

Sundbyberg 2009-07-07

Synpunkter på licensieringen av 800 MHz-bandet

Teracom välkomnar möjligheten att framföra synpunkter på olika delar av processen för licensiering av 800 MHz-bandet i Sverige. Vi begränsar i det här läget våra synpunkter till frågan om risk för störning av TV-mottagning och hur dessa störningar ska åtgärdas.

Inledning

Bandet 470-862 MHz har använts för TV-sändningar sedan 1960-talet och sedan drygt 10 år har digital-tv sin hemvist i detta band. Alla TV-mottagare som idag finns i hushållen är gjorda för att kunna ta emot sändningar i hela bandet. Utrymningen av ett band som betjänar en mycket stor del av allmänheten och introduktion av helt andra tjänster som riskerar att störa befintliga mottagare innebär en unik situation. Det är därför mycket viktigt att denna problematik hanteras med stor varsamhet.

Om det uppstår störningar på TV-mottagning när de nya näten och tjänsterna i 800 MHz-bandet tas i drift kommer det att vara ett problem för alla inblandade. TV-tittarna kommer att drabbas genom att de förlorar sin TV-mottagning. Programbolag och TV-operatörer drabbas när deras tjänster och därmed intäkter störs. PTS kommer att drabbas som ansvariga för tillståndsgivningen och radiomiljön och de nya tillståndshavarna kommer att drabbas genom att de får negativ publicitet och måste genomföra åtgärder för att eliminera störningarna. **Teracom anser att det vore en stor fördel för alla parter om det uppstår så lite störningar på TV-mottagning som det bara är möjligt och att tillståndsgivningen utformas så att en grundläggande kompatibilitet mellan TV-sändningar och de nya mobila näten säkerställs.**

Internationella och nationella kompatibilitetsstudier

CEPT har under en längre tid arbetat med att ta fram tekniska parametrar för de nya tjänsterna i 800 MHz-bandet. Preliminära resultat föreligger nu och ECC har beslutat skicka ut aktuella rapporter på s k öppen konsultation. Resultaten av denna konsultation förväntas föreligga under hösten.

Teracom kan konstatera att de av CEPT föreslagna tekniska parametrarna tyvärr inte eliminerar risken för störningar på befintliga tjänster i angränsande band, speciellt tv-mottagning under 790 MHz. Detta framgår också av utkastet till ECC-beslut som ECC

Teracom AB
Esplanaden 3C
Box 1366

172 27 Sundbyberg
Tel 08-55 54 20 00
Fax 08-55 54 20 01

Styrelsens säte Sundbyberg
Org. nr. 556441-5098

godkände i slutet av juni¹ där det bl a konstateras att *"it should be understood that the derived BEMs do not always provide full protection of victim services and additional mitigation techniques would need to be applied in order to resolve any remaining cases of interference"*. Det är således nödvändigt att på nationell och/eller lokal nivå genomföra ytterligare åtgärder eller restriktioner för att minimera störningsrisken. Det kan i sammanhanget konstateras att det så här långt inte kunnat genomföras några mer omfattande mätningar av kompatibiliteten mellan TV och LTE i 800 MHz-bandet. De tekniska parametrar som CEPT tagit fram bygger på preliminära mätresultat, främst på mätningar av störningar mellan UMTS och DVB-T.

CEPT har preliminärt valt att göra kanalindelningen i 800 MHz-bandet med endast 1 MHz kanalseparation mellan den översta TV-frekvenskanalen och den nedersta nedlänkskanalen för FDD. Sverige har arbetat för att denna frekvensseparation ska vara 2 MHz, vilket har stötts av Teracom och, som Teracom uppfattar det, de svenska mobilintressenterna. I den kommande öppna konsultationen kring resultaten från ECC PT1 avser Teracom att föreslå att frekvensseparationen ändras till 2 MHz. Detta skulle avsevärt underlätta kompatibiliteten mellan de nya näten och TV-tjänsterna, samtidigt som det innebär minimala nackdelar för de mobila tillståndshavarna. En större frekvensseparation kommer också att underlätta för de mobila basstationerna att möta kraven på effektbegränsning under 790 MHz. Teracom utgår från att PTS vidhåller sin ståndpunkt att 2 MHz frekvensseparation är att föredra och att detta återspeglas i konsultationsprocessen.

I Sverige har PTS genomfört två olika studier av problematiken med störning av TV-mottagning²³. Studierna har tittat på såväl risk för grannkanalstörningar som risk för överstyrning av TV-mottagare. Resultaten visar att båda dessa aspekter är reella risker som måste adresseras genom anpassning av tillståndsvillkor för de nya tjänsterna i 800 MHz-bandet och eventuellt andra åtgärder. Då HiQ:s rapport endast nyligen gjordes tillgänglig av PTS har den inte hunnit analyserats fullt ut och Teracom återkommer eventuellt med ytterligare kommentarer till denna rapport.

Progira Radio Communication AB har på Teracoms uppdrag särskilt studerat risken för överstyrning av TV-mottagare på grund av mobila basstationer i 800 MHz-bandet⁴. Denna kompletterande studie är mer detaljerad än vad som var fallet i Progiras studie för PTS. Förutsättningarna har anpassats till de av ECC TG4 fastställda mätvärdena för överstyrningströsklar och beräkningsmetodiken har utvecklats för att ta hänsyn till hur olika antenntilt påverkar. I övrigt är förutsättningar och metodik likvärdiga med Progiras PTS-rapport. Storleken på det område där överstyrning riskerar att uppkomma varierar med ett antal parametrar, såsom basstationernas EIRP och antennhöjd, vertikalt antenndiagram och

¹ Draft ECC Decision of [XX] 2009 on harmonised conditions for Mobile/Fixed Communications Networks operating in the band 790-862 MHz (ECC/DEC/(09)EE)

² Interference from future mobile network services in frequency band 790-862 MHz to digital TV in frequencies below 790 MHz, Progira Radio Communication AB, 2009-02-05

³ Analys av överstyrning av DVB-T mottagare med anledning av tilldelning av frekvenser i 800 MHz-bandet, HiQ Stockholm AB, Juni 2009

⁴ Överstyrning av DVB-T mottagare, Progira Radio Communication AB, 2009-04-27

antennilt. Studien visar att **överstyrning riskerar uppstå på upp till 395 meters avstånd från en basstation** med EIRP på 64 dBm/5 MHz. En högre EIRP innebär förstås större störavstånd och mindre EIRP innebär kortare störavstånd. Överstyrning kan uppstå även för höga antennhöjder, beroende på vilken tiltvinkel som basstationens antenn har. Erfarenheten från verkliga implementeringar av mobilnät visar att antennhöjder och antenntilt varierar från site till site. Progiras rapport bifogas.

EBU har inom ramen för CEPT:s arbete med dividendfrågorna gjort ett antal studier av kompatibilitet mellan mobila nät och TV, bl a en omfattande studie som har gått in till ITU JTG 5-6⁵. Även denna studie visar på uppenbara risker för störningar i en rad olika situationer och att det är nödvändigt med lämpliga åtgärder för att eliminera dem. EBU-studien bifogas också till denna inlägga.

Behov av fortsatta studier

Det finns ett uppenbart behov av fortsatta mätningar och studier. Det är inte förrän nu som de tekniska förutsättningarna vad gäller spektrummasker och kanalplaner för de mobila tjänsterna är klara. De studier som gjorts tidigare, internationellt och av PTS, måste därför tolkas med viss försiktighet. Det finns t ex ännu inte någon som helst utrustning för LTE i 800 MHz-bandet och det går därför i nuläget inte att genomföra mätningar på verklig kompatibilitet mellan LTE och DVB-T. Teracom anser att **PTS måste ta initiativ till att mätningar på kompatibiliteten mellan LTE och DVB-T genomförs så fort kommersiell utrustning som möter de fastställda kraven och specifikationerna finns att tillgå. Om sådana mätningar inte kan ske innan tillståndsvillkor måste fastställas så bör försiktighetsprincipen råda, dvs tillståndsvillkoren bör vara konservativa.** Om mätningar senare visar att problematiken var mindre än befarat kan en anpassning till mindre restriktiva tillståndsvillkor ske.

