



PROMEMORIA

Datum	Vår referens	Sida
2008-05-11	Dnr:	1(19)

**Tillståndsvillkor och möjligheter till koordinering för
tillståndshavare i frekvensbandet 3,6–3,8 GHz**

Kommunikationsmyndigheten PTS

Post- och telestyrelsen

Postadress:
Box 5398
102 49 Stockholm

Besöksadress:
Birger Jarlsgatan 16
www.pts.se

Telefon: 08-678 55 00
Telefax: 08-678 55 05
pts@pts.se

Ordlista

Duplexmetod	Olika sätt att separera upp- och nedlänkssändningar i system där kommunikationen sker i två riktningar.
FDD (Frequency Division Duplex)	Duplexmetod som frekvensseparerar upp- och nedlänkssändningar.
TDD (Time Division Duplex)	Duplexmetod som tidsseparerar upp- och nedlänkssändningar.
Interferens	Radiovågors påverkan på varandra vilket leder till störningar.
Ekvivalent isotropiskt utstrålad effekt (E.I.R.P.)	Den effekt som en teoretisk antenn vilken distribuerar effekt i alla riktningar skulle utstråla när kabelförluster mm är medräknade. Tillåter jämförelser mellan sändare oavsett typ.
Basstation	En fast station för trådlös kommunikation.
Repeater	En elektronisk apparat som vidarebefordrar en signal.
Fast terminal	En fast monterad mottagare/sändare.
Nomadisk terminal	Ej fast monterad mottagare/sändare som inte kan räknas som fullt mobil, t.ex. bredbandsrouter för inomhusbruk.
Mobil terminal	Mobil sändare/mottagare.
Automatic Transmit Power Control	Justerar sändarens uteffekt inom ett givet intervall beroende på mottagarens möjlighet att ta emot. Gör så att maxeffekt bara används när det behövs, vilket skapar mindre störningar.
Spektrummask	Definierar nivåer för den störning som tillståndshavare med närliggande frekvensblock tillåts utsätta varandra för.
Effekttäthet	Mått på den energi som varje sekund, jämnt fördelad träffar en yta vinkelrätt mot energins riktning.
Utombandsemission	Den del av sändningen som hamnar utanför huvudkanalen.
Modulering	En process som förändrar en periodisk vågform så att den ska kunna innehålla information.
Centerfrekvens	Den frekvens som ligger mitt i en kanals bandbredd.

Inledning

Detta dokument har tagits fram för att fungera som vägledning och lyfta fram vissa viktiga frågeställningar som kan uppstå för de som kommer att bli tilldelade ett tillstånd och de som redan har ett tillstånd, i frekvensbandet 3,6–3,8 GHz.

Tillstånden tilldelas utan krav på att en speciell teknik måste användas. För att ändå begränsa risken för att tillståndshavarna stör varandra har ett antal tekniska tillståndsvillkor för just detta frekvensband tagits fram. Dessa krav begränsar tillståndshavarnas möjligheter att störa andra närliggande tillståndshavare, både de som ligger geografiskt nära och de som har tillstånd för angränsande frekvenser. För att tillstånden ska kunna utnyttjas på bästa sätt tillåter PTS att vissa av dessa krav överskrids. Detta får ske efter att de tillståndshavare som berörs av dessa överskridelser är överens sinsemellan. Ingen ansökan om att få överskrida kraven behöver lämnas till PTS.

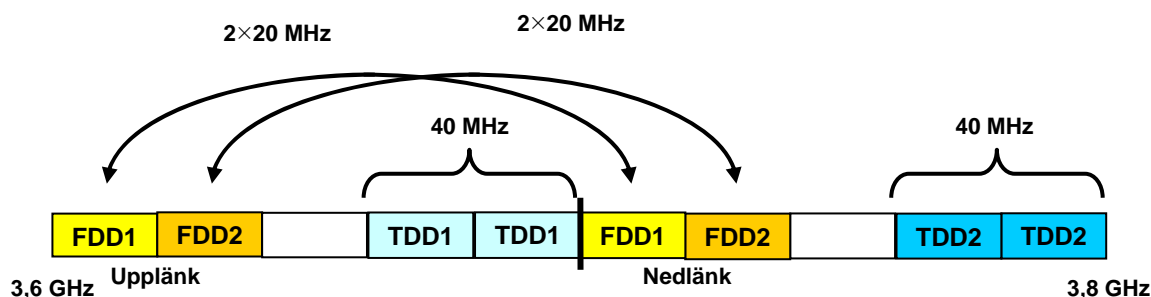
Detta dokument beskriver de tekniska tillståndsvillkoren och tar upp några av de möjligheter som uppstår för en tillståndshavare som väljer att koordinera sitt utnyttjande av tillståndet med intilliggande tillståndshavare. Till dokumentet hör även en bilaga med fyra illustrerande exempel.

Tekniska tillståndsvillkor

De tekniska tillståndsvillkoren kan delas upp i två grupper, de som inte får överskridas och de som får överskridas om inblandade tillståndshavare är överens.

Villkor som inte får överskridas

- Frekvensbandet 3,6–3,8 GHz är uppdelat i ett antal tillstånd. För varje tillstånd anges vilken duplexmetod som måste användas, FDD eller TDD. För varje kommun finns fyra tillstånd, FDD1, FDD2, TDD1 och TDD2, se figur 1 nedan.

