

Sjöholm, Kent Rune

**Working Paper**

## Radiofrequensspektrum, en värdefull resurs. Ekonomiska aspekter på frekvensförvaltning

IUI Working Paper, No. 334

**Provided in Cooperation with:**

Research Institute of Industrial Economics (IFN), Stockholm

*Suggested Citation:* Sjöholm, Kent Rune (1992) : Radiofrequensspektrum, en värdefull resurs. Ekonomiska aspekter på frekvensförvaltning, IUI Working Paper, No. 334, The Research Institute of Industrial Economics (IUI), Stockholm

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/94904>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



# Industriens Utredningsinstitut

THE INDUSTRIAL INSTITUTE FOR ECONOMIC AND SOCIAL RESEARCH

En lista över Working Papers finns sist i denna studie

---

Nr 334, 1992

**RADIOFREKVENSSPEKTRUM, EN  
VÄRDEFULL RESURS. EKONOMISKA  
ASPEKTER PÅ FREKVENSFÖRVALTNING**

av

Kent Rune Sjöholm

September 1992

---

Postadress  
Box 5501  
114 85 Stockholm

Gatuadress  
Industrihuset  
Storgatan 19

Telefon  
08-783 80 00  
Telefax  
08-661 79 69

Bankgiro  
446-9995

Postgiro  
19 15 92-5

Industriens Utredningsinstitut  
attn: Kent Rune Sjöholm  
Box 5501  
114 85 Stockholm  
SWEDEN

---

Revision 2.0  
1992 09 02

Tfn: 08 - 783 8428  
Fax: 08 - 661 7969

**Radiofrekvensspektrum, en värdefull resurs  
Ekonomiska aspekter på frekvensförvaltning**

av  
**Kent Rune Sjöholm**

## Innehåll

- 1.0 Uppdraget
- 2.0 Sammanfattning
- 3.0 Kort fysikalisk & teknisk bakgrund
  - 3.1 Maxwells teori för elektromagnetisk strålning
  - 3.2 Experimentell verifikation & teknisk tillämpning
  - 3.3 Frekvenspektrum
  - 3.4 Utbredningsegenskaper
  - 3.5 Exklusivitet, en nödvändighet för kommunikation
- 4.0 Regleringshistorik från USA
  - 4.1 Trängsel i "etern" redan från början
  - 4.2 Radio, militär resurs hotad av kaos vid civilt bruk
  - 4.3 Rundradion på 1920-talet
  - 4.4 The Federal Radio Commission, FCC & NTIA
- 5.0 Det internationella regleringssystemet
  - 5.1 Viktiga institutioner
  - 5.2 Frekvensblock och radiotjänster
  - 5.3 Prioriteringsregler
  - 5.4 Regional och nationell differentiering
  - 5.5 Effektiv användning av tilldelat frekvensutrymme
    - 5.5.1 Att tilldela frekvensutrymme
    - 5.5.2 Att använda en frekvensrättighet
    - 5.5.3 Effektivitet
    - 5.5.4 Omallokering
  - 5.6 Erfarenheter av administrativ reglering
  - 5.7 Allokeringar reformer och standardisering
    - 5.7.1 Bättre internationellt samarbete
    - 5.7.2 Homogena eller heterogena block?
    - 5.7.3 Undvik undergrupper
    - 5.7.4 Flexibla tjänstdefinitioner
    - 5.7.5 Standardisering och ökat samutnyttjande
- 6.0 Frekvensförvaltning inom EG, nuvarande policy
- 7.0 Bakgrund till reformsträvanden
  - 7.1 Avreglering och konkurrens
  - 7.2 Efterfrågan på frekvensutrymme ökar snabbt
  - 7.3 Knapphet på frekvensutrymme, en kostnadsfråga
  - 7.4 Tveksam administrativ reform i USA
  - 7.5 Lång handläggningstid även i Sverige

- 8.0 Att värdera frekvensutnyttjande
  - 8.1 Radio, väsentlig resurs eller möjligt alternativ ?
  - 8.2 Licensavgifter, omfattning och utformning
    - 8.2.1 Täckning av administrativa kostnader
    - 8.2.2 Omsättningsbaserade avgifter
    - 8.2.3 Skuggprisbaserade licensavgifter
    - 8.2.4 Spektrumkonserverande avgifter
  - 8.3 Direkt handel med rättigheter
  
- 9.0 Att skapa marknader för frekvensrättigheter
  - 9.1 Rätt att strukturera eller rätt att använda
  - 9.2 Förutsättningar för en effektiv marknadslösning
  - 9.3 Hur hantera externa effekter ?
  - 9.4 Tidshorisont och dynamisk effektivitet
    - 9.4.1 Risk för underinvestering vid kort tillståndstid
    - 9.4.2 Tillståndstid enligt svensk lag
  
- 10.0 Erfarenheter från det första marknadsexperimentet
  - 10.1 Tillämpad procedur vid försäljning av rättigheter
  - 10.2 Ekonomiskt utfall av auktionerna i teori och praktik
  - 10.3 Begränsningar i marknadsreformen

Bilaga 1, Radiotjänster & stationsklasser, en översikt

Referenser

## 1.0 Uppdraget

På initiativ av Näringslivets Telekommitté, NTK, har Industriens Utredningsinstitut, IUI, granskat den debatt som förts om reformering av den nu dominerande modellen för förvaltning av radiofrekvensspektrum. Speciellt uppmärksammas möjligheten att använda ekonomiska styrmedel och decentraliserade marknadslösningar som komplement eller substitut till nuvarande praxis med centralt administrerad fördelning av rättigheter att utnyttja radiofrekvenser.

Studien föranleds av Frekvensrättsutredningens arbete, som påbörjades våren 1990. Utredning uppgift var att

- föreslå tillägg till och ändringar i den radiorättsliga lagstiftningen som gäller planering och fördelning av radiofrekvenser samt tillstånd att inneha radiosändare.
- se över den nuvarande organisationen för frekvensförvaltning och tillståndsgivning samt lägga fram förslag som innebär att televerket skiljs från sin myndighetsutövning på radioområdet.

Utredningen presenterade ett betänkande i slutet av 1991 (SOU 1991:107) och en ny telemyndighet, Telestyrelsen, har inrättats. Telestyrelsen övertar statens ansvar för frekvensförvaltningen och skall i 1990-talets avreglerade telemiljö försöka finna lämpliga former för att rättvist och effektivt fördela frekvensutrymme inte bara mellan olika användningsområden, utan också mellan ett antal konkurrerande 'operatörer' inom samma tillämpningsområde.

Kraven på internationell frekvenssamordning inom ramen för ITU kvarstår medan kraven på effektivitet och flexibilitet i utnyttjandet av frekvensrummet stiger, bland annat i takt med att allt fler 'trådlösa' tekniker marknadsförs, satellitbaserade bredbands överföringar växer i betydelse mm.

För synpunkter och assistens i olika former framföres ett tack till,

Curt Andersson - Telestyrelsen,  
 Tomas Beijer & Per Sjöstrand - Televerket Radio,  
 Tallajejan Bishop - ICTM University of Nebraska at Omaha,  
 Arvid Brandberg - NTK/Branschkansliet,  
 Dieter Elixmann - WIK, Bad Honnef,  
 Richard Kramer - Northern Telecom Europe Ltd,  
 Joakim Nelson - Ericsson Telecom AB (Lund),  
 Aine NiShuilleabhain - CITI Columbia University,  
 Norbert Schroeder - NTIA US Department of Commerce,  
 Tomas Sidenblad - Ericsson Radio Systems,  
 Bertil Thorngren - Televerket KP,  
 Maria Ulfvensjö & Ingvar Eriksson m.fl. - Tele2 AB,  
 Mark Young - OTA Congress of the United States.

samt till min chef, Gunnar Eliasson, och kollegor vid IUI.

## 2.0 Sammanfattning

Radiofrekvensspektrum har länge varit en viktig resurs för alla former av radiotillämpningar. Denna naturresurs tenderar att bli allt mer strategisk i takt med att kraven på tillgänglighet, rörlighet och flexibilitet ökar och nya kommunikationstjänster skapas. Spektrum har hittills betraktats som en "allmänning" som kunnat utnyttjas utan andra direkta kostnader än de som har uppkommit för att administrativt samordna dess användning i syfte att undvika störande interferens mellan olika användare. Denna grundsyn finns fortfarande kvar fullt ut i det förslag till ny svensk lag om radiokommunikation som frekvensrättsutredningen presenterade i slutet av 1991 (SOU 1991:107).

Den traditionella synen är både sympatisk och försvarbar om radiofrekvensspektrum inte är någon knapp resurs och om den administrativa samordningen sker smidigt, snabbt och billigt.

Skulle däremot efterfrågan på frekvensutrymme stiga så att en genuin knapphet uppkommer inom vissa områden och antalet tillståndsärenden öka så snabbt att handläggningstiderna hos frekvensmyndigheten blir störande långa, kan en lämpligt utformad modell för marknadsmässig fördelning av frekvensrättigheter vara ett intressant alternativ till en centralt administrerad frekvensfördelning.

Nationalekonomer har till och från diskuterat marknadsalternativ inom radiofrekvensområdet under decennier. Först i slutet av 1989 genomfördes det första marknadsexperimentet i stor skala på New Zealand. Experimentet visar att en marknadsmodell är praktiskt genomförbar. Själva principen att fördela frekvensrättigheter med hjälp av ett auktionsförfarande har där vunnit bred acceptans, även om detaljer i uppläggningsen troligtvis behöver ändras efter välgrundad kritik. En annan erfarenhet är att "marknadskrafterna" har fått mindre utrymme än initiativtagarna tänkt sig och att detta skapat vissa problem. Erfarenheterna från New Zealand är väl värda att studera, inte minst för andra små öppna ekonomier. Ärendet står för övrigt på den politiska dagordningen i flera andra OECD-länder, bla i USA, Canada, Storbritannien, Tyskland och Australien.

## 3.0 Kort fysikalisk & teknisk bakgrund

Som en bakgrund till en diskussion av de ekonomiska aspekterna av frekvensförvaltning och frekvensanvändning, redovisas nedan en kortfattad fysikalisk och teknisk bakgrund till radio som kommunikationsmedel.

### 3.1 Maxwells teori för elektromagnetisk strålning

James Clark Maxwell utvecklade 1864 den grundläggande klassiska elektromagnetiska teorin, sammanfattad i Maxwells ekvationer. Enligt dessa kan elektromagnetisk strålning modellmässigt uppfattas som en vågrörelse av mot varandra vinkelrätt ställda elektriska och magnetiska fält som i vacuum och utan inverkan av starka gravitationsfält utbreder sig med konstant hastighet, 300 000 km/sekund. Elektromagnetisk strålningens våglängd och frekvens kan däremot variera inom vida gränser.

