

Utvärdering av metoder för spektrumförvaltning

Utvärdering av några svenska spektrumförvaltningsfall
Slutrapport till Frekvensutredningen av Stiftelsen IMIT

*Erik Bohlin, Simon Forge, Joakim Björdahl och Colin
Blackman*

Innehåll

1.1	Den ökade efterfrågan på reformer	377
1.2	Nyckelfrågan för de svenska myndigheterna	379
2	Koncept och teorier bakom de tre huvudsakliga allokeringsmodellerna	381
2.1	Tilldelning och kontroll.....	382
2.2	Det marknadsbaserade tillvägagångssättet	384
2.3	Licensfri användning eller öppna frekvenser.....	390
3	Analys av fördelar och nackdelar	393
3.1	SWOT-analys av tilldelning och kontroll.....	394
3.2	SWOT-analys av det marknadsbaserade tillvägagångssättet	396
3.3	SWOT-analys av licensfri användning.....	398
4	Tre fallstudier: spektrumförvaltning för etablering av mobila nät.....	402
4.1	Fallet GSM (2G och 2.5G).....	403
4.2	UMTS, 3G (Universal Mobile Telephone System)	407
4.3	Digital mobiltelefoni med 450 MHz – CDMA 450	414
5	Reflektioner om fallbeskrivningar	417
5.1	Lärdomar av den svenska erfarenheten.....	417
5.2	Granskning av de olika spektrummodellerna i ljuset av fallstudierna	419

6	Framtidsutsikter	422
6.1	Framtida utmaningar.....	422
6.2	En kurs för framtidens politik.....	427
	Referenser som har använts till rapporten	428

1 Frekvensförvaltning – dagens situation

1.1 Den ökade efterfrågan på reformer

Nyutvecklingar av WiFi och uppgraderingarna ”3.5G” och LTE, gör att nästa infrastrukturplattform för data- och Internet-applikationer troligtvis blir radiotjänster. De radiobaserade användningsområdena ökar explosionsartat och ökar efterfrågan på tillgången av de knappa resurserna – de delarna av radiospektrumet som har de optimala egenskaperna (t.ex. för mobiltelefoni, kortdistans-nätverk, UWB, sensornätverk osv.). Utvecklingen drivs av konsument- och branschtrendernas behov av rörlighet och ständig uppkoppling vilket kräver bättre räckvidd och tillförlitlighet för de vanliga applikationerna i mobilt bredband utöver röst - e-post och åtkomst till Internet.

Radiotekniken kommer följaktligen att bli ännu viktigare på 2000-talet, men endast om fördelningen förbättras för att möjliggöra införandet av de nya radioteknikerna samt sänka kostnaden för dataapplikationer för högre bandbredd. Mest brådskande är kanske de trådlösa anslutningarna (WiFi, Bluetooth, WiMax osv.) som har expanderat enormt de senaste fem åren, och som kommer att bli ännu viktigare när mobilt Internet ökar i användning.

Spektrum anses dock vanligtvis vara en begränsad resurs vilket driver fram behovet att introducera optimerande mekanismer för fördelningen samt reducera de samlade kostnaderna. För att mobilt Internet skall öka behövs lägre priser, vilket för med sig behov av en ny och annorlunda spektrumförvaltning för att minska kostnaderna, samt att konkurrensen är fri. Betydande delar av viktiga frekvenser kontrolleras av myndigheter i de flesta medlemsländerna i EU, och dessa används ofta ineffektivt (av militär, etc.). De privata operatörernas användning är också ineffektiv. Vissa medlemsstater, i synnerhet Storbritannien, har redan presenterat en undersökning av sådana frekvensavsnitt i syfte att frigöra outnyttjade resurser, samt främja en effektivare spektrumfördelning.

Under tiden utvecklas radiotekniken snabbt. De senaste 110 åren har frekvensförvaltningen baserats på teorin om att varje användare måste ha unik åtkomst till radiofrekvenser. Detta utesluter andra användare och kan snedvrیدا marknaden. Militärteknik, som har utvecklats under de senaste sextio åren, använder

signalspridning över många frekvenser för att motverka och minska störningar vid delning, så att signalerna är transparenta för andra användare. Den kommersiella användningen av dessa tekniker är dock fortfarande i sin linda. Vidare kan teknik för kognitiva radion använda ett "tyst spektrum", skyddsband osv. – oanvända frekvenser eller "vita fält" – på ett dynamiskt sätt. Teknisk utveckling kommer medge att ett bredare spektrumomfång blir att bli tillgängligt, men det finns en flaskhals ovanför 5 GHz där räckvidden blir begränsad och energibehovet eskalerar. Lägre frekvenser, särskilt UHF-bandet mellan 200 MHz och 1 GHz, är mycket värdefullare tack vare sina spridningsomfång och möjligheter att tränga igenom byggnader, samt kapacitetsfördelar räknade i kodade bitar per hertz i spektrumet.

I dag finns även en teknikkonvergens – en teknik kan försörja många tjänster (t.ex. IP-pakettransport) medan en tjänst (t.ex. TV-video) kan försörjas av många tekniker (satellit, digitala markbundna sändningar, CATV osv.) men behöver ett mobilt bredbands förmåga.

Spektrumfördelningsmetoder ökar i betydelse för den nationella ekonomin och utgör en unik möjlighet till stimulans av den ekonomiska utvecklingen. Detta kommer att framgå av till exempel den kommande övergången av delar av UHF-bandet från analog till digital TV. Den "digitala utdelningen", kan stimulera mobilbranschen, om spektrumet omfördelas till e-kommunikationer, både för traditionella mobila tekniker och andra innovativa radiotekniker, t.ex. WiMax och 4G. Detta bör ses i samband med makroekonomiska nyckeltrender för radioanvändning och då särskilt den enorma globala expansionen av användning av mobila tjänster som innebär att år 2008 kommer en tredjedel av världens befolkning att använda mobiltelefon. Dessutom leder diskontinuitet som beror på snabb innovation till nyutveckling i operatörernas affärsmodeller.

Drivkrafter för en spektrumförvaltningsreform är följaktligen innovation, konkurrens och en mångfald av tjänster, samt konvergens av media och telekommunikation. Denna reform bör göras på så sätt att spektrumförvaltningen kan stimulera på utvecklingen, med tanke på sektorns betydelse för tillväxt och arbetstillfällen. Det är viktigt de ekonomiska konsekvenserna beaktas när det gäller att välja en väg för reformeringen av spektrumförvaltningen. Sociala fördelar, politiska mål och, i EU, önskvärdheten/möjlig-

heten av europeisk harmonisering i frekvensfrågor måste också tas i beaktande.

Den gemensamma europeiska marknaden nödvändiggör en gemensam policy och ett gemensamt regelverk. Den pågående frekvensreformen, initierad av Europeiska kommissionen, syftar till att dra nytta av EU-synergins effekter samt att avlägsna splittrade nationella tillvägagångssätt som ses som ineffektiva. Reformeringen av spektrumförvaltningen är en möjlighet att koordinera nationella tillvägagångssätt. Totalt sett ses en effektiv spektrumförvaltning av DG Information Society som en av de viktigaste faktorerna för att uppnå Lissabonmålen eftersom det gynnar ”digital integration”, en underbart vag term som betyder att alla medborgare i alla regioner ska sammankopplas. Indirekta effekter av en spektrumreform kan även uppstå för konkurrenskraften, och innovationspotentialen. På en strategisk ekonomisk nivå känner kommissionen att spektrumförvaltningen bör formas för att stödja den internationella marknaden och den växande integrationen av nationella marknader för både utrustning och tjänster, och för att bygga en mycket större internationell marknad och på så sätt skapa stordriftsfördelar. Följaktligen hamnar saker som ”Pan-European Services” på agendan, medan de förkastas av nationella regleringsmyndigheter vilka anser att de är ”något som funderats ut i Bryssel”. Dessutom har kommissionen startat en offentlig debatt om spektrumförvaltningens reformer och om några av alternativen för allokeringssystemer. Det som mest har diskuterats och marknadsförts har varit marknadernas och spektrumhandelns alternativ med offentliga konsultationer (2004) och en studie (2004). Lite har även handlat om kollektiv användning (2006). Inget specifikt har däremot diskuterats om licensfri användning eller uppskattningen av dess ekonomiska inverkan – en tydlig brist.

1.2 Nyckelfrågan för de svenska myndigheterna

Det är mot den här bakgrunden som utredningen om spektrumförvaltning och lagen om elektronisk kommunikation har begärt en teoretisk analys av fördelarna och nackdelarna med de olika spektrumförvaltningsmodellerna. En nyutkommen OECD-rapport från 2006 som handlar om den digitala utdelningen tillhandahåller en inledande analys om alla modellerna, men den är inte tillräckligt

utarbetad. Det behövs en djupare analys för att täcka de svenska kraven.

En nyckelfråga är nu:

Hur kan spektrumets allokeringsprocess organiseras för optimala ekonomiska och sociala effekter för Sveriges ekonomi och medborgare i en värld där spektrumets användningsområde snabbt förändras?

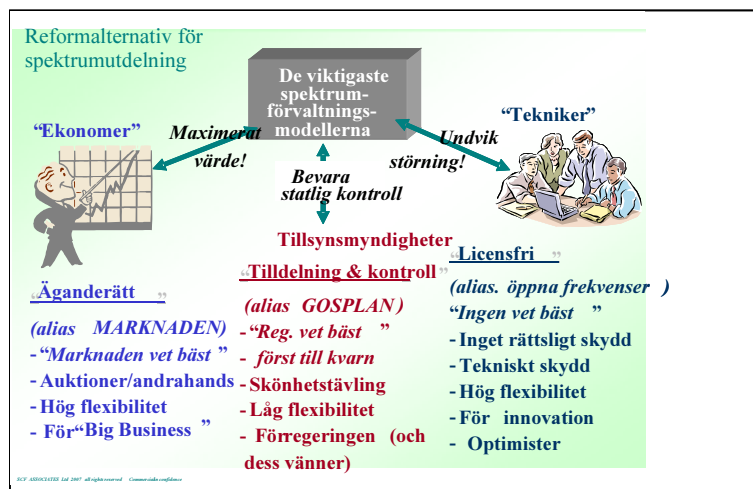
När man undersöker frågan finns det mycket att lära av Sveriges tidigare erfarenhet och förändrade inställning till allokering och dess resultat. Den här rapporten innefattar därför tre betydande fallstudier – om GSM, UMTS och allokering i 450 MHz-bandet.

Det finns många valmöjligheter för spektrumförvaltning, men huvudkategorierna är de som ofta kallas:

- Tilldelning och kontroll
- Marknadsbaserat synsätt
- Licensfri användning eller öppen frekvens

Vi kan se de stora skillnaderna mellan valmöjligheterna i följande sammanfattning, vilken illustrerar essensen i varje valmöjlighet:

Figur 1 En förenklad jämförelse av de huvudsakliga spektrumförvaltningsmodellerna



Källa: Andreas Geiss, EC DG InfoSoc , B4.

En värld i snabb förändring behöver en mer flexibel spektrumallokering och reformen bör täcka ett tillräckligt antal lämpliga band. Något som alltid bör tas i beaktande är förhindrandet av störningar, men annars bör politiken ge total frihet för potentiella spektrumanvändare som därmed kan bestämma sig för en tjänst och välja den optimala tekniken. En grundläggande beskrivning av en idealiserad spektrumreform kan således innehålla:

- Lägre hinder för tillgången till radiospektrum för alla potentiella användare – större konkurrens
- Lägre (direkta och indirekta) kostnader för tillgång till radioresurser – fler nya deltagare
- Större flexibilitet för spektrumanvändning för att få bukt med ”brister” och för att skapa en gynnsam miljö för innovation – fler innovativa tekniker
- Självbestämmande spektrumanvändare (marknadsaktörer) som bestämmer över användningen så mycket som möjligt, eftersom marknadsaktörerna i verkligheten bör veta mer om affärsprocesser för tjänster och teknik än förvaltningen
- En låg kostnad för lansering av nya tjänster, överallt – för att minska den digitala klyftan i glesbygden

2 Koncept och teorier bakom de tre huvudsakliga allokeringssmodellerna

Avsikten med det här avsnittet är att beskriva bakgrunden, teorin och de ursprungliga målen för de tre huvudsakliga sätten att behandla spektrumallokering på. Det följs av en SWOT-analys i nästa avsnitt.

2.1 Tilldelning och kontroll

Reglerad allokering, eller tilldelning och kontroll, baseras på administrativa beslut som är fokuserade på användandet av spektrum för överenskomna statliga och privata syften. Allokeringen tar kontroll över spektrumet genom en central, nationell myndighet som verkar över det nationella territoriet och luftrummet. Spektrumet har skötts på det här sättet under de senaste 100 åren, med några få undantag såsom flytten till marknaden med 3G-auktionerna. Det är fortfarande det dominerande tillvägagångssättet och gynnar centraliserade tjänster som traditionellt verkar under statliga organisationer. I vissa länder kan också regionala organisationer spela en roll i det hela.

Historiskt sett har det generellt sett funnits två faser. I den första fasen från 1800-talet och framåt har en nationell PTT (post, telegraf och telefonorganisation) som vanligtvis ägts av myndigheterna, vilka säkerligen också innehaft mandat, manövrerat spektrumet på det civila området. Militären och andra statliga myndigheter kan verka som ett separat icke-civilt system som skyddar sina "rättigheter". Senare kan den här icke-civila ledningen smälta samma till en spektrumförvaltare, vanligtvis under PTT eller en oberoende tillsynsmyndighet med ansvar för civila, militära och statliga allokeringar.

Nyckelprincipen (i båda faserna) är att det till varje frekvens måste finnas en enstaka bestämd användare som ensam har tillgång till frekvensen. Det behövs sedan regleringar för att upprätthålla de förhållandena. Traditionsenligt sett övervägs inte ens delning i realtid. I stället ges spektrumet för all framtid eller för en tidsperiod till en ensam användare. Andra aktörer bryter mot lagen om de sänder på det bandet. Reglerad allokering har fortfarande betydelse, t.ex. för akuttjänster och liknande. Myndigheterna som är involverade kan vara mycket mer än tillsynsmyndigheterna för media och/eller telekommunikation. De kan inkludera försvarsdepartementet, inrikesdepartementet och kanske myndigheternas verksamheter för forskning, flygtrafik och marin trafik.

Dessutom vill de flesta medlemsstaterna i EU försöka att bevara kontrollen över vissa band för befintliga mediasändningar. Tanken att de här banden blir gemensamma i hela EU för att vara i linje med EBU:s rekommendationer, och även för ITU-band för mobiltelefonitjänster (2G, 2.5G och 3G UMTS) som nyligen accepterats under den här administrationen.

I den andra, mer avancerade, fasen av tilldelning och kontroll antas ofta en mera liberal attityd där konkurrens om allokeringen tillåts. Ett sådant styre baseras fortfarande på antagandet att de nationella myndigheterna vet bäst. Ett flertal styrningsmetoder används i dag.

En populär taktik är att tillkännage att när banden är öppna för användning, och så snart vissa kvalificeringskriterier gällande teknik och ekonomi har uppnåtts gäller regeln *först till kvarn får först mala*. Men "först till kvarn" kan alltid ifrågasättas när det är politik som driver på, eftersom tilldelningen har en tendens att gynna myndigheterna. Dessutom kan en aktör få tillgång till alla spektrum som finns tillgängliga, och därmed fastställa kvoter. Hela hanteringen kopplas dock traditionellt sett till varierande nivåer av maktmissbruk. Normalt sett lutar tilldelningen mot att de etablerade aktörerna bibehåller sin status. De inkluderar vanligtvis innehavare av TV-medier som ofta står myndigheterna nära. Alltför ofta ges de särskilda privilegier, eftersom man genom TV-mediet kan påverka väljare - och därför behandlas dessa aktörer och deras spektrum med varsamhet.

En annan styrningsmetod är ett *rent administrativt godkännande – ett enkelt beslut*. I Storbritannien reserverade till exempel tillsynsmyndigheten Ofcom 256 MHz av "den digitala utdelningens" 392 MHz till landets markbundna rundsändningsmedia, och tillkännagav att det var ett "administrativt beslut". Deras egen forskning antydde dock att de digitala tjänsterna kunde hanteras med endast 25 procent av den digitala utdelningen – ungefär 98 MHz.

En tredje metod är en jämförande analys av en samling meriter, ofta kombinerad av sociala förbättringar ("maximal välfärd") och nationalekonomi. Uttrycket *skönhetstävling* används ofta. Blandningen av faktorer som ska bedömas kan vara ganska invecklad.¹ Detta kan t.o.m. snudda vid marknadsbaserad allokering då det kan inkludera anbud, men i form av en meritbaserad skönhetstävling, exempelvis hur man optimerar kostnaderna för de slutliga användarna. Ytterst subjektiva faktorer kan medverka och därmed kan det öppnas för oegentligheter. I Frankrike använder sig TV-kanaler av kriteriet "kulturellt högsta anbudsgivare", medan USA har ställt

¹ S. Forge, 'The radio spectrum and the organisation of the future: recapturing radio for new working patterns and lifestyles', Telecommunications Policy, Vol 20, No 1, 1996; L. Benzoni and E. Kalman, The Economics of Radio Frequency Allocation, ICCP papers 33, OECD, Paris, 1993.

jämförande frågor om sociala förmåner till konkurrerande TV-stationer.

I dag kan vi fortfarande se att tilldelning och kontroll ofta används där tjänsterna är nödvändiga för allmänhetens säkerhet (exempelvis akuttjänster), allmännyttiga företag (exempelvis flygtrafikledning) eller till specifika politiska mål (exempelvis att ge understöd till TV-kanaler av sociala och politiska anledningar).

2.2 Det marknadsbaserade tillvägagångssättet

Spektrum ses normalt som en begränsad resurs och därför krävs, enligt vissa bedömare, en introduktion av de marknadsbaserade mekanismerna för att säkerställa effektiv allokering. Marknadsbaserad allokering har följaktligen fått mycket uppmärksamhet i EU, och dessförinnan i USA. I EU kan trenden eventuellt sägas ledas av Storbritannien, där Ofcom har varit entusiastiska över marknader och handeln med spektrum. Det här alternativet till den traditionella, centraliserade metoden är till för att flytta spektrumförvaltningen i riktning mot en marknadsorienterad allokering, där man kan bedriva handel med rättigheter. Spektrumets hantering förväntas således att verka på ett mera öppet och decentraliserat sätt, bland de olika innehavarna av användningsrättigheter för specifika band, för att göra spektrumet mera likt andra resurser. Grundvalen är ägarnas rätt att exkludera andra från att använda ”deras” band.

Grunden för att allokeringssystemet ska kunna rättfärdigas är att marknadskrafterna säkerställer effektiv ekonomisk användning av spektrumet (”marknaden vet bäst”). Allokeringssystemet grundar sig på att man tävlar om en licens för att säkerställa att den mest effektiva användaren, någon som värderar spektrumet högt, får tillgång till individuella användarrättigheter med ett garanterat skydd mot störningar. Den här metoden är alltså till stor del beroende av en teori om en perfekt marknadsverksamhet. Den förutsätter att kandidaterna agerar enligt spektrumets ekonomiska värde, och uteslutande för en omedelbar exploatering. Man kan gå ännu längre genom att anse att spektrumet ägs av någon, och därmed är en ekonomisk vara, och en handelsvara enligt den fria marknadens regler.

Det är dock befogat att fråga om ett tillvägagångssätt med egendomsrättigheter är lämpligt för en resurs som det elektromagne-

tiska spektrumet – det kan ses som luften vi andas. En annan anledning till flytten mot marknader för spektrum är påståendet att det ger hög flexibilitet, men oberoende beträffande tillämpning och teknik. Alla spektrum får användas till det köparen vill. Dessutom kan alla delar av spektrumet öppnas för handel. Köparen som är villig att betala det högsta priset vinner – och värderar det i enlighet med användningsområdet, oavsett om det gäller TV, mobiltelefoni eller en ledningscentral för taxi- eller fraktgodstransporter.

Eftersom auktionspriser ibland kan vara höga ses spektrummarknader av vissa som stöd till stora företag, även om många ekonomer skulle bestrida det.

Den mest traditionella marknadsformen för att allokera nya spektrum är *en formell infordran av anbud* som etablerar en marknad med vars hjälp myndigheterna definierar detaljerade beskrivningar av tekniska och operationella förhållanden, samt applikationer och användningsformer. En licens, i form av ett kontrakt, vinnas av de anbudsgivare som bäst möter kraven: såsom igångsättande före ett visst datum och användning av teknik som driver på utvecklingen samtidigt som den bästa servicen ges. Avgifter betalas omedelbart av vinnarna, kanske under alla efterföljande år. Den här formen av spektrumförvaltning, där man får ge anbud på licenser, användes för de första mobiltelefonlicenserna i Europa, t.ex. av Storbritannien och Frankrike på 1980-talet. I en andra urvalsfas, mellan lika behöriga konkurrenter, kan vissa meriter ha betydelse. Det förutsätter att objektiva kriterier kan fastställas. Det kan bli en dyr, långdragen och inte nödvändigtvis opartisk process.

Ytterligare ett alternativ är ett *lotteri* där lotterna dras på så sätt att alla deltagare har lika stor chans att vinna. Priserna är spektrumkoncessioner som oftast beviljas för en bestämd tidsperiod och enligt vissa villkor, såsom en garanti på att man kan finansiera uppbyggnaden av ett nätverk och sedan sköta det. Viktigast är att lotterireglerna ofta har beviljat (särskilt i USA) rätten att sälja koncessionen vidare och följaktligen öppna upp en marknad för spektrumrättigheter. På 1980- och 1990-talen anordnade det amerikanska FCC lotterier på 215 av storstädernas 305 serviceområden. Erfarenheten av lotterierna var att den finansiella garantin som krävdes ofta kom från utrustningsleverantörer som tillsammans med den potentiella vinnaren skrev en motivering för inköp av

utrustning.² Många vinnare hade dessutom inga avsikter att bygga ett nätverk. De ville bara omedelbart sälja koncessionen vidare till en existerande mobilnätverksoperatör (MNO). För att det skulle gå att driva processen uppstod en ny bransch där specialistkonsulter lade fram de tekniska dokumenten som behövdes till budgivningen, samt hanterade förhandlingarna med utrustningsleverantörerna. Mellan 1982 och 1990 sjönk det genomsnittliga priset på att förbereda en anmälan från 3 500 dollar till 250 dollar under loppet av sju lotterier. FCC debiterade låga kostnader för att delta (200 dollar) så att antalet lotterideltagare blev ganska högt – mer än 280 000 ansökningar kom in. Lotteriets tillvägagångssätt föll dock lite i onåd, då det i första hand verkade skapa en sekundär marknad, med spekulationsränta och många skenanmälningar som endast gjordes för att vinna koncessioner för vidare försäljning.

För närvarande är det mest populära tillvägagångssättet i länder som Storbritannien *auktioner*, då de står för konkurrenskraftig budgivning och är, åtminstone teoretiskt, det bästa sättet att sätta ett ”marknadspris”. Generellt sett stöds de entusiastiskt av myndigheterna eftersom statskassan kan gynnas av auktionsavgifterna. Storbritanniens 3G-auktioner inbringade t.ex. 31 miljarder pund som sänkte det nationella budgetunderskottet markant. Generellt sett ges spektrumet till dem som bjuder mest, men det finns också många auktionsmekanismer, som exempelvis holländska auktioner, omvända auktioner osv. i vilka så inte är fallet.

Det finns många sätt att paketera frekvenser för en auktion, men oftast delas de in i stycken med kanaler som har en särskild bandbredd, med valfrihet gällande paketering och budgivning för att få fram spektrumens olika värden i de olika frekvenserna. Alternativen inkluderar:

- att sälja kanaler separat , eller flera kanaler samtidigt
- att sälja många kanalpaket med ett genomsnittligt pris, eller med ett individuellt pris per kanal
- att utan kanalstruktur sälja frekvensbredd till priser satta av anbudsgivarna för varje frekvensomfång

² T.W. Hazlett and R.J. Michaels, ‘The cost of rent seeking: evidence from cellular telephone licence lotteries’, working paper, University of California at Davis, mars 1990.

I USA och Storbritannien har avsikten varit att skapa auktioner för att garantera att varje licens går till anbudsgivaren som värderar den högst. På andra ställen i EU kan auktioner ibland utformas så att en licens går till den som kommer att använda den mest effektivt för sociala och ekonomiska syften. Att utforma auktioner kan vara svårt och känsligt. Man måste ta med antalet anbudsgivare och licenser i beräkningen, om ämbetsinnehavare tillåts bjuda på alla, några eller inga av licenserna, och så vidare. Till en viss del är formgivningen av auktionerna beroende av att kunna förutsäga marknaden – och följaktligen är den tämligen motsägelsefull. Dessutom kan det ekonomiska beteendet hos anbudsgivarna i verkligheten skilja sig enormt från hur ekonomernas teorier förväntar sig att de ska bete sig, baserat på den direkta exploateringsens marknadsvärde som också har demonstrerats i 3G-auktionerna.

De brittiska och tyska 3G UMTS-auktionerna under 2000 och 2001 var intressanta studier i misslyckanden: lektioner i hur man inte ska göra. Genom att tvinga fram höga priser passade auktionerna bara myndigheterna eftersom nya deltagare uteslöts, medan andra med mycket pengar hade råd att köpa licenser. Dock hade licensköparna inga pengar kvar efter inköpet till att utveckla tekniken, köpa nätutrustning osv. 3G ARPU-nivåerna för vinst inom fem år låg på en nivå långt över nivåerna för 2G på grund av licenskostnaderna. Detta upptäcktes snabbt av utrustningsleverantörerna som drog ned på investeringstakten för 3G-tekniken. Sju år senare är marknaden fortfarande inte mogen och fortfarande högt över priserna för 2G och 2,5G. Nivåerna för större kostnadsbesparingar som kunde ske i tidigare tekniker har aldrig uppnåtts. De nya utlovade multimedietjänsterna har aldrig sjösatts – de är för dyra – och systemen för kundsupport är otillräckliga. Erfarenheten i USA är också skiftande.³ Kortfattat kan man säga att auktionsprocessen uppmuntrade en övervärdering av spektrumet.

Det är logiskt att det ska gå att handla med ett innehav av frekvenser. Försäljning av koncessioner efter en auktion godkänns i många länder för att frekvensmarknaden ska kunna utvecklas. Där detta tillåts finns det två huvudsakliga metoder. Enligt den första metoden måste köparen uppfylla vissa villkor för att anses lämplig att använda spektrumet, vilket FCC använt i vissa fall. Den andra metoden innehåller inga begränsningar alls, eftersom idén är att

³ J. Ellig, 'The economic costs of spectrum misallocation: evidence from the United States', Conference on Spectrum Policy in Guatemala and Latin America, Universidad Francisco Marroquin, Guatemala City, Guatemala, June 9–10, 2005.

skapa en fri marknad. Erfarenheten av försäljning på en sådan fri marknad är fortfarande begränsad. I Storbritannien har bara åtta transaktioner noterats under ett år fram till januari 2008.⁴ Etablering av en livlig andrahandsmarknad är ett fenomen som man fortfarande väntar på att få se.

Trots detta meddelade kommissionen i sitt radiospektrumbeslut att de ska förlita sig på en andrahandsmarknad för att uppnå flexibiliteten som är nödvändig för att kunna utnyttja spektrumet effektivt. Denna ”ensamrätt på användning” medför att licensinnehavarna får specifika rättigheter till definierade delar av spektrumet i vissa geografiska områden. Tillvägagångssättet innebär att varje spektrumblock tilldelas ensamrätt för varje fördefinierat block och område. Sedan bör någon form av spektrumförvaltningsmyndighet (SMA – Spectrum Management Authority) ange de högsta acceptabla störningsnivåerna och spektralseparation mellan signaler för olika operatörer. Observera att detta också bestämmer det högsta antalet aktörer som kan agera på marknaden och att det i praktiken är konkurrensbegränsande, oavsett om det är avsikten eller inte. Kommissionen erkände i september 2005 spektrumhandeln som potentiellt fördelaktig i vissa band.⁵ Det väsentliga är att handeln också ska innefatta byte av användning. Det föreslogs att banden som omfattar markbunden mobil kommunikation, markbunden fast trådlös kommunikation och markbundna TV-sändning ska vara handelsbara med ett måldatum för en fungerande spektrummarknad år 2010.

En förhoppning är att den offentliga sektorn via andrahandsmarknaden kan övertygas att släppa spektrum till kommersiellt bruk. Sedan det tidiga 1970-talet har exempelvis militären i Frankrike avstått väsentliga delar av sitt spektrum till civilt bruk för mobila och andra tjänster genom att ge omkring 26 procent av 400–470 MHz-bandet och 90 procent av GSM 900-bandet (860–960 MHz) plus 1000 kanaler i banden 1,7 till 2,3 GHz till PCS GSM.⁶ För att påskynda denna utveckling har Storbritannien nyligen föreslagit AIP (Administered Incentive Pricing) att koppla ett marknadsvärde till spektrumet och på så sätt locka offentliga organ att släppa spektrum de inte behöver och i gengäld kunna ta ut en avgift. Tanken är att statliga organisationer ska börja agera på och

⁴ Se Transfer Notification Register på <http://146.101.202.225/public-tnr/tradeDetails.do>.

⁵ ‘A market-based approach to spectrum management in the European Union’, COM (2005) 400.

⁶ Benzoni and Kalman, op cit.

stimulera marknaden för spektrumhandel med ny ”likviditet” i frekvensband som möjliga köpare kan prissätta i sina anbud.⁷

Att definiera spektrumanvändarrättigheter som ”äganderätt” är dock eventuellt inte en praktisk lösning ur juridiskt perspektiv i vissa EU-medlemsstater. I stället kan Storbritanniens definition vara bättre och ändå ge fullständiga rättigheter i fråga om handel och effektiva byten, nämligen rätten i Storbritannien att använda utrustning utan åtal. När rättigheterna till att använda spektrumet har definierats kan rättigheterna överlåtas på minst tre sätt: andelsförsäljning, försäljning av tillgångar och auktorisering av en tredje part att använda spektrumet under licens. Tillsynsmyndighetens roll är att hålla ett komplett och ständigt aktuellt spektrumregister och ge licenser under ledning av rådgivande organ och framtida policy. Rollen är mycket viktig. Tillsynsmyndigheterna bör spela både en rådgivande och konfliktlösande roll, samtidigt som de säkerställer att marknadsinformationen, särskilt prissättningen, är tillgänglig utan kostnad och hanterar överlåtelser till den nya regimen.

Införandet av spektrumhandel håller nu på att etableras. Att införa fungerande spektrummarknader är en komplex operation. Det krävs ännu större ansträngning för avtal på EU-nivå, särskilt med en definition av spektrumrättigheter för förstahands- och andrahandsmarknaden. Ett första steg kan vara att infoga handeln i ett regelverk på nationell nivå genom att etablera handel med spektrumrättigheter för vissa band. Men detta kommer först att kräva en definition av vilka band som ska gå att handla med, eventuellt på EU-nivå. Principer för neutralitet när det gäller teknik och tjänster kan också behöva införas i regelverket. Samtidigt måste vi garantera att informationen om allokeringen och tilldelningen av spektrum finns tillgänglig på ett samordnat sätt, både på nationell nivå och EU-nivå, och att övervakningsfunktioner för handelsärenden etableras. Detta kommer kräva en övergångsperiod då minimala teknikparametrar etableras för att förhindra störningar i spektrummasker och kanalplaner för banden som det initialt ska handlas med. De första banden kan överlappa varandra och överkorsa traditionella tjänstesektorer med enskilda anpassningar av befintliga rättigheter för de handelsbara banden. Flera av dessa steg förutsågs i procedurerna i kommissionens radiospektrumbeslut.

⁷ *Independent Audit of Spectrum Holdings*, av Professor Martin Cave för HM Treasury, december 2005, på <http://www.spectrumaudit.org.uk/pdf/caveaudit.pdf>.

Marknadsmässig handel i någon form används redan i nästan hela EU, dock eventuellt bara vid infordran av anbud, men allt mer vid spektrumauktioner med möjlighet till andrahandshandel. Sådana marknader är i dag helt och hållet nationella. De globalt ledande aktörerna är USA, trots flera bakslag, och de större ekonomierna i Europa, där kanske Storbritannien kan sägas leda, och där Tyskland, Frankrike och Spanien har marknadsmekanismerna i varierande grad, särskilt för 3G-licenser, tillsammans med övriga EU-länder i den ursprungliga gruppen på 15 länder. De nya EU-medlemmarna i östra Europa och Centraleuropa håller också regelbundet mobillicensauktioner.

2.3 Licensfri användning eller öppna frekvenser

På grund av ett växande behov av frekvenser i framtiden och de ökande svårigheterna som är kopplade till allokeringen och utökningen av det övre intervallet för ett användbart spektrum tycks det oundvikligt att i högre grad dela på resurserna med hjälp av avancerad teknik för att lindra överbelastningen i de populäraste spektrumregionerna. Målet är också att avlägsna stelbentheten i de nuvarande allokeringssystemen via licensfria band medan bandbredden per användare ökar för att möjliggöra rundradiotjänster. Sådan framtida spektrumförvaltningspolicy kan gå i riktning mot öppna frekvenser. Principen är att tillåta fri tillgång till en delad frekvens för alla användare och allt bruk med mycket enklare ledning. Störningar mellan flera användare måste undvikas med hjälp av tekniska och operativa medel. Nyligen har intresset ökat för användningen av öppna frekvenser tack vare framgången med licensfritt spektrum som ger konsumenter fördelar och ökar möjligheterna för entreprenörsaktiviteter, t.ex. för WiFi med licensfri bredbandstillgång.

Även med tanke på de väsentliga tekniska utmaningarna är de möjliga fördelarna tillräckliga för att garantera seriösa överväganden från de politiskt ansvariga. Dessutom är detta modellen som används i dator- och konsumentelektronikbranschen – trådlösa chip utan licenser och begränsningar. Med de licensfria bandens öppna frekvenser utesluts tankarna på spektrum som en resurs, och ännu mindre en begränsad resurs. Detta gör att synen på spektrum som privat egendom inte är relevant och även handelsbarheten förlorar sin mening. I detta system kan vem som helst få tillgång

till ett visst spektrumblock eller en uppsättning kanaler, enbart baserat på vissa grundläggande villkor för tekniken. Metoden är ett mer decentraliserat, mindre byråkratiskt synsätt som gör det möjligt för enskilda och grupper att bygga ut nätverk, applikationer och tjänster på eget initiativ under den licensfria friheten. Här vill vi anmärka att det öppna tillvägagångssättet för licensfria band redan har visat sig framgångsrikt för vissa applikationer, särskilt för tekniker för korta avstånd som RFID och Bluetooth, samt även WiFi och WLAN.

För att gå vidare med en sådan radikal omprövning av spektrum krävs emellertid nya tekniker som eliminerar eller minskar störningsproblemen, t.ex. intelligent radio och teknik för spektrumdelning, som inte är inriktade på en enstaka frekvens eller användare. Teknikerna är beroende av hög mobil datorkraft till låga kostnader för att kunna bearbeta multifrekvenssignaler för olika former av delning (t.ex. direktspritt spektrum och ultrabredbands-teknik, som alla är exempel på underliggande/överliggande tekniker för överföring av stora informationsmängder vid låga effektnivåer över ett frekvensområde, samt tidigare frekvenshoppningstekniker). Under det senaste decenniet har vidareutveckling av tids-dimensionsdelning kommit fram av bruket av hög datorkraft för programvarudefinierad radio (SDR) för dynamisk radiokanalstilldelning. Kognitiv radio, en förlängning av SDR, syftar till att ständigt identifiera och anpassa sig till den aktuella radiomiljön med hänsyn till andra frekvenser som används för att tysta eller tomma utrymmen ska kunna hittas och användas. En rumsdimension går att lägga till med hjälp av flera riktantenner för starkt fokuserade överföringar med minskad störning, högre selektivitet och närmare geografisk spridning för användarna. Med de framtida teknikerna behöver spektrumet inte ens definieras. Här innefattar vi följande:⁸

⁸ Se t.ex. S. Forge, 'Is fourth generation mobile nirvana... or nothing?', *info*, Vol 6, No 1, 2004.

- spektrumdelning med hjälp av direktspritt spektrum i gemensamma licensfria band och över allokerade band⁹
- tekniker för dynamiskt anpassningsbar kognitiv radio som möjliggör utfyllnad av gap och användning av tillfälligt tomma utrymmen
- underliggande med låg effekt/enhetsfrekvens och bred bandbredd (t.ex. UltraWideBand)
- spatial multiplexing med strålförning och multiplexing med flera antenner

Tabell 1 Tekniker för ett öppet spektrum

Teknik	Räknare – störningsmätning och användningsmiljö
Spektrumdelning med direktspritt spektrum i öppna licensfria band och över allokerade band, inklusive alla former av underliggande med låg effekt/enhet frekvens och bred bandbredd (t.ex. ultrabredband) som liknar spritt spektrum	Inneboende transparens för delning (baserat på beräkning med hög effekt för frekvensmodulering/identifiering) i antingen licensfria eller licensbelagda band – kan vara en samexistensteknik
Tekniker för dynamiskt anpassningsbar kognitiv radio för tidsdelning i redan använda spektrum	Realtidskänsla för att fylla gapet mellan licensanvändning och plats för tillfälliga lediga frekvenser (utan signal), främst för återanvändning eller "lån" av delar av licensbanden som innehas av andra licenstagare när de för tillfället inte används – en form av samexistens mellan flera användare, ibland kallat "overlay"
Flera antenner med riktningsmultiplexing	Spatial multiplexing med strålförning och parallella sessioner för flera användare och för licensband eller licensfria band

De olika teknikerna för licensfria band går i dag in i nästa generations mobilradio (4G) och den potentiella användningen av mesh-arkitektur baserad på distribution i licensfria band. Vidare

⁹ Spritt spektrum är en välkänd teknik för kommunikation via flera frekvenser, men med liten kraft per frekvens. Den kan därför klassificeras som en underliggande ('underlay') teknik på så sätt att den är under den identifierbara nivån för andra singelfrekvenssignaler och således oupptäckt. Tekniken har använts vid militär kommunikation under de senaste ungefär 70 åren.

teknikutveckling kommer utnyttja högre frekvenser, över 5 GHz, där förhoppningsvis få störningsproblem förekommer. Dock förekommer grundläggande problem med effekten och överföringen.

Icke desto mindre är detta fortfarande ett område där osäkerhet råder eftersom vi ännu inte vet om dessa tekniker kan eller kommer att utvecklas och lanseras i kommersiella sammanhang. Kanske finns det två olika kategorier: Först har vi teknikerna som med största sannolikhet kommer att införas inom kanske fem till tio år. Sedan har vi teknikerna där tidsramarna och sannolikheten för införande är mer osäkra. I den första kategorin kan vi innefatta mesh-nät och mesh-tekniker som t.ex. dynamisk spektrum-åtkomst. Den andra kategorin kan inkludera kognitiv radio och mjukvaruradio och smarta antenner.

3 Analys av fördelar och nackdelar

I det här avsnittet belyser vi i en SWOT-analys styrkor och svagheter i respektive allokeringmetod i en form som är praktiskt för myndigheter. Alla modeller undersöks med avseende på sociala, ekonomiska och tekniska faktorer, och då särskilt effekterna på den nationella och europeiska ekonomin (på personnivå, industrinivå och Europamarknadsnivå), på sådana områden som:

- Den interna telekommunikationsmarknaden – marknadsstruktur, antal aktörer osv.
- Drivfjädrar för investeringar – övergripande och för innovationer med förväntade marknadstillväxtkurser
- Sociala fördelar – t.ex. särskilda insatsmiljöer, nyheter och funktioner
- Nuvarande innehavare och eventuella framtida operatörer

Den övergripande ekonomiska tillväxten i sektorer där telekommunikationsbranschen verkar granskas. Andra sektorer som också använder spektrumet (t.ex. ICT och konsumentelektronik) granskas också.

3.1 SWOT-analys av tilldelning och kontroll

Styrkor	Svagheter
<ul style="list-style-type: none"> • Elimineras eller begränsas störningar i singelfrekvens-tekniker • Skapar förutsättningar för de etablerade aktörerna i en välkänd miljö de kan förstå 	<ul style="list-style-type: none"> • Inte optimalt för bruk i spektrum • Överregleringar försvagar entreprenörsincitamenten till lägre kostnader, förbättrad kvalitet och utveckling av nya produkter och tjänster • Myndigheternas "vänner" tenderar att favoriseras • Allokeringen är utsatt för missbruk • Flexibiliteten i användningen är svagast av alla alternativ eftersom neutraliteten i fråga om teknik och tjänster är närmast obefintlig • Först till kvarn-förfarandet är inte en garanti för bäst utnyttjande av spektrumet • Först till kvarn-förfarandet uppmuntrar aktörer att ansöka bara för att få spektrumet, innan de har de tekniska lösningarna eller logistiken. På så sätt blockeras utbyggnaden. • Dyrt – regleringskostnader är höga • Införande av lokala standarder går emot tanken om teknisk neutralitet

Möjligheter	Hot
<ul style="list-style-type: none"> • Styr deltagarna och därigenom konkurrensmisbruk • Kan användas för att gynna/skapa en kritisk massa för en viss standard (jfr. GSM). 	<ul style="list-style-type: none"> • Bevarar <i>status quo</i> och åstadkommer en statisk miljö för radiobaserade tjänster och bruk som begränsar den ekonomiska expansionen vilken i dag baseras på mobil(radio)produktivitet. Inskränker också konkurrensen och antalet aktörer. Det innebär att priserna förblir höga trots begränsade tjänster. • Begränsade marknadsutvecklingsmöjligheter med begränsade tjänster och begränsad introduktion av nya tekniker som ytterligare inskränker den ekonomiska tillväxten

När vi undersöker tabellen ovan slås vi av den bristande överensstämmelsen mellan utvecklingen av radiotekniker och hur staten hejdar den fria marknaden. Det viktiga resultatet är externa – effekter – påverkan på andra användarbranscher för radiobaserade tjänster och produkter samt på ökningen av konsumentutgifter i sektorn.

3.2 SWOT-analys av det marknadsbaserade tillvägagångssättet

Styrkor

- Kan öka konkurrensen
- Elimineras eller begränsas störningar för singelfrekvenstekniker
- Kan driva på teknikneutralitet
- Kan driva på tjänstneutralitet

Svagheter

- Perfekta marknader finns inte
 - Aktörer agerar med motiv som avsiktligt kan störa marknaden, dvs. deras beteende är inte rationellt i ett traditionellt ekonomiskt avseende. Spektrumauktioner är avsedda att öppna för nya aktörer, men det fungerar sällan så i verkligheten.
 - Det kan vara svårt att få marknadsinformation – det behövs centrala register med ägare, affärer och priser som alltid är aktuella. Eventuellt behöver registren uppdateras så ofta som varje minut, vilket kan vara svårt.
 - Definitionen av spektrumrättigheter är oklar – i EU förekommer problem med olika juridiska system och system för ägarskap och handelsrättigheter för spektrum. Gemensamma format för rättigheter behövs (rätt till bruk och försäljning – ett långsiktigt mål är justering av nationella materialrättigheter).
 - Dyrt att reglera handeln eftersom det behövs en ständig övervakning av marknaden
-

-
- Register behövs
 - Övergångsproblem kan uppstå i vissa länder
 - Regler för första- och andrahandsmarknaden måste vara tydliga och de måste åtlydas – övervakning behövs
-

Möjligheter

- Användningen blir flexiblare
- Kan optimera avkastningen av spektrumet eftersom användningen av frekvenser värdesätts i rena ekonomiska termer av ägaren
- Kan ersätta oklara administrativa beslut av öppenhet som drivs av marknadsinformationen

Hot

- Marknadsstörningar eller ett fullständigt konkurrensstopp – anbud vinnns ofta av aktörerna med mest pengar. Det gör att de kan behärska marknaden, hindra nya deltagare och, mest bekymmersamt, stoppa lanseringar av ny teknik. Begränsar antalet marknadsaktörer.
 - Främjar uppkomsten av mellanhänder som köper och säljer spektrum utan avsikt att använda dem. På så sätt adderas ett extra lager med kostnader samt ineffektivitet.
 - Auktioner inför en ny form av "regulatory capture", vilket ungefär innebär att tillsynsmyndigheten eller politikerna har egenintressen i vilka som får licenser – myndigheterna "kapas" – på grund av skatteintäktspotentialen. Med auktioner kan statskassan "kapas". I t.ex. Storbritannien kommer många i ledande ställning i Ofcom från finansdepartementet.
-

Av ovanstående kan man dra slutsatsen att handel bara är effektivt om marknaden är öppen, prisinformationen är kostnadsfritt tillgänglig (vilket vissa aktörer motsätter sig) och innehavet av spektrum är allmänt känt och förekommer i ett register. Det medför att marknadsbaserad handel kräver starkt konkurrensskydd för att undvika störningar av. Skyddet måste bestå av:

- Övervakning av priser – för att bibehålla en ärlig spelplats för nya (mindre) aktörer
- Hinder mot spektrumhamstring
- Begränsningar av vissa former av andrahandsmarknader som bara ökar kostnaderna för spektrumet via särskilda investeringsmedel (Special Investment Vehicles – SIV) som är avsedda att fungera som mellanhänder utan avsikt att bygga nätverk och varken tillför extra likviditet eller nya konkurrenskraftiga anbudsgivare på spektrummarknaden.

3.3 SWOT-analys av licensfri användning

Styrkor	Svagheter
<ul style="list-style-type: none"> • Öppna system modellen som används i dator- och konsumentelektronikbranschen – trådlösa chip utan inga licenser och begränsningar. • Låga kostnader – reglerna gäller bara tekniken för testning av överensstämelsen med specifikationerna för effekt/frekvens/beteende • Erbjuder nya områden för nya tekniker som 4G och mesh-nät • Gör det möjligt för infrastrukturkonkurrens eftersom nya tekniker snabbt kan sjösättas för att konkurrera med befintliga mobila och fasta 	<ul style="list-style-type: none"> • Nytt koncept – grunderna i tekniken kan vara svåra att sätta sig in i för politiskt ansvariga • Systemet kommer att mogna under 2008 med tidiga former av WiFi och WiMax som fortfarande utvecklas med standarder och utrustning. En andra generation är fortfarande inte tillräckligt definierad. • Kan stöta på starkt motstånd från befintliga aktörer på telekommunikations- och mediemarknaden • Osäkerhet om konfliktlösningen

system och på så sätt driva priserna nedåt

- Större flexibilitet – ingen tillsynskontroll av användningen eller teknikerna eftersom inga licenser behövs. Vilka enheter som helst kan anslutas till vilka nät som helst i vilket syfte som helst
-

Möjligheter

- Nya aktörer kan snabbt komma in med tjänster och tekniker. Inga licenser och låga overheadkostnader för typgodkännanden för störningar.
 - Ekonomin stimuleras av mer konkurrens vilket ger lägre slutanvändarpriser
 - Ekonomin stimuleras av nya tekniker och tjänster med externa effekter i alla sektorer, både när det gäller tjänster och tillverkning
 - Erbjuder möjligheten till högre bredbandstjänster för radiobredband med mobilt Internet till låg kostnad för både fasta och mobila tjänster som kan minska den digitala klyftan till låga kostnader på landsbygden
-

Hot

- Otillräckliga tekniska framsteg så att störningar inträffar både i licensfria band och när spektrum återanvänds eller "lånas" tack vare mellantekniker eller underläggstekniker med kognitiv radio
- Ses som ett hot av etablerade aktörer som är angelägna om långsam förändring och att bevara status quo för att kunna skriva av investeringarna i gamla tekniker och tjänster

En slutsats är att licensfritt spektrum kan erbjuda den flexibilitet och de möjligheter till innovationer och nya aktörer som borde vara idealet för en framtida förvaltning – om störningsteknikerna för skymda signaler kan fås att fungera. Systemet är särskilt

attraktivt eftersom det förenklar tillsynsprocessen av den tekniska utvecklingen till ett minimum.

Detta medför att policyn bör riktas in mot att i ökande grad öppna fler licensfria band för att åstadkomma ett stort område med öppna frekvenser på de mest attraktiva segmenten i spektrumet, t.ex. i UHF-bandets digitala utdelning. Till detta krävs teknik som möjliggör delning. Sådan kollektiv användning av spektrumet bör troligen vara beroende av underliggande eller överliggande tekniker. Policyn är kanske inte självklar eller ens möjlig i dag, men kommer att behövas i ökande grad under nästa årtionde. Mest effektivt bör vara ett stegvis ökande tillvägagångssätt som börjar med en kombination av marknadsbaserad handel och ett bredare gemensamt initiativ för licensfria band. Vi noterar här att detta kommer att möta starkt motstånd från de som har ett egenintresse i att upprätthålla *status quo*.

När vi jämför de tre huvudalternativen bör vi också jämföra de viktigaste politiska kraven. I följande tabell jämförs de olika alternativen med några viktiga krav. Dessutom innefattas ett fjärde alternativ – en blandning mellan öppna frekvenser och marknadsbaserat med samexistenstekniker i marknadshandelsbanden – eftersom detta troligen kommer bli den verkliga situationen under de kommande två eller tre årtiondena.

Tabell 2. Jämförelse mellan spektrumförvaltningsmetoder och politiska mål

Politiska mål	Tilldelning och kontroll	Marknadsbaserad handel	Licensfri	Blandning: marknad + öppna frekvenser
Främja konkurrens (för tjänster, infrastruktur och tekniker)	-	+/-	++	++
Interferensstyrning till singelfrekvenstekniker	+	+	+	++
Enbart använda mogna tekniker – möjlighet till fullt utvecklade delningstekniker i en snar framtid	++	++	-	+
Både den militära och offentliga sektorn måste acceptera politiken	++	+	-	-
Större flexibilitet för spektrumanvändning för att få bukt med "brister" och för att skapa en gynnsam miljö för innovation	-	+	++	++
Ge spektrumanvändarna (marknadsaktörerna) rätt att besluta om användning i så hög grad som möjligt	-	+	++	++
Stödja nya tjänster	-	+	+	++
Incitament för att investera i nya tekniker och ny utrustning	-	-	++	++
Hindra missbruk av marknadskrafterna/monopol	+/-	-	++	++
Gynna bredbandstillgång på landsbygden	+/-	+/-	++	++
Anpassning till teknikutveckling	-	+	+	++
Gynna spektrumneutrala – teknik- och applikationstjänst	-	+	++	++
Dokumenterad hälsorisk*	+/-	+/-	+/-	+/-
Lösa problem med singelmarknader och harmonisering	-	+/-	+	++
Främja kulturell mångfald, allmänt intresse/minoritetsintressen				

Förklaring: Positiv kraft +; negativ påverkan -; ingen påverkan +/-; mycket positivt ++

Obs! I dag utgör de dokumenterade hälsoriskerna endast exponering för mikrovågor med hög effekt (t.ex. radar, mikrovågslnänkar) och högeffektsrundsändning på mycket kort avstånd. Andra risker kan identifieras med framtida forskning.

Enligt tabellen ovan är tillvägagångssätten som mest sannolikt garanterar en optimal blandning av flexibilitet, harmonisering, investering, konkurrens, inblandning och neutralitet är följande:

- Öppna frekvenser (licensfria band)
- Öppna frekvenser med samexistenstekniker för delade allokeringar i banden som är avsedda för marknadsbaserad handel. Risken för störningar är avsedd att minimeras via restriktioner för öppna tekniker för licensfria band och ett marknadsbaserat tillvägagångssätt för användningsrättigheter i den licensbelagda delen av spektrumet.

Observera att innebörden i den resulterande politiken är att möjliggöra en ”tvåväxlad radioekonomi”. Den snabba innovationen, lågkostnadstjänsterna och lågkostnadsteknikerna införs på marknaden i de licensfria banden. De kan växa och frodas mycket snabbare eftersom Internetmodellen är mycket konkurrenskraftig när det gäller kostnaden, innovationstakten och tillgängligheten. Å andra sidan kommer den privata sektorn med licenstagare och äldre mobila tekniker troligen kämpa emot en sådan snabbt utvecklad konkurrens. Utvecklingen kan sakta ned framemot 2020.

4 Tre fallstudier: spektrumförvaltning för etablering av mobila nät

I det här kapitlet fokuseras på tre exempel på olika licensieringsprocesser, inklusive spektrumrättigheter, för mobila telekommunikationsnät i Sverige. Det första fallet är processen för GSM (Global System for Mobile Communications), inklusive de olika juridiska och upplevda problemen. Det andra fallet är processen för svenska UMTS (Universal Mobile Telephone System) och dess utfall. Det tredje fallet är slutligen processen för införande av digital mobil telefoni i frekvensbandet 450 MHz.

De tre fallbeskrivningarna faller under olika regler och kontexter. I GSM-fallet beskrivs huvudsakligen utfärdandet av tillstånd och licenser enligt radiolagen (1966:755) som skedde enligt principen ”först till kvarn” och var öppen för fler än innehavaren. I den andra fallet, UMTS-processen, beskrivs utfärdandet av licenser via ett jämförande urval (skönhetstävling) under telelagen (1993:597). I det tredje fallet granskar vi utfärdandet av en licens i frekvensbandet 450 MHz i motsats till processen med enbart auktioner enligt lagen om elektronisk kommunikation (2003:389). Fallen skiljer sig väsentligt från varandra och de belyser de olika problemen som uppstår på grund av olika sammanhang.

4.1 Fallet GSM (2G och 2.5G)

Marknaden för mobiltelefoni i Europa bestod på 1980-talet av flera oförenliga analoga mobiltelefonstandarder. Bristen på en gemensam standard gjorde det svårt att använda mobiltelefoner på resor genom Europa eller vid internationella resor. Dessutom blev utrustningen för infrastrukturen och själva telefonerna dyra.¹⁰ Detta gjorde att kommissionen aktivt arbetade för en gemensam europastandard. Tanken var också att telekommunikationsindustrin i Europa skulle stärkas.

Trots att representanter från många europeiska länder från 1982 hade regelbundna möten om digital överföring och standarder för detta, dröjde det ända till 1987 innan kommissionen kom med en rekommendation (87/371/EEC) för införande av ett digitalt mobiltelefonnät – GSM (se tabell 3). Rekommendationen följdes av direktivet 87/372/EEC där det krävdes att de nationella tillsynsmyndigheterna skulle samordna allokeringen av 2×9 MHz av spektrumet i frekvensbandet 900 MHz. I september 1987 undertecknades en avsiktsdeklaration, MoU (Memorandum of Understanding), av operatörerna och tillsynsmyndigheterna från tretton länder, inklusive Sverige. Där åtog sig länderna att införa GSM-nätet senast 1 juli 1991. Eftersom det är kommissionens ambition att liberalisera telekommunikationsmarknaden infördes nya direktiv under artikel 90 i Romfördraget. Ett av direktiven utfärdades 1990 och kallas tjänstedirektivet. Det säkerställer att driften och regleringen av telekommunikationen hålls isär.¹¹

Introduktionen av GSM blev en dominerande faktor för införandet av konkurrens på mobilmarknaden, både den svenska och europeiska. Statliga Televerket var i en gynnsam position för att bli en tidig operatör för GSM-mobiltjänster tack vare uppbyggnaden av NMT-nätet (Nordiskt Mobiltelefonsystem) och Televerkets delaktighet i arbetet med standardisering och utveckling av GSM.¹² Dock hade operatören inget kommersiellt intresse av att snabbt introducera GSM. I stället uppgraderade operatören möjligheterna och systemen på grundval av NMT-nätet. Om det inte hade varit

¹⁰ B. Mölleryd, *Entrepreneurship in Technological Systems: The Development of Mobile Telephony in Sweden*, Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy, Stockholm School of Economics, The Economic Research Institute, 1999.

¹¹ Mölleryd, *op cit.*

¹² S. Lindmark, *Evolution of Techno-Economic Systems: An Investigation of the History of Mobile Communications*, Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy, Chalmers University of Technology, Department of Industrial Management and Economics, 2002.

för de nya direktiven och MoU skulle Televerket troligen ha väntat till 1995 med att lansera GSM.

Tabell 3 Milstolpar i GSM-processen

Maj 1987	Direktivet 87/372/ECC kräver att nationella tillsynsmyndigheter allokerar frekvenser i 900 MHz-bandet.
September 1987	MoU undertecknas av operatörer och myndigheter från tretton länder där de åtar sig att införa GSM-nät.
1988	Televerket och Comvik får licens att driva ett GSM 900-nät.
December 1990	NordicTel får licens att driva ett GSM 900-nät.
1992	Nätoperatörerna lanserar mobila tjänster.
Maj 1995	Sju ansökningar till licenser för 1800 MHz.
Januari 1997	PTS beviljas fyra licenser för mobiltjänster i 1800 MHz-bandet.
Maj 2002	PTS ger en licens till Swefour.

Enligt direktiven från kommissionen gav myndigheterna i Sverige initialt licens till två operatörer för att de skulle bygga GSM-nät. Följaktligen öppnade direktivet marknaden för konkurrens som också var orsaken till att Comvik¹³ vände sig till det svenska kommunikationsdepartementet i slutet av 1987 med en begäran om att etablera ett digitalt mobiltelefonsystem. Vid den här tiden låg ansvaret för tilldelningen av frekvenser hos en frekvensledningssektion på Televerket. Sektionens syfte var att godkänna frekvenserna för driftslicenserna som utfärdades under radiolagen (1966:755), under förutsättning att frekvenserna var tillgängliga. Comviks begäran mötte inga invändningar och i slutet av 1988 bestämde regeringen att ge Comvik tillstånd att bygga och driva ett GSM-nät. Televerket opponerade sig inledningsvis och hävdade att detta skulle bli ekonomiskt ineffektivt. Regeringen försvarade beslutet med att Televerkets monopol skulle försvinna 1990 och att det inte fanns några hinder ur frekvensperspektiv mot att ha två GSM-nätsoperatörer.¹⁴

¹³ Comvik var en operatör som tidigare hade försökt att konkurrera med Televerket (men med en annan teknik och utan framgång).

¹⁴ Mölleryd, op cit.

I början av 1989 bildade två före detta chefer från Ericsson Radio Systems företaget NordicTel Holdings AB. De inspirerades av mobiltelefonins framtida möjligheter och deras mål var att driva mobila nät i Sverige och internationellt. Efter att ha lyckats locka flera stora svenska företag som investerare ansökte NordicTel i början av 1990 om en licens hos frekvensförvaltningssektionen på Televerket för att driva ett nationellt GSM-nät i Sverige. En långdragen debatt följde om en ny operatör skulle tillåtas agera på den svenska marknaden eller inte. Först avtog frekvensförvaltningssektionen på Televerket NordicTels ansökan. Sektionen hävdade att Televerket behövde ytterligare frekvenser till sitt eget NMT-nät och att Televerket tillsammans med Comvik redan hade allokerat alla tillgängliga GSM-frekvenser. Sektionen hävdade också (tillsammans med Televerket och Comvik) att spektrumeffekten och affärsmöjligheterna skulle försvagas med tre operatörer. NordicTel överklagade och pekade bl.a. på fördelen med mer konkurrens på den svenska marknaden och att den tekniska utvecklingen i mobila telefonisystem hittills hade varit undervärderad. I december samma år fick NordicTel av den svenska regeringen en licens på de begärda frekvenserna. Ett av motiven för att utfärda denna tredje licens var att det skulle ha en positiv effekt på konkurrensen och utvecklingen av marknaden. (PTS, dnr 99-12662). Efter ett regeringsbeslut fick de tre operatörerna var sin tredjedel av de tillgängliga frekvenserna i 900 MHz-bandet för GSM. Alla operatörer öppnade sina GSM-nät 1992. I detta skede var Sverige det enda land i Europa med tre GSM-operatörer.

