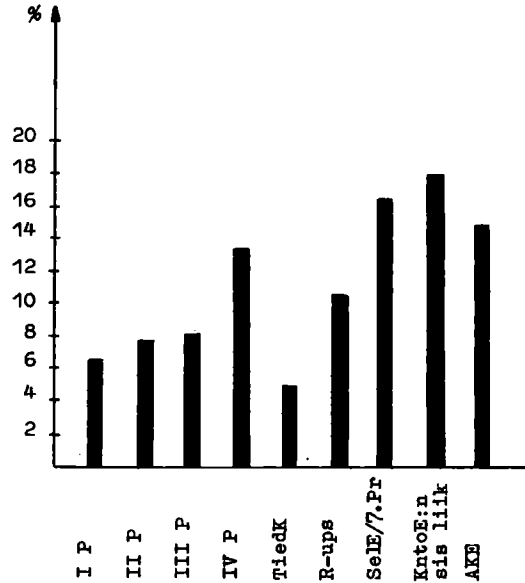
Liikenteen suuntautumisesta voidaan päätellä, että liikenne komentoesikunnan ja selustaesikunnan sekä komentoesikunnan ja armeijakunnan esikunnan välillä on ollut ilmeisesti normaalia pienempää.

PRIKAATIN KOMENTOESIKUNNAN VIESTILIIKENTEEN MÄÄRÄ JA JAKAUTUMINEN ERI LIIKENNELAJEIHIN SEKÄ
 LIIKENTEEN SUUNTAUTUMINEN SKK:N ESIKUNTAHARJOITUKSESSA 7.8.1968

283

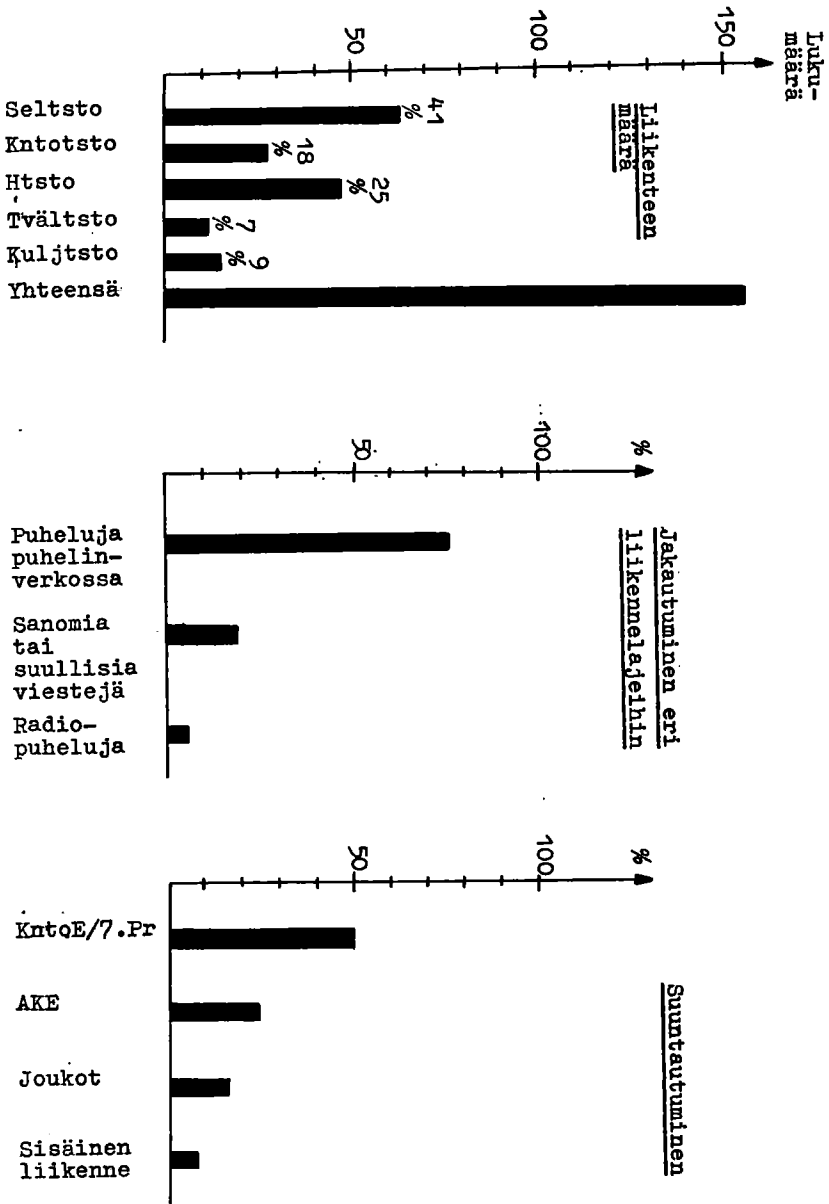


Viestiliikenteen suuntautuminen



Kuva 4

PRIKAATTIN SELUSTAESIKUNNAN VIESTILIIKENTEEN MÄÄRÄ JA JAKAUTUMINEN ERI
 LIIKENNELAJIEN SEKÄ LIIKENTEEN SUUNTAUTUMINEN SIKUN ESIRUNTA-
 HARJOITUKSESSA 8. 8. 1968



Kuva 5

Kuvassa 5 on esitetty prikaatin selustaesikunnan viestiliikenteen määrä ja jakautuminen eri viestiliikennelajeihin sekä liikenteen suuntautuminen. Tilaston mukaan selustatoimisto ja huoltotoimisto ovat suurimpia yhteyksien tarvitsijoita. Tästä kuten myös komentoesikunnan tilastosta puuttuvat kuitenkin kaikkien muiden esikunnan alueella olevien liikennesuoritukset.

Samassa harjoituksessa prikaatin komentoesikunnan puhelinkeskuksen tuntitilaston (6. 8. 1968) mukaan kiiretuntien suurimmat puhelumäärät ja liikenteen voimakkuudet eri yhteysväleillä olivat taulukon 2 mukaiset.

OTE PRIKAATIN KOMENTOESIKUNNAN PUELINKESKUKSEN TUNTITILASTOSTA SKK:N ESIKUNTAHARJOITUKSESSA 6. 8. 1968

Yhteysväli	Kiiretunti	Puhelumäärä	y	Huom
KntoE—IP	22—23	8	0,5 E	tm =
KntoE—SeE	05—06	12	0,75 E	3 min 45 s
KntoE—AKE	17—18	18	1,1 E	

TAULUKKO 2

Jotta saataisiin selville, mitä eroa on rauhan ajan harjoitusten viestiliikenteessä sodan ajan viestiliikenteeseen verrattuna, on tutkittava viime sodissa laadittuja liikennetilastoja. Näitä valitettavasti ei ole useinkaan laadittu tai sitten ne ovat puutteellisia. Joitakin käyttökelpoisia tilastoja on sentään olemassa.