Åtgärder för att minska störningsrisken

Såväl överstyrningsproblematiken som grannkanalproblematiken uppkommer bl a eftersom TV-mottagare helt naturligt är designade för att ta emot sändningar i hela TV-bandet 470-862 MHz. Överstyrning kan uppstå oavsett vilken TV-kanal som används och för alla frekvensblock i bandet 790-862 MHz. Grannkanalstörningar uppkommer på de TV-kanaler som ligger närmast de nya mobila näten, främst kanal 59 och 60. Störst risk för grannkanalstörningar kommer förstås från de nedersta frekvensblocken i 790-862 MHz.

Teracom anser att störningsrisken måste minimeras genom lämpliga tekniska restriktioner för de mobila basstationerna. Det handlar om tillräcklig kanalseparation mellan kanal 60 och den nedersta mobilkanalen, val av spektrummask för de mobila tillstånden, specifikation av polarisation för basstationerna, specifikation av maximal EIRP, undvikande av upplänk i den nedersta delen av det mobila bandet (om det blir aktuellt med

⁵ Coverage holes within a broadcast coverage area, European Broadcasting Union, Document 5-6/72 from ITU JTG 5-6, 5 May 2009

TDD) samt lokal anpassning av de mobila siterna (antennarrangemang etc). Det måste vara en utgångspunkt att TV-branschen i detta sammanhang inte ska drabbas av några särskilda nya begränsningar, på grund av introduktionen av mobila nät i det forna TV-bandet.

Det bör också övervägas att införa en generell klausul om att de mobila tillståndshavarna ansvarar för att avhjälpa eventuella störningar som uppstår mot TV. En sådan bestämmelse planeras bli i Storbritannien i deras licensiering av 800-bandet. Det är nödvändigt med en stor tydlighet i ansvarsförhållanden och precisa processer så att inte uppkomna problem leder till långvariga rättsprocesser i ett senare skede.

Särskilt om olika åtgärder

Kanalseparation

Det vore en **stor fördel om frekvensseparationen mellan kanal 60 och den nedersta nedlänkskanalen vore 2 MHz**. Se även ovan.

Spektrummask för de mobila tillstånden

Det finns flera olika block-edge-masker i de av CEPT framtagna tekniska parametrarna. Teracom anser att **den mest stringenta spektrummasken måste föreskrivas för det nedersta nedlänksblocket överallt i landet**.

Kanal 60 används idag på en stor mängd platser och det finns kanal 60-tilldelningar i GE06 som är under drifttagande. Planeringen för fortsatt utbyggnad av digital-tv utgår från att kanal 60 finns att tillgå på samma villkor överallt i landet. Det pågår koordinering med grannländerna för att återställa de frekvensresurser i mux 6 för digital-TV som påverkades av det svenska dividendbeslutet och det kan inte uteslutas att detta arbete resulterar i ändrad och utökad användning av kanal 60 i Sverige. Det kan förväntas att en majoritet av grannländerna, om inte alla, också kommer att vilja göra förändringar i sina kanalplaner med anledning av redan tagna eller kommande dividendbeslut och detta kan påverka kanal 60-användningen även i Sverige. TV-näten fortsätter att utvecklas. I alla digital-TV-muxar har tillståndshavarna rätt att bedriva sändningar överallt i landet och om det uppkommer ytterligare restriktioner för någon av de för TV reserverade frekvenskanalerna, inklusive kanal 60, kan det innebära att det blir omöjligt att realisera denna rättighet. Teracom noterar också att PTS nya avgiftsmodell för TV-tillstånd utgår från att hela frekvensområdet 470-790 MHz är fullt tillgängligt för TV.

Teracom noterar vidare att Yttrandefrihetsgrundlagen, YGL, statuerar att frekvenser ska *"tas i anspråk på ett sätt som leder till vidaste möjliga yttrandefrihet och informationsfrihet"*⁶. Regeringens sk dividendbeslut den 19/12 2007 innebär att frekvensutrymmet 470-790 MHz upplåts för TV-sändningar. Om det införs restriktioner eller andra begränsningar för TV-tjänster i den översta delen i detta band på grund av nya mobila tjänster ovanför 790 MHz anser Teracom att det skulle strida såväl mot den angivna skrivningen i YGL som det aktuella regeringsbeslutet.

⁶ 3 kap. 2§, Yttrandefrihetsgrundlagen.

Att tillåta onödiga störningar i grannkanaler vore generellt ineffektiv användning av spektrum och skulle orsaka onödiga begränsningar vad gäller användbarheten i intilliggande spektrum. Enligt lagen om elektronisk kommunikation ska tillståndsgivningen säkerställa att radioanvändningen utgör en effektiv användning av frekvensutrymmet. Vidare anges att vid lagens tillämpning skall särskilt beaktas elektroniska kommunikationers betydelse för yttrandefrihet och informationsfrihet.

Således anser Teracom att störningen mot kanal 60 måste regleras likadant överallt i Sverige och därmed ska den mest stringenta block-masken generellt föreskrivas för det nedersta nedlänksblocket. Regleringen blir då också både enklare att utforma och upprätthålla. Även ur de nya tillståndshavarnas perspektiv torde det vara såväl tekniskt som ekonomiskt mest praktiskt med en situation där de nya näten kan byggas ut med samma typ av utrustning oavsett var i landet man bygger. Det borde också finnas kostnadsmässiga fördelar med att utnyttja endast en typ av basstationsfilter.

Polarisation för basstationerna

Som bl a visas i HiQ:s studie är det mycket stor skillnad mellan olika polarisation för nedlänkarna från basstationerna vad gäller störning av TV-mottagning via takantenn. TV-sändningarna i Sverige använder konsekvent horisontell polarisation och hushållens takantennerna är således horisontellt polariserade. Störningarna mot takantennerna för TV minskas med upp till 16 dB om nedlänkarna i 800 MHz-bandet endast utnyttjar vertikal polarisation. Detta innebär mycket begränsade olägenheter för de mobila användarna eftersom polarisationen på grund av reflexer och flervägsutbredning generellt förändras på ett oförutsägbart sätt på sin väg till de mobila mottagarna och länkbudgeten totalt endast påverkas med någon enstaka dB. I sammanhanget kan konstateras att det fortfarande går bra att använda korspolariserade antenner för mottagning i basstationerna och att hela sändareffekten kan användas i den vertikalt polariserade delen av antennen, i stället för att delas mellan de båda antenndelarna. Teracom anser således att **nedlänkarna i 800 MHz-bandet ska begränsas till vertikal polarisation**. Detta villkor bör gälla för alla block på grund av den stora positiva effekten det har såväl på risken för överstyrning av TV-mottagare som på risken för grannkanalstörningar.

Begränsning av EIRP

En begränsning av basstationernas EIRP innebär att störningsrisken både vad gäller grannkanalstörningar och risk för överstyrning minskas. Studier i CEPT har visat att det finns mycket liten anledning att använda högre EIRP än 59 dBm/10 MHz (eller 56 dBm/5 MHz) för nedlänkarna. Anledningen är att räckvidden då matchar räckvidden för motsvarande upplänk. Detta gäller för en upplänk med låg kapacitet. Om upplänkskapaciteten är högre blir räckvidden för upplänken ännu kortare och behovet av motsvarande nedlänkeffekt än mindre. Länkbudgeten påverkas inte av eventuella riktantennerna med högre antennförstärkning för fasta terminaler eftersom en sådan antennförstärkning verkar i båda riktningarna. **Teracom förordar att det införs en begränsning av EIRP för basstationerna** enligt ovan. Eventuellt kan något högre effekter tillåtas i glesbygd. Vilken nivå som är lämplig påverkas även av bestämmelserna för polarisation.