Liberaliseringen av den svenska mobila telekommunikationsmarknaden följdes av viktiga regeländringar för att bättre kunna hantera godkännanden och följa kommissionens regler och direktiv. Ett nytt oberoende organ behövdes i Sverige för att garantera att telekommunikationssystemen fungerade (SOU1992:70). Telestyrelsen bildades 1992 (som bytte namn till Post och Telestyrelsen [PTS] 1994¹⁵) genom en sammanslagning av Televerkets frekvensförvaltning och Statens Telenämnd. Det innebar att Televerket (som bytte namn till Telia följande år) förlorade ansvaret för myndighetsutövningen och blev en av nätoperatörerna och nätägarna. Bildandet av Telestyrelsen följdes av införandet av två nya viktiga lagar som skulle samexistera: telelagen (1993:597) och lagen om radiokommunikation (1993:599). Syftet med tele-

¹⁵ The National Post and Telecom Agency.

lagen var att ge regeringen möjlighet att styra telekommunikationsaktiviteter för att kunna uppfylla de politiska målen¹⁶ (SOU 1992:70). En förutsättning för innehav av frekvenser enligt lagen om radiokommunikation var nu att operatörerna hade licenser för drift av mobila telekommunikationstjänster enligt telelagen. På grund av de nya lagarna var de tre nätoperatörerna tvungna att ansöka om licenser på nytt, vilket de efter hand erhöll.

Trafiken i 900 MHz-näten ökade stadigt och det började bli trångt i frekvenserna under 1995. Televerket hade också allokerat frekvenser i 900 MHz-bandet till sitt NMT-nät eftersom företaget redan tre år efter lanseringen av NMT 450 upplevt allvarliga kapacitetsproblem.¹⁷ Comvik och NordicTel (som bytte namn till Europolitan) begärde att Telia skulle avstå något av sitt frekvensbruk för NMT till förmån för GSM genom att hänvisa till direktivet 87/372/EEG. Till en början bestämde PTS att Telia gradvis skulle allokera 1,8 MHz av de tillgängliga 9 MHz för NMT 900 till GSM. Telia å andra sidan föreslog att expansionen i GSM-nätet skulle lösas genom att låta GSM-operatörerna expandera sina nät in i 1800 MHz-bandet genom att bygga parallella DCS-1800 MHz-system i områden med mycket trafik.¹⁸ Trots att de övriga operatörerna var motsträviga deklarerade de i maj 1995, tillsammans med fyra andra konsortier, intresse för licenser för att driva mobila telefoninät i 1800 MHz-bandet. I januari 1997 beslutade PTS att ge 1800 MHz-licenser till de tre etablerade operatörerna. Senare gavs en fjärde licens till Tele 8. Emellertid använde aldrig Tele 8 licensen och den drogs sedermera tillbaka av PTS. Under tiden beslutade PTS att Telia skulle omallokera alla frekvenser i 900 MHz-bandet från NMT 900 till GSM senast i slutet av 2000.¹⁹

I samband med utfärdandet av UMTS-licenser i december 2000 tilläts två sökanden som fick UMTS-licenser att också få GSM-licenser om de ansökte om det. Ingen av UMTS-licenstagarna var dock intresserade av GSM-licenser. I december 2001 beslutade PTS än en gång att utfärda en fjärde GSM-licens. Swefour fick i maj 2002 den fjärde licensen för att driva GSM-nät i Sverige. Swefour valde en annan strategi än de övriga GSM-operatörerna.

¹⁶ Eg Bill 1987/88:118.

¹⁷ Televerket lanserade NMT 900 1986.

¹⁸ Lindmark, op cit.

¹⁹ Lindmark, op cit.

I stället för att erbjuda mobilabonnemang inriktades Swefours affärsmodell på massförsäljning genom att hyra ut nätkapacitet till företag och operatörer utan egna GSM-nät²⁰ med en MVNO-modell.

4.2 UMTS, 3G (Universal Mobile Telephone System)

Den 14 december 1998 fattade europeiska parlamentet och ministerrådet ett beslut, 128/1999/EC, om introduktion av ett tredje generationens system för mobil och trådlös kommunikation i EU (se tabell 4). Syftet med beslutet var att underlätta en snabb och samordnad introduktion av UMTS/IMT-2000-nät och -tjänster i EU på grundval av principerna för den inre marknaden och enligt kommersiella krav. Enligt den tredje artikeln i beslutet var medlemsstaterna tvungna att vidta alla nödvändiga mått och steg för att möjliggöra en lansering senast den första januari 2002. Ramarna för allmänt godkännande och enskilda licenser på teletjänstområdet presenterades i EU-direktivet 97/13/EC.

²⁰ BrainHeart Capital, pressrelease, 29 maj 2002.

Tabell 4 Milstolpar i UTMS-processen

Oktober 1997	Europeiska radiokommittén (ERC) beslutar om kärnbanden för UMTS
November 1997	Europeiska kommissionen föreslår regelverk för UMTS
December 1997	Kandidater för ytterligare UMTS-frekvenser identifieras (utökade band, ungefär 160 MHz). Regelverket för UMTS definieras, inklusive spektrumlicenser för fas 1.
December 1998	Beslut om introduktion av 3G, 128/1999/EC
December 1999	PTS-förslag om överskott i nätkapaciteten
Januari 2000	Regeringsförslag om nationell roaming
Mars 2000	Beslut om ändringar i svenska telelagen
April 2000	PTS beslutar om det svenska regelverket för UMTS/IMT-2000, PTSFS 2000:5.
Maj 2000	Beslutet om överskott i nätkapaciteten träder i kraft
Juli 2000	Beslutet om nationell roaming träder i kraft
September 2000	Slutdatum för ansökningarna till PTS
December 2000	Licenserna distribuerades
Mars 2004	Licensinnehavarna täckte mellan 65 och 75 procent av det de hade lovat
Maj 2004	PTS anmodar operatörerna att vidta åtgärder för att kunna rätta till bristerna i täckningen
Oktober 2004	PTS återkallar Oranges licens
December 2004	PTS beslutar att operatörerna ska minska pilotsignalen på landsbygden
Januari 2005	Operatörerna täckte mellan 84 och 86 procent av det de hade lovat
Juni 2006	Licensinnehavarna täckte mellan 93 och 94 procent av det de hade lovat
Juni 2007	Nätoperatörerna uppfyller licenskraven

För att uppfylla beslutet 128/1999/EC la den svenska regeringen ett förslag den 27 januari 2000 om ändringar i telelagen (1993:597). Regeringen ville, och var tvungen enligt det nya EU-direktivet, att tvinga nätoperatörerna att erbjuda överkapaciteten i näten till andra aktörer på marknaden till marknadsmässiga villkor. Paragraferna §§ 11, 14, 15, 63 ändrades och en ny paragraf, § 23a, infördes i telelagen och ändringarna trädde i kraft den 1 maj 2000. Dessutom framlade PTS den 17 december 1999 ett förslag inför den svenska regeringen om skyldigheten för nätoperatörerna att komma

överens om nationell roaming. Ytterligare en ny paragraf, 23b, infördes och ändringen trädde i kraft den 1 juli 2000.

Enligt paragraf 4 i teleförordningen (1993:598) har den svenska regeringen gett PTS rätt att upprätta regelverket för utfärdandet av licenser i kraft av paragraf 14 i telelagen (1993:597). Direktivet för ramverket gick ut på remiss till parterna på telemarknaden och synpunkterna noterades.²¹ Den 14 april 2000 meddelade PTS det nya regelverket för utfärdandet av licenser för UMTS/IMT-2000 (PTSFS 2000:5).

En av huvudfrågorna var hur många licenser som skulle utfärdas. Spektrumet i fråga ansågs vara en begränsad resurs, även om avsikten var att utfärda så många licenser som möjligt för att nå en hög konkurrensnivå. Till UMTS krävs emellertid en viss minsta bandbredd och det gör att bara ett begränsat antal licenser kan utfärdas. I direktivet 87/372/EEG regleras vilka frekvensband som får reserveras för en samordnad introduktion av mobil, digital och markbunden kommunikation i EU. I Sverige gjordes bandbredden 145 MHz tillgänglig för UMTS/IMT-2000.

PTS ville från början utfärda fem licenser, men senare beslutades att allokera fyra på följande grunder:

1. I rapport till PTS föreslogs fem licenser,²² tre licenser på 2 x 10 MHz + 5 MHz för innehavaren av MNO och två licenser på 2 x 15 MHz + 5 MHz till nya aktörer. Detta ansågs som problematiskt för pålitliga högkapacitetslänkar för kvalitetstjänster för operatörerna med mindre bandbredd. Om fem licenser hade utfärdats hade konkurrensen ökat, men det skulle eventuellt ha resulterat i otillräckliga servicenivåer och till sist dyrare tjänster för konsumenterna. Det skulle detta ha fått en negativ effekt på införandet av mobila tjänster.
2. Om sex licenser hade utfärdats skulle fem operatörer ha fått 2 x 10 MHz + 5 MHz, medan den sjätte operatören bara skulle ha fått 2 x 10 MHz, och ändå skulle även de övriga operatörerna ha fått mindre bandbredd. Det kan gott ifrågasättas det praktiska i att utfärda sex licenser i ett land med en befolkning på nio miljoner.
3. För att utfärdandet ska bli rättvist och inte ge vissa operatörer konkurrensfördelar ansåg PTS att fyra licenser med samma och

²¹ Telefonintervju med Katarina Kämpe, informationschef på PTS, 10 maj 2001.

²² Questus, Critical Success Factors for a New Entrant UMTS Network in Sweden, 1999.

tillräcklig bandbredd bör utfärdas och inte fem eller sex. Med fem eller sex licenser skulle den tillräckliga bandbredden bli för liten.

4. Majoriteten på telemarknaden föreslog att fyra licenser skulle vara optimalt.

Alltså delades banden i fyra 2 x 15 MHz (FDD) + 5 MHz (TDD) för att garantera kvaliteten på tjänsterna och undvika konkurrensfördelar för en av licenstagarna.

Det svenska beslutet om utfärdandeprocessen grundas på telelagen där det anges att licenserna ska fördelas enbart på saklig grund. Licenser kan inte anses fördelas på saklig grund med auktioner och lotterier enligt regeringsförslagen 1992/93:200, 1994/1995:128 och 1996/97:61. Även den svenska riksdagen var överens om detta. Dock framförde en riksdagsman under hösten 2000 ett förslag 2000/2001:FP104 om att ändra telelagen för att kunna tillåta auktioner. Förslaget tillbakavisades av kommunikationsutskottet och i enlighet med telelagen valde Sverige en *skönhetstävling* som den lämpliga utfärdandeprocessen.²³ Kompromissen mellan målen resulterade i praktiken i gratis licenser, dvs. den offentliga spektrumresursen gavs ut till en mycket låg kostnad. Avgifterna för licenserna omfattade en årsavgift på 0,15 procent av operatörens omsättning samt en administrativ avgift på 10 700 euro. Det bestämdes eftersom den svenska regeringen ansåg att skönhetstävlingen skulle gynna både introduktionen av UMTS/IMT-2000 och slutanvändarna. Enligt PTS var det viktigt att ha en utfärdandeprocess som gynnar en snabb lansering av UMTS-näten och att uppnå hög täckning. Om de sökande inte uppfyllde sina åtaganden hade PTS vissa sanktioner att ta till. Om licensinnehavaren inte uppfyllde sitt åtagande eller kraven som var kopplade till licensen kunde PTS meddela operatören detta. Om operatören inte bättrade sig kunde PTS utfärda viten på en nivå som motsvarar värdet av besparingarna operatören gjorde genom att inte följa föreskrifterna. Som sista åtgärd kunde PTS återkalla licensen.²⁴ Å andra sidan ansågs det viktigt att inte ha för höga krav på regional täckning. PTS ansåg att de hade felat att göra detta under utfärdandet av licenserna för 1800 MHz. Det kunde vara en viktig orsak till det låga antalet sökanden

²³ Telefonintervju med Katarina Kämpe, informationschef på PTS, 10 och 22 maj 2001.

²⁴ Intervju med Hans Brandström, PTS, 14 februari 2001.

och varför en av operatörerna valde att inte bygga nätet enligt PTS krav.

UMTS-licenser sträcker sig till december 2015, med möjlighet till förlängning. Licenstagarna valdes ut i två faser. Under den första fasen utvärderades fyra områden:

1. Sökandens ekonomiska kapacitet
2. Teknisk plan för UMTS-nätet
3. Affärs- och marknadsplan
4. Erfarenhet i och kunskap om fasta och mobila nät

Kandidaterna som passerade fas 1 fortsatte i fas 2 som var helt oberoende av den första fasen. I fas 2 fick kandidaterna poäng i förhållande till hur ansökan uppfyllde villkoren som PTS krävde. Fas 2 inriktades på två villkor:

1. Den utlovade geografiska täckningen med avseende på yta, befolkning och utbredning över landet
2. Datumet då införandet är klart och när tjänsterna är tillgängliga

Tio kandidater ansökte om de svenska UMTS-licenserna. De fyra företagen som fick licens var Europolitan och Tele 2 samt två nya kandidater, Hi3G och Orange Sverige. PTS krävde en snabb lansering; licensinnehavarna var tvungna att ge full täckning den 31 december 2003. Kort efter utdelningen överklagade tre av kandidaterna som inte fick en licens mot PTS regler. Förvånande för många var att Telia inte fick en licens, vilket också kanske var orsaken till att utdelningsdatumet hade ändrats till den 16 december 2000 från den 30 november 2000. PTS hävdade att Telia inte hade några marginaler i sina beräkningar och därför hade Telia inte beaktat de svenska villkoren. Telias angivna signalstyrka uppfyllde inte heller kravet på 58 dB V/m/5 MHz. PTS ansåg att Telias yttäckning skulle bli mindre än utlovat. PTS hävdade också att Telias bithastighet var för låg.

Telia hävdade att om inte länsrätten genast kunde ge Telia en licens för UMTS/IMT-2000 skulle länsrätten förklara PTS beslut ogiltigt och remittera det tillbaka till PTS för en ny licensprocedur. Telia hävdade också att länsrätten enligt paragraf 28 i förvaltningsprocesslagen tills vidare skulle göra PTS process och beslut ogiltigt. Telia hade följande invändningar mot PTS beslut:

- PTS följde inte det svenska regelverket
- PTS hade brutit mot paragraf 2 i telelagen om ekonomisk effektivitet för uppbyggnad av teletjänster
- Utgivningsprocessen genomfördes felaktigt och Telia fick inte chansen att kommentera ansökan
- PTS överskred sina rättigheter vid beslutet om reglerna för ansökningarna: PTS författningssamling – PTSFS (2000:5)
- PTS hade gjort felaktiga beräkningar om antalet basstationer

I slutet av januari 2001 tillbakavisade länsrätten Telias och en av de övriga kandidaternas begäran om att frysa PTS beslut.²⁵ Dessutom tillbakavisade rätten den 27 juni 2001 kraven eftersom den ansåg att PTS hade tagit rätt beslut när den gav licenser till Europolitan Vodafone, Hi3G, Orange Sverige och Tele 2. Länsrätten kritiserade dock PTS för några punkter i utdelningsprocessen.²⁶

Nu följde en turbulent tid och en livlig debatt om utdelningsprocessen för 3G-licenser. Under 2002 ansökte både Orange och Vodafone om ändrade licensvillkor. Vodafone önskade skjuta fram lanseringen av 3G i två år. Vodafone gjorde gällande att tiden det tog att skaffa 3G-licensen gjorde att lanseringsdatumet måste skjutas fram. Orange ville skjuta fram lanseringen med tre år och ville dessutom ha lägre krav på befolkningstäckning. Orange ansåg att Telia hade fördröjt lanseringen när företaget vände sig mot PTS beslut och att det dessutom förekom problem med delning av master. Senare samma år avtog PTS båda ansökningarna därför att orsakerna inte var tillräckliga för att ändra villkoren. Hi3G och Tele2 ansökte också om ändringar av licensvillkoren för att kunna skjuta fram lanseringen. PTS avtog även dessa ansökningar på samma grunder som de tidigare ansökningarna.

I slutet av 2003 hade inte någon av licensinnehavarna avslutat lanseringen av näten enligt sina åtaganden och enligt licensvillkoren. I mars 2004 täckte operatörerna mellan 65 och 75 procent av det de tidigare hade utlovat, vilket ledde till reaktioner från PTS. Enligt lagen om elektronisk kommunikation (2003:389) (som hade ersatt telelagen (1993:597) och lagen om radiokommunikation (1993:599)) gav PTS operatörerna mer (”skälig”) tid för att kunna åtgärda defekter och brister. I maj 2004 meddelade PTS opera-

²⁵ PTS, Pressrelease, 30 januari 2001.

²⁶ PTS, Pressrelease, 27 januari 2001.

törerna att de nya kraven var att vidta nödvändiga åtgärder för att avhjälpa brister i täckningen senast den 1 december 2004. En månad senare ansökte operatörerna gemensamt om ändrade licensvillkor. Nu ville operatörerna ha ett förlängt tidsschema till slutet av 2007, i stället för att ha fullständig täckning i slutet av 2003. Operatörerna ville också minska pilotsignalsnivåerna och ytsannolikheten.²⁷ PTS tillbakavisade i december 2004 ändringarna av tidsschemat på samma grunder som tidigare, och även minskningen av ytsannolikheten, men beslutade att operatörerna kunde minska pilotsignalsnivåerna på landsbygden. Under tiden begärde Orange att PTS skulle återkalla deras UMTS-licens vilket PTS gjorde.

När PTS genomförde en ny undersökning av befolkningstäckningen i januari 2005 befanns operatörernas täcka mellan 84 och 86 procent av vad de hade utlovat. I detta skede hade PTS möjlighet att utfärda viten. Situationen slutade emellertid med att Vodafone ansökte om ändrade licensvillkor. Vodafone ansåg att företaget hade uppfyllt kraven på lanseringen eftersom en senare utdelning av en licens för CDMA-mobiltelefoni i 450 MHz-bandet hade förändrat villkoren för 3G-operatörerna. Efter att några månader tidigare ha dragit tillbaka en ansökan om ändrade licensvillkor ansökte Hi3G i juni 2005 än en gång om ändrade villkor. Hi3G önskade ersätta den återstående delen av lanseringen via ett digitalt nät i 450 MHz-bandet. PTS beaktade ansökan och beslutade att vänta med eventuella viten tills alla 3G-operatörer hade fått möjlighet att visa om den resterande delen av 3G-utvecklingen kunde ersättas med alternativa tekniker utan att detta väsentligt påverkade konsumenterna.

I oktober beslutade PTS dock att operatörerna måste uppfylla den återstående delen av lanseringen med UMTS-teknik, eftersom det inte var möjligt att använda både UMTS och CDMA 450 utan negativa effekter för abonnenterna. I juni 2006 täckte UMTS-operatörerna mellan 93 och 94 procent av den utlovade omfattningen och senare samma månad angav PTS nya krav för licenstagarna. I augusti samma år beslöt PTS att lanseringen skulle slutföras i juni 2007, och om detta inte uppfylldes skulle PTS utdöma viten. En av operatörerna uppfyllde kraven redan i december 2006 och de två andra uppfyllde kraven i juni 2007. Alltså behövde inga viten dömas ut.

²⁷ Procentförhållandena för området där de utlovade tjänsterna kan erbjudas.

4.3 Digital mobiltelefoni med 450 MHz – CDMA 450

Det analoga NMT 450-nätet hade använts sedan 1981 och drivits av Telia. Nätet täckte ungefär 80 procent av Sveriges landområden och stora delar av Sveriges kust (PTS-F-2004:3). I slutet av 1990-talet stod det klart att nätet snart skulle nå slutet av sitt ekonomiska och tekniska liv. Telia hade också för avsikt att stänga nätet eftersom de flesta kunderna hade gått över till GSM.²⁸ Emellertid hade avsevärda delar av Sverige inte tillgång till alternativa tekniker eftersom GSM och UMTS inte täckte ett lika stort område som NMT. GSM-nätet täckte ungefär 60 till 70 procent av Sveriges landområde, medan de nya UMTS-näten förväntades ha mycket mindre täckning. Fördelen med 450 MHz-frekvenserna, jämfört med övriga frekvenser, för mobil telefoni är den långa räckvidden: de är väl anpassade för mobila tjänster i glesbefolkade områden.

PTS funderade 2003 på möjligheten att etablera ett digitalt alternativ till det analoga NMT 450-systemet. Ett digitalt system i 450 MHz-spektrumet skulle också kunna tillhandahålla många av tjänsterna som också GSM och UMTS hade. Avsikten var att ha ett fungerande digitalt system med samma täckning som NMT 450 när Telias licens gick ut. Dessutom var det nödvändigt att göra övergången till ett digitalt mobilt nät gradvis för att ett driftssystem alltid skulle finnas på plats. Sålunda beslutade PTS i juni 2003 att förlänga Telias NMT 450-licens från den 31 december 2004 till den 31 december 2007 (PTS, dnr 02-9287). Den nya licensen omfattade dock $2 \times 2,7$ MHz i stället för som tidigare $2 \times 4,5$ MHz. På så sätt reserverades $2 \times 1,8$ MHz för ett eventuellt nytt digitalt system.

Som en förberedelse för övergången till ett digitalt 450-nät undersökte PTS under hösten 2003 de kommersiella intressena för att använda frekvenserna i 450 MHz-spektrumet till en etablering av ett nationellt, digitalt mobilt nät med samma täckning som NMT 450-nätet eller bättre (se tabell 5 för milstolparna i utdelningsprocessen). Totalt 13 företag uttryckte intresse för att driva ett sådant nät. Det innebär att PTS inte kunde ge licenser till alla intresserade parter på grund av de begränsade frekvenserna och den eventuella ekonomiska ineffektiviteten. Enligt lagen om elektronisk kommunikation (2003:389)²⁹ ska ett beslut om att begränsa

²⁸ 2004 fanns ungefär 134 000 NMT-abonnenter (PTS-F-2004:3).

²⁹ http://www.pts.se/Archive/Documents/EN/The_Electronic_Communications_Act_2003_389.pdf.

antalet licenser tas så snart det finns orsak till det. Om det kan antas att frekvenserna inte räcker till licenser till alla som vill ha en, ska licenserna utfärdas via en öppen inbjudan, antingen som en 1) skönhetstävling, 2) en auktion eller 3) en kombination av 1 och 2 (2003:389, kap. 3, 7–8 §§).

Tabell 5 Milstolpar för utfärdandet av 450 MHz-licenser

2003	PTS undersöker möjligheterna till att använda frekvenserna i 450 MHz-spektrumet för etablering av ett nationellt, digitalt mobilt telenät.
December 2004	PTS bjuder in operatörer att ansöka om en nationell licens för digital mobiltelefoni i 450 MHz-bandet i ett litet område i spektrumet.
Januari 2005	PTS reserverar ett första band på $2 \times 1,8$ MHz för etablering av ett digitalt mobilnät på 450 MHz.
Mars 2005	PTS beslutar (PTS, dnr 05-1337) att ge licensen till Nordisk Mobiltelefon i en sluten auktion.
Augusti 2007	PTS beslutar (PTS, dnr 06-16065) att ge de återstående tillgängliga frekvenserna i 450 MHz-frekvensbandet till Nordisk Mobiltelefon.
December 2007	Länsrätten kommer fram till att PTS beslut inte är giltigt och kräver att PTS håller en öppen budgivning.

PTS hade tidigare tilldelat licenserna på grundval av skönhetstävlingar eftersom det var enda sättet att ge ut licenser enligt telelagen. Emellertid trädde lagen om elektroniskt kommunikation (2003:389)³⁰ i kraft i juli 2003 och ersatte både telelagen och lagen om radiokommunikation. Det betydde att PTS för första gången kunde hålla en auktion. Det var lockande att hålla en auktion på grund av erfarenheterna från UMTS-processen.

Efter samråd med de intresserade parterna³¹ beslutade PTS (PTSFS 2004:13) att tilldela en enda licens på 15 år och göra det via en sluten auktion. PTS ansåg att öppenheten på det hela taget skulle öka med en auktion jämfört med en skönhetstävling eftersom licenskraven blir offentliga före utdelningsprocessen. Behovet av domstolsförhandlingar skulle minska i teorin. Dessutom beslutades det att licensens skulle utfärdas på villkoret att licensinnehavaren senast den första juli 2007 skulle täcka minst 80 procent av landområdena i alla län i Sverige.

³⁰ Den nya lagen omfattar alla elektroniska kommunikationsnät och kommunikationstjänster.

³¹ Flera operatörer ansåg att auktioner skulle vara lämpliga (PTS, dnr 04-13089/18).

I december 2004 bjöd PTS in operatörer att ansöka om en nationell licens för digital mobiltelefoni i 450 MHz-bandet (2 x 1,8 MHz). Om en kandidat kunde visa att företaget hade teknisk och ekonomisk kapacitet för att kunna uppfylla licensvillkoren och dessutom lämnade högsta budet i auktionen skulle kandidaten få licensen. Fem företag ansökte om licensen. När auktionen öppnades den 17 februari 2005 rankades Nordisk Mobiltelefon högst med ett bud på lite drygt nio miljoner euro. I mars beslutade PTS (PTS, dnr 05-1337) att ge licensen till Nordisk Mobiltelefon och företaget började bygga nätet på grundval av CDMA 450.

Före anbudsinfördran för 450-licensen hade PTS inte bestämt hur de återstående frekvenserna skulle delas ut. Detta ansågs som ett bekymmer i de inkomna synpunkterna från företag och organisationer på utdelningen av 450-licensen (PTS, dnr 04-13089/18). PTS kommenterade (dnr 04-13089) att det inte gick att ge några löften eller utfästelser om att licensinnehavaren skulle få de återstående frekvenserna. Dock angav PTS att licensinnehavaren skulle få möjligheten att få fler frekvenser om innehavaren kunde påvisa ett behov av extra bandbredd. I slutet av 2006 ansökte Nordisk Mobiltelefon om en licens för hela frekvensbandet på 2 x 4,5 MHz. Företaget grundade ansökan på att det måste kunna erbjuda kunderna kompletta tjänster med både mobil och fast telefoni och mobilt bredband. Det innebar att Nordisk Mobiltelefon nu begärde nästan dubbelt så mycket bandbredd som föregaget från början hade fått. Nu begärde företaget 2 x 2,7 MHz. I augusti beslutade PTS (PTS, dnr 05-16065) att tilldela Nordisk Mobiltelefon de återstående frekvenserna (2 x 2,7 MHz) från den 1 januari 2008 utan att först initiera ett anbudsförfarande öppet för alla.

Detta gjorde att en konkurrent vände sig till länsrätten (19378-07 and 19488-07) och överklagare beslutet. Företaget som överklagade, Generic Mobile Systems Sweden, hade också ansökt om licens i februari 2007. Argumentet var att det kan finnas mer än en användare/operatör i 450 MHz-frekvensbandet och ändå upprätthålla en effektiv användning av spektrumet. Företaget ansåg också att PTS inte hade följt principerna i kapitel 3, paragraferna 7–8 i lagen om elektronisk kommunikation om bruk av en öppen anbudsinfördran när nya frekvensen ska delas ut.

Länsrätten ogiltigförklarade den 21 december PTS beslut att ge Nordisk Mobiltelefon de återstående 450 MHz-banderna och begärde att PTS skulle hålla en öppen budgivning. Det betydde att

länsrätten krävde att PTS skulle upprepa utdelningsprocessen för den andra frekvensutdelningen på 2 x 2,7 MHz. Länsrätten gjorde gällande att det inte förelåg några särskilda omständigheter som gjorde att PTS inte skulle ha ett öppet anbudsförfarande för frekvenserna.

Både Nordisk Mobiltelefon och PTS överklagade beslutet. PTS hävdade t.ex. att Nordisk Mobiltelefon var det enda företaget som kunde uppfylla kraven enligt kapitel 3, paragraf 6 i lagen om elektronisk kommunikation gällande effektiv användning av bandbredden. Kammarrätten meddelande utslaget den 24 januari 2008 och hänvisade fallet tillbaka till länsrätten eftersom Nordisk Mobiltelefon inte tilldelats partsställning i Länsrättens mål. Detta betyder att fallet och hela processen fortfarande är öppna.

5 Reflektioner om fallbeskrivningar

Syftet med det här avsnittet är att analysera Sveriges erfarenhet av spektrumförvaltning i ljuset av varje utdelningsmetods styrka och svaghet och att kunna dra slutsatser om framtida strategier, t.ex. med avseende på politiken för den digitala utdelningen. Här undersöker vi:

- De viktigaste lärdomarna av fallbeskrivningarna
- Relationen mellan tillvägagångssätten vid utdelningarna i varje fall med SWOT-analysen ovan

De specifika fallen med spektrumtilldelningen analyseras med tanke på de viktigaste följderna för den svenska ekonomin och telekommunikationsindustrin. Resultaten av utvärderingarna anges här i form av lärdomar som kan dras på branschnivå samt national-ekonomisk och social nivå.

5.1 Lärdomar av den svenska erfarenheten

Om fallen betraktas i följd kan de ses som en vägvisare till liberalisering av marknaden och fri konkurrens:

- Fallen speglar utgångspunkten – en gradvis förflyttning från ett stängt statligt system som är den mest begränsade formen av

tilldelning och kontroll där operatören i ett monopol anger spektrumpolitiken i stort sett enligt sina egna behov

- Sedan rör sig utvecklingen gradvis mot en andra, mer öppen, reglerad fas för tilldelning och kontroll – tilldelning enligt först till kvarn-principen för GSM och uppdelning av reglerande myndighet och operatör, framtvingat av EU-direktiven. I faser framhölls att marknaden skulle bli effektivare med tre operatörer där följande marknadsvillkor uppställdes:
 - få ut mobila tjänster snabbt till tätbefolkade områden
 - lämna obebodda områden orörda så att bara ungefär 60 till 70 procent av landområdet täcks av tekniken
- Under dessa marknadsvillkor krävde inträdet av en fjärde GSM-operatör en ny affärsmodell med separerad infrastruktur och service för att undvika riskerna med att värva abonnenter.
- UMTS-fallet där utdelningen skedde i en skönhetstävling utan något inslag av auktionsförfarande är mycket likt GSM-processen. Fortfarande var det en reglerad övergång av spektrum utan en från början öppen marknad och inga fria licenser. Men problemen med de enorma avgifterna som uppträdde i Storbritannien och Tyskland kunde undvikas, vilka har kommit att hemsöka både tillsynsmyndigheter och regeringen.
- På grund av Sveriges geografi är en fullständig täckning av landområdet problematisk, både teknisk och ekonomisk. Vi har observerat en återgång i politiken för den speciella situationen i fallet med CDMA 450-licensen med ett litet spektrumband på 2 x 4,5 MHz som gjordes till två separata utdelningar på 1,8 MHz- och 2,7 MHz-band. Den andra utdelningen gjordes senare i en preferensbehandling som ett komplement till den första, även om den första delen (2 x 1,8 MHz) delades ut via den första auktionen i Sverige. Det var en sluten auktion med bara det angivna löftet om ytterligare spektrum när nätet hade byggts och det analoga nätet hade avvecklats. Här ser vi en kompromiss där konkurrensen begränsas för att anpassas till verkligheten eftersom alla tätbefolkade områden redan hade GSM-konkurrens. Utanför dessa områden har sociala hänsyn och omsorg om regionala företag dominerat över de normala drivkrafterna för en öppen marknad. Utan en sådan styrning hade dessa områden kanske inte haft någon täckning alls. Det finns verkligen inget eller mycket litet försvar för infrastruktur-

konkurrens på ett sådant litet band med dagens vanliga teknik. Operatören Nordisk Mobiltelefon har emellertid erbjudit sig att dela infrastrukturen med andra operatörer när företaget har etablerats för att kunna uppnå konkurrens på tjänstenivån. Vad vi kan lära oss av detta är att vi kan få fullständig täckning på landområdena – men med en så liten marknad och ett så litet spektrumband är konkurrens på infrastrukturnivån inte praktiskt genomförbart, medan konkurrens på tjänstenivå kan förekomma i en gemensam infrastruktur. Men detta återstår att bevisa. Auktionen som användes var inte ett betydande prov av tilldelningsprocessen via auktioner eftersom spektrumet var litet (1,8 MHz) och värdet jämförelsevis lågt (det högsta budet var 85 miljoner kronor). I själva verket måste effekterna av auktioner fortfarande prövas i Sverige. Det gäller också resultaten av en andrahandsmarknad.

På det hela taget visar fallen på en tydlig utveckling mot reformer och rimliga beslut, även om det fortfarande förekommer en mängd komplicerade rättsliga diskussioner. Det intressanta är att spektrumreformen inte har avstannat – den utvecklas fortfarande, både på nationell och europeisk nivå. Vi har också noterat att besluten måste formuleras mycket noga, oavsett om det föreligger en tilldelning och kontroll-situation med viss liberalisering för att tillåta nya aktörer eller en situation med en öppen marknad, särskilt om licenserna kommer att säljas på en andrahandsmarknad.

5.2 Granskning av de olika spektrummodellerna i ljuset av fallstudierna

Vad kan de tre fallstudierna berätta om de olika spektrumförvaltningsmodellerna och deras lämplighet?

- *GSM-fallet*: om vi först tittar på GSM-fallet genom tilldelning och kontroll-linsen och sedan genom en marknadslins ser vi framstegen från tilldelning och kontroll-situationen med bara en enda operatör. Den svenska regeringens beslut att ge ut tre GSM-licenser medförde en ökad konkurrens på den svenska marknaden, trots invändningarna från den tidigare spektrumförvaltningsmyndigheten Televerket mot störningar och tjänstekvaliteten om bandbredden skulle delas i tre delar. Här kan vi

kanske lära oss att två saker måste förstås och att dessa måste följas upp av dagens tillsynsmyndigheter:

- Hur den verkliga frekvenssituationen passar med den befintliga tekniska nivån
 - Risken för partiskhet eller egenintressen hos en förhoppningsvis oberoende tillsynsmyndighet
- *UMTS-fallet*: vi kan fortfarande notera svårigheterna i att kombinera nedanstående, trots att UMTS-licensen delades ut via en skönhetstävling och inte via tilldelning och kontroll, men ännu inte via en auktion, och med starka kvalificeringskrav.
 - Nya tekniker och lanseringen av teknikerna, särskilt när tekniken är omogen och har barnsjukdomar och därför har behov av större investeringar för att fungera. Vi ser kampen mellan en tillsynsmyndighet och ett antal operatörer som försöker lösa stora tekniska problem med större svårigheter än förväntat och mycket litet erfarenhet av sådana situationer.
 - Behovet av tydliga definitioner av alla punkter när villkoren anges av tillsynsmyndigheten men där domstolarna kan ingripa. Detta medför möjligen exaktare formuleringar av villkoren och noggrannare förfaranden om villkoren inte uppfylls, t.ex. täckningens storlek, signalstyrkan osv. Formeringen används på två nivåer: för det första lagarna från den lagstiftande församlingen och för det andra tolkningen av lagarna i tillsynsmyndighetens genomföranden. De juridiska problemen som anfäktar tillsynsmyndigheten speglade svårigheterna som hade förekommit utanför Sverige, vilket ger att det rättsliga läget måste observeras från ett internationellt perspektiv. 3GPP-standarderna (Third Generation Partnership Project) har bara långsamt mognat och det har gett MNO:erna som investerade i dem tidigt två viktiga problem. Det första problemen var, och är, tekniken och det andra var, utlöst av det första, svårigheten att få avkastning från kundabonnemangen på grund av problem med pålitligheten, priset och attraktionskraften som gjorde att abonnenterna var tveksamma att gå över från 2G till 2.5G. Båda problemen drabbade leverantörerna av W-CDMA-tekniken samt deras forskning och utveckling. Detta förvärrade alla kryphål för ändrade villkor eller oklarheter i formuleringarna av licensvillkoren.

- Observera dock att Sverige undvek problemen som Storbritannien och Tyskland ställdes inför med dyra licenser i en auktionsprocess som dränerade operatörerna på medel för teknik och nätinstallationen under tiden de inte hade några inkomster (detta gällde särskilt nya operatörer). Sådana höga auktionsgenererade avgifter i EU, ”bestämda av marknaden”, har gjort att förseningar, låg investeringstakt och stapplande teknikutveckling, långsam lansering och bara konkurrens mellan de rikaste har kommit som ett brev på posten. Den svenska modellen med små avgifter som baseras på driftsintäkter var också klokt för små aktörer.
- *CDMA 450-fallet*: i en rörelse mot marknaden men i en begränsad spektrumsituation. Fallet visar svårigheten för tillsynsmyndigheten när spektrumresurserna är begränsade (9 MHz) och den potentiella marknaden liten. I backspegeln skulle några av besluten ha förtydligas vid auktionen och inte senare. Det ligger i marknadens natur att alla grunder för tvister kan starta en juridisk process som kan kullkasta en fungerande nät drift. Rättssystemen blir en part i konkurrensprocessen.

Både GSM- och UMTS-fallet, och kanske också de juridiska utmaningarna i CDMA 450-fallet, visar att även att tillgång till spektrum – eller oftare hinder för tillgång – användas som konkurrensvapen. Marknadsstörningar kan vara underliggande orsaker och regler som balanserar sådana krafter kan behövas.

En lärdom är sammanfattningsvis att en reglering via en medlingsprocess vid spektrumtvister skulle vara snabbare, exaktare och billigare än en juridisk process och det är karakteristiskt för spektrumutdelning i USA.

Reglering har än så länge mycket lite med öppna frekvenser eller en licensfri modell att göra eftersom detta är nytt. Vi diskuterar detta i avsnittet nedan.

6 Framtidsutsikter

Här sammanför vi det vi har kommit fram till för att få en överblick över utmaningarna i framtiden och bästa vägen framåt. Perspektivet är år 2025 och söker beakta teknisk utvecklingen och politisk förnyelse. Först formar vi en lista med politiska utmaningar – den ändrade rollen, tekniska effekter, brist på kontinuitet i branschen, nya marknadskrav, EU och globala krafter i regleringarna och ändringar av affärsmodeller. Utmaningarna granskas och en kurs för framtida politik illustreras.

6.1 Framtida utmaningar

Om vi tittar bortom fallbeskrivningarna kan vi ana att utmaningarna kommer att komma från andra håll än teknikerna och händelserna vi hittills har beskrivit – vi kan förvänta oss nya generationer av radiobaserad e-kommunikation. Det kommer även uppstå diskontinuiteter (t.ex. den digitala fördelningen), särskilt eftersom aktuella användare som militären måste avstå kontrollen. Rörelsen bort från tilldelning och kontroll mot marknadsorientering har utvecklats någorlunda väl, trots bakslagen med UMTS. Detta kan forma en grund för en framtid med en mer mångskiftande attityd mot spektrumanvändning. Vi kan förvänta oss att i framtiden se en kombination av olika metoder – tilldelning och kontroll, marknadsbaserat och kollektiv användning.

För tillsynsmyndigheten kan det också bli fråga om att undersöka nya koncept för öppna frekvenser eller licensfri användning, dvs. allvarligt överväga att utöka de licensfria banden för tjänsteanvändare som har börjat med WiFi (ofta en litet licensfritt band på runt 2,4 GHz) och som nu växer med teknik för långa avstånd som WiMax. En sådan inriktning berörs inte i några regleringar, men det allmänna framåtskridandet och öppenheten mot nytänkande är uppenbar i de hittillsvarande framstegen. Det som närmast krävs är en analys av detta, i kombination med en granskning av nya tekniker för spektrumdelning, t.ex. kognitiv radio, spatial multiplexing och nästa generation av direktspritt spektrum. En sådan analys skulle i politiska termer forma en del av en blandad eller kollektiv metod för spektrumutdelning.

En roll i förändring för spektrumförvaltning

I allt väsentligt förändras rollen för spektrumförvaltningen. Fram till slutet av 1990-talet hanterades bara utdelningen av begränsade, men tillgängliga resurser av ganska blygsamma ekonomiska värden som bara en begränsad liten grupp aktörer hade intresse av. Det förekom inga påtryckningar för att genomföra en förändring av det rådande läget. I dag har rollen förändrats eftersom besluten nu berör de begränsade resursernas optimala användning som utgör enorma värden i det dagliga livet för hela befolkningen långt utöver radio och TV. Spektrumförvaltningen måste reformeras för att radioresurserna och de optimala ekonomiska och sociala värdena ska kunna kopplas till de nya applikationerna och tjänsterna där spektrumet är oundgängligt. Den nya rollen väcker vissa frågor som vi diskuterar nedan:

- vilka åtkomsträttigheter ska finnas med avseende på skydd från störningar?
- hur ska åtkomsten gå till, dvs. licensinnehav eller på annat sätt?

Dessa frågor föder andra frågor, som:

- vem bestämmer om åtkomsten?
- vilka applikationer ska finnas för varje band?
- vem bestämmer om användningen?

Effekter av nya tekniker – löften och fallgropar

Allt eftersom tekniken går framåt under det kommande årtiondet kan blandningen mellan de två tillvägagångssätten för öppna frekvenser ('underlay' och 'overlay') och singelfrekvensägande mycket väl ändras. När nya tekniker för effektiv delning av spektrum utvecklas kan definitionen av rättigheterna för de flesta spektrumband bli onödig och kanske även skadlig. Myndigheter bör göra en regelbunden granskning för att hålla frekvenskostnader så låga som möjligt.

En blandmetod kan vara mest praktisk. Den kan utgöras av en kombination av metoder för ensamrätt och öppna frekvenser eftersom det tycks vara lämpligast för att gynna ekonomisk tillväxt under de kommande årtiondena. Tekniker för samexistens kan

också förekomma i licensbanden för att ytterligare optimera användningen. Frågan är om detta skulle hanteras från fall till fall eller om ett avtal skulle sättas upp mellan operatörerna som betalar en hyra till licensinnehavaren (på grundval av tidsperiod eller använda frekvenser).

Under tiden utvecklas UMTS på ett standardbaserat initiativ med flera grenar där den mest officiella är LTE (Long Term Evolution) och utvecklingen av 4G (IMT Advanced) på ITU-nivån. Utvecklingen har hittills varit klumpig, även om det är oklart om dess ursprung i 3GPP-världen gör den predestinerad för ett liknande misslyckande. De som har betraktat början på UMTS/W-CDMA sedan 1999 kan se oroande tecken. Det finns också rivaler – från WiMax (IEEE802.16x) till UMB (Ultra Mobile Broadband) som backas upp av Qualcomm med OFDM-patentet som härrör från förvärvet av Flarion. På samma sätt som i UMTS-historien får LTE långsamt allt fler anhängare, t.ex. ATT i USA i januari 2008.

Brist på kontinuitet i utdelningen – möjligheter och hot

Den digitala utdelningen och den digitala klyftan mellan stad och land – med övergången från analog till digital TV kan kanske 75 procent av spektrumet mellan 470 och 862 MHz frisläppas för annat bruk som t.ex. mobil kommunikation och då särskilt mobilt bredband för Internet. Det behövs en ekonomisk analys av hur ett frisläppt spektrum bäst kan utnyttjas. Tidiga undersökningar antyder att mobilt bruk av dessa 75 procent skulle väcka liv i mobilindustrin och även öka produktiviteten inom alla sektorer.³² Den största fördelen skulle dock vara att minska gapet mellan stad och land när det gäller bredbandstillgång. Det skulle innebära att lokala företag kan utvecklas och glesbygdssamhällen leva vidare, samtidigt som utvecklingen möjliggör sociala nätverk och t.ex. kanaler för underhållning.

Misslyckandet med UMTS 3G – det oväntade långsamma mottagandet av den första generationen av multimediemobil har visat marknadsdynamikens verkliga ansikte när det gäller acceptering av ny mobilteknik. För att nå framgång måste kostnaden, tjänsternas användbarhet och åtkomligheten med avseende på täckning vara de rätta. Från början saknades en djupgående analys av 3G.

³² Se t.ex. "The Mobile Provide" för ekonomisk analys om den digitala utdelning i Europa på www.digitaldividend.eu

UMTS har heller inte uppnått den kommersiella eller publika framgången som förväntades under 2000, trots att systemet har mycket tillgängligt spektrum om än i högre frekvensband med sämre spridning/cellstorlek. I viss utsträckning har 3.5G (HSDPA) återställt 3G:s trovärdighet, men bara till kostnaden av höga nätinvesteringar i uppgraderade basstationer och större möjlig celldiversitet för att kunna tillhandahålla den nödvändiga kanalkapaciteten. Frågorna om den grundläggande konstruktionsmodellen kvarstår. Helt uppenbart är flera olika åtgärdsriktningar värda att överväga. En riktning är att upplåta spektrumet till andra användningsområden och tekniker, t.ex. licens-WiMax eller rundsänd underhållning eller kanske öppna frekvenser. Att flytta 3G-tjänsterna till lägre frekvenser med den digitala utdelningen skulle öka användbarheten som bredbandsteknik (mer än smalband, men mindre än riktigt bredband, med hastigheter på mellan 384 kbps till 2 Mbps). Nätkostnaderna skulle bli lägre med större intervall för lägre prissatta data och bättre byggnadsgenomträngning. För detta skulle det behövas både nya telefoner och nya nät. Ett annat alternativ är att bara låta systemet dö när nya tekniker dyker upp, medan mer framgångsrika äldre tekniker (2.5G GSM med EDGE) tar över marknaden på kort och medellång sikt.

Frisläppning av det offentliga spektrumet – i Storbritannien har AIP (Administered Incentive Pricing) uppmuntrat offentliga spektrum innehavare att frisläppa marknadspotentialen i deras innehav. Genom att lämna ifrån sig tillgångarna till marknaden kan de få antingen engångsbetalningar eller regelbundna betalningar som de får behålla som tillskott till sina budgetar. Detta kan bli ytterligare en källa till spektrum för en marknadsbaserad auktion eller öppna frekvenser och för kommersiella eller offentliga applikationer. Liberaliseringen av spektrumet, särskilt i kombination med användning av teknik (t.ex. mycket smalare primära radarband för flygtrafikskontroll) kommer väsentligt ändra spektrumlandskapet under nästa årtionde. Tillsynsmyndigheten måste vara förberedd på att uppmuntra och sedan styra utdelningen av den nya kapaciteten.

Nya marknadskrav

Utvecklingen av radiotjänster i framtiden kommer drivas av behovet av utökad e-kommunikation, men också av nya applikationer, varav flera som vi aldrig tidigare sett. Många sådana möjliga tjänster har undersökts i färskaste studier³³, allt från t.ex. RFID för korta avstånd till maskin-till-maskin-kommunikation ("Internet för saker"). Bredbandsradiobärare för mobil och fast lokal slinga kommer utgöra en grundläggande framtida plattform för många konsument- och affärstjänster.

Konvergensen för media och telekommunikation kommer också tendera att flytta bort underhållning från OTA-rundsändning (Over-The-Air) till IPTV-modellen som kan levereras med fast kabel-CATV, satellit, fast bredband eller via en mobil bredbandskanal.

EU och globala krafter i regleringspolicyn

I EU:s inställning till spektrumreformer, särskilt harmonisering, framhålls med rätta att vi inte ska glömma att vissa restriktioner går hand i hand med reformer. Myndigheterna behåller makten för att kunna garantera störningsfri användning. Dessutom kan det offentliga fortfarande införa mandatutdelning av vissa band för samhällets säkerhet samt tjänster som ligger i allmänhetens intresse och även vissa politiska mål. Att begränsa teknik och tjänster i dag verkar emellertid bara rimligt i vissa välmotiverade fall. Observera att detta är det aktuella EC WAPECS-synsättet³⁴, från RSPG som anges i RSPG "WAPECS Opinion" (2005), för närvarande i en testimplementeringsfas,³⁵ som syftar till marknadsbaserad spektrumutdelning.

Globala krafter – reglering, marknad och teknik – är de huvudsakliga drivkrafterna i den mobila världen och rundsändningsvärlden. Därför måste tendenserna noga observeras för att kunna forma politiken för spektrumförvaltningen. Även om vi strävar efter att föra diskussioner och kanske ha konkurrens mellan de officiella telekommunikationsstandarderna och marknaden ändras

³³ S. Forge, C. Blackman and E. Bohlin, *The Demand for Future Mobile Communications Markets and Services*, rapport för Europakommissionen, IPTS/JRC, EUR 21673 EN, 2005, från: <http://fms.jrc.es>

³⁴ Wireless Access Policies for Electronic Communications Services.

³⁵ R. Niepold, "Market based approach to spectrum management in the European context", presentation för European Spectrum Management Conference, Bryssel, 29-30 mars 2006.

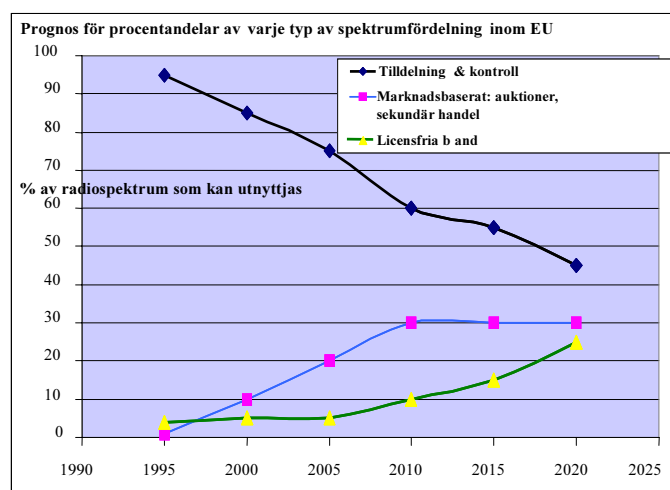
detta. ITU hade inte mycket att säga om Internet mellan 1969 och 1999, men erkänner i dag nätets ekonomiska kraft och att Internet är den enskilt viktigaste internationella vägen för data. Överläggningarna om spektrumet blir allt relevantare när detta erkänns som en modell. Dessutom betraktas numera "gerillatekniker" – som WiMax och WiFi samt initiativ från andra än operatörer, t.ex. från tillverkare som Intel – på ett realistiskt sätt i den internationella spektrumpolitiken. Samtidigt måste spektrumförvaltningen gå vidare med ett betydligt bredare utbud av globala kommersiella produkter. Det kan vara implementeringar av standarder i någon form, som den koreanska WiBro-bredbandstekniken (följer IEEE 802.16) eller nätstandarden Zigbee (IEEE802.15) för trådlös styrning och övervakning.

En kurs för framtidens politik

En intressant bild av Europas radioframtid har framkommit av en aktuell händelse: Googles villkor för att lägga ett anbud i 700 MHz-auktionen som hölls av FCC i USA. Google lovade att bjuda minst 4,6 miljarder dollar (omkring 3,2 miljarder euro) i auktionen om FCC (Federal Communications Commission) i sin tur lovade att reservera några spektrum för öppen tillgång, dvs. öppen på det sättet Google ansåg vara det rätta – öppna applikationer, öppna enheter, öppna tjänster och öppen nättillgång för ett nät som enbart var avsett för uthyrning till återförsäljare som har tillgång till tredje part. Tidigare försök med denna metod (NextWave försökte på 1990-talet och Earthlink försöker i dag) har inte varit framgångsrika, men det kan bli en modell i framtiden och det kräver mycket friare spektrumförvaltning. Detta utnyttjar Internetmodellen från datorindustrin för att producera ett mobilt Internet där alla enheter kan kopplas till alla nät, i stället för dagens uppbundna nätabonmentmodell. Alltså kan framtidens spektrumpolitik dra nytta av att fokusera på en Internetaffärsmodell för både mobila och andra tjänster, t.ex. underhållning.

På det hela taget kan vi med ovanstående i tankarna förvänta oss en övergång. I figuren nedan illustreras den eventuella övergången till licensfria band och marknadshandel som vi tänker oss den:

Figur 2 Övergång till licensfria band för att forma öppna frekvenser och handel



Referenser som har använts till rapporten

- L. Benzoni and E. Kalman, *The Economics of Radio Frequency Allocation*, ICCP papers 33, OECD, Paris, 1993.
- E. Bohlin, B. Preissl, and A. Weber, 'How free is the radio spectrum?', *info*, Special Issue, Vol. 8, No. 2, pp. 3–96, 2006.
- M. Cave, Independent Audit of Spectrum Holdings, by Professor Martin Cave for HM Treasury, December 2005, available at <http://www.spectrumaudit.org.uk/pdf/caveaudit.pdf>.
- CEPT maintains its own document depository, covering also the CEPT work on mandates: <http://www.ero.dk/ecc>
- J. Ellig, 'The economic costs of spectrum misallocation: evidence from the United States', Conference on Spectrum Policy in Guatemala and Latin America, Universidad Francisco Marroquin, Guatemala City, Guatemala, June 9–10, 2005.
- EC harmonisation decisions and related mandates as well as CEPT reports, available from: http://ec.europa.eu/information_society/policy/radio_spectrum/ref_documents/index_en.htm#

- EC work in progress may be followed by consulting publicly available RSC documents at:
http://ec.europa.eu/information_society/policy/radio_spectrum/activities/rsc_work/meetings_2007/index_en.htm
- Europe Economics, *Economic Impact of the Use of Radio Spectrum in the UK*, study for Ofcom, 2006,
http://www.ofcom.org.uk/research/radiocomms/reports/economic_spectrum_use/
- S. Forge, 'The radio spectrum and the organisation of the future: recapturing radio for new working patterns and lifestyles', *Telecommunications Policy*, Vol 20, No 1, 1996
- S. Forge, 'Is fourth generation mobile nirvana... or nothing?', *info*, Vol 6, No 1, 2004.
- S. Forge, C. Blackman and E. Bohlin, *The Demand for Future Mobile Communications Markets and Services*, report for the DG JRC-IPTS, European Commission, EUR 21673EN, 2005, <http://fms.jrc.es>
- T.W. Hazlett and R.J. Michaels, 'The cost of rent seeking: evidence from cellular telephone licence lotteries', working paper, University of California at Davis, March 1990.
- T.W. Hazlett and C. Bazelon, *Market Allocation of Radio Spectrum*, ITU, Document: MMSM/02, ITU workshop on market mechanisms for spectrum management, 22-23 January 2007, Geneva,
- S. Lindmark, *Evolution of Techno-Economic Systems: An Investigation of the History of Mobile Communications*, Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy, Chalmers University of Technology, Department of Industrial Management and Economics, 2002.
- B. Mölleryd, *Entrepreneurship in Technological Systems: The Development of Mobile Telephony in Sweden*, Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy, Stockholm School of Economics, The Economic Research Institute, 1999.
- OECD, *The Spectrum Dividend: Spectrum Management Issues*, OECD, Paris, 2006,
<http://www.oecd.org/dataoecd/46/42/37669293.pdf>
- Ofcom, *Spectrum Framework Review*, 2005.
- K. Werbach, 'Supercommons: toward a unified theory of wireless communication', *Texas Law Review*, Vol 82, 2004, pp. 863-973, <http://werbach.com/research/supercommons.pdf>

Motorola, Exploding the Myth that Unlicensed Spectrum Means Unreliable Service, White Paper, 2007, Motorola, Inc, Schaumburg, IL, USA.

Investeringskostnader och driftskostnader vid utbyggnad mot 100 % mobil yttäckning i Sverige

*Filip Bonnevier, Jan Omårs och Henrik Olofsson
Netlight Consulting AB*

Innehåll

Investeringskostnader och driftskostnader vid utbyggnad mot 100 % mobil yttäckning i Sverige	431
Innehåll	433
Sammanfattning	436
Executive Summary.....	436
1 Inledning.....	437
1.1 Bakgrund	437
1.2 Uppdraget.....	438
2 Metodik.....	438
3 Avgränsningar	439
4 Nättekniker	440
4.1 GSM EDGE	440
4.2 UMTS900	440
4.3 CDMA450.....	441
4.4 Terminaler	442
4.5 Jämförande tabell för nättekniker.....	442
5 Satellittelefoni	442
5.1 Globalstar	443
5.2 Thuraya.....	443

5.3	Iridium	444
5.4	Inmarsat	445
5.5	Jämförande tabeller för satellittelefoni	445
6	Kostnadsberäkning	446
6.1	Utbyggnadsscenarier.....	446
6.2	Befintlig täckning	447
6.3	Beräkningsmodell för mobiltelefoni	448
6.4	Utbyggnadsstrategier.....	450
6.5	Beräkningsmodell för satellittelefoni.....	451
6.6	Kommentar av beräkningsmodell	452
7	Resultat.....	452
7.1	GSM EDGE.....	453
7.1.1	GSM EDGE Tal – grafer	454
7.1.2	GSM EDGE Data – grafer.....	455
7.1.3	Alternativkostnad – GSM EDGE och satellittelefoni.....	457
7.2	UMTS900.....	457
7.2.1	UMTS900 Tal – grafer	458
7.2.2	UMTS900 Data – grafer	460
7.2.3	Alternativkostnad – UMTS900 och satellittelefoni.....	461
7.3	CDMA450	462
7.3.1	CDMA450 Tal – grafer.....	463
7.3.2	CDMA450 Data – grafer.....	464
7.3.3	Alternativkostnad – CDMA450 och satellittelefoni.....	466
8	Slutsatser	467
8.1	Jämförelse av mobiltelefonitekniker	467

8.2	Jämförelse av alternativ med satellittelefoni som komplettering.....	470
9	Diskussion.....	471
9.1	Framtidsutsikter för de olika nätteknikerna	472
9.2	Alternativa energikällor för högkostnadssiter	473
9.2.1	Marknadseffekter.....	473
10	Referenser.....	474
	Bilaga A: Bilaga A: Typsiter – kostnadsunderlag	45
	Bilaga B: Rutnät – numrering	481
	Bilaga C: Rutnät – kommunindelning	482
	Bilaga D: Rutnät – terrängtyper	483
	Bilaga E: Rutnät – högkostnadsfaktorer.....	484
	Bilaga F: Satellittelefonikostnad.....	485
	Bilaga G: Exempel på beräkningsunderlag	56

Sammanfattning

På uppdrag av Regeringskansliet har möjligheterna till 100 % geografisk täckning för mobiltelefoni utretts. Utbyggnads- och driftkostnader har beräknats för nätteknikerna CDMA450, GSM EDGE och UMTS900. För varje nätteknik har två olika scenarier använts, där det ena är utbyggnad för enbart taltjänst inomhus och det andra är utbyggnad för tal- och datatjänst inomhus med en hastighet av ca 200 kbit/s.

Som utgångspunkt för utbyggnadsbehovet har inomhustäckningen i befintliga mobilnät beräknats. Då UMTS900 inte finns utbyggt idag ska det i denna utredning komplettera samma nät som GSM EDGE.

Vid 100 % yttäckning är kostnaden för utbyggnad lägst för CDMA450 för enbart taltjänst på 3 544 MSEK. Sedan följer UMTS900 för enbart taltjänst på 5 499 MSEK och CDMA450 för tal- och datatjänst på 5 516 MSEK. För GSM EDGE är kostnaden 8 932 MSEK och 9 713 MSEK för enbart taltjänst respektive tal- och datatjänst. Tal- och datatjänst med UMTS900 är betydligt kostsammare med 23 273 MSEK.

I samtliga scenarier har kostnaden jämförts med en alternativkostnad för subventionering av satellittelefoni. Brytpunkter har tagits fram som visar vid vilken yttäckningsgrad kostnaden för vidare utbyggnad av mobiltelefoni överstiger kostnaden för att subventionera satellittelefoni. Vid respektive brytpunkt har CDMA450 för enbart taltjänst högst yttäckningsgrad på 92,83 % medan UMTS900 för tal- och datatjänst har lägst yttäckningsgrad på 75,05 %. Satellittelefoni är dock inget fullgott alternativ till scenarierna för tal- och datatjänst på grund av dess låga överföringshastighet.