Aunuksen Ryhmän esikunnassa oli ajalla 7. 1.—13. 1. 1943 lennätin- ja virkapuheluliikenteestä

— komentotoimiston osuus	10,0 %
— pastorin	5,5 %
— operatiivisen toimiston (tied ml)	16,5 %
— tykistön	4,5 %
— sääpalvelun	14,0 %

— ilmatorjunnan	3,0 %
— ilmavoimien	4,5 %
— pioneeritoiminnan	4,0 %
— huollon	25,0 %
— viestin	6,5 %
— sekä muiden osuus	6,5 %

Edellä esitetyssä luettelossa kiinnittyy huomio erityisesti huollon, sääpalvelun ja pastorin osuuksiin, jotka yhteensä tekevät lähes 50 % koko liikenteestä. Voidaan todeta, että esikuntaharjoituksessa tapahtunut viestiliikenne ei ainakaan näiltä osin ollut totuuden mukaista. Myös 14.D:n sotakokemusten mukaan noin 1/3 viestiliikenteestä palveli huollon tarpeita. Nämä seikat eivät ehkä vaikuta alemmissä johtoportaisissa viestiliikenteeseen yhtä suurella määrällä kuin ylemmissä, mutta ne on kuitenkin ennustetta laadittaessa otettava huomioon.

Jos oletetaan, että sodan aikana puhelumäärät olisivat esimerkiksi noin 20 % suuremmat kuin Sotakorkeakoulun esikuntaharjoituksessa ja että keskimääräinen varausaika olisi viisi minuuttia, olisivat tällöin puhelumäärät ja liikenteen voimakkuudet prikaatissa kiiretunteina tärkeimmillä yhteysväleillä taulukon 3 mukaiset.

**ARVIO SODAN AJAN LIKENTEEN VOIMAKKUUKSISTA RAUHAN
AJAN HARJOITUKSEN PERUSTEELLA**

Yhteysväli	Puhelumäärä	y	Huom
Kntoe/prik—ake	23	1,9 E	
Kntoe/prik—sele/prik	15	1,3 E	
Kntoe/prik—patl	10	0,85 E	
Sele/prik—hkesk/prik	12 ¹⁾	1,0 E	¹⁾ arvioitu

TAULUKKO 3

Keskimääräinen varausaika (tm) saattaa tuntua hieman pieneltä, mutta jos puheluajoja rajoitetaan vastaavasti kuin 6. 11. 1941 koko valtakunnassa ja vallatuilla alueilla eli sotilasvirikapuhelu kuusi minuuttia ja

kiirevirkapuhelu yhdeksän minuuttia, niin on todennäköistä, että keskimääräinen varausaika ei paikallispuheluissa ylitä ainakaan viittä minuuttia. Vertailun vuoksi esitetään taulukossa 4 yleisen puhelinverkon käsivälitteisen liikenteen keskimääräisiä aikoja.

**YLEISEN PUELINVERKON KESKIMÄÄRÄISIÄ AIKOJA
KÄSIVÄLITTEISESSÄ LIIKENTEESSÄ**

	Varausaika	Puheluaika	Huom
Paikallispuhelu	2,5 min	2,2 min	Varausaikoihin sisältyy myös hukkavarausten aiheuttama kuormitus
Verkkoryhmäpuhelu	4,0 min	3,2 min	
Kaukopuhelu	6,0 min	5,0 min	

TAULUKKO 4

Lähdettäessä tutkimaan armeijakuntaportaan yhteystarpeita viime sotien aikaisten tilastojen pohjalta on pyritty löytämään sellaiset tilastot, joissa liikennemäärä ja liikenteen voimakkuus ovat olleet huipussaan eli siis poikenneet normaaliliikenteestä ratkaisevasti.

Taulukossa 5 on esitetty 11.DE:n puhelinkeskuksen tunttilastosta (15. 12. 1942) tärkeimmät viestiliikennettä koskevat osat, mitkä palvelevat liikenne-ennusteen laatimista.

**OTE 11.DE:N PUELINKESKUKSEN TUNTTILASTOSTA
15. 12. 1942**

Yhteysväli	Kiiretunti	Puhelumäärä	y	Huom
11.DE-E/JR 8	14—15	17	1,7 E	tm = 6 min (arvioitu) Puheluita 15. 12. 42 yhteensä 2748 kpl
11.DE-Huolto-Os	18—19	43	4,3 E	
11.DE-17.D	20—21	13	1,3 E	
11.DE-V AKE	11—12	35	3,5 E	

TAULUKKO 5

Lähes kaikki liikenne oli tällöin tapahtunut puheluina, sillä vastaavana päivänä toimitettiin ainoastaan 13 puhelinsanomaa, 25 lennätinsanomaa ja 21 radiosanomaa.

- 14.D:n puhelinliikenteestä todettakoon, että puheluita välitettiin
- 21.—27. 1. 1943 vuorokausittain keskimäärin 2250,
 - 8.—12. 11. 1943 vuorokausittain keskimäärin 4249 ja
 - 15.—18. 6. 1944 vuorokausittain keskimäärin 4864.

Puhelut jakautuivat suurin piirtein siten, että 1/3 niistä puhuttiin esikunnan tilaajien kesken, 1/3 varsinaisten taisteluportaiden kanssa sekä 1/3 huolto- ym taemmaksi sijoitettujen muodostelmien välillä.

14.D:n vuorokautinen puhelumäärä (4864) oli lähes kaksinkertainen 11.D:n puhelumäärään (2748) nähden (taulukko 5). Jälkimmäisestä tosin puuttuu esikunnan sisäinen liikenne. Eräänä syynä puhelumäärien eroon on nähtävissä se, että 14.D muodosti ikään kuin pienois-armeijakunnan. Karkeasti arvioituna oli 14.D:lla tilastoaikoina noin 1,6—1,7 kertaa enemmän johdettavia kuin 11.D:lla. Muun muassa jalkaväkijoukkojen (rykmenttien esikunnat ja erilliset pataljoonat) suhde oli noin 1 : 2 14.D:n hyväksi. Ottaen huomioon edellä esitetyt erot voidaan todeta, että puhelinliikenne 14.D:ssa ja 11.D:ssa on tilastointiaikana eri yhteysväleillä ollut ehkä yhtä vilkasta.