Val av upplänksfrekvenser

Teracom uppfattar att de svenska intressenterna föredrar FDD i 800 MHz-bandet. Om det ändå skulle bli aktuellt med TDD bör **upplänk i den nedersta delen av det mobila bandet undvikas**. En kanalseparation på minst 7 MHz, och helst 12 MHz, är nödvändig.

Lokal anpassning av de mobila siterna

Det finns ett antal åtgärder som kan införas lokalt för att minimera störningar. Man kan göra lokala anpassningar av basstationernas EIRP, polarisation, antennhöjd, antennriktningar, antenntilt osv. Denna typ av åtgärder kan förstås vara mycket effektiva för att lösa ett uppkommet störproblem, men som framgår ovan anser Teracom att kompatibilitet mellan de olika tjänsterna ska säkerställas så långt möjligt genom generell reglering och åtgärder. **Om lokala åtgärder krävs måste det vara tydligt hur dessa åtgärder identifieras, hur de genomdrivs och hur de finansieras.**

Kompletteringar av TV-nätet

I vissa fall skulle det kunna bli aktuellt med kompletteringar i form av nya mindre TV-stationer för att motverka störningar från de nya näten i 800 MHz-bandet. **Etablerande av nya TV-stationer innebär ganska stora investeringar och kräver noggrann planering, inte minst frekvensmässigt.** Det måste även i detta fall vara tydligt hur dessa åtgärder identifieras, hur de genomdrivs och hur de finansieras.

Filtrering på mottagarsidan

En specifik åtgärd som kan avhjälpa vissa störningsfall kan vara att tittarna installerar ett externt filter före antenningången på TV-mottagarna (eller före eventuell antennförstärkare). Som framgår av HiQ:s studie är det dock inte självklart att det går att producera lämpliga filter till en rimlig kostnad, speciellt inte om frekvensseparationen mellan TV och de nya näten endast är 1 MHz. Detta är en åtgärd som drabbar TV-tittarna och det kan vara svårt att motivera för allmänheten varför en sådan åtgärd ska vara nödvändig, istället för anpassning av de nya näten så att störningar inte uppstår. **Hanteringen av eventuella filter riskerar att bli komplex, kostsam och besvärlig för TV-tittarna.** Om installation av filter skulle bedömas vara en åtgärd som ändå blir aktuell är det viktigt att såväl eventuell process som finansiering utreds noggrant i god tid innan introduktionen av de nya näten.

Finansiering

Det finns stora ekonomiska intressen kopplade till frigörandet av 790-862 MHz för andra tjänster än TV och det är inte rimligt att TV-branschen ska drabbas av kostnaderna för att säkerställa kompatibilitet mellan TV-tjänsterna och de nya tillämpningarna. Ett sätt att hantera detta är som framhållits ovan att i de nya tillståndsvillkoren införa en generell klausul om att de mobila tillståndshavarna ansvarar för att avhjälpa eventuella störningar som uppstår mot TV.

Teracom noterar också att den planerade auktionen förväntas dra in ganska stora belopp till staten. Det kanske inte är orimligt att en del av dessa medel utnyttjas för störningsavhjälpande åtgärder. Hur detta i så fall skulle arrangeras bör utredas i särskild ordning.

Överstyrning av DVB-T mottagare

Innehåll

1	Inledning.....	2
2	Förutsättningar och antagande	2
2.1	Basstationens sändarantenn.....	2
2.2	DVB-T mottagarens antenn	3
3	Beräkningsmetodik.....	3
4	Resultat.....	4
4.1	Mottagarantennens framriktning	4
4.2	Mottagarantennens backriktning	5
5	Analys av resultatet	6
6	Slutsats	7
7	Referenser.....	7
	Bilaga 1: Vertikala antenndiagram.....	8
	Bilaga 2: Diagram Rx Lev/Avstånd	11
	Bilaga 3: Resultat från mätningar av överstyrning av DVB-T mottagare,[2], Dec 2008.....	20
	Bilaga 4: Dokument TG4(09)262rev1-ANNEX10	21

1 Inledning

Progira har på Post- och Telestyrelsens uppdrag utfört studien “Interference from future mobile network services in frequency band 790 – 862 MHz to digital TV in frequencies below 790 MHz”, se referens [1]. I studien beräknas vid vilket avstånd från en basstation i ett mobilnät en DVB-T mottagare blir överstyrd. Överstyrningen inträffar när störsignalnivån på DVB-T mottagarens RF ingång överstiger tröskeln för överstyrning, Oth (Overload threshold). Mätningar [2] på överstyrning av 10 olika DVB-T mottagare visar att överstyrning generellt inträffar vid en signalnivå på -9 dBm för N+6,5 MHz och -4 dBm vid N+11,5 MHz. Korrespondens från CEPT ECC TG4 och CEPT SE 42 från 5 mars anger emellertid att värdena -9 dBm skall användas för första grannkanalen och -6 dBm för övriga grannkanaler. Se bilaga 4.

Det avstånd från en basstation där överstyrningen inträffar bestäms av flera olika faktorer, som till exempel antennhöjd vid basstationen, det vertikala antenndiagrammet, uteffekten på basstationen och mottagarantennens höjd.

För att belysa ett antal olika fall när överstyrning inträffar beräknas det längsta avståndet i meter när mottagen störsignalnivå, Rx Lev, och Oth blir lika stora. Detta görs för ett representativt urval av basstationsantennerna och på tre olika antennhöjder.

2 Förutsättningar och antagande

I förutsättningarna för utredningen anges följande data för beräkningarna:

- Basstationens uteffekt EIRP: 64 dBm
- Frekvens: 800 MHz
- DVB-T mottagarens antennhöjd: 10 m
- Overload threshold, Oth: -9 dBm och -6 dBm

2.1 Basstationens sändarantenn

I utredningens uppdrag ingår också att föreslå relevanta antennhöjder för basstationens antenn samt lämpliga vertikala antenndiagram.

Antennhöjden för basstationer i mobilnät ligger ofta mellan 20 – 60 m över mark. Följande antennhöjder har därför valts:

- 20 m
- 40 m
- 60 m

För att belysa inverkan av skillnaderna i det vertikala antenndiagrammet har fem olika antenntyper valts ut. Urvalet är representativt för de antenntyper som används i mobilnät. Fyra olika långa antenner har valts ut för att få antenner med olika bredd på vertikallöben. Antennerna har också tre olika vinklar på den elektriska antenntilten.

Data för antennerna framgår av tabell 1. Antennendiagrammen för vertikalloben är samlade i bilaga 1.

Alla antenner är av fabrikatet Kathrein.

Tabell 1: Antenntyper i undersökningen

Typ nr	Antenntyp (fabr. nr)	Längd (m)	Elektrisk tilt (grader)	3 dB BW (grader) för vertikalplanet
1	739 620	0,6	0	29,0
2	800 10202	1,3	0	14,5
3	800 10293	1,9	3	9,7
4	730 376	2,6	0	6,5
5	732 689	2,6	6	6,5

2.2 DVB-T mottagarens antenn

DVB-T mottagarens vertikal antennendiagram har också inverkan på beräkningarna. För beräkningarna har ett vertikalt antennendiagram med 30 graders öppningsvinkel (3 dB BW) använts. Se bilaga 1.