Executive Summary

By assignment from the Government Offices of Sweden, the possibilities of providing 100 % geographical mobile phone coverage have been investigated. The costs for expansion and operation of the cellular network technologies CDMA450, GSM EDGE and UMTS900 have been calculated. For each technology, two differ-

ent scenarios have been used: One where the coverage supports 'voice only' indoors and one where the coverage supports 'voice and data transmission' indoors at a rate of about 200 kbit/s.

As a starting-point for the demand of new network coverage, the existing indoor network coverage has been calculated. As there is currently no cellular network for UMTS900 in Sweden, these scenarios will be based on the same existing network coverage as the GSM EDGE scenarios.

The expansion cost for obtaining 100 % surface coverage is lowest in the 'voice only' scenario for CDMA450 at 3 544 MSEK. A bit more expensive are UMTS900 for 'voice only' at 5 499 MSEK and CDMA450 for 'voice and data transmission' at 5 516 MSEK. For GSM EDGE the expansion cost is 8 932 MSEK and 9 713 MSEK for 'voice only' and 'voice and data transmission' respectively. The scenario for UMTS900 'voice and data transmission' is considerably more costly at 23 273 MSEK.

For all scenarios, the cost for expanding the cellular network has been compared with the alternative cost for subsidizing satellite telephony. Breakpoints have been calculated in order to illustrate at which degree of surface coverage the costs for further expansion of the cellular networks are higher than subsidizing satellite telephony. CDMA450 for 'voice only' has the highest surface coverage of 92.83 % at its breakpoint, while UMTS 'voice and data transmission' has the lowest surface coverage of 75.05 %. However, the alternative of satellite telephony is not a fully comparable alternative to the scenarios for 'voice and data transmission' due to its low transmission speed.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Regeringen har beslutat att utreda möjligheterna till 100 % geografisk utbyggnad av mobil täckning där både samtals- och datatrafik är möjligt. För att abonnentkostnaden ska kunna bibehållas innebär det i princip att staten måste subventionera utbyggnaden. Som ett underlag för beslut om subventioner är det nödvändigt att veta vilken kostnadsstorlek det rör sig om.

1.2 Uppdraget

Regeringskansliet har givit Netlight Consulting AB i uppdrag att utreda kostnaden för utbyggnad av mobilnät upp till 100 % yttäckning i Sverige. Utredningen syftar till att beräkna kostnader för utbyggnad upp till 100 % yttäckning för tre olika mobiltelefonitekniker. I beräkningen av kostnaden ingår även driftkostnad. De nättekniker som ingår i utredningen är CDMA450, GSM EDGE och UMTS900.

Följande förutsättningar gäller:

- Utbyggnaden ska ta hänsyn till följande
 - GSM EDGE ska komplettera den sammanlagda befintliga täckningen av UMTS2100 och GSM EDGE
 - UMTS900 ska komplettera den sammanlagda befintliga täckningen av UMTS2100 och GSM EDGE
 - CDMA450 ska komplettera den befintliga täckningen av CDMA450
- För varje mobiltelefoniteknik skall två scenarier utredas. Det första scenariot förutsätter täckning med taltjänst inomhus, vilket ger möjlighet till datatrafik med låg hastighet. Det andra scenariot förutsätter täckning med taltjänst och en högre datahastighet (ca 200kb/s) inomhus.
- Täckningen skall vara tillräckligt god för handburna terminaler, dvs. användare skall inte behöva använda riktantenn eller liknande.
- Som ett alternativ skall kostnaderna för att bygga ut dessa tre tekniker jämföras mot att subventionera satellittelefoni. Detta innebär att hitta den brytpunkt där det inte längre lönar sig att bygga ut mobilnäten i jämförelse med att använda satellittelefoni.

2 Metodik

Beräkningen av utbyggnadskostnaden utgår från den befintliga inomhustäckningen i de olika näten. Genom att beräkna hypotetiska nät för att täcka de ytor som saknar täckning erhålls en kost-

nad för utbyggnad och drift. Ur kostnadsberäkningen kan även marginalkostnaden tas fram för olika täckningsgrader.

Kostnaden för satellittelefoni beräknas utifrån prisuppgifter från leverantörer och genomsnittliga samtalstider. Resultatet är en årlig kostnad per abonnent som sedan används för att hitta brytpunkten då satellittelefoni är mer kostnadseffektivt än fortsatt utbyggnad av respektive mobiltelefoninät.

Kostnadsberäkningarna jämförs tillsammans med för- och nackdelar för de olika nätteknikerna. Resultaten av beräkningarna presenteras i både tabeller och grafer för att lätt kunna jämföras och för att skärningspunkter ska kunna åskådliggöras. Även kostnaden för satellittelefoni presenteras som en jämförelse.

Intervjuer genomförs med ett flertal intressenter för att samla in information samt för att kvalitetssäkra redan insamlad information.

3 Avgränsningar

Följande avgränsningar gäller för uppdraget:

- Den modell som används för beräkning av kostnaderna för utbyggnaden av ett nät kommer inte att beräkna eventuella konkurrensfördelar för de aktörer som ensamma täcker glesbygd.
- En analys av vem som ska ha satellittelefon eller inte anses ej vara relevant i framtagandet av kostnadsmodellen utan satellittelefonikostnaden bygger på att alla invånare utan täckning tillhandahålls satellittelefon. Det är således den maximala kostnaden för subventionering av satellittelefoni som beräknas.
- Eventuell påföljande diskussion med marknadens aktörer ingår inte.
- Eventuell bedömning av likvärdigheten för terminaler ingår inte. Exempelvis tas ej hänsyn till om en satellittelefon antas vara mindre användarvänlig och ha sämre stöd för multimediatjänster än en mobiltelefon.
- Beräkningarna av nätutbyggnad görs endast för teknikerna CDMA450, GSM EDGE och UMTS900 vilka av Regeringskansliet anses vara de realistiska teknikalternativen för mobiltelefoni.

4 Nättekniker

De olika mobilnät som idag finns i Sverige bygger på olika radiotekniker vilka sinsemellan delvis är inkompatibla. Det här kapitlet presenterar de olika nätteknikerna som används i utbyggnadsberäkningarna. De räckvidder som nämns för de olika teknikerna är baserade på beräkningar för inomhustäckning.

4.1 GSM EDGE

GSM EDGE är en uppgradering av GSM som möjliggör högre datahastigheter i samma nät som GSM. Ibland räcker det med uppgraderingar av mjukvara men ofta behövs även förändringar av komponenter i basstationer. GSM utan uppgradering till GSM EDGE har en maximal datahastighet på 9,6 kbit/s. Med GSM EDGE uppnås en maximal datahastighet på 236,8 kbit/s och med framtida uppgraderingar datahastigheter upp till 2 Mbit/s. GSM EDGE stödjer inte lika höga dataöverföringshastigheter som UMTS900 och CDMA450. Räckvidden för en basstation med GSM EDGE är mellan 8 och 29 km.

GSM 900-bandet omfattar 70 MHz i sin utökade version (E-GSM) med frekvenserna 880–915 MHz för sändning från terminaler och 925–960 MHz för sändning från basstationer. GSM 1 800-bandet omfattar 150 MHz, även det i sin utökade version (E-GSM), där frekvenserna 1 710–1 785 MHz är för sändning från terminaler och 1 805–1 880 MHz är för sändning från basstationer.

4.2 UMTS900

UMTS900 sänder på 900 MHz-bandet vilket är samma frekvensband som GSM900. UMTS900 provlanserades redan 2007 i Finland men är ännu inte utbyggt i Sverige. UMTS2100, som är samma teknik fast på ett annat frekvensband, är däremot väl utbyggt i de mer tätbefolkade områdena. UMTS2100 tillåter höga datahastigheter och har en hög kapacitet med avseende på antal samtidiga användare. I och med att UMTS900 använder sig av det lägre frekvensbandet kring 900 MHz får dess sändare en längre räckvidd. Räckvidden för en basstation med UMTS900 är mellan 5 och 30

km. Det innebär att färre basstationer behövs för att täcka ett område än med UMTS2100. UMTS900 lämpar sig således för att komplettera det existerande UMTS2100-nätet för att uppnå hög yttäckning. Den lägre frekvensen för UMTS900 medför dock lägre servicekapacitet än för UMTS2100 men det spelar mindre roll i glesbygdsområden där antalet samtidiga användare är lågt i förhållande till övriga landet. Den maximala dataöverföringshastigheten förblir dock densamma som för UMTS2100 och är för närvarande 384 kbit/s utan HSDPA och 3,6 eller 7,2 Mbit/s med HSDPA implementerat. Inom en snar framtid kommer överföringshastigheter på 14,4 Mbit/s kunna uppnås med HSDPA.

Planer finns på Europnivå att medge att GSM900 fasas ut och ersätts av UMTS900. För att GSM900 och UMTS900 ska kunna fungera parallellt krävs att ett tillräckligt stort frekvensutrymme finns tillgängligt. Post- och Telestyrelsen håller på att ta fram en lösning för GSM900:s och UMTS900:s samexistens. Vid utbyggnadsberäkningarna i denna utredning antas att tillräckligt frekvensutrymme finns tillgängligt. Vidare antas att utbyggnaden av UMTS900 ska komplettera GSM EDGE och UMTS2100 tillsammans och att terminaler som stödjer båda tekniker används.

4.3 CDMA450

CDMA450-nätet byggs av företaget Nordisk Mobiltelefoni och lanserades i Sverige under andra halvåret 2007. I och med att det gamla analoga NMT 450-nätet stängdes den sista december 2007 så frigjordes frekvensbandet kring 450 MHz ($2 \cdot 4.5$ MHz) till fördel för CDMA450. Maximala överföringshastigheten i nätet är 3,1 Mbit/s vid nedladdning och 1,8 Mbit/s vid uppladdning [NMT]. Den låga frekvensen medför räckvidder för sändare mellan 12 och 65 km. I och med kommande mjukvaruuppdateringar kommer den maximala räckvidden att öka till 250 km [MRN].

I Norden finns CDMA450 utbyggt i Danmark och Norge. CDMA450 finns också utbyggt i ett flertal andra länder, främst i Östeuropa, Asien och Afrika men även i Portugal. CDMA450 är dock inte lika utbrett som GSM och UMTS.

4.4 Terminaler

Det finns nu mobila terminaler som stödjer flera tekniker och frekvensband. Till exempel lanserades nyligen en mobiltelefon som stödjer GSM EDGE i banden 850, 900, 1 800 och 1 900 och UMTS med HSPA i banden 850, 900, 1 700, 1 900 och 2 100. För CDMA450 finns det på den svenska marknaden bara en mobiltelefon. Den marknadsförs av Nordisk mobiltelefoni och stödjer varken GSM eller UMTS. I andra länder finns det dock mobiltelefoner som stödjer både CDMA450 och GSM.

4.5 Jämförande tabell för nättekniker

Nedan följer en sammanfattande och jämförande tabell över de olika nätteknikerna. Räckvidderna är angivna för inomhustäckning och varierar beroende på terräng. Se avsnitt 6.3 för mer detaljer.

Tabell 1. Jämförelse av nättekniker

	GSM EDGE	UMTS900	CDMA450
Räckvidd (inomhustäckning)	8,04–28,69 km	5,26–29,86 km	12,21–65,17 km
Maximal datahastighet	236,8 kbit/s	7,2 Mbit/s	3,1 Mbit/s
Kostnad för typsiter	1,7–5,2 MSEK	1,7–5,2 MSEK	1,8–5,4 MSEK
Terminalkompatibilitet	UMTS	GSM EDGE	-

5 Satellittelefoni

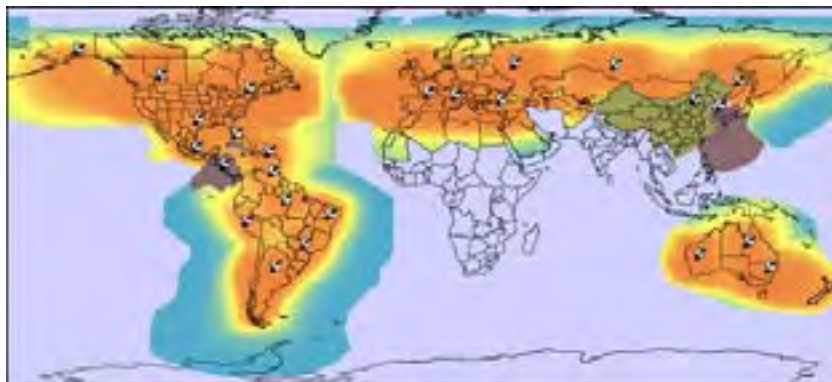
Det finns tre satellitnät som täcker Sverige och samtidigt tillhandahåller handburna terminaler för telefoni. Dessutom finns ett fjärde satellitnät som erbjuder bredband via satellit. Det är framförallt i norra Sverige som mobiltäckning saknas, varför detta blir den begränsande faktorn då det gäller att välja satellitnät. Satellittelefoner är specifika för olika satellitnät.

5.1 Globalstar

Globalstars satellitnät täcker Nord- och Sydamerika, Central- och Sydeuropa, stora delar av Ryssland samt Australien. Sverige ligger i utkanten av serviceområdet med svag täckning (se bild 1). Trots detta finns det leverantörer av satellittelefoner i Sverige som använder sig av Globalstars nät. För Globalstar finns åtminstone tre terminaler varav två är så kallade dualmode-terminaler vilket innebär att de även kan användas inom GSM-nätet (GSM900). Dessa två terminaler har även GPS, dock är passnings- och samtalstiden kort jämfört med andra terminaler.

Globalstars satellitsystem lider för närvarande (2008) av problem med satelliterna och nya satelliter förväntas inte vara i drift förrän om ca fyra år [GFA]. Systemet går att använda i norra Sverige men med stora tidsluckor i täckningen, vilket innebär att man bara kan ringa under mycket begränsade tider enligt en tidtabell [JBN]. Således är Globalstar inte något realistiskt alternativ för att erbjuda mobila tjänster i Sverige i nuläget.

Bild 1. Täckningskarta för Globalstar [GSE]



5.2 Thuraya

Thuraya har täckning på nästan alla platser i Europa, Mellanöstern samt Afrika och delar av Asien och Oceanien (se bild 2). För Thurayas nät finns två dualmode-terminaler som stöder GSM900/1800/1900. Båda terminalerna har GPS. Terminalerna har passningstider på över 35 timmar och samtalstider på cirka 2,4 timmar.

Thurayas satelliter är geostationära och positionerade så långt söderut att de i norra Sverige bara står 12 grader över horisonten [GFA]. Detta innebär dålig eller obefintlig täckning i skog eller på nordsluttningar. Nätet kan därför ej anses vara pålitligt i norra Sverige och ses inte heller som ett alternativ.

Bild 2. Täckningskarta för Thuraya [THU]



5.3 Iridium

Iridium är ett globalt satellitnätverk som har täckning i hela världen, även i de mest avlägsna regioner kring Nord- och Sydpolen. Det har god täckning i hela Sverige. I en studie av Kris- och Beredskapsmyndigheten från 2007 [KBM] dras slutsatsen att det är det mest lämpliga satellitsystemet att använda i Sverige på grund av sin goda täckning och pålitlighet. Iridium är det nät som rekommenderas i denna utredning och används i beräkningen av kostnad för satellittelefoni.

För Iridiumnätet finns endast en telefon och det var den som testades i Kris- och Beredskapsmyndighetens rapport [IRI, KBM]. Den är inte en dualmode-terminal vilket innebär att den inte kan användas i GSM-nätet. Detta är till dess nackdel. Den har dock inbyggd GPS och passnings- och samtalstid på 30 respektive 3,2 timmar. Enligt Kris- och Beredskapsmyndigheten är den lättanvänd och robust [KBM].

5.4 Inmarsat

Inmarsat är namnet på ett satellitsystem som endast erbjuder datakommunikation via satellit. I Kris- och Beredskapsmyndighetens rapport [KBM] bedöms Inmarsat vara ett gott alternativ för datakommunikation där det inte finns behov av en handburen terminal. Bredbandstjänsten heter BEGAN och erbjuder hastigheter upp till 492 kbit/s [GFA]. Denna tjänst bedöms dock ej vara relevant för denna utredning, då samtalstjänst ej erbjuds.

5.5 Jämförande tabeller för satellittelefoni

Tabell 2. Jämförelse av satellitnät

	Globalstar	Iridium	Thuraya
Maximal datahastighet	9,6 kbit/s	28,8 kbit/s	60 kbit/s
Täckning	Amerika, Europa, Australien samt delar av Ryssland	Global	Europa, Mellanöstern, Afrika samt delar av Asien och Oceanien.
Täckningens tillförlighet i Sverige	Låg	Hög	Låg

Som framgår av tabellen ovan är överföringshastigheten för satellittelefoni långt under de 200 kbit/s som är satt som gräns för datatjänster i denna utredning. Satellittelefoni är således bara ett alternativ till taltjänster men kommer även att jämföras kostnadsmissigt med scenarierna för datatjänster för att illustrera skillnaden mellan utbyggnad för taltjänster och datatjänster.

6 Kostnadsberäkning

Här följer en förklaring av hur kostnadsberäkningarna har gått till. Även beräkningarna för satellittelefoni förklaras.

6.1 Utbyggnadsscenarier

De olika mobilnät vars utbyggnad beräknas i utredningen är GSM EDGE, UMTS900 och CDMA450. De ska komplettera olika befintliga nät eller kombinationer av nät enligt följande lista:

- GSM EDGE ska komplettera den sammanlagda befintliga täckningen av UMTS2100 och GSM EDGE
- UMTS900 ska komplettera den sammanlagda befintliga täckningen av UMTS2100 och GSM EDGE
- CDMA450 ska komplettera den befintliga täckningen av CDMA450

Det är således två befintliga grundnät som används som utgångspunkt för beräkning av utbyggnaden. Det ena är CDMA450 och det andra är kombinationen av GSM EDGE och UMTS2100.

För var och en av de tre nätteknikerna beräknas två utbyggnadsscenarier. I det ena scenariot ska näten ha en tillräckligt god täckning för att tillåta taltjänster inomhus. I det andra scenariot ska näten ha en tillräckligt god täckning för att även tillåta datatjänster med en överföringshastighet av 200 kbit/s inomhus. Täckningen ska i båda varianterna vara tillräckligt god för handburna terminaler, dvs. användare ska inte behöva använda riktantenn eller dylikt.

Tabell 3. Benämning på de olika scenarierna

Scenario	Täckning inomhus
GSM EDGE Tal	Endast taltjänst
GSM EDGE Data	Tal- och datatjänst (200kbit/s)
UMTS900 Tal	Endast taltjänst
UMTS900 Data	Tal- och datatjänst (200kbit/s)
CDMA450 Tal	Endast taltjänst
CDMA450 Data	Tal- och datatjänst (200kbit/s)

Som alternativ till utbyggnad av mobilnäten finns subventionering av satellittelefoni till de invånare som saknar täckning i samtliga nät, alltså de som varken har täckning i GSM EDGE, UMTS900/2100 eller CDMA450.

6.2 Befintlig täckning

De två grundnätens befintliga täckning som redovisas här, och som används som underlag för vidare utbyggnad, är en beräknad täckning och kan skilja sig både mot den egentliga täckningen (upplevd täckning) samt den av operatörer framräknade täckningen. Yttäckningen beräknas utifrån sändardata erhållen från Post- och Telestyrelsen [PTS1]. Sändardata innehåller uppgifter om alla sändare för mobiltelefoni i Sverige. Genom att använda sändardata från PTS kan täckningen beräknas oberoende av operatör och kombinationer av olika nättekniker kan beräknas. Vid beräkningarna har en förenklad utbredningsmodell utan topografiska data använts baserad på Hata-modellen. Hata-modellen har utökats med fädningsmarginaler för bl.a. inomhustäckning och långsam fädning, för att kompensera för objekt som befinner sig i linjen mellan sändare och mottagare, som t.ex. hus eller höjder. Eftersom topografisk data ej använts har en homogen utbredning i alla riktningar antagits.

En ytsannolikhet på 90 % har antagits som gränsvärde för att ett område ska anses ha täckning. Detta innebär att det är 90 % sannolikhet att ha täckning inom givet område.

Vissa uppgifter i sändardata från PTS är inte helt korrekta. Bland annat är vissa masthöjder felaktiga och vissa saknas. De angivna masthöjderna för CDMA450 har verifierats av Nordisk Mobiltelefoni [MRN] och antas därför stämma. Det är främst

masthöjderna för UMTS som är avvikande och enligt uppgifter från Tele 2 [LLT] byggs i princip aldrig master för UMTS som är högre än 90 meter. För att hantera felaktiga masthöjder har en regel använts där alla masthöjder för UMTS som är lägre än 5 meter eller högre än 100 meter sätts till schablonhöjden 42 meter. Det får till följd att de master med extremt höga höjder inte täcker orealistiskt stor yta. Vidare så får master med extremt låga eller obefintliga höjder en utökad täckning. De områden som verkligen har extremt låga masthöjder är oftast belägna i tätbebyggt område där det redan finns täckning och den extra yta som täcks kommer således att vara överlappande. I de fall de är belägna utanför tätort är det osannolikt att de är lägre än 5 meter och en högre höjd är mer trolig. Masthöjden 42 meter är en normal masthöjd [LLT] och är även nära medianhöjden för sändardata från PTS.

Felet som följer av att använda schablonhöjder bedöms vara avsevärt mindre än om de felaktiga höjderna skulle användas rakt av.

För GSM-masterna finns också en del avvikande höjder och samma regel används även där med samma argument och resultat.

Den befintliga täckningen för GSM EDGE tillsammans med UMTS2100 är beräknad till 68,11 % för taltjänst och 64,66 % för datatjänst. Siffrorna används vid beräkning av utbyggnad av GSM EDGE samt UMTS900 för tal- respektive datatjänst.

Den befintliga täckningen för CDMA450 är beräknad till 61,69 % för taltjänst och 48,32 % för datatjänst. Dessa siffror används vid beräkning av vidare utbyggnad av CDMA450.

Observera att täckningsgraderna är beräknade för inomhustäckning och att det kan vara en orsak till eventuella skillnader mot andra uppgifter, vilka ofta anger utomhustäckning.

6.3 Beräkningsmodell för mobiltelefoni

Sveriges yta har delats in i ett rutnät med 1 339 rutor om 20 gånger 20 kilometer (se bilaga B). För varje ruta har utbyggnadskostnaden beräknats.

Vid beräkning av utbyggnad i de olika scenarierna har varje ruta, utifrån sin övervägande terräng, klassificerats till en av de fyra terrängtyperna: bergsterräng, skogsterräng, semiöppen terräng och öppen terräng (se bilaga D). För varje terrängtyp finns en typsite definierad. Typsiterorna specificerar parametrar som exempelvis

masthöjder, kostnad för byggnation och driftskostnad. GSM EDGE och UMTS900 har liknande parametrar och för de två teknikerna används samma typsiter. CDMA450 skiljer sig åt mer och för CDMA450 finns därför separata typsiter definierade (se bilaga A).

Räckvidden hos en typsiter varierar, både beroende på vilken nätteknik som används men även beroende på vilken datahastighet som erfordras. Siter i bergsterräng har störst räckvidd då det inte finns någon dämpande skog och siterna kan placeras högt.

Räckvidderna per terrängtyp är dock samma för GSM EDGE Tal och GSM EDGE Data trots att de har olika överföringshastigheter. Detta beror på att det är två olika tekniker som används i de två fallen. För enbart taltjänst används vanlig GSM utan uppgraderingen till EDGE. För tal- och datatjänst används EDGE som är en teknik för att uppnå högre datahastigheter i GSM-nätet. Båda teknikerna använder tidsuppdelad överföring av tal- och datatrafik (TDMA) vilket innebär att samma frekvens kan delas av flera användare. Med EDGE tilldelas varje användare mer tid och färre användare kan servas samtidigt. EDGE använder även en effektivare kodning som dock innebär att överföringen blir känsligare för interferens från andra basstationer som sänder på samma frekvens. Känsligheten kompenseras i viss mån av mer avancerade koder för felrättning men då de basstationer som byggs ut har en minimal överlapp blir även interferensen minimal. Sammantaget leder det i praktiken till att räckvidden för enbart taltjänst och räckvidden för tal- och datatjänst i GSM EDGE är jämförbara.

Typsiternas räckvidd för inomhustäckning finns samlade i tabellen nedan.

Tabell 4. Räckvidder för typsiter från mast till cellgräns i km (inomhustäckning)

	Skog	Halvöppen	Öppen	Berg
GSM EDGE (tal)	8,04	18,06	21,25	28,69
GSM EDGE (data)	8,04	18,06	21,25	28,69
UMTS900 (tal)	10,38	18,78	22,07	29,86
UMTS900 (data)	5,26	9,79	11,68	15,33
CDMA450 (tal)	13,45	29,04	47,84	65,17
CDMA450 (data)	12,21	26,41	43,6	59,15

För varje ruta bedöms hur många siter som behöver byggas för att täcka den tidigare ej täckta ytan och därav får man kostnaden.

Vid beräkning av täckt befolkning för en ruta antas befolkningstätheten utanför tätort vara homogen, dvs. en kommuns invånare som ej bor i tätort fördelas jämnt över kommunens yta. Detta är inte helt realistiskt men simulerar i viss mån att människor rör sig över ett större område än just där de bor. Denna effekt hade varit svår att uppnå utan ovanstående antagande.

Tillgången till elektricitet har stor inverkan på kostnaden för en site och således på den totala utbyggnadskostnaden. Kostnaden för att dra nya elledningar är mellan 1 000 och 3 000 kr/m beroende på terräng och oftast dras inte elledningar mer än någon enstaka kilometer [MRN]. För att simulera högre utbyggnadskostnad i områden med sämre tillgång till el har en högkostnadsfaktor använts vid beräkningarna. Extrakostnaden för att bygga en site har räknats ut för Jokkmokk kommun som bedömts vara den dyraste. Extrakostnaden är där 11,4 miljoner kronor per site och Jokkmokk har tilldelats högkostnadsfaktorn 16. Sedan har en kommunvis bedömning gjorts av till vilken grad varje kommun har samma extrakostnad som Jokkmokk. Varje kommun tilldelas en högkostnadsfaktor mellan 0 och 16 med vilken man räknar ut extrakostnaden som kvoten mellan en kommuns faktor och Jokkmokks faktor och sedan multiplicerar med extrakostnaden för Jokkmokks kommun. En ruta får samma högkostnadsfaktor som den kommun den ligger i (se bilaga E).

Den årliga kostnaden för mobiltelefoni innefattar utbyggnadskostnaden (utslagen på avskrivningstiden) och driftskostnaden.

6.4 Utbyggnadsstrategier

Vid utbyggnad av näten finns det flera alternativ till hur man prioriterar var man först ska bygga. Man skulle kunna välja att bygga för att uppnå så hög yttäckning som möjligt till så låg kostnad som möjligt. Men då syftet med en utbyggnad är att tillhandahålla mobiltelefoni till så många av Sveriges invånare som möjligt, och därmed minska behovet av satellittelefoni, används strategin att först bygga ut där kostnaden per invånare är lägst. Alltså prioriteras befolkningstäckning framför yttäckning. Det är den prioriteringsordning som ger den lägsta totalkostnaden för tillhandahållande av telekommunikation till Sveriges invånare, satellittelefoni inräknat.

Med den strategin kan man även se vid vilken yttäckningsgrad det blir billigare att istället för vidare utbyggnad subventionera satellittelefoni.

Den mobiltelefonikostnad som jämförs med satellittelefonikostnaden i en ruta är beräknad på det antal nya invånare som får tillgång till den utbyggda nättekniken oavsett om de har tillgång till det alternativa grundnätet. Det är först vid uträknandet av den totala maximala kostnaden för subventionering av satellittelefoni som en kontroll sker av tillgången till mobiltelefoni oavsett nät. På så vis undviks att nät byggs med outbyggda fläckar där man måste använda det alternativa grundnätet.

Kostnaden per användare och år för mobiltelefoni påverkas av avskrivningstiden som används för siterna och den är vid beräkningarna satt till 5 år. Vid användande av en högre avskrivningstid för siter skulle en högre utbyggnadsgrad av mobiltelefoni vara mer kostnadseffektivt än subventionering av satellittelefoni.

6.5 Beräkningsmodell för satellittelefoni

För att kunna jämföra kostnaderna för utbyggnad av mobiltelefoni och subventionering av satellittelefoni beräknas en årlig kostnad för satellittelefoni per användare. Beräkningen är baserad på användandet av Iridium, då det tidigare konstaterats att det är det enda satellitsystemet med tillräckligt god täckning. Kostnad för terminal, månadsavgift för abonnemang och samtalstaxa ingår. Terminalen kostar 5 700 kr och med en avskrivningstid på tre år blir den årliga terminalkostnaden 1 900 kr. Ett Iridium-abonnemang kostar 219,45 kr/månad vilket ger en årlig abonnemangskostnad på 2 633,4 kr. För att beräkna den årliga samtalskostnaden behövs en årlig samtalstid och samtalstaxa. Det totala antalet utgående samtalsminuter för mobiltelefoni, första halvåret 2007, var 7,5 miljoner [STM]. För ett år blir det 15 miljoner minuter. De fördelas på den del av befolkningen som hade mobiltelefoner under samma tid vilken var 94 % [STM]. Antalet minuter per person och år blir då 1 745 och den årliga samtalskostnaden med en samtalstaxa på 7,90 kr/min blir 13 785,5 kr. Den årliga kostnaden per användare av satellittelefoni blir således 18 322 kr. Se även bilaga F för mer detaljer.

Den årliga kostnaden för satellittelefoni jämförs med den årliga kostnaden per invånare för respektive mobiltelefoniteknik i varje

ruta. Med vald utbyggnadsstrategi uppnås en brytpunkt när mobiltelefonikostnaden överstiger satellittelefonikostnaden per invånare. Det är den brytpunkten som senare redovisas i resultatet. För att få fram det faktiska behovet av satellittelefoni i resterande rutor verifieras om det finns befintlig täckning i det alternativa grundnätet. Endast där detta inte finns räknas rutans satellittelefonikostnad in i vad som blir den maximala kostnaden för subventionering av satellittelefoni.

6.6 Kommentar av beräkningsmodell

Tillförlitligheten i resultaten är högre för större områden än för de enskilda rutorna. Detta beror på att vissa parametrar, så som dämpning av signalstyrkan i olika terräng, är baserade på ett genomsnitt över riket. Skillnaden i terräng mellan en enskild ruta och rikssnittet gör att resultatet för rutan kan avvika. Samma sak gäller för befolkningsciffrorna där en kommuns befolkningstäthet antas vara homogen. I vissa stora kommuner kommer vissa rutor att ha för många invånare och andra för få. Men på kommunnivå och högre kommer resultaten att konvergera.

Ett antagande har gjorts om att siter kan placeras optimalt. Vid beräkning av utbyggnaden har delar av siter använts för att uppnå full täckning i en ruta. Det motiveras framför allt av att en sites täckning går över rutgränser.

7 Resultat

Utbyggnadskostnaden redovisas nedan som grafer som anger kostnaden vid olika yttäckningsgrader respektive befolkningstäckningsgrader, med en prioritering av maximal befolkningstäckning. Som tidigare nämnts ger denna prioritering den totalekonomiskt lägsta kostnaden. Prioriteringen medför förstås att yttäckningsgraden inte automatiskt är största tänkbara, men det ger minsta antalet satellittelefoner att subventionera och täcker den största möjliga befolkningmängden. Skulle maximal yttäckningsgrad vara det prioriterade kommer även i vissa fall områden där satellittelefoni är det mest lönsamma att täckas av mobilnäten, vilket ger en högre total investeringskostnad.

I varje graf inkluderas brytpunkten där satellittelefoni blir det ekonomiskt mest fördelaktiga alternativet. Detta innebär att mobiltelefonikostnaden per invånare då är högre än motsvarande kostnad för att subventionera satellittelefoni till samma invånare. Som nämnts tidigare i kapitel 5 så är överföringshastigheten för satellittelefoni långt under de 200 kbit/s som är satt som gräns i scenarierna för tal- och datatjänster. Med Iridium är den maximala överföringshastigheten 28,8 kbit/s. Satellittelefoni är således bara ett alternativ till taltjänster men för att illustrera skillnaden mellan utbyggnad för enbart taltjänster och utbyggnad för tal- och data-tjänster kommer en kostnadsmässig jämförelse även att göras med scenarierna för tal- och datatjänster.

För varje teknik presenteras även en tabell med fakta kring en 100 procentig utbyggnad av respektive scenario.

För alternativen där utbyggnaden kompletteras med subventionering av satellittelefoni presenteras relevanta fakta för gällande brytpunkt i en separat tabell per teknik.

I bilaga G presenteras ett exempel på den källdata som använts för att producera dessa grafer och tabeller.

Observera att alla täckningsgrader är baserade på inomhustäckning.

7.1 GSM EDGE

Utbyggnad av GSM EDGE ger kostnader enligt tabellen nedan för respektive scenario.

Tabell 5. Kostnader för GSM EDGE vid 100 % yttäckning

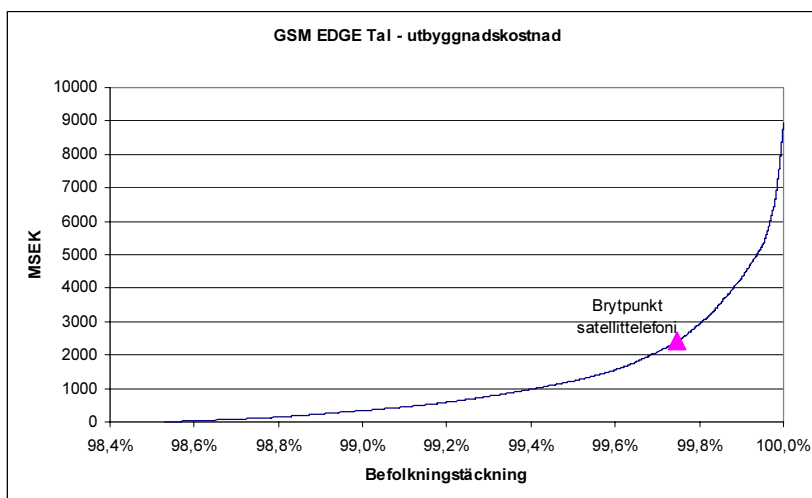
GSM EDGE	Tal	Data
Befintlig yttäckning inomhus	68,11 %	64,66 %
(GSM EDGE tillsammans med UMTS2100)	31,89 %	35,34 %
Utökad yttäckning	133 115 st	165 371 st
Antal invånare inom ny täckning	1 059 st	1 182 st
Antal nya siter som behövs	8 932 MSEK	9 713 MSEK
Total utbyggnadskostnad till 100 % yttäckning	106 MSEK	118 MSEK

7.1.1 GSM EDGE Tal – grafer

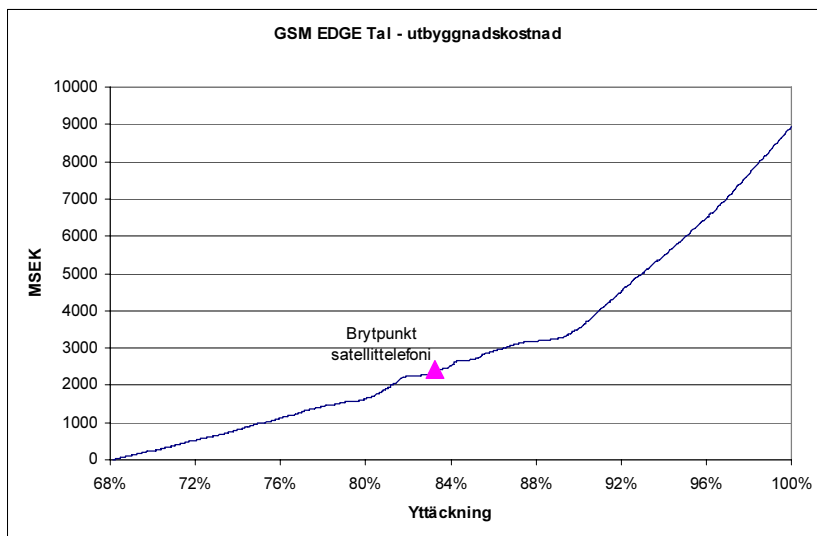
Graferna nedan visar i båda fallen utbyggnadskostnaden för GSM EDGE i scenariot för enbart taltjänst, med utbyggnadsstrategin att till så låg kostnad som möjligt täcka så stor del av befolkningen som möjligt.

Resultatet ger att den totala utbyggnadskostnaden för 100 % yttäckning ligger på 8 932 MSEK och att kostnadsökningen eskalerar vid ca 89 % yttäckning, då ca 99,85 % av befolkningen har fått täckning. Dock har brytpunkten för satellittelefoni passerats vid detta läge – den inträffar redan vid ca 83 % yttäckningsgrad. Se avsnitt 7.1.3 för mer detaljer kring detta.

Graf 1. Utbyggnad av GSM EDGE Tal – befolkningstäckning



Graf 2. Utbyggnad av GSM EDGE Tal – yttäckning

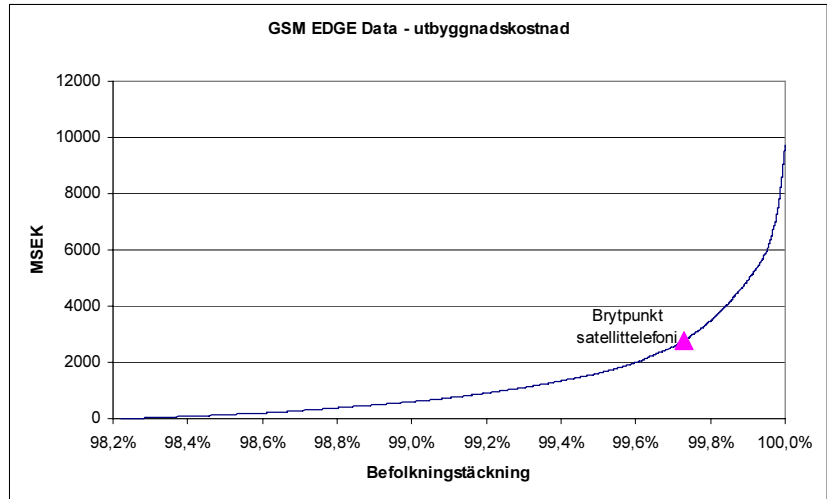


7.1.2 GSM EDGE Data – grafer

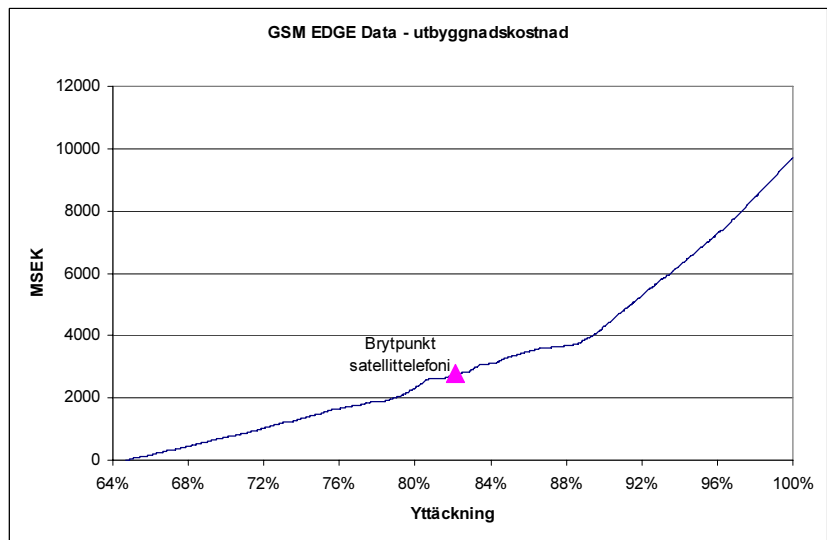
Graferna nedan visar i båda fallen utbyggnadskostnaden för GSM EDGE i scenariot för tal- och datatjänst, med utbyggnadsstrategin att till så låg kostnad som möjligt täcka så stor del av befolkningen som möjligt.

Resultatet ger att den totala utbyggnadskostnaden för 100 % yttäckning ligger på 9 713 MSEK och att kostnadsökningen eskalerar vid ca 89 % yttäckning, då ca 99,85 % av befolkningen har fått täckning. Vid detta läge har brytpunkten för satellittelefoni passerats – den inträffar redan vid ca 82 % yttäckningsgrad. Se avsnitt 7.1.3 för mer detaljer. Observera dock att satellittelefoni inte utgör ett fullgott komplement till GSM EDGE Data, då det relevanta satellitnätet ej kan erbjuda jämförbar datahastighet.

Graf 3. Utbyggnad av GSM EDGE Data – befolkningstäckning



Graf 4. Utbyggnad av GSM EDGE Data – yttäckning



7.1.3 Alternativkostnad – GSM EDGE och satellittelefoni

Tabellen nedan visar resultatet av alternativkostnaden om satellittelefoni subventioneras till invånare utan täckning av mobiltelefoninät, i de fall det är ekonomiskt fördelaktigt jämfört med att bygga ut GSM EDGE.

Notera att maximalt antal satellittelefoner att subventionera, samt dess motsvarande kostnad, utgår från att alla berörda invånare får en satellittelefon, oavsett ålder eller behov. Observera även att för scenariot GSM EDGE Data utgör ej satellittelefoni något fullgott komplement, då det relevanta satellitnätet ej kan erbjuda jämförbar datahastighet.

Det befintliga CDMA450-nätet har ingen täckning i de områden där satellittelefoni är ekonomiskt fördelaktigt jämfört med GSM EDGE Tal eller Data, vilket ger att 22 841 respektive 24 431 invånare skulle subventioneras med satellittelefon.

Tabell 6. Alternativkostnader för GSM EDGE och satellittelefoni

	GSM EDGE Tal	GSM EDGE Data
Brytpunkt satellittelefoni (yttäckningsgrad)	83,26 %	82,16 %
Utbyggnadskostnad vid brytpunkt	2 407 MSEK	2 777 MSEK
Driftkostnad per år vid brytpunkt	48 MSEK	56 MSEK
Befolkningstäckning vid brytpunkt	99,75 %	99,73 %
Befintlig yttäckning i övriga nät, utöver ovan utbyggda	0 %	0 %
Maximalt antal satellittelefoner att subventionera	22 841	24 431
Maximal årlig kostnad för satellittelefoni	418 MSEK	448 MSEK

7.2 UMTS900

Utbyggnad av UMTS900 ger kostnader enligt tabellen nedan för respektive scenario. Då UMTS900 idag inte finns utbyggt i Sverige är det den befintliga täckningen för GSM EDGE tillsammans med UMTS2100 som använts som utgångspunkt.

Tabell 7. Kostnader för UMTS900 vid 100 % yttäckning

UMTS900	Tal	Data
Befintlig yttäckning inomhus (GSM EDGE tillsammans med UMTS2100)	68,11 %	64,66 %
Utökad yttäckning	133 115 st	165 371 st
Antal invånare inom ny täckning	647 st	2812 st
Antal nya siter som behövs	5 499 MSEK	23 273 MSEK
Total utbyggnadskostnad till 100 % yttäckning	65 MSEK	282 MSEK

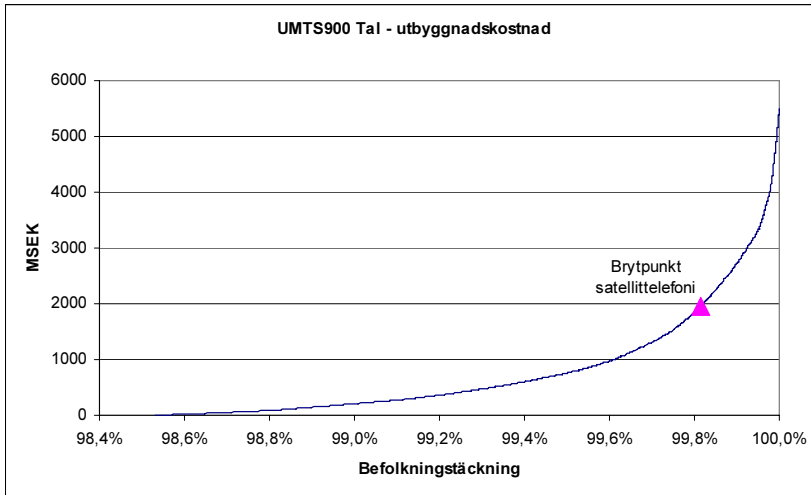
7.2.1 UMTS900 Tal – grafer

Graferna nedan visar i båda fallen utbyggnadskostnaden för UMTS900 i scenariot för enbart taltjänst, med utbyggnadsstrategin att till så låg kostnad som möjligt täcka så stor del av befolkningen som möjligt.

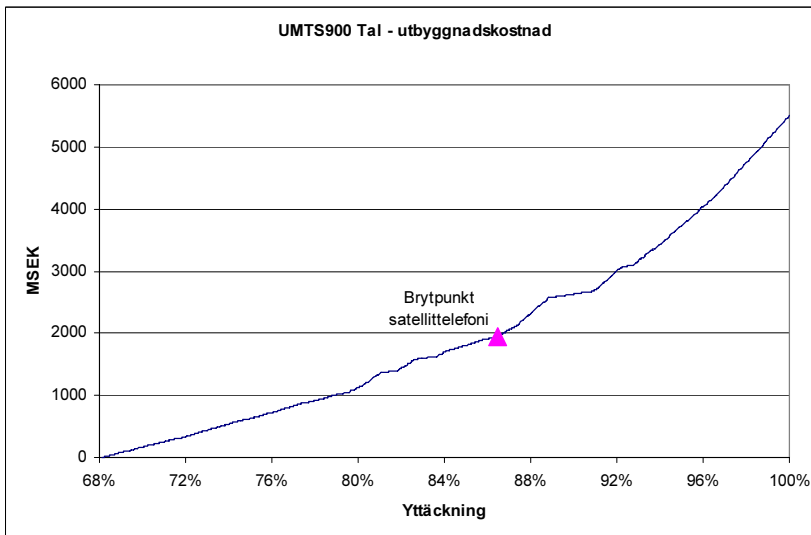
Resultatet ger att den totala utbyggnadskostnaden för 100 % yttäckning ligger på 5 499 MSEK och att kostnadsökningen eskalerar till viss del vid ca 91 % yttäckning, då ca 99,9 % av befolkningen har fått täckning. Dock har brytpunkten för satellittelefoni passerats vid detta läge – den inträffar redan vid ca 86,5 % yttäckningsgrad. Se avsnitt 7.2.3 för mer detaljer kring detta.

Det blir i detta scenario tydligt att det i ett intervall mellan ca 89 % och 91 % yttäckningsgrad är kostnadseffektivt rent ytmässigt att bygga ut. Detta beror på att de berörda rutorna är av terrängtypen Berg i Jokkmokk och Arjeplog och har en stor ytmässig täckning per ny site. De berörda rutorna kräver dock generellt en stor utbyggnad, samtidigt som de får en medelhög utbyggnadskostnad per invånare då invånarantalet är lågt. Därför är det med vald utbyggnadsstrategi inte lämpligt att bygga ut dem förrän vid detta tillfälle. Detta gör att grafen över yttäckningen ser ut att halta och inte vara optimerad, vilket den inte heller är (för yttäckning) eftersom befolkningstäckning prioriteras framför yttäckning. Detta uppstår i samtliga grafer där yttäckningen presenteras, men är mycket tydligt i UMTS900-scenarierna.

Graf 5. Utbyggnad av UMTS900 Tal - befolkningstäckning



Graf 6. Utbyggnad av UMTS900 Tal – yttäckning

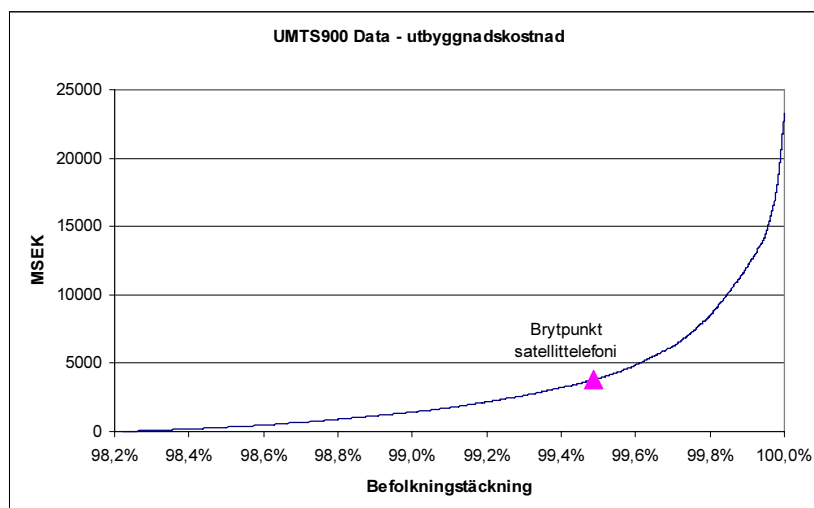


7.2.2 UMTS900 Data – grafer

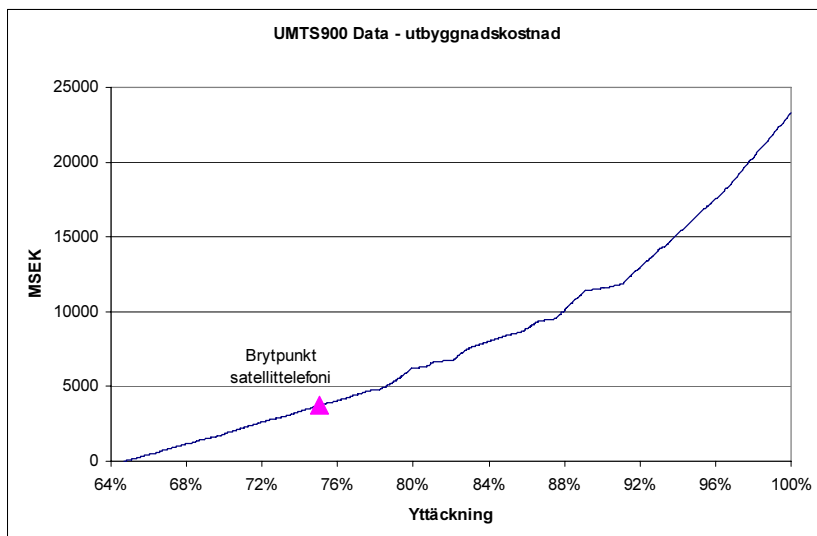
Graferna nedan visar i båda fallen utbyggnadskostnaden för UMTS900 i scenariot för tal- och datatjänst, med utbyggnadsstrategin att till så låg kostnad som möjligt täcka så stor del av befolkningen som möjligt.

Resultatet ger att den totala utbyggnadskostnaden för 100 % yttäckning ligger på 23 273 MSEK och att kostnadsökningen eskalerar vid ca 91 % yttäckning, då ca 99,9 % av befolkningen har fått täckning. Vid detta läge har brytpunkten för satellittelefoni passerats sedan länge – den inträffar redan vid ca 86,5 % yttäckningsgrad. Se avsnitt 7.2.3 för mer detaljer kring detta. Observera dock att satellittelefoni inte utgör ett fullgott komplement till UMTS900 Data, då det relevanta satellitnätet ej kan erbjuda jämförbar datahastighet.

Graf 7. Utbyggnad av UMTS900 Data – befolkningstäckning



Graf 8. Utbyggnad av UMTS900 Data – yttäckning



7.2.3 Alternativkostnad – UMTS900 och satellittelefoni

Tabellen nedan visar resultatet av alternativkostnaden om satellittelefoni subventioneras till invånare utan täckning av mobiltelefonnät i de fall det är ekonomiskt fördelaktigt jämfört med att bygga ut UMTS900.

Notera att maximalt antal satellittelefoner att subventionera, samt dess motsvarande kostnad, utgår från att alla berörda invånare får en satellittelefon, oavsett ålder eller behov. Observera även att för scenariot UMTS900 Data utgör ej satellittelefoni något fullgott komplement, då det relevanta satellitnätet ej kan erbjuda tillräcklig datahastighet.

Det befintliga CDMA450-nätet har ingen täckning i de områden där satellittelefoni är ekonomiskt fördelaktigt jämfört med UMTS900 Tal eller Data, vilket ger att 16 669 respektive 46 485 invånare skulle subventioneras med satellittelefon.

Tabell 8. Alternativkostnader för UMTS900 och satellittelefoni

	UMTS900 Tal	UMTS900 Data
Brytpunkt satellittelefoni (yttäckningsgrad)	86,49 %	75,05 %
Utbyggnadskostnad vid brytpunkt	1 950 MSEK	3 766 MSEK
Driftkostnad per år vid brytpunkt	37 MSEK	92 MSEK
Befolkningstäckning vid brytpunkt	99,82 %	99,49 %
Befintlig yttäckning i övriga nät, utöver ovan utbyggda	0 %	0 %
Maximalt antal satellittelefoner att subventionera	16 669	46 485
Maximal årlig kostnad för satellittelefoni	306 MSEK	852 MSEK

7.3 CDMA450

Utbyggnad av CDMA450 ger kostnader enligt tabellen nedan för respektive scenario.

Tabell 9. Kostnader för CDMA450 vid 100 % yttäckning

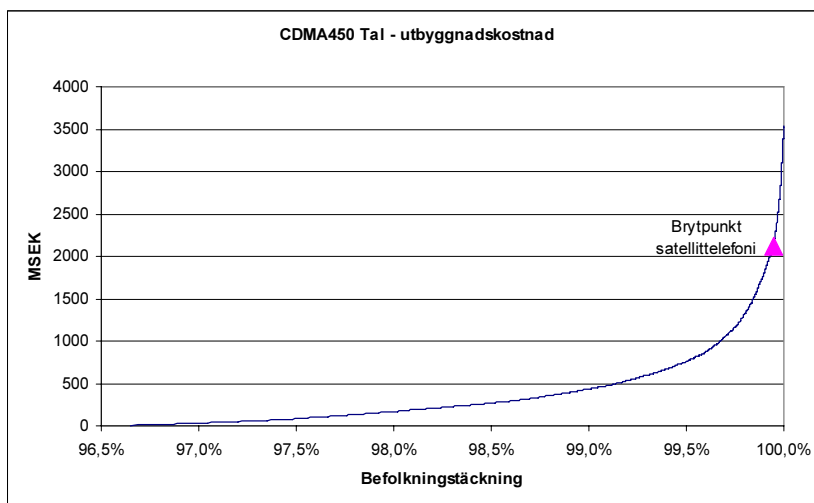
CDMA450	Tal	Data
Befintlig yttäckning inomhus	61,69 %	48,32 %
Utökad yttäckning	38,31 %	51,68 %
Antal invånare inom ny täckning	313 396 st	511 696 st
Antal nya siter som behövs	468 st	781 st
Total utbyggnadskostnad till 100 % yttäckning	3 544 MSEK	5 516 MSEK
Total driftkostnad per år	47 MSEK	78 MSEK

7.3.1 CDMA450 Tal – grafer

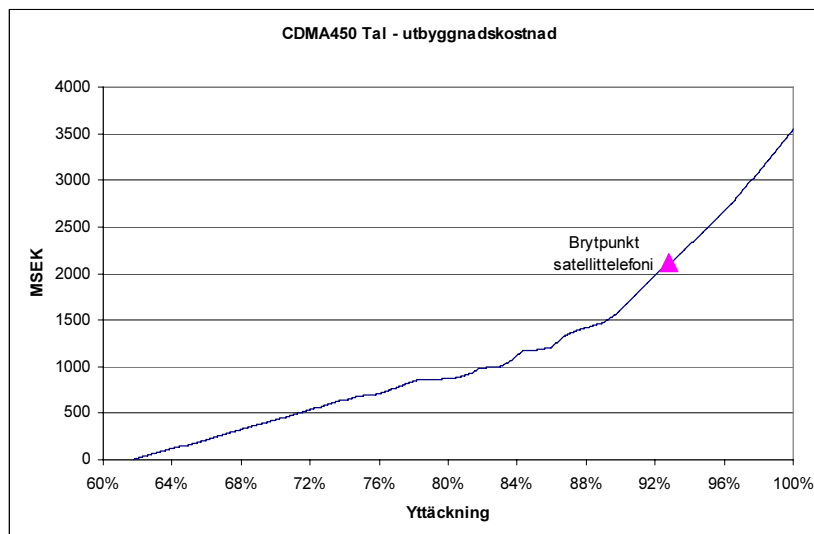
Graferna nedan visar i båda fallen utbyggnadskostnaden för CDMA450 i scenariot för enbart taltjänst, med utbyggnadsstrategin att till så låg kostnad som möjligt täcka så stor del av befolkningen som möjligt.

Resultatet ger att den totala utbyggnadskostnaden för 100 % yttäckning ligger på 3 544 MSEK och att kostnadsökningen eskalerar vid ca 89 % yttäckning, då ca 99,85 % av befolkningen har fått täckning. Brytpunkten för satellittelefoni inträffar dock först vid ca 93 % yttäckningsgrad. Se avsnitt 7.3.3 för mer detaljer kring detta.

Graf 9. Utbyggnad av CDMA450 Tal – befolkningstäckning



Graf 10. Utbyggnad av CDMA450 Tal – yttäckning

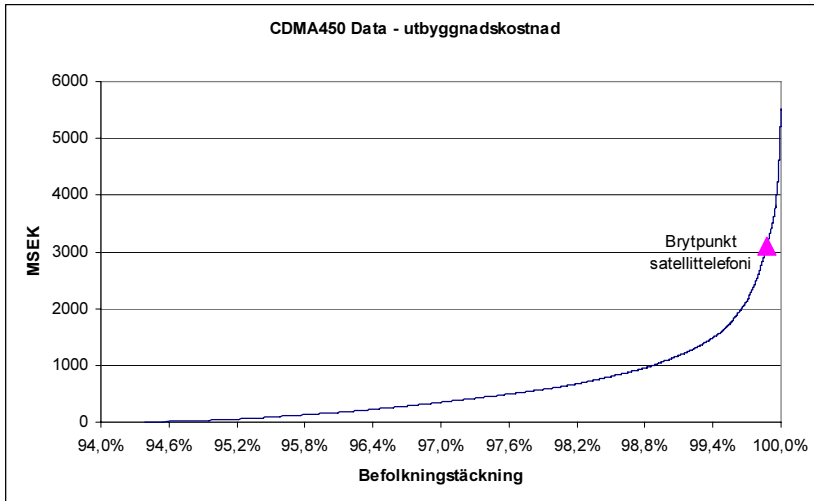


7.3.2 CDMA450 Data – grafer

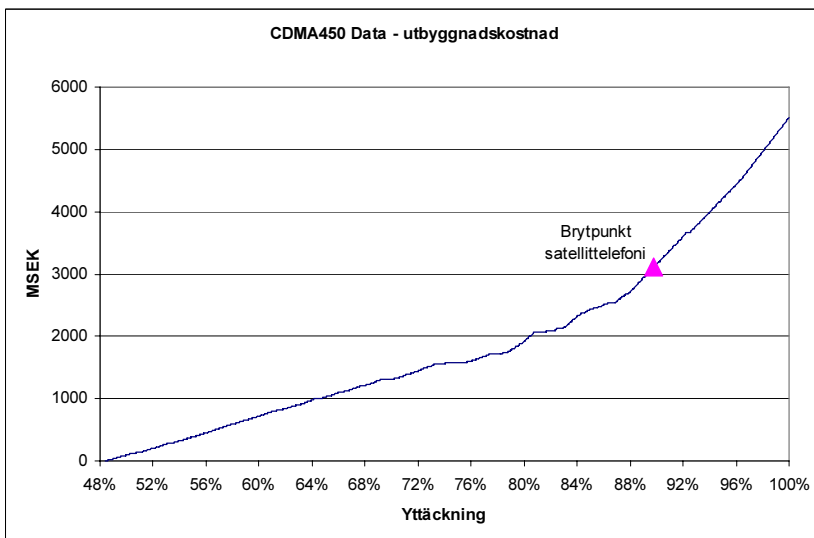
Graferna nedan visar i båda fallen utbyggnadskostnaden för CDMA450 i scenariot för tal- och datatjänst, med utbyggnadsstrategin att till så låg kostnad som möjligt täcka så stor del av befolkningen som möjligt.