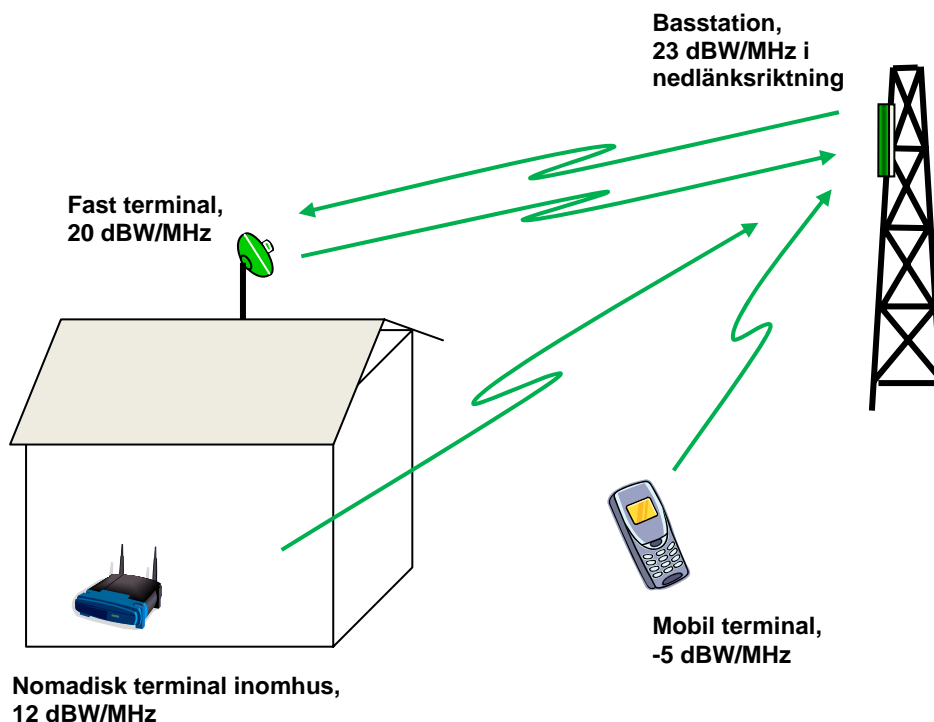


Figur 1: Tillgängliga block i frekvensbandet 3,6–3,8 GHz för varje kommun med tillhörande krav på duplexmetod.

×För varje FDD-tillstånd finns det dessutom definierat vilket frekvensband som ska användas för upp- respektive nedlänksändningar för att undvika interferens/störningar mellan basstationer. Interferens kan uppkomma om en basstation sänder på en frekvens samtidigt som en närliggande basstation tar emot på samma frekvens. Denna typ av interferens uppstår inte i TDD- tillstånden eftersom sändning och mottagning inte sker samtidigt.

- Den maximala uteffekt som är tillåten för sändare inom tillståndet är 13dBW.
- Tillstånden har också krav på maximalt tillåten ekvivalent isotropiskt utstrålad effekt.
 - För basstation och repeater i nedlänksriktning är den 23 dBW/MHz.
 - För fast terminal utomhus och repeater i upplänksriktning är den 20dBW/MHz.
 - För nomadisk terminal avsedda för inomhusbruk är den 12dBW/MHz.
 - För mobil terminal är den -5 dBW/MHz. Mobila terminaler måste dessutom implementera ett minimalt ATPC (Automatic Transmit Power Control) område om 15 dB.

Figur 2 illustrerar dessa krav.



Figur 2: *Ekvivalent isotropiskt utstrålad effekt (EIRP) för basstationer och olika typer av terminaler.*

- Vid och bortom landsgräns gäller en maximal tillåten effekttäthet av -122 dBW/MHz/m^2 . Detta gäller även för tillståndshavare som inte angränsar till en landsgräns. En avvikelse från detta villkor måste koordineras genom PTS.