Följande grundläggande samband föreligger.

$$f = c / \lambda ; \quad (1)$$

där  $c$  = hastighet (m/sek)  
 $\lambda$  = våglängd (m)  
 $f$  = frekvens (cykler/sek, Hertz)

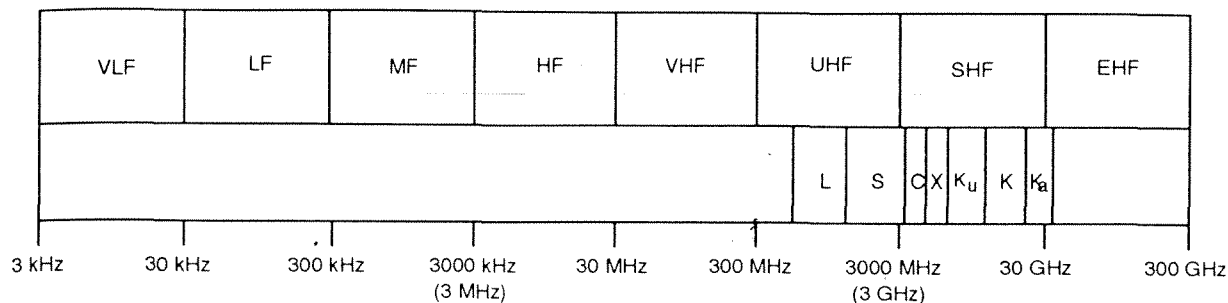
Synligt vitt ljus har en frekvens på i medeltal ca 500 THz och en våglängd på ca 500 nanometer.

Vid högre frekvenser än det synliga ljusets blir strålningen också mer energirik. Här återfinns ultraviolett strålning, röntgen strålning och gamma strålning. Vid frekvenser motsvarande röntgenstrålning och uppåt är energiinnehållet så stort att strålningen blir joniserande.

Lägre frekvenser och längre våglängder än det synliga ljusets motsvarar infraröd strålning, mikrovågor och övriga radiovågor.

Det frekvensområde som för närvarande tekniskt kan användas för radiokommunikation och som dessutom är reglerat för detta ändamål genom internationella överenskommelser är 9 kHz till 275 GHz.

Figur 1, Frekvensband för radiokommunikation



(Wye, 1991 p.31)



### 3.2 Experimentell verifiering & teknisk tillämpning

Heinrich Hertz verifierade experimentellt Maxwells teori om elektromagnetiska vågor. Vid experiment 1887 visade han att det under lämpliga förutsättningar går att överföra elektriska oscillationer från en LC-krets till en annan resonant LC-krets. Kretsarna befann sig på så långt avstånd från varandra att överföring av oscillationer förutsatte elektromagnetisk strålning som förmedlande länk. (Weidner & Sells, 1965)

På basis av denna upptäkt, utvecklade Guglielmo Marconi ett system för trådlös radiotelegrafi 1896. År 1900 installerades radio på fartyg för första gången och redan året därefter startades transatlantisk signalöverföring med den nya tekniken.

### 3.3 Frekvensspektrum

Synligt vitt ljus utgörs av elektromagnetisk strålning med frekvenser från 385 THz (rött) till 715 THz (violett). Denna delmängd av all elektromagnetisk strålning som ständigt omger oss, påvisas lätt med hjälp av ett glasprisma. Vi kan då se detta frekvensband just som ett *spektrum* av olika färger, från rött till violett. Att ljus var någon form av vågrörelse visste man före Maxwell, med att det var just elektromagnetiska vågor är en drygt sekelgammal kunskap.

Frekvensområdet 9 kHz till 275 GHz kan i analogi med detta kallas *radiofrekvensspektrum*. En informationsbärande radiosignal består av en bärvåg av viss frekvens, som modulerats med en informationsbärande signal. Moduleringen modifierar bärvågens amplitud, frekvens eller fas. Vid moduleringen uppkommer normalt informationsbärande frekvenser strax under bärvågens (undre sidoband) och strax över (övre sidoband). *Spektrum för en enskild radiosignal* är intensitetsfördelningen för de frekvenser som signalen är uppbyggd av. Signalens *bandbredd* är skillnaden mellan högsta och lägsta frekvens i denna fördelning.

### 3.4 Utbredningsegenskaper

Radiosignaler utbreder sig med markvåg och rymdvåg och dessas utbredningsegenskaper varierar inom olika frekvensområden.

Vid låga frekvenser, upp till och med MF-bandet, är markvågen den väsentliga. Signalen följer markytan bortom horisonten. Refraktion, avböjning vid passage genom atmosfären, är en viktig egenskap hos lågfrekvent radiostrålning. Effekten dämpas efterhand speciellt vid passage över land och under dygnets ljusa timmar. För att begränsa sändarens räckvidd till ett visst område, måste man variera sändarens effekt.

För frekvenser i HF-bandet, 3-30 MHz, blir rymdvågen ett viktigt komplement till markvågen. Radiovågor i detta band kan reflekteras i jonosfären och återvänder till jordytan på ett visst avstånd från sändaren. Det finns i varje ögonblick en kritisk övre frekvens för reflektion i jonosfären. Denna gräns "Maximum Usable Frequency" (MUF) beror på tid på dygnet, årstid

och atmosfäriska förhållanden. Den ligger vanligtvis i intervallet 10-15 MHz men kan vara både lägre och högre. "Kortvågs" signaler inom HF-bandet men med frekvenser under "MUF" kan transportera information över mycket långa avstånd genom upprepad reflexion i jonosfären. Kvaliteten på sambandet kan variera kraftigt, men kortvågstekniken är välkänd och förhållandevis billig. Därför utnyttjas den fortfarande till fasta radioförbindelser över långa avstånd av åtskilliga utvecklingsländer.

Rymdvågen för radiosignaler med frekvenser över "MUF" passerar jonosfären utan att reflekteras. Refraktionen minskar också med stigande frekvens och utbredningsegenskaperna blir alltmer linjära. Inom de mer lågfrekventa banden ovanför HF-bandet sträcker sig signalernas räckvidd normalt bortom sändarens "synfält". Vid negativ refraktion uppnås inte normalräckvidden. Den kan också överskridas vid positiv refraktion, ibland med mycket bred marginal (superrefraktion).

Dessa variationer minskar emellertid med stigande frekvens och sändarens räckvidd överensstämmer efterhand alltmer med synfältet hos det mänskliga ögat vid placering invid antennen. Vid högre frekvenser ökar möjligheterna till "geografisk reglering" av sändarens räckvidd. Denna positiva egenskap motverkas dock av att högfrekvent radiostrålning dämpas påtagligt vid passage genom fuktig luft. Problemet med dämpning stiger snabbt vid frekvenser över 10 GHz. Höga uteffekter hos sändaren är ofta enda lösningen. Därför är frekvensområdet 1 till 10 GHz speciellt värdefullt, genom att det medger god geografisk styrning utan alltför svårbemästrade problem med signaldämpning vid "dåligt väder".

För frekvenser över 10 GHz, kan transmissionsegenskaperna variera kraftigt från band till band. Vid ca 60 GHz finns exempelvis ett absorptionsmaximum, där en stor del av strålningen absorberas även vid transport genom klar, torr luft. Lokal anpassning av tillämpningarna är därför nödvändig.

En tumregel är att ju högre frekvens man använder, desto kortare måste avståndet vara mellan länkarna i systemet. Genom att sända redundant information kan man i vissa fall lyckas med att hålla avståndet mellan stationerna uppe och systemkostnaderna nere. Om överföringen avser digitaliserad information kan man, liksom vid filöverföring mellan noder i ett ADB-system, jämföra checksummor. Vid bristande överensstämmelse sänder man om. Systemlösningarna kan göras olika men kostnaderna tenderar som regel ändå att öka med stigande frekvens.

(Wye, 1991)

### 3.5 Exklusivitet, en nödvändighet för kommunikation

Informationsöverföring med radiobaserad teknik har hittills traditionellt förutsatt att en sändare ges *exklusiv rätt* att utnyttja,

- ett bestämt frekvensområde (kanal)
- en bestämd tidsperiod
- ett geografiskt område som motsvarar sändarens räckvidd vid maximalt tillåten sändareffekt och normala utbredningsvillkor under den tillåtna sändningstiden

Dessa 'klassiska' grundförutsättningar för radiokommunikation utan störande interferens är i princip ännu giltiga, men de tekniska möjligheterna att etablera en användbar kommunikationskanal mellan sändare och mottagare utan störande interferens är åtminstone för vissa kommunikationstillämpningar långt mer sofistikerade idag än under seklets första decennier.

Ett exempel på detta är den moduleringssteknik som benämns "spread-spectrum". En signal som sänds på ett smalt frekvensband fordrar en viss minimieffekt för att etablera kommunikation mellan sändare och mottagare. Informationen kan alternativt sändas med lägre minimieffekt om ett bredare band används. Detta ger bättre energieffektivitet men skulle, om inga speciella åtgärder vidtogs, ta i anspråk mer spektrum.

Dock kan den informationsbärande signalen delas upp i komponenter så att varje komponent kan sändas (med "låg effekt") på ett lika stort antal kanaler inom ett brett frekvensområde. Metoden kallas direct-sequence spread spectrum. Ett nödvändigt villkor för kommunikation är att "inrangeringen" av signalkomponenter är exklusiv och synkroniserad mellan sändare och mottagare.

En annan metod är att låta hela signalen hoppa mellan olika frekvenser inom ett brett frekvensområde också där på ett exklusivt och synkroniserat sätt. Det finns specifikationer på system där frekvenshopp sker 2000 gånger per sekund (ett BSS-Sound system). I båda dessa fall åstadkomms *exklusivitet inte genom val av frekvens enbart utan även genom val av sekvens*.

Den stora poängen är förstås att det breda frekvensområde som utnyttjas för spread-spectrum kommunikation kan samutnyttjas av flera sändare. "Grannarna" bidrar dock till bakgrundsbruset, som upp till en viss signal/brus-kvot kan filtreras bort. Trots det matematiskt sett mycket stora antalet kombinationer av frekvens-sekvenser, kommer bruset att sätta en betydligt lägre praktisk gräns för antalet användbara kommunikationskanaler inom det aktuella frekvensbandet.

Effektiviteten kan höjas om spread-spectrum tekniken *kombineras med en digital transmissiontechnik* där onödig eller redundant information elimineras och "nyttolasten" packas enligt något lämpligt schema. Exempel på sådana är TDMA - Time Division Multiple Access - och alternativet CDMA - Code Division Multiple Access. TDMA bedöms höja effektiviteten 3 till 5 gånger. Motsvarande siffror för CDMA är 10 till 20 gånger. CDMA är således mer lovande men har inte hunnit utvecklas lika långt som

TDMA. Dessa nya metoder att skapa många kommunikationskanaler utan störande interferens kan komma att få stor praktisk betydelse framöver för nya tjänster som PCS. (Wye, 1991)

#### 4.0 Regleringshistorik från USA

Som bakgrund till dagens diskussion om frekvensförvaltning, kan det vara av värde att ge en kortfattad historisk bakgrund. Exempelen hämtas från USA.

Ett skäl är att den amerikanska historiken finns översiktligt redovisad och lätt tillgänglig i ett antal klassiska artiklar. Huvudreferens är Ronald Coase, som i en artikel i Journal of Law & Economics från 1959, "the Federal Communication Commission", dels ger en intressant beskrivning av radioanvändningens historik, dels också lyfter fram betydelsen av egendomsrätt som institution för att kunna effektivisera användningen av frekvensrummet.

Ett annat skäl är att de institutionella förutsättningarna för radioanvändning i USA påminner om den situation som åtskilliga Europeiska länder är på väg att växa in i, efterhand som de centraliserade "PTT-strukturerna" luckras upp genom avreglering och konkurrens.