Kun lähdetään tekemään ennustetta liikenteen määrästä tulevassa sodassa viime sotien liikennetilastojen pohjalta, on ensin suoritettava sodan ajan yhtymien rinnastaminen nykyisiin yhtymiimme. Lähinnä oikeana rinnastuksena voitaneen pitää

- pataljoona — pataljoona,
- rykmentti — prikaati,
- divisioona — armeijakunta ja
- armeijakunta — sotilaslääni.

Ottaen huomioon viime sotien aikaisten ja nykyisten organisaatioidemme erot sekä nykyaikaisen sodan johtamisen luonteen saattavat puhelumäärät ja tarjottu liikenne eri yhteysväleillä kiiretuntina armeijakunnassa muodostua taulukon 6 mukaisiksi.

Verrattaessa yhtymiemme tietoliikenteen määrää USA:ssa laadittuun arvioon voidaan ainakin eräältä osin päätyä samaa suuruusluokkaa ole-

**ARVIO LIIKENTEEN VOIMAKKUUKSISTA VIIME SOTIEN
AIKAISTEN TILASTOJEN PERUSTEELLA**

Yhteysväli	Puhelumäärä	A	Huom.
Kntoe/ak — sle	35—40 1)	3,5 — 4,0	1) Liikenne jakautunut kntoe:aan ja sele:aan
Sele/ak — sle	20—25 1)	2,0 — 2,5	
Kntoe/ak — sele/ak	30—35 2)	3,0 — 3,5	2) Liikenne jakautunut sele:aan ja hkesk:een
Sele/ak — hkesk/ak	20—25 2)	2,0 — 2,5	
Kntoe/ak — kntop/ak	10—15	1,0 — 1,5	3) tm = 5 min (muissa 6 min)
Kntoe/ak — naap-ake	15—20	1,5 — 2,0	
Kntoe/ak — kntoe/prik	20—25	2,0 — 2,5	
Kntoe/ak — sele/prik	10—15	1,0 — 1,5	
Kntoe/prik — sele/prik	12—17 2)3)	1,0 — 1,4	
Sele/prik — hkesk/prik	10—15 2)3)	0,85 — 1,2	
Kntoe/prik — patl	10—12 3)	0,85 — 1,0	

TAULUKKO 6

vaan lopputulokseen. Arvion mukaan divisioonan tietoliikenteen määrä on noin 660 suoritusta tunnissa. Jos lisäämme 14.D:n vuorokautiseen puhelumäärään nykysodan asettaman lisän noin 20 % ja pidämme kiire-tunnin keskityksenä 10 %, saamme puhelujen määräksi noin 580. Kun tähän lisäämme radioteitse lähetettävät sanomat sekä muut viestit, tul-taneen lähes samaan määrään eli noin 600—650.

Sanomaliikenteen suuruuden selvittämiseksi todettakoon, että muun muassa IV AKE:n viestitoimisto käsitteli 10. 6. 1944 yli 400 sanomaa ja 6.DE 29. 6. 44 noin 80 sanomaa. IV AKE:n toimintaa rinnastettaessa nykyiseen sotilasläänimme esikuntaan voidaan olettaa, että läänin esi-kunnan tulisi selviytyä kiireisimpinä aikoina 400—500 sanomasta vuoro-kaudessa. Vastaavasti armeijakunnan esikunnan tulisi kyetä selviyty-mään noin 100 sanoman liikenteestä. On kyseenalaista, pystyvätkö ny-kyiset esikuntiemme viestitustoimistot käsittelemään riittävän nopeasti tällaisia sanomamääriä. Kapasiteettikysymykseen vaikuttaa tietysti salakirjoitettavien ja tulkittavien sanomien määrä ratkaisevasti. IV AKE:ssa niitä oli vastaavana aikana suurimmillaan ainoastaan noin

40 vuorokaudessa. Sotilasläänin esikunnassa niiden lukumäärä saattaa olla 2—3 kertaa suurempi muun muassa lisääntyneen suuntaradioiden käytön johdosta, koska tällöin viestien salaamistarve kasvaa johdinlinjoilla viestitettäviin sanomiin verrattuna. Viestitustoimistojen kokoonpanojen tutkimiseksi tulisi järjestää harjoitus, jossa sanomamäärät noudattaisivat edellä esitettyjä suuruusluokkia. Silloin vasta saadaan selville niiden todellinen kapasiteetti.

Radiota pidettiin viime sodissa yleensä varmentavana yhteysvälineenä. Liikenteen määrä oli useissa tapauksissa suhteellisen vähäistä. Ilmeisesti kapasiteettia olisi ollut enemmänkin, ellei sitten komento- ja paikkojen siirtyminen ole aiheuttanut rajoituksia. Radioliikenteen kapasiteetista antaa eräs V AK:n tilasto määrätyn suuruusluokkakuvan. Tämän tilaston mukaan 11.DE lähetti elokuussa 1943 407 radiosanomaa ja vastaanotti 588 sanomaa, mutta näistä oli todellisia sanomia vain 164. Muut olivat harjoitussanomiamia. Välitettyjä radiosanomiamia oli siis yli 30 vuorokautta kohti. Alayhtymien sisäisissä yhteyksissä radiolla oli jo huomattavasti tärkeämpi merkitys. Rykmentin—pataljoonan välillä se oli usein jopa pääviestiväline.

III ARMEIJAKUNNAN VIESTIYHTEYSTARPEET

A. YLEISTÄ

Nykyaikaisen sodan luonne on lisännyt johtamistoiminnalle asetettavia nopeusvaatimuksia, mitkä vuorostaan ovat lisänneet viestiliikenteen nopeusvaatimuksia.

Nopeusvaatimusta tarkasteltaessa on todettava sen kaksitahoisuus. Ensiksi on oltava määrätty nopeusvaatimukset yhteyksien aikaansaamiseksi niin, että ne ovat tietyissä ajassa käyttövalmiit ja toiseksi vaatimukset valmiille liikennejärjestelmille niin, että viestit saadaan halutussa ajassa perille.

Jälkimmäisessä tapauksessa nopeus on riippuvainen yhteysmäärästä ja liikenteen voimakkuudesta, mihin puolestaan vaikuttaa viestitysno-

peus. Viestiliikenteen nopeusvaatimukset vaikuttavat ratkaisevasti viestiyhteystarpeisiin, joten on erittäin tärkeätä selvittää ensiksi, kuinka nopeasti viestit on saatava perille.