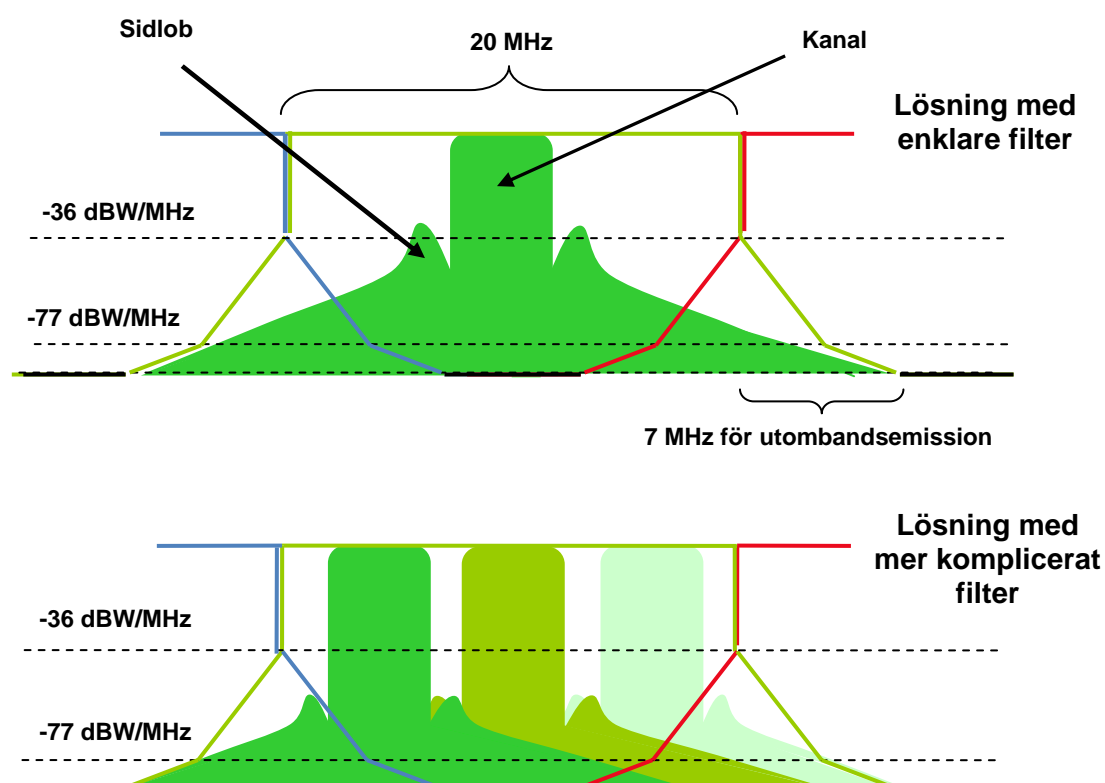
Villkor som får överskridas efter överenskommelse

Villkoren som beskrivs nedan får överskridas om berörda tillståndshavare har en överenskommelse om vilka villkor som får överskridas och med hur mycket de får överskridas. PTS vill uppmuntra till dessa överenskommelser eftersom de ofta leder till ett bättre utnyttjande av tilldelade tillstånd.

- Den maximala utsända effekten utanför det tilldelade frekvensutrymmet från en basstationsändare begränsas av en så kallad spektrummask som

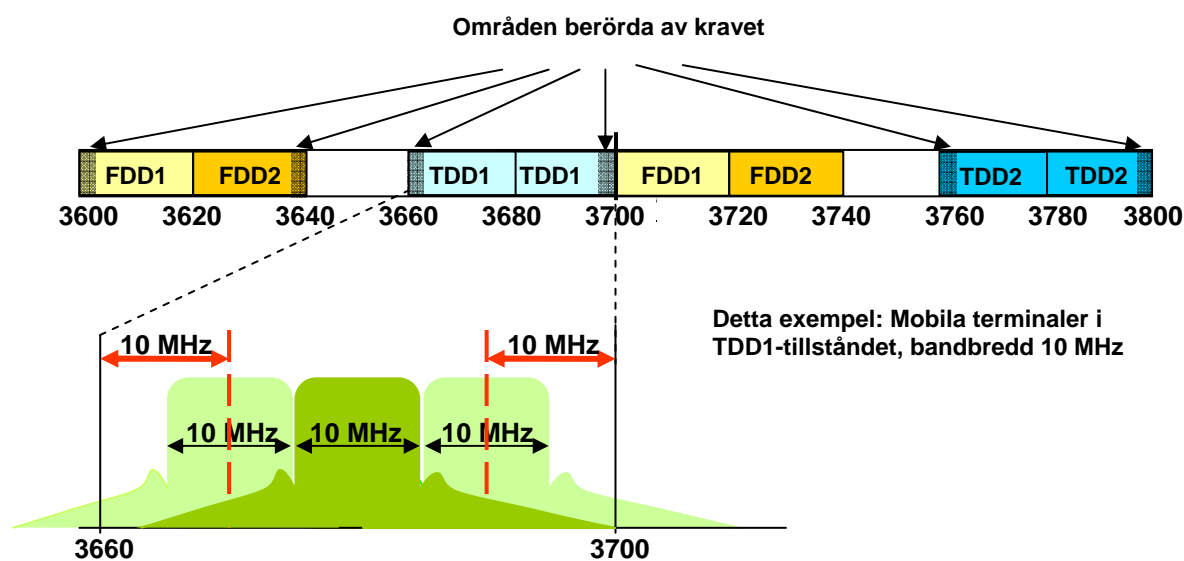
illustreras i figur 3 för tre angränsande tillståndshavare (blå, gröna och röda linjer). Inom ramen för tillståndet, 20 MHz, ger spektrummasken utrymme för att säkerställa överföring av information med en viss hastighet och kvalitet. Spektrummasken definierar och begränsar de effekter som är tillåtna utanför de tilldelade blocken för att begränsa utombandsemission som kan uppstå under moduleringsprocessen, men ändå ge utrymme för ett effektivt utnyttjande av tillståndet.

Figur 3 illustrerar även två olika sätt att utnyttja det tilldelade frekvensblocket inom ramen för villkoret. Notera att masken är relativt restriktiv vilket innebär att standardutrustning kan ha svårt att uppfylla den. På grund av att närliggande tillståndshavare kan "läcka" in i varandras tillstånd kan det vara svårt att utnyttja hela det tilldelade blocket om 20 MHz utan att få för mycket interferens. Exempel 2 i bilagan illustrerar detta problem ytterligare.