Resultatet ger att den totala utbyggnadskostnaden för 100 % yttäckning ligger på 5 516 MSEK och att kostnadsökningen eskalerar vid ca 87 % yttäckning, då ca 99,75 % av befolkningen har fått täckning. Brytpunkten för satellittelefoni inträffar dock först vid ca 90 % yttäckningsgrad. Se avsnitt 7.3.3 för mer detaljer kring detta.

Graf 11. Utbyggnad av CDMA450 Data - befolkningstäckning



Graf 12. Utbyggnad av CDMA450 Data – yttäckning



7.3.3 Alternativkostnad – CDMA450 och satellittelefoni

Tabellen nedan visar resultatet av alternativkostnaden om satellittelefoni subventioneras till invånare utan täckning av mobiltelefonnät i de fall det är ekonomiskt fördelaktigt jämfört med att bygga ut CDMA450.

Notera att maximalt antal satellittelefoner att subventionera, samt dess motsvarande kostnad, utgår från att alla berörda invånare får en satellittelefon, oavsett ålder eller behov. Observera även att för scenariot CDMA450 Data utgör ej satellittelefoni något fullgott komplement, då det relevanta satellitnätet ej kan erbjuda tillräcklig datahastighet.

De befintliga GSM EDGE- och UMTS2100-näten har viss eller hel täckning i en del av de områden där satellittelefoni är ekonomiskt fördelaktigt jämfört med CDMA450 Tal eller Data. Detta gör att enbart en delmängd av de invånare som ej får täckning med CDMA450 är aktuella för att få subventionerad satellittelefon. För CDMA450 Tal är det 4 028 invånare som skulle subventioneras med satellittelefon, och för CDMA450 Data är motsvarande siffra 8 360 invånare.

Tabell 10. Alternativkostnader för CDMA450 och satellittelefoni

	CDMA450 Tal	CDMA450 Data
Brytpunkt satellittelefoni (yttäckningsgrad)	92,83 %	89,77 %
Utbyggnadskostnad vid brytpunkt	2 117 MSEK	3 105 MSEK
Driftkostnad per år vid brytpunkt	36 MSEK	60 MSEK
Befolkningstäckning vid brytpunkt	99,95 %	99,88 %
Befintlig yttäckning i övriga nät, utöver ovan utbyggda	1,32 %	1,87 %
Maximalt antal satellittelefoner att subventionera	4 028	8 360
Maximal årlig kostnad för satellittelefoni	74 MSEK	153 MSEK

8 Slutsatser

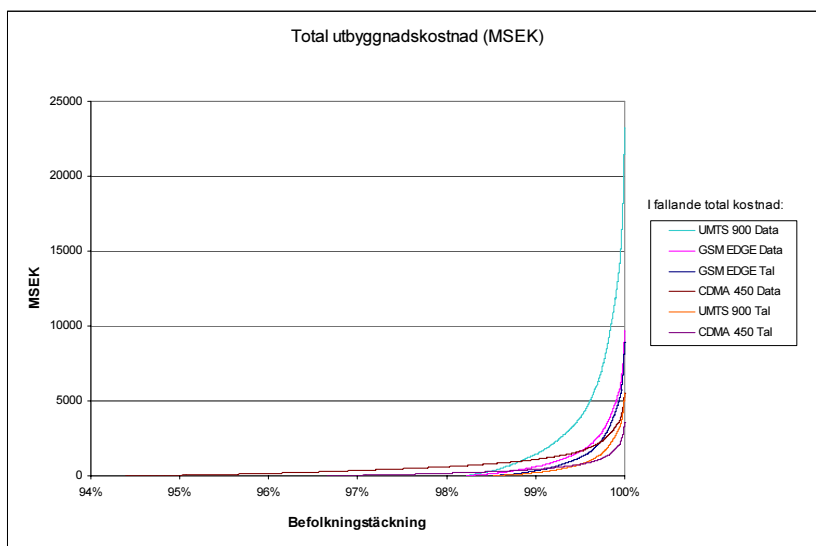
8.1 Jämförelse av mobiltelefonitekniker

Nedan jämförs de olika utbyggnadsalternativen i samma grafer, baserat på yttäckning respektive befolkningstäckning, med utbyggnadsstrategin att till så låg kostnad som möjligt täcka så stor del av befolkningen som möjligt.

Ser man till graf 13 är det tydligt att UMTS900 Data är den överlägset dyraste tekniken att bygga ut till 100 %, medan CDMA450 Tal är den billigaste.

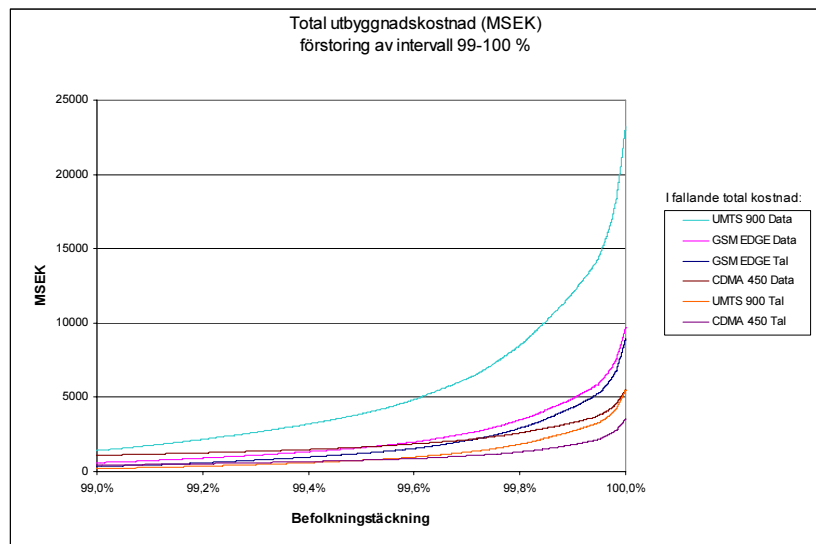
CDMA450 Data har störst del av befolkningen att täcka vid en utbyggnad – över 5 % – och är vid en utbyggnad till ca 98,5 % av befolkningen fortfarande det scenario med den högsta utbyggnadskostnaden. Vid 99,5 % befolkningstäckning har dock UMTS900 Data-scenariot högsta kostnaden, men även båda GSM EDGE-scenarierna har här en högre utbyggnadskostnad än CDMA450 Data.

Graf 13. Jämförelse av utbyggnadskostnader för mobiltelefonitekniker – befolkningstäckning



I grafen nedan presenteras intervallet 99–100 % för befolkningstäckningen från graf 13 ovan. Detta för att tydliggöra skillnaderna i kostnad för denna sista procentenhet.

Graf 14. Jämförelse av utbyggnadskostnader för mobiltelefonitekniker - befolkningstäckning, intervall 99-100 %

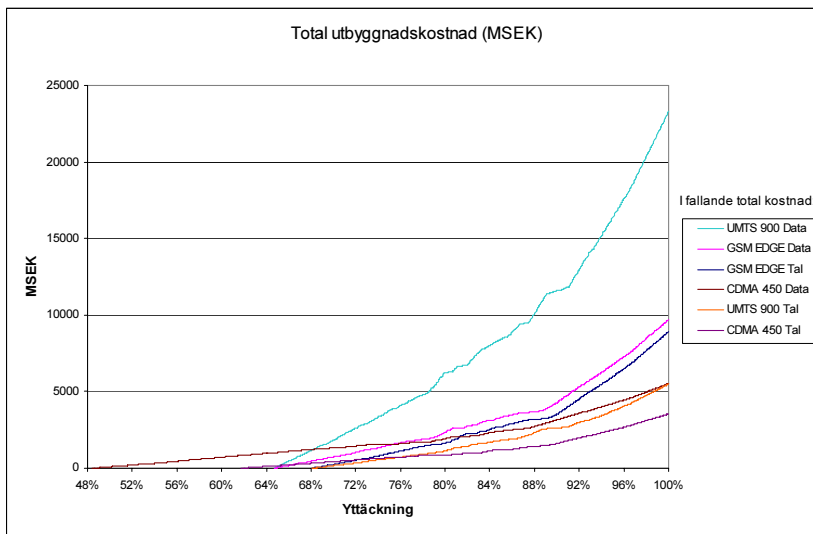


Ser man till yttäckningsgraden (fortfarande med samma utbyggnadsstrategi) är det tydligt att det är vid ca 88-91 % som kostnaden för samtliga scenarier eskalerar, om än i varierande grad. För UMTS900 Data sker det något senare, men då är kostnaden för detta scenario redan långt högre än för de övriga.

Generellt kan sägas att utbyggnad av de sista 10 % av landets yta står för ca 50 % av den totala utbyggnadskostnaden. Se graf 15 för detaljer.

Noterbart är även att UMTS900 Tal är det näst billigaste scenariot vid 100 % yttäckning. Detta trots att UMTS900 Data är det dyraste.

Graf 15. Jämförelse av utbyggnadskostnader för mobiltelefonitekniker - yttäckning



I tabellen nedan redogörs kostnaderna för samtliga mobiltelefonitekniker vid 100 % yttäckning för en överskådlig jämförelse.

Tabell 11. Jämförelse av mobiltelefonitekniker vid utbyggnad till 100 % yttäckning

	GSM EDGE Tal	GSM EDGE Data	UMTS900 Tal	UMTS900 Data	CDMA450 Tal	CDMA450 Data
Befintlig yttäckning inomhus	68,11 %	64,66 %	68,11 %	64,66 %	61,69 %	48,32 %
Utökad yttäckning	31,89 %	35,34 %	31,89 %	35,34 %	38,31 %	51,68 %
Antal invånare inom ny täckning	133 115 st	165 371 st	133 115 st	165 371 st	313 396 st	511 696 st
Antal nya siter som behövs	1 059 st	1 182 st	647 st	2 812 st	468 st	781 st
Total utbyggnadskostnad till 100 % yttäckning	8 932 MSEK	9 713 MSEK	5 499 MSEK	23 273 MSEK	3 544 MSEK	5 516 MSEK
Total driftkostnad per år	106 MSEK	118 MSEK	65 MSEK	282 MSEK	47 MSEK	78 MSEK

8.2 Jämförelse av alternativ med satellittelefoni som komplettering

I tabellen nedan presenteras jämförande alternativkostnader och annan fakta kring de fall där respektive scenario kompletteras med satellittelefoni där så är lönsamt. Notera att maximalt antal satellittelefoner att subventionera, samt dess motsvarande kostnad, utgår från att alla berörda invånare får en satellittelefon, oavsett ålder eller behov.

Den största yttäckningen vid brytpunkten mot satellittelefoni uppnås med CDMA450 Tal-scenariot, där 92,83 % av landets yta täcks. Lägsta täckningen av Tal-scenarierna får GSM EDGE Tal, med 83,26 % yttäckning.

Av Data-scenarierna, där satellittelefoni inte utgör ett fullgott komplement, uppnås brytpunkten redan vid 75,05% yttäckning för UMTS900 Data, medan CDMA450 Data når 89,77% yttäckning vid brytpunkten mot satellittelefoni.

Gemensamt för alla scenarier är att de uppnår en befolkningstäckning på minst 99,5 % före brytpunkter mot satellittelefoni.

Tabell 12. Jämförelse av alternativkostnader för mobiltelefonitekniker och satellittelefoni

	GSM EDGE Tal	GSM EDGE Data	UMTS900 Tal	UMTS900 Data	CDMA450 Tal	CDMA450 Data
Brytpunkt satellit- telefoni (yttäck- ningsgrad)	83,26 %	82,16 %	86,49 %	75,05 %	92,83 %	89,77 %
Utbyggnadskostnad vid brytpunkt	2 407 MSEK	2 777 MSEK	1 950 MSEK	3 766 MSEK	2 117 MSEK	3 105 MSEK
Driftkostnad per år vid brytpunkt	48 MSEK	56 MSEK	37 MSEK	92 MSEK	36 MSEK	60 MSEK
Befolkningstäckning vid brytpunkt	99,75 %	99,73 %	99,82 %	99,49 %	99,95 %	99,88 %
Befintlig yttäckning i övriga nät, utöver ovan utbyggda	0 %	0 %	0 %	0 %	1,32 %	1,87 %
Maximalt antal satellittelefoner att subventionera	22 841	24 431	16 669	46 485	4 028	8 360
Maximal årlig kostnad för satel- littelefoni	418 MSEK	448 MSEK	306 MSEK	852 MSEK	74 MSEK	153 MSEK

Värt att nämna är att i bägge CDMA450-scenarierna finns det kompletterande täckning av befintliga GSM EDGE/UMTS2100-nät vid brytpunkten för satellittelefoni. Invånare inom denna kompletterande täckning är inte aktuella för subventionerad satellittelefoni, vilket minskar totalkostnaden för dessa alternativ.

9 Diskussion

Under arbetet med denna utredning har ett antal frågeställningar, synpunkter och tangerande ämnen uppkommit, och dessa förtjänar att beröras. De har, enligt uppdrag, inte påverkat själva utredningsarbetet, men är relevanta för en analys av utredningens resultat.

9.1 Framtidsutsikter för de olika nätteknikerna

För CDMA450 är det en nackdel att det idag på den svenska konsumentmarknaden endast finns en terminal och att den inte är kompatibel med övriga nät. Det gör det svårare att få genomslag för användningen, även om det är det enda nätet med täckning i vissa områden. Nätet ersätter dock det gamla analoga NMT450-nätet som även det hade egna terminaler utan kompatibilitet. Då terminaler kompatibla med GSM finns på andra marknader är det nog bara en tidsfråga innan de finns även i Sverige. En stor del av kapaciteten kan komma att användas av skogsindustrin, som behöver mobil kommunikation till sina skogsmaskiner för att kunna effektivisera sitt arbete. Inomhustäckning är då inte nödvändig men täckningen ska vara så pass god att det fungerar att kommunicera i skogsterräng. Datahastigheten behöver inte heller vara särskilt hög. I övrigt är kostnadsfördelarna med CDMA450 tydliga i jämförelse med övriga tekniker och scenarier. CDMA450 Data är det i särklass billigaste scenariot för tal- och datatjänst och CDMA450 Tal är det billigaste utbyggnadsalternativet av alla. Så om terminaler kompatibla med övriga tekniker kommer på den svenska marknaden är CDMA450 klart konkurrenskraftigt. Endast UMTS900 Tal befinner sig i samma kostnadsnivå, och då i paritet med CDMA450 Data.

GSM EDGE är i förhållande till de andra teknikerna i denna utredning en gammal teknik som är på utgående, även om den under en överskådlig framtid säkert kommer att finnas kvar. Särskilt med tanke på den stora mängd terminaler som idag är avsedda för eller kompatibla med GSM-näten. Frågan är dock om en så pass stor investering, som en utbyggnad till 100 % yttäckning innebär, bör genomföras med en utgående teknik. Den har inte heller några kostnadsfördelar, förutom i förhållande till UMTS900 Data. Ser man enbart till utredningens resultat är därför inte en utbyggnad av GSM EDGE att rekommendera. Dock är trumfkortet för GSM EDGE, tillgängligheten på terminaler, så pass starkt att tekniken inte helt kan avfärdas.

UMTS900 är den teknik som har de största framtidsutsikterna, åtminstone om man får tro systemleverantörerna. Detta stärks av att de 47 medlemsländerna i CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) kommit överens om att tillåta utbyggnad av UMTS900. Att subventionera scenariot för tal- och datatjänst känns visserligen orimligt med tanke på den

höga kostnaden, men att bygga ut UMTS900 för enbart taltjänster i sammanhanget ut som en rimlig strategi. Detta tack vare kombinationen av ny teknik och en av de lägsta utbyggnadskostnaderna. I samband med att tekniken utvecklas och kostnaderna för utbyggnad för datatjänst sjunker skulle denna infrastruktur kunna uppgraderas, om så önskas. Det sistnämnda kräver dock en noggrann analys och torde ligga ett antal år framåt i tiden.

Vad gäller satellittelefoni som ett komplement finns det stora kostnadsbesparingar att göra i förhållande till att bygga ut näten till 100 %. Dess stora nackdel är förstås att hög datahastighet inte är tillgängligt i kombination med taltjänst, men som ren taltjänst borde det kunna vara av intresse att subventionera. Dock är ju frågan om hela samtalskostnaden skall subventioneras, vilket antagits i denna utredning.

9.2 Alternativa energikällor för högkostnadssiter

I utredningens initialskede fanns en hypotes om att ersätta traditionell elförsörjning med vindkraft eller dieselaggregat för de siter som klassificerades som högkostnadssiter.

Vindkraft är vanligt förekommande i Afrika och enligt beräkningar så är driftkostnaden med lämpliga vindkraftaggregat så pass låg att det skulle kunna vara ett alternativ i Sverige också. Det visade sig dock inte görbart att få fram uppgifter på själva investeringskostnaden, vilket medförde att vindkraften inte kunde användas som ett alternativ i denna utredning.

Även rörande dieselaggregat visade det sig vara svårt att få fram tillförlitliga uppgifter rörande den totala kostnadsbilden, vilket medförde att även denna alternativa energikälla uteslöts från utredningen.

Det är dock relevant att utreda bägge dessa alternativ vidare, då det är sannolikt att det finns kostnadsbesparingar att göra inom detta område.

9.2.1 Marknadseffekter

Vid utbyggnad av UMTS900 kommer de operatörer som inte har sändningstillstånd i 900-bandet att missgynnas om de inte tilldelas extra frekvensutrymme. Telia Sonera, Tele2 och Telenor har idag

frekvensutrymme på 900-bandet även om det inte är säkert att det är tillräckligt för GSM900 och UMTS900 parallellt.

Endast Nordisk Mobiltelefoni har tillstånd att använda frekvensbandet kring 450 MHz. Vid utbyggnad av CDMA450 har de en särskild styrkeposition i eventuella förhandlingar om samarbete med övriga operatörer om att tillhandahålla täckning även i glesbygd.

Två drivande aktörer för användandet av UMTS900 i Europa är systemleverantörerna Ericsson och Nokia som ser nya marknader värda flera hundra miljarder kronor. Detta kan positivt påverka deras vilja att stödja en subventionerad utbyggnad av UMTS900-nätet.

10 Referenser

- [GFA] George Falk, IDG Europe AB, telefonkontakt, 2008-02-25
- [GSE] Globalstar, Coverage, senast uppdaterad: september 2007,
<http://www.globalstareurope.com/en/content.php?cid=300>,
hämtad: 2008-04-14
- [IRI] Iridium, Products,
<http://www.iridium.com/products/product.php?linx=0001>,
hämtad: 2008-04-14
- [JBN] Jim Bräckeback, Netton, e-postkontakt, 2008-03-06
- [KBM] Ulf Stenklyft, Utvärdering Satellitkommunikation, Kris- och beredskapsmyndigheten, 2007-06-25, 0245/2007
- [LLT] Lars Löfquist, Tele 2, telefonkontakt, 2008-03-19
- [MRN] Mikael Ryking, Nordisk Mobiltelefoni, telefonkontakt, 2008-03-19
- [NMT] Nordisk Mobiltelefoni, Täckning,
<http://www.nmt.net/T%C3%A4ckning-944.aspx>, hämtad: 2008-04-14
- [PTS1] Sändardata insamlad av PTS från de svenska mobiloperatörerna, daterad 2008-03-03
- [STM] Svensk Telemarknad första halvåret 2007, Larsson, Mälarstig & Holmström, Rapportnummer: PTS-ER-2007:27, ISSN 1650-9862, hämtad: 2008-02-21
- [THU] Thuraya, Coverage Map,
<http://www.thuraya.com/content/thuraya-coverage.html>,
hämtad: 2008-04-14

Bilagor

Bilaga A: Typsiter – kostnadsunderlag

GSM EDGE / UMTS900

Typsite kostnad GSM/UMTS 900						
SA/CW	BESKRIVNING	KOSTNAD (SEK)	Typ 1 (GF-Skog-1-90)	Typ 2 (GF-Berg-1-90)	Typ 3 (GF-Semi-öppet-1-72)	Typ 4 (GF-Öppet-1-55)
SA	Består av:					
	Avtal - Tillstånd	40 000	1,2	1,5	1	1
	Avgifter - lovansökningar	10 000	1,2	1,5	1	1
CW	Består av:					
	Geoteknisk undersökning	6 000	1,2	1,5	1	1
	Fundament (Torn, Shelter)	225 000	1,2	1,5	1	1
	Access väg (10m)	5 000	100	200	50	25
	Beredning - Schaktning	3 000	1,2	1,5	1	1
	Stängsel	39 000	1,2	1,5	1	1
	El-Access	15 000	1,2	1,5	1	1
	El-Kabel anslutning (1K Sek/M)	1 000	1000	2000	500	250
	Diesel Generator 5Kva	115 000	1	1		
	Shelter/Container	100 000	1	1	1	1
	Radio-Rum	8 000				
	Kyla (Air-con)	8 000	1	1	1	1
	Antenn-Fästen och Kabel-trummor	18 000	1,2	1,5	1	1
	Aviation Lights	17 000	1	1	1	1
	Jordnings Arbete	6 000	1,2	1,5	1	1
	Larm och brandskydd	3 000	1,2	1,5	1	1
	Torn 42m	180 000				1
	Torn 55m	240 000			1	
	Torn 72m	310 000		1,5		
	Torn 90m	380 000	1			
	Torn - Mast resning inkl. Kran el Helikopter	90 000	1,2	1,5	1	1
	Total: SA/CW		2 666 000	4 387 500	1 570 000	1 135 000

RADIO-SITE UTR.	BESKRIVNING	KOSTNAD (SEK)	Typ 1 (GF-Skog-1-90)	Typ 2 (GF-Berg-1-90)	Typ 3 (GF-Semi-öppet-1-72)	Typ 4 (GF-Öppet-1-55)
RBS	Består av: Radio Utr. 1 - Sector (Omni)	150 000	1	1	1	1
Antenner	Består av: Antenner - Feeder	55 000	1,5	1,2	1	1
Transmission	Består av: Transmission (Fiber/Koppar) Transmission (Microwave)	2 500 160 000	1,2	1,5	1	1
Backup	Består av: Backup System (8Hr) Backup System (24Hr)	120 000 220 000	1	1	1	1
Total: RADIO			644 500	676 000	485 000	485 000
IMPLEMENTERING	BESKRIVNING	KOSTNAD (SEK)	Typ 1 (GF-Skog-1-90)	Typ 2 (GF-Berg-1-90)	Typ 3 (GF-Semi-öppet-1-72)	Typ 4 (GF-Öppet-1-55)
RBS - TRM	Består av: Installation Integrering - Accept	15 000 2 500	1,2 1,2	1,5 1,5	1 1	1 1
Antenner - Feeder	Består av: Installation	22 000	1,2	1,5	1	1
Transmission	Består av: Installation (Fiber/Koppar) Installation (Microwave)	3 500 22 000	1,2	1,5	1	1
Mgmt	Består av: Projekt-ledning Planering - Dokumentation Lager - Transport	18 000 13 000 8 000	1 1 1,2	1 1 1,5	1 1 1	1 1 1
Total: IMPL.			114 400	135 250	100 500	100 500
TOTAL Site Build:			3 424 900	5 198 750	2 155 500	1 720 500

IMPLEMENTERING	BESKRIVNING	KOSTNAD (SEK)	Typ 1 (GF-Skog-1-90)	Typ 2 (GF-Berg-1-90)	Typ 3 (GF-Semi-öppet-1-72)	Typ 4 (GF-Öppet-1-55)
O/M Kost (per år)	Består av:					
	Kraft Kostnad	26 000	1	2,4		1
	Reservdelar	22 000	1	1		1
	Underhåll	28 000	1,2	1,5		1
	On Call + Remote support	18 000	1	1		1
	Total: O/M per År		99 600	144 400	94 000	94 000

CDMA450

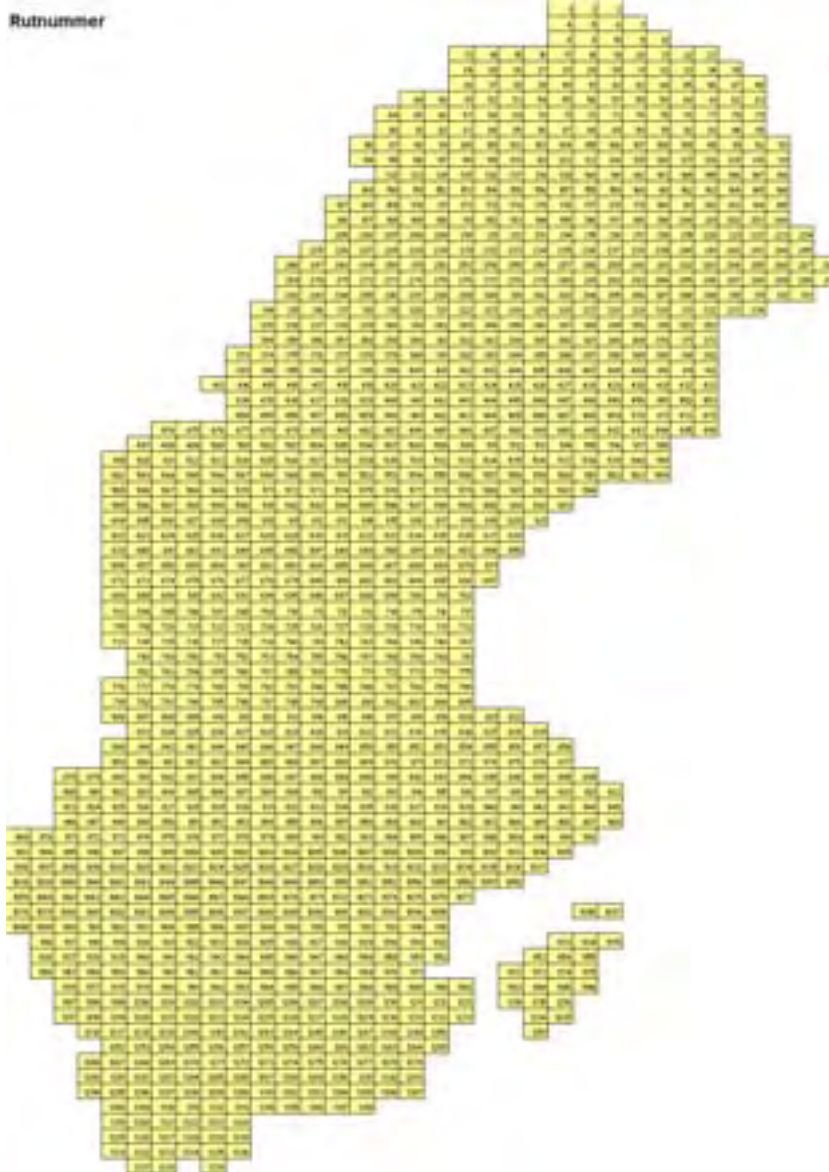
Typsite kostnader CDMA450						
SA/CW	BESKRIVNING	Kostnad (SEK)	Typ 1 (GF-Skog-1-90)	Typ 2 (GF-Berg-1-90)	Typ 3 (GF-Semi-öppet-1-72)	Typ 4 (GF-Öppet-1-55)
SA	Består av:					
	Avtal - Tillstånd	40 000	1,2	1,5	1	1
	Avgifter - lovansökningar	10 000	1,2	1,5	1	1
CW	Består av:					
	Geoteknisk undersökning	6 000	1,2	1,5	1	1
	Fundament (Torn, Shelter)	225 000	1,2	1,5	1	1
	Access väg (10m)	5 000	100	200	50	25
	Beredning - Schaktning	3 000	1,2	1,5	1	1
	Stängsel	39 000	1,2	1,5	1	1
	El-Access	15 000	1,2	1,5	1	1
	El-Kabel anslutning (1K Sek/M)	1 000	1000	2000	500	250
	Diesel Generator 5Kva	115 000	1	1		
	Shelter/Container	100 000	1	1	1	1
	Radio-Rum	8 000				
	Kyla (Air-con)	8 000	1	1	1	1
	Antenn-Fästen och Kabel-trummor	18 000	1,2	1,5	1	1
	Aviation Lights	17 000	1	1	1	1
	Jordnings Arbete	6 000	1,2	1,5	1	1
	Larm och brandskydd	3 000	1,2	1,5	1	1
	Torn 90m	380 000	1	1,5		
	Torn 72m	310 000			1	
	Torn 55m	240 000				1
	Torn - Mast resning inkl. Kran el Helikopter	90 000	1,2	1,5	1	1
	Total: SA/CW		2 666 000	4 492 500	1 640 000	1 195 000

RADIO-SITE UTR.	BESKRIVNING	Kostnad (SEK)	Typ 1 (GF-Skog-1-90)	Typ 2 (GF-Berg-1-90)	Typ 3 (GF-Semi-öppet-1-72)	Typ 4 (GF-Öppet-1-55)
RBS	Består av: Radio Utr. 1 - Sector (Omni)	150 000	1	1	1	1
Antenner	Består av: Antenner - Feeder	55 000	1,5	1,5	1	1
Transmission	Består av: Transmission (Fiber/Koppar) Transmission (Microwave)	2 500 180 000	1,2	1,5	1	1
Backup	Består av: Backup System (8Hr) Backup System (24Hr)	120 000 220 000	1	1	1	1
Total: RADIO			668 500	722 500	505 000	505 000
IMPLEMENTERING	BESKRIVNING	Kostnad (SEK)	Typ 1 (GF-Skog-1-90)	Typ 2 (GF-Berg-1-90)	Typ 3 (GF-Semi-öppet-1-72)	Typ 4 (GF-Öppet-1-55)
RBS - TRM	Består av: Installation Integrering - Accept	15 000 2 500	1,2	1,5	1	1
Antenner - Feeder	Består av: Installation	22 000	1,2	1,5	1	1
Transmission	Består av: Installation (Fiber/Koppar) Installation (Microwave)	3 500 22 000	1,2	1,5	1	1
Mgmt	Består av: Projekt-ledning Planering - Dokumentation Lager - Transport	18 000 13 000 8 000	1 1 1,2	1 1 1,5	1 1 1	1 1 1
Total: IMPL.			114 400	135 250	100 500	100 500
TOTAL Site-Build:			3 448 900	5 350 250	2 245 500	1 800 500

IMPLEMENTERING	BESKRIVNING	Kostnad (SEK)	Typ 1 (GF-Skog-1-90)	Typ 2 (GF-Berg-1-90)	Typ 3 (GF-Semi-öppet-1-72)	Typ 4 (GF-Öppet-1-55)
O/M Kost (per år)	Består av:					
	Kraft Kostnad	26 000	1	2,4		1
	Reservdelar	22 000	1	1		1
	Underhåll	28 000	1,2	1,5		1
	On Call + Remote support	18 000	1	1		1
	Total: O/M per År		99 600	144 400	94 000	94 000

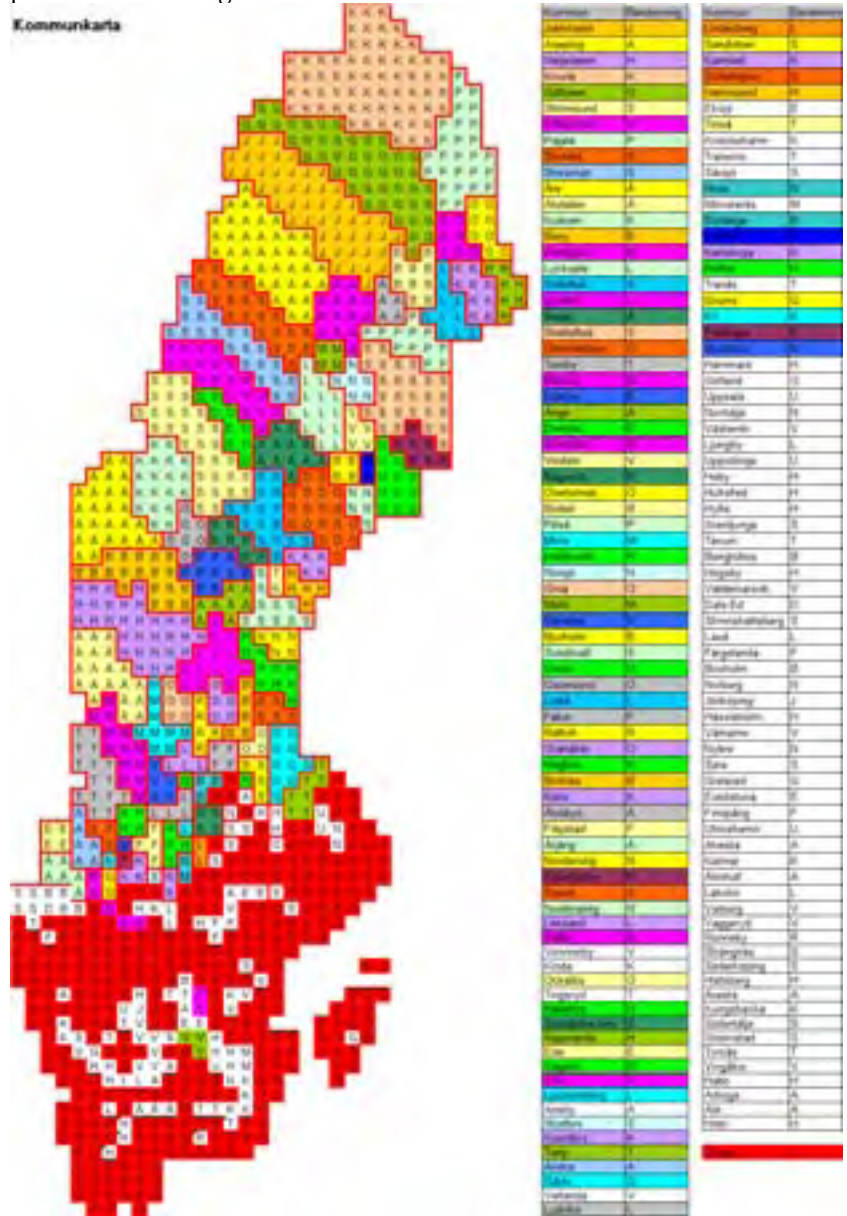
Bilaga B: Rutnät – numrering

Följande karta visar det rutnät som använts som underlag för att identifiera befintlig täckning samt för att beräkna utbyggnads- och driftskostnader.



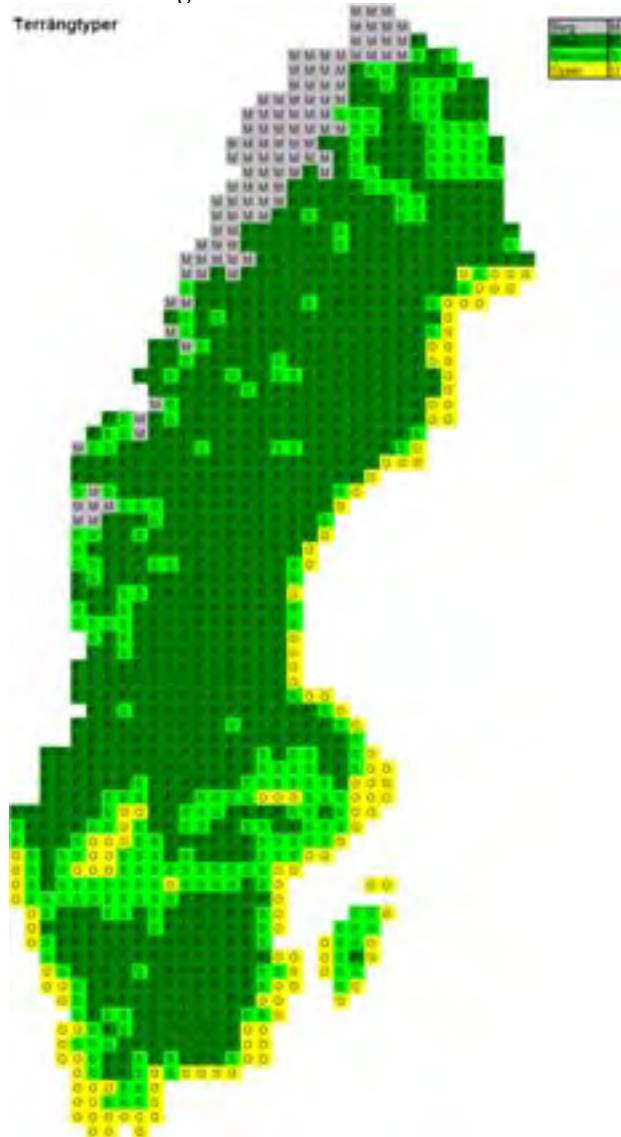
Bilaga C: Rutnät – kommunindelning

Följande karta visar den kommunindelning som gäller för rutnätet presenterat i Bilaga 2.



Bilaga D: Rutnät – terrängtyper

Följande karta visar de terrängtyper som gäller för rutnätet presenterat i Bilaga 2.



Bilaga E: Rutnät – högkostnadsfaktorer

Följande karta visar de högkostnadsfaktorer som använts som underlag för att beräkna den extrakostnad som uppkommer i samband med att nya elledningar måste dras till utbyggnadssiter.



Bilaga F: Satellittelefonkostnad

Beräkning av den årliga abonnentkostnaden för satellittelefoni.

Kostnadsberäkning för satellittelefoni

Beräkning av trafikminuter per person och år		
Antal trafikminuter 1 H 2007 (STM)	7 500 000 000	
Antal invånare i Sverige juni 2007 (SCB)	9 142 333	
Andel invånare med mobiltelefon	94 %	
Trafikminuter per person och år	1 745	
Kostnader för satellittelefoni med Iridium		
Minuttaxa till mobiltelefon (IDG)	7,90 kr	(1,26 USD/min, växelkurs 1 USD = 6,27 kr, 2008-02-22)
Månadskostnad abonnemang (IDG)	219,45 kr	(35,00 USD/mån, växelkurs 1 USD = 6,27 kr, 2008-02-22)
Terminalkostnad (Motorola 9505A) (IRN)	5 700,00 kr	(Kostnade skrivs av över 3 år)
Satellittelefonkostnad per person och år		
Total årlig abonnentkostnad	18 322,42 kr	

Källförteckning för satellittelefoniberäkning

Referens	Källa	Hämtningsdatum
(STM)	Svensk Telemarknad första halvåret 2007, Larsson, Mälarslig & Holmström, Rapportnummer: PTS-ER-2007:27, ISSN 1650-9862	2008-02-21
(IRN)	Iridium Nordic, http://www.iridium.se	2008-02-20
(IDG)	IDG Europe AB, http://www.idgeurope.com/swedish	2008-02-21
(SCB)	Statistiska centralbyrån, Preliminär befolkningsstatistik, http://www.scb.se/templates/tableOrChart____25896.asp	2008-02-21

Bilaga G: Exempel på beräkningsunderlag

Scenario: GSM EDGE Voice

Totalt antal invånare: 9047752

Baseline-täckning (km ² , %)	
364 800	68,11%

Totalt antal invånare inom ny täckning	
21 040	

Satellittelefoni: Variabler för kostnad per år och användare	
18 332 kr	5

Utökad täckning (km ² , %)	
4 960	#REFERENS!

Antal nya siter	
32,2	

Total yttäckning i riket (km ² , %)	
#####	#REFERENS!

Total utbyggnadskostnad (Mkr)	
119,310	

Total Area Sweden (km ²)	
535 600	

Total driftskostnad per år (Mkr)	
3,233	

Rutnummer	Län	Kommun	Site-typ	Antal invånare inom ny täckning	Ny yttäckning	Antal nya siter	Utbyggnadskostnad per ruta (Mkr)	Sitekostnad (Mkr)	Driftskostnad per ruta och år (Mkr)	Driftskostnad per site och år (Mkr)	Höggkostnadsfaktor	Invånartäthet (inv/km ²)	Utbyggnadskostnad per invånare	Utbyggnadskostnad per km ²	Service med lägst kostnad per invånare
775	Gävleborgs län	Söderhamn	Öppet	120,8	20	0,0225	0,039	1,721	0,002	0,094	0	6,042	320 kr	0,001935563	Mobiletelefoni
747	Gävleborgs län	Hudiksvall	Semi-öppet	95,4	20	0,0315	0,068	2,156	0,003	0,094	0	4,771	712 kr	0,003394913	Mobiletelefoni
533	Västernorrlands län	Örnsköldsvik	Semi-öppet	185,8	80	0,126	0,272	2,1555	0,012	0,094	0	2,323	1 462 kr	0,003394913	Mobiletelefoni
774	Gävleborgs län	Söderhamn	Skog	120,8	20	0,159	0,545	3,425	0,016	0,100	0	6,042	4 506 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
759	Gävleborgs län	Söderhamn	Skog	362,5	60	0,477	1,634	3,425	0,048	0,100	0	6,042	4 506 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
469	Västerbottens län	Umeå	Skog	1731,9	300	2,385	8,168	3,425	0,238	0,100	0	5,773	4 717 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
492	Västerbottens län	Umeå	Skog	230,9	40	0,318	1,089	3,425	0,032	0,100	0	5,773	4 717 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
493	Västerbottens län	Umeå	Skog	461,8	80	0,636	2,178	3,425	0,063	0,100	0	5,773	4 717 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
491	Västerbottens län	Vännäs	Skog	211,4	40	0,318	1,089	3,4249	0,032	0,0996	0	5,284	5 153 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
515	Västerbottens län	Vännäs	Skog	211,4	40	0,318	1,089	3,4249	0,032	0,0996	0	5,284	5 153 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
636	Västernorrlands län	Härnösand	Skog	622,0	120	0,954	3,267	3,4249	0,095	0,0996	0	5,163	5 263 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
653	Västernorrlands län	Härnösand	Skog	103,7	20	0,159	0,545	3,4249	0,016	0,0996	0	5,163	5 263 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
634	Västernorrlands län	Sundsvall	Skog	1478,7	300	2,385	8,168	3,4249	0,238	0,0996	0	4,929	5 524 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
684	Västernorrlands län	Sundsvall	Skog	492,9	100	0,795	2,723	3,4249	0,079	0,0996	0	4,929	5 524 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
651	Västernorrlands län	Sundsvall	Skog	985,8	200	1,59	5,446	3,4249	0,158	0,0996	0	4,929	5 524 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
683	Västernorrlands län	Sundsvall	Skog	1380,1	280	2,226	7,624	3,425	0,222	0,100	0	4,929	5 524 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
745	Gävleborgs län	Hudiksvall	Skog	667,9	140	1,113	3,812	3,425	0,111	0,100	0	4,771	5 707 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
746	Gävleborgs län	Hudiksvall	Skog	95,4	20	0,159	0,545	3,4249	0,016	0,0996	0	4,771	5 707 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
714	Gävleborgs län	Hudiksvall	Skog	381,7	80	0,636	2,178	3,4249	0,063	0,0996	0	4,771	5 707 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
715	Gävleborgs län	Hudiksvall	Skog	763,3	160	1,272	4,356	3,4249	0,127	0,0996	0	4,771	5 707 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
699	Gävleborgs län	Hudiksvall	Skog	1526,6	320	2,544	8,713	3,4249	0,253	0,0996	0	4,771	5 707 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
925	Värmlands län	Arvika	Skog	804,3	140	1,113	4,605	4,1374	0,111	0,0996	1	5,745	5 725 kr	0,03289233	Mobiletelefoni

Rutnummer	Län	Kommun	Site-typ	Antal invånare inom ny täckning	Ny yttäckning	Antal nya siter	Utbyggnadskostnad per ruta (Mkr)	Sitekostnad (Mkr)	Driftskostnad per ruta och år (Mkr)	Driftskostnad per site och år (Mkr)	Höggkostnadsfaktor	Invånartäthet (inv/km ²)	Utbyggnadskostnad per invånare	Utbyggnadskostnad per km ²	Service med lägst kostnad per invånare
817	Gävleborgs län	Sandviken	Skog	93,2	20	0,159	0,545	3,4249	0,016	0,0996	0	4,658	5 846 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
834	Gävleborgs län	Sandviken	Skog	93,2	20	0,159	0,545	3,4249	0,016	0,0996	0	4,658	5 846 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
852	Gävleborgs län	Sandviken	Skog	372,6	80	0,636	2,178	3,4249	0,063	0,0996	0	4,658	5 846 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
881	Värmlands län	Sunne	Skog	112,2	20	0,159	0,658	4,1374	0,016	0,0996	1	5,612	5 861 kr	0,03289233	Mobiletelefoni
882	Värmlands län	Sunne	Skog	112,2	20	0,159	0,658	4,1374	0,016	0,0996	1	5,612	5 861 kr	0,03289233	Mobiletelefoni
635	Västernorrlands län	Timrå	Skog	1370,3	300	2,385	8,168	3,4249	0,238	0,0996	0	4,568	5 961 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
652	Västernorrlands län	Timrå	Skog	548,1	120	0,954	3,267	3,4249	0,095	0,0996	0	4,568	5 961 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
1186	Jönköpings län	Vetlanda	Skog	87,5	20	0,159	0,545	3,425	0,016	0,100	0	4,374	6 225 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
454	Jämtlands län	Krokom	Berg	23,2	20	0,0125	0,145	11,611	0,002	0,144	9	1,162	6 246 kr	0,007257031	Mobiletelefoni
476	Jämtlands län	Krokom	Berg	232,4	200	0,125	1,451	11,61125	0,018	0,1444	9	1,162	6 246 kr	0,007257031	Mobiletelefoni
500	Jämtlands län	Krokom	Berg	464,7	400	0,25	2,903	11,61125	0,036	0,1444	9	1,162	6 246 kr	0,007257031	Mobiletelefoni
622	Jämtlands län	Berg	Berg	18,9	20	0,0125	0,118	9,47375	0,002	0,1444	6	0,943	6 276 kr	0,005921094	Mobiletelefoni
623	Jämtlands län	Berg	Berg	18,9	20	0,0125	0,118	9,47375	0,002	0,1444	6	0,943	6 276 kr	0,005921094	Mobiletelefoni
606	Jämtlands län	Berg	Berg	188,7	200	0,125	1,184	9,47375	0,018	0,1444	6	0,943	6 276 kr	0,005921094	Mobiletelefoni
901	Värmlands län	Eda	Skog	103,7	20	0,159	0,658	4,1374	0,016	0,0996	1	5,186	6 343 kr	0,03289233	Mobiletelefoni
618	Västernorrlands län	Kramfors	Skog	166,1	40	0,318	1,089	3,4249	0,032	0,0996	0	4,153	6 556 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
619	Västernorrlands län	Kramfors	Skog	166,1	40	0,318	1,089	3,4249	0,032	0,0996	0	4,153	6 556 kr	0,027227955	Mobiletelefoni
423	Västerbottens län	Lycksele	Semi-öppet	13,6	20	0,0315	0,090	2,868	0,003	0,094	1	0,680	6 645 kr	0,0045171	Mobiletelefoni
787	Gävleborgs län	Bollnäs	Skog	1464,4	300	2,385	9,868	4,1374	0,238	0,0996	1	4,881	6 738 kr	0,03289233	Mobiletelefoni
772	Gävleborgs län	Bollnäs	Skog	683,4	140	1,113	4,605	4,137	0,111	0,100	1	4,881	6 738 kr	0,03289233	Mobiletelefoni
786	Gävleborgs län	Bollnäs	Skog	1171,6	240	1,908	7,894	4,137	0,190	0,100	1	4,881	6 738 kr	0,03289233	Mobiletelefoni
758	Gävleborgs län	Bollnäs	Skog	97,6	20	0,159	0,658	4,137	0,016	0,100	1	4,881	6 738 kr	0,03289233	Mobiletelefoni
263	Norrbottens län	Luleå	Skog	402,5	100	0,795	2,723	3,425	0,079	0,100	0	4,025	6 766 kr	0,027227955	Mobiletelefoni

Dimensionering och kostnad för utbyggnad av UMTS

*Filip Bonnevier och Andreas Eklöv
Netlight Consulting AB*

Innehåll

1	Sammanfattning	495
2	Introduktion.....	496
2.1	Bakgrund	496
2.2	Uppdraget.....	497
2.3	Förutsättningar	498
2.4	Omfattning och metod.....	499
	2.4.1 Granskning.....	499
	2.4.2 Intervjuer.....	499
	2.4.3 Expertanalys.....	500
3	Tilldelning av licenser.....	500
3.1	Skönhetstävlingar kontra auktion.....	500
	3.1.1 Skönhetstävling.....	500
	3.1.2 Auktioner	501
4	Nulägesanalys av den svenska marknaden	502
4.1	Täckning befolkning.....	502
4.2	Täckning yta.....	503
4.3	Hinder och framgångar	503
5	Internationell jämförelse	504
5.1	Jämförelsens grund	504
	5.1.1 Definition täckning	504
	5.1.2 Val av referensländer	505
5.2	Danmark.....	505
	5.2.1 Bakgrund	505
	5.2.2 Täckning befolkning.....	506

5.2.3	Täckning yta	506
5.2.4	Hinder och framgångar.....	507
5.2.5	Relevans för svensk jämförelse.....	508
5.3	Finland	508
5.3.1	Bakgrund	508
5.3.2	Täckning befolkning.....	509
5.3.3	Täckning yta	509
5.3.4	Hinder och framgångar.....	510
5.3.5	Relevans för svensk jämförelse.....	511
5.4	Nederländerna	512
5.4.1	Bakgrund	512
5.4.2	Täckning befolkning.....	513
5.4.3	Täckning yta	513
5.4.4	Hinder och framgångar.....	514
5.4.5	Relevans för svensk jämförelse.....	515
5.5	Norge	516
5.5.1	Bakgrund	516
5.5.2	Täckning befolkning.....	516
5.5.3	Täckning yta	517
5.5.4	Hinder och framgångar.....	518
5.5.5	Relevans för Svensk jämförelse	519
5.6	Storbritannien.....	519
5.6.1	Bakgrund	519
5.6.2	Täckning befolkning.....	520
5.6.3	Täckning yta	520
5.6.4	Hinder och framgångar.....	521
5.6.5	Relevans för svensk jämförelse.....	522
5.7	Befolkningstäthet i Norden.....	523
5.8	Hypotetisk auktionskostnad	524
5.8.1	Lärdomar från referensländer.....	524
	Danmarks auktion 2001.....	524
	Nederländernas auktion 2000	524
	Norges skönhetstävling och auktioner 2000 resp. 2005.....	524
	Storbritanniens auktion 2000	525
5.9	Sammanfattning av internationell jämförelse	525

6	Sammanställning av operatörsintervjuer.....	527
6.1	Kostnader för utbyggnad och drift.....	527
6.2	Tilldelning av licenser	528
6.3	Nya aktörer	528
6.4	Förutsättningar för utbyggnad.....	529
6.5	Bruk av alternativa frekvenser	530
6.6	Framtida reglering.....	531
6.7	Allmän diskussion.....	531
6.8	Sammanfattning operatörsinformation	532
7	Utbyggnadsanalys	533
7.1	Beräkningsmodell.....	534
7.1.1	Konkurrenssituation.....	534
7.1.2	Datatjänster.....	535
7.1.3	Trafikmodell.....	535
7.1.4	Utbyggnadsberäkning	536
7.1.5	Avgränsningsmodell	537
7.2	Kostnadsmodell.....	537
7.2.1	Typsiter	538
7.2.2	Avgränsningsmodell efter typsite.....	538
7.3	Nuvarande nät.....	539
7.3.1	Täckningsgrad befolkning.....	539
7.3.2	Täckningsgrad yta.....	540
7.3.3	Kostnadssituation	540
7.4	Utbyggnad enligt kommersiella krafter	540
7.4.1	Beräkningsprinciper.....	540
7.4.2	Täckningsgrad befolkning.....	540
7.4.3	Täckningsgrad yta.....	541
7.4.4	Kostnadssituation	541
7.4.5	Avgränsningsmodellens avvikande orter.....	542
7.4.6	Jämförelse med operatörsåsikter	542
7.4.7	Jämförelse med referensländer.....	543
7.5	Referensnät enligt GSM-tillståndet	543

7.5.1	Täckningsgrad befolkning	544
7.5.2	Täckningsgrad yta	544
7.5.3	Kostnadssituation	545
7.5.4	Jämförelse med kommersiellt styrt nät	545
7.6	Totalkostnad för utredningens nät.....	546
7.7	Sammanfattning av utbyggnadsanalys	547
8	Sammanfattande analys	547
8.1	Hypotetiskt utbyggnadsresultat.....	547
8.2	Kostnadsfrågor	548
8.3	Lärdomar från referensländer	549
8.4	Reglering.....	550
9	Översikt resultat	551
10	Bilagor	551
11	Referenser	552

1 Sammanfattning

I Sverige hölls en så kallad skönhetstävling år 2000 där licenserna för att bygga ut UMTS-nät i Sverige tilldelades. Fyra licenser tilldelades till de operatörer som ansågs kunna genomföra en utbyggnad som uppfyller täckningskraven. Upprättandet av de svenska UMTS-näten försenades vid ett flertal tillfällen men år 2007 kunde samtliga operatörer rapportera befolkningstäckning som uppfyllde täckningskraven.

Post och telestyrelsen har givit Netlight Consulting i uppdrag att utreda hur den svenska UMTS-marknaden skulle se ut i dagsläget med avseende på befolkningstäckning, kostnad och kapacitet om ett auktionsförfarande utan täckningskrav hade använts för att tilldela licenserna i Sverige. Detta hypotetiska scenario visar hur svenska UMTS-operatörer skulle ha valt att bygga ut sina UMTS-nät om de styrs av kommersiella intressen snarare än statliga täckningskrav.

Utredningen av detta hypotetiska scenario bygger på en trianguleringsmetod. En del av trianguleringen bygger på att operatörerna intervjuas om kostnadsfrågor såväl som kvalitativa uppskattningar av hur de hade handlat i det hypotetiska scenariot. I den andra delen granskas och intervjuas relevanta nordiska och europeiska referensländer via enkäter för att på så sätt få en bild av hur nationernas UMTS-utbyggnad ser ut med avseende på regulatoriska, geografiska och befolkningsmässiga förutsättningar samt en utredning av hur utbyggnaden ser ut i dagsläget. Den tredje delen av trianguleringen är att utföra en radioplaneringsanalys där parametrar insamlade från operatörer såväl som branschexperter används för att beräkna hur täckning och kapacitet skulle se ut i de hypotetiska näten, samt hur mycket de skulle kosta.

Resultatet av den internationella jämförelsen visar att inget av de nordiska eller europeiska länderna har uppnått en täckningsgrad som uppnår eller överstiger den svenska befolkningstäckningen. Majoriteten av referensländerna har endast uppnått en befolkningstäckning på cirka 80 procent, även de länder vars förutsättningar är avsevärt mer gynnsamma för UMTS-utbyggnad än de svenska förutsättningarna.

Resultatet av radioplaneringen visar att Sverige i det hypotetiska scenariot med auktionsförfarande utan täckningskrav maximalt skulle uppnå en befolkningstäckning på cirka 80 procent för en

operatör med affärsmodellen ”bäst täckning”, det vill säga 18 procent sämre befolkningstäckning än dagens svenska UMTS-nät. Övriga operatörers nät skulle ha en befolkningstäckning på cirka 57 procent.

Kostnaden för dagens svenska UMTS-nät har beräknats till cirka 30 miljarder SEK. De hypotetiska UMTS-näten skulle tillsammans kosta cirka 17 miljarder SEK. Denna rapport kan alltså konstatera att den svenska UMTS-utbyggnaden skulle följa samma mönster som går att identifiera hos utredningens referensländer och ha en avsevärt lägre täckningsgrad än dagens svenska UMTS-nät till en lägre kostnad för operatörerna.

2 Introduktion

I detta kapitel beskrivs bakgrunden till rapporten, uppdraget och dess förutsättningar samt en beskrivning av utredningens tillvägagångssätt och omfattning.

2.1 Bakgrund

I slutet av 1998 antog Europaparlamentet och ministerrådet ett beslut som innebar att samtliga EU-länder skulle genomföra nödvändiga åtgärder för att tredje generationens mobila kommunikationstjänster skulle kunna tas i bruk senast den 1 januari 2002. Det innebar startskottet för utbyggnaden av tredje generationens mobila nät, så kallade 3G eller UMTS-nät. Som ansvarig myndighet öppnade PTS år 2000 ansökningsprocessen för UMTS-licenser i Sverige. Ansökningsprocessen byggde på en så kallad skönhets-tävling vilket innebar att de ansökande operatörerna skulle presentera en utbyggnadsplan vad det gäller ekonomisk kapacitet och teknisk genomförbarhet samt att bevis på tillgång till sakkunskap och erfarenhet skulle uppvisas. Täckningskraven för UMTS-nät krävde att operatörerna skulle upprätta 30 procent av nätet själva samt att 8 860 000 personer skulle få tillgång till UMTS-tjänster i de nya näten. Efter en inledande prövning bedömdes operatörernas uppskattningar för utbyggnad där de poängsattes efter hur snabbt utrullningen av deras planerade UMTS-nät skulle ske. Förslagen

bedömdes utifrån huvudkriterierna täckningsandel för befolkningen, geografisk täckning samt befolkningstäthet.

Vid sista ansökningsdag den 1 september 2000 hade tio ansökningar kommit in, av dessa tilldelades fyra licenser. Licensstagarna var Europolitan (idag Telenor), Hi3G, Tele 2 och Orange. Samtliga operatörer lovade att täcka 8 860 000 personer av Sveriges befolkning senast slutet av 2003. Tillstånden för UMTS-licenserna gäller till och med den 31 december 2015. Telia (idag TeliaSonera) tilldelades inte någon licens då deras förslag inte ansågs tekniskt genomförbart. Telia valde då att samarbeta med Tele 2 för utbyggnad av UMTS-nät utanför storstadsregionerna i det gemensamma bolaget SUNAB. Orange bad om att få sin licens hävd då de inte ansåg sig kunna bygga ett lönsamt UMTS-nät enligt tillståndsvillkoren. Det extra frekvensutrymme som blev ledigt efter Oranges avhopp delades ut jämnt mellan de tre återstående operatörerna. Detta extra frekvensutrymme har bland annat använts för att lansera så kallat Turbo-3G (HSPA). Även Hi3G och Europolitan valde att samarbeta om utbyggnaden utanför storstadsregionerna i det gemensamma bolaget 3GiS.

Utöver kravet på att 30 procent av UMTS-näten ska bestå av egenägd infrastruktur uppmanas operatörerna att samarbeta om utbyggnaden för resten av landet, detta eftersom det inte är ekonomiskt försvarbart att bygga tre separata nät för 8 860 000 personer enligt tillståndskraven. Detta innebär i realiteten att operatörerna har byggt tre separata nät i de ekonomisk gynnsamma storstadsregionerna och två gemensamma nät i resten av landet.

2.2 Uppdraget

Netlight Consulting har fått i uppdrag av Post och telestyrelsen, härmed PTS, att utreda i vilken utsträckning UMTS-näten skulle ha byggts ut om de svenska täckningskraven inte existerade. Uppdraget består i att beräkna ett hypotetiskt scenario för hur utbyggnaden av UMTS hade skett i Sverige om operatörerna inte hade byggt ut efter täckningskrav. Resultatet av denna rapport kommer att visa hur ett sådant hypotetiskt nät skulle se ut med avseende på geografisk täckning samt befolkningstäthet och vilken struktur och funktionalitet ett sådant nät skulle haft med avseende på exempelvis dataöverföringskapacitet. Kostnaden för utbyggnaden av nuvarande UMTS-nät utan dagens täckningskrav

ska också beräknas. De hypotetiska näten ska dessutom bygga på en komparativ ansats där situationen i andra nordiska och europeiska länder används som referenspunkter. Ett referensnät har även beräknats i enlighet med de ursprungliga tillståndsvillkoren för GSM. Detta har använts som en referensutbyggnad och referenskostnad till de övriga hypotetiska näten som beräknats.

