Från trådlös telegraf till mobiltelefon

Av Olle Gerdes

Vid slutet av år 1990 beräknar man att det i Sverige skall finnas 460 000 mobiltelefonabonnemang. En betydande och imponerande summa som skall jämföras med att man hösten 1981, då det nordiska helautomatiska mobiltelefonsystemet introducerades i Sverige, prognoserade 50 000 abonnemang vid årtiondets slut (siffrorna 45 000 resp 57 000 förekommer i olika sammanhang). En nästan ofattbar tillväxt som ideligen översteg de justerade prognostalen och föranledde en hektisk utbyggnad av basnätets trafikkapacitet. Allt visar på att det nordiska mobiltelefonsystemet som fick namnet NMT kom vid rätt tidpunkt. Efteråt ser man att tekniken men också tiden var mogen. Vägen hade likväl varit lång.

Marconi

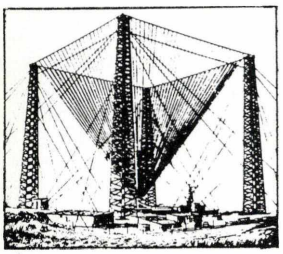


När Marconi för snart 100 år sedan genom sina experiment och demonstrationer visat hur den trådlösa telegrafen kunde överbrygga avsevärda sträckor förstod man snabbt vad detta skulle komma att betyda för fartygen på havet och sjöfarten. Före sekelskiftet gjorde den svenska flottan försök med trådlös telegraf och nådde förbindelse över flera kilometer i Stockholms skärgård. Fartygsradion som efter ett fåtal år av utveckling i början av seklet nådde långt bortom horisonten, är en tidig form av radiokommunikation med människor som färdas.



1919 gjordes i Sverige framgångsrika försök med radiotelefoniförbindelse till fartyg och luftskepp. Det är framför allt utvecklingen av elektronröret som möjliggjorde dessa framsteg. Elektronrörsutvecklingen hade skjutit fart på grund av radions ökade militära betydelse under första världskriget. Det skulle emellertid dröja till mitten av 1930-talet innan man på allvar tog upp verksamheten med radiotelefon till fartyg och använde för den tiden tillförlitlig och modern materiel. Radiotelefonsamtal började förmedlas via kustradiostationerna genom manuell expedition på i stort sett samma sätt som nuförtiden.

Under 1920-talet började man försöka med radiomottagning i bilar. Man hade kommit rätt långt ifråga om fordonens användbarhet och tillförlitlighet och biltrafiken för nytta och nöje ökade snabbt i USA. Så var även fallet i Europa och Norden. Rundradion hade gjort sitt

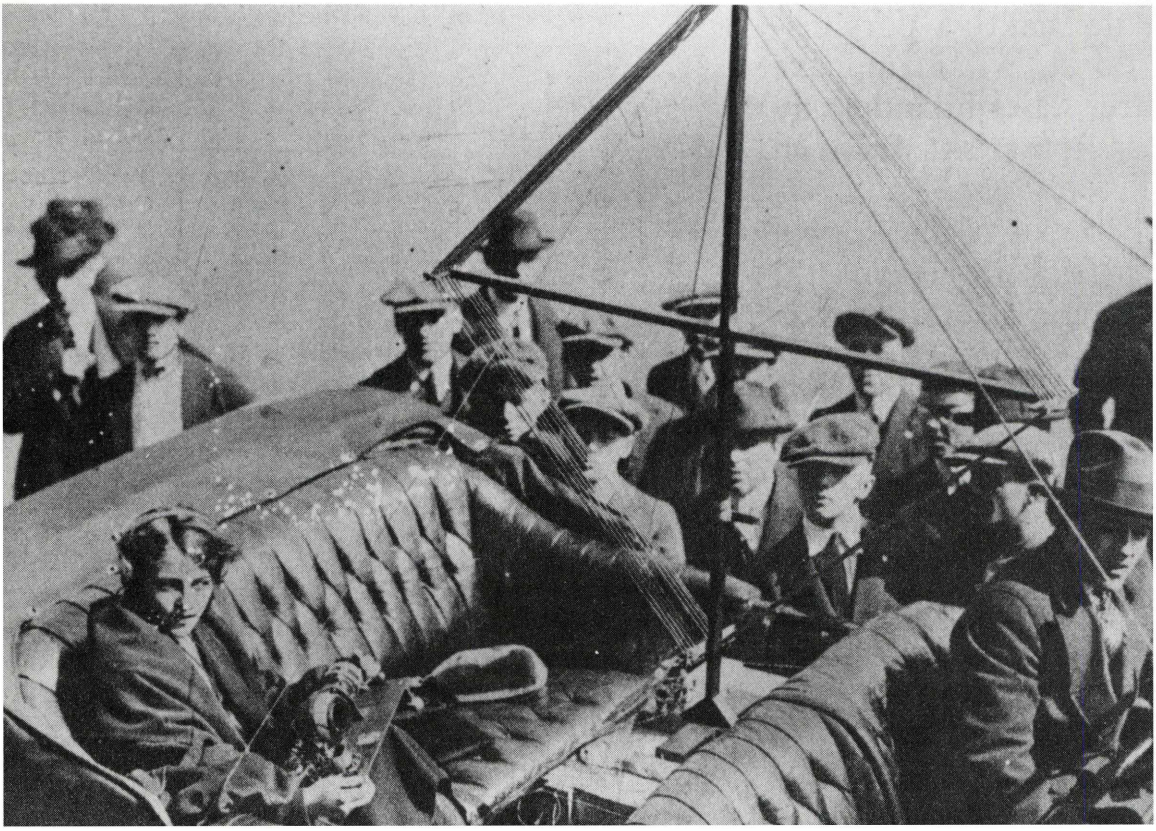


intåg och därmed kom intresset för att ha radiomottagaren med sig i bilen. Av bilder från 20-talet framgår att man till en början fraktade mottagaren med tillhörande batterier m m med sig i bilen och kunde lyssna i samband med uppehåll under färden. Bland annat var antennfrågan besvärlig. Man provade med ramantenner som gav någorlunda hanterliga anordningar. Andra problem var skakningar och vibrationer som skadade rör, förbindningar och komponenter. Till detta kom strömförsörjningen som emellertid efter hand ordnades så att den kunde ske från bilens batteri. Från slutet av 20-talet fanns i USA föregångarna till våra dagars bilradiomottagare. Antennfrågan löstes med hög förstärkning och korta antennspröt av varierande form. Radiostörningar från bilens tändsystem, generator etc måste undertryckas med störningsskydd och skärmning för att mottagningen skall vara godtagbar under färd.

USA i slutet av 1920-talet

I detta skede började man i USA använda sig av möjligheten att sända meddelanden till vägfarande med radiomottagaren inställd på särskilda frekvenser. Polisverksamheten i USA (det började i Chicago och Detroit) använde detta förfaringssätt till att dirigera polisbilarna. Det är alltså fråga om enkelriktad förbindelse från basstationen till fordonet. Den använda frekvensen var ca 2 MHz. En pådrivande

1. Mobil radio år 1923. Bilden ur tidskriften Radio:s första nummer.



faktor torde ha varit 20-talets gangsterjakter. Enligt uppgift fanns ungefär 400 polisbilar i Chicago utrustade med mottagare. (De amerikanska radiomottagare för hemmabruk som under 30-talet hittade vägen till Sverige, ofta med någon svensk sjöman, hade i regel frekvensband med beteckningen "Police" omkring 2 MHz på skalan. Det var m a o redan då populärt att lyssna på polisradiotrafik.)

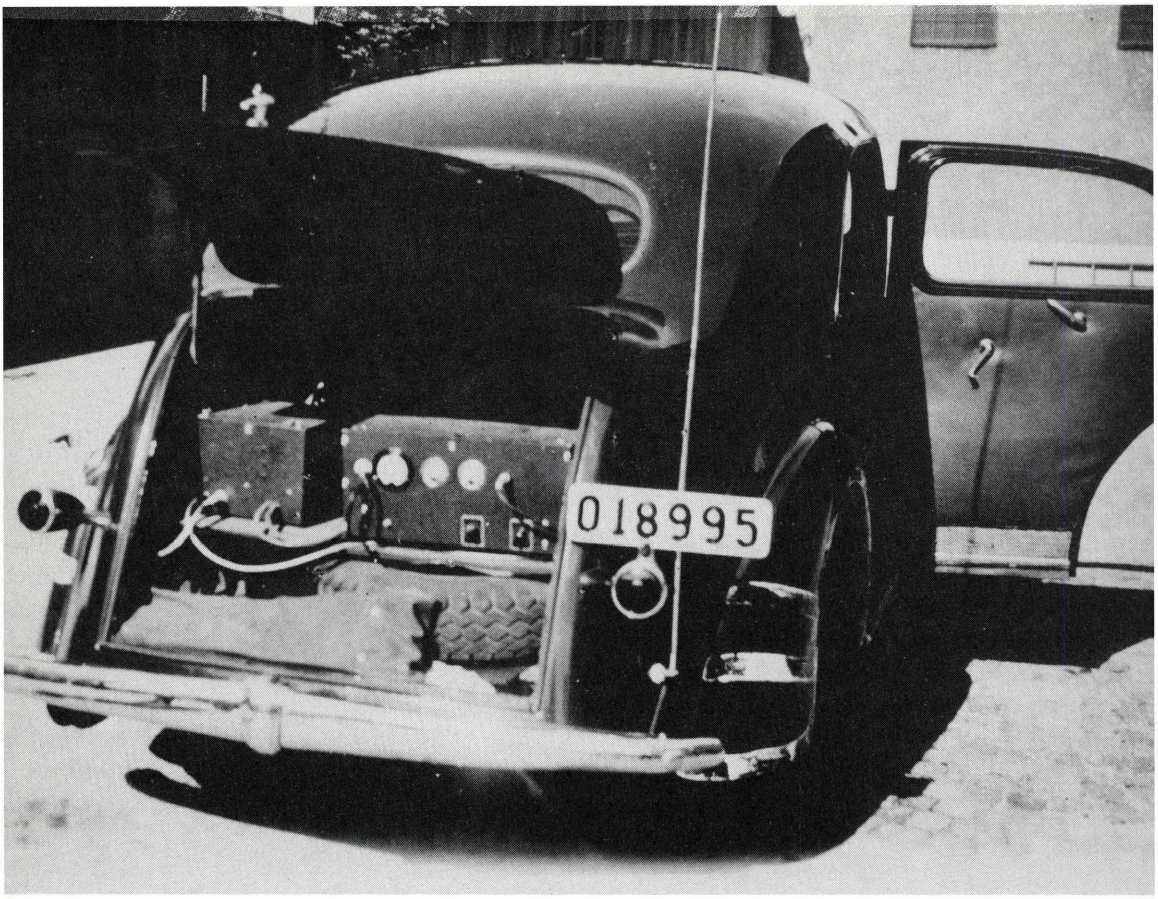
Tidiga försök med landmobil radio i Sverige

Under 1930-talet kom polisväsendets behov av landmobil radio att sätta sin prägel på den fortsatta utvecklingen. För Sveriges del började det enligt tillgängliga uppgifter med försök tidigt på 30-talet vid Enskedepolisen i Stockholm. Det gällde radioförbindelse med motorcykelpatruller men resultatet blev dåligt, kanske beroende på att den anskaffade utrustningen inte tålde skakningarna under färd.