Figur 3: *Frekvensblocket för "grön" tillståndshavare kan utnyttjas på olika sätt. I figuren visas två godtagbara lösningar. Med olika typer av filter är det möjligt att påverka nivån på sidloberna, ett mer komplicerat filter gör att fler kanaler får plats men dessa filter är samtidigt ofta dyrare.*

- Centerfrekvensen för den högsta/lägsta kanal som används för sändning från mobila terminaler ska ligga minst en kanalbandbredd från det tilldelade frekvensblockets gräns. Detta berör inte nedlänksfrekvenserna för FDD1 och FDD2 eftersom inga mobila terminaler sänder där. Figur 4 illustrerar villkoret för en bestämd kanalbredd.

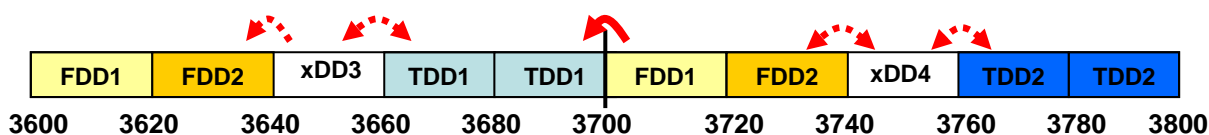


Figur 4: De skuggade områdena i frekvensbandet berörs av centerfrekvenskravet för mobila terminaler.

- Vid kommungränser gäller en maximal tillåten effekttäthet av -112 dBW/MHz/m². Denna begränsning ska skydda mottagare i angränsande geografiska tillståndsområden från störningar. Observera att det i vissa kommuner är förbjudet att överskrida detta villkor på grund av annan känslig radioanvändning i området, även om berörda tillståndshavare skulle kunna enas om en avvikelse från villkoren. Den maximalt tillåtna effekttätheten kan komma att bedömas som överskriden om det uppmätta värdet överskrider gränsvärdet minst 10 procent av tiden på minst två olika platser belägna på 50 till 100 meters avstånd.

Även villkoret som säger att centerfrekvensen måste ligga minst en kanalbandbredd från tillståndets frekvensgräns kan förändras om avtal slutits med närliggande frekvensblocksinnehavare. Noterbart är att det i sådant fall föreligger en ökad risk för störning mellan mobila terminaler.

Det är därför bra om innehavarna av tillstånden FDD1 och TDD1 i samma geografiska område koordinerar sin användning för att undvika interferens mellan basstationer. PTS har även för avsikt att tilldela de två kvarvarande 20 MHz-blocken¹ som inte ingick i första tilldelningen, se figur 6 nedan.



Figur 6: *Frekvensbanden markerade med xDD3 och xDD4 kommer att tilldelas vilket kan skapa samma situation, som nu finns mellan TDD1 och FDD1, för alla tillstånden.*

Beroende på marknadsutveckling och efterfrågan så kan dessa frekvensblock komma att tilldelas med ett tillståndskrav om antingen TDD eller FDD som duplexmetod. Liknande situationer som den som gäller mellan FDD1 och TDD1 kan därmed uppstå för resterande tillstånd beroende på vilka regler som implementeras för de kvarvarande frekvensblocken.

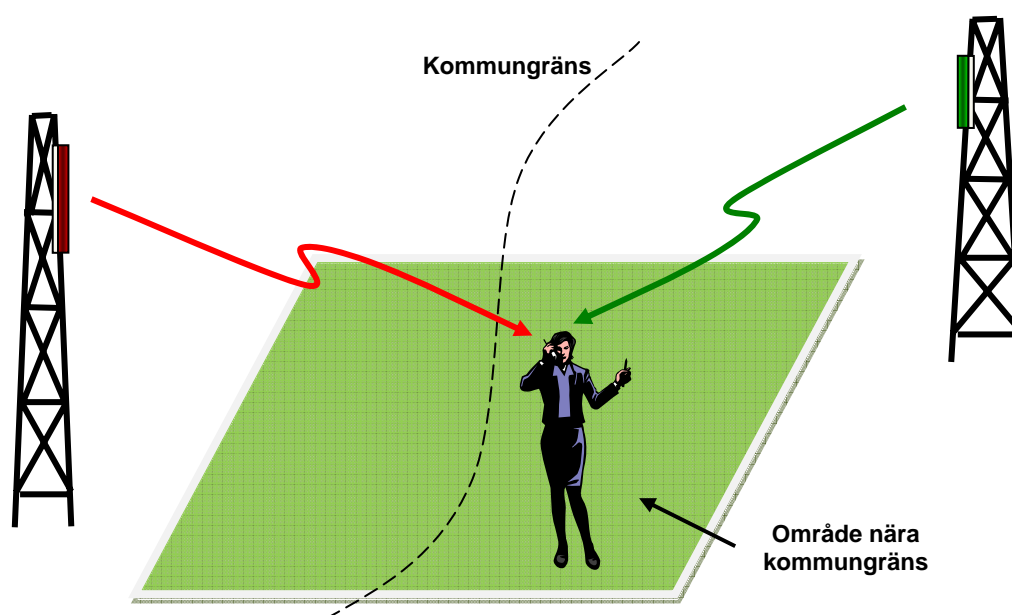
Koordinering mellan geografiska områden inom samma frekvensblock