#### 4.1 Trängsel 'i etern' redan från början

I radioteknikens barndom fanns det få tjänster och relativt få användare. Trots detta ansågs frekvensutrymmet vara fullt utnyttjat. Det praktiskt tillgängliga frekvensområdet var naturligtvis mindre då än nu på grund av begränsningar i den tidiga tekniken. Å andra sidan begränsades också efterfrågan på radiokommunikation av det höga relativa priset på utrustningen. Efterhand som tekniken utvecklades kunde gränserna för det praktiskt tillgängliga frekvensutrymmet vidgas. Det relativa priset på utrustningen sjönk efterhand, nya tjänster tillkom och efterfrågan på frekvensutrymme ökade. Problemet att "klämma in" nya användare och framförallt nya användningar i det praktiskt tillgängliga frekvensutrymmet har ständigt förelegat. Därför har den tidiga diskussionen om vilka tekniska, organisatoriska, juridiska och ekonomiska arrangemang som bäst gynnar radiokommunikation mer än ett doktrinhistoriskt intresse.

(Wye, 1991)

#### 4.2 Radio, en militär resurs hotad av kaos vid civilt bruk

De första viktiga tillämpningarna av Marconis uppfinning under 1900-talets första decennium förekom inom sjöfarten. Syftet var att åstadkomma punkt till punkt förbindelse mellan två fartyg eller mellan ett fartyg och land. I USA, men också i andra länder bla Kina, betraktades radiokommunikationstekniken som primärt en militär angelägenhet (Hazlett, 1990). Därför drev också U.S. Navy tidigt frågan om behovet av samverkan och samordning för att möjliggöra en effektiv informationsöverföring. Ronald Coase återger delar av ett brev från marinen till en kommitté i Senaten, avsänt den 30 mars 1910, där myndigheten klagar över att varje radiostation betraktar sig som oberoende och i sin fulla rätt att sända sina 'elektriska' vågor genom 'etern' vid vilken tidpunkt som helst, vilket fått till resultat att det på många håll existerade ett tillstånd av kaos.

"Calls of distress from vessels in peril on the see go unheeded or are drowned out in the etheric bedlam produced by numerous stations all trying to communicate at once. Mischievous and irresponsible operators seem to take great delight in impersonating other stations and in sending out false calls. It is not putting the case too strongly to state that the situation is intolerable, and is continually growing worse."  
(Coase, 1959)

Den privata sektorn krävde dock tillgång till radiotelegrafin. Ett lagförslag godkändes av kongressens båda kamrar i augusti 1912. Där föreskrevs att var och en som drev en radiostation måste ha en licens, där det skulle finnas uppgifter om

- ägarförhållanden,
- stationens geografiska ort,
- godkänd(a) våglängd(er)
- tillåtna tidpunkter för sändning.

Licensmyndighet var handelsministern (the Secretary of Commerce). För privata stationer låg de auktoriserade våglängderna under 600 m eller över 1600 m. Inom dessa områden kunde en station tillfälligt utnyttja andra än de licensierade våglängderna. Lagen föreskrev också vissa tekniska krav på utrustningen.

Under första världskriget hade marinen skaffat sig ett i det närmaste de facto monopol även på de kommersiella amerikanska kustradiostationerna. Marinen ägde 111 av 127 stationer. Det fanns därför en viss tyngd i argumenten från marinminister Daniels (Secretary of the Navy), när han vid hearings inför representanthuset 1918 hävdade att:

"There are only two methods of operating the wireless: either by the government or for it to licence one corporation - there is no other safe or possible method of operating the wireless".

En nära medarbetare till marinministern ansåg att:

"...radio, by virtue of the interferences, is a natural monopoly" (båda citaten, Coase 1959)

### 4.3 Rundradion på 1920-talet

Reguljära sändningar av radioprogram i USA började på 1920-talet även om experimentsändning av tal och musik startat redan 1906. Med den utvecklingen sattes 1912 års lag på allvarliga prov. Handelsministern, som 1921-1928 var Herbert Hoover, senare USAs 31:e president (1929-1933), vägrade under sitt första år i ämbetet att förnya en licens för ett radioföretag med hänvisning till att det inte fanns några lediga våglängder. Saken prövades inför domstol 1923. Rätten fastslog att 'licensmyndigheten' inte hade rätt att vägra licensförnyelse, utan endast mandat att föreskriva vilka våglängder licensinnehavaren fick använda. Även denna rätt till myndighetsutövning upphävdes senare genom domstolsbeslut. I praktiken blev handelsministern tvungen att ge licens till varje sökande, som på egen hand kunde bestämma

- stationens sändareffekt
- våglängd utanför intervallet 600-1600 m
- sändningstider

Med ett snabbt växande antal radiostationer blev resultatet just det som marinen tidigare befarat, nämligen kaos.

### 4.4 The Federal Radio Commission, FCC och NTIA

Missförhållandena vid 1920-talets mitt, föranledde kongressens båda kamrar att i slutet av 1926 snabbt utreda och föreslå omfattande åtgärder för att reglera användningen av radiospektrum. Dessförinnan hade Kongressen beslutat tidsbegränsa licensinnehavet till högst 90 dagar för rundradiostationer och högst två år för övriga radiostationer. Syftet var att förhindra alla anspråk på egendomsrätt vid användning av någon frekvens.

I februari 1927 stiftades en lag som gav omfattande befogenheter för den nyinrättade licensmyndigheten, Federal Radio Commission, att reglera användning av frekvensrummet för radioöverföring av information. En grundförutsättning för att licens skulle beviljas var att verksamheten var av allmänintresse, att den var nödvändig eller lämplig ("public interest, necessity or convenience would be served"). Kraven på att licensinnehavaren skulle avsäga sig alla anspråk på egendomsrätt till vissa frekvenser överfördes till den nya lagen.

Stationer som drevs av de federala myndigheterna och förmedlade officiell information ställdes dock direkt under presidentens jurisdiktion. Inledningsvis utövades presidentens befogenheter av en kommitté, Interdepartment Radio Advisory Committee, IRAC, grundad 1922 och fortfarande aktiv inom ramen för NTIA, National Telecommunications and Information Administration.

Genom en administrativ reform 1934, överfördes Federal Radio Commissions befogenheter till the Federal Communication Commission, FCC, som även fick uppdraget att reglera användning av telefon och telegraf. 1934 stiftades även den radiolag som ännu gäller i USA. Till sitt innehåll överensstämmer den i allt väsentligt med 1927 års lag. (Coase, 1959 & Mosbacher 1991) The Communications Act of 1934 betonar att radiospektrum är allmän egendom ("public resource") och förbjuder således privat äganderätt till frekvenser och har även ansetts utgöra ett hinder för frekvenstilldelning genom auktionsförfarande.

## 5.0 Det internationella regleringsystemet

Frekvensförvaltare (spectrum managers) representerar en ägarfunktion med avseende på radiofrekvensspektrum. Den underförstådde ägaren till alla frekvensrättigheter i ett land har hittills varit staten. Förvaltaren, normalt en myndighet eller en myndighetsfunktion hos en dominerande operatör, har hittills haft till uppgift att som representant för denne ägare lösa tre huvuduppgifter.

Den första är att inom ramen för internationella överenskommelser och nationella lagar på ett framsynt sätt bereda utrymme för olika typer av radiokommunikationstjänster, som var och en representerar en specifik uppsättning tekniska egenskaper och driftsförutsättningar.

Den andra uppgiften är att specificera och fördela rättigheter att använda spektrum mellan olika användningar och användare.

Den tredje uppgiften är att övervaka att radiooperatörer arbetar inom ramen för erhållna licensvillkor och använder tilldelat frekvensutrymme effektivt samt att obehörig användning stoppas.

### 5.1 Viktiga institutioner

Radiovågor utbreder sig lätt över nationella gränser, speciellt inom de lägre frekvensområden som var lättast att utnyttja tekniskt under seklets första decennier. Man insåg därför tidigt behovet av internationell samverkan, framförallt för att lösa uppgiften att samordna olika tjänster.

International Telecommunication Union, ITU, grundades 1932 genom sammanslagning av International Telegraph Union och International Radiotelegraph Convention. ITU är sedan 1947 FNs specialorgan för att främja global samordning och framkomlighet inom alla telekommunikationstillämpningar, trådbundna såväl som trådlösa. ITU har 164 medlemsstater. Högsta beslutande organ inom ITU är the Plenipotentiary Conference, som senast sammanträdde 1989 i Nice, Frankrike.

### 5.2 Frekvensblock och radiotjänster

Ett tidigt resultat av det internationella samarbetet blev att radiofrekvensspektrum *delades upp i block*. Med *block* avses ett

avgränsat, kontinuerligt frekvensområde, som allokerats till en eller flera kategorier av radiotjänster (block allocation).

Det finns för närvarande 35 kategorier av radiotjänster. Exempel på radiotjänster är;

- sändning från fast sändare till satellit (uplink)
- sändning från satellit till fast mottagare (downlink)
- aeronautisk navigation
- jordresurssatellit (passiv)
- radioastronomi

Det mest lågfrekventa blocket, 9-14 kHz, har allokerats till tjänsten radionavigering. Angränsande block, 14,0-19,95 kHz, har allokerats till två tjänster - fast radio och maritim mobil radio. Huvud användningen inom dessa tjänster är kommunikation med ubåtar och navigeringshjälp.

Det mest högfrekventa blocket, 265-275 GHz, har allokerats till fyra tjänster: trafik mellan fasta radiolänkar, fast station till satellit, trafik med rörlig radio och radioastronomi.

### 5.3 Prioriteringsregler

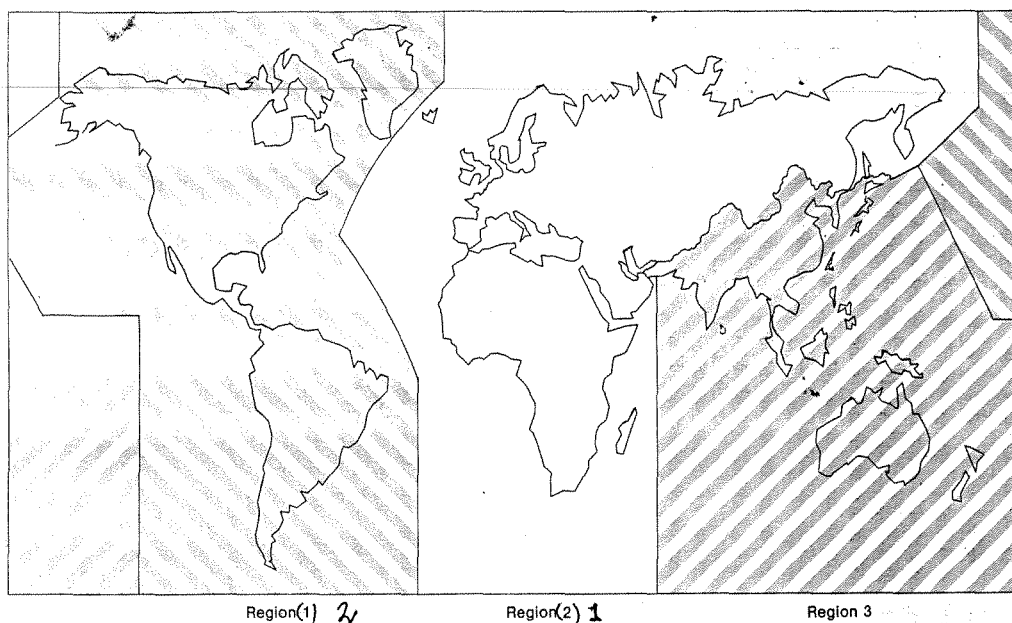
Om fler än en radiotjänst finns allokerad till ett block uppkommer ett behov av att prioritera mellan tjänsterna för att undvika störande interferens. En tjänst kan klassificeras som *primär, tillåten eller sekundär*. Primära och tillåtna tjänster har samma rättigheter utom vid frekvensplanering, då den primära tjänsten har rätt till förstahandsval. Stationer som sänder sekundära tjänster inom ett block får inte orsaka störande interferens med sändare av primär eller tillåten tjänst och inte heller klaga på störningar orsakade av dessa. De kan begära skydd mot störningar från annan sändare av sekundär tjänst om denna station har en nyare licens. (NTIA, 1991)

### 5.4 Regional och nationell differentiering

ITU har delat upp världen i tre regioner (figur 2). Därigenom finns det möjligheter till regional differentiering av de internationella frekvenstabellerna.