I stället var det i Göteborg som de första stegen togs och därvid skall särskilt omnämnas dåvarande polismästaren i staden, den dynamiske Ernst Fontell. Stadens utveckling hade gjort att polisstyrkan inte kunde hålla jämna steg med de ökade arbetsuppgifterna. Införande av polisradio var en utväg som borde prövas bland övriga förbättrande åtgärder. Hösten 1933 gjordes försök med en radioanläggning som man skaffat från en större utländsk radiofirma. Anläggningen bestod av en huvudstation och en mindre enhet avsedd att monteras i bil. Våglängden var 147,5 meter (2033 kHz) och man kunde använda såväl telegrafi som telefoni. Försöken pågick omkring sju månader, varvid bilen avpatrullerade staden mellan kl 19 och 07 så gott som varje natt. Det visade sig att mycket goda förbindelser kunde erhållas med telegrafi även på långa avstånd från huvudstationen och att som regel ständig förbindelse kunde upprätthållas.

Trots stadens ogynnsamma terrängförhållanden och trots radiostörningar från ett utgrenat spårvägsnät kunde man med telegrafi erhålla god förbindelse med bilen praktiskt taget över allt i staden. Däremot erhölls sällan säkra förbindelser med telefoni. Radiokunnig personal vid polisverket, bl a sändaramatörer, fann emellertid att utrustningen borde kunna förbättras på olika sätt. Man hade också genom internationella kontakter fått kännedom om försök med polisradio i staden Nottingham, en stad med vissa likheter med Göteborg ifråga om folkmängd och utbredning. Där hade dessutom försök pågått ett par år. Genom dessa kontakter kunde man i egen regi bygga en ny basstation och två bilstationer av förbättrat utförande för fortsatta försök. Denna utrustning togs i bruk sommaren 1935. Efter en tid var man mogen för reguljär tjänst och ökade antalet radiobilar.

Polisverket i Göteborg kom att under lång tid ha en egen radioverkstad där man byggde och underhöll sin utrustning. Operativa krav och erfarenheter kunde snabbt återföras i form av modifieringar och förbättringar. Omkring 1938 övergick man mer och mer till telefoni. Till en början sände basstationen på telefoni och bilarna på



2. Radioutrustning hos göteborgspolisen i slutet av 1930-talet. T h antennspröt. Foto Göteborgs Polismuseum.

telegrafi men eftersom telefoni ökade trafikkapaciteten försågs alla enheter med telefonisändare. Då fanns i Göteborg åtta radiobilar inklusive reservenheter. Frekvensen var i detta skede 4165 kHz och man använde på bilarna en vertikal sprötantenn med förlängningsspole. Den använda frekvensen i kortvågsområdet medförde olägenheter i form av störningar från avlägsna sändare under den mörka delen av dygnet. Det fick man stå ut med. Frekvensen som sådan var internationellt fastställd för polisändamål. Vid den tiden användes den även av polisen i Norrköping.

Stockholms radiopolis 1939

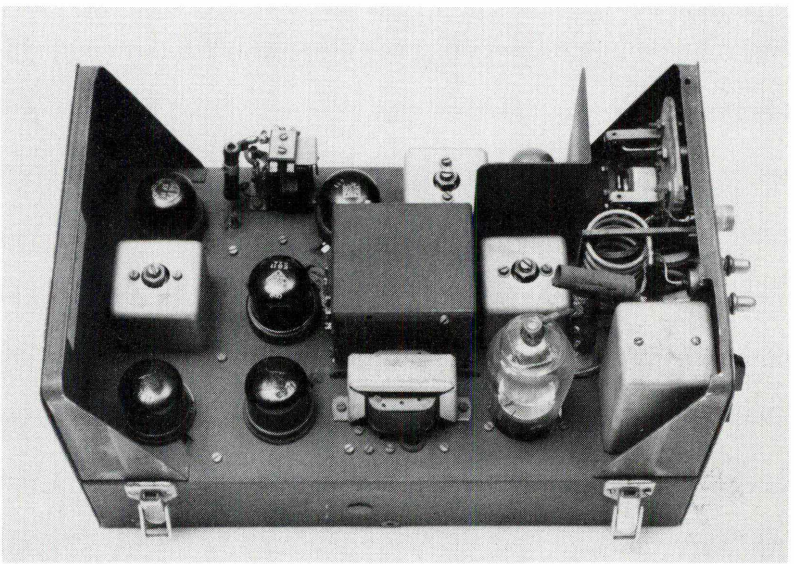
Nästa steg i utvecklingen av landmobil radio i Sverige är den utrustning som 1939 anskaffades för stockholmspolisen. Den var av amerikanskt ursprung och arbetade på 9-metersbandet (31,9 MHz). Arbetssättet var amplitudmodulerad telefoni. Erfarenheterna av att använda en våglängd på gränsen till ultrakortvåg var goda. Man fick en tillfredsställande täckning och man slapp störningar från främmande stationer under normala förhållanden. Till den goda täck-

ningen bidrog att det fanns två utflyttade mottagare, en i Bromma och en i Enskede förutom basstationen i polishuset på Kungsholmen. De extra mottagarna var permanent kopplade till radioexpeditionen via förhyrda ledningar. Särskilda telefonapparater hos polismästaren, intendenter kommissarier, talhytt etc var anslutna till en växel i radioexpeditionen. Eftersom man använde en enda frekvens och måste använda simplextrafik behövdes dessa speciella telefonapparater med möjlighet att skifta talriktning. Från begynnelsen fanns nio bilutrustningar.

1940 till 1945

Från tiden omkring 1940 skedde utvecklingen av system med frekvensmodulation (FM) i stället för amplitudmodulation (AM) som dittills varit det vanliga vid landmobila förbindelser på telefoni. Man hade klart för sig att FM erbjöd fördelar ur störningssynpunkt – de flesta störningar har amplitudkaraktär. Frekvensmodulation kräver emellertid relativt stort frekvensutrymme och hänvisades därför i dåvarande internationella frekvensplan (Kairo 1938) till ultrakortvågsområdet. För mobiltrafik anvisades bl a frekvenser omkring 40 MHz. Man använde vid denna tid ofta benämningen UK för ultrakortvåg. Den numera vanliga benämningen VHF blev allmän efter frekvenskonferensen i Atlantic City 1947.

1941 hade AGA en mobil utrustning för FM klar och under medverkan från dåvarande Telegrafstyrelsens Radiobyrå sattes en bilut-



3. Sändarenhet för landmobil radio, tillverkad av AGA, tidigt 1940-tal. Till utrustningen hörde separat kraftenhet och mottagarenhet. De tre enheterna hade samma yttre hölje. Mottagaren och sändarens lågeffektdel var bestyckade med Telefunkens stålrör. Foto Telemuseum.

rustning med tillhörande basstation i provdrift hos polisen i Göteborg. Avsikten var att jämföra de då använda systemen i Stockholm resp Göteborg med den nya FM-utrustningen. Den följande utvärderingen visade att FM-radio hade sådana fördelar att systemet rekommenderades för ett framtida, samordnat polisradioväsende i riket (SOU 1942:51).

AGA-utrustningen 1941 hade 50 W sändareffekt i basstationen och 20 W i den mobila. Frekvensen var enligt uppgift 40,15 MHz. Bilstationen erhöll goda antennförhållanden genom en vertikal kvartsvågsantenn, ca 1,9 meter lång mitt på biltaket. Ifråga om det tekniska utförandet i övrigt kan man notera att anodspänningen till sändaren i bilen erhölls via en s k allformator – en vibratoromvandlare av svensk tillverkning med bättre verkningsgrad och hållbarhet än dåtidens roterande omformare. Det kan vidare noteras att man hade kvar morsenyckel och tontelegrafi för användning i de fall man ville försvåra obehörig avlyssning.

UK-stationen användes parallellt med den äldre utrustningen i Göteborg under krigsåren. Troligtvis på grund av materialbrist och brist på pengar. 1944 gick man helt över till UK (andra generationens utrustning) och kortvågsmaterielen togs ur drift. Materielen behölls emellertid tills vidare intakt och överlämnades vid krigsslutet i renoverat skick till Göteborgs vänort Bergen.

Andra världskrigets betydelse

Under åren närmast efter andra världskriget ökade användningen av landmobil radio snabbt. Detta berodde i hög grad på den tekniska utvecklingen under kriget. I likhet med vad som hände under första världskriget medförde de militära behoven många nykonstruktioner och förbättringar inom radioområdet. Inom ramen för denna redogörelse kan hänvisas till bättre elektronrör och andra komponenter – inte minst ifråga om mekanisk hållbarhet. Kompaktare och mera genomtänkt uppbyggnad av apparaturen. Härigenom erhölls hanterliga dimensioner. Kretstekniken förbättrades och man lärde sig gå allt högre i frekvens med bibehållen funktionsstabilitet. Till signalstabiliteten bidrog att man lärt sig masstillverka styrkristaller med lämpliga egenskaper och till ett överkomligt pris. Konstruktioner och erfarenheter främst från USA:s användning av FM-radio inom armén togs snabbt tillvara för användning inom civil, landmobil radiokommunikation. I Sverige blev det, förutom polisväsendets bilar, brandbilar och ambulanser som nu försågs med kommunikationsradio.

Transportföretag, bl a taxi, insåg värdet i att kunna nå enheter under färd, och det uppstod rätt snart trängsel på tillgängliga frekvenskanaler. I storstadsområdena översteg snart efterfrågan av "firmafrekvenser" tillgången. Benägenheten att samutnyttja eller samverka var liten. Försök att samordna kommunala behov gjordes emellertid i en del fall vilket innebar att operatören i basstationen skulle ha

möjlighet att vidarekoppla förbindelsen till rätt organ; ambulanscentral, vattenverk, gatukontor etc. Det krävdes också anordningar för att den samtalande skulle kunna skifta talriktning på radioförbindelsen. Alternativt behövdes ett tvåfrekvenssystem med en frekvenskanal för vardera talriktningen hos radioförbindelsen. M a o en ökning av kanalbehovet.

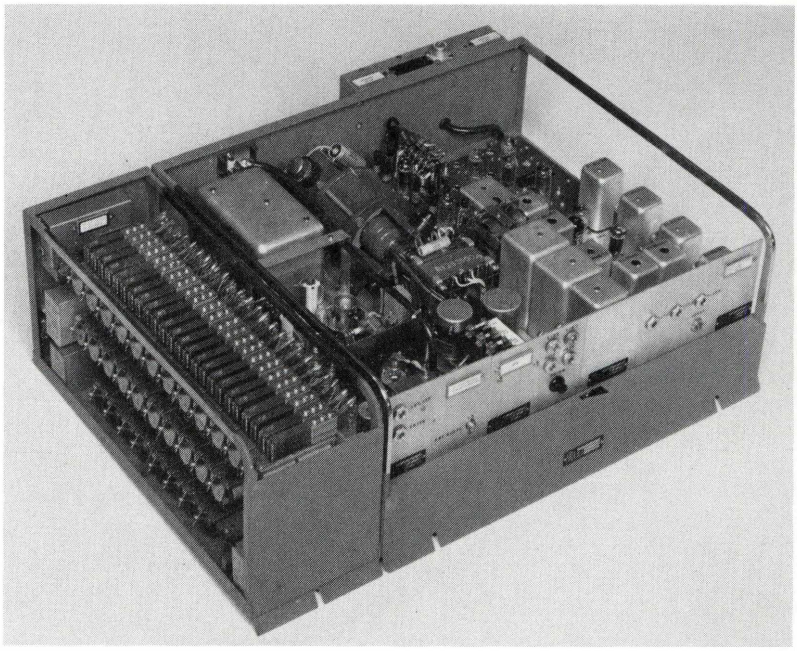
Antalet anläggningar i Sverige för landmobil radio var ännu vid mitten av 40-talet relativt litet – knappt 40. Sedan steg antalet mycket snabbt. Mot slutet av decenniet efterfrågade ägarna av radionät alltmer möjligheten till vidarekoppling på telefonnätet. I Sverige liksom i regel även i utlandet tilläts principiellt ej sådan anslutning. Undantag gjordes för allmännyttig verksamhet, i första hand tjänster för personskydd och materielskydd, skyddstjänst vid el- och vattenverk, spårvägar m fl. Synbarligen behövdes ett allmänt radionät som kunde utnyttjas gemensamt. Detta skulle också innebära hushållning med frekvenskanaler eftersom de utgör en begränsad resurs. Ett sådant allmänt radionät i televerkets regi låg närmast till hands och anslutning till telefonnätet skulle då bli en naturlig konsekvens.