Valmiille viestiliikennejärjestelmälle asetettavien nopeusvaatimusten selvittämiseksi suoritettiin mielipidekysely, jolla pyrittiin selvittämään sallitut odotusajat maavoimien yhtymien eri johtoportaiden välillä eli kuinka nopeasti keskimäärin on saatava yhteys johtoportaasta toiseen. Vastauksia pyydettiin sotilasläänien ja sotilaspiirien esikunnilta, jalkaväki- ja kenttätykistöjoukko-osastoilta, Sotakorkeakoululta, Taistelukoululta, Kadettikoululta, Tykistökoululta, Ilmatorjuntakoululta, Pioneerikoululta ja Viestikoululta.

Taistelun välittömässä johtamisessa tärkeimpien yhteysvälien nopeusvaatimukset vastauksien mediaanien mukaan olivat:

— sle—kntoe/ak	30 minuuttia,
— kntoe/ak—sele/ak	15 „
— kntoe/ak—kntoe/prik	10 „
— kntoe/prik—sele/prik	10 minuuttia ja
— kntoe/prik—patl	5 „

Esitetyt nopeusvaatimukset ovat yleisvaatimuksia viestiverkoille, eikä niitä arvioitaessa ole otettu huomioon puhelujen ja sanomien eri kiireysluokkien vaikutusta.

Vastaavat kenttätykistön nopeusvaatimukset eli sallitut odotusajat taistelun välittömässä johtamisessa mediaanien mukaan olivat

— sle—kntoe/ak	25 minuuttia
— kntoe/ak—sele/ak	5 „
— kntoe/ak—kntoe/prik	5 „
— kntoe/prik—sele/prik	1 minuutti ja
— kntoe/prik—patl	1 „

Viimeksi mainittuja vastauksia oli kuitenkin niin vähän, että mitään pitkälle vieviä johtopäätöksiä on uskaliaasta tehdä, mutta toisaalta keskijointojen pienuus osoitti selvästi vastauksien antajien yhdensuuntaisen ajattelutavan.

Tuloksia tutkittaessa voidaan todeta, että tykistön nopeusvaatimukset ovat huomattavasti suurempia kuin yleisjohdon. Erityistä huomiota herättää vastauksissa varsinkin armeijakunnan komento- ja selustaesikunnan sekä armeijakunnan komentoesikunnan ja prikaatin komento-esikunnan väliset erittäin suuret nopeusvaatimukset. Nämä saattavat hyvinkin olla oikeaan osuneita, sillä taisteluthan voivat alkaa samanaikaisesti sekä rintamassa että selustassa, jolloin myös selustan tulenjohtoyhteyksien tulee olla nopeita.

B. PUHELINYHTEYDET

Ennen puhelinyhteystarpeiden määrittämistä on palattava vielä hetkeksi Erlangin kaavan mukaiseen estoon. Aikaisemmin on todettu, että esto ei saisi yleensä nousta yli 10 %, sillä silloin on olemassa vaara, että se ryöstäytyy irti. Lisäksi todettiin, että pienellä väylällä voidaan sallia yleensä suurempi esto kuin suurella. Kun otetaan huomioon kenttäyhteyksien suhteellisen hidas rakentamisnopeus sekä ylläpitomahdollisuudet taistelussa, on tästä yleisperiaatteesta luovuttava ainakin pienempien johtomäärien ollessa kysymyksessä. Jos pidetään lähtökohtana, että puhelinjohtojen lukumäärä paikallisliikenteessä noudattaa kaavaa $n = y + 1,5 \sqrt{y}$, olisivat vastaavat estot silloin eri johtomäärillä seuraavat:

n = 1	B _n = 25,0 %
n = 2	B _n = 16,0 %
n = 3	B _n = 13,0 %
n = 4	B _n = 11,0 %
n = 5	B _n = 10,0 %
n = 6	B _n = 9,0 %
n = 7	B _n = 8,0 %
n = 8	B _n = 7,5 %
n = 9	B _n = 7,0 %
n = 10	B _n = 6,5 %

Vertauksena todettakoon, että siviiliverkkoryhmän sisäisessä puoli-automatisoidussa pikaliikenteessä, mikä tapahtuu ilman odotusaikoja käsivälityksellä toimivista keskuksista automaattikeskuksiin, on johtomäärän oltava vähintään se, mikä saadaan myös lausekkeesta $n = y + 1,5 \sqrt{y}$.

Eston noustessa paikallisliikenteessä yli 10 % on johtoa kuitenkin tarkkailtava ja tarvittaessa siirryttävä kyseisellä yhteysvälillä kaukopuheluliikenteeseen. Tilanne on yleensä riippuvainen tilaajien käyttäytymisestä. Jos tilaajat johdon ollessa varatut häviävät ja tulevat uudelleen 1/2—1 minuutin välein, tarjotun liikenteen paine kasvaa ja esto saattaa ryöstäytyä irti. Jos tilaajat eivät ole hätäisiä, liikenne sujuu todennäköisesti tyydyttävästi edellä esitettyjen estojen puitteissa.

Maavoimien yhtymien kaukopuhelinliikenteen johtomäärien laske-
misessa voidaan käyttää seuraavia kaavoja:

- prikaati $n = A + 1 \sqrt{A}$,
- armeijakunta $n = A + 0,8 \sqrt{A}$ ja
- sotilaslääni $n = A + 0,6 \sqrt{A}$.

Kertoimien määrittäminen on tapahtunut aiemmin esitettyjen kaavojen ja tietokonelaskelmien perusteella taulukon 7 lähtöarvoja käyttäen.

LAHTUARVOJA PUHELINYHTEYSTARPEEN MÄÄRITTÄMISTÄ VARTEN

Johtoporras	Keskimääräinen odotusaika	min	Väylien suuruus	Huom
Prikaati	5 min	5 min	2—3 johtoa	Kerrointa määritettäessä on otettu lisäksi huomioon ns prosenttikorjaus A:n arvoissa edellä esitetyllä tavalla
Armeijakunta	10 min	6 min	3—4 johtoa	
Sotilaslääni	30 min	6 min	5—6 johtoa	

TAULUKKO 7

Edellä esitettyjä kaavoja käyttäen voidaan tällöin maavoimien yhtymissä sallia taulukossa 8 olevat liikennearvot.