Nivån -112 dBW/MHz/m² är satt så lågt att det kan vara svårt att erbjuda tjänster ända fram till kommungränsen för mobila terminaler (vilka normalt har låg antennförstärkning) utan att överskrida nivån. PTS ger inga generella direktiv om vad som krävs för att nivån inte ska överskridas. Teoretiska dämpningsmodeller är i de flesta fall inte applicerbara. I några fall kan avancerade beräkningsprogram som använder terrängdata användas för att få en bättre lägesbild. I vissa fall är dock den enda fungerande metoden att

¹ PTS planerar att tilldela resterande tillstånd i 3,7 GHz-bandet genom en auktion den 4 november 2009. Med resterande menas i detta fall både de tillstånd som inte tilldelades i den första 3,7 GHz auktionen och de tillstånd (xDD3 och xDD4) som inte ingick i den första auktionen.

praktiskt mäta effekttätheten. Ett flertal företag specialiserar sig på den här typen av radioplanering så det finns professionell hjälp att tillgå för den som behöver.

Det finns även en risk för att mobila terminaler stör varandras kommunikation med basstationen i området nära kommungränsen, eftersom signalerna som mottas av basstationen från mobilerna på bägge sidor om kommungränsen kan vara i samma storleksordning.



Figur 7: Nyttosignalen från grön basstation är lika stark som interferenssignalen från röd basstation, vilket skapar problem om inte koordinering sker mellan tillståndshavarna.

Av samma anledning kan nyttosignalen från det ena tillståndet vara i samma storleksordning som interferenssignalen från närliggande kommun, se figur 7 ovan. En tillståndshavare vinner därför mycket på att komma överrens om ett delningsupplägg med den tillståndshavare som innehar intilliggande geografiska tillstånd. Exempel på delningsupplägg är frekvensdelning eller geografisk/fältstyrkemässig uppdelning, se bilagan för exempel.

För tillstånd med duplexmetod TDD är det en stor fördel om en överenskommelse sluts mellan tillståndshavare i intilliggande kommuner. För att undvika interferens bör TDD-basstationerna sända samtidigt och ta emot samtidigt. Detta kan bara uppfyllas om tidssynkronisering görs mellan närliggande tillståndshavare. Detta beskrivs mer utförligt i bilagan.

Bilaga

Denna bilaga tillhör dokumentet ”Tillståndsvillkor och möjligheter till koordinering för tillståndshavare i frekvensbandet 3,6–3,8 GHz” och innehåller fyra exempel som illustrerar ett antal tänkbara scenarion i frekvensbandet 3,6–3,8 GHz.

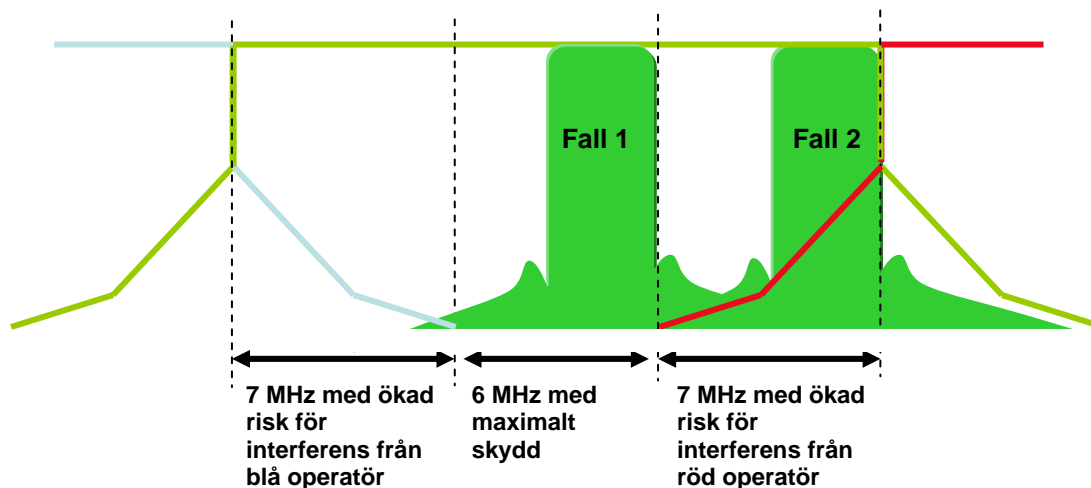
Exempel 1: *Risk för störning mellan intilliggande frekvensblock med givna tillståndsvillkor*

Parametrar som används i detta exempel:

- Två basstationer med 17 dBi effektiv antennförstärkning sätts upp av ”röd” och ”grön” operatör.
- Antennerna är riktade mot varandra med fri sikt mellan basstationerna.
- ”Röd” operatör läcker maximalt in i ”grön” operatörs frekvensutrymme (enligt spektrummasken).
- ”Grön” operatör tolererar max 3dB försämring av mottagarkänsligheten.
- Max interferens som kan tillåtas: -109 dBm/MHz.