Antenndiskrimineringen för mottagarantenn är i enlighet med ITU-R BT.419 [3]. Följande data för DVB-T mottagarantenn har använts:

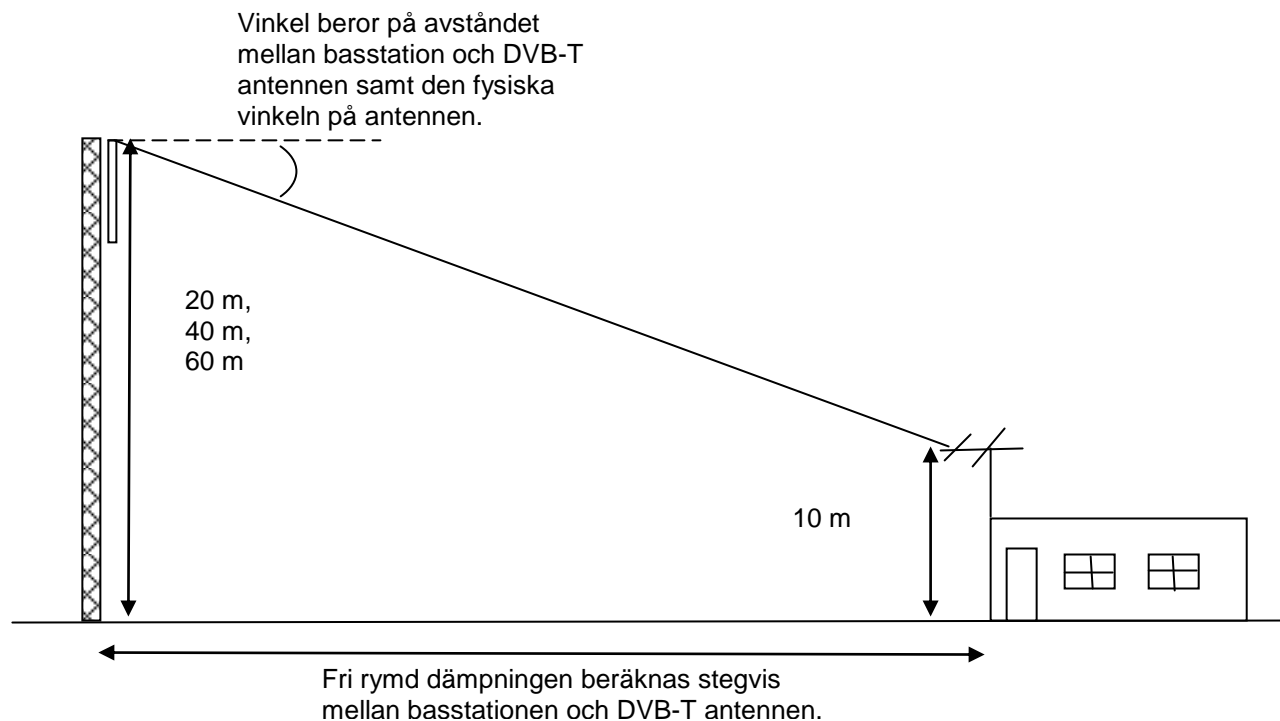
- Rx gain DVB-T mottagarantennen: 14,05 dBi
- Diskriminering i mottagarantennens backriktning: -16 dB
- Kabeldämpning till DVB-T mottagaren: 4,9 dB

3 Beräkningsmetodik

För att beräkna det maximala avståndet från basstationen när mottagen störsignal Rx Lev är lika med Oth har följande beräkningar utförts:

1. Frirymddämpningen (Path Loss, PL) beräknas för var femte meter från basstationen
2. Vinkeln mellan basstationens antenn och DVB-T mottagarens antenn beräknas var femte meter från basstationen
3. Den fysiska antenntilten varieras så att maximalt avstånd från basstationen erhålls när mottagen störsignal Rx Lev är lika med Oth
4. För varje vinkel inklusive den fysiska antenntilten som beräknats så bestäms BS VRP gain och DVB-T VRP gain
5. Rx Lev (mottagen störsignal) beräknas i DVB-T antennens fram- och backriktning enligt formlerna nedan

I figur 1 visas sambanden mellan de ingående parametrarna i beräkningen.



Figur 1: Sambanden mellan dem ingående parametrarna i beräkningen.

Störsignalen Rx Lev i DVB-T antennens framriktning beräknas enligt följande formel:

$$\text{Rx Lev (dBm)} = \text{BS EIRP} + \text{Rx antenna gain (dBi)} - \text{Feeder Loss (dB)} - \text{PL (dB)} + \text{BS VRP gain (dBi)} + \text{DVB-T VRP gain}$$

Rx Lev i DVB-T antennens backriktning beräknas enligt följande formel:

$$\text{Rx Lev (dBm)} = \text{BS EIRP} + \text{Rx antenna gain (dBi)} - \text{Feeder Loss (dB)} - \text{PL (dB)} + \text{BS VRP gain (dBi)} + \text{Back lobe discrimination (dB)}$$

I DVB-T antennens backriktning används endast det fasta värdet på -16 dB enligt [3] för antenndiskriminering, då inga värden för vertikaldiagrammet i backriktningen fanns att tillgå.

4 Resultat

4.1 Mottagarantennens framriktning

I tabell 2 – 4 presenteras resultatet av beräkningarna i mottagarantennens framriktning. I tabellerna så anges det längsta avståndet från basstationen och vid vilken fysisk tiltvinkel för

antennen då Oth har överskridits. Om inget avstånd anges så har inte nivån på Rx Lev överskridit Oth.

Tabell 2: Längsta avståndet från BS då Rx Lev = Oth för BS antennhöjd 60 m i Rx antennens framriktning

	Antenntyp									
	Typ 1 0,6 m 0 gr eltilt		Typ 2 1,3 m 0 gr eltilt		Typ 3 1,9 m 3 gr eltilt		Typ 4 2,6 m 0 gr eltilt		Typ 5 2,6 m 6 gr eltilt	
	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt
Oth = -6 dBm	170 m	10°	170 m	13°	170 m	12°	170 m	15°	170 m	9°
Oth = -9 dBm	350 m	4°	350 m	6°	350 m	4°	350 m	7°	350 m	1°

Tabell 3: Längsta avståndet från BS då Rx Lev = Oth för BS antennhöjd 40 m i Rx antennens framriktning

	Antenntyp									
	Typ 1 0,6 m 0 gr eltilt		Typ 2 1,3 m 0 gr eltilt		Typ 3 1,9 m 3 gr eltilt		Typ 4 2,6 m 0 gr eltilt		Typ 5 2,6 m 6 gr eltilt	
	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt
Oth = -6 dBm	245 m	1°	245 m	4°	245 m	3°	245 m	6°	245 m	0°
Oth = -9 dBm	350 m	0°	350 m	1°	350 m	0°	350 m	4°	350 m	0°

Tabell 4: Längsta avståndet från BS då Rx Lev = Oth för BS antennhöjd 20 m i Rx antennens framriktning

	Antenntyp									
	Typ 1 0,6 m 0 gr eltilt		Typ 2 1,3 m 0 gr eltilt		Typ 3 1,9 m 3 gr eltilt		Typ 4 2,6 m 0 gr eltilt		Typ 5 2,6 m 6 gr eltilt	
	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt
Oth = -6 dBm	250 m	0°	250 m	0°	250 m	0°	250 m	0°	195 m	0°
Oth = -9 dBm	395 m	0°	395 m	0°	350 m	0°	350 m	0°	225 m	0°

I bilaga 2 presenteras diagram över DVB-T Rx Lev/Avstånd BS för ett antal fall.

4.2 Mottagarantennens backriktning

I tabell 5 – 7 presenteras resultatet av beräkningarna i mottagarantennens backriktning.

Tabell 5: Längsta avståndet från BS då Rx Lev = Oth för BS antennhöjd 60 m i Rx antennens backriktning

	Antenntyp									
	Typ 1 0,6 m 0 gr eltilt		Typ 2 1,3 m 0 gr eltilt		Typ 3 1,9 m 3 gr eltilt		Typ 4 2,6 m 0 gr eltilt		Typ 5 2,6 m 6 gr eltilt	
	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt	Avst	Fysisk tilt
Oth = -6 dBm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oth = -9 dBm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 6: Längsta avståndet från BS då Rx Lev = Oth för BS antennhöjd 40 m i Rx antennens backriktning

	Antenntyp									
	Typ 1 0,6 m 0 gr eltilt		Typ 2 1,3 m 0 gr eltilt		Typ 3 1,9 m 3 gr eltilt		Typ 4 2,6 m 0 gr eltilt		Typ 5 2,6 m 6 gr eltilt	
	Avst.	Fysisk tilt	Avst.	Fysisk tilt	Avst.	Fysisk tilt	Avst.	Fysisk tilt	Avst.	Fysisk tilt
Oth = -6 dBm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oth = -9 dBm	40 m	24°	55 m	28°	55 m	25°	50 m	30°	55 m	22°

Tabell 7: Längsta avståndet från BS då Rx Lev = Oth för BS antennhöjd 20 m i Rx antennens backriktning

	Antenntyp									
	Typ 1 0,6 m 0 gr eltilt		Typ 2 1,3 m 0 gr eltilt		Typ 3 1,9 m 3 gr eltilt		Typ 4 2,6 m 0 gr eltilt		Typ 5 2,6 m 6 gr eltilt	
	Avst.	Fysisk tilt	Avst.	Fysisk tilt	Avst.	Fysisk tilt	Avst.	Fysisk tilt	Avst.	Fysisk tilt
Oth = -6 dBm	30 m	3°	30 m	10°	40 m	10°	40 m	13°	40 m	6°
Oth = -9 dBm	55 m	1°	60 m	8°	55 m	4°	55 m	8°	60 m	2°

I bilaga 2 presenteras diagram över DVB-T Rx Lev/Avstånd BS för ett antal fall.