Televerket börjar försöksverksamhet

Det är svårt att såhär efter 40 år i detalj spåra de tankegångar i slutet av 1940-talet som ledde till beslut hos telegrafverket om en försöksverksamhet med biltelefon. När frågan togs upp av telegrafstyrelsen fick civilingenjören Ragnar Berglund på radiobyrån och civilingenjören Sture Lauhrén på tekniska byrån uppdraget att utforma ett sådant nät. En del kalkyler visade att manuell trafik innebar betydande personalkostnader och man kom att inrikta sig på ett automatiskt biltelefonnät. En viktig funktion i ett sådant nät är att bilen skall kunna identifieras av basstationen resp kunna anropas selektivt vid samtal till bilen. Detta kunde ske genom att bilstationen erhöll ett individuellt kodnummer och identifikationen skedde genom att tonfrekventa impulser och impulsserier utväxlades mellan bilen och telestationen utan medverkan av den telefonerande. (I modern tid kallas denna procedur "handskakning".) Tonfrekvenser mellan 2800 och 4300 Hz, just ovanför talspektrum användes. I bilutrustningen ingick en reläenhet som via radioförbindelsen samverkade med och styrdes från telefonstationen. Den använda radiokanalen hade två frekvenser – en för vardera förbindelseriktningen (duplextelefoni). Systemet försågs med anordningar för taxering av samtalen på samma sätt som i det vanliga automatiska telefonnätet.

System Lauhrén

Systemet fick sitt namn efter konstruktören Lauhrén och var det första helautomatiska biltelefonsystemet i världen. Det hade ett antal intressanta egenskaper och blev internationellt uppmärksammat. Vissa konstruktionsdetaljer patenterades av Lauhrén. Den radiotekniska delen utformades av Berglund (se föregående) i samarbete med



4. Radioenhet med reläram, för mobilt bruk, system Lauhrén. Experimentutförande omkring 1952. I enheten motorgenerator för sändarens anodspänning. Foto Televerkets Fotokontor.

civilingenjören Ivar Ahlgren hos Svenska Radio AB som tillverkade radioutrustningen. En första provanläggning uppsattes i Stockholm i slutet av 1950. Anläggningen omfattade basstation med 2 dubbelriktade radiokanaler samt 5 biltelefoner. De använda frekvenserna låg i 160 MHz-bandet. Den fasta radioutrustningen monterades i ett vattentorn på Lidingö. Utrustningen var ansluten till telefonnätet via telefonstationen Lidingö villastad.

Provdriftens resultat medförde att televerket (namnbyte till TELEVERKET ägde rum 1953) beslöt att gå vidare och anordna två definitiva, helautomatiska biltelefonanläggningar, en i Stockholm och en i Göteborg. Det återstod emellertid ett rätt omfattande konstruktionsarbete och det kom att dröja fram till 1956 innan de två definitiva anläggningarna kunde tas i bruk för allmänheten. Under mellantiden pågick provdriften i Stockholm och de fem bilstationerna användes flitigt. En disponerades mestadels av tillverkaren, Svenska Radio AB. De övriga användes i olika tjänstebilar inom televerket. Mot slutet av provperioden utlånades enheterna till verksamheter utanför televerket. På olika håll ville man närmare undersöka nyttan av biltelefonen. Allmänheten hade också fått stifta bekantskap med nymodigheten på flera utställningar.

Särskilt uppmärksammad blev provsystemets användning i Stock-



5. Biltelefon system Lauhrén. Omslaget på tidskriften Populär Radio 1952.

holms läkarbilar från nyåret 1955. Stockholms läkarförening i samarbete med dåvarande Räddningskåren (Centralgaraget och Reymond Sjöqvist) organiserade en jourverksamhet under nätter och helger med särskilda läkarbilar. Staden indelades i fyra distrikt och i varje distrikt patrullerade en radiobil med chaufför och jourhavande läkare. Man fann klara fördelar med att doktorn kunde ringa direkt till sjukhus, apotek m m och inte minst värdefullt var att kunna ringa och tala om att man stod utanför porten och någon måste komma och öppna. Provsystemets materiel kom att användas under ett år och byttes när det definitiva systemet togs i drift våren 1956. Trots ett med tiden betungande underhåll av dessa tidiga biltelefoner var fältprovet i läkarbilarna till stor nytta. Områden med dåligt radioläge upptäcktes och kartlades och svagheter av olika slag i bilstationens radiodel avslöjades.

Ungefär samtidigt som de definitiva systemen togs i drift i Stockholm resp Göteborg infördes benämningen MOBILTELEFON.

De definitiva anläggningarna disponerade fyra samverkande radio-

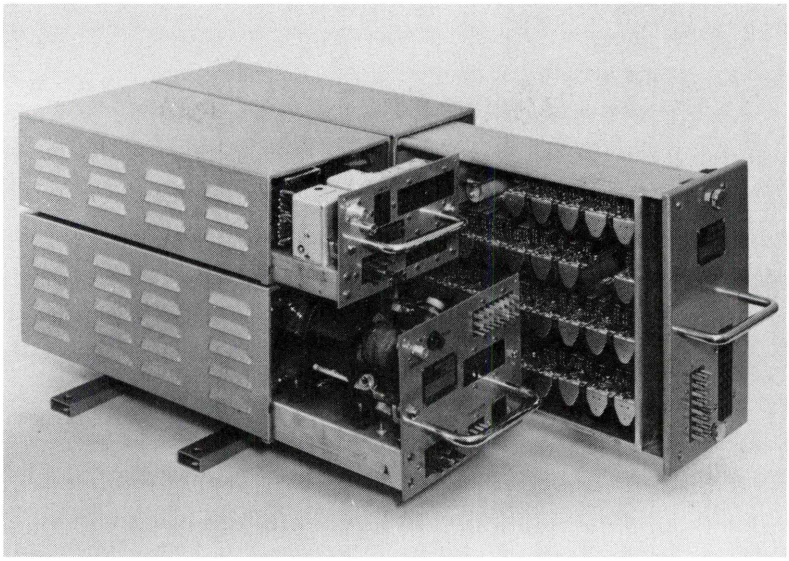


6. Sture Lauhrén demonstrerar radio- och relädelarna i sitt mobiltelefonsystem omkr 1950. Foto Televerkets Fotokontor.

kanaler för duplextelefoni enligt gällande frekvensplan. Det var samma frekvenser i 160 MHz-bandet i både Stockholm och Göteborg och systemet så utformat att en "Stockholmsbil" även fungerade om den befann sig i Göteborg. Från basstationen sändes bärvåg ständigt på samtliga kanaler och bilstationen sökte automatiskt kanal med bärvåg. Vid anrop från bil valde utrustningen i bilen en ledig kanal och vid anrop till bil fick bilen en kanalsiffra från basstationen. Genom att anrop till bil sändes på samtliga kanler utan att störa ev pågående trafik kunde man alltid nå avsedd bil och dirigera dess utrustning till en ledig kanal.

Fyra samverkande kanaler beräknades räcka för 100 bilar utan att besvärande spärr skulle uppstå vid högtrafik. Vid denna tidpunkt ansågs 100 mobiltelefoner vara en rimlig siffra inom ett basstationsområde. Räckvidden från basstationen i Stockholm var 2,5–3 mil beroende på var man befann sig i ytterområdet.

I det definitiva systemet tilldelades de anslutna bilarna nummer i en särskild femsiffrig nummerserie som började med siffrorna 95 och var



7. Radioenhet och reläenhet, system Lauhrén. Utförande år 1955. Utrustningen vägde ca 40 kg. Strömförbrukning i "viloläge" 5 A, vid samtal 18 A (gäller 12-voltutförande). I regel fick man förbättra bilens laddningsutrustning och skaffa större batteri. Foto Telemuseum.

gemensam för hela landet. Systemet var så utformat att det kunde bli landsomfattande och rymma totalt 1 000 abonnenter.

De mobila utrustningarna ägdes av televerket och hyrdes ut till kunderna på abonnemangskontrakt. Kostnaderna utgjordes av en inträdesavgift om 1750 kr samt abonnemangsavgift antingen 375 kr i kvartalet om allt underhåll ingick, eller 200 kr i kvartalet om underhållet betalades mot räkning i varje särskilt fall. Till detta kom samtalsavgifter som för vanlig telefon plus radiosamtalsavgift som var 6 öre var 20:e sekund.

Vid slutet av 1956 var antalet installerade mobiltelefoner i Stockholm 19 st och i Göteborg 8. Ett år senare fanns i Stockholm ett 50-tal och i Göteborg ett 30-tal. Ett tredje Lauhrén-system fanns också, nämligen det som var avsett för Stockholms kommunala verk – en specialanläggning som anskaffades av staden. I en första utbyggnad hade detta nät 3 kanaler och 50 bilar. De mobila enheterna var mycket lika dem som användes av televerket.

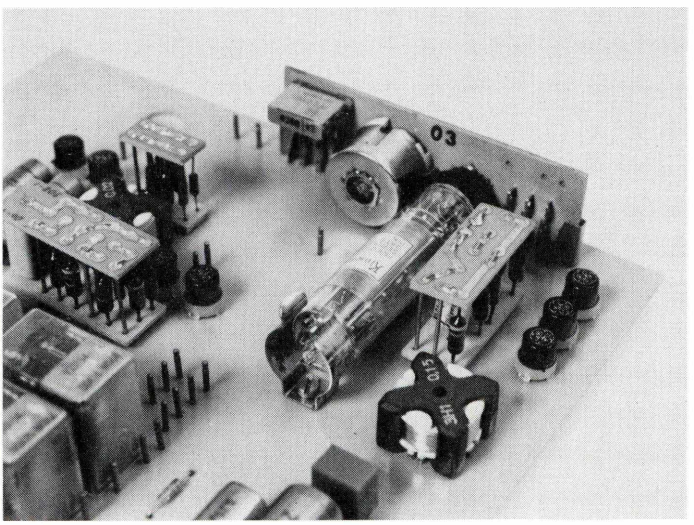
System Lauhrén kom att vara i drift till slutet av 1960-talet. Då fanns i Stockholm 69 abonnenter och 56 i Göteborg. Någon ytterligare utbyggnad med systemet blev inte aktuell. De mobila enheterna hade fram till nedläggningen gjort god tjänst, men var nu föråldrade och naturligtvis slitna och drog för mycket ström jämfört med de transistoriserade mobilstationer som framkommit i andra sammanhang.