Dessa värden beskriver ett specifikt fiktivt scenario, en tillståndshavare bör basera sin riskbedömning på de värden som bäst beskriver den egna situationen.

I detta exempel illustreras två fall. I fall 1 använder ”grön” operatör frekvensutrymme i mitten av sitt tillstånd där tillståndsvillkoren erbjuder maximalt skydd. I fall 2 använder ”grön” operatör frekvensutrymmet som angränsar till röd operatörs frekvensblock och där tillståndsvillkoren erbjuder sämst skydd, se figur B1.



Figur B1: Figuren illustrerar de olika placeringarna som grön operatör gör inom sitt frekvensband för de två fallen i exemplet.

För fall 1 skulle detta resultera i ett nödvändigt separationsavstånd mellan basstationerna av ca 100 m. Om avståndet är mindre än 100 m finns det en risk för att interferensen skall degradera ”grön” operatörs mottagare med mer än 3 dB, vilket var maxnivån.

För fall 2, där ”röd” operatör tillåts interferera mera, resulterar samma beräkning i ett nödvändigt separationsavstånd mellan basstationerna av ca 16 km vid fri sikt. Detta indikerar att det är riskabelt för ”grön” operatör att använda denna del av det tilldelade frekvensområdet om inte en koordinering skett mellan operatörerna som ger ”grön” operatör ett större skydd i detta område. Detta problem uppstår inte på gränsen mellan FDD1- och FDD2-tillstånden eftersom båda tillståndshavarna kommer att använda intilliggande frekvensblock för sändning från basstationen till terminalerna. En liknande situation kan uppnås mellan TDD-tillståndshavare i de fall de har slutit en överenskommelse om att tidssynkronisera utsändningen från basstationerna i de olika näten, se exempel 3 i denna bilaga.

För att sammanfatta: de krav som är uppställda för att begränsa interferens utanför det i tillståndet tilldelade frekvensblocket och ge tillståndshavaren skydd från interferens från intilliggande frekvensblock ger inte fullt skydd i alla situationer. Därför blir en analys av den egna användningen och därefter en koordinering med intilliggande tillståndshavare i många fall nödvändig för att skapa en situation där tillståndet kan nyttjas fullt ut .

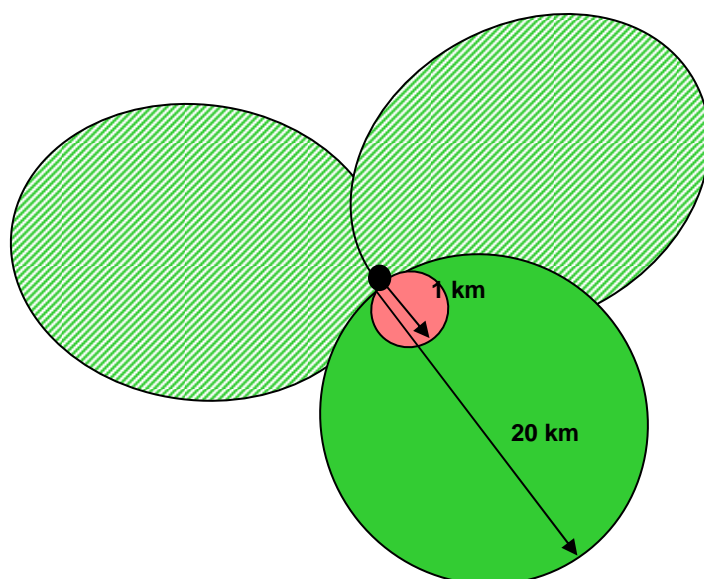
Exempel 2: Anpassningar tillståndshavare i intilliggande frekvensblock kan göra för olika miljöer

För att bättre åskådliggöra vilka avväganden som kan göras för tillståndshavare illustreras två fall nedan där två operatörer opererar på olika geografiska marknader.

Fall 1:

Operatör A arbetar på en glesbygdsmarknad med låg kunddensitet och erbjuder uppkoppling till fasta mottagare. Målet med operatör A:s utbyggnad är därför att uppnå maximal yttäckning med minimalt antal basstationer. Med den valda tekniken fås en cellradie på ca 20 km. Baserat på kunskapen om hur den lokala marknaden ser ut gör operatör A bedömningen att det är osannolikt att någon av de andra tillståndshavarna kommer att bygga ut ett nät med tätt mellan basstationerna i området.

Operatör A specificerar därför minimikraven på basstationsmottagarna på ett sådant sätt att de kan undertrycka störningar från basstationer som sitter längre bort än 1 km, något som skulle kunna innebära lägre inköpspris på utrustning. En schematisk bild av hur denna lösning ser ut återges i figur B2 där en basstation med tre sektorer tillhörande operatör A illustreras. Den röda delen syftar på det område närmast basstationen inom vilket en annan operatörs basstation inom intilliggande frekvensblock skulle kunna orsaka en störning.



Figur B2: *Specifikation för operatör A i glesbygd. De gröna loberna illustrerar operatör A:s cellradie. Rött område illustrerar det minsta avståndet som måste finnas till en annan basstation om risken för störningar ska vara liten.*

Om en annan operatör vid ett senare tillfälle bestämmer sig för att bygga en basstation inom det störningskänsliga området måste operatör A vidta vissa åtgärder. Dessa kan bl.a. vara användning av skarpare mottagarfilter i basstationen, omriktning av antenner eller koordinering med den störande operatören.