Figur 2, ITUs regioner vid frekvensallokering



(Wye, 1991)

Ett välbekant om än föga dramatiskt exempel är tjänsten FM-radio, som allokerats till 88-108 MHz. I region 1 har man något vidgat den undre gränsen till 87,5 MHz och i region 3 till 87,0 MHz.

Varje stat upprättar därefter en egen nationell tillämpning av den internationella frekvenstabell som fastställts för den ITU-region inom vilken staten finns. Om det, som i USAs fall, dessutom finns två myndigheter som ansvarar för frekvenstilldelning, kan viss ytterligare nationell differentiering av blockallokeringen förekomma. Grunden för den nationella differentieringen är då inte geografisk utan skiljer på Federala myndigheters radioanvändning, som regleras av NTIA, och all annan användning, som regleras av FCC.

(NTIA, 1991)

The World Administrative Radio Conference, WARC, är ITUs högsta beslutande organ för att revidera de internationella frekvenstabellerna. Slutdokumenten från en WARC införs som artikel 8 i det internationella radioreglementet (Radio Regulations) och har status av internationell rätt för de stater som godkänt och ratificerat den internationella telekonventionen, ITUs grundval. WARC:s har under senare tid ägt rum 1979, 1985, 1987, 1988 och nu senast i februari 1992 (i Spanien). Den förstnämnda konferensen var av generell karaktär, medan de fyra efterföljande behandlade olika specialområden. (Wye, 1991)

## 5.5 Effektiv användning av tilldelat frekvensutrymme

Radiofrekvensspektrum är en naturresurs som inte förbrukas oavsett hur den brukas. Den kan dock brukas mer eller mindre väl. Låt oss definiera begreppen *tilldela*, *använda* och *effektivitet*.

### 5.5.1 Att tilldela frekvensutrymme

Tilldelning av frekvensrättighet (*the assignment process*) innebär att frekvensförvaltaren ger en radiooperatör tillstånd att utnyttja ett eller flera definierade frekvensband inom det eller de block som allokerats för tjänsten, under viss tid och inom ett visst område. Förutom sändningstid, rum och frekvens, regleras även effekt, höjd, modulation och deviation. Utrustningen skall vara typgodkänd, samt uppfylla en rad andra tekniska villkor. Tillståndet meddelas vanligen i form av en licens med viss giltighetstid.

### 5.5.2 Att använda en frekvensrättighet

Genom kraven på exklusivitet med avseende på frekvens, tid och rum, kan man säga att *användning* innebär att licensinnehavaren *förhindrar annan operatör från att utnyttja* den aktuella frekvensen under viss tid och inom ett visst område. Med denna definition är det också rimligt att tala om *kapacitetsutnyttjande för en viss användning*, som kvoten mellan faktisk och potentiellt möjlig kommunikation.

### 5.5.3 Effektivitet

Effektivitet i användning av radiospektrum är inte ett alldeles lättdefinierat begrepp. Det är kanske heller inte ett mål i sig utan ett medel att göra det möjligt för många användare och användningar som har behov av radiokommunikation att dela radiofrekvensspektrum med varandra. Dessutom, utan ett fungerande prissystem är det omöjligt att avgöra om en TV-kanal, 600 AM kanaler eller 1500 telefonsamtal använder en viss mängd spektrum effektivast ur samhällsekonomisk synpunkt. (Wye, 1991)

Givet dessa reservationer kan man särskilja två typer av effektivitet i frekvensanvändning, mikro- och makroeffektivitet.

*Mikroeffektivitet* relateras till 'hur mycket kommunikation' (användbar output) en sändare åstadkommer per frekvensrumsenhet (input). Måttet är knutet till enskild sändare inom en tjänst. Om en given mängd information vid sändningstillfället kan överföras med ett *smalare frekvensband, på kortare tid eller med ökad geografisk selektivitet*, har mikroeffektiviteten ökat.

Även om man håller sig inom en viss radiotjänst, kan det vara svårt att konstruera ett adekvat mått på 'användbar output'. Meningsfulla jämförelser fordrar att systemen är av samma typ. Genom teknisk analys kan man då rangordna olika utrustningar effektivitetsmässigt.

*Makroeffektivitet* är ett mått på 'packningstäthet'. Syftet är att uppskatta hur väl utnyttjade ett eller flera frekvensblock är sammantaget. Om kapacitetsutnyttjandet inom ett block blivit lågt, samtidigt som användningen ransoneras inom ett annat till följd av överefterfrågan på frekvensutrymme där, används spektrum ineffektivt på makroplanet. Denna situation uppkommer lätt när efterfrågestrukturen mellan olika tjänster förskjuts. Makroeffektiviteten uppskattas genom beläggningsmätningar, som är en etablerad metod sedan länge.

(Mosbacher, 1991)

Bättre makroeffektivitet i spektrumanvändningen kan åstadkommas genom att en *tjänst* där kapacitetsutnyttjandet är lågt bland användarna *omallokteras till ett annat block* med ledig kapacitet. Det frigjorda frekvensutrymmet kan därefter upplåtas för nya tillämpningar eller för expansiva befintliga tillämpningar som annars skulle ransoneras.

#### 5.5.4 Omallokering

En omallokering ger ofta upphov till direkta kostnader och andra olägenheter för etablerade användare som tvingas byta frekvensblock. Befintlig utrustning kanske måste modifieras eller bytas ut helt. För att åstadkomma en ökad makroeffektivitet genom omallokering av tjänster fordras då antingen administrativt tvång eller ekonomiska incitament.

En omallokering förutsätter oftast att frågan förs upp på dagordningen för en kommande WARC. Erfarenhetsmässigt är det *i första hand* tjänster för *fasta länkar som "flyttas på"* vid dessa sammankomster. Det blir enklast så, ty fasta länkar handhas av ett mindre antal stora organisationer, som militära myndigheter, teleförvaltningar eller större privata företag. Normalt får de 3 till 4 år på sig för att lämna ett tidigare utnyttjat band. Det är betydligt svårare att omallokera tjänster som vänder sig till allmänheten, exempelvis rundradio och mobiltelefoni. Kostnaderna blir betydligt högre, både politiskt och ekonomiskt, genom det stora antalet personer och organisationer som blir berörda. Det krävs därför speciell eftertanke och framsynhet vid frekvensval för tjänster som vänder sig till allmänheten.

#### 5.6 Erfarenheter av administrativ reglering

Att allokera frekvensblock för bestämda kommunikationstjänster, är en enkel och relativt billig metod att globalt reglera frekvensanvändningen. Huvudsyftet med nuvarande regleringssystem är global samordning av alla radiokommunikationstjänster. Genom frekvensstandardisering har systemet också underlättat annan teknisk standardisering och därmed i vissa fall bidragit till att en världsmarknad kunnat skapas både för kommunikationstjänster och utrustning. Nuvarande blockallokeringssystem anses ha följande förtjänster och fel (Benzoni, 1991 & Mosbacher 1991).

#### Fördelar:

- + administrativt enkelt att samordna olika tjänster
- + välkända principer, nationellt och internationellt
- + teknisk kvalitet på tjänster oftast god
- + frekvensutrymme för framtida expansion kan reserveras
- + telecom-utrustning utvecklas under 'fasta spelregler'
- + public service behov kan tillgodoses
- + robust mot spekulativt beteende

#### Nackdelar:

- inlåsnings av tjänst i block & teknik
- trögt anpassa utbud till ny efterfrågan på tjänsten
- få krav/incitament att inordna nya tjänster i blocket
- få krav/incitament att använda effektivare utrustning

Blockallokeringsystemets fördelar anses av de flesta bedömare väga tyngre än dess nackdelar. Därför torde de flesta aktörer inom området vilja behålla nuvarande regleringssystem i stort men reformera det i syfte att göra utbudsidan mer känslig för förändringar i efterfrågestrukturen.

Reformer bör således syfta till att öka radiokommunikationens effektivitet (både mikro och makro), utan att väsentliga fördelar hos nuvarande system går förlorade.

### 5.7 Allokeringreformer och standardisering

Det finns förslag om ändringar i allokeringsprocessen för att öka flexibiliteten i nuvarande blockallokeringsystem. Så länge staterna de-facto eller de-juro är ägare till frekvensspektrum är det svårt att föreställa sig en marknadsreform på detta område. En meningsfull marknadsreform förutsätter att äganderätten till spektrum privatiseras. Även med hittillsvarande ägarstruktur kan man dock få blockallokeringsystemet att fungera smidigare genom olika åtgärder.

#### 5.7.1 Bättre internationellt samarbete

World Administrative Radio Conferences återkommer från och med nu regelbundet vart annat år. Därigenom kan uppkommande allokeringproblem behandlas "inom överskådlig tid". Dessutom eftersträvas färre punkter på dagordningen vid varje tillfälle. Genom denna specialisering hoppas man minska risken för att förhandlingarna skall blockeras av alltför stora politiska motsättningar.

#### 5.7.2 Homogena eller heterogena block?

Ett frekvensblock kan allokeras till en tjänst eller till flera. I det senare fallet finns det normalt en gemensam nämnare ur driftssynpunkt, exempelvis kommunikation från rymd till mark. Det råder olika uppfattningar om huruvida homogen eller heterogen användning av ett frekvensblock leder till störst effektivitet. Det finns studier som pekar på att en-tjänst alternativet medger fler frekvenstillstånd. I befolkningscentra kan detta leda till bättre frekvensbeläggning än om man måste tillgodose anspråk från

ytterligare en tjänst, kanske av extensiv karaktär. I gengäld kan beläggningen bli dålig i ett en-tjänst block över glesbefolkade områden. Här finns det utrymme för fler tjänster i ett block. Det finns således inga generellt giltiga svar på om homogena eller heterogena block är effektivast.

### 5.7.3 Undvik undergrupper

Det förekommer i bland annat USA att ett frekvensblock delas upp i undergrupper som allokeras till olika kategorier av användare inom en tjänst. Denna praxis bör om möjligt undvikas för att lättare kunna hantera strukturella förskjutningar i frekvens efterfrågan mellan användargrupper.

### 5.7.4 Flexiblare tjänstedefinitioner

Man kan överväga att aggregera tjänster med likartade egenskaper. På grund av ökade substitutionsmöjligheter inom en bredare definierad tjänst, minskar behovet av administrativ omallokering, ofta vid en kommande WARC.

