
Analys av överstyrning av DVB-T mottagare med anledning av tilldelning av frekvenser i 800 MHz-bandet

Utförd av HiQ Stockholm AB

Juni 2009

Sammanfattning

I samband med att PTS ska licensiera frekvenserna 790-862 MHz, som tidigare använts för TV-sändningar, finns det en risk att TV-mottagare drabbas av överstyrning och inte kan avkoda TV-signalerna. Överstyrning uppstår då den oönskade signalen (frekvensen) överstiger en viss nivå (O_{th}) vid mottagarens RF-ingång. Denna studie är genomförd med syftet att kvantifiera problemen och analysera de olika åtgärderna som kan vidtas för att minska eller eliminera problemen.

I studien har det först beräknats var problemen kan uppstå i anslutning till basstationerna och därefter har det beräknats hur många personer som potentiellt blir drabbade. Slutligen beskrivs och analyseras möjliga åtgärder för att hantera problemen.

Beräkningar i studien är gjorda för ett respektive tre parallella nät och med ett antal avgränsningar och antaganden för bl.a. vilka sändareffekter som kommer att användas. Beräkningarna ger därför endast en indikation om problemens omfattning.

Beräkningarna ger följande resultat (med x-polariserade antenner):

EIRP (stad/förort/landsbygd)	59/64/64	59/67/67	64/64/64	64/67/67
Ett nät				
Antal potentiellt drabbade personer	1245	1245	4229	4229
Tre parallella nät				
Antal potentiellt drabbade personer	3273	3273	11113	11113

De åtgärder som kan minska/eliminera problemen kan vidtas antingen på sändarsidan eller på mottagarsidan. Fördelen med att åtgärda problemen på sändarsidan är att slutanvändarna inte märker av några problem. Nackdelen är att generella restriktioner gör att näten inte kan byggas så effektivt som möjligt. De åtgärder som kan användas för att åtgärda problemen beskrivs nedan.

- *Vertikalt polariserade antenner* minskar det drabbade området med upp till 96% (eftersom TV-sändningarna är horisontellt polariserade). Nackdelen med vertikalt polariserade antenner är att det krävs fler antennplatser vid basstationen då det för mottagningen krävs rumsdiversitet. Detta ger en hel del problem för tillståndshavarna, speciellt i städer där det är svårt att hitta platser för antenner. Kostnaden då fler antenner behövs blir också betydligt högre.
 - Genom att *begränsa sändareffekten* hos sändarna kan tillståndshavarna minska problemen med överstyrning. Begränsning av sändareffekten till 59 dBm EIRP indikerar att 1245-3300 personer drabbas av problem med överstyrning. Begränsning av sändareffekten gör att tillståndshavarna behöver planera näten tätare vilket ökar kostnaden för nätutbyggnaden.
 - Antennhöjder över 50 meter ger inte upphov till någon överstyrning förutsatt att antennerna inte tiltas mer än fem grader. *Begränsning av antennhöjder och tiltvinklar* är emellertid en åtgärd som inte är brett användbar då det i städer är svårt att hitta antennplatser över 50 meter.
-

-
- *Justering av mottagarantenn* fungerar som åtgärd där det finns möjlighet att ta emot TV-signalen från alternativa TV-sändare. Där signalen från basstationen ligger på gränsen till den nivå där överstyrning inte uppstår kan det räcka med att mottagarantennen på taket vrids ett antal grader för att minska signalen vid mottagaren. Verkan av denna åtgärd från fall till fall är dock svår att veta då förhållandena hur mottagarantennen är riktad skiljer sig.
 - *På sikt kommer sannolikt nya DVB-T mottagare* att anpassas för de förändrade frekvenserna som används för TV-sändningar. Då det i flera länder kommer vara samma situation som i Sverige finns ett större underlag för att tillverkare av mottagare ska anpassa mottagare för dessa länder. Byte av mottagare är en relativt dyr åtgärd som kommer att vara svår att förklara nödvändigheten av för slutanvändarna.
 - *Filtrering av oönskade frekvenser* vid mottagaren är en åtgärd som har fördelen att den kan göras lokalt, d.v.s. inga generella restriktioner för tillståndshavarna behövs. Problemet med åtgärden är att det idag inte finns några passiva filter för dessa frekvenser och att passiva filter med tillräcklig branthet att hantera frekvensseparation på endast 1 MHz förefaller bli väldigt dyra. I områden där kanal 60, i dagsläget, inte används finns det dock möjlighet att ha upp till 9 MHz frekvensseparation i filtret. Passiva filter med denna branthet finns idag för andra frekvenser varför det också bör vara möjligt att få fram filter till rimlig kostnad (ca. 250 kr per filter) för andra frekvenser. En lösning med filter kan hanteras antingen genom att slutanvändaren själv köper nödvändiga filter eller genom att en central distributionslösning sätts upp som hanterar de problemfall som uppstår. Kostnaden för en central lösning uppskattas bli ca. 4 MSEK (ej kostnad för information inräknat) vilket i förhållande till kostnaden av en förtätning av basstationsnäten som åtgärdande på sändarsidan medför är relativt låg.
 - *Dämpning av insignal till mottagare* innebär att samtliga frekvenser dämpas till en nivå där signalen från basstationen ligger under O_{th} samtidigt som signalen från TV-sändaren fortfarande ligger över den nivå där mottagaren kan avkoda signalen tillfredsställande. Detta gör att dämpning endast fungerar då TV-signalen är stark vid mottagaren. För detta används lämpligen en dämpsats.

De åtgärder som rekommenderas skiljer sig åt mellan områden där kanal 60 används och områden där kanal 21-59 används. I områden med kanal 60, där passiva filter inte fungerar, är det förmodligen nödvändigt med restriktioner för tillståndshavarna. I dessa områden kommer det även att behövas restriktioner för att hantera problem med interferens. Det finns även andra åtgärder som kan användas i områden med kanal 60 men de har begränsningar i när de fungerar.

I övriga områden är användandet av filter den lösning som förefaller vara bäst ur ett kostnads- och effektivitetsperspektiv. Åtgärden ger vissa problem för slutanvändaren då den är reaktiv men då kostnaden för åtgärden är så pass låg får den ändå ses som bra. Vilken modell som används för distribution av filter (självförsörjning eller central hantering) beror på faktorer som PTS måste väga mot varandra.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	SYFTE	1
1.3	AVGRÄNSNINGAR	1
1.4	DEFINITIONER	2
2	METODIK	2
2.1	PROBLEMBESKRIVNING	2
2.2	UPPDRAGETS GENOMFÖRANDE	2
2.3	FÖRUTSÄTTNINGAR/ANTAGANDEN	3
3	BERÄKNINGAR	6
3.1	AVSTÅNDS- OCH YTBERÄKNINGAR	6
3.2	BERÄKNING AV ANTALET DRABBADE PERSONER	9
3.2.1	Känslighetsanalys	10
4	ÅTGÄRDER FÖR ATT AVHJÄLPA PROBLEM	11
4.1	ÅTGÄRDER PÅ SÄNDARSIDAN	11
4.1.1	Vertikalt polariserade sändarantenn	11
4.1.2	Begränsning av sändareffekter	11
4.1.3	Begränsning av antennhöjder och tiltning av antenner	11
4.2	ÅTGÄRDER PÅ MOTTAGARSIDAN	11
4.2.1	Justering av mottagarantenn	12
4.2.2	Nya DVB-T mottagare	12
4.2.3	Filtrering/dämpning av frekvenser	12
4.3	ANALYS AV ÅTGÄRDER	12
4.3.1	Vertikalt polariserade sändarantenn	12
4.3.2	Begränsning av sändareffekten	13
4.3.3	Begränsning av antennhöjd och tiltning av antenner	13
4.3.4	Justering av mottagarantenn	13
4.3.5	Nya DVB-T mottagare	14
4.3.6	Filtrering/dämpning av frekvenser	14
4.3.7	Summering	17
5	REKOMMENDATIONER	18
5.1	HANTERING AV OMRÅDE MED KANAL 60	18
5.2	HANTERING AV OMRÅDEN MED KANAL 21-59	19
6	REFERENSER	20

BILAGOR

Bilaga 1 – Antenndiagram stad

Bilaga 2 – Antenndiagram förort/landsbyggd

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Vid övergången till marksänd digital-TV har det frigjorts frekvensutrymme i frekvensbandet som tidigare användes för marksänd TV. I december 2007 beslutade regeringen att frekvenserna 790-862 MHz (tidigare UHF kanal 61-69) ska användas för andra tjänster än Digital TV-sändning i linje med ITU-R WRC 2007.