5 Analys av resultatet

Beräkningarna visar att det mest kritiska störningsfallet är när basstationens antennhöjd är låg relativt DVB-T mottagarantennen.

Störavstånden när antennhöjden vid basstationen är 20 m varierar mellan 195 och 250 m för Oth = -6 dBm och mellan 225 – 395 m för Oth = -9 dBm. I detta fall krävs inte heller någon fysisk tiltning av antenn för att mottagen signal ska överskrida Oth.

När antennhöjden i basstationen ökar till 40 m krävs det att antennen i basstationen tillas fysiskt för att Oth = -6 dBm ska överskridas. Det gäller för antenntyperna 1 – 4. Tiltningen som krävs är mellan 1 och 4 grader. Störavståndet för Oth = -6 dBm är 245 m. För att Oth = -9 dBm ska överskridas behöver bara antenntyperna 2 och 4 tillas 1 respektive 4 grader. Störavståndet för Oth = -9 dBm är 350 m.

För antennhöjden 60 m så överskrids Oth för samtliga antenntyper när antennerna tillas fysiskt 1 - 15 grader. Storleken på den fysiska tiltningen beror på vilken antenntyp som tillas. En antenn med smal vertikallob måste tillas mer för att Oth ska överskridas. Störavståndet för Oth = -6 dBm är 170 m och för Oth = -9 dBm är störavståndet 350 m.

Störavstånden för antennhöjderna 40 m och 60 m vid basstationen blir lika för samtliga antenntyper. Orsaken till detta är att tiltvinkel varierar så att Rx Lev = Oth.

Tiltvinkeln gör att det maximala värdet på BS VRP gain kan uppnås vid ett visst gränsavstånd från basstationen. Vid detta gränsavstånd är inte frirymddämpningen inte tillräckligt hög vilket innebär att Oth överskrids. Efter detta gränsavstånd ökar frirymddämpningen och Oth kan inte överskridas.

I DVB-T antennens backriktning överskrids endast $Oth = -9$ dBm för antennhöjden 40 m när antennen tiltas fysiskt mellan 22 – 30 grader. Så stora tiltvinklar är ovanliga.

För antennhöjden 20 m överskrids både $Oth = -6$ dBm och $Oth = -9$ dBm för tiltvinklar mellan 1 – 13 grader. Dessa tiltvinklar är realistiska. Störavstånden i DVB-T antennen backriktning är korta, mellan 30 – 60 m.

6 Slutsats

I områden nära basstationen överskrids inte Oth då antenndiskrimineringen är för hög. När avståndet ökar från basstationen så kommer DVB-T antennen in i basstationsantennens huvudlob. Den kritiska delen av avståndet mellan basstationen och DVB-T antenn är när antenndiskrimineringen har minskat samtidigt som frirymddämpningen fortfarande är relativt lågt.

Det mest kritiska störningsfallet är därför när antennhöjden är låg vid basstationen. I detta fall är DVB-T antenn belägen i basstationsantennens huvudlob en större del av det kritiska avståndet mellan basstationen och DVB-T antennen.

Vid högre antennhöjder gör diskrimineringen i antenndiagrammet att Oth överskrids om antennen i basstationen tiltas fysiskt. Antennens huvudlob riktas i dessa fall mot DVB-T antenn med ökad signalnivå som följd och Oth kan överskridas.

Med ytterligare ökat avstånd från basstationen ökar frirymddämpningen och Oth kan då inte överskridas oavsett antenndiagram och tiltvinklar.

För att överskrida Oth i DVB-T antennens backriktning måste antennen i basstationen tiltas fysiskt.

Öppningsvinkeln och tiltning av basstationens antenn är viktiga parametrar att ta hänsyn till vid en analys av överstyrning av DVB-T mottagare.

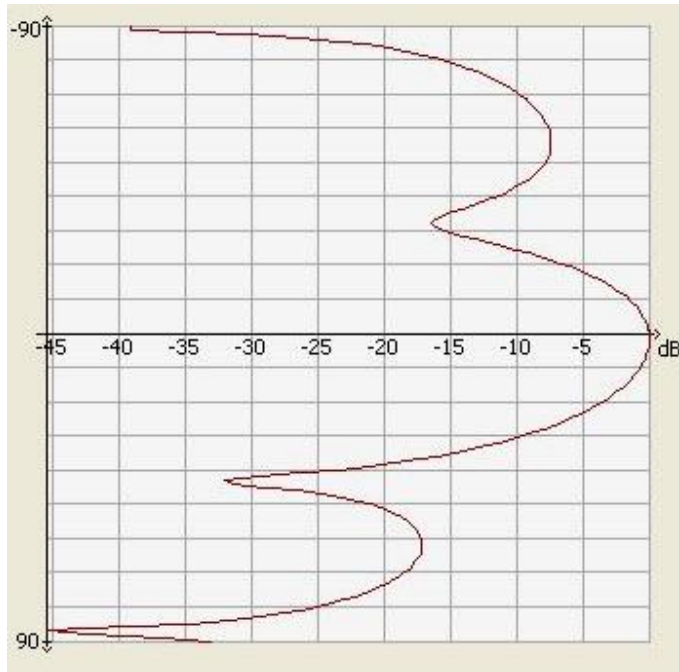
7 Referenser

- [1] Interference from future mobile network services in frequency band 790 – 862 MHz to digital TV in frequencies below 790 MHz, Progira Radio Communication, 2009-02-05
- [2] CEPT ECC TG4(08) 223 rev 3, Additional measurements on DVB-T protection ratios and overloading thresholds in the presence of a UMTS interfering signal, December 2008
- [3] Directivity and polarization discrimination of antennas in the reception of television broadcasting, Rec ITU-R BT.419-3

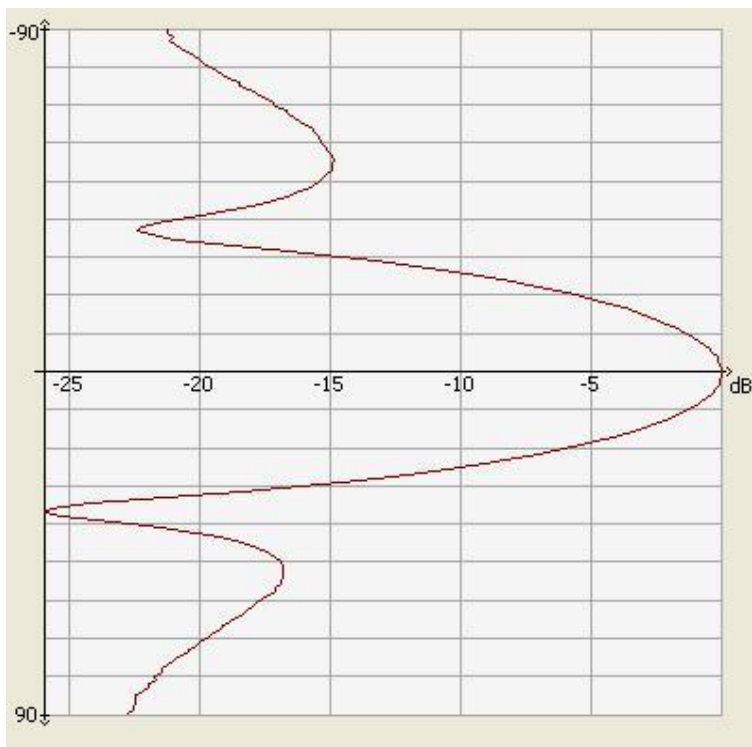
Bilaga 1: Vertikala antenndiagram

Vertikala antenndiagram för antenntyperna i rapporten.