### 5.7.5 Standardisering och ökat samutnyttjande

En metod att ekonomisera med frekvensutrymme är att samutnyttja resursen. Privat mobilradio (PMR) har i Sverige fått gemensam tilldelning av frekvensutrymme och parterna har fått komma överens om hur frekvensdelningen skall gå till. Detta 'manuella' samordningsproblem slipper man om man utnyttjar *dynamisk frekvensdelning*, exempelvis genom trunkning. Trunkning innebär att en kanal inte längre reserveras för en specifik användare, utan sammanförs med ett antal kanaler till en gemensam "pool". Vid anrop reserveras första lediga kanal för exklusiv användning, så länge trafik pågår. Därefter återlämnas kanalen till "poolen". Trunkning är en sedan lång tid etablerad metod vid trådbunden telekommunikation på längre distanser. Tillämpad på radiosidan kan denna förhållandevis enkla teknik öka *spektrumeffektiviteten* väsentligt. *Standardisering av utrustningen* är emellertid en väsentlig förutsättning. För PMR i Sverige kommer denna teknik att införas under 1990-talet.

## 6.0 Frekvensförvaltning inom EG, nuvarande policy

Europeiskt samarbete inom post och teleområdet har organiserats inom ramen för CEPT, som bildades 1959 och nu omfattar 31 post och teleförvaltningar. CEPT har arbetat med en förhållandevis snäv definition av sin uppgift.

Från mitten av 1980-talet och i takt med att EGs politiska ambitioner har växt, har harmoniseringsambitionerna även kommit att inkludera Europas telekommunikationer. I ett "green-paper" sammanfattade EG-kommissionen sommaren 1987 sina synpunkter på inriktningen av en gemensam telekommunikationspolitik.

Gemensamma standards är viktiga etappmål. EG har visat missnöje med de små koordineringsstegen inom CEPT och har utövat tryck för att få fram nya standards för bland annat mobiltelefoni. ETSI, the European Telecommunications Standards Institute, startade

redan 1982 ett arbete med att definiera en ny europastandard för mobiltelefoni, delvis under svensk ledning. Europastandarden för digital mobiltelefoni, GSM-systemet, introducerades 1989. Standarden omfattar även vilka frekvensband som allokeras för den nya GSM-tjänsten. Denna tjänst startade 1 juli 1991 och beräknas vara i full drift 1995. Genom EGs tyngd som normgivare och eventuella expansion, är det välmotiverat att kalla GSM för en "pan-europeisk" standard.

Motsvarande EG-standardisering har senare genomförts för två radiobaserade system inom andra tillämpningar, "paging" och trådlös telefoni (ERMES respektive DECT).

Generella riktlinjer för en gemensam frekvenspolicy inom EG finns utarbetade i en resolution från 28 juni 1990. Som resultat har en expertgrupp, the European Radiocommunications Office (ERO) inrättats inom CEPT, med uppgift att studera vilka frekvensband som bäst lämpar sig för intereuropeiska kommunikationstjänster. EROs studier resulterar i rekommendationer som dock i praktiken får stort genomslag. Väl definierade kommer dessa "euro-block" att integreras i medlemsstaternas nationella frekvenstabeller. *Allokeringar rekommenderade av ERO kommer att få prioritet över nationellt beslutade dispositioner.*

Ansvaret för att meddela frekvenstillstånd till enskild operatör kommer att förbli en uppgift för den nationella myndigheten. EG-kommissionen kommer dock att övervaka att frekvensrättigheter fördelas på objektiva och icke-diskriminerande grunder.

(Neumann, 1991)

## 7.0 Bakgrund för reformsträvanden

Diskussioner om principer för fördelning av frekvensutrymme har återkommit intermittent. Utlösande orsak har varit brist på ledigt utrymme i värdefulla frekvensområden, ofta därför att nya tjänster gjort anspråk på utrymme (rundradio på 1920-talet, flygburen radiokommunikation på 1930-talet eller television på 1950-talet). Denna bristsituation har återkommit under de senaste åren och inträffar denna gång parallellt med en stark ekonomisk och politisk liberaliseringsvåg.

En tysk forskningsrapport anslår en tidstypisk ton:

"Das Frequenzmanagement stellt immer noch in den meisten Ländern die letzte Bastion eines zentral geplanten nationalen Telekommunikationssystems dar".

(Neumann, 1991)

## 7.1 Avreglering och konkurrens

I den allmänna trend mot avreglering med ökade inslag av konkurrens som nu råder på många håll, är det naturligt att en diskussion uppkommer om att införa eller förstärka marknadsprinciper även vid fördelningen av frekvensutrymme. Sådana diskussioner förekommer nu i åtminstone fem OECD-länder. Utgångspunkt är att marknadslösningar i många andra sammanhang oftast leder till effektivare utnyttjande av resurser och ofta

också till större rättvisa mellan olika användare och användningar.

## 7.2 Snabbt stigande efterfrågan på frekvensutrymme

Internationella Teleunionen, ITU, har under de senaste 10 åren registrerat lika många nya frekvenstillstånd (assignments) som under de föregående 80 (Wye, 1991). Efterfrågan avser både nya tjänster som högupplösande television (HDTV), personlig telefoni (PCS) m.fl., och expansion av etablerade tjänster, främst mobiltelefoni. Hur skall man kunna understödja de nya radioteknologierna utan att förhindra expansion hos etablerade framgångsrika tjänster?

Exempel på nya tjänster som kommer att medföra betydande efterfrågan på spektrum.

- A. PCS, persontelefoni med rörlig access in i telenätet.
- B. RTI, Road Traffic Informatics, är tänkt att användas som hjälpmedel vid navigering i trafik, exempelvis för positionsbestämning, omdirigering vid trafikstockningar mm. Ännu på FoU-stadiet, men kommer när det väl införs att bli spektrumkrävande

## 7.3 Knapphet på frekvensutrymme, en kostnadsfråga

Frekvensutrymme är idag ofta en knapp resurs, speciellt i befolkningstäta områden. Knappheten är ofta relativ och beroende av hur stora investeringar man är beredd att göra i de berörda kommunikationssystemen. För ett mobiltelefonisystem, exempelvis, råder omvänd proportionalitet mellan kostnad och effektivitet i spektrumanvändning.

Har man god tillgång på spektrum, kan man 'kosta på sig' att använda en relativt billig men spektrumineffektiv utrustning. När efterfrågan expanderar och det tillgängliga frekvensutrymmet tenderar att bli en flaskhals är det ofta möjligt öka systemets kapacitet inom ramen tillgängligt utrymme. Det kostar dock.

### 7.3.1 Mobiltelefoni, NMT 450

I Sverige skedde detta för NMT 450 systemet från och med 1984 då man började "packa" cellerna tätare i Stockholmsområdet. Därigenom kunde man 'återanvända' en kanal oftare och ökade systemets kapacitet inom ramen för det tillgängliga frekvensutrymmet. Ökade kostnader uppkom dels genom att det fordrades fler sändare men dels också genom krav på 'större intelligens' (bättre programvara) i systemet för att göra de mer frekvent förekommande stationsbytena smidiga.

Exemplet visar att om efterfrågetillväxten är snabb och inte alltför priskänslig finns incitament att öka mikroeffektiviteten även inom det nuvarande blockallokeringsystemets ramar med "nollpris" på licensen. Utan denna effektivisering skulle den

snabba expansionen av NMT-tjänsten inte ha varit möjlig i Stockholmsområdet.

### 7.3.2 Satellit- eller markbaserat system.

Mellan ett satellitbaserat och ett markbundet system med samma uppgifter råder på motsvarande sätt en omvänd proportionalitet mellan systemkostnad och effektivitet. Det markbundna systemet kan göras effektivare men till en högre investeringskostnad. I effektivitetsmättet ingår då

- spektrumanvändning
- effektbudget
- kapacitet

Hur kostnads-effekt relationerna blir mellan dessa lösningar beror på typ av tjänst, nivå på infrastruktur, geografiska förhållanden mm.

### 7.4 Tveksam administrativ reform i USA

Konkurrens om frekvensrättigheter har förekommit mellan privata operatörer inom vissa radiotjänster under lång tid, framför allt i USA. Där har *indirekt handel* med frekvensrättigheter de facto förekommit i samband med att TV- och rundradioföretag bytt ägare. En stor del av priset torde just avse sändningrättigheten och överlåtelsen måste godkännas av FCC. *Direkt handel* med licenser är däremot ännu så länge *inte tillåten* enligt gällande lag i USA, dvs the Communications Act of 1934.

När exklusiva rättigheter söktes av icke federala operatörer har frekvensmyndigheten FCC traditionellt jämfört kandidaternas kvalifikationer och motiv vid speciella förhör (adjudicative comparative hearings) och på grund av dessa valt ut en licenstagare. Från 1983 har även lottdragning förekommit mellan godkända kandidater främst inom mobiltelefoni och andra specialiserade mobila tjänster. Lotteriförfarandet medgavs av kongressen 1982, som en metod att nedbringa handläggningstiderna.

Om de traditionella förhören är tidsödande, så har licensgivning med lottens hjälp kritiserats för att:

- vara olämpligt vid stora skillnader i "allmänintresse" mellan de sökande
- skapa negativa incitament till investeringar och missgynna innovativa lösningar
- möjliggöra stora vinster till små insatser vilket uppmuntrar till spekulation



FCC har i något fall mottagit över 100000 licensansökningar på tre dagar för licensrättigheter i 220 MHz området, vilket naturligtvis blockerade all rationell handläggning.

FCC har under 1990 föreslagit vissa åtgärder för att gynna innovativa lösningar (pioneer's preference). Trots dessa och andra försök att reformera den administrativa metoden att fördela frekvensrättigheter, har opinionen i vissa kretsar växt för att i större utsträckning lita till marknaden som fördelningsinstrument växt, inte minst inom frekvensmyndigheterna själva.

### **7.5 Lång handläggningstid även i Sverige**

Tele2 AB har nu behov av frekvenser inom högfrekvensområdet 23 GHz och i en framtid inom 38 GHz-området för att kunna tillhandahålla radiolänkförbindelser. Trots att det inom dessa områden finns relativt få användningar och användare är väntetiden för ett tillstånd för närvarande drygt två månader. Representanter för Tele2 ansåg att den långa handläggningstiden för tillståndsärenden med, som konsekvens, ca 70 dagars leveranstid på länkförbindelser var klart besvärande ur konkurrenssynpunkt. Huvudönskemålet från deras sida var att genom förbättrade rutiner och resursförstärkningar hos myndigheten väsentligt förkorta handläggningstiden.

### **8.0 Att värdera frekvensutnyttjande**

Att sätta pris på frekvensutnyttjande debatterades offentligt för mer än 40 år sedan. I samband med en diskussion om standards för färgtelevision i USA 1951, framfördes denna tanke av Leo Herzl. Tillgängliga kanaler borde leasas till högstbjudande. Tanken avvisades av en tidigare chefsekonom vid FCC.

I den fackekonomiska litteraturen har förutsättningar för att skapa en marknad för frekvensrättigheter diskuterats med jämna mellanrum från slutet av 1950-talet.

I politiska sammanhang väcktes tanken på nytt i Storbritannien 1982, när Department of Trade and Industry bildade en kommitté för att studera ledningsfrågor i samband med frekvensförvaltning. Utredningarna har hittills fått ett begränsat praktiskt genomslag i UK. Under 1991 fördelades dock 16 TV-rättigheter definierade med avseende på region, veckodag och tid på dygnet genom auktion. (Greenfield, 1992)

Däremot införde New Zealand under 1989/90, som första land, auktion på frekvensrättigheter. Mer eller mindre framskridna planer på att ta hjälp av marknadsprusbildning för att fördela frekvensrättigheter finns nu i flera andra OECD-länder, främst Australien, USA, Storbritannien och Tyskland.