Studier har visat att användandet av 800 MHz-bandet för andra ändamål än marksänd TV i vissa fall kan ge upphov till problem med överstyrning hos TV-mottagare. Problemen uppstår eftersom dagens TV-mottagare är gjorda för att ta emot hela frekvensbandet 470- 862 MHz och höga signalstyrkor i detta band kan "slå ut" TV-mottagaren. I praktiken innebär detta att mottagaren vid överstyrning inte kommer att kunna avkoda den önskade signalen.

Problematiken har bl.a. berörts i en tidigare studie [1] utförd av Progira åt PTS. Progiras studie har dock fokuserat på problem som uppstår p.g.a. interferens och överstyrningsproblem har endast beräknats övergripande.

1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka omfattning av störningar till följd av överstyrning. Studien ska ge en indikation hur många personer som potentiellt blir drabbade, under vilka betingelser störningarna uppstår och hur problemen kan avhjälpas.

1.3 Avgränsningar

De avgränsningar som gjorts i studien är:

- Beräkningar har gjorts med indelning i tre typområden – stad, förort och landsbygd.
- Beräkningarna är gjorda för störningar då skillnader mellan önskad och oönskad frekvens är $\geq 11,5$ MHz.
- Störningar i kanal 60 från frekvensområdet närmast kanal 60 hanteras separat utanför denna studie eftersom interferens från närliggande frekvens på kanal 60 är ett större problem än överstyrning.
- Beräkningarna utgår från att nya nät i frekvensbandet planeras som befintliga GSM-nät i 900-bandet (beräkningar har gjorts för ett respektive tre parallella nät). Då GSM 900-bandet och 800-bandet ligger nära varandra frekvensmässigt är vågutbredningen för frekvenserna snarlik varför det antas att motsvarande täckning kräver motsvarande antal basstationer. Beräkningarna av drabbade ytor är inte beroende av jämförelsen med GSM 900-bandet i studien utan dessa beräkningar är även tillämplig för andra tekniker än GSM.
- Inomhusmottagare har inte tagits med i beräkningarna.
- Störningar från terminaler i frekvensbandet har inte studerats i rapporten.
- Fritidshus är inte medtagna i beräkningarna.
- Ingen hänsyn till TV-sändarantennernas verkliga placering har tagits.

- Beräkningar har gjorts med två typer av sändarantenn (en för stad och en för förort och landsbygd).

1.4 Definitioner

Följande definitioner är gjorda i studien:

Tillståndshavare: Den som erhåller tillstånd i frekvensbandet 790-862 MHz

TV-operatör: Tillhandahållare av TV-tjänster (t.ex. Boxer och Teracom)

Slutanvändare: Person som tar emot TV med antenn

Sändarantenn: Sändarantenn vid basstation

Mottagarantenn: Mottagarantenn hos slutanvändare (vanligtvis takantenn)

2 Metodik

2.1 Problembeskrivning

Problem med överstyrning uppstår då signalen på DVB-T mottagarens RF-ingång överstiger ett visst tröskelvärde för överstyrning (Overload threshold, O_{th}). Störningar hos mottagare har studerats i ett antal CEPT-studier och resultat av mätningar som genomförts på tio olika mottagare presenteras i CEPT ECC TG4(08) 223 Rev3 [2]. Resultatet visar O_{th} för skillnader i frekvens mellan önskad och oönskad frekvens från basstation (se tabell nedan). Enligt dessa mätningar ligger O_{th} mellan -1 och -6 dBm då skillnaden mellan frekvenserna är större än eller lika med 11,5 MHz (vilket är det som beräkningarna i rapporten utgår ifrån, se avgränsningar).

$f_i - f_w$ (MHz)	0	6,5	11,5	16,5	21,5	26,5	31,5	36,5	41,5	46,5	51,5	56,5	72
O_{th} (dBm)	-	-9	-4	-2	-4	-5	-6	-6	-5	-4	-4	-3	-1

Tabell 1: O_{th} vid skillnader i oönskad och önskad frekvens som det uppmätts i [1]

Då ett nytt nät byggs i frekvensbandet 790-862 MHz kommer nivåerna för överstyrning att nås i ett område nära basstationen innan signalen dämpats tillräckligt p.g.a. utbredningsförluster. Detta område beror, förutom på utbredningsförluster, på, en mängd faktorer som t.ex. antenntyper, höjd på basstationens sändarantenn, höjd och riktning för DVB-T mottagarantenn, tiltning av antenner, och naturligtvis sändareffekten.

2.2 Uppdragets genomförande

Uppdraget har genomförts i två faser. Första fasen har fokuserat på att kvantifiera problemen med överstyrning och andra fasen har fokuserat på hur problemen kan avhjälpas.

För att göra en uppskattning av omfattning av problemen har ett antal antaganden gjorts. Antaganden har gjorts dels för de tekniska förutsättningarna för sändare och mottagare och dels för befolkningsförhållanden vid beräkning av antal drabbade personer.

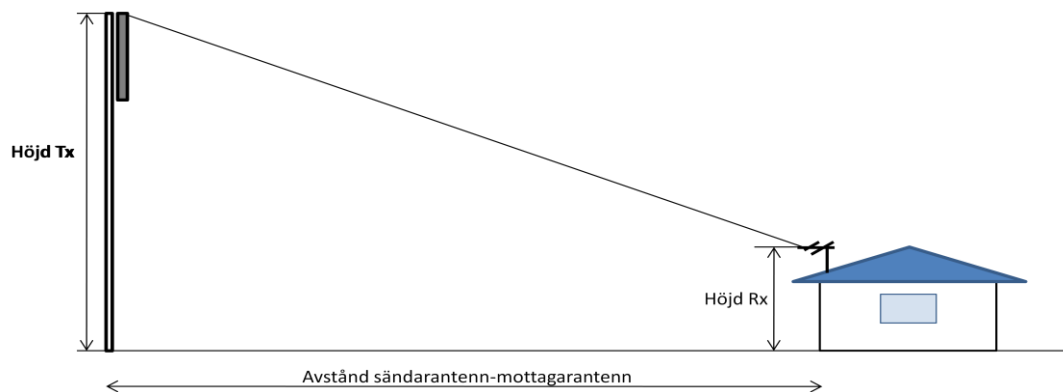
Studien har genomförts enligt följande arbetssteg:

- Beräkning av den area runt en basstation där problem med överstyrning kan uppstå för de olika typområdena (d.v.s. 6 olika areor beroende på EIRP och vilket typområde).
- Uppskattning av hur många i lägenhet respektive hus som tar emot TV med antenn.
- Sammankoppling av sändarplats (enligt befintliga GSM-nät) med befolkningsruta.
- Beräkning av hur många runt respektive sändarplats som potentiellt kan drabbas.
- Beräkning av berörd folkmängd inom det område där problem kan uppstå.
- Kartläggning av tänkbara åtgärder för att avhjälpa problemen.
- Bedömning av åtgärder.

För bedömning av analys av åtgärder ur ett samhällsekonomiskt perspektiv har Erik Bohlin, Professor vid avdelningen för teknik och samhälle vid Chalmers Tekniska högskola, granskat och kommenterat resultatet.

2.3 Förutsättningar/antaganden

- Beräkningar är gjorda med antagandet att FDD och "reversed duplex" kommer att användas samt frekvensseparation på 1 MHz kommer att finnas tillgängligt.
- Typfallen utgår från att sändarantenn sitter i en mast eller på ett hustak och att mottagarantenn sitter på ett hustak. Avstånd som avses i beräkningarna är avståndet sändarantenn till mottagarantenn, se figur 1.



Figur 1: Schematisk bild av hur beräkningsförhållandena ser ut.