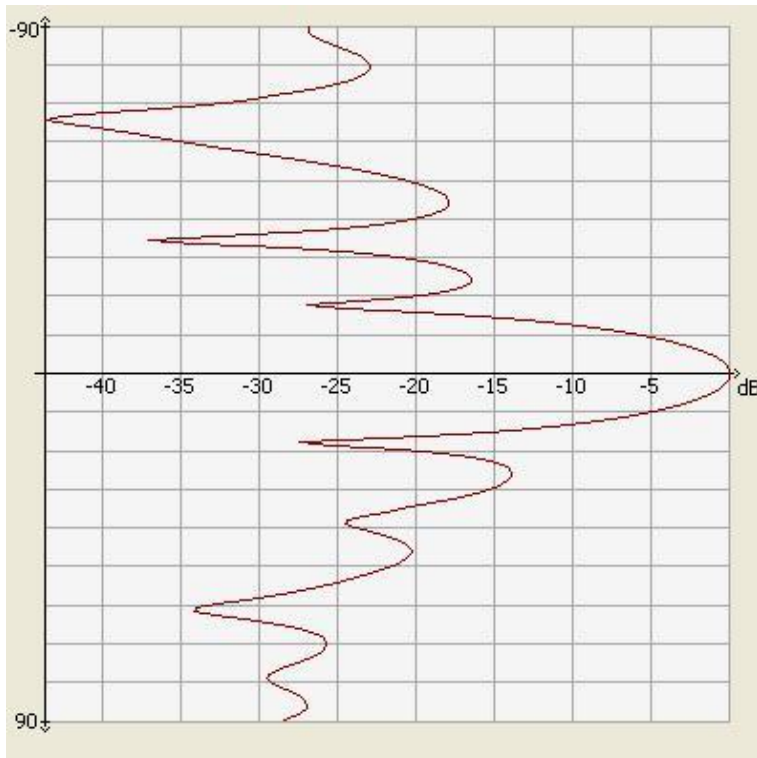
DVB-T antennen



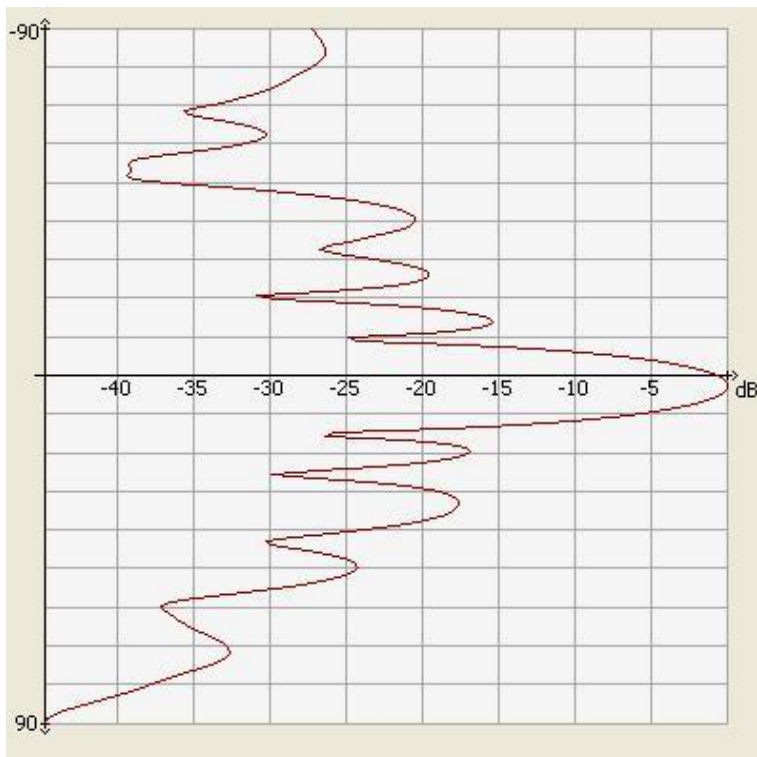
Typ 1 - 0,6 m antenn med 0 graders tilt



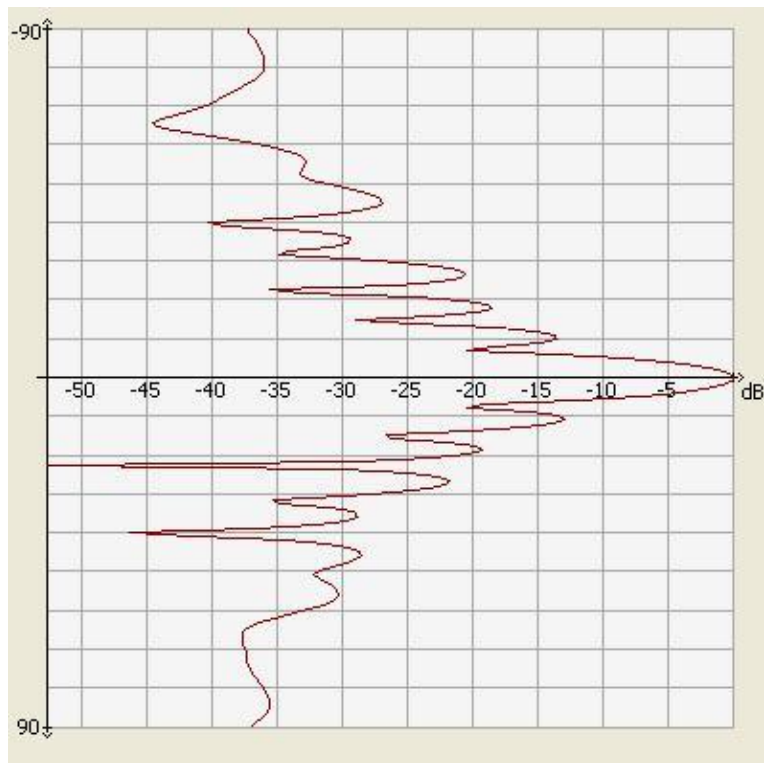
Typ 2 - 1,3 m antenn med 0 graders tilt



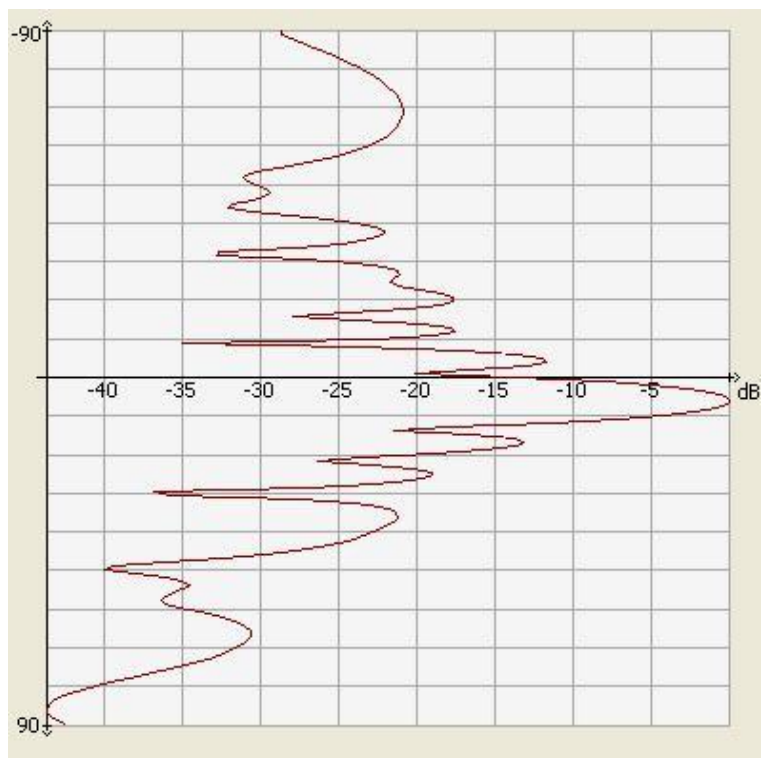