2.3 Förutsättningar

- Jämförelsen är gjord utifrån situationen som den ser ut i dag, inte när eventuella tillståndsvillkor skulle vara uppfyllda i framtiden. Tekniker eller frekvenser som inte är i bruk i dag har inte beaktats, exempelvis har frekvenserna 900 megahertz eller 450 megahertz inte beaktats då dessa inte är i bruk för UMTS i dag. De ursprungliga frekvensbanden 1900–1980 megahertz samt 2110–2170 megahertz är de som avses i denna rapport.
- I kvantifieringarna av de hypotetiska näten har kostnader för auktionsförfarande istället för skönhetsstävlingar tagits i beaktande. Mängden tillgängliga frekvenser antas vara densamma som när licenserna tilldelades i Sverige 2000, det vill säga 120 megahertz till fyra operatörer (2 x 60+20). En jämförelse med auktionsintäkter för övriga nordiska länder har också använts för att kunna kvantifiera intäkterna för en hypotetisk auktion i Sverige år 2000. Kostnaden för att köpa frekvensutrymme har brutits ut så att den går att särskilja från kostnaderna för att bygga de fysiska näten.
- Rapportens ansats använder sig av de lagar och regelverk som är rådande i Sverige idag. Det skulle under projekttidens gång inte vara möjligt att få fram trovärdig data som spekulerar i hur dessa nät skulle se ut om andra lagar eller regelverk hade verkat på Svenska marknaden. I rapporten antas därmed att lagar om exempelvis sambyggnad är desamma i de hypotetiska näten som de är idag.
- I beräkningarna av de hypotetiska näten kommer konkurrensituationen att bygga på fyra operatörer, i enlighet med den situation som rådde vid tilldelningen av UMTS-licenserna samt det tillgängliga antalet licenser. Beräkningarna kommer att utföras för fyra konkurrerande operatörer men resultatet redo-

visas som ett enda enhetligt nät enligt uppdragets specifikationer.

- För mer information om antaganden och känslighetsanalys av rapportens innehåll, se bilaga 7.

2.4 Omfattning och metod

Vid genomförande av tekniska utredningar, förundersökningar, enkäter, analyser och undersökningar av annan karaktär använder sig Netlight av en väl etablerad metodik som baserar sig på begreppet triangulering. Denna metodik utgår ifrån att tre av varandra oberoende analysmetoder tillsammans skapar en helhetsbild. En av metodens grundläggande styrkor ligger i att de tre olika analysernas resultat kontrollerar varandra och på detta sätt bidrar till en balanserad helhetsbild.

2.4.1 Granskning

En stor del av det underlag som ligger till grund för denna rapport bygger på en inledande granskningsprocess där Netlight samlar in och granskar befintlig information och kunskap som finns inom de områden som projektet berör. Detta innefattar information om kostnader och problem vid utbyggnad, information om utbyggnadsförfarande hos referensländerna, nuvarande täckningsgrad hos UMTS-operatörerna, dokumentation om tilldelningsprocesser och alla dokument som är av intresse för utredningen. Denna information har sedan legat till grund för det intervjuunderlag som presenterats för operatörerna och den enkät som skickats ut till referensländerna.

2.4.2 Intervjuer

En stor del av rapportens resultat bygger på djupintervjuer med de svenska UMTS-operatörerna. Målet med dessa djupintervjuer är dels att utvinna ett kostnadsunderlag som kan användas för att verifiera de kostnadsparametrar som används i radioplaneringsanalysen, dels att få ut operatörernas kvalitativa åsikter om hur företagen hade agerat om ett auktionsförfarande utan täcknings-

krav hade varit den rådande modellen när UMTS-licenserna tilldelades. Information från referensländerna har inhämtats genom ett enkätsunderlag där utbyggnad och regulatoriska regerverk utreds.

2.4.3 Expertanalys

I expertanalysen vägs information insamlad genom granskning och djupintervjuer samman med utredarnas expertis inom relevanta områden för att bygga välgrundade slutsatser.

Utöver kvalitativ expertkunskap används även en radioplaneringsanalys för att få fram en trovärdig bild av hur de svenska UMTS-näten hade sett ut om ett auktionsförfarande hade använts utan täckningskrav. Där används kostnadsparametrar för att avgöra hur en utbyggnad hade skett. Dessa kostnadsparametrar styrks av den information som erhållits under operatörsintervjuerna. Resultatet av radioplaneringsanalysen styrks även med de kvalitativa åsikter som erhållits under operatörsintervjuerna. Här vägs åsikter från såväl operatörer, referensländer, underkonsulter och Netlights egna experter in i den slutgiltiga analysen.

3 Tilldelning av licenser

I Sverige och andra skandinaviska länder har tilldelningsförfarandet skönhetstävling varit den rådande metoden för att tilldela licenser för radiofrekvenser. I majoriteten av de europeiska länderna har istället ett auktionsförfarande använts för att tilldela radiolicenser.

3.1 Skönhetstävlingar kontra auktion

3.1.1 Skönhetstävling

I en skönhetstävling bedöms operatörernas förmåga att kunna genomföra en utbyggnad ur ett ekonomiskt, administrativt och tekniskt perspektiv. Länder som använder sig av skönhetstävlingar för att tilldela licenser genererar inga eller små intäkter till statskassan, med undantag för eventuella marginella årliga avgifter, men i gengäld brukar de ställa så kallade täckningskrav på operatörerna

för att säkerställa att nationen får en väl utbyggd infrastruktur och en konsistent kapacitet över hela nationen. De finansiella medel som i ett auktionsförfarande hade gått till att köpa licenser kan operatörerna efter en skönhetstilldelning använda till att bygga ut sina nät. En risk med skönhetstävlingar är att de kan främja de befintliga GSM-operatörerna då dessa redan har en befäst position på marknaden och lättare kan uppvisa erfarenhet, planer för teknisk utbyggnad och bruk av de befintliga masterna i GSM-nätet. En befintlig GSM-operatör kan dessutom räkna in besparingarna i att bygga ut det befintliga GSM-nätet när värderingar av UMTS-licenser ska beräknas. En ny operatör på marknaden utan befintligt GSM-nät ligger i en sådan situation i underläge när utbyggnadsförslag ska lämnas i en skönhetstilldelning. Sårbarheten för en ny operatör beror dock på operatörens finansiella styrka och storlek internationellt, en större internationell operatör kan vara villig att investera större summor än en lokal aktör om nationen anses vara en viktig del av den affärsmässiga strategin.

3.1.2 Auktioner

Auktionsförfaranden kan se olika ut beroende på vad det rådande organet i varje nation tror är den bästa modellen för att säkerställa en effektiv auktionsprocess som är anpassad efter nationens egna förutsättningar, samt att säkra en effektiv konkurrens i nationen. Den generella metoden är att auktionerna utförs i ett antal steg där operatörerna i varje steg får möjlighet att lägga ett bud på antingen licenser eller frekvensutrymme. Auktionsmodeller kan även använda sig av speciella licenser reserverade för nya operatörer för att på så sätt ge konkurrenter möjlighet att etablera sig på en marknad där existerande GSM-operatörer redan har ett försprång. Fördelar med ett auktionsförfarande anses generellt vara att de är genomskinliga, mer rättvisa och ekonomiskt effektivare än skönhetstilldelningar ur tilldelningssynpunkt. Det primära målet med en auktionsprocess är att effektivisera det ekonomiska resultatet av auktionen, det vill säga maximalt ekonomiskt överskott för kund såväl som för operatör. Ett sekundärt mål med en auktionsprocess är att generera intäkter till staten. Mängden pengar som genereras genom auktioner beror på auktionsprocessens utformning och konkurrensförhållanden inom telekombranschen i den aktuella nationen. En risk med auktionsprocesser är att befintliga opera-

törer kan försöka utnyttja hål i auktionsprocessen, se kapitel 5.4, för att bjuda över nykomlingar på marknaden eftersom fler licens-tagare skulle minska den ekonomiska potentialen för ett UMTS-nät. Risken för detta beror dock på den ekonomiska kapaciteten hos de potentiella nykomlingarna på marknaden.

4 Nulägesanalys av den svenska marknaden

I detta kapitel beskrivs den rådande situationen på den svenska marknaden i dag samt den rådande situationen i rapportens referensländer.

4.1 Täckning befolkning

I juni 2004 ansökte de olika operatörerna försökt ändra tillståndsvillkoren och ansökt om lägre krav på befolkningstäckning, sänkta krav på pilotsignal och ytsannolikhet samt förlängning av tidsplanen [PTSR1]. Den operatör med bäst täckning uppnådde enbart 74 procent befolkningstäckning av de 98 procent utlovade i december 2003 när utbyggnaden enligt deras egna löften skulle vara klar, dock så visade internationella jämförelser att Sverige hade en mycket god befolkningstäckning i UMTS-näten. De ursprungliga tillståndsvillkoren ändrades 2004 där PTS tog beslut om nya villkor vilka ska vara långsiktigt hållbara samt ge UMTS-operatörerna möjlighet att utnyttja nya tekniska lösningar. De förändrade tillstånden sänkte kraven på pilotsignalen men övriga täckningskrav bestod. De svenska UMTS-operatörerna lyckades vid flertalet PTS-kontroller inte uppvisa en befolkningstäckning som uppfyllde licensernas krav. Efter ett flertal överklaganden rapporterade samtliga operatörer den 1 juni 2007 befolkningstäckning som uppnådde utbyggnadsmålen.

I den senaste rapporten från de svenska UMTS-operatörerna rapporterades 98 procent täckning av den svenska befolkningen enligt täckningskraven, det vill säga att 8 860 000 personer nu har UMTS-täckning i Sverige [PTSK1].

Figur 1 Täckning för befolkning och yta, Sverige, 3Gis



Källa: GSM World.

4.2 Täckning yta

UMTS-nätens yttäckning i dagsläget uppnår 48 procent av Sveriges rikes yta.

4.3 Hinder och framgångar

Trots att reglerna kring samarbete tillåter så kallad mastdelning, det vill säga att operatörerna installerar utrustning i konkurrenternas master, har det varit svårt att få operatörerna att frivilligt samarbeta

om detta. Redan 2002 föreslog PTS att lagen skulle ändras för att tvinga operatörerna till mastdelning. Svårigheterna fortsatte och 2005 genomfördes på regeringens uppdrag en utredning vilket utmynnade i att riksdagen beslutade om lagändring. Den nya lagen trädde i kraft den 1 juli 2006. Debatten om strålningsfara och marktillstånd har inneburit förseningar i utbyggnaden av operatörernas UMTS-nät vilket har påverkat utbyggnadens fortskridande och inneburit stora kostnader för exempelvis hyra av mastplats i konkurrerande operatörers UMTS-siter [TELEN],[TELIA],[HI3G], [TELE2]. Sveriges befolkning är relativt tätt spridda i de södra delarna och glest spridda i de norra delarna, något som försvårat UMTS-operatörernas utbyggnad av näten, se kapitel 5.7.

5 Internationell jämförelse

I detta kapitel redovisas information om de referensländer som blivit utvalda som referenspunkter för utredningen. Insamlad information om dessa länder innefattar bakgrund till tilldelningen av UMTS-licenserna, täckningsinformation, hinder och framgångar samt information som är relevant för en jämförelse med den svenska marknaden. Denna information ligger sedan till grund för valet av land att använda som grund för uppskattningen av den svenska auktionskostnaden. I detta kapitel diskuteras täckningsgraden för de olika referensländerna för att sedan jämföras mot svenska förhållanden.

5.1 Jämförelsens grund

I denna sektion klargörs de förutsättningar som ligger till grund för den internationella jämförelsen.

5.1.1 Definition täckning

Täckningsgrad är en term som skiljer sig åt mellan de olika referensländerna och den svenska marknaden. Fokus i denna rapport har varit rent procentuell täckning av befolkning och yta i referensländerna. Andra parametrar såsom signalstyrka och dataöver-

föringskapacitet har kommenterats i den mån som referensländerna har lämnat information om detta, det är dock inte medräknat när rapporten nämner termen täckning i referensländerna.

5.1.2 Val av referensländer

Den internationella jämförelsen har jämfört de svenska förutsättningarna för UMTS-utbyggnad med fem referensländer: Danmark, Finland, Nederländerna, Norge samt Storbritannien. Danmark, Finland och Norge har valdes då de är nordiska länder med jämförbara geografiska, regulatoriska och ekonomiska förutsättningar. Nederländerna valdes då landets auktionsprocess rapporterats vara ett misslyckande och Nederländerna blir därmed en intressant jämförelsepunkt för auktionsdesign. Storbritannien valdes som referensland då auktionsintäkten är den största av de länder som hållit auktioner för tilldelning av UMTS-licenser, något som gör Storbritannien som jämförelse intressant med avseende på auktionsdesign.

5.2 Danmark

5.2.1 Bakgrund

Efter en inledande satsning på skönhetsförfarande vid tilldelningen av UMTS-licenser valde Danmark att använda ett auktionsförfarande 2001. Auktionens bud skedde i det dolda och det var de fyra operatörer som bjöd högst som fick köpa licenser. Danmarks UMTS-licenser utdelades till fyra operatörer. Priset per licens var cirka 950 miljoner DKK, en sammanlagd auktionsintäkt på cirka 3,8 miljarder DKK eller 4,8 miljarder SEK. Licenstagarna var skyldiga att betala 25 procent av summan vid tilldelningen av licensen och resterande 75 procent ska betalas under tio års tid. En av de tilldelade licenserna återlämnades efter auktionen och denna licens auktionerades ut igen 2005. I denna auktion deltog enbart en operatör och auktionsintäkten slutade på cirka 533 miljoner DKK. Med denna auktionsintäkt inräknad slutade den danska auktionsintäkten på cirka 4,3 miljarder DKK eller cirka 5,5 miljarder SEK. Detta innebär det lägsta pris per licens och invånare i Europa i dagsläget. Övriga krav som ställdes på licenstagarna var att de

skulle kontrollera sina egna nät samt att de skulle följa de tekniska standarder och specifikationer som beskrivs i IMT-2000 [REFD].

5.2.2 Täckning befolkning

Täckningskraven för Danmarks UMTS-licenser kräver att operatörerna har byggt egna nät som täcker minst 30 procent av befolkningen vid utgången av 2004 samt 80 procent av befolkningen vid utgången av 2008. Samtliga licenstagare har uppfyllt kraven om täckning på 30 procent. Den licenstagare som förvärvade en licens via auktion 2005, Sonofon, ska uppfylla samma krav på täckning, dock med förskjutna slutdatum för när de ska uppfyllas. De förskjutna tidskraven som gäller för Sonofon är 30 procent täckning av befolkningen den 19:e februari 2009 och 80 procent täckning den 19:e februari 2013 [REFD]. Den senaste mätningen som gjordes på den danska marknaden påvisade en täckning på 60 procent av befolkningen hos en av leverantörerna. Operatören Hi3G har meddelat att de i dagsläget har en täckning på cirka 93.3 procent av befolkningen och att denna täckning är koncentrerad till städer och områden med mer än 5000 invånare [STEL1][TREDK].

5.2.3 Täckning yta

IT- og Telestyrelsen i Danmark kontrollerar inte hur operatörernas täckning ser ut på geografisk nivå utan kontrollerar enbart täckningskraven per procent av invånarna. Detta innebär att den yta som täcks är den yta som operatörerna täcker genom att täcka befolkningen, det vill säga tätbebyggda orter och andra ekonomiskt lönsamma ytor som tillsammans uppnår täckningskraven för befolkningen som definieras i licenskraven. Detta kan även urskiljas ur täckningskartor över Danmark [KART1].

Figur 2 Täckning för befolkning och yta, Danmark, Hi3G



Källa: GSM World.

5.2.4 Hinder och framgångar

Det största hindret för utbyggnaden i Danmark har varit att upprätta masterna på hustak och andra platser som kräver tillstånd från markägare och byggnadsägare. IT- och Telestyrelsens primära mål med auktionerna var att öka konkurrensen på marknaden för mobiltelefoni genom att attrahera en ny operatör till marknaden, något de lyckades med genom att aktören Hi3G förvärvade en licens 2001. Detta har enligt dem själva lett till bättre konkurrenssituation på marknaden för mobil kommunikation och bättre tillgång till snabb dataöverföringskapacitet via mobila terminaler

[REFD]. Mastdelning är ett krav i Danmark och alla innehavare av master som används för telekommunikation måste därför ge andra operatörer tillgång till de egna masterna om så krävs. Markägare måste dessutom ge tillgång till sin mark om utbyggnaden kräver att master ska placeras på aktuell mark. Tillgång till nationell roaming ska enligt danska regelverk ske via öppen kommunikation mellan parterna, dock regleras priserna inte av statliga myndigheter. Auktionen i Danmark har av operatörer och deras aktieägare kritiserats för att vara för kostsam vilket ska ha påverkat investeringsklimatet inom den danska telekombranschen [STEL1].

5.2.5 Relevans för svensk jämförelse

Det man kan urskilja från den danska auktionen är fördelarna med en auktion av modellen sealed bid, en auktionsmodell där budgivarna inte är medvetna om de bud som läggs eller vilka aktörer som lägger buden. Även om antalet licenser motsvarades av antalet befintliga GSM-operatörer så kom en ny aktör in på marknaden för UMTS-utbyggnad. Anledningen till detta var att operatörerna tack vare auktionens struktur inte visste vad de andra operatörerna bjöd på licenserna, något som gav samtliga operatörer en likartad chans för att vinna licensen. Bruket av sealed bid-modellen innebar att aktörerna inte kunde signalera syfte till andra operatörer, något som motverkade dolt samarbete mellan befintliga GSM-operatörer för att eliminera risken av en ny aktör på marknaden. Trots att auktionen inte drev upp priserna ledde den till höga intäkter i Euro per capita och operatörerna uttryckte missnöje över kostnaden, trots auktionens relativt låga intäkter jämfört med exempelvis de brittiska eller tyska auktionerna. Danmarks topografi och befolkningstäthet skiljer sig avsevärt åt från Sverige då Danmark har en relativt platt topografi och tät befolkningsspridning, se kapitel 5.7.

5.3 Finland

5.3.1 Bakgrund

År 1999 höll Finland en skönhetstävling där tolv operatörer deltog. UMTS-licenserna delades ut till fyra operatörer: TeliaSonera, Tele 2, Suomen 3G och Elisa (tidigare Radiolinja). Tele2 fick en licens som senare drogs in och Suomen 3G lämnade tillbaks sin licens. Senare

fick DNA Finland en licens för att bygga ut UMTS-täckning i storstadsregionerna Helsingfors, Tammerfors och Lahti. Tillstånden gäller under en 20-årsperiod [STEL1].

5.3.2 Täckning befolkning

De enda täckningskraven för UMTS-licenserna i Finland var att licensinnehavarna skulle täcka samtliga storstäder. Ett annat krav som ställs på operatörerna är att de ska täcka 35 procent av befolkningen, dock finns det inget datum för när detta krav ska vara uppfyllt. Den senaste mätningen 2005 visade att operatörerna hade en täckning på 30 procent av den finska befolkningen.[STEL1] Nyhetsrapportering har meddelat att utbyggnaden 2006 hade uppnått cirka 40 procent av den finska befolkningen [SON3G].

5.3.3 Täckning yta

Den geografiska täckningen för UMTS-nät i Finland är begränsad till storstadsregionerna i enlighet med befolkningstäckningen. I täckningskartor för Finlands UMTS-täckning kan man urskilja att täckningen av ytan är tätt kopplad till täckningen av de största orterna i Finland [KART2][KART3]. Notera att den rosafärgade täckningsgraden avser GSM-täckning, de mörklila täckningspunkterna representerar UMTS-täckning.

Figur 3 Täckning för befolkning och yta, Finland, Eliza



Källa: GSM World.

5.3.4 Hinder och framgångar

Hinder för UMTS-utbyggnaden i Finland har främst varit att marknaden för GSM fortfarande är så stark och efterfrågan efter UMTS-tjänster är så låg. Subventionering av telefoner är inte tillåtet på den finska marknaden vilket innebär att terminalerna fortfarande är relativt dyra. GSM-telefoner finns däremot tillgängliga i större antal och till mycket låga priser. Av de finska operatörerna är det enbart TeliaSonera som har lanserat 3G-tjänster i sitt tjänsteutbud, testprojekt för mobil telefoni är på gång men har ännu inte lanserats på bred front. Det är möjligt för de finska

regulatoriska myndigheterna att kräva att en operatör bygger ut en mast/site om aktuell operatör har en stark position på marknaden. Samlokalisering kan även krävas om upprättandet av en site bredvid en existerande site inte bedöms vara lämpligt med avseende på natur, strålning eller andra liknande faktorer. Möjligheterna till att tvinga fram samlokalisering i Finland är starkare än vad de är i Sverige, dock förefaller det som att kraven inte behöver genomdrivas av de finska myndigheterna då viljan till samlokalisering mellan operatörerna tycks vara god i Finland [STEL1]. I april 2006 infördes en lag som gjorde det möjligt att paketera UMTS-terminaler med UMTS-abonnemang för att på så sätt stimulera bruk av UMTS-tjänsterna. Detta har dock inte hunnit få någon märkbar effekt. De finska UMTS-operatörerna tillåts att använda 900 megahertz-bandet för att täcka de glesbebyggda områdena vilket minskar kostnader för att täcka såväl yta som befolkning. Den generella inställningen hos MINTC, ministeriet för transport och telekommunikation i Finland, och FICORA, Finlands regulatoriska myndighet för kommunikation, är att marknaden bäst styr utbyggnad och kostnad genom konkurrens [REFF].

5.3.5 Relevans för svensk jämförelse

Den finska skönhetsstävlingen skiljde sig på många sätt från den svenska skönhetsstävlingen. Först och främst är marknaden för GSM-telefoni betydligt mer konkurrensutsatt än på den svenska marknaden vilket har lett till att UMTS inte har slagit igenom vare sig hos operatörerna eller hos kunderna [STEL1]. Eftersom tillståndsvillkoren har utformats på ett sådant sätt att de inte uppmanar operatörerna att bygga ut UMTS som en allmän tjänst har operatörerna valt att förlita sig på sina lukrativa GSM-erbjudanden och använda UMTS som ett komplement i storstadsregionerna. Detta faller väl in med hur den finska befolkningen är fördelad, där de tätbefolkade regionerna utgörs av de största städerna medan övriga invånare är spridda över geografiskt stora områden, se kapitel 5.7. Detta förhållande kan jämföras med de tätbefolkade och därmed lönsamma delarna av södra Sverige möjliggör upprättandet av UMTS-infrastruktur även i den nordligare regionerna, för att på så vis uppnå täckningskraven.

Att de tidiga UMTS-terminalerna var av bristande kvalitet är något som tillsammans med den begränsade täckningen har lett till

att UMTS ännu inte är relevant att marknadsföra på den finska marknaden. Detta kan även appliceras på den svenska marknaden i det hypotetiska nätet då de tidiga UMTS-terminalerna inte var av tillräcklig kvalitet för att attrahera konsumenterna utöver så kallade "early adopters". Möjligheten att subventionera mobiltelefoner på den svenska marknaden skulle leda till att prisbilden för UMTS-terminaler hade varit mer attraktiv än på den finska marknaden. Detta hade ökat graden av intresse från svenska konsumenter, men med all sannolikhet hade utrullningen av terminaler och tjänster för UMTS ändå påbörjats långt senare än vad de gjorde efter den svenska skönhetsstävlingen. Detta antagande har även yttrats av de svenska operatörer som intervjuats. Deras åsikter har varit att utrullningen av tjänster hade fördröjts till dess att terminalerna och tillhörande tjänster var på en sådan nivå som är intressant ur konsumentens synvinkel.

Det faktum att det är möjligt för finska operatörer att använda 900 megahertz-bandet även för UMTS innebär att de kan täcka större områden till mindre kostnader eftersom de anser att det inte är ekonomiskt försvarbart att bygga ny infrastruktur i glesbygden. Ett motsvarande bruk av 900 megahertz-bandet hade på den svenska marknaden kunnat innebära stora besparingar. I dagsläget är 900 megahertz-bandet ännu inte tillgängligt på den svenska UMTS-marknaden vilket får antas gälla även under ett hypotetiskt scenario med auktionstilldelning för UMTS-frekvenserna i Sverige. Den finska befolkningstätheten och befolkningsspridningen är den som är mest lik den svenska av utredningens referensländer.

5.4 Nederländerna

5.4.1 Bakgrund

I Nederländernas auktion fanns det 6 budgivare varav fem budgivare var befintliga GSM-operatörer. Auktionen bestod av en simultant stigande auktion där varje budgivare var tvungen att lägga ett bud per runda, med undantag för ett passkort som varje budgivare kunde använda under auktionens 30 första rundor. För varje steg i auktionen höjdes priset med 10 procent. Det fanns även ett reserverat pris på 50 miljoner Euro som fungerade som budens lägstanivå, dock kunde detta reduceras om inga bud lades under auktionen. Under auktionens första rundor använde samtliga

operatörer sina passkort vilket drev ner det reserverade priset (med undantag för en licens) till noll. Effekten av detta förfarande förlängde auktionsprocessen. Utöver detta lämnade den enda budgivaren utan GSM-tillstånd auktionsprocessen och hävdade att de hade mottagit hotelser från de befintliga GSM-operatörerna om att inte driva upp priserna på licenserna. Den slutgiltiga summan för auktionen stannade på relativt låga 2,7 miljarder Euro, något som kan haft sin grund i att antalet tillgängliga licenser var detsamma som antalet operatörer med befintliga GSM-nät. Utan nya konkurrenter var operatörerna alltså inte lika villiga att driva upp priserna på auktionens licenser [HNRA].

5.4.2 Täckning befolkning

Täckningskraven för Nederländerna kräver att operatörerna ska täcka samtliga städer med mer än 25 000 invånare, samtliga transportvägar mellan dessa städer (vägar, järnväg och vattenvägar), längs med motorvägarna till Belgien och Tyskland samt runt de stora flygplatserna i landet. Krav finns även på en minsta kapacitetsnivå utomhus på 144 kilobit per sekund. Dessa krav ska vara uppfyllda senast den 1:a januari 2007. De första fem åren efter det att licenserna tilldelades spenderade operatörerna på att förbereda inför utrullningen av UMTS-tjänster vilket innebär att lanseringen av UMTS i landet inletts på allvar först under de senaste två åren [UMTSSV1].

5.4.3 Täckning yta

Enligt kartunderlag över Nederländerna går det att urskilja att täckningen för en aktör (T-Mobile) tätt följer täckningskraven och är fokuserat på de största städerna. Den andra operatören (Vodafone) har en relativt jämn täckning i den sydvästra delen av Nederländerna [KART4][KART5]. Procentuell data om yttäckning har inte kunnat erhållas.

Figur 4 Täckning för befolkning och yta, Nederländerna, Vodafone



Källa: GSM World.

5.4.4 Hinder och framgångar

De största hindren för den nederländska utrollningen av UMTS har varit rädslan för de hälsorelaterade problemen som UMTS-masternas strålning kan innebära. Detta har varit en av anledningarna till att de nederländska operatörerna har haft svårigheter med att få tillstånd för att bygga vissa delar av UMTS-näten. Operatörerna har även upplevt svårigheter med att få tillgång till andra operatörens UMTS-siter. Ett stort och oväntat problem har varit att UMTS-tjänsternas utrollning skett långsammare än väntat på grund av låg efterfrågan på marknaden [REFN].

5.4.5 Relevans för svensk jämförelse

Ur den nederländska auktionen går det att urskilja att utformningen och anpassningen till det egna landets förutsättningar är en nyckelfaktor för att auktionsförfarandet ska bli framgångsrikt. Kombinationen av en stigande auktionsmodell i kombination med fem tillgängliga licenser och fem befintliga GSM-operatörer innebär att möjligheten för att nya operatörer skulle kunna ta sig in på marknaden minskade. Att antalet licenser och befintliga GSM-operatörer matchade varandra innebär att motivationen att driva upp auktionens priser var låg, och med möjligheten att hoppa över auktionens 30 första rundor kunde budgivarna dessutom driva ner det reserverade priset till noll. Detta kan jämföras med den svenska marknaden där minst en ny aktör skulle få ta plats på marknaden men med ytterligare en potentiell ny aktör om denne vann en licens (Hi3G och Orange var båda aktuella under Sveriges tilldelningsfas). Hade en stigande auktion använts hade de befintliga GSM-operatörerna varit villiga att driva upp sina bud för att undvika ny konkurrens på marknaden, något operatörerna även bekräftat under våra intervjuer. Den nederländska UMTS-marknadens problem med trög acceptans bland konsumenter hade med all sannolikhet även gällt på den svenska marknaden då de inledningsvis bristfälliga terminalerna hade fördröjt en utrullning av UMTS-tjänster även på den svenska marknaden, även detta något som de operatörer som intervjuats har bekräftat. Täckningskraven i Nederländerna följer tätt ekonomiskt lönsamma områden såsom storstäder, transportkanaler samt turistorter. På en svensk marknad utan täckningskrav hade med all sannolikhet minst en operatör nischat sig åt denna modell, något operatörerna har bekräftat under våra intervjuer. Trots att den nederländska topografin är gynnsam för UMTS-utbyggnad och att befolkningstätheten är mer än 17 gånger så stor som Sveriges har Nederländerna ändå inte byggt ut UMTS-täckning som överstiger 80 procent av befolkningen. Ur detta perspektiv skulle en hypotetisk utbyggnad enligt kommersiella intressen i Sverige inte överstiga denna siffra då de svenska förutsättningarna är sämre än Nederländernas.

5.5 Norge

5.5.1 Bakgrund

I Norge användes en skönhetstävling år 2000 för tilldelning av de fyra licenserna som utdelades. Av sju budgivare tilldelades fyra licenser varav två av dessa återlämnades. Skönhetstävlingen byggde dock på att licenstagarna skulle betala en engångsavgift på 200 miljoner NOK, cirka 221 miljoner SEK, när licenserna tilldelades. Utöver detta skulle licenstagarna betala en årlig avgift som omförhandlas vid frekvensavdelningens budgetbehandlingar. Första året, 2000, sattes denna avgift till 20 miljoner NOK [KNSJ1], [KNSJ2], [KNSJ3]. Licenserna gäller under en tolvårsperiod. De två licenser som återlämnades auktionerades ut under 2003, 2006 och 2007. Samtliga auktioner byggde på auktionsmodellen Single Bid First Price vilket innebar att det högsta bud som lämnades in under en auktionsrunda var det bud som vann licensen. Under auktionerna som hölls 2003 och 2007 var det endast en budgivare som bjöd på licensen, under auktionen år 2006 deltog inga budgivare. Auktionen som ägde rum 2003 genererade 62 miljoner NOK. Auktionen år 2007 genererade 47 miljoner NOK.

5.5.2 Täckning befolkning

I de tillståndsvillkor som gällde vid skönhetstävlingen år 2000 skiljde sig kraven åt mellan de olika operatörerna. Vid den senaste kontrollen i juni 2005 hade 75 procent av den norska befolkningen UMTS-täckning [STEL1].

Telenor skulle under tillståndets första år täcka 10 procent av befolkningen i de tolv största tätorterna. Den 1 mars 2005 skulle samtliga orter med mer än 2 800 invånare ha en täckning på 90 procent. Utöver detta krav ska orter utanför denna storleksklass täckas så att den sammanlagda täckningen av befolkningen uppnår 2 820 000. Den 1 mars 2007 skulle Telenors nät täcka 90 procent av befolkningen i alla orter med mer än 200 invånare. Utöver dessa orter skulle övriga orter täckas så att den sammanlagda täckningen uppgick till 3 750 000 invånare [KNSJ3]. Telenor kommer att använda sig av EDGE för att täcka glesbebyggda områden som inte innefattas av täckningskraven [STEL1].

Netcom skulle innan utgången av 2000 ha 90 procent befolkningstäckning av de tolv största tätorterna med en dataöverförings-

kapacitet på 384 kilobit per sekund. Innan utgången av 1 mars 2004 skulle 75.7 procent av befolkningen täckas, med god inomhustäckning som specifikt krav. I tätorter med mer än 8 000 invånare skulle dataöverföringskapaciteten ligga på 384 kilobit per sekund. Innan utgången av 1 mars 2005 skulle 76.5 procent av befolkningen täckas med samma krav på dataöverföringskapacitet och inomhustäckning som föregående år [KNSJ1]. Även Netcom kommer att använda sig av EDGE för att täcka glesbebyggda områden som inte innefattas av täckningskraven [STEL1].

Hi3G skulle under de kommande sex åren efter att licensen tilldelades täcka 30 procent av den totala befolkningen. Minsta kapacitet för dataöverföring i deras UMTS-nät sattes till 184 kilobit per sekund [KNSJ2].

Mobile Norway skulle i sitt tillstånd täcka 40 procent av befolkningen med eget nät inom sex års tid efter det att tillståndet tilldelats. Krav på minsta dataöverföringskapacitet sattes till 184 kilobit per sekund [KNSJ4].

5.5.3 Täckning yta

Även när det gällde yttäckning skiljde sig kraven åt mellan de olika operatörerna. Telenor skulle enligt sitt tillstånd täcka 75 500 kvadratkilometer innan den 1 mars 2007 medan Netcom skulle täcka 50 036 kvadratkilometer innan den 1 mars 2005. Hi3G hade inte några krav på geografisk täckning i sitt tillstånd. I kartunderlag över UMTS-täckningen i Norge kan man urskilja att yttäckningen i Norge är tätt sammankopplad med täckningen av de största städerna och de viktigaste områdena ur affärsmässig synvinkel [KART6][KART7].

Figur 5 Täckning för befolkning och yta, Norge, Netcom AS



Källa: GSM World.

5.5.4 Hinder och framgångar

Norsk lagstiftning gör det möjligt att beordra samlokalisering av master på mark som staten har förvärvat för att möjliggöra operatörernas mastbyggen. Det är även möjligt att beordra samlokalisering när aspekter som effektivt bruk av resurser, miljö, säkerhet och andra områden där ett flertal mastbyggen bör undvikas [STEL1]. Tilldelningen av UMTS-frekvenser i Norge anses inte som en framgång då två av fyra licenser återlämnades vilket innebar att konkurrensen på den norska marknaden hämmades. Förhoppningen är att den tredje och fjärde licensen som har tilldelats ska

kunna medföra ökad konkurrens på marknaden för UMTS i Norge. Detta har lett till att de två operatörer som har verkat på marknaden inte har byggt ut i de glesbebyggda områdena i Norge då det finns ett begränsat intresse att bygga UMTS-infrastruktur i dessa områden [REFN2].

5.5.5 Relevans för svensk jämförelse

Norges tilldelningsförfarande skiljer sig avsevärt från den svenska modellen såväl som från övriga länders förfarande. En del av denna särställning beror på att tilldelningen inte har skett genom en enhetlig modell utan en kombination av de båda rådande modellerna skönhetstävling och auktion vid två olika tidpunkter. Samtliga operatörer har dessutom tilldelats olika täckningskrav vilket ytterligare särställer förfarandet från övriga länder. Det norska förfarandet är mer situationsanpassat än vad den svenska modellen vilket har lett till att operatörerna kan komma in vid olika tidpunkter och börja konkurrera efter aktuella förutsättningar. Detta förfarande är kopplat till en traditionell norsk modell där situationen dikterar förfarandet. Om detta förfarande hade använts på den svenska marknaden hade den svenska marknaden i enlighet med operatörernas egna åsikter troligtvis blivit en nischad marknad där operatörerna går efter ett unikt marknadssegment som särställer operatören från konkurrensen. Befolkningstätheten i Norge är olik den i Sverige på så sätt att invånarna är bor längsmed kusterna och i större orter. Norges inre ytor är relativt tomma befolkningsmässigt, en situation som inte gäller i något av de övriga nordiska referensländerna, se kapitel 5.7.

5.6 Storbritannien

5.6.1 Bakgrund

I Storbritannien användes en auktion av stigande karaktär där budgivarna skickar in sina bud på sammanlagt fem licenser. I auktionen fanns det 13 budgivare och den pågick under 150 rundor. Den aktör som bjöd högst i en runda fick vara inaktiv till dess att någon annan budgivare bjöd ett högre pris. Auktionen tilldelade fem UMTS-licenser och fyra av licenserna förvärvades av de fyra befintliga GSM-operatörerna. Licens A var den största licensen och

kunde enbart förvärvas av en ny aktör utan befintligt GSM-nät. Budgivningarna visade tydligt att de befintliga GSM-operatörerna var beredda att betala ett högre pris för licenserna än nya operatörer utan befintligt GSM-nät. Tack vare auktionsdesignen där en licens avsattes för en ny aktör kunde risken för att en ny operatör konkurrerades ut av de befintliga GSM-operatörerna undvikas. Den slutgiltiga summan för auktionen var cirka 22.5 miljarder pund, cirka 310 miljarder SEK. Licenstillstånden gäller under en 20-årsperiod [STEL1].

5.6.2 Täckning befolkning

Tillståndsvillkoren för de brittiska UMTS-licenserna krävde att licenstagarna ska täcka 80 procent av befolkningen innan 31 december 2007. I den senaste mätningen i mars 2005 hade en befolknings-täckning på 81 procent uppnåtts [STEL1]. Befolkningstätheten i Storbritannien är 47,4 invånare per kvadratkilometer.

5.6.3 Täckning yta

Storbritannien har inte kontrollerat någon geografisk täckning för UMTS-näten. Utifrån kartunderlag över UMTS-täckning i Storbritannien kan man urskilja att yttäckningen är god med större luckor i Skottland och Wales [KART8], [KART9], [KART10], [KART11], [KART12].

Figur 6 Täckning för befolkning och yta, Storbritannien, Hi3G



Källa: GSM World.

5.6.4 Hinder och framgångar

De främsta hindren för spridningen av UMTS-tjänster bland kunder i Storbritannien har hittills varit höga priser och prismodeller som är svåra att förstå sig på. Förutom höga priser för kommunikation ligger priser för nedladdningsbart innehåll, såsom ljud, bilder och video, på en hög nivå jämfört med andra europeiska länder. Terminaler med stöd för avancerat mobilt bruk har först på senare år lanserats på marknaden vilket innebär att den potentiella kundbasen för avancerat digitalt innehåll varit låg under en lång tid sedan licenserna tilldelades [STEL1].

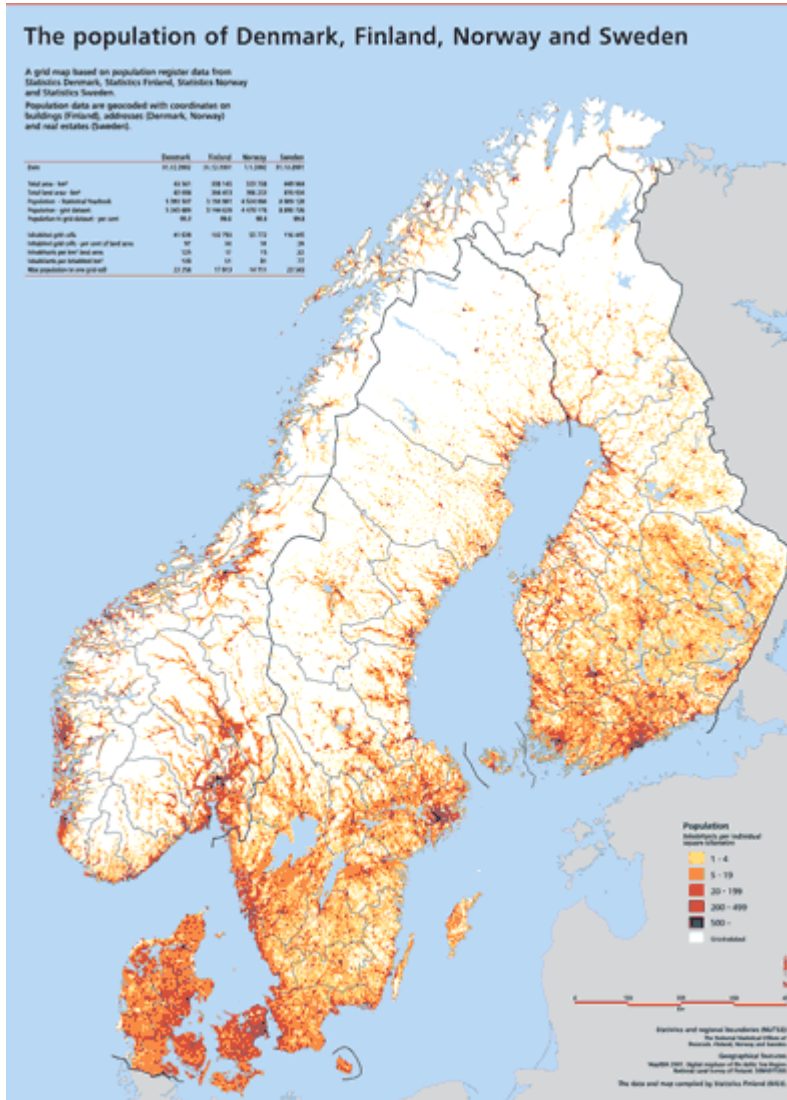
5.6.5 Relevans för svensk jämförelse

Den brittiska auktionen är något unik bland rapportens referensländer då den använde en stigande auktion samtidigt som den hade reserverat en licens för en ny aktör. Detta ledde till att auktionen kunde drivas på till höga licenskostnader utan att riskera att nya aktörer konkurrerades ut av befintliga GSM-operatörer. Hade samma förfarande använts i Sverige hade med all sannolikhet konkurrensbilden sett ut som på den nuvarande svenska marknaden. Även på den brittiska marknaden har tjänster riktade mot konsumentmarknaden dröjt eftersom terminalerna inledningsvis varit av bristande kvalitet och operatörerna valde därför att inledningsvis fokusera på företagsmarknaden. Om en liknande auktionsprocess hade använts i Sverige skulle de tre befintliga operatörerna förvärvat varsin licens och en ny operatör hade förvärvat den fjärde licensen. I enlighet med de svar som erhållits från operatörerna skulle då de svenska UMTS-tjänsterna rullas ut på konsumentmarknaden först under de senaste tre åren då UMTS-terminaler av god kvalitet blivit tillgängliga på marknaden. De potentiella intäkterna är avsevärt större i Storbritannien på grund av geografiska förutsättningarna och befolkningens mängden i kombination med befolkningstätheten.

5.7 Befolkningstäthet i Norden

I kartan nedan illustreras befolkningstätheten i de fyra nordiska länderna Danmark, Finland, Norge och Sverige.

Figur 7 Illustrerande karta över befolkningstätheten i Norden



Källa: SCB.

5.8 Hypotetisk auktionskostnad

Den information som samlats in om referensländernas auktionsprocesser används i denna sektion till att bestämma den mest troliga intäkt som en svensk auktionsprocess skulle ha genererat. I samråd med PTS har en beräkningsmodell valts som bygger på förhållandet intäkt per megahertz och invånare.

5.8.1 Lärdomar från referensländer

Danmarks auktion 2001

Danmarks befolkning uppgick vid auktionstillfället till 5,5 miljoner invånare. Frekvensbredden som licensierades var 140 MHz och denna mängd delades upp på fyra licenser. Den totala intäkten för auktionen resulterade i cirka 4,8 miljarder SEK. Enligt modellen intäkt per megahertz och miljoner invånare blir resultatet 6 411 019 SEK per megahertz och invånare.

Nederländernas auktion 2000

Nederländernas befolkning uppgick vid auktionstillfället till 15,3 miljoner invånare. Frekvensbredden som licensierades var 145 megahertz och denna mängd delades upp på fem licenser. Den totala intäkten för auktionen resulterade i cirka 2,7 miljarder euro eller 25,6 miljarder SEK. Enligt modellen intäkt per megahertz och invånare, som godkänts av PTS, blir resultatet 11 539 328 SEK per megahertz och invånare.

Norges skönhetsstävling och auktioner 2000 resp. 2005

Norges befolkning uppgick vid auktionstillfället till 4,6 miljoner invånare. Norge använde sig av auktioner för att tilldela två återlämnade licenser år 2003 respektive 2007. Tillgänglig frekvensbredd för auktionerna var 34,6 megahertz per licens. Auktionsintäkten år 2003 slutade på 62 miljoner NOK eller cirka 69 miljoner SEK vilket resulterar i en intäkt på 435 252 SEK per megahertz och invånare. Utöver detta tillkommer den årliga avgiften på 20 miljoner NOK eller cirka 500 000 SEK per megahertz. Auktionsintäkten

år 2007 slutade på 48 miljoner NOK vilket resulterar i en intäkt på 301 583 SEK per megahertz och invånare. Utöver detta tillkommer även den årliga avgiften på 20 miljoner NOK eller 500 000 SEK per megahertz. Auktionen år 2003 genererade alltså närmare en miljon SEK per megahertz och invånare med den årliga avgiften inräknad medan auktionen år 2007 genererade en intäkt på cirka 800 000 SEK per megahertz och miljoner invånare med den årliga avgiften inräknad. De internationellt sett långa intäkterna i Norges auktioner kan till stor del förklaras av det faktum att de endast var en budgivare som deltog i auktionerna.

Storbritanniens auktion 2000

Storbritanniens befolkning uppgick vid auktionstillfället till 60 miljoner invånare. Tillgänglig frekvensbredd för auktionen var 140 megahertz och denna mängd delades upp på fem licenser. Auktionsintäkten år 2000 slutade på 22,5 miljarder pund eller cirka 310 miljarder SEK vilket resulterar i en intäkt på cirka 37 miljoner SEK per megahertz och miljoner invånare.

5.9 Sammanfattning av internationell jämförelse

Av utredningens referensländer är det inget som på alla punkter är jämförbara med Sverige. Av de två länder som geografiskt är närmast Sverige, Norge och Finland, skiljer sig befolkningsantal, befolkningstäthet och tilldelningsförfarande åt markant. Vår bedömning är att Norge inte är jämförbar med någon relevant metod på grund av skillnaderna i tilldelningsförfarande, geografiska förutsättningar och befolkningssituation.

Nederländernas auktion baserades på den brittiska modellen men resulterade i relativt låga intäkter. Nederländerna skiljer sig geografiskt åt från Sverige och har dessutom en avsevärt större befolkningssituation och befolkningstäthet. Det som kan urskiljas i den nederländska utbyggnaden av UMTS är att utbyggnad som sker enligt ett kommersiellt förfarande i ett land med gynnsamma förhållanden, såsom landets geografiska form och befolkningstäthet, inte eftersträvar full täckning av befolkningen. Nederländernas förutsättningar för utbyggnad av UMTS är avsevärt mer gynnsamma än på den svenska marknaden och har trots detta inte

uppnått befolkningstäckning som överstiger 80 procent. En svensk utbyggnad skulle med detta i åtanke inte uppnå en täckningsgrad som motsvarar dagens befolkningstäckning.

Storbritanniens auktion skiljer sig åt från Sverige både vad det gäller geografi, befolkningsmängd och befolkningstäthet. Intäkten från den brittiska auktionen steg till enorma höjder jämfört med de nordiska länderna. Även om Sverige hade använt sig av en stigande auktionsmodell med effektivt regelverk för att driva upp priserna hade den svenska marknaden inte kunnat hålla en prisbild som existerade på den brittiska marknaden vid tilldelningstillfället år 2000. Med mer än sex gånger så stor befolkningsmängd som Sverige och en mer lämplig topografi för utbyggnad av UMTS-nät är den stora auktionsintäkten som genererades där inte relevant för den svenska marknaden, något som de svenska operatörerna bekräftat under våra intervjuer.

Finlands befolkningstäckning och geografiska förutsättningar är de som bäst motsvarar de svenska motsvarigheterna. De södra regionerna är precis som i Sverige mer tätbefolkade medan de norra är relativt glesbefolkade. Finlands bruk av skönhetsstävling vid tilldelningarna av UMTS-licenser innebär att de inte är en lämplig referenspunkt för den hypotetiska auktionskostnaden. Finland kommer därför enbart att användas som referens för UMTS-utbyggnad.

Även Danmark skiljer sig åt från Sverige vad det gäller geografiska förutsättningar, befolkningsantal och befolkningstäthet. Trots att detta är auktionen som ägde rum där den som med största relevans kan jämföras med den svenska marknaden. Samtliga av de övriga referensländernas förutsättningar skiljer sig åt så pass mycket från svenska förutsättningar att de inte på något relevant vis kan användas för att uppskatta en svensk auktionsintäkt. Auktionsintäkten i Danmark kommer därför att användas som bas för vår uppskattning av vad en hypotetisk svensk auktion skulle generera i intäkter. Genom att räkna på värdet per megahertz och invånare i Danmark och översätta detta till det svenska valutavärdet skapas ett värde som motsvarar en intäkt på 4,8 miljarder SEK för en hypotetisk svensk auktion, alltså en kostnad på cirka 1,2 miljarder SEK per operatör och licens, för mer detaljer se bilaga 6. Detta värde kommer att användas som bas för beräkningar av kostnadssituationen för det hypotetiska nätet byggt på kommersiella intressen utan täckningskrav. Denna maximala auktionskostnad har bekräftats av operatörer som en högsta möjliga kostnad de

skulle tänka sig att de hade varit beredda att betala för en UMTS-licens år 2000, oavsett auktionsförfarande. Auktionsintäkten för den svenska hypotetiska auktionen skulle dock bero på när den hölls i tiden. Den brittiska auktionen genererade stora intäkter dels på grund av nationens förutsättningar men även på grund av det ekonomiska klimatet som rådde i telekombranschen år 2000 då de brittiska licenserna auktionerades ut.

6 Sammanställning av operatörsintervjuer

I detta kapitel sammanställs den information som erhållits från de svenska UMTS-operatörerna. Informationen bygger på operatörernas svar på ett enkätunderlag som tagits fram för att belysa likheter och skillnader i utrollningen av UMTS på den svenska marknaden och i referensländerna. För mer information om vilka frågor som ligger till grund för denna information, se bilaga 5.

6.1 Kostnader för utbyggnad och drift

Den uppskattade kostnaden för utbyggnaden av UMTS-infrastruktur i Sverige uppgår till cirka 10 miljarder kronor per nät. Av denna kostnad uppskattar operatörerna att cirka 5–10 procent utgör core-nät, det vill säga kärnroutrar, tjänsteplattformar och liknande. Detta inkluderar ej marknadsföring, upprättande av butiker eller andra sätt att värva abonnenter. Av den totala kostnaden är upprättande av master och hårdvara störst, därefter kommer byggnation av elnät och vägnät.

Det har till viss del varit möjligt för operatörerna att göra besparingar genom att använda befintlig infrastruktur för GSM. Denna besparing bedöms vara olika beroende på operatör, men generellt sett delar cirka 10 procent av befintliga UMTS-siter mast med GSM-siter. En operatör kan göra en kostnadsbesparing på cirka 35–50 procent i anläggningskostnad per site genom att bygga ut en befintlig GSM-site med UMTS. Dock ger samlokaliseringen upphov till ökade driftskostnader i form av hyra, vilka kan öka driftskostnaden med upp emot 100 procent jämfört med en site

som operatören äger själv. Bortsett från driftskostnader så ger detta en total besparing på cirka 3–5 procent i anläggningskostnad för att etablera UMTS i Sverige då omfattande infrastruktur för GSM redan finns.

Driftskostnader utgörs framförallt av hyra och el, vilka är de två största driftskostnaderna för en site.

Ett specifikt klagomål från en operatör var de mycket höga masthyror som Luftfartsverket tar ut.

6.2 Tilldelning av licenser

Den generella åsikten från UMTS-operatörerna är att ett auktionsförfarande för tilldelning av UMTS-spektrum inte hade påverkat antalet operatörer eller vilka operatörer som skulle ha tilldelats frekvenser. Enligt samtliga operatörer är 3G en förutsättning för fortsatt verksamhet på den svenska marknaden för mobil kommunikation, något som gör det till ett rimligt antagande att de operatörer som vid tidpunkten för auktionen var etablerade på marknaden med största sannolikhet hade varit villiga att investera de resurser som krävdes för att förvärva varsin licens.

Enligt kapitel 5.9 kan värdet av en UMTS-auktion i Sverige uppskattas till cirka 1,2 miljarder SEK per licens, totalt 4,8 miljarder SEK. Operatörernas uppfattning är att detta skulle kunna vara ett rimligt antagande för vad auktionslikviden hade blivit. I en stigande auktion är det möjligt att det totala värdet skulle kunna uppgå till mellan 4 och 8 miljarder SEK, medan en sealed bid-auktion hade genererat något lägre värden.

Samtidigt kommenterade operatörerna att den hypotetiska auktionskostnaden på 4-8 miljarder SEK är en stor kostnad i förhållande till vad ett UMTS-nät kostar och att det är möjligt att investera i ett stort antal UMTS-siter (500–1 000 siter) för denna summa.

6.3 Nya aktörer

En viktig förutsättning för konkurrens och mångfaldigt tjänsteutbud är att tillåta nya aktörer på marknaden. Med utgångspunkt i detta är det viktigt att belysa förutsättningarna för en ny aktör på marknaden.

Vid tidpunkten för licenstilldelningen fanns tre befintliga GSM-operatörer i Sverige och ett auktionsförfarande hade antagligen tillåtit totalt fyra licenser (lika många som i dagens tilldelning). De tre befintliga GSM-operatörerna hade ett mycket stort incitament att förvärva 3G-licenser och hade med största sannolikhet satsat stora resurser på att göra det. Detta hade inneburit att det med ett auktionsförfarande hade funnits plats för endast en ny aktör på 3G-marknaden i Sverige. Detta kan jämföras med den skönhetstävling som hölls i vilken två nya aktörer erhöll tillstånd för UMTS-utbyggnad i Sverige.

En ny aktör på marknaden kunde, med de vid tiden rådande förutsättningarna, inte med säkerhet säkra nationell roaming hos en annan operatör. För en operatör utan befintligt GSM-nät kan detta vara avgörande för att överhuvudtaget kunna etablera sig.

En operatör uttryckte åsikten om att regleringen vid ett auktionsförfarande skulle behöva anpassas efter de olika operatörernas förutsättningar. Befintliga GSM-operatörer har enligt denna operatör bättre förutsättningar för att bygga ut UMTS-nätverk. Kraven på utbyggnad bör enligt denna operatör i ett framtida scenario anpassas så att operatörer utan befintliga GSM-nät inte beläggs med samma täckningskrav.

6.4 Förutsättningar för utbyggnad

Den grundläggande förutsättningen för utbyggnad i ett område är lönsamhet. I det fall utbyggnad hade skett utan krav på befolkningstäckning hade operatörerna täckt de mest lönsamma regionerna, vilka är storstäderna Stockholm, Göteborg och Malmö, följt av mindre städer och tätorter. Dessutom krävs en omfattande kompletterande täckning av vägar, semesterorter och bostadsområden.

Generellt gör operatörerna inga site-specifika kostnadsanalyser då de planerar utbyggnad utan bygger ut sina nät baserat på många olika parametrar och ser helheten och affärsnyttan med byggnation. Exempelvis väger man in kompletterande täckning, målgrupper, befolkningsunderlag, samarbeten med exempelvis IT-kommuner, med mera. Det kan vara lönsamt att bygga ut siter även i vissa orter där antalet invånare inte är särskilt stort, eftersom efterfrågan på kapacitet inte enbart styrs av antalet fasta boende i en ort.

En viktig egenskap för att utvärdera hur olika operatörer hade byggt ut utan tillståndskrav är hur operatörerna i fråga hade nischat sig. Operatörerna själva anser att de hade bibehållit de nischningar som finns i existerande GSM-nät. Exempelvis har TeliaSonera fokuserat på att ha ett nät med god täckning medan Telenor har fokuserat på företagskunder och större orter. Nya aktörer på marknaden, så som Hi3G skulle med största sannolikhet etablerat sig som en storstadsoperatör med fokus på data- och multimedia-tjänster. I exemplet TeliaSonera är det enkelt att se konkurrensfördelen med god täckning, vilket innebär att vissa enskilda siter inte nödvändigtvis måste bära sina intäkter utan bidrar till nätet i helhet.

Det krav i tillståndsvillkoren som kräver att varje operatör har minst 30 procent egen infrastruktur har varit en hindrande faktor för de operatörer som måste bygga extra infrastruktur för att uppfylla detta krav. Operatörerna räknar med att enbart driftskostnaderna för deras respektive 30 procent uppgår till cirka 250 miljoner SEK per år per operatör. Generellt sett är operatörerna mycket välvilligt inställda till att samarbeta och samlokalisera sig eftersom de kan göra stora besparingar både investeringsmässigt och i driftskostnader.

6.5 Bruk av alternativa frekvenser

När det gäller bruk av alternativa frekvensband för UMTS-nät, såsom 450 megahertz-bandet och 900 megahertz-bandet, rapporterade en operatör att de sannolikt hade utnyttjat 450 megahertz-bandet och 900 megahertz-bandet för att bygga ut sin täckning utanför storstadsregionerna. De övriga operatörerna hade sannolikt inte väntat på att utnyttja dessa frekvensband utan hade använt sig av UMTS2100 som används i dagsläget. En operatör påstod att ett bruk av dessa frekvensband hade kunnat användas till att komplettera UMTS-nätet med förbättrat GSM- och EDGE-stöd, denna kapacitet skulle sedan kunna säljas till konkurrerande operatörer utan befintliga GSM/EDGE-nät.

6.6 Framtida reglering

Då framtida spektrum skall tilldelas finns ett antal viktiga punkter att beakta. En central fråga för reglerande myndighet bör vara hur existerande tillståndsvillkor förhåller sig till framtida reglering. Då nytt spektrum delas ut och ny infrastruktur byggs ut finns en stor risk att nya aktörer på kommunikationsmarknaden kan få stora marknadsfördelar om regleringen för dessa aktörer skiljer sig avsevärt från den på området gällande reglering. Exempelvis är UMTS-operatörer i Sverige ålagda att täcka stora delar av befolkningen, medan operatörer för andra tekniker inte har samma krav, vilket gör det enklare för nya marknadsaktörer att bygga ut och driva ett lönsamt nät.

För att säkra att nya aktörer får det utrymme som krävs för att de skall kunna driva en lönsam affär krävs att reglerande myndighet bibehåller de styrmedel som finns. Framförallt gäller detta frågor som samlokalisering, nationell roaming samt avgifter för samtrafik och terminering.

6.7 Allmän diskussion

Vid frågan om hur operatörernas UMTS-nät hade sett ut 20 år efter det att licenserna hade auktionerats ut svarade majoriteten att en sådan uppskattning är svår att göra med en obefintlig insikt i hur auktionsförfarandet i Sverige hade sett ut. En operatör svarade att näten med största sannolikhet hade sett identiska ut, särskilt med avseende på datakapacitet. En operatör ansåg att dagens HSPA-utbyggnad kan användas som måttstock för hur de olika operatörerna hade byggt ut UMTS. HSPA-utbyggnaden har i Sverige följt de absolut mest lönsamma områden, det vill säga storstadsregionerna samt vägnät och semesterorter. De områden som i dag har HSPA-täckning har i stort sett lönsamhet och är därför de kärnområden där UMTS hade etablerats. Utöver dessa områden hade det funnits en kompletterande täckning, men kärnan hade sett ut som dagens HSPA-nät. En operatör kommenterade att HSPA hade varit vanligare i lönsamma regioner, eftersom man hade kunnat fokusera investeringarna på dessa områden. Med andra ord hade dataöverföringskapaciteten enligt operatören varit bättre i det hypotetiska nätet när det gäller storstadsregionerna och semesterorterna. Alla operatörer var överens om att nischning på mark-

naden hade resulterat i varierande täckning för olika operatörer och att nischningen hade följt dagens GSM-nät.