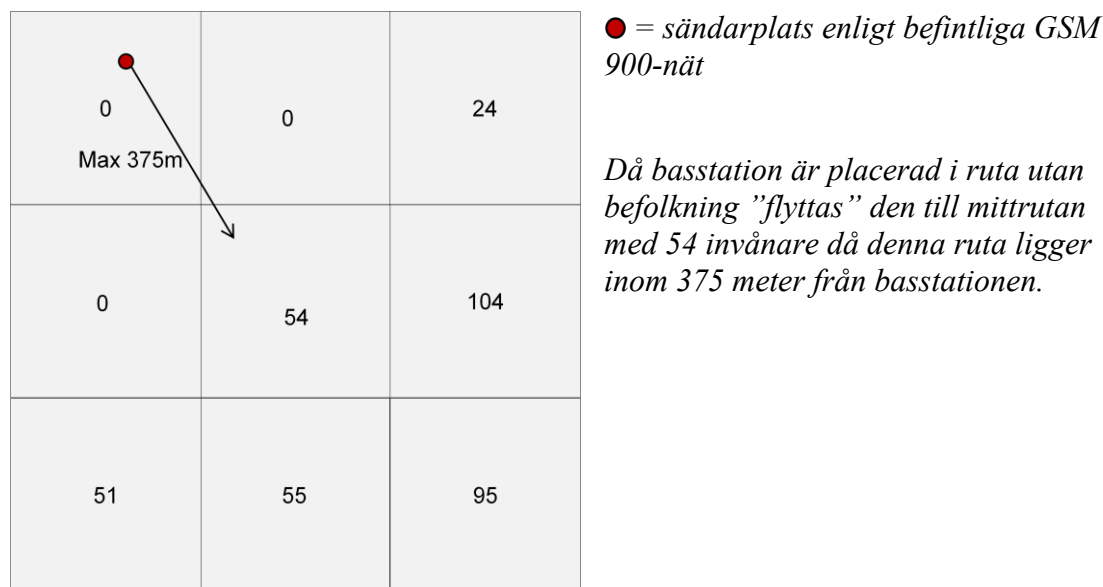
- För de olika typområdena har följande antaganden gjorts vid beräkning av befolkning som drabbas:

	Stad	Förort	Landsbygd
Sändare			
Höjd Tx	20 m	30 m	60 m
Höjd Rx	20 m	10 m	10 m
Tilt	6° (elektrisk tilt)	0°	0°
EIRP	59 dBm 64 dBm	64 dBm 67 dBm	64 dBm 67 dBm
Antenn gain	15 dBi	17 dBi	17 dBi
Mottagare			
Antenn gain	14,05 dBi	14,05 dBi	14,05 dBi
Feeder loss	4,9 dB	4,9 dB	4,9 dB
O _{th}	-6 dBm	-6 dBm	-6 dBm

Tabell 2: Antaganden för befolkningsberäkningar

- Yt- och avståndsberäkningar har också, för jämförelse också, gjorts med andra värden på EIRP, höjder och tilt, se tabell 3-5.
- Respektive typmiljö har tillämpats utifrån antennhöjd för basstationer i dagens GSM 900-nät. Detta innebär att om en antenn i en basstation sitter på en höjd av 20 meter i dagens GSM 900-nät har beräkningarna för stad (H_x=20meter) tillämpats i området runt basstationen. Följande fördelning har gjorts:
 - Stad = antennhöjd < 25 meter
 - Förort= antennhöjd 25-49 meter
 - Landsbygd = antennhöjd ≥ 50 meter
- Beräkningarna har gjorts för 790 MHz.
- Följande sändarantennerna har använts (se antenndiagram i bilaga 1-2):
 - Stad: Katherein 80010207
 - Förort/landsbygd: Katherein 80010203
- Jämförelseberäkningar utgår från att x-polariserade antenner används vid planering av nya nät (3 dB dämpning p.g.a. detta har använts).
- Samma antaganden som i Progiras rapport [1] har använts på mottagarantennsidan.
- Modifierad Hata vågutbredningsmodell enligt ITU-R SM.2028.1 [3] har använts vid beräkningar av utbredningsförlust.
- För att beräkna antal personer som blir drabbade har befolkningsstatistik från SCB använts. SCB:s befolkningsstatistik redovisas i ett rutnät bestående av cirka 400 000 rutor om 250*250m och omsluter 9 182 927 invånare. Inom varje ruta är det okänt var befolkningen finns.
- Beräkningar har gjorts för ett respektive tre parallella nät med motsvarande utbyggnad som dagens GSM-nät i 900-bandet.

- Basstationernas placering i befintliga GSM 900-nät har matchats mot SCB:s rutnät för att hitta befolkningsrutor där basstationer finns. Basstationen antas vara placerad mitt i befolkningsrutan.
- Då en basstation kan påverka en ruta med befolkning utan att själv vara placerad i en ruta med befolkning, har basstationer som inte finns i ruta med befolkning flyttats till en befolkningsruta om avståndet till en ruta är mindre än 375 meter, se Figur 2. Detta avstånd motsvarar ungefär det längsta avstånd från en sändare där problem, enligt beräkningar, uppstår. Antagandet bidrar dock till att överskatta problemen något. En minskning av avståndet till 250 meter minskar antalet drabbade personer med cirka 11%.



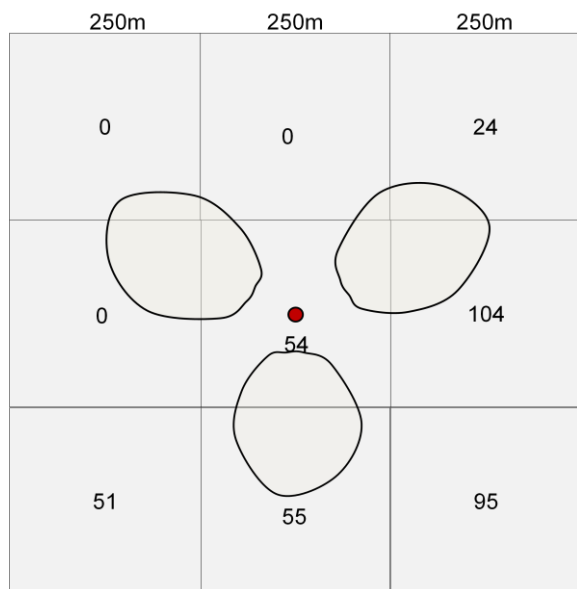
Figur 2: Flytt av basstation då den inte är placerad i befolkningsruta

- Fördelning av mottagningssätt av TV-sändningar har beräknats utifrån MMS-basundersökning¹ 2009. Enligt denna mätning tar 11,5% av boende i lägenhet emot TV med antenn och motsvarande siffra för boende i villa/radhus/jordbruksfastighet är 57,0 %. De som svarat "vet ej" i undersökningen har antagits fördelas på motsvarande sätt som övriga (d.v.s. ungefär 11,5 % av boende i lägenhet som svarat "vet ej" antas ta emot TV med antenn).
- Befolkningsrutor med "hög eller sluten bebyggelse"² antas bestå av lägenheter.
- Då det är okänt var i respektive ruta befolkningen finns och då problemområdet runt en sändare kan sträcka sig över flera rutor har ett kluster av 9 rutor använts vid beräkning av antalet potentiellt drabbade. Befolkningen i dessa 9 rutor har

¹ MMS, Mediamätning i Skandinavien

² Begreppen hög eller sluten bebyggelse hänvisas till definitioner som återfinns i Lantmäteriets GSD-Terrängkarta i vektorform, d.v.s. *Hög bebyggelse*: Identitetspunkt för friliggande hög bebyggelse med flerfamiljshus som har tre våningar eller fler. Lägre byggnader kan förekomma. All tillhörande mark såsom vägar, parkeringsplatser och kontorsbyggnader ingår. – Minsta totala bebyggelseyta är cirka sex hektar. *Sluten bebyggelse*: Identitetspunkt för sluten sammanhängande kvartersbyggnad med flera våningar. Lägre byggnader kan ingå. Bebyggelsen kan på enstaka ställen vara öppen för att medge transporter till och från kvarterets inre. Tre sidor av kvarteret bör i det närmaste vara slutna. All tillhörande mark såsom vägar, parkeringsplatser och kontorsbyggnader ingår. – Minsta totala bebyggelseyta är cirka sex hektar.

summerats och det antal som ligger i farozonen att drabbas har beräknats genom att den procentuellt påverkade ytan multipliceras med antalet invånare i de 9 rutorna (därefter har också hänsyn tagits till om det är sannolikt att befolkningen tar emot TV-sändningar med antenn).