Berglunds system "enligt tonkodprincip"

I mitten av 1950-talet hade civilingenjören Ragnar Berglund vid televerkets radiobyrå börjat experimentera med ett nytt mobiltelefonsystem "enligt tonkodprincip". Systemet som följdriktigt kom att benämnas "Berglund", byggde på en uppfinning av Berglund som innebar att en exklusiv selektionston identifierade mobilstationen. Selektionstonen sändes kontinuerligt under hela tiden en förbindelse var uppkopplad.

Berglunds princip är baserad på användningen av styrkristaller som fungerar inom tonfrekvensområdet. Två kristaller med i det närmaste samma frekvens användes på så sätt att den ena ingår i bilutrustningen och den andra finns på ett s k abonnentkort i basstationen. Kristallerna används för att bestämma frekvensen hos identifieringstonen resp i en tonselektiv krets. En sådan identifieringston, även kallad selektionston, utsänd från bilen, påverkar det "egna" abonnentkortets tonselektiva krets. Genom att där låta tonen vända och gå tillbaka till bilen i den använda radiokanalen erhåller utrustningen i bilen en kvittens på identifieringen. Bilutrustningen indikerar att exakt samma frekvens kommer tillbaka, ett villkor för att fortsatt radioförbindelse skall hållas uppkopplad.

Ovanstående motsvarar i stora drag förloppet vid anrop från bilen. Bilutrustningen valde automatiskt en ledig radiokanal och på det beskrivna sättet kopplades en bil via utrustningen i basstationen till en egen abonnentledning och telefonnätet uppfattade bilen som en vanlig telefonapparat. I och med att abonnentkortet påverkades av selektionstonen markerades "lyft telefonlur" mot telefonstationen som svarade med summerton ut mot bilen. Nummertagningen från bilen skedde med fingerskiva och tonpulser, som i abonnentkortet omfor-



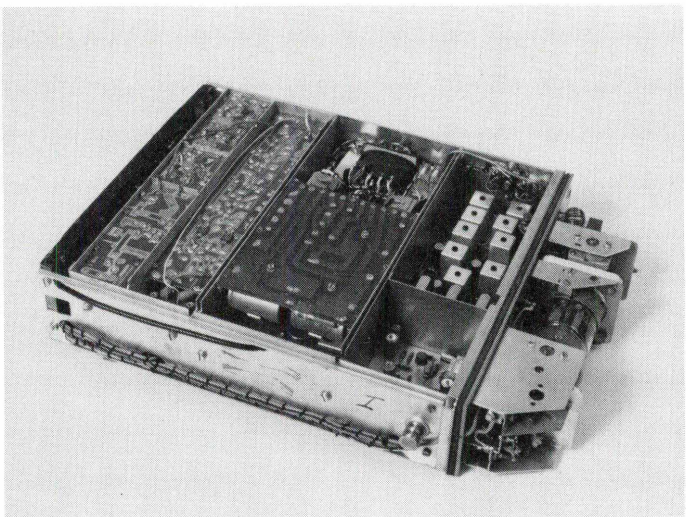
8. Detalj av abonnentkort, system Berglund. I glashölje styrkristall för selektionstonen. Foto Telemuseum.

mades till likströmspulser motsvarande en vanlig telefonapparat. Vid samtal till bilen aktiverades abonnentkortet när ringsignalen kom från telefonstationen varvid selektionstonen sändes ut över en särskilt markerad radiokanal och blev "igenkänd" i bilen och ringklocka eller summer gav signal. När man sedan lyfte luren i bilen, indikerades detta av abonnentkortet som i sin tur markerade "lyft lur" mot telefonstationen och man kunde samtala på vanligt sätt.

Bilarna tilldelades telefonnummer ur en nummerserie tillhörande en lämpligt belägen telestation i förhållande till basstationen. Från telestationen kom ett knippe abonnentledningar som slutade i varsitt abonnentkort i basstationen. Abonnentkortet kunde via ett slags "samlingsskenor" anslutas till någon av systemets samverkande radiokanaler.

Man erhöll en enkel uppbyggnad. I basstationen ingick förutom radiodelen "samlingsskenor" och abonnentkort, i bilen en relativt ordinär mobilradiostation för duplextrafik plus "en svart låda" mellan radioutrustning och manöverorgan – fingerskiva, mikrotelefon, strömbrytare och ett par indikeringslampor. Som man kan förstå av det föregående var tillsatsutrustningen utförd med kretskort. De aktiva elementen utgjordes av transistorer och ett fåtal reläer. De individuella selektionstonerna låg i området 5000–7000 Hz. Förfarandet med identifierings- eller selektionstoner patenterades av Berglund.

En provanläggning med två radiokanaler och tretton mobila stationer anordnades i Stockholm 1961. Inom upplåtna frekvensband valdes för radioförbindelsen 76–77,5 MHz för bas till mobil och 81–82,5 MHz för mobil till bas. Det s k duplexavståndet är 5 MHz vilket



9. Radioenhet tillverkad av AB Nordisk Teleproduktion (ANT) för system Berglund. Utrustningen är transistoriserad med undantag för sändarens drivsteg och slutsteg. Anodspänning erhölls från en transistoromvandlare i enheten. Foto Telemuseum.

innebär att sändningsriktningarnas frekvenser är tillräckligt åtskilda för att man med ett delningsfilter kan använda samma antenn för såväl sändning som mottagning samtidigt.

Efter ca ett års försöksdrift som visade att systemet fungerade väl, bestämdes om en fortsatt utbyggnad i Stockholm resp Göteborg. Provsystemets bilutrustningar var helt rörbestyckade och av ett utförande som förekom i andra sammanhang (SRA). För det nya "system Berglund" som skulle erbjudas abonnenterna på samma villkor som Lauhrén-systemet, beställdes hos AB Nordisk Teleproduktion (ANT) mobil radioutrustning som var transistoriserad med undantag för sändarens drivsteg och slutsteg. Därigenom nedbringades strömförbrukningen från bilbatteriet högst avsevärt. Ytterligare en generation utrustning (SRA) där även sändaren var heltransistoriserad kom att finnas under den tid systemet var i drift. Den officiella starten av Berglunds system ägde rum 1965.

Enligt det föregående ansågs Berglunds system färdigprovat 1962 och det fanns sålunda två fungerande mobiltelefonsystem i landet. Inget av dem var emellertid särskilt lämpat för utbyggnad till ett med tiden landstäckande nät. System Lauhrén kunde med kompletteringar användas på flera orter förutsatt att man förutom radiokanaler anlade den speciella telestationsutrustningen på orten ifråga. En eventuell utbyggnad föreföll emellertid kostnadskrävande.

1960-talet och Televerkets utredning

Man hade klart kunnat konstatera ett intresse för mobiltelefoner och ett behov av fortsatt utbyggnad men valet av ett framtida system föranledde till en början tvekan och oenighet. Dessutom hade man konstaterat att 160 MHz var bättre ur störningssynpunkt än 80 MHz. Trots förekomsten av mera radiostörningar föreföll system Berglund, som använde 80 MHz vara mera tillförlitligt ur användarsynpunkt än system Lauhrén. Mycket visade mot att man i fortsättningen borde gå upp i frekvens och det är intressant att under 1964 notera prov och undersökningar av en mobilstation för 400 MHz-bandet. Troligen en av de första utrustningar med denna frekvens man närmare granskade med tanke på eventuell framtida användning av en för den tiden hög frekvens.

För att utreda och "med klarläggande av de tekniska och ekonomiska aspekterna på frågan, till styrelsen inkomma med förslag till lämpligt system för mobiltelefonanläggningar" tillsatte telestyrelsen 1962 en arbetsgrupp. Denna kom ordentligt igång med sitt arbete under 1964 i och med att dåvarande överingenjören, sedermera chefen för Televerket Radio Carl-Gösta Åsdal övertog ordförandeskapet.

Arbetsgruppen insåg från början att mobiltelefonen skall betraktas som ett specialfall av landmobil radio och att sålunda ämnesområdet i sin helhet ingick i uppdraget. Det betänkande som avgavs i augusti 1967 blev därför grundläggande för den fortsatta utvecklingen inom

områdena mobilradio, mobiltelefon och mobilsökning.

Nu 1990, 25 år efteråt, ser man hur betydelsefullt arbetet var och att gruppen visat stor klarsyn. Man hade bl a insamlat och studerat ett omfattande material om existerande mobiltelefonsystem runt om i världen vid tidpunkten idråga och konstaterade att det fanns mycket att bygga på men också att man måste kräva mycket mera av ett framtida, automatiskt system. Man bedömde det vara både önskvärt och nödvändigt att ett nytt automatiskt mobiltelefonsystem utvecklades och arbetsgruppen diskuterade ingående de tekniska och operativa aspekterna på ett sådant system. Detta arbete resulterade i en omfattande systemspecifikation ur vilken följande kan citeras:

"Mobiltelefon skall vara ett för publikt bruk avsett individselektivt mobilradiosystem så anordnat att trafikmöjligheter och handhavande i huvudsak överensstämmer med vad som gäller för telefontjänsten i telefonnätet.

Fordonsstationerna skall kunna trafikera en förutbestämd basstation (lokalsystem) eller samtliga i ett landsomfattande mobiltelefonsystem ingående basstationer (rikssystem).

Samtal skall kunna etableras mellan fordon och apparat ansluten till telefonnätet samt mellan fordon inbördes, i senare fallet via telefonnätet.

Kostnadsfrågan måste uppmärksammas. Målsättningen skall vara ett godtagbart system till rimlig kostnad, dvs systemet skall erbjuda en fullgod talförbindelse med en mot kostnaderna vägd signalinformation, talsekretess och signalsäkerhet.

MT-systemet skall vara anpassat till normala mobila radiostationer enligt telestyrelsens tekniska bestämmelser för landmobila radioanläggningar i frekvensband med 25 kHz kanalindelning.

---"

Vidare framgår det av specifikationen att systemet skall vara mångkanaligt och att i ett första utbyggnadsskede kommer totalt 16 kanaler att erfordras i fordonen. Signalschemat skall utformas för rimlig grad av säkerhet och snabbhet vid signalöverföringen. Signaleringen skall ske med tonkodade signaler inom talbandet. Specifikationen omfattar allt som allt 27 punkter. Målsättningen för arbetsgruppens förslag till mobiltelefontjänst var att verksamheten skulle kunna göras självbärande i ett tidigt utbyggnadsskede. För att kunna använda förhållandevis enkla och ej alltför kostnadskrävande utrustningar, gjordes en del kompromisser i fråga om systemets egenskaper. Möjligheterna till successiv förfining av tjänsten och därmed krav på en övergång till mera komplicerade anordningar hade emellertid också blivit beaktade. Utvecklingen av det föreslagna mobiltelefonsystemet "torde lämpligast ske i televerkets regi" eftersom man bedömde att tillverkningen av de enheter som inte var normal radioutrustning skulle vara mindre intressant för industrin.

Det framgår av betänkandet att antalet frekvenskanaler i mobilstationen utgör ett problem. Man var fortfarande hänvisad till att använda minst en styrkristall för varje kanal. Anordningar för frekvenssyntes fanns visserligen men ställde sig dyrbara och var först under 70-talet fullt utvecklade och i allmänt bruk.