**MAAVOIMIEN YHTYMIEN PUHELINJOHDOILLA SALLITUT
TARJOTUN LIIKENTEEN (A) JA LIIKENTEEN
VOIMAKKUUDEN (y) ARVOT**

n	Paikallisliikenne (sl, ak, prik)		Kaukoliikenne						Huom
			sl		ak		prik		
	A	y	A	y	A	y	A	y	
1	0,35	0,26	0,55	0,50	0,45	0,45	0,35	0,35	} y = arvioitu y = A (1-Bn)
2	0,85	0,71	1,30	1,10	1,15	0,90	1,00	0,80	
3	1,50	1,30	2,10	1,62	1,90	1,53	1,70	1,42	
4	2,15	1,91	2,95	2,35	2,70	2,24	2,45	2,10	
5	2,85	2,57	3,80	3,11	3,50	2,96	3,20	2,79	
6	3,60	3,28	4,70	3,90	4,35	3,73			
7	4,35	4,00	5,60	4,70	5,15	4,48			
8	5,10	4,72	6,45	5,50					
9	5,90	5,48	7,35	6,32					
10	6,70	6,25	8,25	7,15					

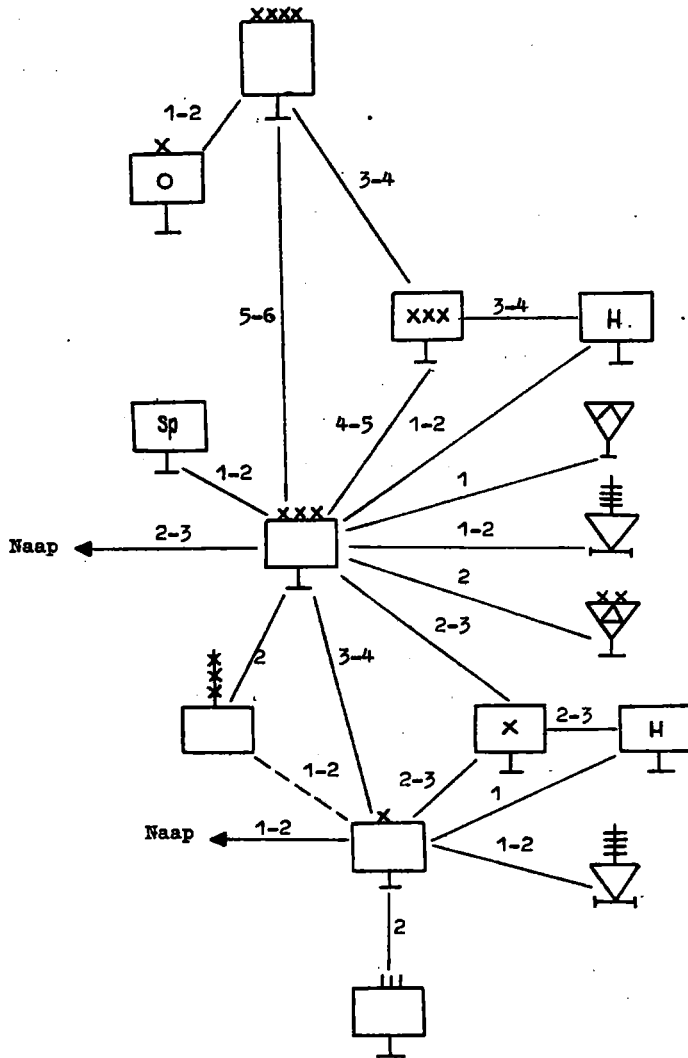
TAULUKKO 8

Tarvittaessa voidaan kukin väylä mitoittaa myös erikseen sallittujen keskimääräisten odotusaikojen perusteella.

Puhelinverkkoja mitoitettaessa taulukoissa 6 ja 8 esitettyjen arvojen perusteella muodostuvat yhteystarpeet kuvan 6 mukaisiksi.

Armeijakunnan ja prikaatin eri johtoportaiden välisiä yhteyksiä voidaan verrata lähinnä posti- ja lennätinlaitoksen verkkoryhmäyhteyksiin. Niillä suositellaan käsivälitteisessä liikenteessä johtoa kohti noin 0,4 E:n liikenteen voimakkuutta todellisten puheluaikojen perusteella laskettuna, jolloin kokonaisliikenteen voimakkuus lienee noin 0,5—0,55 E. Sotilasläänin kaukoyhteyksiä voidaan taas verrata posti- ja lennätinlaitoksen käsivälitteisiin kaukoyhteyksiin. Niillä suositellaan vastaavasti 0,6 E:ia todellisten puhelujen liikenteen voimakkuudeksi johtoa kohti, jolloin kokonaisliikenteen voimakkuus lienee 0,7—0,75 E.

ARMELJAKUNNAN PUHELINYHTEYSTARPEET



Kuva 6

C. KAUKOKIRJOITIN- JA KENTTAKAUKOKIRJOITIN- SEKÄ KUVANLENNÄTINYHTEYDET

Kaukokirjoittimen käyttö tulee kyseeseen lähinnä sotilasläänien, armeijakuntien ja rannikkoalueiden johtoportaisissa sekä kiinteissä huoltolaitoksissa tai -keskuksissa.