Exempelberäkning:

Total yta: 562 500 kvm

Total befolkning i rutorna: 383

*Total problemyta: 11 949kvm =>
2,12% av total yta (för de 9 rutorna)*

*383*2,2% = 8,4 personer som
potentiellt ligger i riskzonen*

Figur 3: Beräkning av potentiellt drabbade personer

3 Beräkningar

3.1 Avstånds- och ytberäkningar

För att beräkna den yta och det avstånd från sändarantennerna som kan drabbas av problem har signalstyrkan beräknats var femte meter från basstationen och var femte grad runt basstationen (0-355°). Signalstyrkan för varje värde på vinkel och avstånd har beräknats med formeln:

$$P(\text{dBm}) = \text{BS EIRP} - \text{PL} - A(\Theta(d)) - \min(\text{DISCRx} + \text{POL}, 16) \quad (1)$$

PL = Path Loss = Utbredningsförlust = Enligt ITU-R SM.2028.1 [3]

A(Θ(d)) = Sändarantenns spridning enligt antenndiagram (vertikalt och horisontellt)

DISCRx = Mottagarantennens diskriminering enligt Rec. ITU-R BT.419-3-3 [4]

POL = Dämpning p.g.a. polarisering i sändarantenn (DISCRx+POL=<16)

Bidrag från 3 sektorer har adderats (i linjära planet) för varje värde då det antagits att 3-sektors-siter används.

Detta ger det område där signalstyrkan vid mottagningsantennen överstiger nivån som behövs för att överstyrning ska uppstå. Nivån vid mottagarantennen för att överstyrning ska uppstå blir:

$$\text{Signalstyrka vid mottagarantenn för överstyrning} = O_{\text{th}} - \text{Antenn gain Rx} + \text{Feeder loss RX} \quad (2)$$

Beräkningarna har gjorts både med och utan x-polariserade antenner (+/-45°).

Nedan redovisas de avstånd³ och områden⁴ runt basstationerna där störningar p.g.a. överstyrning kan förväntas uppstå under olika förutsättningar⁵. De värden som använts vid beräkningar av drabbad befolkning är markerade nedan med fet text.

Stad

Höjd sändarantenn: 20m

Höjd mottagarantenn: 20m

	EIRP	Ej hänsyn till polarisering vid sändarantenn		X-polariserade antenner (+/-45°)	
		Avstånd	Max area	Avstånd	Max area
6° tilt	54 dBm	0-70 m	8440 m ²	0-40 m	3662 m ²
	57 dBm	0-100m	17 524 m ²	0-70 m	8440 m ²
	59 dBm	0-125 m	28 641 m ²	0-90 m	13 813 m ²
	64 dBm	0-225 m	93 050 m ²	0-160 m	46 309 m ²
0° tilt	54 dBm	0-85 m	12 419 m ²	0-60 m	5835 m ²
	57 dBm	0-120 m	25 784 m ²	0-85 m	12 419 m ²
	59 dBm	0-150 m	41 102 m ²	0-105 m	20 577 m ²
	64 dBm	0-270 m	128 353 m ²	0-190 m	65 771 m ²

Tabell 3: Område där överstyrning uppstår för typområde stad

Förort

Höjd sändarantenn: 30m

Höjd mottagarantenn: 10m

	EIRP	Ej hänsyn till polarisering vid sändarantenn		X-polariserade antenner (+/-45°)	
		Avstånd	Max area	Avstånd	Max area
0° tilt	64 dBm	0	0	0	0
	67 dBm	130-345 m	93 731 m²	0	0
2° tilt	64 dBm	115-260 m	45 743 m ²	0	0
	67 dBm	100-380 m	145790 m ²	115-260 m	45 743 m ²
4° tilt	64 dBm	90-270 m	86 989 m ²	105-185 m	14 540 m ²
	67 dBm	80-380 m	177 101 m ²	90-270 m	86 989 m ²
6° tilt	64 dBm	70-260 m	97 219 m ²	80-190 m	35 042 m ²
	67 dBm	70-340 m	185 972 m ²	70-260 m	97 219 m ²
	59 dBm	0	0	0	0

Tabell 4: Område där överstyrning uppstår för typområde förort

³ Avståndet anger hur långt från sändarantennen som störningarna börjar och slutar då mottagarantennen är riktad rakt mot sändarantennen.

⁴ Max area anger den area runt en 3-sektors basstation där störning kan uppstå då mottagarantennen är riktad rakt mot sändarantennen.

⁵ Andra tiltvinklar än de som anges i antaganden i tabell 2 har beräknats med fysisk tiltning av de valda antennerna.

Landsbygd

Höjd sändarantenn: 60m

Höjd mottagarantenn: 10m

	EIRP	Ej hänsyn till polarisering vid sändarantenn		X-polariserade antenner (+/-45°)	
		Avstånd	Max area	Avstånd	Max area
0° tilt	64 dBm	0	0	0	0
	67 dBm	0	0	0	0
5° tilt	64 dBm	0	0	0	0
	67 dBm	270-330	5 413 m ²	0	0
10° tilt	64 dBm	180-260 m	20 008 m ²	0	0
	67 dBm	155-355 m	130 252 m ²	180-260 m	20 008 m ²

Tabell 5: Område där överstyrning uppstår för typområde landsbygd

Som framgår av tabellerna blir störningarna vid användandet av x-polariserade antenner avsevärt mindre. Det är också denna typ av antenner som mest troligt kommer att användas vid etablering av näten.

Andra antaganden för antennhöjder och sändareffekt ger naturligtvis andra avstånd och areor.

3.2 Beräkning av antalet drabbade personer

Antalet personer som kan förväntas drabbas beror på många faktorer som t.ex. basstationernas placering, om invånarna tar emot TV med antenn och mottagarantennernas riktning i förhållande till basstationens sändarantenn. Då många av faktorerna inte är kända blir beräkningarna endast indikativa och ger en uppskattning av hur stora problemen med överstyrning kan förväntas bli. De antaganden som är gjorda ovan i 2.3 ger följande resultat:

Antal drabbade med ett nät (med 5000 basstationer):

EIRP (stad/förort/landsbygd)	59/64/64	59/67/67	64/64/67	64/67/67
Antal potentiellt drabbade personer:	2393	4040	7912	9559
Hänsyn till x-pol. (+/-45°).				
Antal potentiellt drabbade personer:	1245	1245	4229	4229

Tabell 6: Antal drabbade med utbyggnad enligt ett GSM 900-nät

Antal drabbade med tre parallella nät (med totalt 10 000 basstationer):

EIRP (stad/förort/landsbygd)	59/64/64	59/67/67	64/64/67	64/67/67
Antal potentiellt drabbade personer:	6290	8676	20793	23201
Hänsyn till x-pol. (+/-45°).				
Antal potentiellt drabbade personer:	3273	3273	11113	11113

Tabell 7: Antal drabbade med utbyggnad enligt tre parallella GSM 900-nät

Det är troligt att näten, om inget annat åläggs tillståndsinnehavarna, byggs med x-polariserade antenner (+/-45°) vilket indikerar att cirka 1 200- 11 100 personer kommer att drabbas beroende på antalet nät som jämförs med.

Vid beräkningar med ett nät bor cirka 85% av de potentiellt drabbade personerna i lägenheter enligt de antaganden som gjorts i studien. Motsvarande siffra för beräkningarna med tre parallella nät är cirka 70%.

Antalet basstationer i de två fallen kommer från hur dagens GSM 900-nät verkligen ser ut, ett av näten har cirka 5000 basstationer och samtliga nät har totalt cirka 10 000 basstationer.

Hur många basstationer som verkligen kommer att finnas beror bl.a. på hur många som erhåller tillstånd. Då näten kommer att byggas ut under flera år är det troliga att det inom några år efter att tillstånden delats ut kommer att finnas nät som maximalt motsvarar ett av dagens GSM 900-nät d.v.s. max cirka 5000 basstationer. Då näten också antas byggas med högre sändareffekter än dagens GSM 900-nät är det möjligt att antalet basstationer som kommer att behövas är färre än för GSM-nätet.

3.2.1 Känslighetsanalys

För att göra en bedömning av hur olika variabler påverkar resultatet görs en analys av hur antalet drabbade vid planering av ett nät och x-polariserade antenner förändras då ett antal antaganden förändras.

Förändring från antaganden	59/64/64	59/67/67	64/64/67	64/67/67
Enligt beräkningar ovan	1245	1245	4229	4229
Andel TV med antenn: i lägenhet = 20% i hus = 60%	2043	2043	6938	6938
Andel TV med antenn: i lägenhet = 5% i hus = 40%	592	592	2011	2011
3° tilt i stadsmiljö 2° tilt i övriga miljöer	1660	2451	5630	6421
Höjd Rx i typfall stad = 10m	1090	1090	4644	4644

Tabell 8: Känslighetsanalys

Känslighetsanalysen med variablerna ovan ger inga uppseendeväckande förändringar från ursprungsresultatet. Den variabel som skulle kunna ge en stor påverkan är andel som tar emot TV med antenn i lägenhet. Bedömningen är dock att de antaganden som gjorts för detta utifrån MMS-mätningen ger en god uppskattning av hur förhållandena verkligen är. Resultat för andra värden på tiltvinklar och sändareffekter finns också redovisade i tabellerna 3-5.