( Neumann, 1991)

### **8.1 Radio, väsentlig resurs eller möjligt alternativ ?**

I en offentlig brittisk utredning från 1991 av möjligheter att öka effektiviteten i frekvensanvändningen inom området 3400 MHz till 30 GHz, tar man speciellt fasta på att radiokommunikation är

väsentligt för vissa tjänster men bara användbart för andra. För rörliga kommunikationstjänster är radio enda möjliga sambandsmetod, medan fast kommunikation kan åstadkommas både med radio(länk) och trådbundna alternativ. Nuvarande "nollpris" på frekvens får till resultat att radiolänk "överutnyttjas". Lämpligt utformade licensavgifter för fast radiokommunikation kan därför vara en metod att minska trycket på frekvensutrymme inom berörda band. Med en adekvat licensavgift inkorporerad i investerings och driftskalkylerna för den fasta radioförbindelsen kommer vågskålen att väga över för det trådbundna, sannolikt fiberoptiska, alternativet i ett antal fall. Därmed frigör man frekvensutrymme som är en väsentlig förutsättning för rörliga tjänster.

(Corfield, 1991)

## 8.2 Licensavgifter, omfattning och utformning

Åtminstone fyra olika modeller för att utforma licensavgifter diskuteras i litteraturen. Den första modellen tillämpas praktiskt i bland annat vårt land medan de övriga diskuterats mer principiellt.

### 8.2.1 Täckning av administrativa kostnader

Frekvensförvaltning ger självfallet upphov till omkostnader. En uppgift är att övervaka radiotrafiken med syfte att kontrollera att licensinnehavare håller sig inom godkända gränser och att auktoriserad sändning upptäcks. Det är rimligt att licensmedel, exempelvis i form av en årsavgift, används för att täcka denna och andra administrativa kostnader. Licenser som enbart har detta syfte saknar dock samband med det ekonomiska värdet av en frekvensrättighet och ger därför inga incitament att öka effektiviteten i resursutnyttjandet.

I Sverige är licensavgifter en *expeditionskostnad* för att utnyttja frekvensförvaltningens tjänster, inte spektrum.

### 8.2.2 Omsättningsbaserade avgifter

För kommersiella användare har omsättningsrelaterade licensavgifter diskuterats (i USA). En sådan "omsättningskatt" på frekvensutnyttjande är enkel att administrera, men kan ge direkt felaktiga incitament ur effektivitetssynpunkt. Dessutom ökar riskerna för s.k. "warehousing", dvs att frekvensutrymme köps upp i syfte att blockera konkurrerande användning.

(Wye, 1991 & Mosbacher, 1991)

### 8.2.3 Skuggprisbaserade licensavgifter

Administratörerna skulle kunna beräkna ett skuggpris på en frekvensrättighet. Skuggprisberäkning syftar till att simulera fri marknadsprisbildning. Skuggprisbaserade licensavgifter kommer därför att leda till en efterfrågestruktur som kommer nära den fria marknads, och därmed underförstått också ett effektivt frekvensutnyttjande. Såväl ingenjörsmässig- som ekonometrisk beräkningsmetodik har utarbetats under slutet av 1970-talet.

### 8.2.4 Spektrumkonserverande avgifter

Man kan göra licensavgiften till en funktion av den volym frekvensutrymme, tid och geografisk area som måste avlysas för annan användning. Avgifter som direkt relateras till dessa tre dimensioner av frekvensanvändning, bör ge ett klart incitament att öka mikroeffektiviteten. Här skulle det exempelvis kunna löna sig för en operatör att investera i utrustning för transmission med enkel sidobandteknik (Single Sideband Transmission, SSB), dvs utrustning som endast utnyttjar ett sidoband. Vid konventionell modulering av en bärvåg uppkommer två sidoband som innehåller redundant information, men som båda måste finnas för att vid demoduleringen återskapa informationen. *SSB-teknik fördubblar mikroeffektiviteten för frekvensutnyttjande, men är dyrare än konventionell utrustning. Som bonus uppnår man minskad känslighet för störningar genom att det är ett smalare frekvensband med lägre sannolikhet för störande interferens.*

### 8.3 Direkt handel med rättigheter

Först när en väl fungerande konkurrens uppkommit mellan flera kompetenta operatörer på tele- och radioområdet, finns de praktiska förutsättningarna för att avgöra det ekonomiska värdet av frekvensutnyttjande genom direkt handel med frekvensrättigheter. Den principiella möjligheten att direkt fördela frekvensrättigheter genom regelrätt handel har som ovan nämnts diskuterats bland fackekonomen under decennier, faktiskt ända sedan 1920-talet. Först under 1980-talets sista år gjordes det första praktiska försöket att omsätta den diskussionen i praktisk handling. Det första försöket inleddes i New Zealand, 1989, och det andra i Storbritannien 1991. Försöken i New Zealand har stort principiellt intresse inte minst för ett relativt litet land och kommenteras nedan i ett eget avsnitt. Det brittiska försöket avsåg auktion på rättigheter att sända television på kanal 3. Det brittiska experimentet förvånar något mot bakgrund av att den tidigare refererade brittiska frekvensrättsutredningen från samma år andades skepsis mot att använda auktion som metod att fördela frekvensutrymme. Utredningen ansåg att det är en mycket grov (crude) metod att fördela knappa och väsentliga resurser i västerländska demokratier. Istället rekommenderas en struktur med differentierade licensavgifter som en möjlig metod att få tillstånd ett val mellan konkurrenter om utrymme i "överlastade" delar av radiofrekvensspektrum.

(Corfield 1991 & Greenfield 1992)

### 9.0 Att skapa marknader för frekvensrättigheter.

Marknadsekonomi förutsätter privat äganderätt. Även en genuin marknadsreform inom radiofrekvensområdet torde förutsätta att rätten att äga och förvalta spektrum i viss omfattning överförs från staten till privata ägare. För de frekvensband som "säljs ut" skulle staten i princip endast behöva en kontrollfunktion motsvarande Finansinspektionen inom svenskt bank- och försäkringsväsende.

För många är detta fortfarande en ganska djärv tanke. Den implicita förutsättningen är oftast att radiospektrum är en offentligt ägd resurs, där den förvaltande myndigheten har till

uppgift att samordna och fördela en mer snävt definierad nyttjanderätt. Denna grundsyn präglar helt den senaste svenska utredningen på området (SOU 1991:107). Inom denna allmänna ram kan man på vissa håll tänka sig att fördela nyttjanderätten med hjälp av marknadsinstrument i form av auktioner. Inte ens detta diskuteras emellertid i det aktuella svenska förslaget till frekvensförvaltning.

### 9.1 Rätt att strukturera eller rätt att använda

Den 19 december 1989 godkände parlamentet på New Zealand en ny radiolag (the Radio-communications Act of 1989). Denna lag lade grunden för det första genuint marknadsekonomiska experimentet på radiofrekvensområdet. En begränsad form av privat äganderätt till spektrum definierades.

Lagen definierade två typer av frekvensrättigheter,

- I. Förvaltningsrättigheter (Management rights)
- II. Användarrättigheter (License rights)

En *förvaltningsrättighet* innebär att innehavaren under 20 år disponerar ett frekvensband av nationell räckvidd. För radiosändning inom detta band finns generella föreskrifter om den radioeffekt som sändare inom bandet maximalt får "drabba" angränsande frekvensområden med (Adjacent-frequency emission limits, "AFEL") liksom omvänt en skyddsgräns (protection limit, "PL") i form av en toleransnivå på den emission av radioeffekt från omgivningen som förvaltningsrättsinnehavaren eller dennes användare måste acceptera. Innehavare av en förvaltningsrätt, kan definiera och utfärda användarrättigheter i stort sett med den enda restriktionen att "PL" hos andra förvaltningsrättsägare och deras användare inte överskrids. Användarrättigheterna kan "leasas", auktioneras ut eller användas internt. Förvaltningsrättigheten får också säljas i sin helhet.

*Användarrättighet* definieras och tillhandahålls av innehavare av förvaltningsrättighet. En användarrättighet motsvarar innehållsmässigt i stort sett tidigare licensrättigheter. Emellertid, till skillnad mot dessa är en användarrätt säljbar, har en rörlig giltighetstid som begränsas uppåt av giltighetstiden för den förvaltningsrättighet under vilken användarrätten utfärdats, innehåller en störningsgaranti ("PL") och behöver inte formellt föreskriva någon specifik användning. Vid definitionen av användarrättigheten kan man dock ha underförstått en speciell användning. (Mueller, 1991)

Utfallet av experimentet kommenteras något i avsnitt 10.

*Utan att närmare ta ställning till de ekonomiska konsekvenserna av en motsvarande reform i Sverige*, kunde Tele2 AB's representanter (jfr. avsnitt 7.5 ovan) se poänger med att disponera en förvaltningsrättighet (management rights) för de frekvensband som företaget huvudsakligen baserar sin affärsverksamhet på.

En förvaltningsrätt skulle ge fördelar i form av bättre kontroll av och insyn i verksamheten i stort inom det aktuella

frekvensområdet. Redan på planeringsstadiet skulle man kunna utföra mätningar för att se hur radiomiljön ser ut lokalt, vilka faktiska eller potentiella störkällor som finns. Tillsammans med korta handläggningstider och större flexibilitet sågs detta som positivt. Som negativt eller åtminstone tveksamt såg man behovet av att behöva avdela resurser för "extern" förvaltning av det hypotetiska frekvensinnehavet, då denna verksamhet skulle hamna vid sidan om den huvudsakliga affärsidén.

## 9.2 Förutsättningar för en effektiv marknadslösning

Antag att man skall bygga upp kommunikationslösningar för en speciell tillämpning. Frekvensrättigheter ingår som en väsentlig resurs bland andra i den samlade lösningen. I vissa fall finns flera principiellt olikartade grundlösningar tillgängliga för att lösa huvuduppgiften (exempelvis fasta länkar eller kabel). Inom varje grundlösning finns det oftast ett stort antal möjliga kombinationer av resurser inom ramen för tillgänglig teknik.

En ekonomisk-teoretisk utgångspunkt är att om:

- (a) konkurrens råder på alla relevanta resursmarknader
- (b) resurserna inkluderar alla relevanta substitut, som var och en är delbar och tillgänglig för handel
- (c) privata och sociala kostnader resp. intäkter är lika
- (d) transaktionskostnaderna är 'små', relativt sett, dvs kostnaderna för att upprätthålla marknadssystemet bör inte vara större än kostnaderna för att upprätthålla en jämförbar administrerad systemlösning
- (e) rättigheter är väldefinierade och garanterade på 'lång sikt' samt möjliga att sälja helt eller delvis
- (f) skyldigheter är klart definierade med trovärdiga sanktionsmöjligheter vid överträdelse

så kommer en marknadslösning att bli effektiv i både statisk och dynamisk mening.

Lösningen är *statiskt effektiv* när en resurskomponent inte längre kan omfördelas från en användare (=operatör) till någon annan utan att förädlingsvärdet minskar. Lösningen är Paretooptimal.

För att vara *dynamiskt effektiv* fordras att verksamhetsvillkoren skall ge incitament till FoU och investering i ny teknik för att öka förädlingsvärdet i förhållande till nuläget.

När efterfrågan eller produktionskostnader ändras under förutsättningarna (a) till (f), kommer en marknadslösning i princip att ge incitament till omfördelning av resurser genom handel med rättigheter och utrustning mellan olika användare (eller modifiering av utrustning) så att statisk effektivitet upprätthålls, nu i ett nytt jämviktsläge.