Man eftersträvar ett landstäckande, gärna sammanhängande nät men är enligt systemförslaget t v beroende av talmaskinsbesked till abonnenten i bilen så man vet om riktnummer behövs. Den som ringer till bilen måste också veta i vilket riktnummerområde bilen befinner sig. Men i likhet med Lauhrén-systemet har bilen ett exklusivt telefonnummer som alltid är detsamma. Man är klart medveten om att tjänsten frekvensmässigt hamnar i 400 MHz-bandet men rekommenderar att utbredningsförhållandena inom detta band studeras närmare innan definitiv ställning tas.

Under tiden som utredningsarbetet pågick startas permanenta system av typ Berglund i Stockholm och Göteborg under 1965 och i Malmö under 1967. Arbetsgruppen konstaterar också under utredningens gång ett akut behov av mobiltelefontjänst. För att i någon mån täcka detta behov föreslår gruppen en utbyggnad av lokala nät enligt Berglunds system men rekommenderar återhållsamhet i utbyggnadstakten med tanke på att en utbyggnad av ett landsomfattande nät borde påbörjas så snart ett lämpligt mobiltelefonsystem enligt de föreslagna riktlinjerna blir tillgängligt. System Berglund, som i betänkandet gavs namnet MTB kom med tiden att omfatta 2 system i Göteborg med 4 resp 6 (samverkande) kanaler, ett system i Malmö med 4 kanaler och 2 system i Stockholm med vardera 6 kanaler. (Lauhrén-systemet fick benämningen MTL, som emellertid snart ändrades till MTA eftersom det var det första. Det kommande systemet enligt föreslagna riktlinjer blev följaktligen MTC.)

När arbetsgruppen för mobiltelefon hade avgivit sitt betänkande, godkände telestyrelsen de riktlinjer och förslag som betänkandet innehöll och verkets radiolaboratorium började i slutet av 60-talet arbeta med delarna i det tänkta nya systemet. I september 1968 besöker ett antal tekniker från telestyrelsen firman STORNO i Köpenhamn för studium av automatiska mobiltelefonsystem och man kan redan nu förutse att arbetet skulle bli omfattande och tidsödande och naturligtvis resurskrävande.

Nordiskt samarbete och system MTD

På den nordiska telekonferensen 1969 i Kabelvåg, Lofoten togs ett betydelsefullt initiativ genom C-G Åsdal (se ovan) som tillsammans med ett par andra intresserade delegater föreslog att de nordiska teleförvaltningarna borde överväga frågan om ett gemensamt mobiltelefonsystem i framtiden. Ur protokollet kan inhämtas:

"Från svensk sida upplystes att man nu skall börja arbetet med utveckling av nästa generation bilradio (mobiltelefon). Detta är ett långsiktigt arbete som

knappast kan vara färdigt före slutet av 1970-talet. Då det skulle erbjuda stora fördelar om man kunde nå fram till en likartad offentlig landmobil tjänst i Norden, anses det värdefullt att man överlägger mellan länderna för att undersöka möjligheten av att komma fram till gemensamma systemlösningar."

På konferensen föreslogs en särskild (nordisk) arbetsgrupp och det konstaterades att det var önskvärt att gruppen snarast möjligt undersökte möjligheterna för standardisering av signalsystem bl a för selektivanrop i existerande offentliga (manuella) mobiltelefontjänster. Ländernas teleadministrationer ombads utse ledamöter i arbetsgruppen i en nära framtid och Sverige var villigt att kalla till ett första möte med gruppen.

Det fortsatta skeendet i Sverige kom nu att följa två linjer beroende på att efterfrågan av en mobiltelefontjänst utanför tätortsområdena var så påtaglig att det bedömdes angeläget att snabbt få igång en landsomfattande tjänst vilken vid denna tidpunkt måste göras manuell. I slutet av augusti 1969 tillsattes en projektgrupp för anordnadet av ett manuellt mobiltelefonsystem i början av 1970-talet. Systemet kom att gå under namnet MTD och var avsett som en interimslösning i väntan på det framtida, automatiska systemet. Genom att projektledaren för MTD, byrådirektören Håkan Bokstam, sedermera kom att utses till ordförande i den nordiska arbetsgruppen för ett gemensamt mobiltelefonsystem, kom interimslösningen att på ett ändamålsenligt sätt utformas med tanke på den fortsatta utvecklingen.

I ett manuellt system kopplar telefonister i särskilda betjäningscentraler samtal från telefonnätet till radioledet eller motsatt väg. Till varje betjäningscentral hör ett antal bas(-radio)stationer. Varje sådan är utrustad för ett antal frekvenskanaler, av vilka en är anropskanal och används vid den första kontakten mellan betjäningscentralen och mobiltelefonabonnenten. Basstationens övriga kanaler är trafikkanaler på vilka samtalen utväxlas. Omkopplingen till olika frekvenskanaler i bilen sker manuellt. Särskilda ledningar för varje kanal förbinder betjäningscentral och basstationer. (I enlighet med det föregående utgöres en kanal i detta sammanhang av en radiofrekvens för vardera talriktningen, ordnade i frekvenspar med ett bestämt frekvensavstånd mellan parets båda frekvenser.)

Från en vanlig telefonapparat kunde man nå en betjäningscentral genom ett särskilt anropsnummer (motsvarande riktnummerfunktionen). Varje mobiltelefon hade ett individuellt nummer och i systemets grundform ropade telefonisten ut numret över anropskanalen i den basstation inom vars område man förmodade att bilen befann sig. Vid svar från bilen beordrade telefonisten övergång till en ledig trafikkanal där expedieringen fortsatte. I ett senare skede med s k selektivanrop, slog telefonisten mobiltelefonens nummer med siffertangenter som styrde en tonkod som i sin tur tolkades av utrustningen i den

anropade bilen. Man behövde sålunda inte längre lyssna på en massa ovidkommande anrop i bilarna utan endast se till att man hade sin utrustning inställd på den aktuella anropskanalen. Vid anrop från bilen tryckte abonnenten på en särskild anropsknapp varvid telefonisten i betjäningscentralen fick en optisk signal, svarade muntligt och anvisade en trafikkanal för fortsatt expediering. Debitering av samtalsavgiften skedde manuellt genom telefonistens noteringar på ett samtalskort som sedan gick vidare i dåtidens system för teleavgifter.

MTD-systemet i drift 1971

MTD-systemet togs i drift i slutet av 1971 och täckte till en början ett område i mellansverige. Den första betjäningscentralen blev Örebro. Utbyggnad av tjänsten skedde därefter etappvis under det följande året och ett stycke in på 1973. Övriga betjäningscentraler förlades till Malmö, Trollhättan och Sundsvall. Expeditionen samordnades med övrig manuell trafik i de dåvarande expeditionsborden för rikstrafik m m. Sedermera tillkom betjäningscentraler även i Göteborg och Karlstad. Förläggningen av betjäningscentralerna gjordes med hänsyn bl a till lokal- och personalsynpunkter. För kunden var förläggningen av centralerna i princip ointressant. MTD-systemet kom att vara i drift till någon gång under 1987.

10. MTD-systemets första betjäningscentral (Örebro). Centralen försågs i ett senare skede med system för datorstödd samtalsexpediering (i drift april 1979). Foto Televerkets Fotokontor.



Man kan naturligtvis fråga varför televerket så sent satte igång ett manuellt mobiltelefonsystem och orsakerna är flera. Ett par är redan berörda; kundtrycket från områdena utanför de stora tätorterna och det tidskrävande arbetet med att utveckla ett landstäckande, automatiskt mobiltelefonsystem. En effektiv marknadsföring av det manuella systemet under den tioårsperiod utvecklingen av det automatiska systemet krävde, bedömdes medföra en tillvänjning till mobil telekommunikation och resultera i en kundstock som kunde ge det kommande automatiska systemet en flygande start. Genom att televerkets förbindelsenät med åren fått en tillräcklig kapacitet var det lätt att samla många basstationer till ett fåtal betjäningscentraler varvid personalkostnaden vid lågtrafik blev rimlig. Dessutom kunde i de flesta fall betjäningscentralernas arbetsuppgifter samordnas med andra liknande uppgifter.

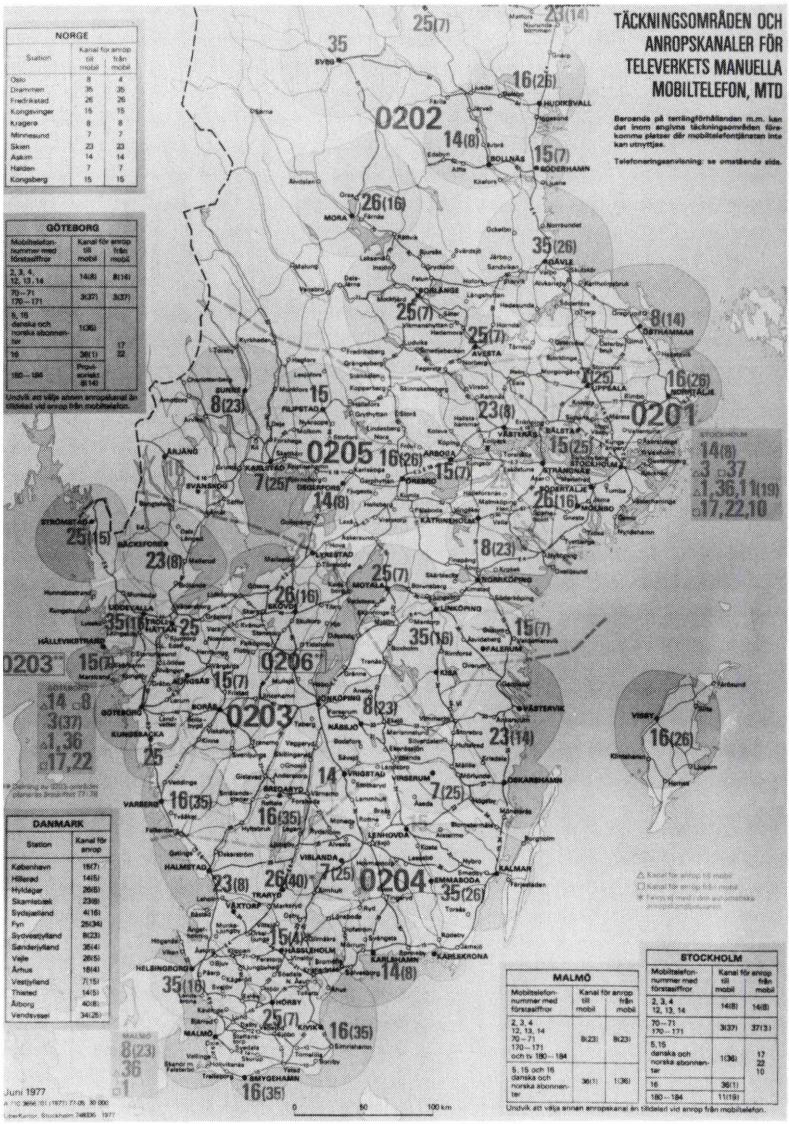
Basstationernas placering med täckningsområdena gränsande intill varandra förutsågs bli densamma som för ett framtida automatiskt system. Avgörande för detta var att man definitivt tagit ställning till 400 MHz-bandet. MTD erhöll frekvenser samordnade med de frekvenser som reserverades för det automatiska systemet i frekvensbanden avsedda för mobil trafik strax ovanför 450 MHz.