4 Åtgärder för att avhjälpa problem

Åtgärder för att avhjälpa problemen kan göras antingen på sändarsidan eller på mottagarsidan.

4.1 Åtgärder på sändarsidan

4.1.1 Vertikalt polariserade sändarantenn

Då sändningarna av Digital-TV i de aktuella frekvenserna är horisontellt polariserade bidrar polarisering i annat plan hos sändarantenn till att problemen minskar.

Effekten av polarisering är störst i direktvågen innan reflektioner påverkar och kan vrida polariseringen. Då sändarantenn och DVB-T mottagarantenn ofta kommer att sitta på höjder som gör att direktvågen träffar DVB-T antennen är polarisering ett bra verktyg för att minska risken för överstyrning. I de fall då vågen reflekteras och vrids har den förhoppningsvis också dämpats avsevärt.

Den största vinsten för att motverka överstyrning görs om vertikalt polariserade antenner används.

4.1.2 Begränsning av sändareffekter

I antaganden har sändareffekterna (EIRP) 59, 64 och 67 dBm använts. I dagsläget förefaller 67 dBm vara väldigt högt men då dessa nät ska byggas om några år kan situationen vara annorlunda.

Förändring av sändareffekten har stor påverkan på området och antalet drabbade personer. En generell begränsning till 59 dBm indikerar att maximalt 3300 personer skulle drabbade då tre parallella nät är fullt utbyggda. Mer realistiskt är att det inom några år efter att tillstånden har delats ut finns nät utbyggda motsvarande ett av dagens GSM 900-nät vilket i så fall skulle ge maximalt 1245 drabbade personer.

4.1.3 Begränsning av antennhöjder och tiltning av antenner

En annan variabel som påverkar omfattningen av överstyrning är antennhöjder och antennernas tiltning. Antennhöjder över 50 meter eliminerar i princip problemen så länge tiltning inte överstiger 5°. Då syftet med att placera antennen högt är att öka räckvidden är det dock inte troligt att en antenn som placeras på dessa höjder tillas mer än några fåtal grader. Generellt kan sägas att högre placering av antenn minskar risken för överstyrning.

4.2 Åtgärder på mottagarsidan

Problemet på mottagarsidan är att dagens DVB-T mottagare är specificerade att ta emot frekvenser från 470 upp till 862 MHz. Detta är frekvensutrymme som har varit avsett att användas för DVB-T men där den övre delen (790-862 MHz) nu ska användas för andra tjänster. Hantering av problemen på mottagarsidan innebär i princip att de frekvenser som nu ska användas för andra tjänster filtreras bort eller dämpas så att signalnivån vid mottagaren understiger O_{th} .

4.2.1 Justering av mottagarantenn

Som beskrivs i 3.1 har mottagarantennens riktning stor betydelse för om överstyrning uppstår eller inte. Finns alternativa TV-sändare kan en vridning av mottagarantenn mot en annan sändare eliminera problem med överstyrning

Även om signalstyrkan från sändarantenn ligger på gränsen till nivån som behövs för överstyrnings så kan en liten vridning av antennen lösa problemen.

4.2.2 Nya DVB-T mottagare

På sikt är det högst troligt att mottagare endast avsedda för frekvensbandet 470-790 MHz kommer att finnas på marknaden. Dessa mottagare skulle minimera risken för överstyrning.

4.2.3 Filtrering/dämpning av frekvenser

Det andra alternativet för att hantera problemen är att filtrera RF insignalen till DVB-T mottagaren med ett externt filter. För att göra detta krävs ett fristående lågpasfilter som filtrerar bort (dämpar) frekvenserna över 790 MHz. Den frekvensseparation som kommer att finnas mellan DVB-T och de nya tjänsterna är endast 1 MHz vilket enligt indikationer vid diskussioner med tillverkare gör att billiga, passiva filter som är tillräckligt branta är svåra att ta fram. Aktiva filter till högre kostnader är dock ett alternativ men då krävs bl.a. strömförsörjning vilket är ett mindre bra alternativ för slutanvändaren. Många slutanvändare har idag köpt TV-apparat med inbyggd DVB-T mottagare just för att slippa extra utrustning utöver TV. Ett externt filter med strömförsörjning innebär då en försämring och samtidigt högre elförbrukning.

Bortser vi från skydd av kanal 60, som ändå kommer att behöva hanteras separat p.g.a. interferens, blir frekvensseparationen emellertid 9 MHz vilket bör vara tillräckligt för att ta fram ett passivt filter till rimlig kostnad. Ett sådant filter skulle alltså kunna användas för att hantera överstyrning i områden där kanal 60 inte används i dagsläget. Filter med motsvarande branthet i andra frekvenser kostar idag under 250 kronor styckvis vilket ger en indikation vad det skulle kunna kosta.

En uppskattning av hur många drabbade som finns i områden där kanal 60 används i dagsläget ger, i värsta fallet med 64 dBm EIRP i stad och 67 dBm i förort och landsbygd, att mindre än 150 personer blir drabbade p.g.a. överstyrning från frekvenser där oönskad frekvens är minst 11,5 MHz högre än önskad frekvens.

Under vissa förutsättningar kan det också vara ett alternativ att dämpa hela den mottagna signalen innan mottagaren. I de fall där signalen från TV-sändaren är mycket bra kan detta vara ett sätt att åtgärda problemen. I praktiken innebär det att samtliga frekvenser dämpas men att 790-862 dämpas så att de kommer under O_{th} samtidigt som signal från TV-sändningarna fortfarande är tillräckligt hög efter dämpningen för att kunna avkodas i mottagaren.

4.3 Analys av åtgärder

4.3.1 Vertikalt polariserade sändarantenn

Vertikal polarisering är mycket effektivt för att minska problemen med överstyrning. Fördelen med denna åtgärd är, förutom att den är väldigt effektiv, att den i princip fungerar i samtliga miljöer och för samtliga förhållanden på sändar- och mottagarsidan. Dessutom skulle krav på tillståndshavarna att använda vertikal polarisering innebära att slutanvändarna aldrig upplever några problem p.g.a. överstyrning.

Då dämpningen p.g.a. vertikal polariseringen antas vara 16 dB kommer området där störning kan uppstå minska med cirka 96% jämfört då x-polariserade antenner används. Beräkningarna indikerar att antalet personer som teoretiskt skulle bli drabbade blir cirka 2500 personer vid byggande av tre parallella nät och med ett nät cirka 1000 personer, detta vid EIRP 64 dBm i typfallet stad (under givna förutsättningar). Vid EIRP 59 dBm blir motsvarande siffror 950 respektive 270 personer.

Nackdelarna med att begränsa nätutbyggnaden till användandet av vertikal polarisering är att det innebär att tillståndshavarna kommer att behöva två fysiskt åtskilda mottagarantennerna på basstationssidan, s.k. rumsdiversitet. Förutom den merkostnad det innebär kommer det också att försvåra utbyggnaden av nät, framför allt i städer, då det skulle behövas dubbelt så många antennplatser.

Finns möjligheter att använda rumsdiversitet är vertikal polarisering emellertid ett mycket bra sätt att hantera överstyrningsproblemen redan vid radioplaneringen.

För slutanvändarna är denna åtgärd bra då den är effektiv och innebär att åtgärden inte påverkar deras TV-mottagning.

4.3.2 Begränsning av sändareffekten

Sändareffektens påverkan på omfattningen av överstyrningen är stor. En minskning av sändareffekten med 2 dBm till 57 dBm för typfallet stad minskar ytan som drabbas med cirka 40% och antal drabbade till cirka 1980 personer med tre parallella nät och till cirka 750 personer med ett nät enligt beräkningarna.

En begränsning av effekten i tillståndsvillkoren innebär att tillståndshavarna kommer att behöva planera ett tätare nät med fler basstationer och antenner. För deras kunder skulle detta också kunna innebära sämre täckning eller högre priser.