(Wihlborg, Wijkman, 1981)

### 9.3 Hur hantera externa effekter under konkurrens ?

Privata kostnader och intäkter kan skilja sig från "samhällets" kostnader och intäkter. *Utan korrektiv* kan detta leda till ineffektivitet på systemnivå ("samhällsnivå"), trots att de marknadsmässiga dispositioner som görs av decentraliserade beslutsfattande under konkurrens är "privatekonomiskt" riktiga.

För mer traditionella marknader har man inom ekonomisk teori föreslagit olika lösningar.

Att *skapa artificiella marknader* för externa effekter är ett. (Meade, 1952)

Att *införa* ett system med *skatter* för den vars aktivitet skapar en negativ extern effekt och *subventioner* för den som drabbas (omvänt vid positiva externaliteter) är ett annat. (Pigou, 1920)

Båda dessa förslag förutsätter ett initiativ från statsmakten.

Att låta parterna själva reglera interferensproblemen genom förhandlingar är en mer marknadsmässig metod. Den kan fungera om parterna har ett klart intresse av det, om rättigheter och skyldigheter är klart definierade och om kostnader för information, förhandlingar och transaktioner är låga i relativa termer. Det senare förutsätter att *antalet inblandade parter är lågt*. Ett arrangemang som naturligt lägger ansvaret på någon part att ta initiativ till och leda sådana förhandlingar ökar utsikterna till framgång. (Coase, 1960)

I kommunikationsnätverk förekommer nästan alltid externa effekter. Det finns väsentliga positiva externaliteter. Störande interferens vid kommunikation med flera radiosändare aktiva inom samma frekvensområde representerar dock en negativ extern effekt, som nästan garanterat uppträder om inga speciella åtgärder vidtas.

Som diskuterats ovan är den *traditionella lösningen* inom radioområdet att helt enkelt *undvika decentraliserat beslutsfattande*. Genom att centralt administrera alla frekvenstillstånd eller åtminstone koordinera tillståndsgivning från lägre instanser, minimeras den störande interferensen.

Vid en övergång till ett decentraliserat och marknadsekonomiskt system inom radioområdet måste man följaktligen se över de institutionella formerna för att hantera denna externalitet.

Det ligger närmast till hands att tänka sig att en innehavare av en förvaltningsrättighet antigen självständigt fattar reglerande beslut inom ramen för sitt mandat i syfte att undvika störande interferens eller (och kanske bättre) på förekommen anledning tar initiativ till och leder förhandlingar mellan innehavare av användarrättigheter inom förvaltningslicensens område i samma syfte. Ett förhandlingsresultat kan bli att den part som är utsatt för störning mot lämplig ersättning upphör med sin radiotrafik till förmån för den som orsakar störningen.

## 9.4 Tidshorisont och dynamisk effektivitet

När man definierar en användarrättighet har giltighetstiden stor betydelse för rättighetens värde. Detta insåg man klart i USA på 1920-talet när man med avsikt att undanröja alla anspråk på egendomsrätt, begränsade giltighetstiden till 90 dagar för tillstånd att sända rundradio.

### 9.4.1 Risk för underinvestering vid kort tillståndstid

Rimligtvis bör frekvensrättighet garanteras åtminstone för en period motsvarande investeringens "pay-off" tid och möjligheterna att återkalla tillståndet bör användas restriktivt. Annars riskerar man negativ påverkan på den dynamiska effektiviteten, genom att investeringsaktiviteten hämmas.

Antag att marknadsutvecklingen eller den tekniska utvecklingen snabbt ökar värdet av en viss frekvensrättighet. En licensinnehavare A som investerat i kommunikationsutrustning under nu obsoleta förutsättningar, kan då komma att tvingas att upphöra med verksamheten före beräknad "pay-off" tidpunkt.

Om rättigheten definierats under längre tid än "pay-off", kan A bli utköpt av B med ett belopp som täcker tidigare investering. Spektrum används nu effektivare i meningen skapar större intäkter, men A hålls skadeslös.

Är leasingtiden kortare, riskerar A istället en kapitalförlust. Anledningen är att A:s leasingavgift kommer att trissas upp av bland andra B, eventuellt över A:s rörliga kostnader. Ägaren av frekvensrättigheterna, dvs staten, kan på kort sikt tjäna på affären, men den långsiktiga dynamiken hämmas.

(Wihlborg & Wijkman, 1981)

### 9.4.2 Tillståndstid enligt svensk lag

Enligt den från 1 juli 1967 gällande svenska radiolagen (1966:755) skall tillstånden vara tidsbegränsade. Normalt begränsas tillståndets giltighet till ett år och förnyas i samband med att årsavgiften för innehav av radiosändare betalas. För vissa typer av sändare utfärdas tillståndet "tills vidare" och har klausuler om uppsägningstid. Myndigheten kan formellt vägra att förlänga ettårslicenser eller ändra villkoren. Den praktiska tillämpningen av lagen är dock att licensinnehavaren normalt skall kunna påräkna att tillståndet förlängs med oförändrade villkor. Om villkoren behöver ändras, ges förvarning i god tid, ofta flera år före verkställigheten.

Även i utredningsförslaget till ny svensk radiolag (SOU 1991:107) sägs att varje tillstånd skall vara tidsbegränsat. Längden får enligt förslaget på ett mer flexibelt sätt än hittills bestämmas av myndigheten i det enskilda fallet, från dagar till decennier. När licens beviljats skall myndighetsingrepp i princip inte göras under den tid användningsrätten beviljats. Till skillnad mot tidigare praxis, skall dock licensinnehavaren inte automatiskt kunna påräkna företräde framför andra sökande när tillståndet efterhand skall förnyas. Man skall inte heller förutsätta att licensvillkoren kommer att lämnas oförändrade vid en förnyelse.

Ett tillstånd skall kunna återkallas om radiosändaren,

- a) har använts i strid med tillståndsvillkoren
- b) ej har använts eller underutnyttjats (uppenbara fall)

Förtida återkallelse av tillstånd eller ändring av villkor kan också förekomma när

- c) en kraftig och oförutsedd förändring i radiotekniken inträffar med viktiga tillämpningsmöjligheter (rena undantagsfall)
- d) internationellt beslutade omallokeringar av frekvensband vid en WARC trätt i kraft och fortsatt verksamhet inom ramen för ett tidigare frekvenstillstånd riskerar att skapa internationella radiostörningar.

## 10.0 Erfarenheter från det första marknadsexperimentet

New Zealands reform av frekvensförvaltningen är bara en i en lång rad liberala ekonomiska reformer under 1980-talets senare hälft. Tidigare hårt reglerad verksamhet inom finans- och kommunikationssektorerna avreglerades. Offentlig verksamhet kommersialiserades och privatiserades i vissa fall. Jordbrukssubventioner minskades kraftigt och handelshinder reducerades likaså.

### 10.1 Tillämpad procedur vid försäljning av rättigheter

Två dagar efter att parlamentet godkänt förslaget till ny radiokommunikationslag, startade anbudsgivningen för den första auktionen på användarrättigheter för UHF TV (518-806 MHz). Auktionen genomfördes genom *sluten anbudsgivning* under perioden 21 december 1989 till 12 februari 1990. Auktionen avsåg 85 licenser, varav 7 nationstäckande och 78 lokala. Totalt ingavs i denna auktion 760 anbud. Det *högsta budet* på varje rättighet *vinner* men vinnaren behöver bara *betala en summa motsvarande det näst högsta anbudet*. Denna auktionsmodell som tillämpades kallas i engelsk litteratur för "*second-price sealed bid auction*".

Samma auktionsmodell tillämpades vid följande auktioner avseende förvaltningsrättigheter på mobiltelefonfrekvenser (3 licenser), 12 förvaltningslicenser om 8 MHz i området 2,300-2,396 GHz, samt slutligen 164 användarlicenser för AM/FM radio. Anbudstiden varierade mellan fyra och tio veckor.

Innan anbudsförfarandet inleds, annonseras den tilltänkta försäljningen av Handelsministeriet. Ministeriet vill ha en intresseanmälan och eventuella synpunkter från användarna. Syftet är att få en indikation på intresseprofil och kommande efterfrågan. Därefter upprättas en teknisk detaljplan för de rättigheter som skall auktioneras ut. Planen måste godkännas i regeringsbeslut för att rättigheterna skall konstitueras. Därefter vidtar registrering av licensrättigheterna och anbudstävlingen öppnas. När anbudstiden är slut, offentliggörs



resultaten. Innan en rättighet kan överföras till vinnande anbudsgivare, granskas utfallet av en konkurrensmyndighet (Commerce Commission). Om auktionsresultatet i något fall skulle anses leda till allvarlig konkurrensbegränsning, har denna myndighet möjlighet att temporärt stoppa affären och föra saken inför domstol. Detta har också skett i ett fall.

## 10.2 Ekonomiskt utfall av auktionerna i teori och praktik

När man väljer en procedur för auktionsförfarande bör man bland annat göra det mot bakgrund av,

- grad av osäkerhet om rättighetens verkliga värde
- risken för anbudskarteller
- antalet anbudsgivare och deras förutsättningar

Råder betydande osäkerhet om värdet av en rättighet kan en öppen, interaktiv auktion vara att föredra. Den engelska auktionsmodellen med stigande anbud från ett lågt utgångsbud anses i detta sammanhang vara bättre än den holländska, som innebär fallande prisutrop från ett högt utgångsbud. Den mer aktiva anbudsgivningen i den engelska auktionen ger deltagarna information om vad marknaden värderar rättigheten till under själva anbudsprocessen.

Är risken för anbudskarteller stor kan slutna anbudsgivning bidra till att minska dess effektivitet. "*First-price sealed bid auction*" innebär att högstbjudande vinner och betalar det pris han bjudit. Vid en auktion som genomförs enligt denna metod kommer, om marknaden saknar erfarenhet och är genuint osäker på en rättighets faktiska värde, det vinnande budet sannolikt att hamna "för högt". Vid kommande auktioner under likartade förutsättningar har marknaden hunnit lära sig detta och justerar generellt ner anbuds nivåerna om den är välorganiserad och rationell.

Vid en "*second-price sealed bid auction*" kan vinnaren normalt räkna med att betala ett lägre pris än sitt eget bud (jfr 10.1 ovan). Denna auktionsmetod anses öka oddsen för att en anbudsgivare skall basera sitt bud på en ordentlig ekonomisk kalkyl av rättighetens värde för honom. Risken här är kanske att en angelägen och kapitalstark anbudsgivare tar chansen/risken att lägga ett "överbud", speciellt om konkurrensen är svag exempelvis genom att marknaden är tunn och heterogen. I detta fall kan han nämligen hysa välgrundade förhoppningar om att få rättigheten till ett pris som kanske ligger klart under "det sanna värdet".

Skillnaderna mellan högsta och näst högsta anbud på en rättighet blev i de flesta fall betydande och i ett inte ringa antal fall uppseendeväckande.

För de 12 förvaltningsrättigheterna i 2,300-2,396 GHz bandet varierade kvoten mellan högsta och näst högsta bud mellan 1,2 och 8,8 med ett vägt medelvärde på 2,9. De högsta buden summerade till 4.020.700 NZ-dollar, de näst högsta till 1.386.400 NZ-dollar, vilket medför att 2.634.300 NZ-dollar "lämnades på bordet". Som nämnts ovan är detta säkert en fiktion och klart

större än den summa som staten skulle ha kunnat inkassera vid en "first-price sealed bid auction".