I MTD-systemet anskaffade abonnenten själv den mobila radiostationen från någon radioleverantör. Endast sådana utrustningar som var typgodkända av televerket fick anslutas till systemet. Detta förfaringssätt frångår alltså tidigare princip med uthyrning och vad som förordades i betänkandet 1967. Ändringen av bestämmelserna i detta avseende var emellertid ett klokt drag som medförde en friare marknad för mobila radiotelefoner till fördel för kunderna. Televerket skötte nummertilldelning, registrering m m. Kunden betalade en fast kvartalsavgift och samtalsavgifter. Samtalsavgiften debiterades den uppringande.

Kundintresset för MTD-systemet kom efter hand som lämpliga (godkända) mobilstationer introducerades på marknaden och vid årsskiftet 1973/74 fanns runt 2400 abonnenter. Basstationsnätet hade då kompletterats med 28 stationer och omfattade totalt 58 stationer. Som mest hade systemet drygt 19 000 abonnenter omkring 1980 och antalet basstationer var då 110.

Under hela tiden fram till mars 1983 fanns det ca 600 kunder i Stockholm, Göteborg och Malmö som föredrog och var nöjda med det lokala automatiska MTB-systemet på abonnemangsbasis. Dessa kunder erbjöds övergång med förmånliga villkor till abonnemang i det nya automatiska systemet när det kommit i drift.

Det gemensamma nordiska arbete tog sin början i januari 1970 och i sin första rapport året därpå anger arbetsgruppen hur den tagit sig an uppdraget.



11. MTD, exempel på täckningskarta med bl a kanalnummer för anrop resp trafik.

"Undersöka möjligheterna till framtida utbyggnad av kompatibla (jämförbara) nordiska offentliga mobiltelefonsystem..." (långsiktigt)
"Även undersöka möjligheten till kompatibilitet mellan existerande och planerade nordiska manuella system som en interimslösning..."

De existerande offentliga systemen i resp länder uppvisade sinsemellan sådana olikheter att egentlig kompatibilitet endast var möjlig i speciella fall. Gruppen undersökte därför möjligheterna till en sammanjämkning av eventuella kommande (kompletterande) manuella

system i Danmark, Norge och Finland med det landsomfattande manuella mobiltelefonsystem på 400 MHz-bandet som då var under uppbyggnad i Sverige.

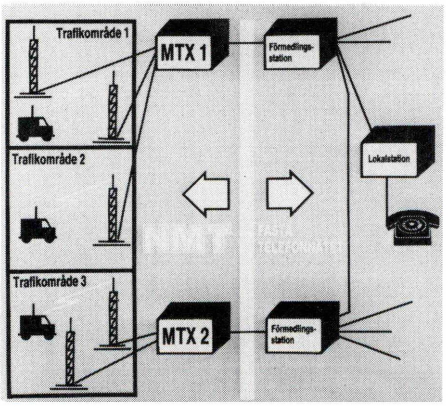
Gemensamt nordiskt mobiltelefonsystem

I fråga om ett långsiktigt system ansåg gruppen i denna första rapport att det borde vara automatiskt. Utvecklingen finge visa när och i vilken utsträckning kundintresset motiverar en långtgående automatisering, vilken bedömes kräva stora investeringar. Man ansåg vidare (1971) att "automatiska system kommer troligen som ett supplement till, snarare än direkt ersättning för de manuella systemen".

Eftersom det svenska manuella systemet och möjligen ett danskt system skulle sättas i drift 1971 eller snarast därefter fann gruppen det angeläget att till en början behandla frågorna om gemensamma frekvensband. I ett nordiskt system borde frekvensplaneringen ge abonnenterna möjlighet att nyttja tjänsten över stora geografiska områden, även över gränserna.

En särskild grupp av frekvensexperter från deltagarländerna utarbetade hösten 1970 ett förslag till frekvensplan för det interimistiska systemet. Gränsområdena Danmark–Sverige och Sverige–Norge där en samplanering var nödvändig, hade studerats i detalj. Det framgår av rapporten att denna frekvensplan blivit fastställd av de olika administrationerna. Även de juridiska frågorna i samband med att medföra och använda medförd mobiltelefonutrustning vid resor i nordiskt grannland löstes genom arbetsgruppens initiativ. (Knäckfrågan var tillstånd för utländsk bilist att medföra och utnyttja mobilstationens sändare.) Ytterligare ett antal frågor i samband med ett kompatibelt manuellt interimssystem behandlades av arbetsgruppen. Det gällde bl a nummersättning, debitering och system för selektivanrop. Man konstaterade avslutningsvis att det är möjligt att bygga ett gemensamt nordiskt manuellt system som en interimslösning. Man fann det också önskvärt att frekvensband i omedelbar anslutning till dem som expertgruppen föreslagit reserverades för ett framtida automatiskt system.

Arbetet med utformning av ett automatiskt mobiltelefonsystem avspeglas i arbetsgruppens återkommande rapportering. I 1973 års rapport fastslog man att ett *gemensamt* nordiskt system är den enda praktiskt tänkbara möjligheten att uppnå kompatibilitet mellan ländernas system. Det vidare arbetet baserades på denna uppfattning. Man bedömer att det tänkta automatiska mobiltelefonsystemet kan införas tidigast i slutet av 1970-talet. Arbetsgruppen antar att livslängden för ett system av detta slag kan uppgå till åtminstone 15 år och därför bör "systemets faciliteter bestämmas med hänsyn till de krav som abonnenterna kan förväntas ställa under 1980-talet". Gruppen ansåg att det nya systemet skulle utformas i överensstämmelse med de möjligheter modern kopplingsteknik kan ge vartefter sådan teknik



12. NMT, systembild. I mobiltelefonväxeln (MTX) överföres all signalering mellan systemen på ett sådant sätt att det fasta telefonnätet uppfattar mobiltelefonen som en vanlig telefonabonnent. Funktionsförbättringar och utökade möjligheter hos systemet sker uteslutande genom ändringar i MTX dataprogram. Mobilstationens programspecifikation bibehålles oförändrad.

införes i trådnätet. De preliminära operativa grundkraven innebar främst att mobiltelefonen skulle fungera som en vanlig automatisk telefon oberoende var man befann sig med bilen. Debitering av samtal skall ske hos den uppringande abonnenten (sedermera har ju 020-nummer förändrat detta). Bland de preliminära operativa grundkraven i övrigt kan nämnas att man skulle eftersträva samma säkerhet som i trådnätet ifråga om nummeröverföringen. Detta gäller i särskilt hög grad i samband med den automatiska taxeringen (debiteringen av samtal). Den enskilde abonnentens samtalshemlighet gentemot andra abonnenter skulle i möjligaste mån säkerställas.

För att göra telefonerandet oberoende av var bilen befinner sig under färd insåg man behovet av automatisk överkoppling av pågående samtal från en basstation till angränsande basstation då bilen körs från en basstations täckningsområde in i ett annat. Ett liknande krav är att uppringande abonnent skulle nå bilen enbart genom bilens telfonnummer och utan närmare vetskap om var den befann sig.

I sistnämnda sammanhang infördes begreppet *roaming* (av engelska roam = ströva, flacka omkring). Därmed avses en anordning som möjliggör för mobilabonnenten att flytta sig från ett basstationsområde till ett annat utan att systemet förlorar möjligheten att lokalisera bilen. Gruppen hade funnit vid studium av utländska system eller förslag till system, att i de flesta fall fanns någon form av roamingfacilitet och med hänsyn härtill förelåg starka skäl att förse det framtida nordiska systemet med denna anordning. Ännu vid denna tidpunkt var det oklart hur en uppdatering av lägesinformationen borde ske. Däremot framgår att det skall finnas "minne" i systemet.

I denna rapport till den nordiska telekonferensen 1973 avsåg arbetsgruppen att lägga fram ett ramförslag till ett långsiktigt system "med funktionsspecifikation och grov systembeskrivning". Det skulle emellertid föra alldeles för långt att här gå in på detaljer i de olika rapporterna. Vid denna tidpunkt har arbetsgruppen bearbetat

ett antal delar av det automatiska systemet och räknar med att det arbete som omfattar funktionsbeskrivning, numrerings- och dirigeringsprinciper nu blivit utfört. I frågor rörande nätstruktur och basstationsområdenas storlek avvaktar man resultatet av mätningar och fältprov som kommer att utföras av den svenska teleförvaltningen. Dessa mätningar och prov slutfördes under 1973.

Industrin informeras

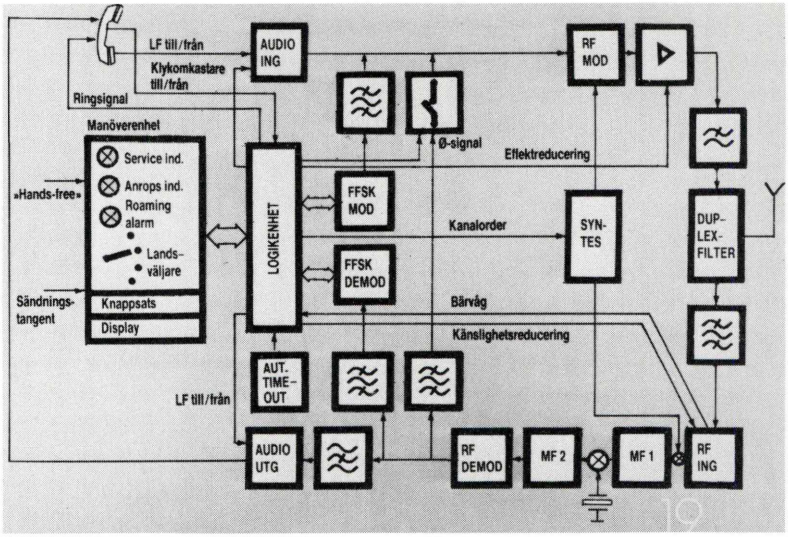
Det är intressant att notera att arbetsgruppen redan i detta tidiga skede ansåg det lämpligt att informera industrin om det pågående arbetet. Ett informationsmöte i detta syfte hölls hösten 1971 i samband med gruppens möte i Stockholm. Man inbjöd ett stort antal representanter för potentiella leverantörer och ett 40-tal företag från hela Norden var representerade när arbetsgruppen redovisade de preliminära operativa grundkraven på det automatiska systemet. Viktiga frågor av radioteknisk och telefonteknisk natur berördes också. Även i fortsättningen kom gruppen att informera om sitt arbete. Ett par år senare hade gruppen vid flera tillfällen haft kontakter med olika industriföretag och inbjudit dessa att kommentera gruppens förslag och bl a ange ungefärliga kostnadsramar för system enligt gruppens modell. Man hade också från gruppen efterfrågat tänkbara ändringar som kunde ge ekonomiska, tekniska eller praktiska fördelar. Gruppen hade konstaterat att mobilstationer, som framtagits för andra system, i några fall var så utförda att de blev intressanta att studera närmare.

I rapporten 1973 skisseras en tidsplan för det fortsatta arbetet. Systemlösningen beräknas vara klar under 1974 och därefter bör man enligt gruppen bygga ett provsystem i liten skala för att verifiera de systemtekniska principerna. Detta bedömdes ske under perioden 1975–77. Tidpunkten för en möjlig idriftsättning av det automatiska systemet anses vanskligt att uttala något om. Förutom tiden för gruppens arbete är man beroende av ett flertal svårbedömda faktorer. Man gissar – för optimistiskt som det skulle visa sig – på 1978–79.