Typ 3 - 1,9 m antenn med 3 graders tilt



Typ 4 - 2,6 m antenn med 0 graders tilt

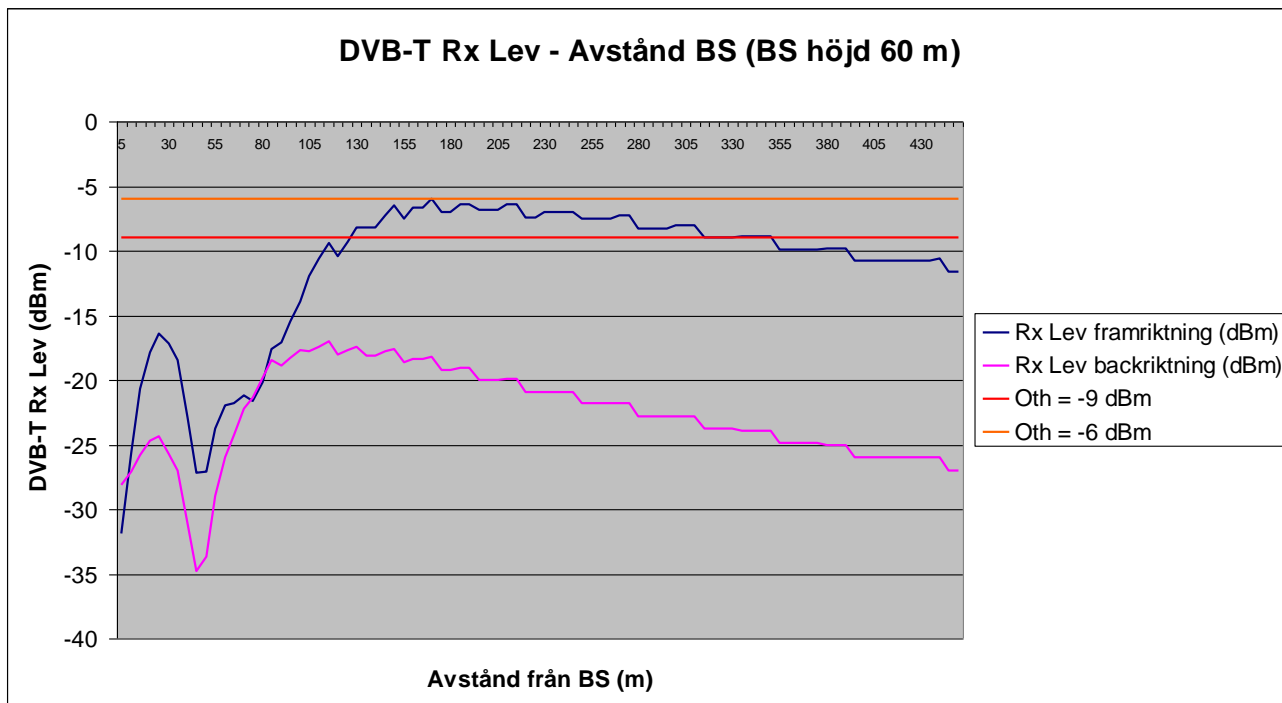


Typ 5 - 2,6 m antenn med 6 graders tilt

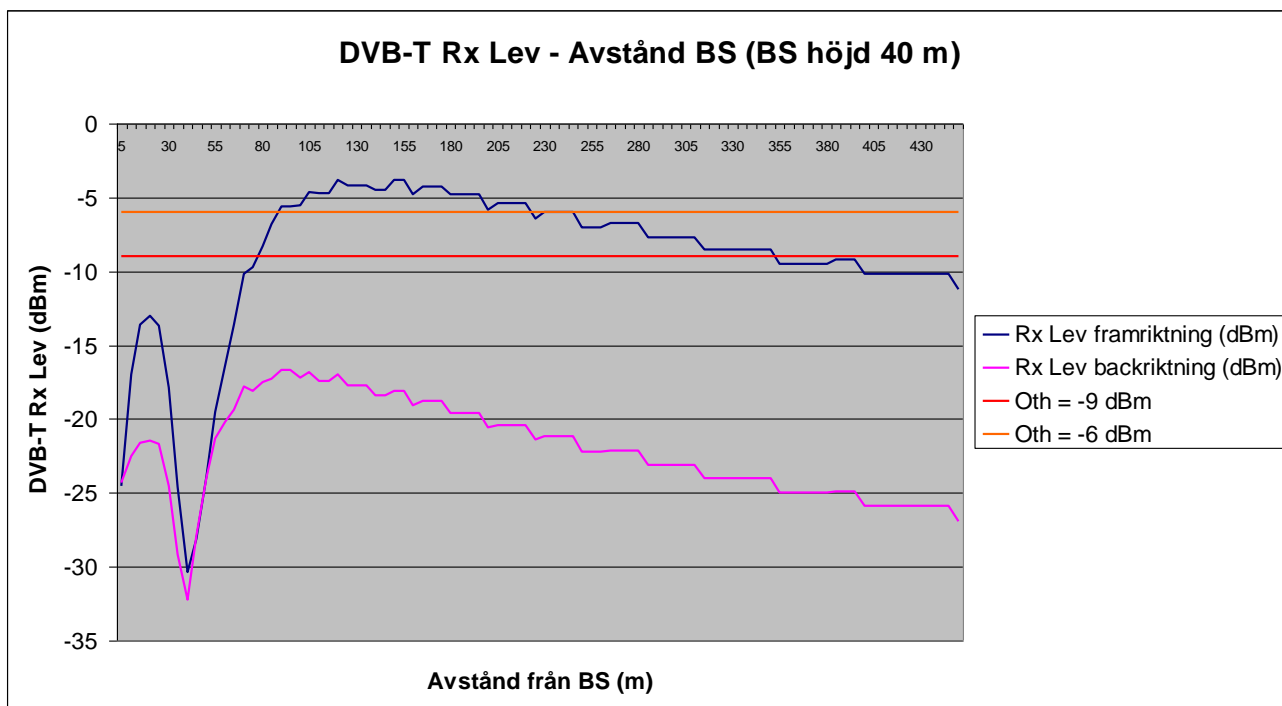


Bilaga 2: Diagram Rx Lev/Avstånd

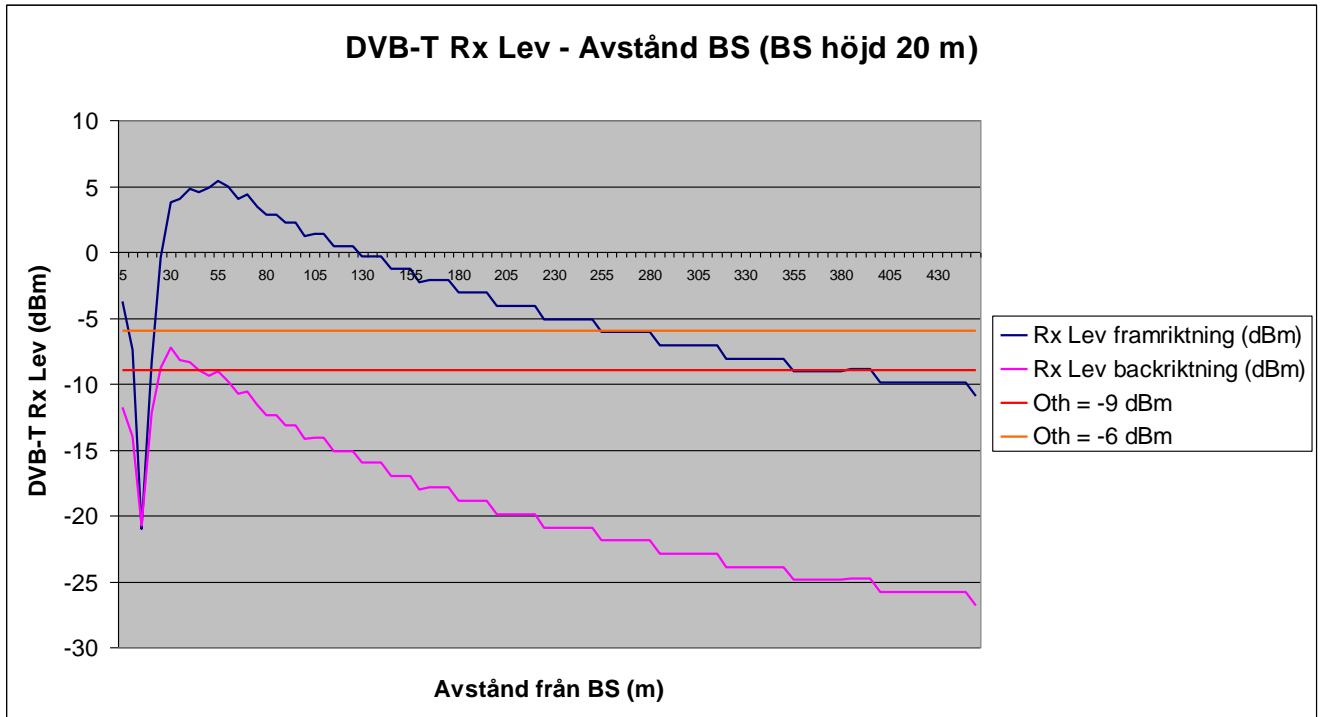