För slutanvändare är begränsning av sändareffekt en åtgärd som inte påverkar deras TV-mottagning och därför får ses som en bra åtgärd ur deras perspektiv.

Sändareffekterna som används för beräkningarna i studien är generellt högre än de effekter som används i dagens GSM 900-nät. Detta kan innebära att nya nät i 800-bandet eventuellt kan planeras med basstationerna glesare än dagens GSM 900-nät, alternativt att lägre sändareffekt är möjlig.

4.3.3 Begränsning av antennhöjd och tiltning av antenner

Precis som begränsning av sändareffekten kan begränsning av antennhöjd och tilt vara väldigt effektiva åtgärder. För antennhöjder över 50 meter uppstår t.ex. ingen överstyrning om tiltning av antenn är mindre än 5°.

För tillståndshavarna är dock restriktioner av antennhöjder en stor begränsning vid planering av nät, speciellt i stadsmiljö där antennplatser över 50 meter är väldigt svåra att hitta. Denna åtgärd är därför endast lämplig i landsbygd och eventuellt förort där det är lättare att hitta antennplatser på högre höjder.

För slutanvändaren gäller samma som vid begränsning av sändareffekt, d.v.s. deras mottagning av TV-sändningar påverkas inte av denna åtgärd.

4.3.4 Justering av mottagarantenn

Justering av mottagarantenn är en åtgärd som inte kräver någon ny utrustning hos slutanvändaren. Åtgärden är emellertid osäker och fungerar inte då signalen från TV-sändningarna också dämpas, p.g.a. vridningen, till en nivå under mottagarens

gränsvärde för att kunna avkoda TV-signalen. Då slutanvändaren har möjlighet att rikta sin mottagarantenn mot en alternativ TV-sändare med tillräcklig signalstyrka är detta ett bra alternativ.

För att genomföra åtgärden behöver slutanvändaren upp på taket och justera sin antenn i någon riktning för att sedan kontrollera resultatet på sin TV-apparat. Alternativet är att ta dit en installatör för att se över anläggningen men då är det genast en högre kostnad förknippad med åtgärden och då finns det eventuellt andra alternativa åtgärder som ger ett mer säkert resultat.

4.3.5 Nya DVB-T mottagare

På ett antal års sikt kommer förmodligen DVB-T mottagare som är avsedda för de nya frekvensbanden att finnas på marknaden. Det innebär emellertid inte att problemet kommer att vara löst då många äldre mottagare kommer att finnas kvar på marknaden. Inbyggnaden av mottagare i TV-apparaterna bidrar ytterligare till att gamla mottagare kommer att användas längre då omsättningen av TV-apparater förmodligen är lägre än för externa utrustningar (DVD, TV-mottagare o.s.v.).

Det ligger även i TV-operatörernas intresse att det finns mottagare som är anpassade för förändringarna i frekvensbanden så att deras tjänst inte riskerar att försämrans.

Slutanvändaren kan inte heller förväntas byta TV-mottagare då de redan köpt en eller flera mottagare som har fungerat. Situationen är något annorlunda om slutanvändaren köper sin första TV-mottagare då det är mer rimligt att ställa nya krav på mottagaren.

För att snabbt få in de nya frekvenskraven bör TV-operatörer och PTS försöka påverka tillverkare samt NorDig⁶ att ta hänsyn till detta i sitt arbete vid framtagande specifikationer för nya TV-mottagare.

Det troliga är att förändring av mottagare inte primärt är en åtgärd som används för att lösa problem med överstyrning utan snarare blir en parameter som på sikt kommer att minska antalet personer som kan drabbas.

4.3.6 Filtrering/dämpning av frekvenser

Användandet av externt filter för att dämpa de oönskade frekvenserna till DVB-T mottagaren är ett effektivt och relativt enkelt sätt att hantera överstyrningsproblemen. Det som gör att det ändå finns vissa problem är att det i dagsläget inte finns några av dessa filter på marknaden och att filter med nödvändig branthet för att skydda även kanal 60 riskerar att blir väldigt dyra.

De indikationer som erhållits vid diskussioner med filtertillverkare tyder på att passiva filter med frekvensseparation under 9 MHz går att ta fram till rimliga kostnader för dessa frekvenser. Dessa filter kan hantera överstyrning i områden där kanal 60 inte används då frekvensseparation på 9 MHz kan användas. Detta bör dock utredas mer på djupet då tidsramarna i denna studie inte gett utrymme att klarlägga detta fullt ut.

För slutanvändaren är filterlösningen ett sämre alternativ än de åtgärder som riktar in sig på sändarsidan då det innebär att de kommer att drabbas av överstyrning och få problemen åtgärdade först då de fått tillgång till ett filter. Det innebär att de kan få problem att ta emot TV-sändningarna under ett antal dagar innan problemen kan åtgärdas.

⁶ NorDig specificerar TV-mottagare för de nordiska länderna; <http://www.nordig.org/>

För tillståndshavarna är åtgärdande med filter det enklaste sättet att hantera problemen då de inte behöver göra några begränsningar i sin nätplanering. Även om tillståndshavarna kanske behöver stå för kostnaderna för filter (filter, distribution o.s.v.) bör detta vara en bra åtgärd ur tillståndshavarnas perspektiv då deras kostnad för detta jämfört med att behöva bygga sina nät tätare med fler basstationer kommer att bli betydligt lägre.

För TV-operatörerna blir det dock en störning eftersom slutanvändare kommer att höra av sig till TV-operatörerna för att påtala problemen då de inte längre kan ta emot TV-sändningarna. För att TV-operatörerna ska kunna hantera felanmälningar på ett bra sätt måste de ha information om var basstationerna finns innan de ”slås på”. Det är också troligt att det kommer att genereras samtal till TV-operatörerna då folk inte förstår hur de ska koppla in filter till sin DVB-T mottagare.

För hantering av filter finns ett antal olika alternativ för att tillse att drabbade slutanvändare har tillgång till filter.

Slutanvändarens ansvar

Detta innebär att det lämnas till slutanvändaren att själv köpa och installera filter om de får problem med överstyrning av mottagare. Detta förutsätter, som tidigare nämnts, att någon tillverkare tagit fram filter. Kostnader som uppstår p.g.a. avhjälpning av problem med överstyrning betalas av slutanvändaren.

I det fall inga enkla filter finns på marknaden kan detta blir kostsamt för slutanvändaren då det eventuellt krävs hjälp av installatör för att åtgärda problemen och i värsta fall kan problemen inte lösas.

Det är därför av stor vikt att någon större aktör, som Post och Telestyrelsen, TV-operatörer eller installatörer, verkar för att filter tas fram tills det att näten ska driftsättas.

Det kommer även att krävas att slutanvändarna informeras om att problem kan uppstå och hur de ska agera då problem uppstår samt hur de ska kunna säkra att det är överstyrning som de drabbats av. Denna information behöver Post och Telestyrelsen eller TV-operatörerna ta fram och distribuera till hushåll som ligger i riskzonen att drabbas av problemen.

Detta är det sätt som Ofcom i Storbritannien använt för att hantera interferensstörningar på TV-mottagning som uppstått p.g.a. deras Tetra-nät. Slut användaren får instruktioner att de behöver ett filter för att hantera problemen och var de kan vända sig för att få vidare hjälp. Kostnaden för nödvändiga åtgärder står slutanvändaren själv för.

Central hantering

En central hantering innebär att en part hanterar och tillser att slutanvändare som får problem med att ta emot TV-sändningar p.g.a. överstyrning får lämpligt filter skickat till sig. Det behöver inte innebära att parten även ansvarar för att filtret monteras på mottagaren utan detta kan lämnas till slutanvändaren.

Denna part skulle kunna vara PTS, befintliga TV-operatörer eller de nya tillståndshavarna.

Den mest logiska hanteringen är att TV-operatören sköter hanteringen mot en distributör som skickar filter till den som drabbas. Kostnaden för filter, distribution och övrig hantering kan dock fördelas på olika sätt:

- Slut användaren betalar kostnaden för de filter som skickas till dem.
- Betalas av TV-operatören.
- Betalas av tillståndshavare via licensavgiften.
- Betalas av tillståndshavaren utöver licensavgiften.
- Betalas av Post och Telestyrelsen.

För att etablera en central hantering behöver en distributionslösning etableras. Kostnaden för att hantera detta skulle hamna under 150 kronor per filter enligt diskussioner med företag som har denna typ av åtaganden⁷.