Extremfall förekom dock. För en UHF-TV kanal i Christchurch blev högsta budet 100.004 NZ-dollar och näst högsta 6 NZ-dollar. En förvaltningsrätt för ett mobiltelefonband, TACS-B, gav ett högsta bud på 7.000.000 NZ-dollar och ett andra bud på 5.000 NZ-dollar. I TACS-B fallet hade dock Bell South dragit tillbaks ett bud på 85.552.101 och OTC International Ltd. ett bud på 13.250.000 NZ-dollar, vilket skulle ha gett en mer ordinär relativ differens på 6,46.

För en förvaltningsrättighet avseende mobiltelefonbandet TACS-A, gav Bell South samma bud som för TACS-B, dvs 85.552.101 NZ-dollar. Telecom Corporation of New Zealand bjöd 25.200.000 NZ-dollar som andra bud. Då inget av buden återtogs i detta fall vanns rättigheten av Bell South för 25.200.000 NZ-dollar, vilket skall jämföras med de 5.000 NZ-dollar som Telecom Corp. int'l betalade för TACS-B licensen. Huvudförklaring till den stora skillnaden i köpeskillning mellan två likvärdiga rättigheter är den tunna marknaden. Det är svårt att tänka sig relativa skillnader ens i närheten av den storleksordningen vid en motsvarande auktion i USA eller Tyskland (Mueller, 1991).

### 10.3 Begränsningar i marknadsreformen

I den utredning som föregick 1989-års lag, rekommenderades att förvaltningsrättigheter i första hand skulle säljas. Utfallet blev det motsatta, dvs användarrättigheter dominerade. Anledningen var att handelsdepartementet ansåg det oklart hur många organisationer som skulle vara kompetenta och villiga att åta sig ett förvaltningsansvar. Man ansåg också att det förelåg risk för förseningar till följd av att konstruktionen var helt ny och oprövad. Problemen är säkert genuina inledningsvis.

Utredningen föreslog även att etablerade användare skulle delta i anbudstävling för de frekvenser man redan utnyttjade. Vid förlust i auktionen skulle en etablerad användare antingen ges rätt att "matcha" vinnande bud eller erbjudas en treårig temporär licens för att kunna avveckla verksamheten under ordnade former. Den faktiska lagen kom dock att ge etablerade innehavare en klart starkare ställning än så. Dessa politiska svårigheter kommer säkert att uppkomma på fler håll.

Nämnda omständigheter har, tillsammans med några andra, bidragit till att minska svängrummet för marknadskrafterna.

Auktionsförfarandet som sådant har dock vunnit allmän acceptans i New Zealand som en bra metod att fördela rättigheter, även om reservationspriser kanske kan övervägas liksom "first-price".

## Bilaga 1; Radiotjänster &amp; stationsklasser, en översikt

Tjänst	Stationsklass
Amatör	amatör
Rundradio	ljud
"	television
Rundradiosatellit	ljud
"	television
Jordresurssatellit	markstn
"	rymdstn
Meteorologisk satellit	rymdstn
"	markstn
Fast	fast
"	fast telekontroll
"	fast telemetri
"	fast hydrologisk & meteorologisk
"	fast aeronautisk
Fast-Satellit	rymdstn
"	markstn
"	markstn, landbaserad
Inter-Satellit	rymdstn
Meteorologiska hjälpmedel	WXB-radarstn (telemetri)
"	meteorologisk radar
"	radiosond
"	markbaserad radiosond
Mobil	markstn
"	telekontroll, markstn
"	telemetri, markstn
"	aeronautisk telemetri, markstn
"	flygtelemetri, mark
"	yttelemetri, mark
"	hydrolog. & meteorolog., mark
"	aeronautiskt hjälpmedel, mark
"	mobil
"	radio fyr, mobil
"	telekontroll, mobil
"	telemetri, mobil
"	aeronautisk telemetri, mobil
"	flygtelemetri, mobil
"	yttelemetri, mobil
"	hydrolog. & meteorolog., mobil
"	bärbar, mobil
"	aeronautiskt hjälpmedel, mobil
Aeronautisk mobil	aeronautisk
"	aeronautisk rundradio
"	airdrome control
"	telekontroll, aeronautisk
"	flygtest
"	flygplan
"	telekontroll, flygplan
"	bärbar, flygplan
Aeronautisk mobil	aeronautisk, off-route
"	aeronautisk, route
Aeronautisk multicom	markstn
"	mobil

Tjänst	Stationsklass
Landmobil	bas
"	telekontroll, bas
"	landmobil
"	telekontroll, landmobil
"	bärbar, landmobil
Maritim mobil	kuststn
"	marin rundradio
"	telekontroll, kuststn
"	fartyg
"	telekontroll, fartyg
"	bärbar, fartyg
"	oceanografisk data
"	oceanografisk data undersökning
Mobil satellit	mobil markstn
"	satellit EPIRB
"	rymdstn
"	markstn, land
Aeron. mobil satellit	rymdstn
"	markstn
"	flygplan, mark
Landmobil satellit	rymdstn
"	markstn, landmobil
"	markstn, basstn
Maritim mobil satellit	rymdstn
"	markstn, fartyg
"	markstn, kust
Radioastronomi	radioastronomi
Radiobestämning	radiobestämning
"	riktningsfinnare
Radiolokalisering	markstn
"	mobil stn
"	bärbar stn
Radionavigering	mobil stn
"	loran
"	markstn
Aeron. radionavigering	markeringsfyr
"	radiofyr
"	radarfyr
"	lutande glidbana
"	lokaliserare
"	likformig räckvidd
"	radioräckvidd
"	övervakningsradar
"	markstn, test (uh)
"	markstn, test (op)
"	höjdmätare
Maritim radionavigering	radar fyr
"	marin radarfyr
Radiobestämnings sat.	rymdstn
"	markstn
"	mobil markstn
Radionavigerings sat.	rymd stn
"	fast markstn
"	mobil markstn

<u>Tjänst</u>	<u>Stationsklass</u>
Aeron. radionav. sat.	rymd stn
"	mobil markstn
"	markstn
Maritim. radionav. sat.	markstn
"	mobil markstn
"	markstn
Rymdoperation	rymdstn
"	markstn
Rymdforskning	rymdstn
"	markstn
Stdfrekv & tidssignal	std frekv & tidssignal
Stdfrekv & tidssign sat	rymdstn
övriga tjänster	rymd telekontroll rymd
"	rymd spårning rymd
"	rymd telemetri rymd
"	ljudkälla nätverk
"	ljudkälla prognos
"	rymd telekontroll mark
"	rymd spårning mark
"	rymd telemetri mark
"	experiment kontrakt utveckling
"	experimentell utveckling
"	experimentell export
"	experimentell komposit
"	experimentell forskning
"	experimentell testning

## Referenser

- Benzoni Laurent, Kalman Eva, 1991, November  
The Economics of Frequency Allocation,  
OECD, DSTI/ICCP/TISP(91)20
- Banks Jeffrey S., Ledyard John O., Porter David P., 1989,  
Allocating uncertain and unresponsive resources:  
an experimental approach  
RAND Journal of Economics, Vol 20, No 1
- Chichilnisky Graciela, 1991,  
Topology and Economics: The Contribution of Stephen Smale  
Columbia University, Dept. of Economics,  
Discussion Paper Series No 558
- Corfield Sir Kenneth, 1991, May  
Report of the Radio Spectrum Review Committee  
Stage 2: 3400 MHz to 30 GHz  
Radiocommunications Agency, London, U.K.
- Coase Ronald H., 1959, October  
The Federal Communications Commission,  
The Journal of Law & Economics, Vol II
- Coase Ronald H., 1960, October  
The Problem of Social Cost,  
The Journal of Law & Economics, Vol III
- Coase Ronald H., 1970,  
The Theory of Public Utility Pricing and its applications  
Bell Journal of Economics 1(1), 113-128
- Cooter Robert D., 1980,  
How the Law Circumvents Starrett's Nonconvexity  
Journal of Economic Theory, 22, 499-504
- the Economist, 1992, March 7th-13th,  
Tug of WARC, p. 81
- Greenfield Victoria A., Moore David, Mars, 1992  
Auctioning Radio Spectrum Licenses,  
Congressional Budget Office,  
Congress of the United States
- Hazlett Thomas W., 1990, April  
The Rationality of U.S. Regulation of the Broadcast  
Spectrum  
Journal of Law & Economics, vol 33
- Levin Harvey J., 1990,  
Market Trading of Orbit Spectrum Assignment in the Space  
Satellite Industry-Joint Ventures and Acquisitions  
Columbia Institute for Tele-Information, Working Paper

- Levin Harvey J., 1991,  
New Evidence About Spectrum Value and Some Policy  
Implications  
Columbia Institute for Teleinformation, Working Paper
- McAfee, R. Preston, McMillan John, 1987, Juni  
Auctions and Bidding  
Journal of Economic Litterature, vol XXV, pp 699-738
- Meade James, 1952  
External economies and diseconomies in a competitive  
situation  
Economic Journal, vol 62, pp. 54-67
- Milgrom Paul R., Weber Robert J., 1982, September  
A Theory of Auctions and Competitive Bidding  
Econometrica, vol 50, pp. 1089-1122
- Mosbacher Robert A., 1991, February  
U. S. Spectrum Management Policy: An Agenda for the Future  
U. S. Department of Commerce, NTIA Publication 91-23
- Mueller Milton, 1991, November  
Reform of spectrum management:  
Lessons from New Zealand  
Policy Insight No. 135
- Neumann Karl-Heinz, 1991, December  
Domestic Issues in Frequency Regulations in Europe  
Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste (WIK),  
Diskussionsbeiträge Nr 76
- NTIA, 1991,  
Tables of Frequency Allocations and Other Extracts  
From: Manual of Regulations and Procedures for  
Federal Radio Frequency Management  
U. S. Department of Commerce
- Pigou A. C., 1920  
The Economics of Welfare  
Macmillan, New York
- Roosa Paul C., 1991, August  
Federal Spectrum Management: A Guide to the NTIA Process  
U. S. Department of Commerce, NTIA Publication 91-25
- Statens Offentliga Utredningar, 1991:107,  
Lag om radiokommunikation m. m.,  
betänkande av frekvensrättsutredningen
- Starrett David A., 1972,  
Fundamental Nonconvexities in the Theory of Externalities  
Journal of Economic Theory, 4, pp. 180-199
- Televerket Radio, 1989,  
Hitta rätt bland frekvenser och kanaler  
Guide för TV-tittare och radiolyssnare

- de Vany A., Eckert R., Meyers C., O'Hara D., Scott R., 1969,  
A Property System for Market Allocation  
of the Electromagnetic Spectrum:  
A Legal-Economic-Engineering Study  
Stanford Law Review, Vol 21, p. 1499-1561
- Weidner Richard T., Sells Robert L., 1965  
Elementary Classical Physics, Volume 2  
Electromagnetism and Wave Motion, Boston
- Wihlborg Clas G. & Wijkman Per M, 1981, April,  
Outer Space Resources in Efficient and Equitable Use:  
New Frontiers for old Principles  
The Journal of Law & Economics
- Wye David P., 1991, November  
The 1992 World Administrative Radio Conference  
Issues for U. S. International Spectrum Policy,  
Congress of the United States,  
Office of Technology Assessment, (OTA)