Om operatör A har gjort en korrekt bedömning så kommer detta endast att ske i väldigt få fall. Kostnaden för att utföra specifika åtgärder i dessa fall kommer med rätt avvägning då att var lägre än det prispåslag som det skulle ha inneburit att från början köpa basstationer med bättre egenskaper för undertryckning av störande signaler till samtliga platser i nätet.

Fall 2:

Operatör B arbetar på en storstadsmarknad med potentiellt hög kunddensitet och erbjuder mobilt bredband. Målet med operatör B:s utbyggnad är därför att maximera nätets kapacitet. Med den valda tekniken planeras för en cellradie på ca 1 km.

Baserat på kunskapen om hur den lokala marknaden ser ut gör operatör B bedömningen att risken finns att även andra tillståndshavare bygger ut högdensitetsnät i samma område. Operatör B bör därför inte försöka använda den specifikation som operatör A tog fram, vilken baserades på villkoret att risken för störning inom 1 km från basstationen var liten.



Figur B3: Den vänstra bilden föreställer operatör B:s förutsättningar om operatör A:s specifikation används. Den högra föreställer samma scenario fast med de krav på basstationsmottagaren som är nödvändiga för operatör B.

Operatör B specificerar istället minimikraven på basstationsmottagarna på ett sådant sätt att de helt kan undertrycka störningar från basstationer som sitter på ett avstånd större än 100 m, se figur B3. Trots detta finns det en risk för att det i vissa fall uppkommer störningar.

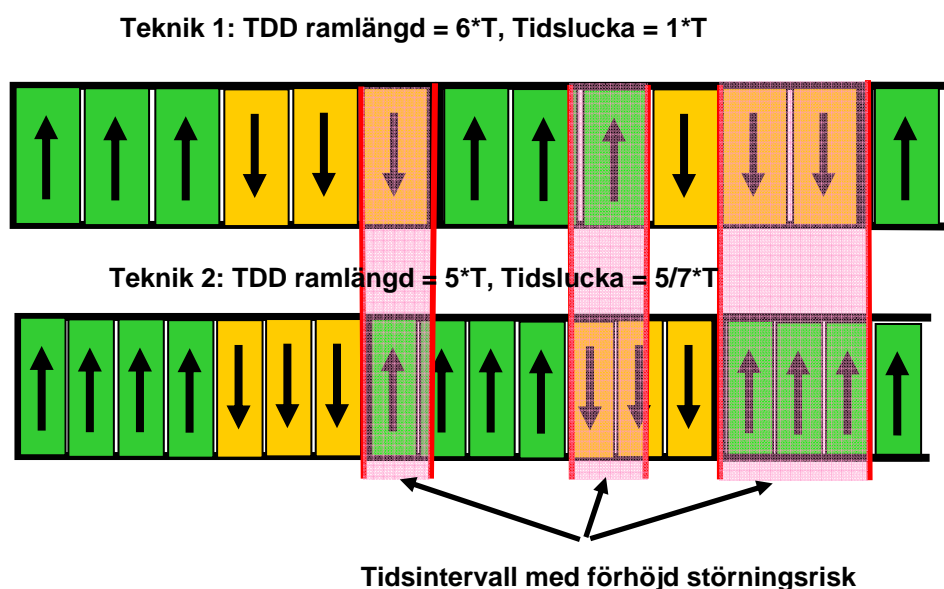
För att helt eliminera risken för att störningar ska uppkomma bör operatören sluta koordineringsavtal med samtliga andra användare i bandet och bygga ut på ett sådant sätt att störningar kan undvikas.

Exempel 3: Koordinering mellan TDD-tillståndshavare

För tillstånd med duplexmetod TDD ger inte tillståndsvillkoren samma skydd mot interferens som för tillstånd med duplexmetod FDD. Den typ av störning som kan uppstå i det fall basstationen i en kommun sänder samtidigt och på samma frekvens som en basstation i en närliggande kommun tar emot på undviks för FDD genom att specificera vilken del av frekvensblocket som måste användas för upp- respektive nedlänk.

För TDD-tillstånd måste basstationerna i de olika kommunerna även sända och ta emot samtidigt (tidssynkront) om det störfall som nämns ovan ska kunna undvikas. För att kunna uppnå full synkronisering krävs ofta att samma teknik används och att ett antal parametrar som definierar systemens tidsdelning är identiskt inställda.

Synkronisering av nät i intilliggande geografiska områden kommer endast som ett resultat av överenskommelser mellan de inblandade tillståndshavarna. I de fall tillståndshavarna i intilliggande geografiska område använder teknik som inte baseras på samma tidsparametrar uppstår en ökad risk för interferens enligt det mönster som beskrivs i figur B4 nedan. Båda tillståndshavarna i figuren opererar dock inom ramen för sina tillståndsvillkor och kan inte tvingas till koordinering .