Då slut användare får problem p.g.a. överstyrning kommer de att kontakta sin TV-operatör (alternativt sin TV-installatör). TV-operatören behöver därför få information när näten byggs ut så att de vet att överstyrningen kan vara en felkälla. Hanteringen hos TV-operatören kräver också en del merarbete vilket de eventuellt behöver kompenseras för.

Även denna modell för hantering av problemen kommer att kräva att hushåll i riskzonen informeras om problemen som kan uppstå och var de ska vända sig vid problem.

Många slut användare har också flera TV-mottagare per hushåll varför det kommer att behövas fler filter än hushåll. Vid antagandet att det i snitt finns två TV-mottagare per hushåll kommer det maximalt att behövas 10 600 filter.

En grov uppskattning av maximala kostnaden för hantering av filter ger (genomsnitt 2 filter per hushåll):

Filter:	max 5300*250*2	= 2 650 000 kronor
Distribution:	max 5300*150	= 795 000 kronor
Administration/support:	max 5300*100	= 530 000 kronor
Totalt:		max 3 975 000 kronor

Antas det istället behövas endast ett filter per hushåll blir kostnaden 2 650 000 kronor.

Generell dämpning av samtliga frekvenser på mottagarsidan kan som nämnts tidigare också fungera som en åtgärd. Jämfört med filtrering så gör kravet på bra/hög TV-signal att denna åtgärd inte är lika allmän som filtrering. Däremot finns inget krav på någon frekvensseparation för att dämpning ska fungera som åtgärd vilket gör att den är lämplig även som skydd för kanal 60. Dämpsatser som kan användas finns dessutom redan på marknaden idag till en kostnad under 100 kronor per dämpsats. Dämpsatserna är, precis som filter, relativt enkla att installera och kan göras av slut användare själv. Bedömningen är dock att filtrering är en bättre lösning eftersom TV-signalen i det fallet lämnas orörd och inte riskerar att försämrats nämnvärt.

⁷ Parts Service Stockholm, www.parts.se

4.3.7 Summering

Nedanstående tabell ger en sammanfattande bild av hur de olika åtgärderna påverkar de olika intressenterna:

	Åtgärder på sändarsidan			Åtgärder på mottagarsidan		
	Vertikal polarisering	Begränsa sändareffekten	Begränsa höjd och tilt	Vridning av mottagarantenn	Förändrade mottagare	Filtrering/dämpning
Påverkan på PTS	Tillståndsvillkor	Tillståndsvillkor	Tillståndsvillkor	Ingen påverkan	PTS kan arbeta med att påverka specifikationer (NorDig), tillverkare och TV-operatörer	Viktigt med information till de som kan drabbas av överstyrning
Påverkan på TV-operatörer	Ingen påverkan	Ingen påverkan	Ingen påverkan	Kan försämra mottagning av TV-sändningar	Byte av mottagare. Begränsning i vilka mottagare som fungerar i vissa områden.	Ny utrustning som installeras/ användas hos slutanvändare => samtal till kundtjänst Avbrott i tjänst => samtal till kundtjänst.
Påverkan på tillståndshavare	Begränsning för planering av nät. Högre kostnad p.g.a. fler antennplatser.	Begränsning för planering av nät. Fler basstationer eller sämre täckning.	Begränsning för planering av nät. Fungerar ej i städer.	Ingen påverkan	Ingen påverkan.	Ev. kostnad för filter och dist. av dessa.
Påverkan på slutanvändare	Liten påverkan (liten risk att problem uppstår).	Liten påverkan (risk att problem uppstår beror på hur restriktioner ser ut).	Liten påverkan (risk att problem uppstår beror på hur restriktioner ser ut).	Kräver arbete med antennanläggning (ev. installatör). Osäker åtgärd – vet ej om den fungerar förrän test.	Byte av mottagare (ev. kostnad). Byte först då problem uppstår medför avbrott i tjänsten. Installation av ny mottagare kan innebära problem.	Avbrott i tjänst då problem uppstår. Installation av filter/dämpning kan innebära problem.
Tidsperspektiv	Vid radioplanering	Vid radioplanering	Vid radioplanering	Går att göra direkt då problem uppstår	4-5 år innan mottagare med förändrad spec.	1-2 år innan filter finns.

Tabell 9: Summering av åtgärdsanalys

Fördelen med att kunna åtgärda problemen på mottagarsidan är att frekvensbandet kan användas utan onödiga restriktioner vilka begränsar nyttjandet av frekvenserna. Studien indikerar också att antalet drabbade kan förväntas vara relativt lågt vilket ytterligare stärker intrycket att generella restriktioner inte är det bästa sättet att hantera problemen.

För ett antal slutanvändare medför dock lösningar som riktar in sig på mottagarsidan vissa besvär då de drabbas av överstyrning av mottagaren och deras tjänst tillfälligt kommer sluta fungera tillfredsställande. Detta får vägas mot de sammanlagda merkostnader och andra problem som eventuella restriktioner på tillståndshavarna skulle ge samt att frekvensbandet inte kan nyttjas lika effektivt som utan restriktioner.

Då restriktionerna skulle vara kända för tillståndshavaren vid tillståndstilldelningen är detta något som de kan ta hänsyn till då de bjuder på tillstånden.

Då de direkta kostnaderna för att åtgärda problemen, cirka 4 miljoner kronor, är så pass låga så behövs ingen mer omfattande samhällsekonomisk analys. Det blir inte mer rätt med en omfattande samhällsekonomisk analys mot bakgrund av att den direkta felavhjälpningskostnaden är så låg (i relativ bemärkelse). Felmarginalerna vid beräkning av kostnader för övriga åtgärder och effekterna av dessa blir mycket större än kostnaden för att åtgärda problemen med passiva filter. Kostnaden för filterlösningen hamnar på 0-4 miljoner kronor (beroende på distributionsmodell) plus eventuella kostnader för information till slutanvändare. Denna direkta kostnaden motsvarar maximalt tio stycken basstationer (förtätning med 0,2%) som behövs p.g.a. nödvändig förtätning av näten som en följd av restriktioner. Bedömningen är att mervärdet av en mer djupgående analys hade varit obefintligt.

5 Rekommendationer

Då antalet personer som blir drabbade enligt beräkningarna är relativt litet bör det mest effektiva vara att åtgärda problemen på mottagarsidan. Problemet med detta är att det förefaller vara svårt att hantera problemen med åtgärder på mottagarsidan i områden där kanal 60 används (se avsnitt 4.2.2). Ett möjligt scenario är därför att hantera problemen med olika åtgärder i områden där kanal 60 används och i områden där kanal 21-59 används.

Ett problem med detta är att användandet av kanal 60 kan förändras i framtiden vilket innebär att ett område där kanal 60 inte används i dag i framtiden kan använda kanal 60. Har åtgärder tidigare vidtagits för att hantera överstyrning i ett sådant område kan åtgärderna bli verkningslösa och nya åtgärder kan behövas.

5.1 Hantering av område med kanal 60

Kanal 60 kommer även att drabbas av problem med interferens. Interferensproblemen är större än problemen med överstyrning och de åtgärder som behöver vidtas för att hantera interferens kan också bidra till att minska problemen med överstyrning. Beräkningarna ger att av de potentiellt drabbade personerna finns endast cirka 125 personer i områden där kanal 60 används idag (vid beräkningar med ett nät).

Då skydd av kanal 60 behöver hanteras på sändarsidan måste detta styras i tillståndsvillkor för tillståndshavarna. Åtgärderna bör vara en kombination av de åtgärder som nämnts i studien ovan och om möjligt bör interferens och överstyrningsproblemen hanteras på samma sätt. Det enklaste sättet är att i tillståndsvillkor ange en signalstyrka som inte får överstigas på 10 eller 20 meters höjd⁸. På så sätt kan tillståndsinnehavaren själv bestämma hur de vill kombinera de parametrar som styr signalstyrkan.

Det andra alternativet är att ett mer specificerat regelverk sätts vilket ger tillståndsinnehavaren mindre flexibilitet men å andra sidan är lättare att kontrollera att det efterföljs. Ett sådant regelverk skulle kunna innebära:

- Begränsa effekten och för antennhöjder under 50 meter
- Begränsa tiltvinklarna för antennhöjder över 50 meter

⁸ Observera att beräkningar i studien är gjorda med $O_{th}=-6\text{dBm}$, för $f_1-f_w=6,5\text{ MHz}$ gäller $O_{th}=-9\text{dBm}$

-
- Endast vertikal polarisering tillåts o.s.v.