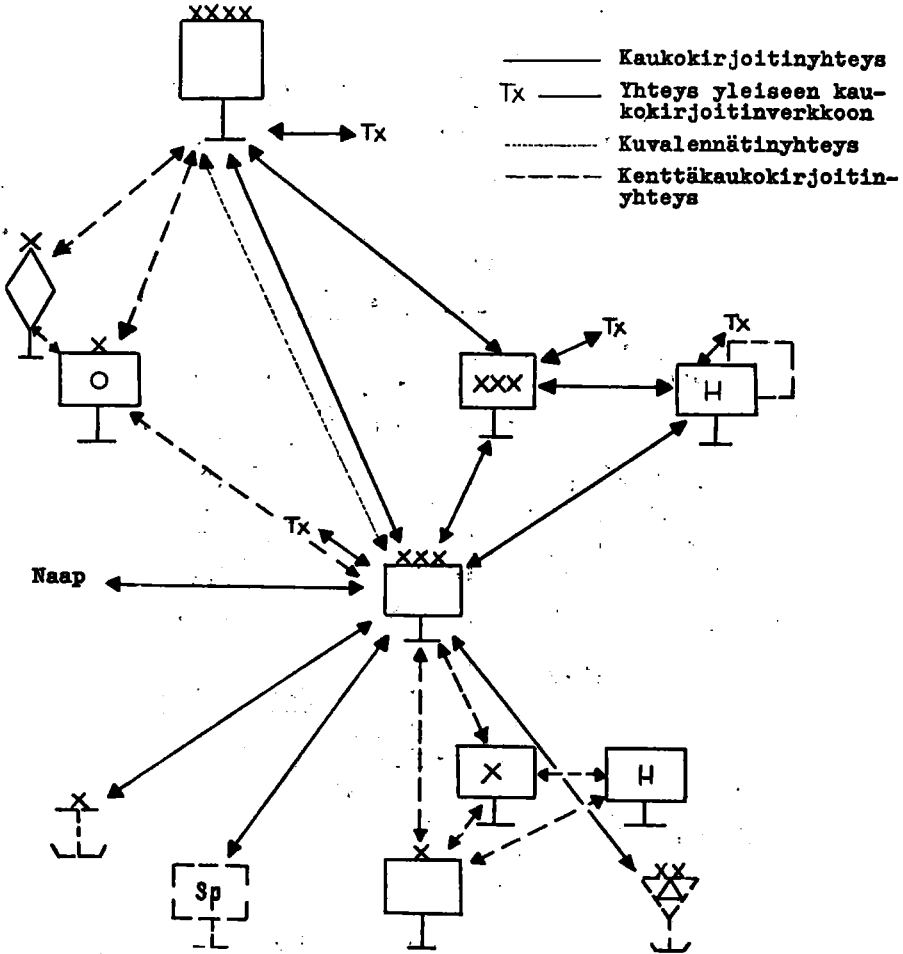
Armeijakunnassa tarvitaan kaukokirjoitinyhteydet komento- ja selustaesikunnan välille sekä niistä yhteydet sotilasläänin ja naapuriarmeijakuntien esikuntiin sekä huoltokeskukseen. Lisäksi tarvitaan yhteydet yleiseen kaukokirjoitinverkkoon sekä rannikkoalueen esikuntaan, mikäli tällainen on alistettu armeijakunnalle. Tarvittaessa on pystyttävä liittämään myös sotilaspriirien esikunnat armeijakuntien kaukokirjoitinverkkoihin. Yhteydet järjestetään yksinkertaisemmin kytke-mällä niitä varten erikseen kantaviestiverkosta varatut johdot asianomaisten esikuntien puhelinkeskuksiin. Voidaan myös tarvittaessa muodostaa erillinen kaukokirjoitinverkko, mikä voi olla joko käsivälitteinen tai automaattinen.

Armeijakunnasta alaspäin mentäessä sotatoimet ovat hyvin liikkuvia. Johtaminen tulee olemaan tällöin välitöntä ja puhelu on pääyhteyksimuoto. Armeijakunnan ja prikaatin välillä tulee kuitenkin olemaan asioita, jotka voidaan hoitaa parhaiten sanomaliikenteen avulla. Samoin tulee olemaan prikaatin komento- ja selustaesikunnan sekä huoltokeskuksen välisessä liikenteessä. Tällöin kenttäkaukokirjoitin on erittäin kenttäkelpoinen viestiväline. Myös suoraan sotilasläänin alaisiin prikaateihin olisi järjestettävä kenttäkaukokirjoitinyhteys sotilasläänin esikunnasta. Yhteyksinä käytetään yleensä yhtymien yleistä puhelinverkkoa.

Myös kuvansiirto saattaa tulla kyseeseen ainakin sotilasläänin esikunnan ja armeijakunnan esikunnan välillä. Tähän parhaiten soveltuvana kalustona voidaan pitää telefotokalustoa.

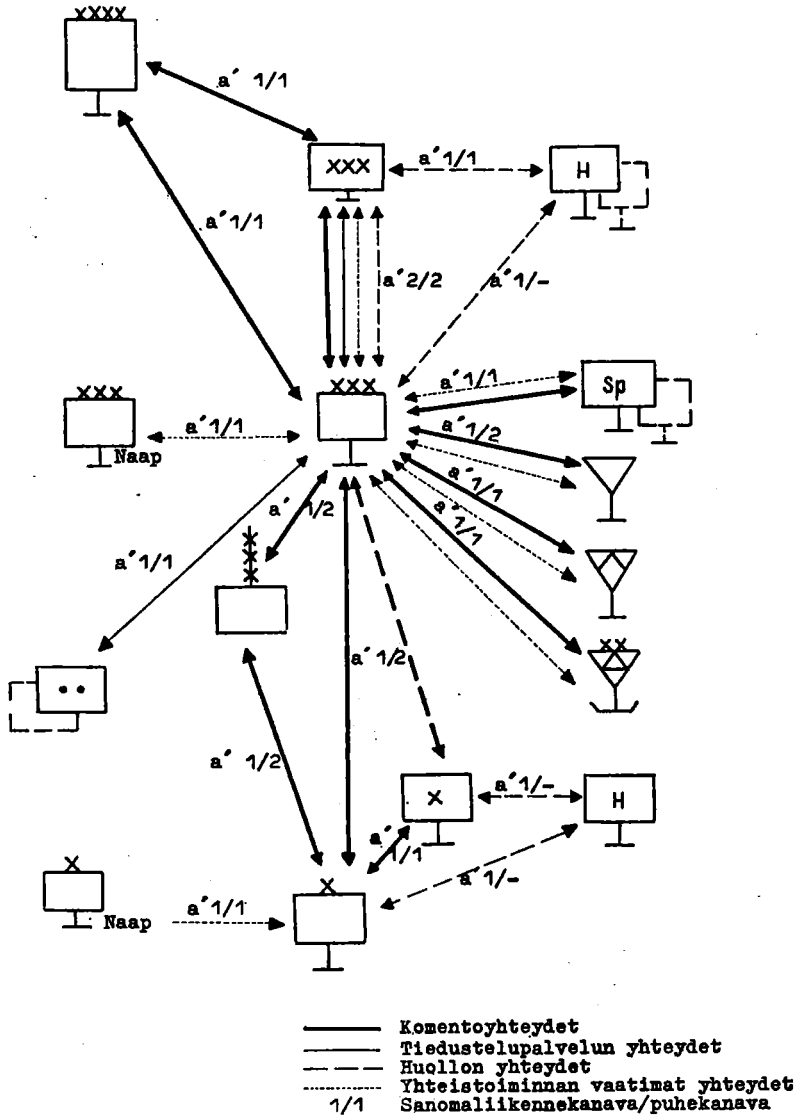
Armeijakunnan kaukokirjoitin- ja kenttäkaukokirjoitin- sekä kuvanlennätinyhteyksien tarve on esitetty kuvassa 7.