Datorer tar över

Den närmaste tiden från slutet av 1973 ägnas åt gränssnittet basstation–mobilstation. Enkelt uttryckt gäller det att med ett antal tekniska anordningar ersätta samspelet mellan människa i bil och människa i betjäningscentral. Nätkonfigurationen är i många stycken samma som för det manuella systemet MTD. För att fortsätta att förenkla och dessutom gå händelserna i förväg kan man säga att en mikrodator i bilutrustningen ”samtalar” med en dator i telefonväxeln som ersätter betjäningscentralen. Språket är datorernas språk – nollor och ettor i olika kombinationer. Det hela förenklas något av att ett antal standardfraser ingår i ”konversationen”. Verkligheten innehåller emellertid avsevärda problem som krävde många mantimmar, t o m manår, att komma tillrätta med.

Den del av förbindelsen som går på radio blir utsatt för störningar



13. NMT, blockschemat för mobilstationen visar dess komplexa uppbyggnad utöver själva radiodelen (sändare resp mottagare).

och signalförvrängning av olika slag. När två personer samtalar i radiotelefon klarar man som regel en ganska hög nivå av störningar och/eller förvrängning. En strävan var därför att den automatiska signaleringen mellan bil och bas borde fungera vid samma störningsnivå som medger samtal. Valet av kodningsprincip för den numeriska signaleringen var därför av stor betydelse eftersom datorns förmåga att tolka en störd/förvrängd signal är ytterst ringa. Förutom binär signalering (med nollor och ettor) fanns i radio- och telefonsammanhang standardiserade tvåtonssignalering för knappsatser (CCITT) resp sekvenstonssignalering (CCIR) att välja. Arbetsgruppen ansåg sig behöva en ingående undersökning för att kunna värdera för- och nackdelar hos de olika metoderna. Gruppen ansåg vidare att en sådan undersökning dels krävde större resurser än vad gruppen förfogade över, dels lätt kunde brytas ut och behandlas separat. En utomstående konsultfirma (STORNO A/S i Köpenhamn) fick ett sådant uppdrag genom att den danska administrationen skrev kontrakt på samtliga deltagarländers vägnar och efter vederbörligt anbudsförfarande. Resultatet förelåg i en drygt 100-sidig rapport hösten 1973.

Vid de mätningar som blivit utförda visade sig samtliga system tillfredsställande för ändamålet och det bedömdes att det binära systemet inte skulle ställa sig dyrare än tonsignalsystemen vid den tidpunkt då det automatiska mobiltelefonsystemet kom att sättas i drift. Eftersom det binära signalsystemet har betydligt högre informationsöverföringskapacitet än de båda övriga, beslöt arbetsgruppen förorda ett binärt system för överföring av ”såväl styrsignaler som för

numeriska signaler". Det har ett betydande intresse att signaleringen kan ske snabbt och för att mera i detalj utreda med vilken hastighet signalering kunde ske, fick gruppen förvaltningarnas medgivande att uppdra åt konsulten att även undersöka signaleringshastighetens inverkan på överföringssäkerheten. Resultatet blev att en överföringshastighet av 1200 teckenelement per sekund (1200 Baud) ansågs lämplig med hänsyn till egenskaperna hos radiovian. Det fordrades emellertid dessutom en felkorrigerande kod för att ernå en överföringssäkerhet i paritet med vad som gäller för trådnätet. Utprovningen av sistnämnda blev en viktig deluppgift i systemprovet i ett senare skede.

Rapport till 1975 års nordiska telekonferens

I rapporten till 1975 års nordiska telekonferens fanns en fullständig systemspecifikation med detaljerade förslag till tekniska lösningar bl a av omkoppling till annan basstation under pågående samtal resp uppdatering av lägesinformation (roaming-funktionen). I en bilaga redovisas förslag till detaljerat signaleringsschema för allt som avses ske automatiskt i samverkan mellan mobilstation och bas. Arbetsgruppen konstaterar att det är möjligt att uppfylla de ställda systemkraven utan några krav på ändringar i de befintliga trådnäten. Vissa delar av den föreslagna lösningen kräver en relativt avancerad teknik, huvudsakligen i gränssnittet mobilstation – basstation/mobiltelefonväxel. För att verifiera att de valda lösningarna fungerar på avsett sätt ansåg gruppen det nödvändigt att genomföra ett gemensamt systemprov i begränsad skala innan systemet definitivt etablerades. Syftet med systemprovet var dels att säkerställa att de specifikationer, som kom att göras upp för mobilstationerna var nödvändiga och tillräckliga, dels att för industrins arbete med mobilstationerna visa att de tekniskt mera avancerade delarna av systemet var baserade på utprovad teknik. Genom provet skulle eventuellt erforderliga systemmodifieringar före verklig drift kunna genomföras utan större konsekvenser.

Gruppen ansåg det också nödvändigt att den gavs i uppdrag att styra planering och genomförande av systemprovet genom en projektgrupp samt att provet utfördes i en förvaltnings regi, ej av industrin. Motiven för denna uppfattning var bl a:

Genom sitt arbete med systemet hade gruppen skaffat sig ingående kunskaper som ej utan betydande tidsåtgång kunde överföras till industrin i form av en specifikation av uppdraget.

Det anbudsförfarande som skulle erfordras för val av ett utomstående företag skulle skapa ett konkurrensmoment som vid den tidpunkten skulle ha en ogynnsam effekt.

För ett projekt i industrins regi skulle möjligheterna att utföra eventuella kompletterande undersökningar försvåras.

Det skisserade arrangemanget möjliggjorde full öppenhet gentemot samtliga intresserade fabrikanter av mobiltelefonutrustning.



14. NMT, mobilstation av tidigt utförande (Svenska Radio AB). Stationen kunde även anordnas bärbar med batterikassett. Foto Telemuseum.

Här skall noteras att inga tekniska lösningar inom ramen för arbetsgruppens uppdrag belades med patent.

Gruppen skisserar nya tidpunkter för det fortsatta arbetet under förutsättning att telekonferensen godkänner gruppens förslag: Systemprovet bör kunna slutföras vid årsskiftet 1977–78. Vissa beställningar av utrustning bör kunna ske under första halvåret 1978, "...det automatiska systemet bör kunna sättas i drift i början av 1981".

Med arbetsgruppens rapport till 1975 års nordiska telekonferens har gruppen genomfört en betydelsefull del av sitt arbete. Utöver vad som här tidigare omtalats innehåller rapporten en ekonomisk analys som visar lönsamhet med ett automatiskt system vid alltmer ökade personalkostnader i samband med fortsatt manuell expedition. Gruppen har också under sitt arbete skaffat kännedom om förekommande moderna mobiltelefonsystem på andra håll i världen och därvid funnit att inget av dessa system varit direkt lämpligt att införa i Norden. Man har emellertid tagit vara på värdefulla idéer. Gruppen finner att det föreslagna nordiska systemet inte ställer sig dyrare än dessa andra system och dessutom uppfyller de grundläggande kraven.

Något bör sägas om arbetsgruppen. Dess officiella namn var Nordiska Mobiltelefongruppen (NTR 69–5). Antalet medlemmar varierade något men synes mestadels ha varit tre från resp land. Namnen på deltagarna varierar något i olika skeden. Ordförande var Håkan

Bokstam och sekreterare Thomas Haug, båda från svenska televerket. Gruppen hade regelbundna sammanträden några dagar på hösten och på våren omväxlande i någon av de nordiska huvudstäderna. Dessemellan hölls ett flertal informella möten med begränsat antal deltagare och information utväxlades per brev och telefon.

Utöver arbetsgruppen fanns undergrupper och specialister. Det nordiska mobiltelefonsystemet är resultatet av ett team-work där kunnigt och engagerat folk från såväl radiosidan som telefonsidan hos de nordiska teleförvaltningarna medverkade. Till detta kom de impulser som erhölls vid samråd med industrin.

Formellt beslut om systemprov

Den nordiska telekonferensen 1975 uttalade i ett formellt beslut

- att systemprov skulle genomföras i Sverige
- att de fyra förvaltningarna skulle dela på kostnaden för provet
- att kompletterande utredningar om gränssnittet mobiltelefon – telenätet skulle göras.

Med hänsyn till hur antalet abonnenter i resp lands manuella mobiltelefonnät alltmer ökade var man enig om att det var mycket viktigt att klara en systemstart 1981 för det gemensamma nordiska mobiltelefonsystemet. Det uttalas också att den nordiska mobiltelefongruppen har utfört ett stort och viktigt arbete med sikte på en gemensam nordisk automatisk mobiltelefontjänst. Systemförslaget som beskrivs i gruppens rapport "förefaller grundligt bearbetat och genomtänkt utifrån de tekniska möjligheter som existerar eller kommer att föreligga innan systemet sätts i drift".

Det finns 1975 vissa farhågor i samband med framtagandet av mobiltelefonväxeln och uppdragsgivarna vill ha med en simuleringsmodell av växlen i systemprovet. Vid tidpunkten fanns den programminnesstyrda växeln AKE-13 (Ericsson) som tänkbart alternativ, men ett fåtal år senare sattes den första AXE-växeln i drift och denna typ av växel kan utrustas och programmeras att utföra mobiltelefonväxelns funktioner.

Så var det alltså dags att ta itu med systemprovet som skulle genomföras utan onödigt dröjsmål och så snart nödvändiga förberedelser var genomförda. För genomförande av de systemtekniska proven tillsattes en särskild projektgrupp. Projektet skulle genomföras i regi av radiolaboratoriet vid svenska televerket i samarbete med norska televerkets forskningsinstitut. En styrgrupp bestående av representanter från de fyra nordiska länderna bildades för projektet.

En deluppgift under föreberedelserna var att skaffa utrustning som funktionsmässigt motsvarade basstation resp mobilstation. Det blev i form av "experimentbygge" som till största del gjordes vid radiolaboratoriet under ledning av två unga civilingenjörer, Jay Bergstrand och Henrik Rosenlund. Provsystemet kom att omfatta tre basstationer

och ett tiotal mobilstationer. Basstationerna utplacerades i stockholmsområdet på ett för provet lämpligt sätt. Mobilstationerna i experimentutförande bestod av ett antal enheter som fick plats i baksätet i en bil. Själva radioenheterna (sändare resp mottagare) var modifierade enheter av MTD-utförande med "frekvenssyntes". Styrenheten i mobilstationen tillverkades av komponenter för logikuppbyggnad såsom mikroprocessorer etc. Lämpliga sådana komponenter började vid denna tid komma i marknaden.

I radiolaboratoriets lokaler i Farsta anordnades experimentväxeln som bestod av en väljarmatris som styrdes från en dator. Till matrisen var 10 abonnentledningar från telefonnätet anslutna, motsvarande de 10 mobilstationerna och ut från matrisen ledningar till resp basstationer. Experimentväxeln innehöll dessutom enheter för att ta emot ringsignal och annan information från telefonnätet att tillföras styrdatorn. Med hjälp av tillsatsanordningar kunde styrdatorn "ringa upp till telefonnätet" (lyfta telefonlur och fingerskiveimpulsera etc). Mot basstation/mobilstation fanns s k modem för mottagning och sändning av binärkod som innehöll information till och från styrdatorn.

Programvaran till styrdatorn utvecklades hos televerkets forskningsinstitut i Oslo. Forskarna Björn Löken och Nils Tolleshaug ansvarade för detta arbete. Den styrdator man valde – NORD 12 – var programkompatibel med en större maskin hos televerket i Oslo. Därigenom kunde man reducera behovet av kringutrustning vid datorn i Farsta och ha hjälpmedlen för programutveckling koncentrerade i Oslo.