Rekommendationen är emellertid att överlåta till tillståndsinnehavarna att själva använda de åtgärder som är mest lämpliga så länge som signalnivån hamnar under ett givet värde.

På längre sikt är det också troligt att DVB-T mottagarna kommer att vara konstruerade för att endast ta emot frekvenser upp till 790 MHz och när så blir fallet blir kan dessa mottagare användas för att skydda kanal 60.

I vissa fall kan det också vara möjligt att hantera problem på mottagarsidan med hjälp av dämpsatser.

5.2 Hantering av områden med kanal 21-59

De områden där kanal 60 i dagsläget inte används kan hanteras med filter. Genom att hantera problemen i de här områdena med filter kan näten planeras så effektivt som möjligt i områdena. Som tidigare sagts krävs det att det tas fram filter för dessa frekvenser.

Som konstaterades i analysen finns det olika modeller för att tillse att drabbade personer får tillgång till filter. Vilken modell som ska användas behöver utredas vidare då flera komplexa faktorer påverkar val av modell.

Den enklaste modellen där slutanvändaren själv får hantera problem som uppstår vid överstyrning och bekosta åtgärderna kräver endast att det säkras att filter som kan hantera problemet tas fram.

Det andra alternativet med central hantering kräver en del ytterligare arbete för att hitta rätt modell för hur kostnaden för hanteringen ska fördelas, vem som ska göra vad och få till de processer och det material som måste vara på plats.

Vad gäller kostnaderna kan det vara en fördel att låta tillståndshavarna solidariskt stå för denna utöver kostnaden för tillstånden. Detta skulle då ge dem ett incitament att ändå planera sina nät för att minska problemen. Ligger kostnaderna inbakade i övriga kostnader för tillstånden finns ingen större drivkraft för dem att hantera problemen vid sin nätplanering.

För att central distribution av filter ska ske smidigt måste en process sättas upp för hur hela kedjan ska se ut från det att problem hos slutkund identifieras som överstyrning av mottagare. En sådan process behöver innehålla både hur TV-operatörer får information om att basstationer tas i drift och hur distribution av filter görs. En sådan process behöver innehålla åtminstone följande steg:

1. Tillståndshavare måste meddela TV-operatör då de bygger ut sitt nät så att Teracom vet var problemen kan uppstå.
2. TV-operatör mottar felanmälan från slutanvändare. Ligger hushållet i ett område där nät är utbyggt och felkaraktäristiken stämmer med symptom för överstyrning lägger TV-operatören en beställning till på att filter ska skickas till slutanvändaren.
3. Beställning tas emot av logistikföretag som tillser att filter skickas till slutanvändaren.
4. Eventuellt kontaktar TV-operatör slutanvändare för verifiering att problemet är åtgärdat.

Kostnaden för hantering av filter som enligt 4.3.5 uppskattas till cirka 4 miljoner kronor är i sammanhanget relativt låg. Kostnad ska vägas mot den merkostnad det innebär för tillståndshavaren att bygga ett tätare nät om en alternativ lösning skulle väljas. Det förefaller som att kostnaden för att hantera problemen med filter blir betydligt lägre än den kostnad som en förtätning av nätet som generella restriktioner medför. Kostnaden motsvarar maximalt tio stycken basstationer som behöver byggas extra p.g.a. restriktioner.

Ytterligare en kostnad för en lösning där filter ska distribueras till slutanvändare är kostnaden för information till de som ligger i farozonen att drabbas. Hur detta ska hanteras kräver ytterligare utredning då det kan göras på olika sätt och i olika omfattning.

Alternativet för kanal 21-59 är precis som för skydd av kanal 60 att i tillståndsvillkor ange en signalstyrka som inte får överstigas. Fördelen med detta är att villkoren blir mer likformiga oavsett geografi. Nackdelen är att det på många ställen kommer att finnas begränsningar som egentligen inte är nödvändiga.

6 Referenser

[1] Interference from future mobile network services in frequency band 790-862 MHz to digital TV in frequencies below 790 MHz, Progira Radio Communication rapport för PTS, 5 February 2009

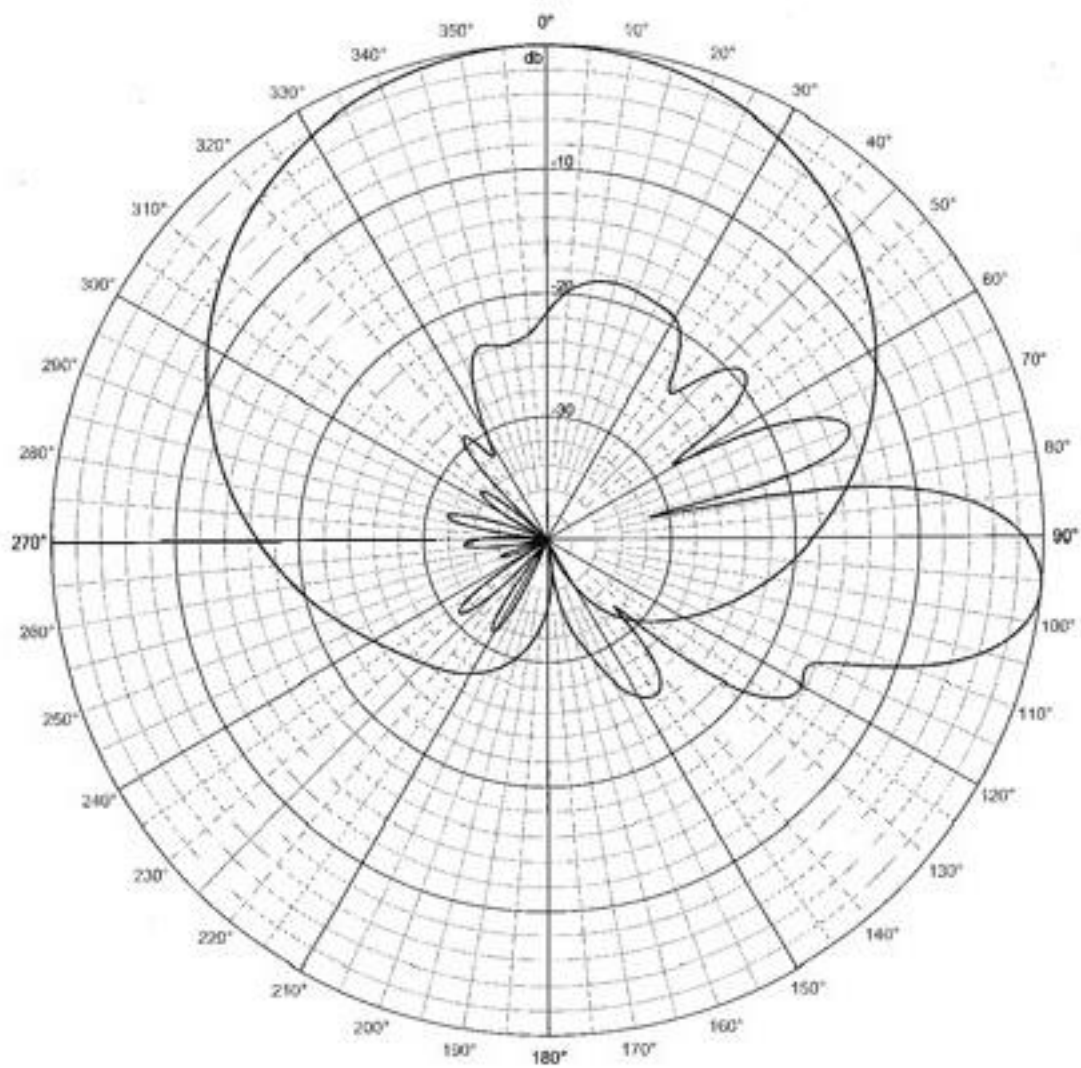
[2] CEPT ECC TG4(08) 223 Rev3, Additional measurements on DVB-T protection ratios and overloading thresholds in the presence of a UMTS interfering signal, December 2008

[3] Monte Carlo simulation methodology for the use in sharing and compability studies between different radio services or systems, Appendix 1 to Annex 2: Propagation models, ITU-R SM.2028.1

[4] Directivity and polarization discrimination of antennas in the reception of television broadcasting, Rec ITU-R BT.419-3

Antenndiagram stad

Katherinein 80010207



Antennediagram förort/landsbygd

Katherinein 80010203