6.8 Sammanfattning operatörsinformation

Operatörerna rapporterade att kostnaderna för att upprätta deras UMTS-nät i Sverige har kostat cirka 10 miljarder vardera. De befintliga GSM-operatörerna rapporterade att cirka 10 procent av UMTS-sändarna delar mast med GSM-sändare. Inhyring i konkurrerande operatörers master har inneburit stora kostnader för operatörerna då hyreskostnader har varit höga. Tillsammans med el har hyreskostnader varit den största kostnadsbelastningen för upprättandet av UMTS-siter.

Operatörernas åsikter är att de fyra operatörer som var aktuella vid tillfället när Sveriges UMTS-licenser tilldelades hade förvärvat en licens även om den hypotetiska auktionskostnad som beräknats i kapitel 5.9 hade använts vid en hypotetisk licensauktion i Sverige.

Operatörerna uttryckte även önskan om att de nationella lagarna för roaming borde stöpas om så att det är möjligt för en ny operatör utan befintligt GSM-nät att få enkel tillgång till roamingavtal, något som inte var fallet under utbyggnaden av de svenska UMTS-näten. En operatör uttryckte önskan om att täckningskraven borde vara anpassade efter om operatörerna driver ett befintligt GSM-nät eller ej, detta eftersom det enligt operatören är lättare för en befintlig GSM-operatör att etablera ett UMTS-nät.

Operatörerna rapporterade att om deras UMTS-nät hade byggts utifrån kommersiella intressen utan täckningskrav hade de i första hand täckt storstadsregionerna, de större tätorterna utöver dessa samt kompletterande täckning för semesterorter och vägnät.

Samtliga operatörer rapporterade att de i det hypotetiska scenariot med ett kommersiellt styrt nät utan täckningskrav hade byggt enligt de nischade företagsstrategier de använder sig av idag. Det innebär att en operatör hade inriktat sig på att uppnå bäst täckning, en operatör hade riktat in sig på företagsmarknaden och en operatör hade satsat på att tillhandahålla multimedia-innehåll till konsumenterna i storstadsregionerna.

Flera operatörer uttryckte ett missnöje över kravet på att varje licensinnehavare ska bygga 30 procent egen infrastruktur i sitt UMTS-nät. Anledningen till missnöjet är att det enligt operatörerna lett till ett onödigt stort antal siter som belastat operatörerna i

infrastrukturkostnad såväl som driftskostnad. Operatörerna räknar med att kravet på 30 procent egen infrastruktur kostar dem cirka 250 miljoner SEK per år per operatör.

Operatörerna uttryckte önskan om en mer enhetlig reglering av frekvenstilldelning eftersom frekvenstilldelning för andra tekniker inom radiokommunikation inte beläggs med lika hårda täckningskrav som för UMTS.

En generell åsikt bland operatörerna var att de hypotetiska UMTS-näten och dagens UMTS-nät hade sett likadana ut efter 20 år med avseende på datakapacitet och struktur.

7 Utbyggnadsanalys

En del i metoden för att utreda hur en hypotetisk utbyggnad av UMTS-näten skulle ha skett på den svenska marknaden om ett auktionsförfarande utan täckningskrav hade använts är att utföra en radioplaneringsanalys. Denna radioplaneringsanalys bygger på kostnadsinformation och åsikter från operatörerna såväl som information från extern expertis. Den kostnadsinformation och utbyggnadsinformation som erhållits ligger till grund för de typsiter som utgör kostnadsgrunden samt den avgränsningsmodell som styr hur långt operatörerna skulle bygga ut sina UMTS-nät innan utbyggnaden skulle avstanna. Parametrarna som styr avgränsningsmodellen har anpassats för att skapa en bild av utbyggnad enligt olika scenarier.

I enlighet med uppdraget har två hypotetiska scenarier beräknats. Ett av dessa scenarier beräknar hur ett hypotetiskt nät byggt utifrån rent kommersiella intressen skulle se ut om UMTS-siternas lönsamhet styr hur långt utbyggnaden sker. Det andra scenariot som beräknats är ett referensnät som bygger på de ursprungliga GSM-tillstånden. Detta referensnät används som en referenspunkt som ställs mot dagens nät och det hypotetiska nätet byggt med kommersiella intressen. Samtliga hypotetiska nät beräknas efter den troliga konkurrenssituation som skulle råda på den svenska marknaden om ett auktionsförfarande skulle ha använts.

7.1 Beräkningsmodell

Som grund för beräkningarna av de hypotetiska UMTS-näten har en trafikmodell ställts upp som bestämmer enligt vilka parametrar de hypotetiska näten ska byggas.

7.1.1 Konkurrenssituation

De hypotetiska näten bygger på en konkurrenssituation i enlighet med den som existerar idag, alltså fyra licensinnehavare. I och med att ett auktionsförfarande utan täckningskrav inte innebär att en operatör förvägras licens, som i fallet med Telia, kan det därmed antas att en konkurrenssituation hade inneburit fyra operatörer på den svenska marknaden i enlighet med de fyra operatörer som var aktuella vid den svenska licenstilldelningen (Telia, Tele 2, Telenor samt Orange). För de hypotetiska näten kommer därför det antal siter som går åt för en operatör att täcka orterna att beräknas. Detta antal kommer sedan att beräknas för upp till fyra operatörer, vi kommer alltså inte att beräkna eventuella särskiljande inriktningar för de olika operatörerna då detta inte kan kvantifieras med någon relevant metod. Konkurrenssituationen för dessa operatörer indelas sedan efter följande modell:

- I en tätort med minst 10 000 invånare finns fyra konkurrerande UMTS-operatörer närvarande.
- I en tätort med mellan 3 000 och 10 000 invånare finns tre konkurrerande UMTS-operatörer närvarande.
- I en tätort med 3 000 invånare eller färre finns två konkurrerande UMTS-operatörer närvarande.

Den totala täckningsgraden för det hypotetiska nätet är summan av dessa operatörers nät.

Bruket av termen "tätort" avser i denna rapport den gängse definitionen av svenska tätorter, det vill säga orter med 200 invånare eller fler. Till orter räknas såväl städer som större byar som uppfyller detta krav.

7.1.2 Datatjänster

Datatjänsterna i de hypotetiska näten kommer att dimensioneras på ett sådant sätt att de betraktas som ett tillägg till tjänster för tal. Kapaciteten för datatjänster beräknas vara hög i närheten av siterna och sedan avtagande med antalet användare och hur långt ifrån siter UMTS-terminalen befinner sig, detta i enlighet med de tekniker och den realitet som är rådande idag. Mål hastigheten för datatjänsterna kommer att vara 384 kilobit per sekund i enlighet med den situation som har varit rådande under utvecklingen av UMTS-nätverk fram till dagsläget, denna mål hastighet har bekräftats av den information som operatörerna har lämnat.

7.1.3 Trafikmodell

I tabellen nedan listas de parametrar som ligger till grund för beräkningarna av de hypotetiska näten.

Tabell 1 Grundvärden

Konstanter	Värde	Förklaring	
Abbonentfördelning, ort	Jämn	Abbonenterna är jämnt fördelade över ortens yta.	
Abbonentfördelning, cell	Jämn	Abbonenterna är jämnt fördelade över cellens yta.	
GoS	2 %	Spärrsannolikhet för tal.	
Voice activity factor	50 %	Andel av tiden som abonnent utnyttjar kanalen.	
Tätort, liten Parameter	Värde UpLink	Värde DownLink	Förklaring
Kriterier för "liten"	< 10 000		Antal invånare för att karaktärisera en ort som "liten".
Penetration	20 %	20 %	Andel av befolkningen på en ort som har ett UMTS-abonnemang.
Trafik, tal	33	33	Trafikintensitet per abonnent under busy hour, mätt i mErlang.
Vocoder rate	12,2	12,2	AMR codec rate, kilobit per sekund.
Trafik PS384	40	100	Antal kilobyte per timme och abonnent, uplink/downlink.

Tätort, stor Parameter	Värde UpLink	Värde DownLink	Förklaring
Kriterie för "stor"	>= 10 000		Antal invånare för att karakterisera en ort som "stor".
Penetration	30 %	30 %	Andel av befolkningen som har ett UMTS-abonnemang.
Trafik, tal	33	33	Trafikintensitet per abonnent under busy hour, mätt i mErland.
Vocoder rate	12,2	12,2	AMR codec rate, kilobit per sekund.
Trafik PS384	60	120	Antal kilobyte per timme och abonnent, uplink/downlink.
Vägtäckning			
Europa/riksväg utanför tätort	Kapaciteten byggs utifrån täckningskriteriet där tal stöds och datatjänster hanteras enligt "best effort".		

7.1.4 Utbyggnadsberäkning

Beräkningarna av de hypotetiska näten utförs enligt två huvudsakliga scenarier: ett UMTS-nät vars utbyggnadskrav har sin bas i GSM-tillstånden och ett UMTS-nät vars utbyggnad styrs av rent kommersiella intressen utan täckningskrav. Avgränsningen för när utbyggnaden ska sluta bygger på en avgränsningsmodell som beskrivs i kapitel 7.1.5.

Det hypotetiska UMTS-nätet med bas i GSM-tillstånden räknar in samtliga orter med 10 000 invånare samt de europavägar som fanns vid GSM-tillståndens utfärdande 1991. Antalet siter som placeras i dessa orter bestäms utifrån avgränsningsmodellen, se 7.1.5.

I det hypotetiska nätet byggt på kommersiella intressen utan täckningskrav placeras siter ut i orter ned till avgränsningskriteriet, denna gräns har definierats i enlighet med avgränsningsmodellen som finns beskriven i kapitel 5.2.2. Även här har europavägar och riksvägar räknats med då detta enligt operatörerna är av affärsintresse oavsett täckningskrav.

7.1.5 Avgränsningsmodell

Beräkningsmodellen bygger på lönsamhet per basstation för att avgöra hur många abonnenter som behövs per basstation för att det ska vara ekonomiskt lönsamt att placera ut siten. Denna lönsamhetsberäkning bygger på att kostnaden för basstationen ska bli lönsam under fem års tid. Kostnadsparametrar som inkluderas i denna beräkning är investeringskostnad och driftskostnad per år. Basstationernas lönsamhet har beräknats genom att räkna på intäkt per kund (ARPU) per månad och år och på så sätt bestämma hur många abonnenter per basstation som krävs för att basstationen ska vara lönsam under de fem åren. Antalet abonnenter som krävs per basstation bygger på penetrationsgraden 30 procent. Antalet abonnenter som krävs per basstation har sedan multiplicerats i enlighet med de tre konkurrensnivåer som står definierade i kapitel 7.1.1. I glesbebyggelse kommer exempelvis två konkurrerande UMTS-operatörer att innebära att antalet nödvändiga abonnenter per site multipliceras med två medan en tätbebyggd ort med över 10 000 invånare kommer kräva att antalet nödvändiga abonnenter per site multipliceras med fyra. Denna beräkning utförs för samtliga av de fem typsiter som tagits fram för utbyggnadsberäkningen. Typsiterorna listas i tabell 2 och detaljerad information om parametrar och kostnader för typsiterorna finns i bilaga 4. Information om antal nödvändiga abonnenter efter typsite och konkurrenssituation finns i tabell 3. På grund av att avgränsningsmodellen bygger på att ett visst antal abonnenter behövs för att motivera upprättandet av siter kan orter där befolkningen är utspridda över större ytor falla ur modellen. Dessa orter, i rapporten refererade till som "avvikande orter", presenteras i en separat lista i sektion 7.4.5. De avvikande orternas påverkan på täckningsprocent och kostnad presenteras där på ett sätt som gör deras påverkan på det övergripande scenariot tydligt.

7.2 Kostnadsmodell

Kostnadsmodellen för beräkningarna av de hypotetiska näten består av en utbyggnadsberäkning som i sin tur bygger på ett antal typsiter. Beräkningarna bygger på fem definierade typsiter, med olika tillhörande parametrar och kostnader.

7.2.1 Typsiter

Kostnadsmodellen som använts för att beräkna de hypotetiska näten bygger på ett antal typkostnader. De typkostnader som tagits fram bygger på undersökningar av hårdvarukostnader och driftskostnader samt information från operatörer om deras kostnadsuppgifter. Dessa kostnadsuppgifter har sedan använts för att skapa fem så kallade "typsiter" som motsvarar fem typiska sitekonstruktioner som används i UMTS-nät på den svenska marknaden. Kostnader som räknas in i dessa typsiter är avtal och tillstånd, avgifter och lovansökan, hårdvara, installation, transmission och managementkostnader såsom projektledning, dokumentation och transport. De fem framtagna typsiterna listas nedan i tabell 2. För ytterligare mer detaljerad information om vilka delsummer och parametrar som uppgör kostnaderna för dessa typsiter, se bilaga 3.

Tabell 2 Typsiter inklusive hårdvara och kostnad

Typ 1	Takmast, mycket tätbebyggt område, 3-Sector, radiatorum, fiberanslutning, antennhöjd 18 meter. Kostnad: 385 900 SEK.
Typ 2	Takmast, tätbebyggt område, 3-Sector, radiobod, fiberanslutning, antennhöjd 30 meter. Kostnad: 405 000 SEK.
Typ 3	Green-field, förort, 3-Sector, radiobod, radiolänk, antennhöjd inklusive mast 30 meter. Kostnad: 951 500 SEK.
Typ 4	Green-field, glesbygd, 3-Sector, radiobod, radiolänk, antennhöjd inklusive torn 55 meter. Kostnad: 1 295 100 SEK.
Typ 5	Green-field, glesbygd, 2-Sector, radiobod, radiolänk, antennhöjd inklusive torn 55 meter. Kostnad: 1 217 200 SEK.

7.2.2 Avgränsningsmodell efter typsiter

I tabellen nedan listas typsiter och antalet nödvändiga abonnenter per typsiter och konkurrenssituation för att aktuell typsiter skall vara lönsam att placera ut. Antalet nödvändiga abonnenter per typsiter multipliceras med antalet konkurrenter i orten eftersom rapporten ska analysera ett komplett UMTS-nät som är summan av flera operatörers nät. Mer detaljerad information om de parametrar

som styr antalet nödvändiga abonnenter per typsite och konkurrenssituation, se bilaga 4.

Tabell 3 Avgränsningsmodell efter typsite

Typsite	Konkurrenssituation	Antal nödvändiga abonnenter	Antal nödvändiga abonnenter enligt konkurrenssituation
Typ 1	2 operatörer	203	406
	3 operatörer		610
	4 operatörer		813
Typ 2	2 operatörer	239	479
	3 operatörer		718
	4 operatörer		958
Typ 3	2 operatörer	397	794
	3 operatörer		1 191
	4 operatörer		1 588
Typ 4	2 operatörer	565	1 129
	3 operatörer		1 694
	4 operatörer		2 259
Typ 5	2 operatörer	536	1 073
	3 operatörer		1 609
	4 operatörer		2 145

7.3 Nuvarande nät

Kostnaden för utbyggnaden av dagens UMTS-nät utförs med hjälp av operatörernas befintliga site-antal och de typsiter som tagits fram för kostnadsmodellen, se tabell 2. Den uppskattade kostnaden för att bygga dagens UMTS-nät kommer sedan att jämföras med den information som erhållits från operatörerna, se kapitel 4.1.

7.3.1 Täckningsgrad befolkning

De svenska UMTS-näten uppgår i dagsläget till 98,7 procent befolkningstäckning. Denna täckning avser de täckningskrav på signalstyrka och dataöverföringskapacitet som PTS angivit i licenskraven för UMTS-licenserna.

7.3.2 Täckningsgrad yta

Dagens UMTS-nät har en maximal yttäckning på cirka 48 procent av rikets yta.

7.3.3 Kostnadssituation

Utbyggnaden av UMTS-nät i Sverige uppskattas ha kostat operatörerna cirka 10 miljarder SEK vardera, en total utbyggnadskostnad på cirka 30 miljarder SEK för utbyggnaden i Sverige. En kontrollberäkning utförd med rapportens typsiter, se sektion tabell 2, har verifierat denna siffra som trovärdig.

7.4 Utbyggnad enligt kommersiella krafter

Kostnaden för att bygga det hypotetiska nätet utan täckningskrav presenteras på ett sådant sätt att kostnaden för att köpa licenser i ett auktionsförfarande har brutits ut. För att se kostnaden för en hypotetisk auktion, se sektion 5.9.

7.4.1 Beräkningsprinciper

I beräkningen av det kommersiellt styrda UMTS-nätet utan täckningskrav har en huvudberäkning utförts utifrån avgränsningsberäkningen. Resultatet av denna beräkning är ett hypotetiskt nät där den procentuella täckningen är den maximala täckning som en svensk operatör skulle byggt efter kommersiella intressen. Huvudberäkningen agerar scenario för en operatör som bestämmer sig för att ha bäst täckning som affärsmässig strategi. Denna strategi har bekräftats av de intervjuade operatörerna.

7.4.2 Täckningsgrad befolkning

I tabellen nedan presenteras täckningsgraden för det kommersiellt styrda UMTS-nätet. Utöver detta presenteras antalet invånare som täcks. Dessa siffror inkluderar täckning av specialområden som flygplatser, Gotland, skidorter, Stockholms skärgård. Öland och

Österlen. För mer information om de resultat och siffror som ligger till grund för resultaten som listas nedan, se bilaga 1.

Tabell 4 Täckningsgrad befolkning i kommersiellt styrt nät

	Procentuell täckning	Antal täckta invånare
UMTS-utbyggnad	77,44 %	6 791 269
Inkl. avvikande orter	79,82 %	7 007 449

7.4.3 Täckningsgrad yta

I tabellen nedan presenteras den geografiska täckningsgraden för det hypotetiska nätet. I den vänstra kolumnen presenteras täckningsprocenten av de orter som täcks av det hypotetiska nätet, yttäckningen för riket presenteras i den högra kolumnen. Dessa siffror inkluderar täckning av specialområden som flygplatser, Gotland, skidorter, Stockholms skärgård. Öland och Österlen. För mer information om de resultat och siffror som ligger till grund för resultaten som listas nedan, se bilaga 1.

Tabell 5 Täckningsgrad för ytan i kommersiellt styrt nät

	Täckningsgrad enbart orter	Täckningsgrad inklusive vägsiter (rikets yta)
UMTS-utbyggnad	1,03 %	24,96 %

7.4.4 Kostnadssituation

Kostnaden för det kommersiellt styrda UMTS-nätet bygger på adderingen av konstruktionskostnaden samt driftskostnaden under de åtta år som passerat från tilldelningstillfället fram till år 2008. Till kostnaden för att bygga och driva nätet läggs sedan auktionskostnaden för att presentera bilden av den summa en operatör skulle behöva investera i det hypotetiska nätet. Dessa siffror inkluderar täckning av specialområden som flygplatser, Gotland, skidorter, Stockholms skärgård. Öland och Österlen. För mer information om de resultat och siffror som ligger till grund för resultaten som listas nedan, se bilaga 1.

Tabell 6 Kostnadsbild för kommersiellt styrt nät

	Kostnad infrastruktur (SEK)	Kostnad drift * 8 år (SEK)	Auktionskostnad (SEK)	Total kostnad (SEK)
UMTS- utbyggnad	3 534 517 000	1 193 912 000	1 200 000 000	5 928 429 000

7.4.5 Avgränsningsmodellens avvikande orter

För en detaljerad lista över de större orter som exkluderats ur beräkningarna på grund av luckor i avgränsningsmodellen, se bilaga 1. I tabellen nedan presenteras kostnaden och täckningsprocenten som de avvikande orterna representerar. För mer information om de resultat och siffror som ligger till grund för resultaten som listas nedan, se bilaga 1.

Tabell 7 Avvikande orter från beräkningar av hypotetiskt nät

	Kostnad infrastruktur (SEK)	Kostnad drift * 8 år (SEK)	Täcknings- procent	Total kostnad med avvikande orter (SEK)
UMTS- utbyggnad	5 961 000	148 000 000	2,38 %	6 088 351 000

7.4.6 Jämförelse med operatörsåsikter

Kostnaden för det hypotetiska nätet styrt av kommersiella intressen utan täckningskrav skulle, med de avvikande orterna inräknade, kosta operatörerna cirka 6 miljarder SEK från tilldelningen år 2000 och fram till år 2008. Operatörernas uppgifter säger att de har investerat cirka 10 miljarder SEK i sina UMTS-nät från år 2000 fram till 2008. Operatörernas åsikter är att kravet på 30 procent eget nät har begränsat deras resurser och att de hade samarbetat om hela infrastrukturutbyggnaden utan reglering av utbyggnaden. Kostnadsuppgifterna från operatörerna säger att de egenägda näten kostar cirka 250 miljoner SEK per år i drift och underhåll vilket under de åtta år som passerat sedan tilldelningen år 2000 sammanlagt inneburit en onödig kostnad på 2 miljarder SEK. Om operatörerna hade kunnat spara in på denna kostnad hade de hamnat

närmare 8–9 miljarder SEK i kostnad för utbyggnaden av UMTS-näten. Denna kostnad skulle då inbegripa utbyggnad i regioner som inte är ekonomiskt försvarbara att täcka. En maximal kostnad på 6 miljarder SEK och tillhörande täckningsgrad är ur denna synvinkel ett troligt scenario för vad operatörerna under perioden år 2000 fram till dags dato skulle varit villiga att investera i utbyggnaden av sina UMTS-nät.

7.4.7 Jämförelse med referensländer

Täckningsprocenten för det hypotetiska nätet byggt med kommersiella intressen utan täckningskrav skulle enligt beräkningarna uppnå en maximal täckningsprocent på 79,82 procent av befolkningen. Detta kan jämföras med majoriteten av referensländerna där kraven på täckningsprocent ligger på 80 procent runt åren 2007/2008. Av referensländerna är det enbart Finland som har en befolkningsspridning och geografisk form som kan liknas med Sverige. I Finland har staten valt att inte ställa höga täckningskrav på operatörerna eftersom de inte anser att det är ekonomiskt försvarbart att tvinga operatörerna att bygga ut täckning i glesbygden [REFF]. I Sverige är befolkningstätheten i södra Sverige lönsamt för operatörerna att täcka medan större delarna av de norra regionerna inte är ekonomiskt lönsamma. Minst en operatör hade alltså täckt större delar av södra Sverige och de största orterna i norra Sverige till en täckning på maximalt 79,82 procent. Anammandet av UMTS-tjänster hade i Sverige likt Finland och övriga referensländer tagit längre tid än vad som skett efter skönhets-tilldelningen år 2000 på grund av det faktum att de inledande UMTS-terminalerna var av bristande kvalitet. Bristande kvalitet i den tidiga radioutrustningen hade också fördröjt utrullningen av UMTS-infrastruktur och tjänster.

7.5 Referensnät enligt GSM-tillståndet

Det hypotetiska referensnätet med bas i GSM-tillstånden har beräknats på kommunal nivå. Utöver dessa har även europavägarna räknats in i utbyggnadsberäkningen. För mer detaljerad information, se bilaga 1.

7.5.1 Täckningsgrad befolkning

Det sammanlagda antalet medborgare i Sveriges kommuner och orter uppgick år 2000 till cirka 9 113 257. Den sammanlagda befolkningstäckningen i det hypotetiska referensnätet skulle bli 57,14 procent om en utbyggnad skulle ske enligt de ursprungliga GSM-tillstånden. Antalet medborgare som täcks av detta nät skulle vara 5 207 701. Dessa siffror inkluderar täckning av specialområden som flygplatser, Gotland, skidorter, Stockholms skärgård, Öland och Österlen. För mer information om de resultat och siffror som ligger till grund för resultaten som listas nedan, se bilaga 1.

Tabell 8 Täckningsgrad för befolkningen i referensnät med bas i GSM-tillstånd

	Procentuell befolkningstäckning	Antal täckta invånare
Täckning	57,14 %	5 207 701

7.5.2 Täckningsgrad yta

Den sammanlagda ytan för de kommuner och orter som ingår i det hypotetiska GSM-nätet uppgår till 134 138,84 kvadratkilometer. Den sammanlagda geografiska yttäckningen för de orter som ingår i referensnätet skulle bli 0,67 procent och 20,71 procent av rikets totala yta. Den geografiska ytan som täcks av detta nät skulle uppgå till 2 744,17 kvadratkilometer. Dessa siffror inkluderar täckning av specialområden som flygplatser, Gotland, skidorter, Stockholms skärgård, Öland och Österlen. För mer information om de resultat och siffror som ligger till grund för resultaten som listas nedan, se bilaga 1.

Tabell 9 Täckningsgrad för yta i referensnät med bas i GSM-tillstånd

	Täckningsgrad enbart orter	Täckningsgrad inklusive vägsiter (rikets yta)
Täckning	0,67 %	20,71 %

7.5.3 Kostnadssituation

Kostnaden för att bygga ett UMTS-nät enligt de ursprungliga GSM-tillstånden har delats upp i kostnad för infrastruktur och drift. Det totala antalet UMTS-siter skulle i detta nät uppnå 2 974 siter varav 2 334 skulle vara tätorts-siter och 640 skulle vara vägtäckande siter. Den totala kostnaden för att bygga upp infrastrukturen för detta nät skulle uppnå 2 710 803 100 SEK (inklusive specialområden). Kostnaden för drift av detta nät skulle uppnå 121 290 000 SEK per år (inklusive specialområden). För mer information om de resultat och siffror som ligger till grund för resultaten som listas nedan, se bilaga 1.

Tabell 10 Kostnadsbild för referensnät med bas i GSM-tillstånd

	Kostnad infrastruktur (SEK)	Kostnad drift * 8 år (SEK)	Total kostnad (SEK)
Kostnader	2 710 803 100	970 320 000	3 681 123 100

7.5.4 Jämförelse med kommersiellt styrt nät

Vid jämförelse med det begränsade scenariot för det kommersiellt byggda nätet är referensnätet med bas i GSM-tillståndet snarlikt till täckning och kostnad. Detta agerar stöd åt det faktum att minst en operatör i det hypotetiska auktionsscenariot utan täckningskrav skulle bygga nät i de mest lönsamma regionerna. Det kommersiellt styrda nätet utan täckningskrav hade, i det begränsade scenariot, byggt täckning för europavägar och större huvudvägar även utan täckningskrav eftersom detta är av affärsmässigt intresse för operatörerna.

7.6 Totalkostnad för näten i rapporten

I tabellen nedan presenteras den totala kostnaden som det svenska tilldelningsförfarandet har kostat till 2008, samt vad ett hypotetiskt tilldelningsförfarande skulle ha kostat under samma tidsperiod. I kostnaderna för dagens nät ingår de totala kostnader som operatörerna har rapporterat för upprättandet och driften för sina nät. I kostnaderna för det hypotetiska nätet ingår kostnader för infrastruktur, drift och auktionskostnad för samtliga fyra operatörer. Kostnaderna för infrastrukturen och driften har beräknats enligt de fyra utbyggnadstyper som tagits fram i denna rapport, det vill säga att en operatör bygger enbart i storstadsregionerna, en operatör bygger i storstadsregionerna med kompletterande täckning samt att två operatörer bygger för god täckning i hela landet. I beräkningarna av kostnaderna för dagens nät har den rapporterade kostnaden från samtliga tre UMTS-operatörer vägts samman. En kontrollberäkning av denna summa har utförts med de typsiter som definierats för det hypotetiska nätet. Kontrollberäkningen verifierade operatörernas kostnadsuppskattning.

Tabell 11 Kostnadsbild för dagens UMTS-nät kontra det hypotetiska nätet

	Kostnader hypotetiskt nät		Total kostnad
	Kostnad infrastruktur	Kostnad drift * 8 år	
Kostnader för samtliga nät	8 432 525 100	2 973 808 000	11 406 333 100
Inklusive avvikande orter	153 074 500	47 688 000	11 607 095 600
Inklusive vägsiter	934 809 600	307 200 000	12 849 105 200
Inklusive total auktionslikvid			17 649 105 200

	Kostnader dagens nät		Totalt kostnad
	Kostnad infrastruktur	Kostnad drift * 8 år	
Kostnader för samtliga nät	30 000 000 000	Ingår i infrastruktur-kostnad	30 000 000 000

	Sammanfattning kostnadssituation	
	Kostnad dagens nät	Kostnad hypotetiskt nät
Totalkostnad	30 000 000 000	17 649 105 200

7.7 Sammanfattning av utbyggnadsanalys

Det som kan urskiljas i en jämförelse mellan nulägesanalysen av UMTS-utbyggnaden i Sverige och de hypotetiska nät som beskrivs i detta kapitel är att täckningsgraden i hypotetiska UMTS-nät skulle bli avsevärt lägre än de UMTS-nät som är i bruk i Sverige idag. Det nät som hade byggts med målet "bäst täckning" uppnår en maximal befolkningstäckning på 79,82 procent, vilket är avsevärt lägre än dagens befolkningstäckning på 98,7 procent. Minst ett av de hypotetiska näten hade byggt nät enbart i de absolut mest lönsamma regionerna i Sverige, exempelvis storstadsregioner, semesterorter och vägnät, vilket hade inneburit en befolkningstäckning på 57,14 procent. Denna täckningsprocent stämmer väl överrens med täckningsprocenten för det hypotetiska referensnätet med bas i GSM-tillstånden.

Ur kostnadssynpunkt skulle de hypotetiska näten kosta strax under 18 miljarder SEK, en kostnad som är mindre än två tredjedelar av vad den svenska UMTS-utbyggnaden har kostat till dags dato. För de ytterligare cirka 12 miljarder SEK som dagens UMTS-nät har kostat har svenska UMTS-konsumenter fått tillgång till cirka 18 procent större täckning än vad den maximala befolkningstäckningen i de hypotetiska näten skulle kunna erbjuda.

8 Sammanfattande analys

I detta kapitel sammanfattas rapportens resultat och slutsatser i diskussionsform.

8.1 Hypotetiskt utbyggnadsresultat

- Enligt de utbyggnadsberäkningar som utförts skulle Sverige i det hypotetiska UMTS-nätet byggt enligt kommersiella intressen få en maximal befolkningstäckning på cirka 80 procent för den operatör som skulle bygga enligt affärsmodellen "bäst täckning". Övriga operatörer skulle maximalt uppnå en befolkningstäckning som motsvarar det hypotetiska UMTS-nätet med bas i GSM-tillstånden, det vill säga cirka 57 procent befolkningstäckning. Med en befolkningstäckning på cirka 98 procent har

dagens UMTS-nät alltså cirka 18 procent bättre befolknings-täckning än vad det hypotetiska nätet maximalt skulle uppnå.

- Strukturen och kapaciteten i det hypotetiska nätet byggt efter kommersiella intressen skulle motsvara dagens nät, något som signalerats under operatörsintervjuerna. Dagens basstationer har placerats ut på de mest lämpade platserna och utbyggnad hade skett på samma sätt i det hypotetiska nätet, med färre basstationer i glesbygden. Operatörerna rapporterade att kapaciteten för HSPA sannolikt skulle vara bättre i det hypotetiska nätet i storstadsregionerna, semesterorter samt landsvägar, detta eftersom de skulle kunnat inleda utbyggnaden senare med bättre teknik och därmed bättre kapacitet.
- Utbyggnad i storstäder, kommunikationskanaler och semesterorter har rapporterats som de huvudsakliga utbyggnadsmålen av referensländerna såväl som operatörerna. Utbyggnaden i ett kommersiellt styrt UMTS-nät i Sverige hade följt samma förfarande.
- Utbyggnaden av UMTS-näten på den svenska marknaden hade enligt operatörerna inletts senare och genomförts snabbare på senare år, detta eftersom de inledande terminalerna och basstationerna inte var av tillräcklig kvalitet. Detta reflekteras även i den nederländska utbyggnaden där de första fem åren användes till förberedelser av UMTS-utrullningen i väntan på att terminalerna och hårdvaran för basstationer skulle nå en tillräcklig mognadsgrad. Inledande problem med UMTS-terminalernas kvalitet har även rapporterats av samtliga referensländer.

8.2 Kostnadsfrågor

- Auktionsintäkten i Sverige, och auktionens framgång, skulle bero på valet av auktionsdesign och hur pass väl den matchar svenska förutsättningar. Referensländerna visar prov på framgångar anpassade efter den egna nationen och misslyckanden som följd av felaktigt designade auktionsprocesser. Auktionsintäkten i Sverige skulle variera med valet av auktionsdesign, men den uppskattade intäkten på 1,2 miljarder signalerades som trovärdig av operatörerna.

- Samtliga UMTS-nät i Sverige har till dags dato kostat 30 miljarder SEK att upprätta enligt operatörernas egen information. Denna kostnad inkluderar upprättande såväl som drift av infrastrukturen och kostnader för bland annat marktillstånd.
- De kommersiellt styrda UMTS-näten skulle ha en sammanlagd kostnad på cirka 17,6 miljarder SEK, mindre än en tredjedel av kostnaden för dagens svenska UMTS-nät.
- Den beräknade kostnaden för de hypotetiska näten skulle kunna bli mindre enligt operatörerna då efterföljande kostnader som ersättning och uppgradering av den inledande utrustningen, höga kostnader för markhyra och mastinhyring skulle kunnat undvikas.

8.3 Lärdomar från referensländer

- Om operatörernas utbyggnad inte styrs av täckningskrav kommer de inte bygga större täckning än nationens förutsättningar gör rimligt.
- Utbyggnaden i referensländerna har generellt täckningskrav eller uppfylld befolkningstäckning på maximalt 80 procent av befolkningen, denna maximala täckningsprocent speglas även av utbyggnadsberäkningarna för den svenska marknaden i det hypotetiska scenariot.
- Även i länder där förutsättningarna för utbyggnad av UMTS-nät är gynnsamma, exempelvis Nederländerna och Danmark, uppnår inte operatörerna den täckningsgrad som Sverige kräver av de svenska operatörerna. Dessa länder har en avsevärt mer gynnsam situation vad det gäller topografin och befolkningstätheten än vad Sverige har men har ändå endast uppnått 80 procent befolkningstäckning i Nederländerna och cirka 93 procent i Danmark. Befolkningstäckningen i Danmark visar att trots ovanligt gynnsamma förutsättningar för full befolkningstäckning väljer operatörerna ändå att inte täcka de sista procenten av befolkningen. Ur detta perspektiv är det inte troligt att den svenska UMTS-utbyggnaden hade uppnått en befolkningstäckning som överstiger denna täckningsprocent, med all sannolikhet skulle majoriteten av de svenska UMTS-operatörernas nät vara mindre.

- Av rapportens referensländer motsvarar de svenska förutsättningarna, med avseende på topografi och befolkningstäthet, närmast de finska förutsättningarna. Med detta som perspektiv är det osannolikt att ett hypotetiskt nät skulle växa mot den täckningsgrad svenska marknaden har i dag. De finska förutsättningarna speglar bäst att Sverige skulle ha en täckningsgrad som motsvarar det hypotetiska GSM-baserade nätet med befolkningstäckning på cirka 57 procent. Operatörsintervjuerna visade att en operatör skulle bygga ut på det affärsmässiga scenariot "bäst täckning" och skulle då maximalt uppnå 80 procent befolkningstäckning med bibehållen lönsamhet i nätet.

8.4 Reglering

- Reglering i form av täckningskrav är enligt rapportens resultat den faktor som krävs för att uppnå god täckning i det som räknas som glesbygd. Referensländer och operatörsintervjuer visar att de sista procenten av befolkningstäckning i glesbygden inte är intressanta att täcka ut ekonomisk synpunkt.
- Roaming-tillstånd är avgörande för om en ny operatör ska kunna etablera sig på en marknad med befintliga GSM-operatörer som konkurrerar på UMTS-marknaden. Starkare reglering för roaming hade behövts när dagens nät startade och när det hypotetiska skulle starta.
- Reglering i form av subventionering av UMTS-terminaler skulle vara avgörande för hur snabbt UMTS skulle etablera sig på den svenska marknaden i ett hypotetiskt scenario. De tidiga terminalerna var undermåliga och på den finska marknaden utan subventionering har detta lett till att UMTS inte har tagit fart än. Svenska lagar som tillåter detta medför att Sverige i det hypotetiska scenariot skulle ha en större acceptans av UMTS än vad Finland har i dagsläget.

9 Översikt resultat

I detta kapitel presenteras en övergripande sammanfattning av rapportens resultat i tabellform.

System	I befolkningen	Av ytan
UMTS – nuvarande nät	98 %	48 %
UMTS – hypotetiskt nät med utgångspunkt i komparativ studie	79,82 %	24,96 %
UMTS – referensnät enligt GSM-tillstånd	57,14 %	20,71 %

10 Bilagor

Dokument från underkonsult

Bilaga 1	Final presentation with ARPU Rev A.xls	Dokument som beskriver kostnader, täckning och mastantal för de hypotetiska näten.
Bilaga 2	Trafikmodell och beräkningsgrund.pdf	Dokument som beskriver de parametrar som ligger till grund för radioplaneringen.
Bilaga 3	Type-Site Kost UMTS Sverige Netlight (080228).xls	Detaljbeskrivning av typsiter och de parametrar dessa bygger på.
Bilaga 4	Parametermodell begränsning UMTS.xls	Avgränsningsmodellen för antal nödvändiga abonnenter per site, kategoriserat per konkurrenssituation i aktuell ort.
Bilaga 5	Intervju-underlag operatör.doc	Frågeunderlag till intervjuer med UMTS-operatörerna.
Bilaga 6	Frekvensvärde-Anders Hintze.doc	Uppskattad svensk auktionsintäkt baserad på internationell jämförelse.
Bilaga 7	Känslighetsanalys.doc	Beskrivning av de antaganden som ligger till grund för rapporten samt en analys av deras relevans för resultatet.

11 Referenser

Källförteckning

Nr	Källa
[STEL1]	Stelacon. "UMTS Development – From an international perspective."
[KNSJ1]	Post- og Telestyrelsen, UMTS – Konesjon Netcom.
[KNSJ2]	Post- og Telestyrelsen, UMTS – Konesjon Hi3G.
[KNSJ3]	Post- og Telestyrelsen, UMTS – Konesjon Telenor.
[KNSJ4]	Post- og Telestyrelsen, UMTS – Konesjon Mobile Norway.
[ITU1]	UMTS Forum, Thomas Sidenblad, (2002), License and Regulatory update on UMTS.
[SON3G]	Sonera's 3G Coverage Extended to Ten New Towns.
[REFD]	Danmark, svar på enkät till referensländer.
[REFS]	Storbritannien, svar på enkät till referensländer.
[REFN]	Nederländerna, svar på enkät till referensländer.
[REFN2]	Norge, svar på enkät till referensländer.
[REFF]	Finland, svar på enkät till referensländer.
[IMTS1]	The European UMTS/IMT-2000 Licence Auctions.
[KART1-6]	Karta över GSM- och 3G-täckning i referensländer, källa GSM World.
[HNRA]	How not to run auctions: the European 3G Telecom Auctions, 2001
[TREDK]	Hi3G:s danska hemsida för UMTS-täckning. http://privat.3.dk/daekningudland/Dakning/
[UMTSSV1]	UMTS Supervision in practice V1.0, 2007, Agentchap Telekom

- [SCBSE] Kartinformation om befolkningsutbredning i de nordiska länderna.
http://www.scb.se/templates/Standard____107386.asp
- [SCBNO] Kartinformation över befolkningsutbredning i Norge.
<http://www.ssb.no/befolkning/>
- [TELEN] Telenor, svar på intervjufrågor.
- [TELIA] Telia Sonera, svar på intervjufrågor.
- [HI3G] Hi3G, svar på intervjufrågor.
- [TELE2-1] Tele 2, svar på intervjufrågor.
[TELE2-2]
- [PTSR1] Regeringsrapport, delrapport för UMTS-utbyggnaden, juni 2005.
- [PTSK1] PTS, 3G-nät klara, 2007.

Scenarioanalys – framtida efterfrågan på radionätkapacitet

A-focus AB

Februari 2008

Innehåll

1	Bakgrund	559
2	Rapportens syfte och mål	559
3	Avgränsningar	560
4	Metodik och genomförande	561
5	Beskrivning av variabler	563
5.1	Ny användning	563
5.2	Nätkostnad och kapacitet.....	569
5.3	Ändrade livsstilar	575
5.4	Nya nätlösningar.....	577
5.5	Prismodeller	582
5.6	Substitution av fasta nät	585
5.7	Specialnät	588
5.8	Kvalitetsförbättring	590
5.9	Mjukvarustyrd och kognitiv radio	592
5.10	Terminalutveckling	593
5.11	M2M	595
6	Möjliga scenarier på medellång sikt	598
6.1	Scenario M1	599
6.2	Scenario M2.....	602
6.3	Scenario M3.....	604

6.4	Scenario M4	607
7	Möjliga scenarier på lång sikt.....	610
7.1	Scenario L1.....	611
7.2	Scenario L2.....	612
7.3	Scenario L3.....	614
7.4	Scenario L4.....	615

1 Bakgrund

Regeringen beslutade den 19 juli 2007 att tillsätta en särskild utredare som ska undersöka behovet av ändrade regler för att tillämpa allmän inbjudan till ansökan vid tillståndsgivning enligt lagen (2003:389) om elektronisk kommunikation, LEK. Utredaren ska vid behov lämna förslag till ändringar av andra gällande principer för tillståndsprövningen. Utredningen skall specifikt ta ställning till om de regler som ligger till grund för tillståndens längd är lämpliga, och om det finns behov av ändrade bestämmelser för överlåtelse av tillstånd. Utredaren ska vidare formulera ett förslag till ett politiskt mål för slutanvändares tillgänglighet till mobil och annan trådlös elektronisk kommunikation.

Utredaren ska också utvärdera de samhällsekonomiska effekterna av nuvarande system för tillgång till mobil och trådlös kommunikation i stort, och vid behov föreslå alternativa former för att uppnå täckning. Utredaren ska även undersöka behovet av ändrade regler för de radioanvändare som i dag inte betalar avgifter för sin användning. Med anledning av ovanstående har utredningen funnit behov av att analysera och förstå såväl den tekniska som den marknadsmässiga utvecklingen inom området trådlös kommunikation, för att mot denna bakgrund kunna fatta relevanta och lämpliga beslut avseende eventuell lagändring och reglering.

A-focus har därför fått i uppdrag att genomföra en scenarioanalys avseende framtida möjliga och för utredningen relevant utveckling avseende marknad och teknik som kan ha signifikant påverkan på efterfrågan på nätkapacitet i radionät. Uppdraget har genomförts av Göran Hedström, Fredrika Hed Rosén och Jan Markendahl.

2 Rapportens syfte och mål

Syftet med uppdraget har varit att ta fram en analys och beskrivning av möjliga alternativa framtida scenarier med påverkan på efterfrågan på spektrum på medellång och lång sikt och omfatta såväl den möjliga tekniska utvecklingen som utvecklingen av den marknadsmässiga efterfrågan inom området trådlösa nät för elektronisk kommunikation.

Målet med uppdraget är att scenarierna skall bidra till Frekvensutredningen med insikt i grundläggande trender och inverkan av styrande faktorer på marknadsutvecklingen, samt den tekniska utveckling som förändrar marknadens beteende eller kan komma att kräva regulatorisk inblandning.

- *Den tekniska utvecklingen:* Uppdraget har omfattat att beskriva och analysera hur den tekniska utvecklingen inom området trådlös kommunikation kan komma att utvecklas och vilken inverkan detta kan komma att få på efterfrågan på nätkapacitet i radionät.
- *Marknadsutvecklingen:* Att genom tillämpning av scenarieanalys beskriva den möjliga marknadsrelaterade utvecklingen inom området trådlös kommunikation. Marknadsanalysen har tagit utgångspunkt i nuvarande och framtida tillämpningar och både konsumenters och företags/organisationers efterfrågan.

Den huvudfråga (scenariofråga) som har adresserats i uppdraget är; av vad, hur och varför kommer kapacitetsefterfrågan i trådlösa kommunikationsnät att utvecklas i Sverige – på medellång och lång sikt?

3 Avgränsningar

Scenarioanalysen har avgränsats till att omfatta trådlösa kommunikationsnät av publik eller semi-publik karaktär och som används för elektroniska kommunikationstjänster. Detta innefattar t.ex. mobilnät, nät för utsändning av radio och tv, publika hotspots och andra publika trådlösa lokala nät. Rapporten inkluderar även specialnät för t.ex. blåljusmyndigheter. Däremot är slutna nät som trådlösa företagsnät och trådlösa nät i hemmen exkluderade med anledning av att de inte är tillgängliga för andra. Försvarets tillämpningar som använder radiofrekvenser är också exkluderade. Utanför ramen för denna rapport ligger också alla typer av lösningar för korthållskommunikation t.ex. fjärrkontroller.

Värt att notera är att uppdraget har varit att analysera och presentera scenarier avseende framtida efterfrågan på kapacitet i radionät enligt ovanstående avgränsning, inte att besvara frågan om

hur Frekvensutredningen kan eller bör agera i frågor om spektrumpolitik etc.

4 Metodik och genomförande

Uppdragets har genomförts med en kombination av research, workshops med expertgrupper och analys. Grundläggande för uppdragets genomförande har varit; definiering av scenariofrågan och variabler med betydande inverkan, samt workshops med ett urval av experter. Den för uppdraget teoretiska värdegrunden har varit deduktiv, där scenarioanalysen föregås av en grundläggande research.

Steg I – Research: Researcharbetets inriktning har varit på både teknik och marknad. Utifrån detta arbete definierades följande variabler som bedömdes ha störst potentiell inverkan på scenariofrågan.

- Ny användning
- Nätkostnad och kapacitet
- Ändrade livsstilar
- Nya nätlösningar
- Prismodeller
- Substitution av fasta nät
- Specialnät
- Kvalitetsutveckling
- Mjukvarustyrd och kognitiv radio
- Maskin till maskin kommunikation
- Terminalutveckling

Steg II – Workshops: Variablerna diskuterades därefter ingående i tre workshops med utvalda experter, enligt nedan. Workshoparbetet inkluderade också en gemensam bedömning om graden av respektive variablers inverkan på scenariofrågan samt dess förutsägbarhet.

Deltagare i workshop 1:

Bertil Thorngren	Handelshögskolan
Katja Ruud	Gartner
Ola Elmeland	Transmode
Patrik Person	Tele2
Michael Björn	Ericsson Consumer Lab
Cassandra Marshall	TeliaSonera
David Österlund	TV4

Deltagare i workshop 2:

Mats Öhman	TeliaSonera
Tommy Ytterström	TeliaSonera
Mikael Prytz	Ericsson
Östen Mäkitalo	KTH
Ove Strandberg	Nokia Siemens Networks
Jan Peter Bengtsson	Teracom

Deltagare i workshop 3:

Bengt Mölleryd	Handelsbanken Telekomteam
Lars Erik Holmquist	Mobile Life Center
Johan Wahlberg	Svt
Sonia Kavs	Telenor
Anette Bohman	TV4
Andreas Ceborg	3

Övriga intervjuade personer:

Erik Kruse	Ericsson Consumer Lab
Gerald Maquire	KTH
Svante Signell	KTH
Olle Frimansson	Keystream – Embedded systems

Steg III – Scenarieanalys: Basen för scenarierna i denna rapport är dels den research som A-focus har genomfört inom ramen för uppdraget, dels de tre s.k. scenarioworkshops som hölls i januari 2008. Diskussionen i dessa workshops var i huvudsak inriktad på de variabler som bedömdes ha störst inverkan på scenariofrågan. För att lägga grunden för en diskussion av hög kvalitet valdes expertdeltagarna med omsorg från olika delar av industrin och den akademiska världen. Inför respektive scenarioworkshop försågs dess-

utom deltagarna i förväg med ett s.k. whitepaper där respektive variabel fanns kortfattat beskriven.

Arbetet med scenarioanalysen utmynnade i att två så kallade ”osäkerheter” valdes, vilka bildar ett scenariokors. Detta scenariokors utgör i sin tur grunden för scenarierna.

Scenarierna tar inte tagit hänsyn till macro-trender avseende t.ex. konjunktur, tillgång på kapital och sysselsättning.

5 Beskrivning av variabler

5.1 Ny användning

Ny användning handlar om utvecklingen av relativt nya och helt nya tillämpningar och applikationer som kan medföra ett ökat kapacitetsbehov i trådlösa nät.

Inom fasta nät har vi sett en explosion av nya tillämpningar bland annat som ett resultat av utvecklingen av Web 2.0 som främjar interaktivitet och användarproducerat material (s.k. user generated content). Detta illustreras av den omfattande utbredningen av bloggar och wikis, och den uppsjö av webbplatser för specifika ändamål, t.ex. videodelning, fotodelning, nyhetsdelning, spel, sociala nätverk och mycket mer. För att förstå magnituden kan nämnas att det finns över 112 miljoner bloggar¹, att YouTube innehar nästan 70 miljoner videos², Flickr över 2 miljarder bilder³ och att MySpace har över 300 miljoner användare⁴. Kännetecknande för utvecklingen har varit hastigheten med vilken nya applikationer och tillämpningar kommit, och vilken genomslagskraft de haft. Som exempel har YouTube, som endast är tre år gammalt, seglat upp på tredje plats bland världens mest besökta webbplatser enligt Alexa Traffic Ranking⁵.

¹ Technorati, uppgifter hämtade Feb. 2008. <http://technorati.com/about/>

² YouTube, uppgifter från Feb. 2008, mha sökning med ”” på videos. <http://www.youtube.com>

Se även Wikipedia <http://en.wikipedia.org/wiki/Youtube>

³ Reuters, ”Flickr to map the world's latest photo hotspots”, Nov. 19 2007. <http://www.reuters.com/article/technologyNews/idUSHO94233920071119>

⁴ Wikipedia, uppgifter från Dec. 2007. <http://en.wikipedia.org/wiki/Myspace>

⁵ Alexa.com, uppgifter hämtade Jan 30, 2008.

Trots att denna utveckling är enorm är det peer-to-peer (P2P) fildelning av musik, film, program och spel som är överlägset störst på nätet, och som tillsammans står för mellan 49 procent (Mellanöstern) och 83 procent (Östeuropa) av all datatrafik på Internet. Med den tyska marknaden som exempel upptar P2P fildelning 74 procent av datatrafiken, allmänt webb-surfande 11 procent och YouTube 8 procent.⁶

Frågan är hur utvecklingen kommer att se ut i de trådlösa näten, som upp tills nyligen haft en ganska odramatisk utveckling gällande applikationer och tillämpningar. Grundläggande för att användningen skall ta fart är att näten uppbär en tillräckligt god kvalitet för det ändamål de används för, att priserna är konkurrenskraftiga och manar till användning samt att tillgången till access är god och användarvänligheten i terminaler och applikationer är bra.

Bredband via trådlösa nät har mycket stor potential, men konkurrerar i kvalitet och pris med fast. Lanseringen av mobilt bredband i slutet på 2006 har varit framgångsrik och haft stor genomslagskraft på trafiken i de mobila näten. Ökade hastigheter med hsdpa och fastpris utan tak har skapat vitala förutsättningar för tillväxt, och det vi ser nu är en överföring av etablerade användarmönster från det fasta nätet till det mobila, företrädesvis via PC:n. Det innebär att tillämpningar och applikationer inom "Web 2.0" samt P2P fildelning går över i mobilnätet. Om utvecklingen fortsätter som den ser ut i dag kommer de mobila näten att inom loppet av några år ha betydande kapacitetsproblem, vilket i sin tur kan medföra lägre hastigheter, högre priser eller andra begränsningar som dämpar användningen. Det sker även en ökning av bredbandsanvändande i andra nät, t.ex. tillväxt i hotspotanvändning (främst driven av affärsresenärer) och utökning av gemensamma användarnät som t.ex. FON, men till mobilnätets fördel talar både användarvänligheten och den platsberoende tillgången till access.

Medieutbudet har tidigare varit begränsat, men med Internets genombrott på marknaden har bilden förändrats avsevärt. Förändringen består dels av ett betydligt större totalt utbud av innehåll i kombination med en större självvald mediekonsumtion, både beträffande valet av innehåll och tidpunkten när denna konsumeras. Konsumenterna är i dag inte utelämnade till det traditionella

⁶ Fildelning ohotat störst, ekonominyheter.se, Publicerad 2007-12-06 kl. 16:33.
<http://ekonominyheter.se/nyheter/2007/12/06/fildelning-ohotat-storst-pa-int/index.xml>
samt Internet Study 2007
http://www.ipoque.com/media/internet_studies/internet_study_2007

massmediala utbudet, utan kan konsumera medieinnehåll via en rad distributionskanaler med större flexibilitet. Genom nedladdning och tidsförskjutning kan konsumenterna skapa en mer personligt organiserad mediekonsumtion. I dag läger vi i genomsnitt 368 minuter (drygt 6 timmar) per dag på konsumtion av olika former av media, bl.a. radio och tv, Internet, dagstidningar, böcker, musik (CD/Mp3/kassett) och video/dvd. Av den totala konsumtionen utgör radio 30 procent och tv 27 procent, dvs. traditionellt broadcastade områden. Internet är i dag det tredje enskilt största området och utgör 14 procent, dvs. motsvarande en knapp timma per dag. Det är högst troligt att konsumenternas vilja att i allt högre grad kontrollera, kombinera och omforma sin media fortsätter att öka, vilket kommer att ha effekter på efterfrågan och distributionsformen. Var balansen kommer att finnas mellan massdistribuerat innehåll och innehåll som efterfrågas on demand är svårt att säga. I dag upptas knappt tre fjärdedelar av tv-tittandet av de fem största kanalerna. I den utsträckning konsumtionen av s.k. "long tail content" ökar kommer alternativa icke-broadcastade distributionsformer att öka i andel.⁷

Det är konsumtionen av audiovisuellt material som driver de verkligt stora kapacitetsbehoven, och som fullständigt översvämmar all annan användning. Konsumtionen via Internet håller redan på att bli betydande, och sker både via PC:n och via andra terminaler. Därutöver utvecklas olika former av distribution av audiovisuellt material mer specifikt till mobiltelefoner och andra mindre terminaler. Mobil-tv är ett samlingsnamn som innefattar så väl mottagning av t.ex. marksänd digital-tv, som "streamad" media över mobilnätet eller wlan-nät. Det innebär möjlighet att se på traditionell tv samt ta del av beställningsbara program, så kallad "on-demand TV" och "Podcast TV". Trenden går mot en allt större valfrihet kring vad, när och hur audiovisuellt material konsumeras.

En stor osäkerhet i utvecklingen finns dock i fråga om professionellt producerat material. Ovisshet och begränsningar beträffande programrättigheter – att få sända program till andra terminaler och via andra nät än marksänd tv, kabel och satellit – bedöms vara ett av branschens absolut största problem. Med utgångspunkt i den svenska lagstiftningen betraktar många av producenterna och ägarna till programrättigheter andra trådlösa nät som en "ny" plattform, och kräver separat ersättning. Implikationerna blir

⁷ Statistik hämtad från Nordicom-Sverige 2007 "Internet och andra medier"

enorma ur ett finansieringsperspektiv, och komplicerar distributionen av professionellt programinnehåll i nya nät till terminaler som t.ex. mobiltelefoner. Situationen är dock olika i olika länder beroende på lagstiftning och avtal.

En annan osäkerhet är vilken teknik som skall användas för distribution. Efterfrågan på audiovisuellt material via trådlösa dubbelriktade (tvåvägskommunikation) nät skiljer sig från traditionell broadcastad konsumtion såtillvida att i trådlösa nät konsumeras audiovisuellt material huvudsakligen på begäran (on demand) och sker på delvis andra tider när användaren har "nöjesluckor". I de fall det handlar om utsändning av tv-program till mobila enheter är det i första hand direktsändningar (främst sport och populära underhållningsprogram) som efterfrågas. Detta innebär att efterfrågan för tv i trådlösa nät pendlar mellan att ena stunden vara hög och koncentrerad till ett program för att i nästa stund vara ringa och mer diversifierad. Av de drygt 120 kommersiellt lanserade mobila tv-tjänsterna världen över är mer än 90 procent lanserade via mobilnäten och distribuerade "unicast"⁸. På sikt är det sannolikt att mobil-tv kommer att sändas som en kombination av broadcast och unicast för att optimera behovet av kapacitet och investeringar utifrån skillnader mellan breda populära program med stor efterfrågan och mer nischade program med liten efterfrågan, s.k. 'long-tail content'.

Sammanfattningsvis kan sägas att erfarenheterna av audiovisuellt innehåll till handhållna terminaler, främst mobiltelefoner, hittills har varit blandad och utnyttjandet i Sverige är ännu inte så stort, men kan ändras om frågan om problemen runt programrättigheter löses. När det gäller konsumtion av audiovisuellt material via PC:n har utvecklingen varit desto gynnsammare i trådlösa nät och med lanseringen av mobilt bredband. På sikt är den totala inverkan som audiovisuell konsumtion kan ha på efterfrågan av kapacitet i de trådlösa näten enorm. Osäkerheten kring programrättigheterna är dock betydande och om exempelvis fildelning skulle upphöra skulle effekterna vara kolossala.

När det gäller utvecklingen av applikationer och tillämpningar för mindre terminaler som mobiltelefoner, PDA:er och liknande finns det stora förväntningar på att det beteende som finns på fasta nätet kommer överföras i micro-användande till dessa terminaler.

⁸ Ericsson press information, april 2007.

http://www.ericsson.com/ericsson/press/facts_figures/doc/mobiletv.pdf
samt Wikipedia, februari 2008, http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_TV

Man pratar om Mobile 2.0 och Mobile Web 2.0. Utvecklingen är fortfarande i sin linda och lider delvis av kompatibilitetsproblem med existerande applikationer på Internet. Dessa begränsningar kommer sannolikt att försvinna inom loppet av några år.

Sannolikt kommer det också att komma unika applikationer specifikt utvecklade för mobiltelefoner och andra små terminaler som beaktar terminalens egenskaper och begränsningar. De små terminalernas ringa skärm och tangentbord utgör en betydande begränsning och påverkar förutsättningarna för olika applikationer att slå på dessa terminaler. För en positiv utveckling talar dock att kvalitetskraven är lägre när det gäller trådlös användning än för motsvarande fast. Timing och relevans har ofta större betydelse än kvalitet och mobila terminaler konkurrerar snarare med upplevelsekvalitet än faktisk kvalitet.

Företagsmarknaden är än så länge relativt blek jämfört med konsumentmarknaden, och har potential att utvecklas. Trots att tillämpningar som effektiviserar verksamheten utgör en stor drivkraft och ökar betalningsviljan, finns få tjänster specifikt utvecklade för företag. Det har pratats mycket om att nya applikationer kommer, men fokus har legat på nästa teknik.

För företagen är det viktigt att åstadkomma högre produktivitet i verksamhetens processer. Bortsett från framstegen inom s.k. "contact center", som handlar om relationen till kunderna, har mycket av betoningen legat på medarbetarnas personliga produktivitet. Detta fokus håller nu på att förskjutas mot att nå högre produktivitet i samarbetet mellan medarbetare och partners inom och utom företaget. Det handlar om att förenkla samarbetet på tvären genom att göra det lättare att initiera spontana samtal och ad hoc-konferenser. I sin enklaste form används chat och röst-samtal men i och med att kontakterna baseras på att så kallade sessioner etableras mellan användarna, snarare än traditionella röst-samtal, går det enkelt att lägga till fler multimediala dimensioner under samtalets gång när detta är motiverat för att deltagarna ska kunna lösa den aktuella uppgiften.