ARMEIJAKUNNAN KAUKOKIRJOITIN-, KENTTAKAUKOKIRJOITIN-
SEKÄ KUVALENNÄTINYHTEYSTARPEET



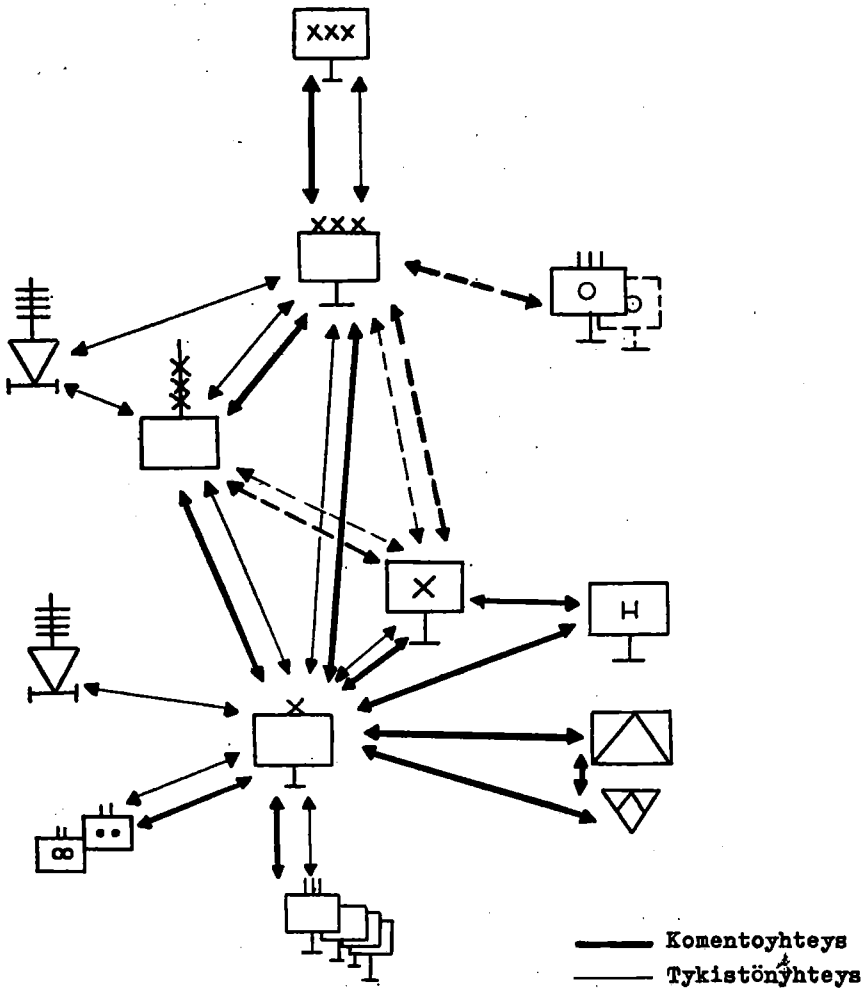
Kuva 7

ARMEIJAKUNNAN RADIOYHTEYSTARPEET



Kuva 8

ARMEIJAKUNNAN ERILLISET PUHERADIOYHTEYSTARPEET



Kuva 9

D. RADIOYHTEYDET

Sähkötysradiotoiminnaksi voidaan lähinnä nimittää nykyisin sotilasläänin, armeijakunnan ja prikaatin radiosanomaliikennettä, sillä näillä yhteysväleillä ei runsaan muun viestiverkon ja salaamisen takia puhe-radioliikenne tule kyseeseen muuta kuin aivan poikkeustapauksissa välillä armeijakunta — prikaati.

Nykyisien koaksiaalikaapeleiden ja suuntaradioiden aikana, jotka antavat käyttöön runsaat ja laajakaistaiset kanavat, saattaa herätä ajatus, ettei sähkötysradiotoiminta ole lainkaan tarpeellista, koska sen välittömän informaation määrä on varsin pieni. Nykyisiäkin sähkötysradioitamme on kuitenkin pidettävä hyvinä yhteyksien varmentajina sekä autoon asennettuina liikkuvan toiminnan parhaina viestivälineinä.

Armeijakunnan radioyhteystarpeet on esitetty piirroksena kuvassa 8.

Lisäksi tarvitaan armeijakunnassa ja prikaatissa komento- ja tulenjohtoyhteyksiä varten erilliset puheradiot, joiden kantama on noin 30 km. Tällaisen radiokaluston käyttö on välttämätöntä liikkuvien komentopaikkojen toiminnassa ja hajasijoitettujen esikuntien osien välisten yhteyksien varmentamisessa sekä tulenjohtoyhteyksinä. Armeijakunnan puheradioyhteystarpeet on esitetty kuvassa 9.

YHDISTELMA

Edellä on käsitelty puhelin-, kaukokirjoitin-, kenttäkaukokirjoitin- ja kuvälennätin- sekä radioyhteystarpeita kutakin erikseen. Yhteenveto kokonaiskanavatarpeesta eri yhteysväleillä on esitetty taulukossa 9.

Yleisenä havaintona voidaan todeta, että ainakin johdinyhteyksmäärät ovat selvästi kasvaneet viime sotien aikaisiin verrattuna suurempien nopeusvaatimusten johdosta. Esimerkiksi armeijakunnan ja divisioonan esikuntien välillä oli sodan aikana keskimäärin 3—5 johtoa, ja tässä tutkimuksessa on päädytty arvioon 5—6 johtoa sotilasläänin esikunnasta armeijakunnan komentoesikuntaan sekä 3—4 johtoa selustaesikuntaan.

ARMEIJAKUNNAN KANAVATARPEET ERI YHTEYSVALEILLA

Yhteysväli	Puhelin- verkon kanava	Kaukokir- joitin kanava	Kaukoradio		Puheradio	
			sanoma- kanava	puhe- kanava	kntorad	tykrad
Sle — kntoe/ak	5—6	1	1	1		
Sle — sele/ak	3—4	1	1	1		
Kntoe/ak — sele/ak	4—5	1	2	2	1	1
Sele/ak — hkesk/ak	3—4	1	1	1		
Kntoe/ak — hkesk/ak	1—2	(1)	1			
Kntoe/ak — kntop/ak	2		1	2	1	1
Kntoe/ak — naap-ake	2—3	1	1	1		
Kntoe/ak — kntoe/prik	3—4		1	2	1	1
Kntop/ak — kntoe/prik	(1—2)		1	2	1	1
Kntoe/ak — sele/prik	2—3		(1)	(1)	(1)	(1)
Kntoe/prik — sele/prik	2—3		1	1	1	1
Sele/prik — hkesk/prik	2—3		1			
Kntoe/prik — naappre	1—2		1	1	(1)	
Kntoe/prik — patl	2				1	1

Taulukko 9

Vastaavasti oli divisioonan esikunnan ja huollon välillä keskimäärin 3 johtoa ja nyt suoritettussa arvioissa armeijakunnan selustaesikunnasta 3—4 johtoa ja komentoesikunnasta 1—2 johtoa. Yhteyksien järjestelyissä tulisi pyrkiä mahdollisimman paljon suoriin yhteyksiin, sillä esimerkiksi jo kahden välikeskuksen kautta tapahtuva liikenne vilkkaina aikoina tuottaa suuria vaikeuksia.