Man kan som regel räkna med besvärligheter och betydande förändringar innan programvara av detta slag är helt färdig. Därför måste hjälpmedlen medge att programmeringen går snabbt och är lätt att förstå. Detta innebär att man måste tillgripa vad man kallar högnivåspråk för programmeringen och därtill en jämförelsevis kraftfull dator. Ställningstagandet var motiverat då man ansåg att en rationell disponering av personalresurserna utgjorde den viktigaste faktorn för att projektet skulle genomföras framgångsrikt. Arrangemanget med de två datorerna gjorde att man i Farsta kunde göra praktiska prov med delar av programmet samtidigt som man i Oslo ändrade eller letade fel i andra programdelar.

Provverksamheten kom efter hand igång men det var ett tids- och resurskrävande arbete som preliminärt uppskattats till ca 1800 dagsverken. Det var nödvändigt att i detalj utprova signaleringen mellan mobiltelefonväxeln, basstationen och mobilstationen. Sättet att överföra den binära informationen måste noga utprovas. När provverksamheten väl var igång kunde man börja utarbeta specifikationer till systemets olika delar. Specifikationerna kom emellertid att justeras och bearbetas flera gånger och det är först i slutet av år 1978 som man skriver kontrakt om inköp av växlar och basstationsutrustning. Då

fanns så att säga alla bitar att bygga med. Dessutom var man säker om att komponenter som tålde de stora temperaturvariationerna i bilen skulle bli tillgängliga för konstruktion av logikdelen (mikrodatorn) i mobilstationen.

I slutet av sommaren 1978 gjordes en framgångsrik demonstration med provsystemet. Ordföranden i arbetsgruppen, Håkan Bokstam, hade några månader tidigare omkommit i en trafikolycka och fick ej uppleva framgången. Hans efterträdare blev Thomas Haug i svenska televerket. Haugs effektiva ledning av det fortsatta arbetet hade stor betydelse för projektets lyckosamma genomförande. Betydelsefulla insatser gjordes också under hela utrednings- och utvecklingsarbetet av Östen Mäkitalo, från 1975 överingenjör och chef för radioutvecklingen vid svenska televerket. Både Mäkitalo och Haug erhöll 1987 Svenska Ingenjörsvetenskapsakademiens guldmedalj för sina bidrag vid utvecklingen av NMT. Som tidigare blivit nämnt, gjorde dock många kunniga och engagerade personer i de fyra deltagande länderna ett förtjänstfullt arbete.

Från åren 1979/80 föreligger ett antal omfattande rapporter om olika aktiviteter i samband med systemprovet. Från televerket i Finland bidrog man med att konstruera en systemsimulator som kom att bli systemlikare.

Faktaredovisning 1978

I en faktaredovisning inom svenska televerket i december 1978 står benämningen NMT (Nordisk Mobiltelefon) för det nya automatiska systemet och man har därmed frångått benämningen MTC för Sveriges del. Redovisningen omtalar att den första mobiltelefonväxeln (förkortat MTX) med en 1:a utbyggnadskapacitet om 10 000 nummer kommer att tagas i trafik i Stockholm maj 1981. Danmark, Norge och Sverige har valt ett av Ericsson offererat växelsystem av AXE-typ.

Något försenat startar man våren 1981 en provperiod med mobiltelefonväxeln i Stockholm. I juni övertogs denna första växel från leverantören. En andra MTX med samma utbyggnadskapacitet togs i trafik i Göteborg maj 1982. Sedan maj 1981 provades NMT-systemet av televerket med ett större antal mobiltelefoner och basstationer.

Slutlig teknisk kravspecifikation för mobilstationer utgick under 1980 och typprovningen startade i början av 1981. Televerkets provsystem ställdes till mobilstationsleverantörernas förfogande för testverksamhet. I slutet av september 1981 fanns typgodkända mobiltelefoner av fem olika fabrikat och kort därefter tillkom ytterligare fem vilket visar intresset hos tillverkarna. Priset vid tidpunkten var ca 15 000 kronor och uppåt. I likhet med vad som gällde för MTD kom den mobila NMT-stationen att med något undantag ägas av abonnenten.

Vid starten av MNT var inträdesavgiften i systemet 300 kronor, abonnemangsavgiften 400 kronor per kvartal och trafikavgiften 20 öre

för varje period om 4 sekunder dvs 3 kronor per minut. Trafikavgiften var densamma inom hela Norden. Systemet täckte vid starten Stockholm och Mälardalen samt Göteborg och Malmö jämte ett flertal orter längs Norrlandskusten och i mellansverige. På grund av den stora kundtillströmningen fick utbyggnadsprogrammet snabbt revideras.

Den 1 oktober 1981 invigde kommunikationsminsitern den svenska delen av det nordiska automatiska mobiltelefonsystemet i närvaro av bl a de fyra generaldirektörerna från de nordiska televerken. Sverige och Norden hade fått ett av världens förnämligaste system för landmobil radiotrafik.

Slutord

Med facit i hand och vetskapen om det starka genomslag mobiltelefontjänsten fått och det stora intresse systemet rönt i omvärlden, ser man återigen hur visionärer och eldsjälar åstadkommer storartade resultat fastän vägen mången gång förefallit lång och problemen svårbemästrade.

Ett varmt tack till Carl-Gösta Åsdal som läst manuskriptet och lämnat värdefulla synpunkter och kommentarer, och till Henrik Rosenlund som låtit mig få tillgång till hans handlingar och dokument och även bidragit med personliga hågkomster.

Källor

Handlingar ur Televerkets Centralarkiv och Televerket Radio:s arkiv.
Handlingar hos Polismuseet, Göteborg.
Artiklar av S Lauhrén, R Berglund och H Bokstam, tidskriften TELE åren 1951, 1952, 1953, 1955, 1972.
Artiklar ur tidskriften POPULÄR RADIO nr 6 1939 och nr 4 1952.
Proceedings of IRE maj 1962.
Landmobil radiokommunikation, betänkande avgivet av arbetsgruppen för mobiltelefonsystem, augusti 1967.
Rapporter till Nordiska telekonferensen 1970–1980.

From wireless telegraphy to mobile telephone

Summary

The end of 1981 witnessed the opening of the Swedish section of a new, completely automatic mobile telephone common for the whole of the Nordic region. The system which has been given the name NMT [Nordic Mobile Telephone], is the result of a ten year development project and is a cooperative venture by the Nordic telecommunication authorities.

Events after 1981 demonstrate that the NMT system had outstanding properties and it received a highly positive reception in Sweden and in the Nordic region in general. At the end of the present year (1990) it was reckoned that there were 460 000 mobile telephone subscribers in Sweden. The system has aroused great interest and has achieved success internationally.

The present account deals with the early development of land based mobile radio communication in Sweden and the work which since the end of the 40s has been carried out by the Swedish Telecommunications Administration [*Televerket*] in the domain of mobile telephones.

Marconi realised a century ago what wireless telegraphy would mean for shipping. In the mid 1930s serious use began to be made of radio telephones on vessels at sea. It is widely considered that the early history of landbased mobile radio communication is one of "police pioneering".

In 1933, experiments were made with police radio in Gothenburg and from 1935 onwards there was a regular service with a number of radio cars. Transmission took place on shortwave frequencies and initially radio telegraphy was employed. The early 1940s saw the introduction of telephone equipment and frequency modulation on radio frequencies around 40 MHz. Tranmission on this range of frequencies thereby allowed a solution of the car antenna problem. Frequency modulation (FM) in additon provided relatively interference-free reception. An effort was made to keep abreast of technical developments in radio which were accelerated by the second world war. At the end of the 1940s the demand for frequencies for the landbased mobile radio network increased as did the demand for its further connection to the telephone network. A general radio network which could be used in common implied a more effective use of the frequency spectrum since the frequency channels constitute a limited resource.

At this juncture the Swedish Telecommunications Administration considered that the time was ripe to begin experiments on mobile telephones and work concentrated on devising an automatic system. It became the first fully automatic mobile telephone system in the world and was named after its designer, S Lauhrén. The system was based on the then current relay technique and aroused international interest. An experimental installation was set up in Stockholm in 1951. Definitive installations were built in Stockholm and Gothenburg and went into public service in 1956. The system used radio frequencies in the 160 MHz band.

In the mid 1950s, R Berglund at the Telecommunications Administration's Radio Department presented his "tone code principle" which meant that a particular selection tone was exclusively identified with the mobile station. Berglund's system allowed a simplied construction with *inter alia* the use of transistors as active components. An experimental installation was set up in Stockholm in 1961 and the official start of the permanent system in Stockholm and Gothenburg took place in 1965. A further system of this type was introduced in Malmö in 1967. The mobile stations were transistorised with the exception of the transmitters' driving stage and final stage. Berglund's system was suitable for local networks but not for countrywide extension. Lauhrén's and Berglund's systems were used side by side throughout the 60s. The need for a countrywide mobile telephone system became increasingly urgent. The Telecommunications Administration set up a working group under C-G Åsdal, later chief for *Televerket Radio*, to draw up guidelines for a countrywide mobile telephone network. The group's report in August 1967 formed the foundation for subsequent developments. An extensive material dealing with mobile telephone systems both at home and abroad was collected and studied. On the basis of this material and the internal knowledge at the disposal of the Administration, the desirable and imaginable properties of a new, automatic mobile telephone system were specified.

At the end of the 60s, work began on the development of parts of the new system. At the same time, the demand for a mobile telephone system outside the major centres of population was so great that it was opportune to build up

a countrywide service as quickly as possible. The only possibility at this time was a manually serviced system and one such was put into operation at the end of 1971.

At the 1969 Nordic Telecommunications conference at Kabelvåg, Lofoten, a new initiative was taken by C-G Åsdal who together with other interested delegates proposed that the Nordic telecommunications authorities should consider the question of a common mobile telephone system in the future. A conference decision resulted in a Nordic Working Group which with the assistance of various subgroups and specialists, consultants etc was able during the 70s to create the preconditions for a common Nordic system, partly designed this system and after 1975 carried out a system test. The chairman in this working group was H Bokstam from the Swedish National Telecommunications Administration and at his decease at the beginning of 1978, his place was taken by T Haug who had been secretary to the group.

From 1971, the Working Group has reviewed its deliberations and the ongoing work in regular reports to the Telecommunications Conference every other year. The latter—when appropriate—provides its opinion or decides about the future work of the Group. It became more or more clear that the NMT ought to be put into operation during 1981 because of the steadily increasing number of subscribers using the manual system. It was judged that the costs and problems occasioned by a growing number of operator personnel would increase rapidly. The users of the manual system however had become aware of the mobile telephone's potential and it was reckoned that this would give the new system a flying start.

The system tests proved to be demanding in terms of time and resources and went on from 1975 to 1978. The aim was to ensure that the specifications for the mobile stations arrived at were necessary and sufficient. There was also a desire to demonstrate for industry that the technically more advanced parts of the system were based on tried-and-tested technology. Clients wanted moreover to have a simulation model of the exchange included in the system test since in 1975 there were a number of unknowns about how a mobile telephone exchange should be designed. A few years later, however, the first AXE-exchange went into operation and it was concluded that the necessary preconditions for a good mobile telephone exchange had been satisfied. At the end of 1978, contracts were signed for the purchase of exchanges and base station equipment. The definitive technical demand specifications for mobile stations were issued in 1980 and the testing of various types began at the beginning of 1981. When the system was officially inaugurated in Sweden on 1 October 1981, there were five different makes of approved mobile telephones and shortly afterwards these were joined by a further five which shows the interest among manufacturers.