En session kan börja som ett röstsamtal mellan två medarbetare. Vid behov tas en tredje extern person in i diskussionen. När ett behov att visa en illustration uppkommer kompletteras samtalet med en skärmkonferens och om deltagarna vill kunna se varandra dras en videokonferens igång. Att åstadkomma detta med traditionell teknik skulle kräva att flera olika tjänster används och dessa tjänster skulle behöva initieras helt oberoende av varandra vilket i

praktiken är nästintill ogörligt att hantera när ett team ska lösa ett problem spontant.

Med andra ord handlar det om att göra samarbete effektivare genom att göra det enkelt att initiera och dynamiskt använda olika multimediala kommunikationsformer. Samlingsbegreppet för denna typ av tjänster är Unified Communications (UC).

Unified Communications kommer säkerligen att öka användningen av multimediatjänster, först i kontorsmiljö där användarna kommunicerar via sina datorer och laptops. Mobila användare kommer att använda tjänsterna utanför kontoret på sina laptops och vi kan också räkna med att stora ansträngningar kommer att göras för att även mobiltelefoner ska kunna användas för fler realtidskommunikationstjänster än röstsamtal i olika UC-scenarior. Nätförbättringar med HSPA kommer att bidra till den mobila användningen av UC-tjänster både på laptops och mobiltelefoner.

Andra och nya områden som kan bli stora är t.ex. det s.k. "förlängda hemmet", "e-vård" och spel. Det förlängda hemmet är ett begrepp som används för att beskriva applikationer som möjliggör att tjänster och media följer användaren oavsett fysisk plats och användarterminal. Det kan handla om att från en extern plats komma åt filer, foton och filmer som finns lagrade digitalt i hemmet. Det kan också handla om att få access till och kunna se på sin betal-tv från en annan ort eller via en annan terminal. "E-vård" är ett annat område med utvecklingspotential. Genom audiovisuell trådlös kommunikation kan t.ex. läkare per distans hjälpa annan personal (sjukvårds eller hemtjänst) att ställa diagnos på patienter i hemmet. Det kan också handla om att kunna fjärrbevaka patienter i hemmet. Spel är ytterligare ett område med stor utvecklingspotential. Spel på Internet finns redan i dag och kan sträcka sig från enkla textbaserade spel till spel som innehåller komplex grafik och virtuella världar som "befolkas" av flera spelare samtidigt. Många av dagens spel på nätet har tillhörande virtuella användarklubbar (online communities) som gör spelen till en form av social aktivitet mellan spelare.

Sammantaget finns det mycket som talar för att ny användning kommer att öka, och i synnerhet kommer kapacitetskrävande audiovisuellt innehåll att ha betydande inverkan och dominera efterfrågan på kapacitet.

Den största osäkerheten beträffande utvecklingen är hur man skall lösa kapacitets- och finansieringsproblemet när den existerande överkapaciteten i de mobila näten försvunnit samt hur man

skall lösa affärsmodellen och rättighetsproblematiken beträffande professionellt audiovisuellt innehåll. Andra osäkra områden är standardiseringsproblem och begränsningar i den mobila terminalen.

Inverkan och förutsägbarhet

Variabelns inverkan på utvecklingen avseende framtida efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät bedöms vara mycket hög. Variabeln bedöms på kort sikt vara ganska förutsägbar genom att ett redan etablerat bredbandsbeteende i fastnätet nu håller på att föras över på det mobila nätet och att rörlig bild kommer att öka kapacitetsbehovet kraftigt. På medellång sikt bedöms variabeln vara oförutsägbar, bl.a. eftersom det är osäkert i vilken utsträckning kapacitet och pris i trådlösa nät kommer att kunna hålla jämna steg med behoven för multimediala tjänster. På längre sikt ökar oförutsägbarheten än mer avseende i vilken utsträckning och i vilken takt som mobilt bredband och andra applikationer ytterligare kommer att driva efterfrågan på kapacitet. På lång sikt är variabelns utveckling starkt beroende av kostnaderna för att producera kapacitet samt hur affärsmodellen och frågan om programrättigheter utvecklas och givetvis även fildelningsutveckling.

5.2 Nätkostnad och kapacitet

En ökad mobil och nomadisk trådlös användning i kombination med en övergång mot mer kapacitetskrävande applikationer innebär en stark ökning av trafiken i de trådlösa näten. I synnerhet har en ökad konsumtion av allt mer audiovisuellt material stora implikationer för behovet av kapacitet i de trådlösa näten. I dag har 2G och 3G näten i Sverige betydande överskottskapacitet, men denna kommer att tas i anspråk inom loppet av några år om den utveckling och de trender vi skönjer i dag håller i sig. Av denna anledning måste olika aspekter på produktionskostnad för trådlös kapacitet beaktas.

För att ge en uppfattning om storleksordningar på olika tjänster kan storleken på datamängder i antal Mbyte per användare och månad för olika typer av trafik jämföras.

Rösttrafiken i Västeuropa uppgår till ungefär 150 minuter per användare och månad, vilket motsvarar en datamängd på ungefär 15 MByte. Användning av Internet, mestadels via det fasta nätet, uppgår typiskt sett till minst 1–2 GByte per månad, dvs. cirka 100 gånger mer.

Mot bakgrund av ökande användning av Internetbaserade tjänster i allmänhet och en ökande andel överföring via trådlösa nät kan det inte uteslutas att det inom 5 till 10 år kan komma att behövas en enormt stor ökning av kapacitet i trådlösa publika nät, kanske 100 till 1 000 gånger mer än i dag.

Ytterligare några siffror illustrerar utvecklingen. En typisk användare av datatjänster i 2G mobiler (GPRS) använder uppemot 0,5–1 MByte per månad. Med 3G mobiler (WCDMA och HSDPA) ökade motsvarande användning till cirka 5 MByte per användare och månad. När det gäller användare av mobilt bredband är siffran avsevärt högre, en typisk användare i dag använder i runda tal närmare 1 GByte per månad, enligt en operatör. Som ett belysande exempel av kapacitetsförbrukningen av audiovisuella tjänster kan nämnas att 15 min video i mobilen per dag motsvarar cirka 500 Mbyte.

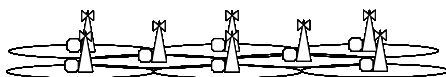
Ökad mängd data med en faktor 100 (1 000) gånger medför starkt ökande kostnader, men konsumenterna är inte beredda att betala 100 (1 000) gånger mer för denna ökade mängd data! För de 150 röstminuterna (15 MByte) som nämnts ovan betalas cirka 150 SEK per månad, vilket motsvarar ett pris på 10 SEK per Mbyte. Med motsvarande prissättning för datatrafik skulle det innebära att det kostar cirka 10 000 SEK att överföra 1,5 GByte data.

Utifrån ovanstående beräkningar och exempel kan man dra slutsatsen att pris och kostnad för att producera trådlös kapacitet måste minskas kraftigt (flera storleksordningar) jämfört med i dag – åtminstone om den dataanvändning och de tillämpningar som i dag är normalt i de fasta näten ska kunna växa starkt i de trådlösa näten.

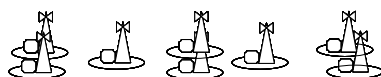
För att öka kapaciteten har man tekniskt sett några olika möjligheter; 1) att utöka tilldelning av spektrum 2) att använda metoder som medger att olika frekvensband används större del av tiden (dynamisk tilldelning av frekvensband), 3) att förbättra spektrumeffektiviteten (dvs. antal överförda bitar per Hz spektrum), och 4) att förtäta nät (dvs. använda fler basstationer eller accesspunkter).

En utmaning är att kostnadsstrukturen för traditionellt byggda nät för trådlös kommunikation innebär att ökande kapacitet (Mbps per ytenhet) i princip medför linjärt ökande kostnader.⁹ För en och samma accessteknik och för en given tilldelning av spektrum innebär ökad kapacitet per ytenhet att man måste bygga flera basstationer, se figur nedan.

Utbyggnad av yttäckande nät för "låga" dataaktar ("få" Mbps per ytenhet)



Yttäckning för "högre" dataaktar vid användning av befintliga basstationer



Utbyggnad som krävs för att få full yttäckning med högre dataaktar



Teknikutveckling i sig (inkl. Moores lag) bidrar till förbättrad prisprestanda, men enbart till en viss del. Utvecklingen från WCDMA (dagens 3G) till HSPA (Super 3G) är ett mycket stort och viktigt steg, vilket möjliggjort den snabbt ökande användningen av mobilt bredband. Denna utveckling fortsätter med LTE (Long Term Evolution) som kommer att lanseras om några år. Utvecklingen från WCDMA till LTE innebär förbättrad spektrumeffektivitet knappt 10 gånger och reducerad kostnad per bit med 10–20 gånger. Detta är högst väsentligt men räcker således inte till om målet är att sänka kostnaden 100 (eller 1 000) gånger. Det kan förväntas att teknik för källkodning och komprimering av audio-visuella signaler stadigt kommer att förbättras. Detta kommer dock att ske gradvis och bedöms inte resultera i några tekniksprång som medför förbättringar av den storleksordning som nämnts ovan.

Då ingen "mirakel-teknik" finns i sikte måste ett antal olika samverkande metoder beaktas för att reducera kostnaden; 1) billigare radioteknik, 2) alternativa sätt att bygga och driva nät, 3) andra sätt att organisera värdekedjan.

⁹ Zander, "On the cost structure of Future Wireless networks", IEEE VTC 1997, Phoenix.

I detta sammanhang bör man även titta närmare på maximal överföringshastighet och den kapacitet som en radioteknologi kan förväntas erbjuda. I telekombranschen är det populärt att ange den maximala hastighet som en enskild användare kan få. För bredbandsmodem baserade på HSDPA teknik anges hastigheter på 3,6 och 7,2 Mbit/s, kommande HSDPA uppges kunna ge över 40 Mbit/s och för 3G LTE (Long Term Evolution) anges siffror på mellan 100 och 300 Mbit/s¹⁰. Detta skall dock ställas mot den kapacitet (engelska throughput) som en enda basstation kan ”leverera” radiomässigt. För WCDMA (en carrier och en sektor) och HSDPA är detta 1 Mbit/s respektive 2,5 Mbit/s, dvs. endast ett fåtal användare per cell kan få dessa ”höga” datahastigheter. Vi kan även jämföra med trådlöst bredband i hem där WLAN accesspunkter har höga ”radiomässiga” prestanda (t.ex. 54 Mbit/s) men användningen begränsas av hastigheten på den bredbandsuppkoppling till vilken accesspunkten är ansluten, t.ex. 2 eller 8 Mbit/s. Sammantaget gäller att införande av radioteknologi med ”hög” eller ”mycket hög” maximal överföringshastighet till en enda användare inte i sig medför att kapaciteten per ytenhet ökar i motsvarande grad. För en given radioteknologi med viss systembandbredd, gäller att varje basstation har en given maxkapacitet. Om denna utnyttjas för en enda användare erhålles hög överföringshastighet. Kapaciteten är dock given och då fler användare skall betjänas måste man dela på den befintliga kapaciteten för en cell (basstation). Se tabellen nedan för exempel på denna kapacitet (throughput) för olika typer av radioteknologier.

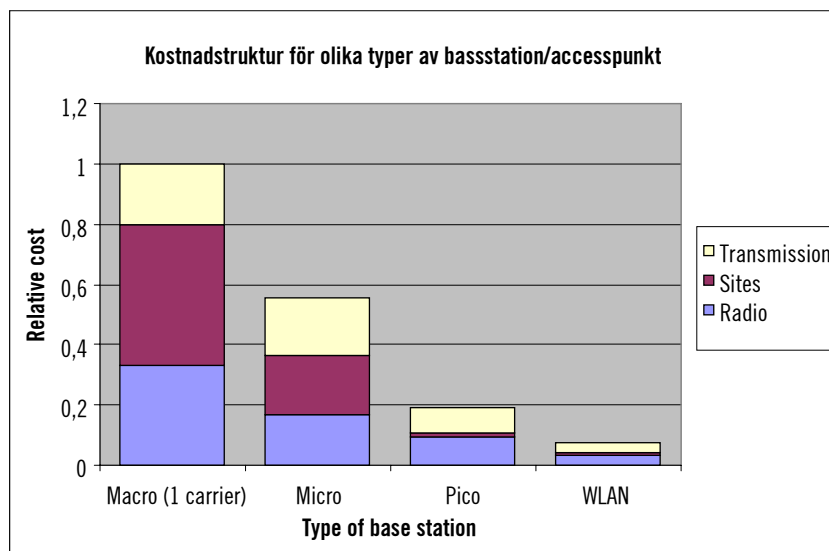
Typ av radiostandard	Kanalbandbredd	Spektraleffektivitet	”Throughput” per cell
WCDMA	5 MHz	0,2	1 Mbps
HSDPA	5 MHz	0,5	2,5 Mbps
3G LTE	20 MHz	1,5	30 Mbps
WLAN (802.11a)	20 MHz	1,1	22 Mbps

Exempel på parametrar för olika radio standards (data från Johanson, 2007, se fotnot 11).

Ytterligare en kommentar är på sin plats i detta sammanhang, nämligen kostnadsstrukturen för olika typer av radionät. Kostnad (både CAPEX och OPEX) för basstationer i cellulära nät kan delas

¹⁰ Telecoms.com 5 Februari 2008; ”LTE backers keep pedal to metal”.

in i tre huvuddelar i) själva radioutrustningen, inkl. underhåll, elektricitet etc. ii) drift och uppbyggnad av själva "basstationen" inklusive mast, installation, hyra samt iii) transmission till och från basstationen. Totalkostnad och fördelning varierar för olika typer av basstationer, vilket illustreras i figuren nedan¹¹. Kostnaden för själva radioutrustningen utgör således bara en del av totalkostnaden, vidare är kostnaden för "siten" betydande för basstationer av typen "macro" och "micro". Basstationer för inomhusbruk (pico och WLAN i figuren) är relativt sett billigare än lösningar för utomhustäckning (macro och micro i figuren). Inomhuslösningar har också låg andel kostnad för "siten".



Exempel på kostnadsstruktur för olika typer av basstationer (data från Johanson, 2007, se fotnot 11).

För att minska kostnaden behöver man tillgripa flera samverkande åtgärder. Utveckling när det gäller spektrumeffektivitet och billigare utrustning tas givetvis tillvara. Viktigt i detta sammanhang är att även om kostnaden för själva radioutrustningen (elektroniken) minskar betydligt så kommer kostnaden för "siten" samt för transmission att kvarstå. Med ökande trafik måste även trans-

¹¹ Figur baserad på data i doktorsavhandling från KTH december 2007, Klas Johansson "Cost Effective Deployment Strategies for Heterogeneous Wireless Networks".

missionen byggas ut kraftigt. För operatörerna kan det vara av betydelse att även ta tillvara de möjligheter som erbjuds med alternativa sätt att bygga och driva cellulära nät.

”Site sharing” och ”Network sharing” som innebär att operatörerna delar på infrastrukturen. Detta sker redan i dag i Sverige när det gäller 3G näten. ”Managed services” innebär att operatörerna överlåter åt en annan specialiserad aktör att driva nät. För både Ericsson och Nokia-Siemens är detta en växande verksamhet. ”User deployment” som är ett ”vertikalt” samarbete med slutkund eller liknande där denna står för installation och underhåll av en ”liten” basstation i sitt hem eller på sitt kontor.

Delning av nät och överlåtning av nät drift till annan aktör medför visst mått av kostnadsreducering inom befintlig nätparadigm. ”User deployment” har stor potential att medverka till väsentligt sänkt kostnad för trådlös kapacitet eftersom merparten av kapacitetskrävande användning sker inomhus och i icke-mobila miljöer. Olika typer av lokala eller privata trådlösa nät kan då samverka med och avlasta yttäckande (mobil-) nät, se vidare beskrivningen av variabeln ”nya nätlösningar och affärsmodeller”.

Inverkan och förutsägbarhet

Variabelns inverkan på utvecklingen avseende framtida efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät bedöms vara mycket hög. Behovet att drastiskt minska kostnaden är förutsägbart medan sättet att uppnå detta är oförutsägbart. En stor del av svårigheten att förutsäga framtida utveckling är relaterad till den bedömt stora utmaningen för både operatörer och leverantörer att frångå de traditionella sätten att bygga och driva nät. Detta innefattar både samarbeten, såväl som att involvera nya aktörer i värdekedjan (lokala operatörer, användare och icke-telekom-bolag).

På lång sikt är det dock förutsägbart att utbyggnaden av fibernät är väsentligt större än i dag. Fibernätet är då mera finmaskigt och når längre ut mot användare vilket ökar användbarheten av lokala trådlösa nät, vilket i sig bidrar till väsentligt lägre kostnader.

5.3 Ändrade livsstilar

Det sker en kontinuerlig utveckling av hur samhället ser ut och hur vi lever och arbetar, men det är en successiv förändring som vanligen sker i små steg. Det är nämligen svårt att radikalt ändra etablerade normer, att bryta vanor och rutiner eller att ta till sig ny teknik som innebär "påtvungad" förändring. Det är betydligt lättare att introducera tekniska lösningar som stödjer och underrättar livet för människor inom ramen för större samhällsförändringar än att introducera teknik som inte har detta stöd. Även små framsteg kan ha stor inverkan, vilket vi också kunnat se i den förändring som skett under de senaste fem till tio åren. Tekniska framsteg som tillgodosett existerande behov på ett bättre sätt har haft stor inverkan bland annat på kommunikationen och mediekonsumtionen och indirekt på efterfrågan på nätkapacitet och överföringshastigheter. Utmärkande för den närtida utvecklingen har varit ökad effektivisering, ökad flexibilitet i tid och rum och ökad interaktivitet i kommunikationen. Dessa faktorer har både påverkat och påverkats av utvecklingen.

Dagens samhälle karakteriseras av ett allt högre tempo, större rörlighet och ökad interaktion med allt fler personer och kontakter – kända och okända. För många präglas tillvaron av tidspress mellan arbete, hem, barn och fritid. Ambitionsnivån och förväntan är ofta hög – vi skall prestera både på arbetet och i hemmet, samt förverkliga oss själva. Familjestrukturen har förändrats och många barn pendlar veckovis mellan olika hem. Vi reser mer och längre bort och våra kontaktnät sträcker sig över större geografiska områden. Internets intrång i samhället har förändrat hur och var vi tillbringar vår tid, hur vi umgås och med vilka vi umgås. Det har förändrat vårt kontaktnät, och skapat helt nya och geografiskt obundna möjligheter att hitta likasinnade och personer med gemensamma intressen.

Det är stora generationsskillnader i hur våra livsstilar och vanor ser ut. Generellt sett är vi tämligen obenägna att förändra våra vanor och beteenden i vuxen ålder, och därför är förändringar som mest framträdande sett över generationerna. Det är de unga som driver de riktigt stora förändringarna avseende hur vi kommunicerar.

Kännetecknande för dagens ungdomar är att de umgås på helt nya sätt. De gör mindre skillnad på virtuellt umgänge eller det som är "verkligt liv" och att gå in och ur dessa miljöer är helt naturligt.

Deras levnadssätt kännetecknas av en vana att göra flera saker parallellt som att titta på TV, surfa på nätet och prata i telefon samtidigt. De är interaktivitetsorienterade och bidrar starkt till användarproducerat material (s.k. user generated content), dvs. de är med och skapar eller förädlar text/röst/bild/film. Dagsaktuell information är jätteviktig och kommunikation sker företrädesvis realtid, t.ex. i form av IM (instant messaging). I de ungas värld anses e-post vara ett gammaldags sätt att kommunicera. Behovet av att alltid vara uppkopplad är utpräglat. Om man bara går ut på nätet en gång per dygn riskerar man att hamna utanför. Detta skapar en stark drivkraft att ständigt ha access och vara uppkopplad, samt en förväntan att omgivningen skall vara interaktiv – oavsett tid och plats. Ungdomar kommer att vara drivande när det gäller utvecklingen och kraven på access, kvalitet och kapacitet. Deras befintliga beteende kommer att följa dem genom livet och påverka den fortsatta utvecklingen av arbetslivet och samhället.

Mediekonsumtionen förtjänar att omnämnas separat eftersom den präglas av förändringarna i samhället underbyggda av den tekniska utvecklingen, inte minst digitaliseringen av media. För inte alls länge sedan konsumerades audiovisuellt material huvudsakligen via tv:n kompletterat med bio och hyrda filmer, och musik konsumerades via radion och CD-skivor. Så är det inte i dag. Utbudet och valfriheten i tid, plats och form har fullkomligt exploderat. I dag konsumeras musik och audiovisuellt material broadcastat, unicastat, podcastat, nerladdat P2P (peer-to-peer), streamat realtid eller nerladdat och lagrat för senare bruk. Vidare har professionellt producerat material kompletterats med en uppsjö av användarproducerat material i olika former. Multimedialt material görs tillgängligt på många olika sätt, t.ex. via radio- och tv-distributörer, Internet och olika nätverk som P2P. Valfriheten är stor i tid och rum, liksom den uppsjö av terminaler som kan användas för att ta emot och visa materialet. Den ökade digitaliseringen innebär också att traditionella skivaffärer och hyrfilmsbutiker sakta riskerar att slås ut till förmån för ökad nätdistribution.

När det gäller arbetslivet ser vi en ökad grad av nomadiskt arbete och att gränserna mellan arbete och fritid suddas ut. Företagen har varit drivande i förändringar som inneburit effektivitetsvinster. Tempot är högre, allt ska gå fortare och förväntan på respons är stor. Många anställda har fått ett ökat ansvar för sin arbetstid, och kan i större utsträckning påverka vilken tid och på vilken plats de arbetar, vilket skapar flexibilitet kring arbete och

familj. Ökad globalisering och internationella kontakter bidrar också till förändrade behov och krav på flexibilitet, rörlighet och platsoberoende. Att använda tiden effektivt är en drivkraft för många, och tekniken tillåter att koppla upp sig och arbeta på bussen eller caféet. Arbete och fritid flyter samman, och etiska normer beträffande vad som är privatliv och privat tid suddas ut. Utbredningen av mobiltelefoner och datorer har inneburit att det har blivit allt mer socialt accepterat att kontakta arbetskollegor i hemmet och på fritiden. Förväntan på respons är hög – man skall vara tillgänglig hela tiden oavsett var man är. Ju högre grad en person önskar vara ”always-on”, desto större efterfrågan på kommunikationstjänster som kan tillgodose detta.

Mycket av den utveckling vi ser handlar om ökad effektivitet, interaktivitet, och platsoberoende. Dessa förändringar driver på den tekniska utvecklingen och kraven på kapacitet i näten.

Inverkan och förutsägbarhet

Variabelns inverkan på utvecklingen avseende framtida efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät bedöms vara ganska hög. I vilken utsträckning ändrade livsstilar verkligen har inverkan på elektroniska kommunikationstjänster beror i stor utsträckning på bl.a. ny användning och tillämpningar samt kapacitetskostnaden. Variabeln bedöms på kort sikt vara tämligen förutsägbar eftersom förändringar av vanor och beteenden generellt sett sker i små steg. På längre sikt minskar förutsägbarheten avseende i vilken utsträckning och i vilken takt som förändringar mot ökad rörlighet och minskad platsbundenhet kommer att ske, samt hur pass stor påverkan unga beteenden som att alltid vara uppkopplad och att konsumera ”på begäran” (jfr. eng. ”on demand”) kommer att ha på samhället i stort. ”On-demand” har en potentiellt stor påverkan på konsumtionsmönster och utvecklingen inom området audiovisuella tjänster och multimedia som musik, film och tv.

5.4 Nya nätlösningar

Behovet av att finna lösningar som minskar kostnaden för kapacitet aktualiserar frågan om nya nätlösningar och nya affärsmodeller. Kan vi förvänta oss nya typer av nätlösningar vilka medger eller

innebär ökad (eller minskad) användning av trådlösa nät? Här avses nya tekniker eller arkitekturer för stationära eller mobila kommunikationssystem eller för distribution av radio eller tv. Ny användning och förändrad livsstil medför i sig ett ökat behov av trådlös kapacitet. Exempel på motsatt utveckling, där trådlös överföring substitueras av fast, kan dock identifieras t.ex. distribution av digital-tv via fast bredband och användning av web-tv och pod-tv. Vi ser inte några tydliga tecken på att förändrade användarmönster eller användning i nya miljöer i sig ställer krav på tekniska lösningar som skiljer sig radikalt från de nu existerande. De tjänster man nyttjar hemma och på jobbet vill man också kunna använda utanför dessa miljöer och när man förflyttar sig.

En drivkraft för nya nätlösningar är att kunna producera trådlös kapacitet till väsentligt lägre kostnad än vad som är möjligt i dag. Detta gäller särskilt trådlös uppkoppling till Internet och konsumtion av audiovisuellt material vars användning är starkt kopplad till ett relativt lågt pris och fast prisma modell av typen "all u can eat". I Sverige förefaller det ha utkristalliserats att kunderna i allmänhet är villiga att betala mellan 100 till 300 SEK per månad¹² för såväl mobiltelefoni som för fast bredband. Prisnivån förefaller även gälla för de fastpris-abonnemang för mobilt bredband som blivit mycket populära det sista året.

I skarp kontrast till ovanstående kan man ställa priset för Internet access via hotspots på t.ex. hotell och flygplatser där priset per timme typiskt är 100 SEK och per dygn 200 till 300 SEK. Denna typ av prissättning har en återhållande effekt på tillväxten av allmän och utbredd användning av trådlöst Internet. Å andra sidan har ett antal nya koncept för trådlöst Internet access introducerats de senaste åren. Dessa koncept kan vara tekniska och/eller affärs-mässiga men har alla det gemensamt att priset för användning är lågt eller inget alls¹³.

- "Gratis" access – många kaféer, hotell m.m. erbjuder helt fri Internet access i sina lokaler, detta utan någon form av inloggning etc.
- Internetaccess "ingår" på hotell och snabbmatsrestaurang givet att man köper hamburgare eller är hotellgäst.

¹² Enligt A-focus bedömning och den samlade uppfattningen på genomförda workshops.

¹³ Markendahl, Mäkitalo, "Analysis of Business Models and Market Players for Local Wireless Internet Access", 6th Conference of Telecommunications Technoeconomics (CTTE 2007), Helsinki, June 2007.

- FON¹⁴ är ett koncept som baseras på att privata WLAN accesspunkter ”öppnas upp” för publik användning. Olika betalningsmodeller finns; användning är gratis för de som själva upplåter sina accesspunkter, i annat fall kan man betala för korttidsanvändning.

En annan gemensam nämnare för koncepten beskrivna ovan är att de baseras på befintligt fast bredband och erbjuder trådlös access i olika miljöer ”där människor vanligen vistas”. Även om användningen är trådlös sker denna inomhus eller stationärt. När det gäller mobiltelefoni sker 60 till 70 procent av dagens användning inomhus. Motsvarande är ännu mer relevant för ”mobildata” – vissa bedömare uppskattar att 90 procent av användningen av trådlöst bredband sker inomhus¹⁵. I detta sammanhang är det viktigt att notera följande:

1. Lokala nät skall samverka med yttäckande system, de är inget substitut för dessa.
2. Lokala nät utgör inte enbart en teknisk lösning utan innefattar även en affärsmässig dimension som inte enbart handlar om att bygga och driva nät utan även att organisera värdekedjan.

Lokala trådlösa nät utgör en viktig typ av nya lösningar som bedöms ha stor potential när det gäller kostnadsbesparing, prestandaökning, allmän acceptans (och eventuellt tekniskt språng). Det finns också ett fokus på att ta tillvara på potentialen inom detta område.

Samverkan mellan olika nät och operatörer har varit en av de viktigaste frågeställningarna i EU projektet ”Ambient Networks” inom 6:e ramprogrammet¹⁶. Samverkan mellan nät avser både tekniska och ekonomiska aspekter. Viktiga resultat av projektet är ”network composition” som möjliggör dynamisk samverkan mellan olika typer av nät, flexibel roaming etc. samt ”MultiRadio Access Architecture”(MRA) som medger samverkan och samutnyttjande av olika radioteknologier. Med hjälp av Ambient Networks teknik

¹⁴ FON är ett företag, ofta beskrivet som en ”rörelse”, där medlemmarna via WLAN ger de andra medlemmarna tillgång (access) till sina egna bredbandsanslutningar så att de till exempel kan nå tjänster via internet på andra ställen utan att begränsas av räckvidden av den egna uppkopplingen, se www.fon.com.

¹⁵ Analysis Research, 2008 “3G Network Evolution from 2007 to 2012: HSPA+, LTE, WiMAX and femtocells”.

¹⁶ <http://www.ambient-networks.org/>

kan man flytta pågående röstsamtal mellan olika operatörers nät, t.ex. om täckning eller kapacitet saknas i ett nät. Ett annat exempel är Internet access till "alla" nät oavsett radioaccessteknologi eller operatör. En fördel med tankesättet i Ambient Networks kan vara flexibiliteten för användare och möjligheten att koppla upp sig till många olika nät. Kapacitetsutnyttjandet ökar något på grund av "poolning" av resurser men medför inte den stora kapacitetsökning som efterfrågats i variabeln "kostnad och kapacitet". Däremot finns stor potential för en starkt förbättrad användarekvalitet i och med att sannolikheten att bli "nedkopplad" minskar drastiskt¹⁷.

Det senaste året har femtoceller, en "liten" basstation eller accesspunkt som sätts upp i användarens regi, fått en alltmer ökad uppmärksamhet för cellulära system¹⁸. För WLAN system är detta ett etablerat användningssätt för trådlös Internet access i hem och på kontor.

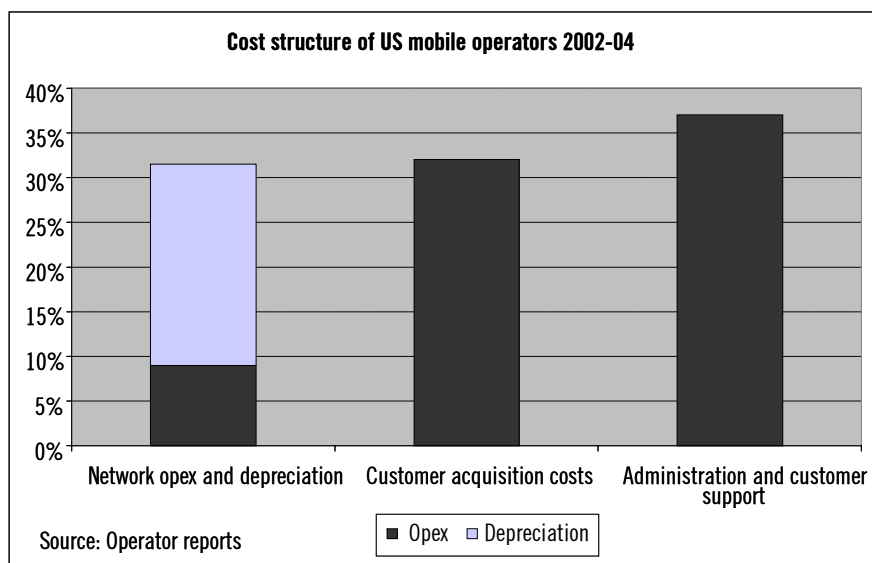
En annan kompletterande lösning utgörs av s.k. Infopoints, dvs. accesspunkter med mycket hög kapacitet men med kort räckvidd. Med utnyttjande av Infopoints underlättas användning av Internet *utan* ständig uppkoppling, vilket i övrigt möjliggörs av terminaler med stor minneskapacitet samt alternativa metoder för överföring av data (caching och pre-fetch).

När det gäller samverkan mellan aktörer måste det också beaktas att kostnaden inte enbart är kopplad till utbyggnad och drift av nät. Detta illustreras i figuren nedan där kostnadsstruktur för mobiloperatörer i USA 2002–2005 visas¹⁹. I detta fall utgör kostnader för mobilnät, marknadsföring och försäljning samt kundstöd och "billing" (fakturerering) vardera cirka en tredjedel. Vinster vid samverkan mellan mobilnät och lokala nät innebär inte enbart billigare nät genom utnyttjande av WLAN och befintligt bredband. Kostnader för att knyta kunder till sig och ta betalt kan också minska vid samverkan med lokala aktörer då användare är knutna till dessa.

¹⁷ Pöyhönen, Markendahl, Strandberg "Business analysis of flexible roaming and operator cooperation in multi-provider markets – Impact on traffic load distribution and user experience" 18th European Regional ITS Conference, Istanbul, 2007.

¹⁸ Telecoms.com 12 Februari "Carriers driving femto fever".

¹⁹ Analys av Werding, I "Company asset analysis of candidates for novel access provisioning, RVK 2005.



Sammanfattningsvis kan man säga att oavsett vilka tekniska lösningar som kommer att väljas så kan inverkan på kapaciteten förväntas att bli större om den ”nya” tekniken kombineras med mer öppen åtkomst till olika system. Detta innebär nya former av samverkan mellan aktörer på marknaden: i) samarbete mellan operatörer, ii) samarbete mellan operatörer och användare, iii) merutnyttjande av privata nät och befintligt bredband, iv) telekomtjänster tillhandhållna av icke-telekombolag.

Inverkan och förutsägbarhet

Införande av lokala nät som samverkar med och avlastar trafik från relativt sett ”dyrare” nät med yttäckning bedöms ha mycket stor inverkan på totala kostnadsbilden, och i och med detta även på pris och grad av användning. Följaktligen kan denna variabel komma att få mycket stor inverkan på framtida kapacitetsbehov, detta särskilt på medellång till lång sikt. Det kan bedömas som mer förutsägbart att samverkande lokala och yttäckande nät inklusive relaterade (nya) affärsmodeller spelar en betydande roll på 15 års sikt. Den stora osäkerheten är först och främst avseende om nya nätlösningars inverkan på marknaden är på

vilket sätt och hur snabbt de kommer att få genomslag. Denna osäkerhet bottnar i att förändringen inte handlar enbart om teknik utan om etablering av nya affärsrelationer och beteenden på marknaden. Detta förstärks av det faktum att denna typ av nya lösningar och tillhörande förändringsarbete (enligt vad som är känt) normalt sett inte ligger i de dominerande aktörernas planer.

5.5 Prismodeller

Förutsatt att en tjänst tillför en nytta för användaren och är tillräckligt enkel att använda så påverkas användningsfrekvensen i betydande utsträckning av det faktiska priset på tjänsten och av den prismodell som används. Vad gäller prismodeller av tjänster för elektronisk kommunikation sätts dessa som regel antingen så att de relativt väl avspeglar operatörens kostnadsstruktur för tjänsten – t.ex. en installationsavgift som relaterar till installationskostnaden, en månadsavgift som avspeglar en grundkostnad för att upprätthålla tjänsten och en trafikavgift som är rörlig i förhållande till hur mycket tjänsten används – eller så sätts ett fast pris som återspeglar den genomsnittliga kostnaden för en typisk användare.

Vanligtvis är det framför allt rörliga priser per enhet (minut, byte etc.) som påverkar användarmönster och trafikbild. Vad det gäller taltrafik kan en användare intuitivt ha en uppfattning om hur mycket han eller hon ringer och kan känna en trygghet i att kostnaderna inte kommer överstiga det man tänkt sig – genom att helt enkelt inte ringa mer än man är beredd att betala för. Vad gäller datatrafik som mäts i antal skickade och/eller mottagna byte har man som vanlig användare en mycket vag uppfattning om hur mycket man skickar och tar emot, i synnerhet vid normal ”modern” Internetanvändning. Även om denna typ av debitering har sina fördelar genom att den mer direkt återspeglar just den användarens del av driftkostnaden för nätet så hämmar den rent generellt användningen genom att användarna känner sig osäkra på vad det kommer att kosta. Det har visat sig att sådan osäkerhet ofta leder till att användarna är ”onödigt” återhållsamma med användningen, eller helt enkelt inte tecknar tjänsten alls.

Taltjänsten i telenät (POTS²⁰) debiteras per minut med en startavgift per samtal, vilket användarna är vana vid och accepterat som rimligt. I de fall då taltjänsten i stället produceras som en applikation över Internet (Skype) kan prisbilden vara en helt annan. För den typen av samtal mellan två sådana användare är marginalkostnaden för användarna i princip noll om de har bredband med flat-rate, dvs. samtalet kostar inget extra. Denna typ av prismodell skapar incitamentet att använda tekniken och främjar användandet av tjänsten.

En av de just nu mest brännande frågorna är hur prismodellen för datatrafik i trådlösa publika nät (mobilnät) håller på att förändras. För bara något år sedan var den dominerande prismodellen för s.k. mobil data att användningen av tjänsten debiterades relativt högt och per Mbyte, vilket hade effekten att om någon anslöt t.ex. sin bärbara dator och använde den för Internetsurfning m.m. på samma sätt som sitt fasta bredband så blev kostnaden för detta bli tämligen hög. Detta hade naturligtvis en återhållande effekt på användningen. (Därmed inte sagt att sådan prissättning nödvändigtvis är fel i alla lägen. Är kapaciteten begränsad och kostnaden för att producera den hög kan premium-prissättning vara det rätta.) Under det senaste året har priserna på s.k. mobilt bredband nästan helt och fullt anammat den prismodell som råder för fast bredband, dvs. s.k. flatrate där konsumenten betalar ett fast pris och får använda tjänsten så mycket han eller hon vill utan tillkommande kostnader. Detta innebär priset som tidigare varit mer direkt kopplat till förbrukad kapacitet nu är mer frikopplad från den samma.

Förvisso har flera operatörer²¹ någon form av tak gällande ackumulerad upp-/nedladdad datamängd på en månad men den är högt satt och när den överstigs stryps endast datahastigheten – inga ytterligare kostnader tillkommer användaren. Efter att ha gått över till flat-rate samt sänkt priserna har man kunnat notera en stark tillväxt i antal användare och i användning. Då denna prismodell är både praktisk och gynnsam för användarna finns det små möjligheter att nu gå tillbaka till den gamla prismodellen med debitering per megabyte användning. Eftersom konkurrensen är hård på denna marknad mellan flera starka operatörer är det sannolikt att

²⁰ Plain Old Telephony Service.

²¹ t.ex. Tele2 förbehåller sig rätten att begränsa överföringshastigheten till 30 Kbit/s om användandet överstiger 5 Gbyte under en och samma månad.

den operatör som försöker detta skulle förlora så många kunder till sina konkurrenter att det skulle vara olönsamt.

Den i huvudsak minutbaserade prismodellen för taltrafik (telefoni) kan också komma att förändras genom att taltrafiken skickas som datakommunikation (s.k. voice over IP) och då debiteras som datatrafik och om kunden har flat-rate tillkommer således ingen extra kostnad. Kostnaden för taltrafiken påverkas dock även av samtrafikpriserna mellan olika telefoninät och för att telefoni skall bli helt gratis (dvs. utan extra kostnad) måste även detta system ändras i riktning mot den avräkning som är mellan operatörer i Internetvärlden, s.k. peering som inte är minutbaserad. Detta kan dock mycket väl ske på längre sikt.

För operatörer av olika former av trådlösa nät kommer intäkterna primärt från kommunikationstjänsten och endast en mindre del från innehållstjänster och liknande. I takt med att antalet mervärdestjänster och audiovisuellt innehåll som distribueras via telenäten växer kan även andra intäktsströmmar komma att öka. Som exempel omsätter reklam på Internet i dag flera miljarder kronor per år från att ha varit i det närmaste obefintligt för tio år sedan. Dessa miljardintäkter har dock inte kommit nätoperatörerna tillgodo utan tillkommit dem som har ”reklamplatsen”, t.ex. någon form av hemsida på Internet. Vissa tjänster i de mobilnäten är dock mer tydligt integrerade med nätägaren och det kan därför tänkas att nya intäktsströmmar i framtiden kan komma nätägarna tillgodo och därmed eventuellt ge en ökning av alternativa intäktsströmmar.

Värt att notera i detta sammanhang är att vid utsändning av tv eller radio så finansieras kostnaden för radionätskapaciteten inte direkt av abonnenten, tittaren eller lyssnaren, utan detta sker indirekt, t.ex. genom att programbolaget betalar för utsändningstjänsten och att konsumenten sedan på ena eller andra sättet betalar för programinnehållet, t.ex. TV-kanalen. Konsumentens betalning kan ske direkt i form av avgift (tv-licens/media-avgift eller betal-tv) eller att de som motprestation ”exponerar sig” för reklam. Det kan även tänkas att de som tillhandahåller kapacitetskrävande innehåll i andra trådlösa nät (ej broadcasting), t.ex. YouTube, ”sponsrar” kostnaden för den kapacitet som förbrukas och att slutkunden betalar viss kapacitetsförbrukning indirekt och på begäran, eller att den finansieras av den som tillhandahåller innehållet och/eller via reklam. Det pågår en debatt om detta men än så länge utan konkreta resultat.

Fenomenet med P2P fildelning (legal eller illegal) som är utbrett i de fasta bredbandsnäten, och där står för merparten av kapacitetsförbrukningen, förekommer än så länge i mycket liten utsträckning i trådlösa publika nät. Den utbredda användningen av fildelning som den sker i dag där filmer, musik och annat laddas ner från en användare till en annan förutsätter att konsumentpriset för förbrukad kapacitet i bredband inte är linjärt utan att prismodellen är flat-rate – utan tak för förbrukad kapacitet. Om så inte är fallet kan t.ex. kostnaden för att ladda ner en film (från en annan användare) överstiga priset för att köpa filmen på DVD. Fildelning är en faktor med potentiellt mycket stor inverkan på efterfrågan på kapacitet men priselasticiteten avseende tillämpningen är högst osäker vilket ökar variabelns grad av oförutsägbarhet.

Inverkan och förutsägbarhet

Variabelns inverkan på utvecklingen avseende framtida efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät bedöms vara hög, men till viss del underordnad kostnaderna för att producera kapaciteten, framför allt på kort sikt. Variabeln bedöms på kort sikt vara ganska förutsägbar genom att priserna tydligt är på väg i riktning mot allt mer flat-rate och reklammarknaden är trögrörlig. Ökad oförutsägbarhet på lägre sikt avseende i vilken utsträckning och i vilken takt som traditionell telefonitjänst kommer att frångå minutdebiteringen och bli en del av flat-rate priset, samt genomslaget för alternativa finansieringsformer och betalningsströmmar som reklam och mervärdestjänster – som debiteras högt men förbrukar lite kapacitet.

5.6 Substitution av fasta nät

Trådlösa nät och fasta nät konkurrerar delvis om samma trafik och kan vara substitut till varandra. Ett telefonsamtal som rings från en mobil telefon kan ofta lika gärna ringas från en fast telefon och vice versa. Detta kan i viss utsträckning även gälla datatrafik men där är skillnaderna mellan den datahastighet som de olika näten kan erbjuda betydligt större. Fasta och trådlösa nät kan i vissa fall även substituera varandra vad gäller access, dvs. förbindelsen till telefonnätet eller Internet via den ena eller andra tekniken. Vidare kan trådlös respektive fast teknik också substituera och komplettera

varandra i delar av näten. Trådlösa nät består till viss del av fasta nät (t.ex. fiber fram till basstationer) och fasta nät kan ha inslag av trådlös teknik (t.ex. radiolänkar till avlägsna och mindre tätbefolkade områden).

Utvecklingen, åtminstone på kort sikt, är att accessen²² till allt fler basstationer i trådlösa nät kommer att behöva ersättas med fiber men samtidigt kan det komma vissa framgångar för WIMAX och liknande som kan verka i motsatt riktning. I det stora hela är bedömningen dock att dessa rörelsers övergripande inverkan på efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät som helhet är relativt liten.

I vilken utsträckning det sker en substitution av access och trafik beror på en rad olika faktorer. Produktionskostnad och pris har en mycket stor betydelse, och är framför allt av avgörande betydelse när olika tjänster har samma grundläggande karaktäristik. Användarvänligheten har i denna bemärkelse också en inverkan. Enkelhet och snabbhet kan vara avgörande och kan t.ex. handla om mängden ”klick” man behöver göra för att ringa ett samtal eller koppla upp sig mot Internet. Även aspekter avseende kvalitet och säkerhet kan vara viktiga och kan t.ex. utgöras av responstid (hastighet) och tillförlitlighet.

Fram till relativt nyligen handlade substitution nästan enbart om telefonsamtal och har där varit betydande. Med fallande priser på mobila samtal har samtal i mobilnät ökat på bekostnad av samtal i fasta nät. Substitution gällande accessen har förekommit i betydligt mindre utsträckning. Skillnaden är att när det gäller telefonsamtal tillför det fasta näten begränsat mervärde för kunden. Samtals-tjänsten är i stort sett identisk i fasta och mobila nät, men därutöver ger mobila nät användaren en närapå obegränsad tillgänglighet och rörelsefrihet, vilket är ett betydande mervärde. Mycket talar för att denna utveckling kommer fortsätta ytterligare, vilket innebär att en allt större andel av taltrafiken kommer att ringas från och till mobiltelefoninäten.

När det gäller datatrafik har kvalitetsförbättringar i mobilnäten i form av ökade hastigheter nedströms genom successiv uppgradering till HSDPA inneburit att näten på ett bättre kan användas för datakommunikation. Prissänkning i kombination med en utveckling mot fast pris som gett användaren kontroll över kostnaderna har haft avgörande betydelse vilket lett till stark tillväxt i mobilnäten. Efterfrågan på mobilt bredband har under det senaste året

²² Ofta via radiolänk och med kapacitet 2 Mbit/s.

varit mycket god och åtminstone för vissa grupper har mobilt bredband till och med utgjort ett alternativ till fast bredband eller uppringt modem.

Den pågående utvecklingen av HSPA och i framtiden även LTE kommer på sikt öka hastigheterna ytterligare för mobilt bredband. Dock kan den enskilda användarens verkliga hastighet hämmas av den totala trafik tillväxten i de mobila näten, eftersom allt fler användare är med och delar på kapaciteten i en given cell. Fast uppkoppling kommer generellt sett ha betydligt högre kapacitet än mobilt bredband och differentierar sig därmed prestandamässigt. I takt med att utvecklingen går mot allt mer kapacitetskrävande applikationer och tillämpningar ökar behoven av fast bredbandsanslutning i höga hastigheter som klarar såväl access till audiovisuellt och multimedialt innehåll på Internet som distribution av tv-program i konkurrens med bl.a. kabel-tv. Dessa trender talar emot att trådlöst bredband kommer att substituera fast bredband annat än för vissa användargrupper och nischer som t.ex. andra-boende och fritidshus. Slutsatsen är att mobilt och fast bredband snarare blir komplement än substitut.

Mobilnäten erbjuder mobilitet men klarar i dagsläget endast av att hantera en bråkdel av den kapacitet som de fasta näten har, vilket sätter gränser för den totala möjliga substitutionen. Datakommunikationen, inklusive den mobila, är mer stationär till sin karaktär, vilket innebär att tillgång till annan fast anslutning utgör ett alternativ. Utbredd tillgång till fast access både i hemmen och på kontoren, samt relativt mer kapacitet till lägre pris i de fasta näten talar emot utbredd substitution av bredbandsaccessen. Bedömningen är att endast en mindre andel hushåll och företag kommer att välja att enbart ha trådlös Internetaccess och ingen fast. En överrepresentation av unga ensamhushåll inom denna grupp är sannolikt att förvänta.

Sammanfattningsvis kan sägas att när det gäller mobilt bredband så kommer mobilt och fast snarare att komplettera varandra än substituera varandra, och vissa tjänster kommer företrädesvis att gå i vissa nät. För samtalstrafik kommer den faktiska substitutionen att vara mer utpräglad.

Inverkan och förutsägbarhet

Variabelns inverkan på utvecklingen avseende framtida efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät bedöms vara låg till medelhög. Variabeln bedöms både på kort och lång sikt vara ganska förutsägbar på så sätt att fortsatt substitution kommer att ske av samtalstrafiken för vilken det fasta nätet har ett begränsat mervärde, samtidigt som direkt substitution av bredbandstrafik kommer att vara begränsad till följd av lägre hastigheter i det mobila nätet och att de trådlösa nätens kapacitet endast utgör en bråkdel av det fasta.

5.7 Specialnät

Det finns ett stort antal nät på marknaden som vänder sig till olika målgrupper och tillämpningar. Vissa har breda målgrupper, som t.ex. mobiltelefoninäten (GSM/UMTS) medan andra vänder sig till smala målgrupper med relativt få potentiella användare som t.ex. RAKEL för blåljus-myndigheter (TETRA-teknik), dvs. ett nischnät eller specialnät.

Specialnät kan erbjuda funktionalitet ”skräddarsydd” för speciella tillämpningar för ett relativt fåtal användare som har behov av den särskilda funktionalitet eller prestanda som specialnätet kan erbjuda. Alternativt kan specialnät vara avsedda för särskilda användargrupper eller för användning i speciella miljöer som ställer unika krav som de mer allmänna näten inte kan (eller vill) möta.

Specialnät har typiskt sett högre kostnader per användare, eftersom färre delar på den gemensamma infrastrukturen. Men för vissa tillämpningar eller målgrupper kan det ibland ändå vara värt det om det saknas fullgoda alternativ. Exempel på sådana nät kan i teorin vara:

- Trådlösa nät för ”professionella organisationer och användare” (blåljus-myndigheter, byggsektorn, hemsjukvård).
- Särskilda trådlösa nät för kommunikation mellan maskiner.
- Trådlösa nät och informationssystem för trafikövervakning och trafikstyrning.

Skalfördelarna är betydande för nät med många användare i förhållande till nät med få användare, i synnerhet om nätens geografiska täckning är betydande. Kostnadsmässigt är det därför en betydande fördel om en ny tillämpning kan hanteras inom ramen för ett befintligt ”stort” nät och dess infrastruktur jämfört med om ett nytt nät skall etableras. Detta gäller i synnerhet om särskilda användarterminaler krävs för att kunna nyttja specialnätet.

Att hantera särskilda krav från speciella tillämpningar kan ofta göras inom ramen för bredare nät, men inte alltid fullt ut. I slutändan blir det en avvägning mellan särskild funktionalitet och kostnaden för denna. Om den funktionalitet som kan etableras inom ramen för bredare nät är tillräckligt bra så är skalfördelarna i dessa nät relativt sett så stora att det inte motiverar etablering av särskilt specialnät. Frågan är om vi i framtiden kan förvänta oss ”många” specialnät för särskilda användningsområden och/eller användargrupper? I takt med att mobilnäten blir allt större minskar sannolikheten för att specialnät till nischer ska kunna etableras, i synnerhet utan stöd av särskilda samhällsintressen som blå-ljus myndigheter eller Försvaret.

Inverkan och förutsägbarhet

Med anledning av de breda nätens allt större skalfördelar är bedömningen att en framtid med många olika sorters specialnät inte är trolig. Därför bedöms denna variabels inverkan på kapacitetsbehov i trådlösa nät vara liten. Vidare bedöms variabeln vara ganska förutsägbar både på medellång och lång sikt. Sammantaget innebär detta att variabeln inte förändras sig beroende på scenario och därför inte beskrivs explicit i respektive scenario. Det kan tilläggas att oavsett om behov för speciella tillämpningar eller användargrupper kommer att tillfredställas genom separata nät eller genom att hanteras som en del inom publika nät kommer detta inte att drastiskt påverka kapacitetsbehovet i stort, men det kan naturligtvis ha en inverkan på bedömningar avseende spektrumpolitik.

5.8 Kvalitetsförbättring

Tjänsteutvecklingen för elektroniska kommunikationstjänster handlar inte bara om nya tjänster utan ett betydande inslag utgörs av successiva kvalitetsförbättringar av existerande tillämpningar. Prestanda förbättras i både nät och terminaler, minne blir allt billigare och förbättringar sker av både ljud- och bildkvalitet. Kvalitetsutveckling i form av högre upplösning, bättre ljud (hifi och surround) och liknande sker både genom en successiv utveckling och genom kvalitetshopp. I båda fallen kan utvecklingen ha inverkan på efterfrågan på kapacitet.

Ett högaktuellt exempel på kvalitetshopp är övergången till audiovisuella tjänster med högre upplösning, s.k. HDTV, vilket i princip är en förbättring av en redan etablerad tjänst. Genom en betydligt högre bildupplösning ger HDTV användaren en skarpare och mer detaljrik tv-bild. Än så länge är det en mindre andel av tv-program och tv-kanaler som sänder högupplöst, men på sikt beräknas HDTV helt ersätta dagens system – på samma vis som färg-tv ersatt svartvit tv. Samma sorts utveckling kan skönjas inom mobil-tv där trenden är mot allt högre kvalitet i upplösningen och det är sannolikt att motsvarande är att förvänta från andra multimediala tjänster som t.ex. YouTube.

Även om det sällan är fråga om några gigantiska kvalitetshopp, går den generella utvecklingen på marknaden mot allt högre upplösning av bilder både i upptagning (t.ex. kamera eller filmkamera) och på den terminal den visas (tv, telefon eller PC). Den allmänna trenden är att i den mån det är möjligt så erbjuds hela tiden multimediatjänster med allt högre kvalitet.

Utvecklingen är framför allt relevant när det handlar om multimediala tjänster som musik, bilder, video, radio etc. där skillnaden avseende den datahastighet som krävs för att leverera en lågkvalitativ respektive högkvalitativ tjänst kan vara betydande. Skillnaden i kapacitetsåtgång mellan ett tv program som sänds ut med normalt kvalitet respektive högupplöst kvalitet med samma bildkodningsteknik kan vara på en faktor tre. Det sker dock en successiv förbättring av kodningsteknik för både video, bild och audio som ofta medför att betydande kvalitetsökningar kan åstadkommas utan kraftiga öknings av datahastigheter och kapacitet.

Värt att notera är att högre kvalitet utgör ofta ett betydande säljargument i sig. Inte sällan satsas det på förbättringar som är tekniskt möjliga men som egentligen inte motsvaras av ett kund-

behov eller efterfrågan, inte desto mindre kan de ställa ökade krav på kapacitet i trådlösa nät för de målgrupper som köper tjänsten.

Mot denna utveckling talar det faktum att kapacitet i trådlösa nät är förenade med en betydande kostnad och att trådlösa bredbandstjänster som regel har ett tak för hur många megabyte en användare kan ladda ner och/eller upp på en månad. Vidare prioriteras kvalitet olika i olika medier. Kundens förväntningar styr och kravet på kvalitet är betydligt högre på en film visad på tv:n i hemmet än på ett videoklipp på YouTube visat i datorn. I den trådlösa världen där tillgång på riktigt höga datahastigheterna har varit en brist har innehållskvalitet många gånger varit viktigare än teknisk kvalitet men i takt med att HSPA och liknande införs i mobila näten, DVB-T2²³ införs i marksända tv-nätet och innehållstjänster allt oftare kan nås via WLAN och hotspots (med höga datahastigheter) så kommer också önskemål och efterfrågan på högre kvalitet och bildupplösning, vilket vi redan ser tydliga tecken på.

Inverkan och förutsägbarhet

Variabelns inverkan på utvecklingen avseende framtida efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät bedöms vara medelhög men underordnad andra variabler som kostnad för kapacitet. Många multimediala tillämpningar på Internet, och tjänster som explicit vänder sig till mobilanvändare, har behov av att förbättra kvaliteten vilket också kommer att ske med förbättrade kodningstekniker samt då kapaciteten i näten så tillåter. Detsamma gäller för t.ex. HDTV i det digitala marknätet för tv-sändningar. Övergång till marksänd digital radio är dock en osäkerhet i sammanhanget. I stort bedöms variabeln att på både kort och lång sikt vara tämligen förutsägbar genom att den allmänna kvalitetsutvecklingen som regel inte innehåller några större överraskningar.

²³ Nästa generationens modulationsteknik för marksänd television.

5.9 Mjukvarustyrd och kognitiv radio

I dag kommer en användare i kontakt med telefoner och laptops vilka använder ett flertal olika radiosystem: GSM, 3G, WLAN, Blåtand och HSDPA (super-3G). Traditionellt används olika radiosystem och frekvensband för olika specifika tillämpningar. Vidare har man delat ut licenser för olika frekvensband till operatörer och användare för ett specifikt användningsområde och för en specifik radiostandard. En frågeställning är om mer flexibel tilldelning och användning av radiofrekvenser kan påverka effektiviteten i utnyttjandet av trådlös kapacitet? Kopplat till detta är frågan om vi kan förvänta oss teknisk utveckling som möjliggör att man bättre kan ta tillvara möjligheter till flexibel och dynamisk användning av trådlös kapacitet?

I detta sammanhang förekommer ofta två begrepp: Mjukvarustyrd radio (engelska: Software Defined Radio, SDR) och Kognitiv radio. En förekommande definition (FCC) på SDR är (fritt översatt): ”en radio med en sändare där man kan ändra parametrar som frekvensområde, typ av modulation eller uteffekt genom en förändring av mjukvara men utan förändring av hårdvaran”. En kognitiv radio har förmåga både till att känna av omgivning samt att lära och anpassa sig, detta är kopplat till egenskaper och beteende hos utrustningen. En ”SDR” kan sägas vara ”ett sätt” att bygga utrustning, en kognitiv radio kan med fördel implementeras med en SDR.

För *basstationer* är effektivisering och färre produkter ett motiv för användning av SDR. Ett annat motiv är möjlighet att känna av miljön och aktuell användarsituation och anpassa basstationen för användning inom en cell. Användning av radioresurser kan då optimeras genom att man dynamiskt konfigurerar om basstationen till att kommunicera med olika antal GSM mobiler, 3G mobiler, HSDPA bredbandsmodem och WLAN användare. Denna typ av anpassning medger bättre resursutnyttjande och är ett exempel på kognitiv radio. I dagsläget verkar det inte som denna typ av system är under utveckling. Drivkraften för kommersiella system beror givetvis på framtida spektrumpolitik och vilken vikt teknikneutralitet kommer att få. För militär användning är situationen en annan, seriestorleken är mycket mindre och antalet radiostandards kan vara mycket större än för kommersiell användning.

När det gäller *terminalsidan* har de flesta av dagens mobiltelefoner ett antal olika radiosystem. På Mobilgalan hösten 2007 förutsågs hur denna utveckling förväntas fortsätta. Förutom WLAN,

Bluetooth, GSM på flera band och UMTS kan man förutse integration av LTE och DVB-H. Tillverkning i stora serier och integration av elektronik medför att tillverkarna kommer att fortsätta att integrera ett flertal olika radiostandards i terminalerna så länge detta är den mest kostnadseffektiva lösningen. Den dag mjukvarustyrd radio med en eller ett fåtal uppsättningar av konfigurerbar hårdvara blir lika billig, liten och strömsnål som ett flertal integrerade radiosystem kommer denna lösning att vara konkurrenskraftig. Det ska påpekas att en terminal med flera olika radiosystem kan uppträda som en ”kognitiv” radio givet att det finns logik som känner av omgivning och styr konfigurering (in/urkoppling) av radiosystem.

Inverkan och förutsägbarhet

Utveckling och användning av mjukvarustyrd och kognitiv radio bedöms på kort sikt ha liten inverkan på utvecklingen av framtida efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät. Detta bedöms vara ganska förutsägbart då egentliga drivkrafter saknas och inga aktörer synes satsa på detta. På lång sikt är det högst troligt att mjukvarustyrd radio kommer att bli mer etablerad teknik, det är dock osäkert i vilken takt detta kommer att ske.

5.10 Terminalutveckling

I dagsläget dominerar två typer av användarutrustning för trådlös access; mobiltelefon och bärbar PC utrustad med WLAN och/eller 3G/HSPA anslutning. Dagens mobiltelefoner utrustas med allt fler funktioner som inte primärt har att göra med kommunikationsfunktionen, t.ex. kamera, mediaspelare, tv, radio. Vidare förbättras prestanda vad gäller kommunikation (flera typer av radiostandarder), processorkapacitet (flera MOPS) och lagringskapacitet (minnen med 1GB och mer).