Esikuntien sisäisen liikenteen nopeuttamiseksi ja puhelinkeskuksiin kohdistuvan paineen pienentämiseksi tulisi armeijakunnan ja prikaatin esikunnissa ottaa käyttöön myös jokin yksinkertainen pikapuhelinjärjestelmä.

Yhteystarpeiden pienentämiseksi tulisi yhtymien välisessä sekä niiden esikuntien sisäisessä liikenteessä pyrkiä niin puhelin- kuin radioyhteyksilläkin mahdollisimman paljon kaukokirjoittimien ja kenttäkaukokirjoittimien käyttöön.

Puhelinyhteyksien lisäksi tulee armeijakunnalla ja prikaatilla olla riittävän kapasiteetin omaavat radioverkot. Radioliikenteen jatkuvuuden eräänä ehtona on, varsinkin liikkuvissa sotatoimissa, että käytettävissä on radioautot tai ajoneuvojen vetämät radioperävaunut. Mikäli ei uutta kalustoa ole yhtymillä käytettävissä, olisi siirryttävä puhelinyhteyksien katkettua linjakäyttöön, mikä lisäisi luonnollisesti kalusto- ja henkilötarvetta.

LAHTEET

Kirjallisuus ja aikaisemmat tutkimustyöt

Itkonen, E

Maavoimien yhtymien tietoliikenne ja siitä tehtävät viestitoimintaa koskevat johtopäätökset
SKK:n diplomityö v 1969

Kalliala, J

Puolustusvoimain kaukokirjoitinyhteydet ja niiden kehittäminen huomioon ottaen käyttömahdollisuudet tietovuoyhteyksissä
SKK:n diplomityö v 1967

Kolehmainen, P

Yli- ja keskijohdon radiokalustolle asetettavat vaatimukset ja niiden toteuttaminen ottaen huomioon teknillisen kehityksen nykyisen tason suomat mahdollisuudet
SKK:n diplomityö v 1967

Laakso, K

Maavoimien yhtymien esikuntien ja komentopaikkojen vahvuuksista, sijainnista, viestiyhteyksimäärästä ja viestiliikenteestä tehtävät johtopäätökset Suomen sodassa 1941—45 saatujen kokemusten perusteella
SKK:n diplomityö v 1967

Posti- ja lennätinhallitus

Puhelinverkkojen rakennusmääräykset, 1954

Puhelinnormikomitea

Puhelinverkkojen rakennemääräykset (luonnos), 1967

Rahko, K

Puhelinliikenne väylämitoituksen kannalta tarkasteltuna, 1964
Helsingin Puhelinyhdistys

Rumpf, K-H

Koordinatenschalter Elektronik
Berlin, Veb Verlag Technik 1961
Teknillinen Korkeakoulu

Tikkanen, M

Kenttätykistön ja tulen käytön asettamat vaatimukset radiokalustolle
SKK:n diplomityö v 1967

Artikkelit, monisteet ja kirjelmät, ym

Havaintoja viestiteknilisistä harjoituksesta kevätkaudella 1964
Sotakorkeakoulu

PE:n puhelinkeskuksen tietoja helmi- maaliskuulta 1969

Penttinen, R

Näkökohtia kaukokirjoittimesta kenttäviestiväliseinä
Viestimies 1/69

Penttinen, R

Viestilyhteyksien suorituskyvyn lisääminen
Viestimies 1/65

Posti- ja lennätinlaitos

Puhelinliikennetarkkailusta saatuja keskiarvolukuja v 1965 (Helsinki,
Jyväskylä, Tampere, Turku)

Sotakokemuksia 14.D:n viestitoiminnasta vv 1941—44
Viestikoulu

Teknillinen Korkeakoulu

Liikennelaskelmat, 1960

Teknillinen Korkeakoulu

Verkkoryhmän suunnittelu, 1959

Toivola, K

Finska statsjärnvägarnas telefonsystem
Ericsson Review 2/68

Toivola, K

Puhelinliikenteen tarkkailu (moniste), 1950

11.DE:n puhelinliikennetilasto 15. 12. 1942

11.DE:n kirj n:o 350/Vtyststo/V h/16. 12. 1942
Sota-arkisto

11.DE:n sanomaliikennetilasto 15. 12. 1942

11.DE:n kirj n:o 369/Vtyststo/V h/4. 2. 1943
Sota-arkisto

IV AK:n viestiaselajin sotakokemukset vihollisen suurhyökkäyksen 9. 6.—
9. 7. 44 ajalta

IV AKE:n kirj n:o 2272/Vkom/212 b sal/5. 9. 1944
Viestikoulu

Haastattelut

Tekniikan tohtori **K Ra h k o**, HPY

Diplomi-insinööri **K T a m m i n e n**, PII

Liikennetarkastaja **R N i k u l a**, PII

**On the signals traffic and on the demand of the army corps
for telecommunication as well as on the fundamentals of
measuring the telephone net**

This article is based on the author's work for the diploma at the War College. One of the main aims of the work was to define the demand of the army corps for telecommunication.

Since the telephone with its combined cable and radio relays net is our most important signals net at the moment, the writer has, to a great extent, paid attention to the questions dealing with the measuring of the hand operated telephone net.

In the first chapter the writer discusses the fundamentals of the measuring of the telephone net. Main emphasis has been put on the so-called principle of the waiting time, in order to obtain a basis for later measurements.

In the second chapter the writer explains various methods used in measuring the signals traffic and surveys the amount and intensity of the signals traffic between different commanding units of the army corps. As objects of his study the writer has taken the statistics on the signals traffic during some peace-time manouvers and during our last wars. On the basis of these statistics he has then estimated the amount of signals traffic in a future war.

In the third chapter the demand of the army corps for telecommunication has been discussed. In this chapter also the fundamentals of measuring the telephone net of the army corps have been defined.