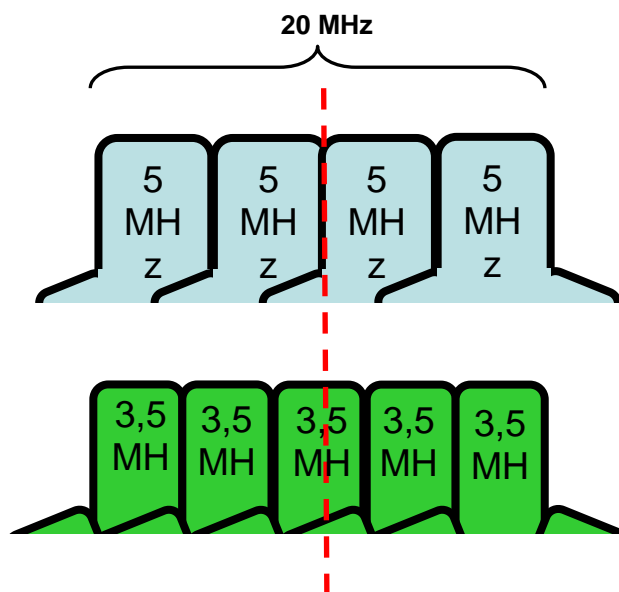
Figur B4: Figuren illustrerar det problem som kan uppstå för TDD-tillståndshavare i närliggande områden som inte väljer teknik med samma tidsparametrar.

Exempel 4: Frekvenskoordinering mellan FDD-tillståndshavare med samma frekvensblock på varsin sida om kommungräns

Tillståndshavare med duplexmetod FDD kan koordinera sig med intilliggande tillståndshavare i angränsande kommuner för att bättre kunna utnyttja hela sitt tillstånd.

Någon form av delningsupplägg vid kommungränsen ger ofta nätet bättre prestanda. Ett tänkbart delningsupplägg är frekvensdelning. Då kan den ena tillståndshavaren överskrida effektätthetsvillkoret vid kommungränsen på vissa frekvenser och den andra tillståndshavaren på resterande frekvenser för att kunna erbjuda bra täckning inom hela det egna området.

Som exempel kan nämnas att det kan vara svårt att komma överrens om en frekvensdelning om den ena tillståndshavaren har tänkt använda ett system med kanalbandbredd 5 MHz och den andra ett system med kanalbandbredd 3,5 MHz. Tillståndshavaren som vill använda en kanalbandbredd på 5 MHz föreslår t.ex. att dela frekvensbandet rakt av och använda den nedre eller övre halvan. Tillståndshavaren med en kanalbredd på 3,5 MHz som kan få in fem kanaler i sitt tillstånd förlorar dock på att dela bandet mitt itu eftersom han inte kan använda sin del av bandet på ett effektivt sätt, se figur B5.

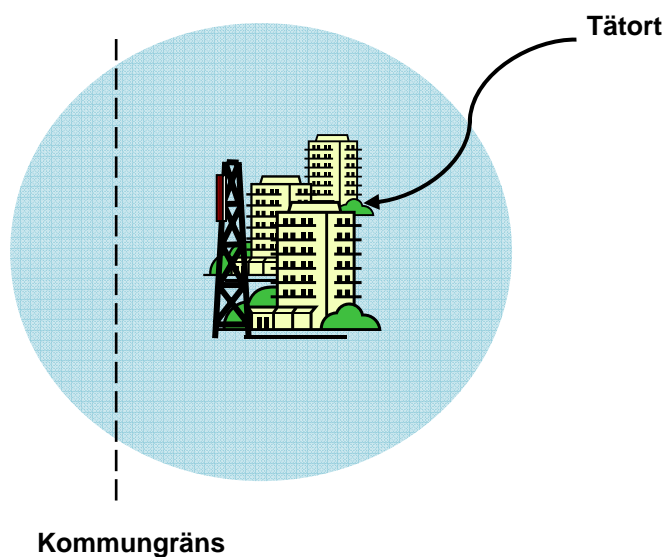


Figur B5: En frekvensdelning enligt den röda linjen gynnar tillståndshavaren med kanalbandbredd 5 MHz som inte måste offra någon kanal.

Exempel 5: Geografisk/fältstyrkemässig uppdelning mellan tillståndshavare med samma frekvensblock på varsin sida om kommungräns

I vissa fall där en tätort ligger nära en kommungräns kan det vara nödvändigt att få överskrida effekttäthetskravet vid kommungränsen för att kunna erbjuda bra täckning i hela tätorten.

De berörda tillståndshavarna kan då komma överrens om att låta en tillståndshavare få rätten att sända över kommungränsen på det sätt som figur B6 visar. I det område som påverkas på andra sidan kommungränsen måste andra tillståndshavare sänka sin effekt. Resultatet blir likadant som om kommungränsen skulle följa den blå rundningen.



Figur B6 Den blå cirkeln illustrerar det område som tillståndshavare i den högra kommunen vill sända på för att kunna ge bra täckning i tätorten. Den del av cirkeln som berör den vänstra kommunen påverkar tillstånden där och en överenskommelse måste slutas innan sändning kan tillåtas.

Viktigt att notera är att tillståndshavare i den vänstra kommunen i detta fall får sänkt värde på sina tillstånd vilket de kan försöka kompensera genom att ta betalt för den överskridelse som tillståndshavaren i den högra kommunen tillåts göra.