Trots denna utveckling är mobiltelefonerna inte tillräckligt kraftfulla och kompetenta för att möjliggöra samma typ av Internetanvändning som en PC medger. Samtidigt är en bärbar PC för stor och klumpig för att ha med sig ”överallt” t.ex. vid kortare resor eller ”på stan”.

En frågeställning är om det finns utrymme för någon form av mellanting mellan bärbar PC och mobiltelefon och om utbredd användning av denna typ av utrustning skulle kunna ha väsentlig inverkan på efterfrågan på trådlös kapacitet.

Man kan bl.a. i USA notera den stora populariteten hos Blackberry som fokuserar på e-post i bärbar terminal. Vidare kan man notera att Apples iPhone med en andel av endast 1 procent av alla terminaler står för en mycket högre andel av datatrafiken för handhållna terminaler i vissa mobilnät. En förklaring till detta kan vara den goda användarvänligheten hos iPhone för Internet-tillämpingar, endast ett fåtal "klick" behövs och användbarheten för multimediala tjänster anses vara överlägsen många vanliga mobiltelefoner.

När det gäller terminalutveckling är givetvis en möjlig och sannolik trend är att de framtida terminalerna får alltmer förbättrad processor- och minneskapacitet. Detta medger ökade möjligheter till lagring, prediktering av behov och hämtning av data "i förväg" och utnyttjande av korthålls-kommunikation med hög kapacitet när terminalen är inom täckningsområdet för sådan tjänst. En annan möjlighet är att terminaler mer eller mindre "alltid" är uppkopplade till servrar med centralt lagrade data och applikationer och där merparten av all datalagring och databearbetning sker. Användarterminalerna har i detta fall goda prestanda vad gäller kommunikation men kan ha mer begränsad förmåga vad gäller bearbetning och lagring av data, dvs. vara en "tunn" klient kopplad till en "mer kompetent" server. En grundläggande frågeställning är om framtida tjänster och användningsmönster kräver "ständig" uppkoppling. Om så antas vara fallet är en mer precis fråga om "tunna klienter" ovan kan antas vara mer troliga än "tjocka klienter"?

Denna fråga rymmer ett stort mått av osäkerhet. Många bedömare menar dock att både central lagring och nedladdning kommer att öka. Även om klienter kommer att vara "tjocka" så kommer användningsmönster etc. inte att minska behovet av Internetanslutning "on demand".

Inverkan och förutsägbarhet

Variabelns inverkan på utvecklingen avseende framtida efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät bedöms vara relativt hög så tillvida att en betydande andel av framtida tillämpningar inom multimedia i bärbara terminaler förutsätter en utveckling av terminalerna. Om fler multimediainriktade terminaler liknande iPhone fyller gapet mellan vanliga mobiltelefoner och PC:ar kan detta ha en betydande inverkan på användarvänligheten avseende nya tillämpningar och därmed också på kapacitetsbehoven. Vad gäller variabelns förutsägbarhet är denna relativt hög då det är stor sannolikhet att utvecklingen går mot mer multimediainriktade handhållna terminaler för användning i trådlösa nät av olika slag. Utbudet ökar hela tiden och antalet tillverkare likaså. Hur snabbt utvecklingen går är dock alltid förenat med viss osäkerhet.

5.11 M2M

Marknad för tjänster inom området trådlös maskin till maskin kommunikation (WM2M) definierade som tjänster som bygger på trådlös kommunikation mellan maskiner (M2M). Exempel på sådana tjänster är larm och övervakning, automatisk mätavläsning, applikationer för det ”intelligenta hemmet” och olika former av positionering av såväl människor som maskiner.

WM2M innebär kommunikation mellan maskiner eller människa/maskin över exempelvis ett GSM-nät. Med andra ord styrs alltså minst en ände av kommunikationsförbindelsen av en maskin. Utrustning placeras i maskinen, och genom den kan maskinen kommunicera med nästan vad som helst, t.ex. en dator, Internet eller en mobiltelefon. Ofta används M2M synonymt med trådlös dataöverföring men kommunikation mellan maskiner kan också ske över fasta nät, såsom det vanliga telenätet. Trådlös M2M kommunikation kan också vara lokal inom t.ex. en fabrik och då används t.ex. Bluetooth, men eftersom denna studie är avgränsad till ”nät” inkluderar vi ej sådan kommunikation i bedömningen.

Om man funderar på hur många maskiner det finns i olika företags, individers eller hushålls tjänst kommer man snart fram till att det är väldigt många. Maskinerna är ofta vitala för ägarnas verksamhet men många av dem är ”dumma” i den bemärkelsen att man

inte kan kommunicera med dem, i alla fall inte på distans och inte på maskinens initiativ. En sådan möjlighet genom M2M ses som attraktiv för en rad olika verksamhetsområden.

De huvudområden som för närvarande är störst är telemetri (mätaravläsning) och telematik (fordon). Telemetri, även kallat AMR (automated meter reading), avser stationär utrustning och inkluderar telemetri i olika former, el-mätare men även mätaravläsning på t.ex. oljekällor, gruvdrift, industri, vatten och avlopp, kemisk processindustri, läkemedelstillverkning etc. Telematik avser icke-stationära utrustning primärt i fordon av olika slag; lastbilar, personbilar, containrar, blåljus-fordon, containrar, järnvägsvagnar m.m. Andra tillämpningar som kommit relativt långt i utvecklingen är inom larm och säkerhet, service och underhåll samt point-of-sale system (betalnings- och kassalösningar). Förutom det kan man tänka sig att i stort sett vilken maskin eller elektrisk utrustning som helst skulle kunna vara uppkopplad och genom detta tillföra nytta för sin ägare, tillverkare, brukare eller servicegivare. Sett ur det perspektivet är potentialen närmast oändlig. Vanligtvis är dock de trafikvolymerna som genereras av WM2M relativt små med anledning av att det är mest kommunikationen av typen larm och överföring av små datamängder. Vissa tillämpningar som videoövervakning är naturligtvis mer kapacitetskrävande men det är gränsfall om detta tillhör M2M-området och vi har valt att exkludera det i denna studie.

Marknaden har under många år bedöms ha en mycket stor potential men är fortfarande relativt ung och har ännu inte tagit fart ordentligt på bred front, utan främst inom vissa delsegment. Tillväxten inom området har alltså inte infriat de högt ställda förväntningarna genom att marknadens inträde i massmarknad har dröjt längre än analytikerna (och branschen i stort) väntade sig. Marknaden förväntas nu gå in i en tillväxtfas. Inom de närmaste åren uppskattas marknaden i generella termer att gå in i s.k. tidig massmarknad med ökade volymer som följd. Med detta följer även lägre pris per enhet, ökad modularisering samt konsolidering. De flesta bedömare anser att inträdet för WM2M i massmarknad kommer ske inom de närmaste åren med hög årlig tillväxt, men det är under förutsättning att priserna på kommunikationen och utrustningen sjunker väsentligt, att det sker en ökad standardisering inom området och att viss gynnsam lagstiftning kommer till stånd.

Inom många av de potentiella tillämpningarna finns det ännu inga fasta spelregler och en mängd olika aktörer försöker hitta och

skapa sina platser i värdekedjan, som oftast kan liknas vid ett värdenätverk. M2M-marknaden kan ses som ett exempel på att företag inom telekomområdet står inför en förändrad affärslogik då skapandet av kommunikationslösningar i allt större utsträckning tenderar att involvera både flera aktörer än tidigare och helt nya typer av aktörer.

Beroende på att de positiva drivkrafterna och de motverkande krafterna varierar beroende på segment kommer vissa tillämpningar eller branschvertikaler att klara övergången till massmarknad tidigare, och för andra kommer det ta ännu några år. Telemetri avseende elmätare har t.ex. kommit längre i det avseendet än för t.ex. kopieringsapparater. Det som kan motverka en snabb tillväxt inom området är framför allt en fortsatt hög komplexitet i värdekedjan (åtminstone i vissa tillämpningar) vilket gör att många M2M-projekt kommer även i fortsättningsvis att i grunden vara komplexa IT-integrationsprojekt, vilket aldrig är trivialt.

För bolag som i huvudsak säljer hårdvara (t.ex. en maskin) kan M2M möjliggöra en övergång till en mer tjänstebaserad affärsmodell. Ett företag som t.ex. säljer pumpar kan i stället sälja pumpning och/eller utveckla serviceerbjudandet. Detta kan innebära stora framtida affärsmöjligheter för M2M men det finns också stora trögheter för företag att ställa om från att vara fokuserade på varor till att i stället erbjuda tjänster.

Inverkan och förutsägbarhet

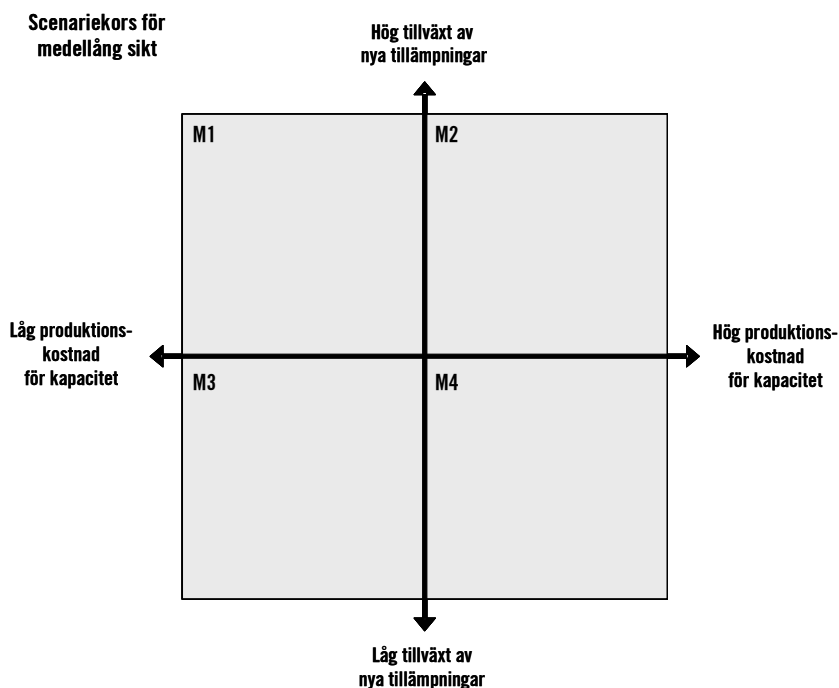
Variabelns inverkan på utvecklingen avseende framtida efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät bedöms vara ganska låg eftersom tillämpningen som regel inte är särskilt kapacitetskrävande, även om antalet maskiner skulle vara många. Möjligtvis skulle den genomsnittliga trafikmängden per maskin öka på sikt om priserna på kommunikation och hårdvara sjunker radikalt och interaktiviteten med maskinerna därmed ökar. Variabeln bedöms vara någorlunda förutsägbar då de prissänkningar på utrustning som på kort sikt behövs för att öka marknadens tillväxt med stor sannolikhet kommer att inträffa. Sammantaget innebär detta att variabeln inte förändrar sig särskilt mycket beroende på scenario och därför inte beskrivs explicit i respektive scenario. Om priserna på kapacitet för trådlös kommunikation och hårdvara sjunker mycket är detta naturligtvis gynnsamt för WM2M och kan öka antalet anslutna objekt och trafik-

volymen per maskiner. Men, de faktorer som bedöms ha störst långsiktig stor inverkan på tillväxten av antal anslutna maskiner ligger till stor del utanför själva kommunikationsmarknaden, som t.ex. förändrade affärsmodeller.

6 Möjliga scenarier på medellång sikt

Utifrån A-focus research och diskussionerna i workshoparna utgör ”Ny användning” och ”Nätkostnad och kapacitet” de två variabler som på medellång sikt (dvs. cirka 5 år) bedöms ha störst inverkan på efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät. Dessa två variabler valdes således som s.k. osäkerheter, vilka bildar scenariokorset, enligt nedan.

Korset bildar fyra fält, kallade M1 till M4, där varje fält symboliserar ett möjligt framtida scenario. Nedan beskrivs hur situationen i och utvecklingen som leder till respektive scenario skulle kunna vara på medellång sikt.



Värt att notera är att alla scenarierna i princip är lika sannolika att inträffa men de kan också vara mer eller mindre önskvärda. Beroende på vilken eller vilka av scenarierna som är mest önskvärda kan sannolikheten för att situationen utvecklas i den ena eller andra riktningen naturligtvis också påverkas av spektrumbeslut, telereglering och industripolitik i största allmänhet.

Man kan också ha ett reaktivt förhållningssätt till scenarierna där ambitionen inte är att påverka utvecklingen till fördel för något av scenarierna, utan i stället ha beredskap för att hantera de olika alternativa marknadsutvecklingar som scenarierna representerar.

6.1 Scenario M1

Scenariokaraktäristik: I detta möjliga scenario om framtiden på medellång sikt är produktionskostnad för kapacitet i trådlösa nät låg och tillväxt av användning och nya tillämpningar hög.

- Sänkning av produktionskostnaden för nätkapacitet i de trådlösa näten har uppnåtts genom lägre priser på basstationer, växlar och accessnät men också genom förbättrade modulationsmetoder (HSPA och LTE). Operatörerna reducerar kostnader genom att i högre utsträckning bygga och driva nät gemensamt och kanske har det även skett viss konsolidering av antalet nät. Vidare har vissa typer av ”nya” nätlösningar börjat användas till viss del, detta gäller framför allt lösningar med ”femtoceller” och ”user deployment”.
- Användningen har utvecklats både kvantitativt med fler användare och ökad datatrafik per användare men också kvalitativt med en mer utbredd användning av allt fler applikationer och tillämpningar både för privat bruk och för företag. Denna utveckling har stimulerats av en gynnsam prisutveckling på trådlösa teletjänster samt tekniska framsteg i form av sömlöshet mellan vissa tekniker och i vissa nät. Hög användning innebär att hotspots och andra trådlösa nät kompletterar mobilnäten, inte minst för mycket kapacitetskrävande tillämpningar.

Bred spridning av ökad nomadisk utveckling sker inom ett stort antal yrkes- och samhällsgrupper där fritid och arbetstid flyter ihop mer och mer och platsberoendet minskar för hela eller delar av

arbetets utförande. De ungas vanor och beteendemönster med "always-on" och "on-demand" präglar i allt högre grad inte bara den sociala interaktionen mellan människor utan också arbetsliv och samhället i stort. Denna utveckling stimuleras av nya applikationer och mobila IT- och kommunikationstillämpningar men också av den ökade rörligheten i samhället och behovet av att vara "always-on".

Mycket av det användarbeteende och tillämpningar som är typiska för fast bredband återfinns nu även i de trådlösa näten och även om det har skett en dramatisk ökning av datatrafik i de trådlösa näten har datatrafiken i de fasta bredbandsnäten inte minskat. Efterfrågan på bandbredd har en generellt fortsatt stark ökning och de höga bandbredder som erbjuds efterfrågas i hemmen och på arbetsställen. Även om de flesta användare inte ser mobilt bredband som ett substitut till fast bredband så sker en allt högre andel av användningen i mobila nät. Vad gäller telefonitjänsten så erbjuds mobiltelefoni till så konkurrenskraftiga priser att allt större del av samtalen görs från mobiltelefoner i stället för från fasta telefoner.

Applikationsutvecklarna fortsätter att som tidigare kontinuerligt sträva mot allt bättre kvalitet, t.ex. mer högupplösta bilder och rörliga bilder. När det gäller terminalerna, fortsätter kvaliteten i handenheter att utvecklas och förbättras. Telefonernas kameror för stillbilder och video blir allt bättre med högre upplösning samtidigt som priser på minnen och lagringskapacitet fortsätter att falla.

Användare laddar upp bilder och videoclip med allt högre upplösning och längd direkt från handhållna terminaler och så länge kapaciteten i de trådlösa näten kan hantera trafikökningen syns inget direkt tak för denna kvalitetsutveckling. I detta scenario sker således en bred kvalitetsutveckling inom alla områden – såväl av gamla som nya applikationer och tillämpningar, och både till användaren och från användaren.

Flatrate är den rådande prismodellen och den har också i allt större utsträckning börjat inkorporera den traditionella minutdebiterade telefonitrafiken till förmån för betydligt billigare IP-telefoni med Skype och liknande "soft-phone" lösningar. Eftersom skillnad mellan hög och låganvändare sannolikt är mycket betydande och kapacitet fortfarande inte är riktigt lika billig som i fasta nät kommer marknaden antagligen att erbjuda 'all u can eat' i olika förbrukningsintervaller och hastigheter, för olika typer av användare. Genomsnittspriset för bredband i trådlösa nät har sänkts betydligt jämfört med i dag, men det finns även stora skillnader

mellan billigast och dyrast. Marknaden är fortfarande i stark tillväxt tack vare ökning av datatrafiken.

Antalet aktörer är optimalt såtillvida att respektive nätägare kan uppnå skalfördelar samtidigt som konkurrensen mellan operatörerna är intensiv. Eftersom kapacitet kan produceras till rimliga kostnader så erbjuds konsumenterna också attraktiva priser. Tillväxten av användare och användning hämmas därför inte av för höga priser utan kan utvecklas med full kraft.

Affärsmodellen är fortfarande till övervägande del den traditionella teleoperatörens, men i takt med att allt större audiovisuellt innehåll kommer in i mobiltelefonerna har nya betalningsströmmar etablerats. Att alternativa intäktsströmmar förekommer i form av reklamfinansiering och andra lösningar bidrar i viss utsträckning till att hålla attraktiva priser och mervärdestjänster till kunderna. Prismodellen karakteriseras också av olika former av kombinationserbjudanden t.ex. i form av mer eller mindre sömlös access mellan mobilnät med hög yttäckning och hotspots med lokal men hög kapacitet – hos de operatörer som har, eller har tillgång till, sådana nät.

Även om operatörerna i allt högre utsträckning samarbetar när det gäller nätbyggnad och drift behåller man i stor utsträckning ändå den direkta ”kontrollen” över sina kunder.

Användning har utvecklats i riktning mot att det inte bara är traditionella mobiltelefoner och bärbara PC som används i mobilnäten utan det har tillkommit många nya uppkopplade terminaler t.ex. handhållna spelterminaler. Även om klienterna i allmänhet är tjocka i den bemärkelsen att de har betydande lagringskapacitet så lagras ändå mycket data centralt och kan lätt nås från olika terminaler – on-demand är utbrett.

De sänkta produktionskostnaderna och möjligheten att producera mycket nätkapacitet har gett ökat utrymme för unicast av audiovisuellt innehåll i förhållande till broadcastlösningar.

6.2 Scenario M2

Scenariokaraktäristik: I detta möjliga scenario om framtiden på medellång sikt är produktionskostnad för kapacitet i trådlösa nät hög. Även tillväxt av användning och nya tillämpningar är hög.

- Operatörerna och marknadsens övriga aktörer har från dagens nivå inte väsentligen lyckats sänka produktionskostnaderna för nätkapacitet i trådlösa nät, vilket med en växande användning skapat kapacitetsproblem. Mobilnätets kapacitet har visat sig vara otillräcklig för att fullt ut möta marknads efterfrågan. Alternativa trådlösa hotspot-nät tar en ökande andel av marknaden, i synnerhet där mycket höga hastigheter önskas.
- Tillväxt av användning och nya tillämpningar är förhållandevis dynamisk men där mer kapacitetskrävande tillämpningar är begränsade till ett mindre antal användargrupper med hög betalningsvilja. Höga kostnader för produktion av kapacitet i mobilnäten hämmar utvecklingen och tillväxten av den mest kapacitetskrävande användningen. Utvecklingen kretsar i stället främst kring mindre kapacitetskrävande applikationer för mobiltelefon och andra handhållna terminaler. Användning av bredband för audiovisuellt material och andra tyngre tillämpningar sker företrädesvis i de fasta näten och i lokala trådlösa hotspots.

Vad avser utvecklingen av livsstilar och liknande så sker det en ökad nomadisk utveckling inom vissa yrkes- och samhällsgrupper, i synnerhet där effektivitetsvinster bidrar till att motivera en ökad användning av olika kommunikationstjänster. Människors ökande behov av att vara tillgängliga och uppkopplade utgör en stark drivkraft i utvecklingen av användningen och bidrar parallellt till att sporra ytterligare utveckling av applikationer och tillämpningar. Även globaliseringen med ökade internationella kontakter driver utvecklingen. Beteenden i form av "always-on" och "on-demand" präglar i allt högre grad kommunikationsmönstren i samhället och arbetslivet, men den trådlösa användningen exkluderar i stor utsträckning de mest kapacitetskrävande tillämpningarna.

I stället för en likriktning av användande och medieutbud, sker det en utveckling mot ökad diversifiering där olika tjänster företrädesvis är anpassade till i olika nät och tas emot via olika

terminaler. Mobilt bredband är vanligt förekommande, dvs. många har det, men av prisskäl så är användningen betydligt lägre än i fasta bredbandsnät. Kapacitetskrävande tillämpningar som traditionellt primärt har gått i de fasta bredbandsnäten har endast i begränsad utsträckning flyttats över till de trådlösa näten. I stället utvecklas allt mer applikationer och tillämpningar specifikt för mobilen och andra handhållna terminaler, anpassade till användarens behov samt den tillgängliga kapaciteten och kostnadsnivån. På grund av den höga kostnaden att producera kapacitet i de trådlösa näten, stryps som regel hastigheten för kapacitetskrävande användning som fildelning och liknande. Mobilt bredband utgör huvudsakligen ett komplement till fast bredband, och bredbandssubstitution från fast till mobilt sker därför i mycket liten skala. Vad gäller telefoni-tjänsten så kommer prisnivån troligtvis att fortsätta att ligga något över nivån i det fasta nätet, även om en viss justering ner är tänkbar. Sannolikt kommer det även fortsättningsvis att ske en viss överflyttning av trafik från de mobila näten till de fasta näten.

Även kvalitetsutvecklingen för det multimediala innehållet präglas av differentiering. Utvecklingen fortsätter att gå mot allt högre kvalitet i bild och ljud men det mest högkvalitativa innehållet förväntas gå i de fasta näten. Dock påverkas beteendena kring hur "tungt" applikationer används av prisläget och prestanda i näten. Upp och nerladdning av de mest högkvalitativa bilderna och video-clips sker huvudsakligen via någon form av fast uppkoppling. Det utvecklas särskilda eller tydligt anpassade applikationer specifikt för t.ex. mobiltelefoner som kräver mindre överföringshastigheter. Denna kvalitetskillnad accepteras av användarna, som värdesätter kvalitet (upplevd kvalitet) baserat på andra faktorer i mobiltelefonen än i hemmet.

De traditionella mobilnäten har fortfarande en ledande position på marknaden men får allt svårare att fullt ut möta användarnas krav på hög kapacitet till låga priser. Alternativa nät och lokala högkapacitetslösningar av hotspot karaktär börjar därför ta en större del av marknaden, i synnerhet där mycket höga hastigheter önskas.

Vidare har den höga kapacitetskostnaden begränsat användningen av kapacitetskrävande audiovisuella tjänster i nätet. Trådlös anslutning av bärbara PC och liknande terminaler till Internet är vanligt förekommande men användning av tyngre applikationer är begränsad. Likaså är utvecklingen av uppkopplade spelkonsoler i trådlösa nät begränsad då dessa som regel kräver hög kapacitet och

förbrukar stora datamängder. Applikationer anpassade för mobiltelefoner får en större roll.

Kostnadsproblematiken föranleder också viss utveckling av alternativa finansieringsmodeller samt en differentiering av erbjudandet mot kund, avseende kvalitet och pris. Trots att produktionskostnaderna skulle motivera högre priser så är prisnivån för mobilt bredband i praktiken redan satt, och det är svårt att höja priset utan att förlora kunder. Det är också i praktiken omöjligt att återinföra en i huvudsak förbrukningsrelaterad prissättning för trådlöst bredband eftersom användarna har vant sig vid "flat-rate" och har svårt att relatera till förbrukade megabyte. Flat-rate fortsätter därför att vara den rådande prismodellen men den erbjuds trappstegsvis med begränsningar i kvalitet, hastighet och service, för att på bästa sätt möta olika kundsegments behov och betalningsvilja.

Alternativa intäktsströmmar förekommer i form av reklamfinansiering och andra lösningar, och bidrar i viss utsträckning till att hålla nere priset gentemot kund. Prismodellen karakteriseras också av olika former av kombinationserbjudanden t.ex. i form av mer eller mindre sömlös access mellan mobilnät med hög yttäckning och hotspots med lokal men hög kapacitet från de operatörer som har, eller har tillgång till, sådana nät.

I detta scenario, då kostnaden för kapacitet i de mobila näten är förhållandevis hög, kommer utvecklingen av audiovisuellt material i trådlösa nät till viss del att hämmas. Detta ger utrymme för broadcastade tjänster som kan distribuera audiovisuellt material till breda grupper på ett kostnadseffektivt sätt.

6.3 Scenario M3

Scenariokaraktäristik: I detta möjliga scenario om framtiden på medellång sikt är produktionskostnad för kapacitet i trådlösa nät låg. Även tillväxt av användning och nya tillämpningar är låg.

- Produktionskostnaden för nätkapacitet i de trådlösa näten har sänkts rent generellt men i lite olika utsträckning beroende på typ av nät. För cellulära nät har viss reduktion av kostnader uppnåtts genom en kombination av förbättrad kostnad/ prestanda för basstationer, växlar och accessnät, ökad spektrumeffektivitet med förbättrade modulationsmetoder samt sam-

verkan gällande nätbyggnad mellan mobiloperatörer. Lokala nätlösningar, t.ex. hotspots, som ej baseras på cellulär teknik medger lägre kostnader för högra datahastigheter. Dessa lokala nät byggs och drivs av olika typer av aktörer. Marknaden som helhet är fragmenterad och utgörs av separata nät utan samverkan, vilket försvårar användningen för konsumenter och begränsar ökningen av nya tillämpningar i de trådlösa näten.

- Efterfrågan på kapacitet från mobilt bredband (cellulära lösningar) ökar mindre snabbt med anledning av höga priser för hög kapacitetsförbrukning eller genom begränsningar i kapacitet (t ex erbjuden hastighet eller antal Mbyte i prisplanen) vilket medför att kapacitetskrävande applikationer och tillämpningar företrädesvis går i andra nät. För lokala trådlösa nät, som kan ses som utvidgningar av fast bredband, är kapaciteten högre och priset lägre varför användningen här är större. Generellt sett kan två typer av faktorer identifieras som dämpar efterfrågan och användningen av nya tillämpningar i trådlösa nät – dels att hastigheterna i mobilnäten inte är tillräckliga för de mer krävande multimediala tillämpningarna, dels att bristande samverkan och sömlöshet mellan olika nät och aktörer medför komplikationer för användaren.

Det sker en fortsatt nomadisk utveckling inom arbetslivet, men efterfrågan på tjänster karakteriseras främst av enklare och mindre kapacitetskrävande applikationer och tillämpningar. De ungas vanor och beteenden i form av "always-on" och "on-demand" har en viss genomslagskraft på samhället och arbetslivet, men kännetecknas även här främst av "lätta" applikationer och tillämpningar, t.ex. IM (instant messaging), traditionell blogging, och textinlagor. Utvecklingen av användarproducerat material (UGC) sker inte så fort som tidigare förutspått, och i synnerhet klingar utvecklingen av mer kapacitetskrävande UGC av. Multimedia, video och liknande ökar mindre snabbt i de trådlösa näten.

I det här scenariet sker betydande substitution på telefoni-tjänsten i relation till det fasta telenätet. Beroende på konkurrenskraftiga priser på mobiltelefoni används dessa nät i stor utsträckning till taltrafik, och leder till en betydande substitution av trafiken.

Mobilt bredband används dock nästan uteslutande som ett komplement till fast. Även om produktionskostnaderna har sjunkit

så hämmas användningen av mobilt bredband av att kapaciteten i näten inte ökar tillräckligt snabbt i förhållande till efterfrågan och relativt utvecklingen i de fasta näten.

Det sker en fortsatt kvalitetsutveckling inom befintliga applikationer, men det är inte en drivande faktor vare sig för marknaden eller i fråga om kapacitet i näten. Kvalitén på handenheter fortsätter att utvecklas med både bättre kameror och ökad prestanda. Lagringskapaciteten ökar i alla terminaler och är mycket billig. Av denna anledning sker lagring av foton och audiovisuellt material företrädesvis i användarens terminaler, medan lagring på nätet som accessas via mobilnätet endast sker i mindre utsträckning.

En differentiering av egenskaper hos olika typer av nät sker vad avser kapacitet och kostnad. Mobiloperatörerna satsar huvudsakligen på cellulära nät och tar tillvara på den utveckling av kapacitet och effektivisering som är möjlig. I detta ingår samverkan i form av delade nät, nationell ”roaming” (kanske föranlett av tvingande reglering) och ”outsourcing” av nät drift. I viss omfattning används ”user deployment” för att tillfredsställa behov på kapacitet inomhus.

Parallellt med detta uppstår en flora av olika lokala nät med högre kapacitet och lägre pris än de uppgraderade mobilnäten. Stadsnät och lokala, regionala eller nationella bredbandsoperatörer erbjuder trådlös utvidgning av fast bredband, i vissa fall med möjlighet till publik access. Hotspot-operatörer erbjuder publik access på kommersiellt attraktiva platser. I ökad utsträckning kommer olika typer av företag (kaféer, snabbmatsrestauranger, reseföretag, hotell) att gratis/billigt erbjuda trådlös access som ett mervärde för sina kunder. För konsumenterna innebär denna mångfald av nät och aktörer många valmöjligheter och en ökad komplexitet vid användning. Varje aktör använder ”sin” affärsmodell som är anpassad till kärnverksamheten, t.ex. tillhandahållande av temporär trådlös access, bussresor, försäljning av hamburgare eller långsiktigt tillhandahållande av fast bredband. Samverkan mellan aktörer saknas vilket ger upphov till en fragmenterad marknad.

Den traditionella affärsmodellen råder. Nätägaren äger affären och har i begränsad utsträckning släppt in alternativa lösningar i sin affärsmodell, s.k. walled garden. Operatörernas nät och tjänster har i grunden genomgått små förändringar, dvs. operatören erbjuder tjänster i ett traditionellt mobilnät utan sömlös sammankoppling med alternativa nätlösningar. Sampaketering av mobiltelefoni och hotspots kan förekomma från större operatörer med tillgång till

flera nät, men det är fortfarande fråga om separata nät och användaren erbjuds inte någon sömlös helhet. Eftersom användningen inte tagit fart i sådan utsträckning att mobiloperatörerna upplever akuta kapacitetsproblem har de inte heller funnit tillräckliga incitament för att anamma mer radikala lösningar avseende ändrade affärsmodeller för nätetablering.

Genomsnittspriset för mobildata har sänkts betydligt jämfört med i dag, men det kommer också att finnas stora skillnader mellan billigast och dyrast och eftersom det är en flora av olika nättyper och aktörer så förekommer det många olika prismodeller. Eftersom kapacitet kan produceras till rimliga kostnader och konkurrensen är hög så erbjuds konsumenterna också attraktiva priser. Det är dock betydande prisskillnader beroende på hastighet. I detta scenario, där kostnaden för kapacitet i de mobila näten är relativt låg men där tillgången på sömlös hög trådlös kapacitet är begränsad finns möjligheter för unicasting av mindre krävande audiovisuellt innehåll och broadcasting för det mer kapacitetskrävande.

6.4 Scenario M4

Scenariokaraktäristik: I detta möjliga scenario om framtiden på medellång sikt är produktionskostnad för kapacitet i trådlösa nät hög. Tillväxt av användning och nya tillämpningar är låg.

- Marknadens olika aktörer har i nämnvärd omfattning inte lyckats sänka produktionskostnaderna för nätkapacitet i trådlösa näten från dagens nivå, vilket har hämmat tillväxten och utvecklingen av nya applikationer och tjänster. Den tekniska utvecklingen av allt högre datahastigheter för bredband i trådlösa nät fortsätter men resulterar inte i väsentligt lägre produktionskostnad för nätkapacitet. Det har inte kommit fram någon revolutionerande teknisk lösning som kostnadseffektivt höjer kapaciteten i näten. Det har heller inte anammats nya affärsmodeller eller alternativa nya sätt att etablera och driva nät. Viss ökning av alternativa lösningar förekommer men de har inte ett brett genomslag på marknaden.
- Användningen utvecklas mindre snabbt – hämmat av en upplevd hög prissättning i förhållande till erhållen kapacitet och kvalitet. Tillväxten av ny användning och tillämpningar har därför inte

fått en dynamisk utveckling utan påminner i stor utsträckning av det som finns i dag. Efterfrågan på bredband tillgodoses primärt genom fast uppkoppling i t.ex. hem och på arbetsplatser. Höga kostnader för produktion av kapacitet i trådlösa nät hämmar ökad användning av de mer kapacitetskrävande tillämpningarna. Utvecklingen kretsar i stället främst kring mindre kapacitetskrävande applikationer. Användning av bredband för audiovisuellt material och andra tyngre tillämpningar sker företrädesvis i de fasta näten samt till mindre del i lokala trådlösa hotspots.

Det sker en fortsatt nomadisk utveckling men främst inom vissa yrkes- och samhällsgrupper – som arbetande med specifika behov, stressade yrkesarbetande föräldrar och grupper som är mindre priskänsliga – där tidsvinster, effektivisering och flexibilitet motiverar kostnaden. De ungas vanor och beteenden i form av ”always-on” och ”on-demand” har viss genomslagskraft på samhället och arbetslivet men beteendet utvecklas mindre snabbt uppåt över generationsgränserna. Utvecklingen och användningen av mer kapacitetskrävande multimediala applikationer hämmas i betydande utsträckning av en mindre gynnsam prisutveckling och begränsningar i tillgängliga faktiska överföringshastighet.

Detta scenario präglas i stor utsträckning av en mindre dynamisk utveckling av trådlösa nät. Access till Internet och användning av kapacitetskrävande applikationer och tjänster på webben sker företrädesvis genom fast access och i viss mån i trådlösa hotspots. Efterfrågan på mobilt bredband hämmas av att kapaciteten i näten inte ökar tillräckligt snabbt i förhållande till efterfrågan och relativt utvecklingen i de fasta näten. De mobila näten används huvudsakligen till taltrafik tillsammans med mindre kapacitetskrävande data-tjänster som t.ex. e-post, Internetsurf och messaging-tjänster och vissa audiovisuella tjänster i mobiltelefoner.

Vad gäller telefonitjänsten så kommer prisnivån för mobila samtal förmodligen fortsätta att ligga något över nivån i det fasta nätet. Detta till trots kommer det även fortsättningsvis att ske viss överflyttning av taltrafik från de fasta näten till de mobila, men få ersätter fast access i hemmet eller på kontoret med mobilt.

Utvecklingen fortsätter att gå mot ökad kvalitet och upplösning – inom ramen för att kostnaden för kapacitet är fortsatt hög. Det är en långsam gradvis utveckling och det sker inga stora hopp. Kvalitén på handheter fortsätter att utvecklas, med bättre kame-

ror i mobilen och ökad lagringskapacitet. Användarbeteendet är dock mycket likt dagens. Foton och videoklipp förs över från mobil till dator via det fasta nätet, WLAN, Bluetooth eller liknande. Lagring av material på nätet förekommer men upp och nerladdning sker främst via fast access. I detta scenario sker således en gradvis kvalitetsutveckling inom ramen för en relativt hög kostnadsstruktur.

Den traditionella affärsmodellen råder och operatören har behållit kontrollen över sin affär. Operatörens nät och tjänster har i grunden genomgått små förändringar, dvs. operatören erbjuder tjänster i ett traditionellt mobilnät utan sömlös sammankoppling med alternativa nätlösningar. Sampaketering av mobiltelefoni och hotspots kan förekomma från större operatörer med tillgång till flera nät, men det är fortfarande fråga om separata nät och användaren erbjuds inte någon sömlös helhet. Inte heller sker någon utveckling av alternativa finansieringsmodeller. Inga stora pengar kommer in från annonsering eller liknande. Det här scenariet präglas således av en mycket låg grad av förändring, av alternativ finansiering och alternativa intäktsströmmar.

Även om produktionskostnaderna skulle kunna motivera högre priser är svårt att höja priset utan att förlora kunder. Vidare omöjliggör en etablerad "flat-rate"-prissättning en återgång till förbrukningsrelaterad prissättning för trådlöst bredband eftersom användarna har vant sig vid fastpris och vill fortsätta att ha kostnadskontroll. Flat-rate fortsätter därför att vara den rådande prismodellen för trådlösa nät.

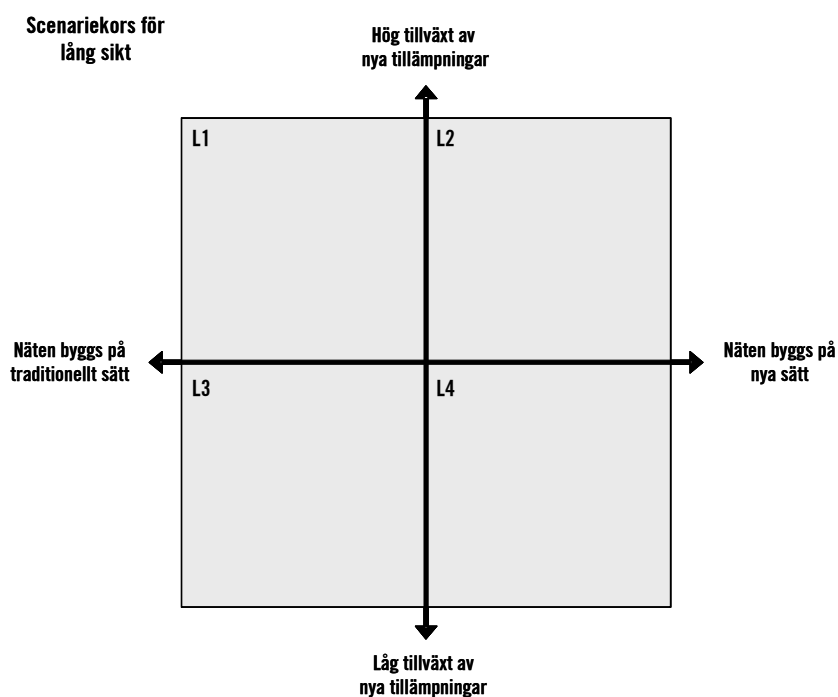
Användning i de mobila näten är huvudsakligen mobiltelefoncentrisk, men med ett mindre framgångsrikt utbud som inte kan jämföras med webben. Utvecklingen av nya applikationer och tillämpningar i trådlösa nät är överlag förhållandevis låg och förmågan att hantera existerande applikationer och tillämpningar som i dag används i det fasta bredbandet är begränsad. Klienterna har fortsatt att utvecklas mot ökad lagringskapacitet, dvs. är tjocka, och efterfrågan "on demand" sker främst beträffande lättare tillämpningar.

I detta scenario, där kostnaden för kapacitet i de mobila näten är relativt hög finns ökade möjligheter för broadcasting framför unicasting, under förutsättning att efterfrågan på audiovisuellt material finns och tar fart som resultat av en alternativ distributionsform och lägre kostnader vid utbredd användning.

7 Möjliga scenarier på lång sikt

Utifrån A-focus research och diskussionerna i workshops är de variabler som på lång sikt har störst inverkan på efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät ”Ny användning” (Nya tillämpningar) och ”Nya nätlösningar” för utbyggnad och användning av nät. Dessa två variabler valdes således som s.k. osäkerheter, vilka bildar scenariokorset, enligt nedan.

Korset bildar fyra fält, kallade L1 till L4, där varje fält symboliserar ett möjligt framtida scenario. Nedan beskrivs hur situationen och utvecklingen i respektive scenario skulle kunna vara på medellång sikt.



I fråga om relationen till scenarierna på medellång sikt är det sannolikt att de scenarier som på medellång sikt har låg produktionskostnad för kapacitet redan har börjat använda nya nätlösningar och därmed kan utvecklas till motsvarande scenarier på lång sikt. Det är dock inte uteslutet att vilken som helst av scenarierna

på medellång sikt kan utvecklas till vilken som helst av scenarierna på lång sikt.

I scenarierna L1 till L4 kommer nya nätlösningar och därtill kopplade affärsmodeller att komplettera de traditionella lösningarna i olika hög grad. Med traditionella lösningar avses här primärt att varje operatör bygger sina egna nät och att kapacitetsökning mestadels sker genom att förtäta befintliga nät.

7.1 Scenario L1

Scenariokaraktäristik: I detta möjliga scenario om framtiden på lång sikt byggs de trådlösa näten på traditionellt sätt och användningen och nya tillämpningar är hög.

Även om vissa nya metoder och affärsmodeller avseende nätbyggnation förekommer så är det primärt så att de trådlösa näten byggs på traditionellt sätt. Flera olika nättekniker existerar parallellt. Trots successiva teknik-uppgraderingar och förtätning av näten kan ingen av dem ensamt möta hela marknadens efterfrågan på täckning och datahastigheter. De flesta terminaler kan sömlöst hantera flera olika nättekniker och för användaren utgör de olika näten tillsammans ändå en bra helhet.

Användningen utvecklas både kvantitativt och kvalitativt med både vidareutvecklade och nya tillämpningar som blir mer och mer krävande avseende datahastigheter och kvalitet. En bred flora av olika handhållna och/eller bärbara terminaler är i bruk, allt från olika former av mobiltelefoner, bärbara PC:ar och handdatorer till spelterminaler och liknande. Efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät har ökat kraftigt på grund av ökad användning och allt mer multimediala och audiovisuella innehåll i både upp- och ned-länk.

Marknaden drivs av en ökad efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät, dels genom ökat tjänsteutbud, fildelning, user generated content m.m. Många applikationer har blivit mer multimediala och interaktiva och antalet tillämpningar har ökat där användaren ”producerar” innehåll vilket har ställt ökade krav på kommunikationshastigheter och kapacitet. Nya nätlösningar används förvisso, men i begränsad omfattning. De traditionella mobilnäten har fortfarande en viktig position på marknaden men de har svårt att fullt ut möta användarnas krav på hög kapacitet till låga priser. Alternativa nät

och hotspot liknande nätlösningar har därför tagit en betydande andel av marknaden, i synnerhet där mycket höga hastigheter önskas.

Kostnaden för att producera hög kapaciteten i trådlösa nät har kunnat reduceras mer än de effektivitetsvinster som redan i dag förväntas kunna åstadkommas med övergång till allt mer avancerade modulationsmetoder. Näten byggs dock fortfarande enligt de traditionella grundläggande principerna och nätförtätning är ett av de främsta medlen för att öka kapaciteten. Ökat antal basstationer för såväl mobilnät som andra trådlösa nät har dock medfört ökande kostnader, vilket har inneburit att marknaden har konsoliderats till ett mindre antal nättaktörer som var och en har uppnått betydande skalfördelar. Samverkan mellan aktörerna avseende nätbyggnation är också högst påtaglig.

I och med att flera olika typer av trådlösa nät, och många olika typer av terminaler, används har också tillämpningar och innehållstjänster anpassats till många olika användarsituationer där även innehåll i viss utsträckning är skraddarsytt för olika användarmiljöer. Eftersom antalet olika typer av nät och antalet nätägare är relativt få så går det inte desto mindre att uppnå betydande skalfördelar vad gäller innehållstjänster och utbudet av multimedialt innehåll är stort. Alternativa intäktsströmmar förekommer i form av reklamfinansiering och andra lösningar och har också i betydande utsträckning bidragit till att sänka priset gentemot kund.

7.2 Scenario L2

Scenariokaraktäristik: I detta möjliga scenario om framtiden på lång sikt byggs de trådlösa näten på nya sätt och användningen och nya tillämpningar är hög.

Nät byggs i stor utsträckning på helt nya sätt. Kapacitet i mobilnät produceras till allt större del genom att näten byggs ut enligt andra grundläggande principer än i dag, kanske med betydligt fler basstationer i form av femtoceller som kompletteras med t.ex. WLAN och utbredd roaming mellan olika nättekniker och nät.

Användningen utvecklas både kvantitativt och kvalitativt med både vidareutvecklade och nya tillämpningar som blir mer och mer krävande avseende datahastigheter och kvalitet. En bred flora av

olika handhållna och/eller bärbara terminaler är i bruk, allt från olika former av mobiltelefoner, bärbara PC:ar och handdatorer till spelterminaler och liknande. Efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät har ökat kraftigt på grund av ökad användning och allt mer multimediala och audiovisuella innehåll i både upp- och ned-länk.

Marknaden drivs av en ökad efterfrågan på kapacitet i trådlösa nät, dels genom ökat tjänsteutbud, allt fler tillämpningar, fildelning, user generated content m.m. Så gott som samtliga applikationer har blivit mer multimediala och interaktiva och antalet tillämpningar har ökat där användaren ”producerar” innehåll vilket har ställt ökade krav på kommunikationshastigheter och kapacitet – även i upp-länk. Utbudet av olika terminaler är stort och de fungerar sömlöst mellan olika nät teknologier. Eftersom nätkapacitet är förhållandevis billigt har det funnits mindre incitament att anpassa utbudet av innehållstjänster till olika tekniska plattformar.

Kostnaden för att producera den efterfrågade kapaciteten i trådlösa nät har kunnat sänkas högst väsentligt genom att nya sätt att bygga nät i kombination med ändrade affärsmodeller för nätägare. Nya lösningar avseende affärsmodellen har också bidragit till ökade variationer i debiteringsformer, bl.a. med ökat genomslag för nollprislösningar där användarna själv bidrar med delar av nätlösningen, t.ex. med egna femtoceller. Alternativa intäktströmmar förekommer också i form av reklamfinansiering och andra lösningar, och bidrar till att sänka priset gentemot kund eller betala för den kapacitet den aktuella tillämpningen.

Som en följd av att näten byggs enligt nya grundläggande principer med ökad täthet mellan celler, mer samverkan och mindre vertikal integration, har gränserna mellan traditionella mobilnät och hotspots suddats ut. Detta gäller även terminalsidan där gränserna mellan vad som är en telefon, dator, tv, radio eller spelkonsol har suddats ut.

Att de trådlösa näten byggs på nya sätt har inneburit mindre grad av vertikal integration och ökad öppenhet för olika lösningar. Olika typer av teknologier och nättyper är betydligt mindre åtskilda utan samverkar och erbjuder användaren sömlöshet dem emellan. Sömlösheten har åstadkommit dels genom ökade samarbeten dels genom att samtrafik mellan nät sker som på Internet med s.k. peering. Gränsen mellan olika trådlösa nät har flutit samman till ett trådlöst multinät som kanske skulle kunna beskrivas som ett trådlöst Internet – baserat på olika nätteknologier.

7.3 Scenario L3

Scenariokaraktäristik: I detta möjliga scenario om framtiden på lång sikt byggs de trådlösa näten på traditionellt sätt och användningen och nya tillämpningar är låg.

Användningen av tjänster i trådlösa nät har utvecklats mindre snabbt, till viss del på grund av en fragmenterad marknad med många olika nät och teknologier som inte fungerar väl tillsammans för användaren. Användningen och tillväxten av nya tillämpningar hämmas både kvalitativt och kvantitativt av brist på tillgång till hög överföringskapacitet till låga priser.

De trådlösa näten byggs på traditionellt sätt och olika typer av teknologier och nättyper är fortfarande åtskilda och erbjuder olika tjänster. För användarna är sömlösheten mellan de olika näten begränsad, även om terminalerna oftast kan hantera flera olika radioteknologier.

Marknaden som helhet drivs på av allt mer multimediala tillämpningar i de fasta bredbandsnäten, men i de trådlösa näten hålls utvecklingen tillbaka av brist på tillräckligt kostnadseffektiv och hög kapacitet. Nya nätlösningar används förvisso, men i begränsad omfattning. De dominerande nätägarna tillämpar tydligt vertikalt integrerade affärsmodeller som motverkar sådana initiativ. Det har inte heller skett några revolutionerade framsteg vad gäller modulationstekniker eller annat som ökar trådlösa näts kapacitet radikalt, dvs. överför mycket fler bitar per Hz.

Marknadsuppdelningen i olika typer av nät baserade på olika teknologier och med olika terminaler har också haft inverkan på utbudet av innehållstjänster som därför är differentierat beroende på teknisk plattform. Detta har i sin tur hämmat skalfördelar och utbud. Detta har även inverkat negativt på utvecklingen av alternativa intäktsströmmar i form av reklamfinansiering och liknande. Därför är priserna för kapacitet i trådlösa nät relativt höga i förhållande till vad kunderna skulle önska och i jämförelse med fasta nätlösningar.

Kostnaden för att producera hög kapacitet i de trådlösa näten har inte kunnat reduceras väsentligt mer än de redan i dag förväntade effektivitetsvinster som kommer åstadkommas inom ramen för nästa generations mobilnätsteknologi och liknande. Näten byggs fortfarande enligt de traditionella grundläggande principerna

och nätförtätning, utan en hög grad av sambyggnation, är främsta medlet för att öka kapaciteten. Ökat antal basstationer för såväl mobilnät som andra trådlösa nät har dock medfört höga kostnader.

Att marknadens olika nät är tydligt separerade och har en låg grad av samverkan har för användarna inneburit en bristande sömlöshet mellan olika nät och teknologier. I praktiken betyder det att användarna inte har tillgång till ett homogent trådlöst multiapplikationsnät utan snarare ett flertal olika separata nät som kunderna måste ha olika abonnemang för att nå. Utbudet av olika terminaler har breddats men eftersom det saknas en fungerande sömlöshet mellan de olika nät teknologierna är många terminaler låsta till ett eller ett fåtal nät och/eller operatörer.

7.4 Scenario L4

Scenariokaraktäristik: I detta möjliga scenario om framtiden på lång sikt byggs de trådlösa näten på nya sätt men användningen och nya tillämpningar är låg.

Nät byggs företrädesvis enligt andra grundläggande principer än i dag men marknaden har blivit alltför fragmenterad för att verkligt stora effektivitetsvinster skall kunna uppnås. Marknaden består av ett stort antal olika nät från olika aktörer – utan samverkan. Mångfalden har dock inte lett till lägre priser och en bra situation för användarna, utan det har snarare blivit rörigt och ”struligt” för vanliga konsumenter. För nätägarna har situationen inneburit bristande skalfördelar i nätbyggnation och därmed också förhållandevis höga kostnader.

Användningen av multimediala tjänster i trådlösa nät har utvecklats mindre snabbt, till stor del på grund av en fragmenterad marknad med många olika nät och teknologier som inte fungerar väl tillsammans för användaren. Bredden på användningen och tillväxten av nya tillämpningar hämmas av brist på sömlös tillgång till hög överföringskapacitet till låga priser. Många olika nättaktörer och en rörig marknad har bidragit till brister i skalfördelar och därmed förhållandevis höga priser.

Marknaden som helhet drivs på av allt mer multimediala tillämpningar i de fasta bredbandsnäten, men i de trådlösa näten hålls utvecklingen tillbaka av brist på tillräckligt kostnadseffektiv och

hög kapacitet. Efterfrågan finns på trådlöst bredband men marknadens aktörer har svårt att fullt ut möta den vad gäller enkelhet i användningen, pris, täckning och kvalitet. Detta hämmar användningen av nya tjänster och tillämpningar i synnerhet de av audiovisuell karaktär som kräver höga överföringshastigheter med stabil kvalitet.

De olika näten, operatörerna och tjänstetillhandahållarna är fortfarande tydligt separerade och har en låg grad av samverkan. Näten fungerar inte tillsammans som ett homogent trådlöst multi-applikationsnät utan snarare som olika trådlösa nät, med olika karaktäristik, som kunderna måste ha olika abonnemang för att nå. Försök har gjorts med nya nätrelaterade affärsmodeller där användarna producerar en del av nätkapaciteten i lokala basstationer. Detta har fungerat bra för en del användare och för ”privat bruk”. Många användare har dock visat sig föredra mer professionella och kvalitetskontrollerade tjänster från kända operatörer, även om dessa nät inte riktigt har kunnat nå upp till kraven på pris relativt prestanda. Marknaden är fragmenterad.

Utbudet av olika terminaler har breddats men eftersom det saknas en fungerande sömlöshet mellan de olika nät teknologierna är många terminaler låsta till ett eller ett fåtal nät och/eller operatörer. Marknadsuppdelningen i olika typer av nät baserade på olika teknologier och med olika terminaler har medfört att en stor del av utbudet av innehållstjänster är anpassat till olika tekniska plattformar.

Inslag av alternativa intäktsströmmar i form av reklamfinansiering och liknande är begränsat, vilket betyder att priserna till slutkund kommer att vara relativt höga i förhållande till vad kunderna skulle önska och i jämförelse med fasta nätlösningar.

Ordlista och förkortningar

3G:	Tredje generationens mobiltelefoni.
3GPP:	3rd Generation Partnership Project, standardiseringsorgan för tredje generationens mobiltelefoni (3G).
ADSL:	Asymmetric Digital Subscriber Line, en särskild standard för bredband i telefoniaccess-nätet.
ARPU:	Average Revenue Per User; genomsnittlig intäkt per användare.
Ad hoc-nät:	Ett nät där terminalerna, t.ex. mobiltelefoner, kommunicerar direkt med varandra vilket minskar behovet av basstationer.
CDMA2000 /CDMA450:	En 3G-standard, i det senare fallet anpassad för 450 MHz-bandet.
CEPT:	Conference Europeenne des Administrations des Postes et des Telecommunications.
DSL:	Se xDSL.
DVB-H:	Digital Video Broadcasting – Handheld, teknikstandard för digital mobil-TV.
DVB-T:	Digital Video Broadcasting – Terrestrial, teknikstandard för digital marksänd TV.
De facto-monopol:	Monopol som uppstått på marknaden. Kallas även naturliga eller faktiska monopol. Motsatsen är en exklusiv rättighet som givits via lagstiftning, dvs. ett legalt monopol eller de jure monopol.

EDGE:	Enhanced Data rates for Global Evolution, teknikstandard för att öka datahastigheten i GSM/GPRS-nät.
EMS:	Elektromagnetisk strålning. Radiovågor tillhör den lägre delen av EMS frekvensområde.
ERC:	European Radio Committee.
ETSI:	European Telecommunications Standards Institute.
FON:	System som ger möjlighet att dela/använda andras bredbanduppkoppling via WiFi (se nedan).
GSM:	Groupe Spécial Mobile, världens mest utbredda standard för mobiltelefoni. Digitalt system som hör till andra generationens mobilkommunikation ("2G").
Grönbok:	Ett officiellt dokument från Europeiska kommissionen där idéer om eventuella åtgärder på gemenskapsnivå presenteras. En grönbok remitteras offentligt för att inleda en bred diskussion.
HSDPA:	High-Speed Downlink Packet Access, teknikstandard för att öka datahastigheten i UMTS-nät i nedlänken.
HSPA:	High-Speed Packet Access, teknikstandard för att öka datahastigheten i UMTS-nät.
IKT:	Informations- och kommunikationsteknik.
IMT-2000:	International Mobile Telecommunications 2000, standardfamilj för tredje generationens mobiltelefoni (3G).
ITC:	Internationella telekonventionen.
ITU:	International Telecommunications Union; Internationella teleunionen.
Inhibition:	Begäran hos domstol att beslut inte får verkställas innan frågan avgjorts av domstolen.
Kognitiv radio:	Radiosystem som upptäcker och tar hänsyn till annan radioanvändning för att undvika störningar.

LAN:	Local Area Networks; lokala datanätverk.
LEK:	Lag (2003:389) om elektronisk kommunikation.
LRK:	Lag (1993:599) om radiokommunikation.
LTE:	Long Term Evolution, teknikstandard för att öka överföringskapaciteten/datahastigheten i UMTS-nät.
M2M:	Maskin-till-maskin-kommunikation, samlingsbegrepp för kommunikation mellan maskiner eller mellan människa och maskin.
MESH-nät:	Se ad hoc-nät.
MNO:	Mobile Network Operator; mobilnätsoperatör.
MVNO:	Mobile Virtual Network Operator; virtuell operatör som hyr nätkapacitet från en MNO.
MoU:	Memorandum of Understanding.
Mjukvaruradio:	(Se även SDR och programvarudefinierad radio) Radiosystem som använder programvara för att modulera radiosignaler. Detta innebär att radion kan kommunicera med andra radioprotokoll genom att ladda ner och köra ny programvara.
NMT 450:	Analogt mobiltelefoninät i 450 MHz-bandet som nu är nedlagt.
PTSFS:	Post- och telestyrelsens författningssamling.
Programvarudefinierad radio:	(Se även SDR och mjukvaruradio) Radiosystem som använder programvara för att modulera radiosignaler. Detta innebär att radion kan kommunicera med andra radioprotokoll genom att ladda ner och köra ny programvara.
RAKEL:	Gemensamt radiokommunikationssystem för skydd och säkerhet som Krisberedskapsmyndigheten bygger ut i Sverige år 2005–2010.
RF:	Regeringsformen.
RR:	(Radioreglementet) ITU:s radioreglemente.

RSPG:	Radio Spectrum Policy Group.
Radiogränssnitt:	Beskrivning av ett radiosystems tekniska egenskaper.
Radioplanering:	Planering som syftar till optimera ett radiosystems tekniska effektivitet.
Roaming:	Möjlighet för en kund till en mobiloperatör att ringa från andra operatörers mobilnät.
SDR:	(Se även mjukvaruradio och programvarudefinierad radio) Software-defined radio; radiosystem som använder programvara för att modulera radiosignaler. Detta innebär att radion kan kommunicera med andra radioprotokoll genom att ladda ner och köra ny programvara.
Samhällsomfattande tjänster:	I denna utredning avses med uttrycket kraven i direktivet om samhällsomfattande tjänster (direktiv 2002/22/EG) på att säkerställa allmän tillgång till vissa grundläggande kommunikationstjänster.
SekrL:	Sekretesslagen (1980:100).
Site [sajt]:	Anläggning med basstation för trådlös kommunikation.
Spektrummask:	Tekniska regler för hur hög effekt en tillståndshavare får sända med inom och utanför sitt tilldelade frekvensblock/sin kanal.
Sömlöshet:	Möjligheten att flytta tjänster mellan olika typer av nät utan att tjänsten och kommunikationen bryts. Man kan i detta sammanhang även tala om "handover". Mobilnäten erbjuder handover genom att samtal kan flyttas från en basstation till en annan utan att samtalet bryts. Detta kan beskrivas som horisontell handover. Begreppet sömlös kan beskrivas som vertikal handover, dvs. handover mellan olika typer av nät, t.ex. från ett 3G-nät till ett WLAN.
TF:	Tryckfrihetsförordningen.
UMTS:	Universal Mobile Telecommunications System, den största 3G-standarderna.
UMTS900:	UMTS för 900 MHz-bandet.

USO:	Universal Service Obligations, se samhälls- omfattande tjänster.
Unicast:	Att skicka enkelriktad information till en en- skild användare (till skillnad från "broadcast" där informationen på samma gång skickas till alla användare).
Vitbok:	Dokument från Europeiska kommissionen med förslag till konkreta gemenskapsåtgärder inom ett viss ämnesområde. Kan följa efter en grönbok (se ovan).
WARC:	World Administrative Radio Conference.
WCDMA:	3G-protokoll som används av bl.a. UMTS- systemet.
WiFi:	IEEE 802.11, standard för radiokommuni- kation på korta distanser, undantagen från tillståndsplikt. En sorts WLAN.
WiMAX:	Worldwide Interoperability for Microwave Access, en standard för trådlöst bredband.
WLAN:	Wireless Local Area Network; trådlöst lokalt datanätverk.
WM2M:	Trådlös maskin-till-maskin-kommunikation.
WRC:	World Radio Conference.
xDSL:	Digital Subscriber Line, en generell standard för bredband genom telefoniaccessnätet som inkluderar bland annat ADSL.
YGL:	Yttrandefrihetsgrundlagen.