Typ 1 - 0,6 m antenn med 0 graders elektrisk tilt



Figur 2: Fysisk tiltvinkel 10 grader

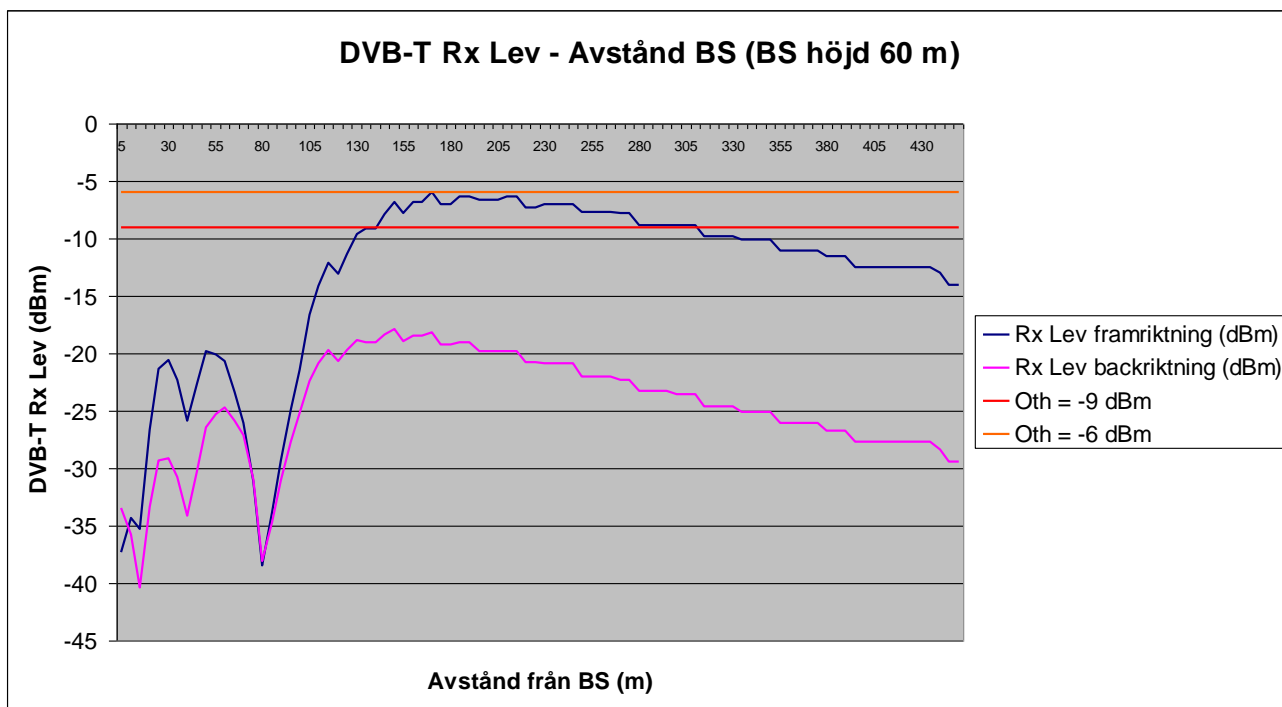


Figur 3: Fysisk tiltvinkel 1 grad

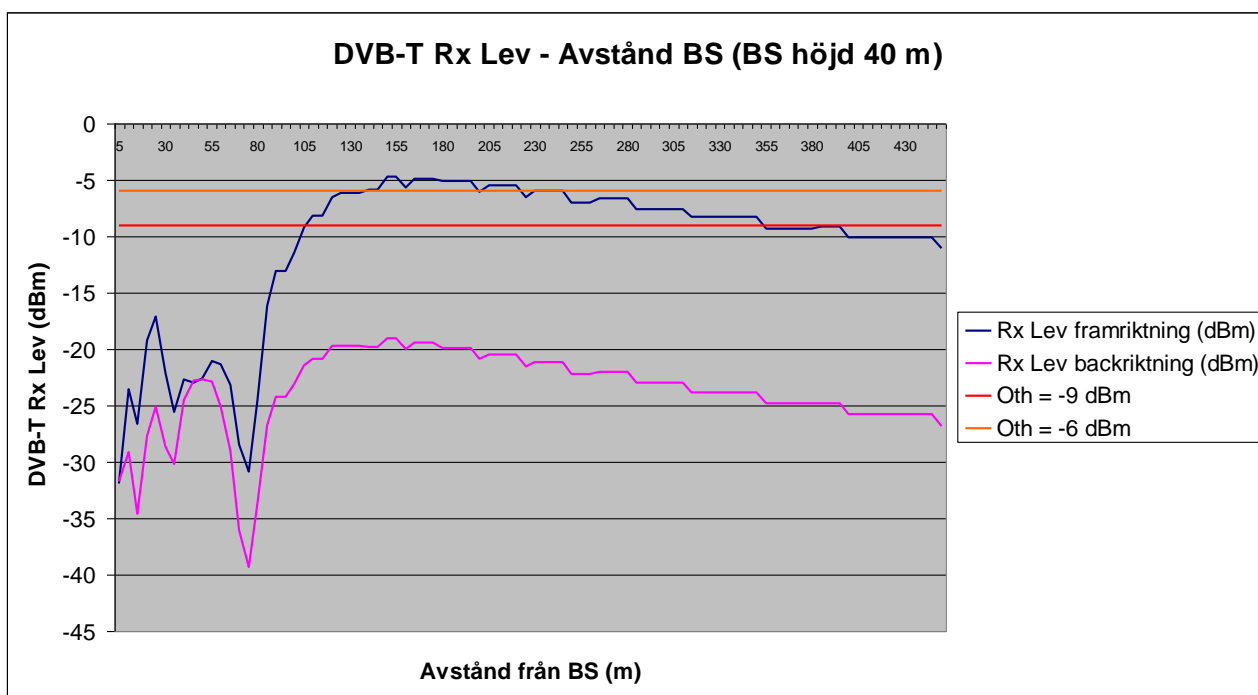


Figur 4: Fysisk tiltvinkel 0 grader

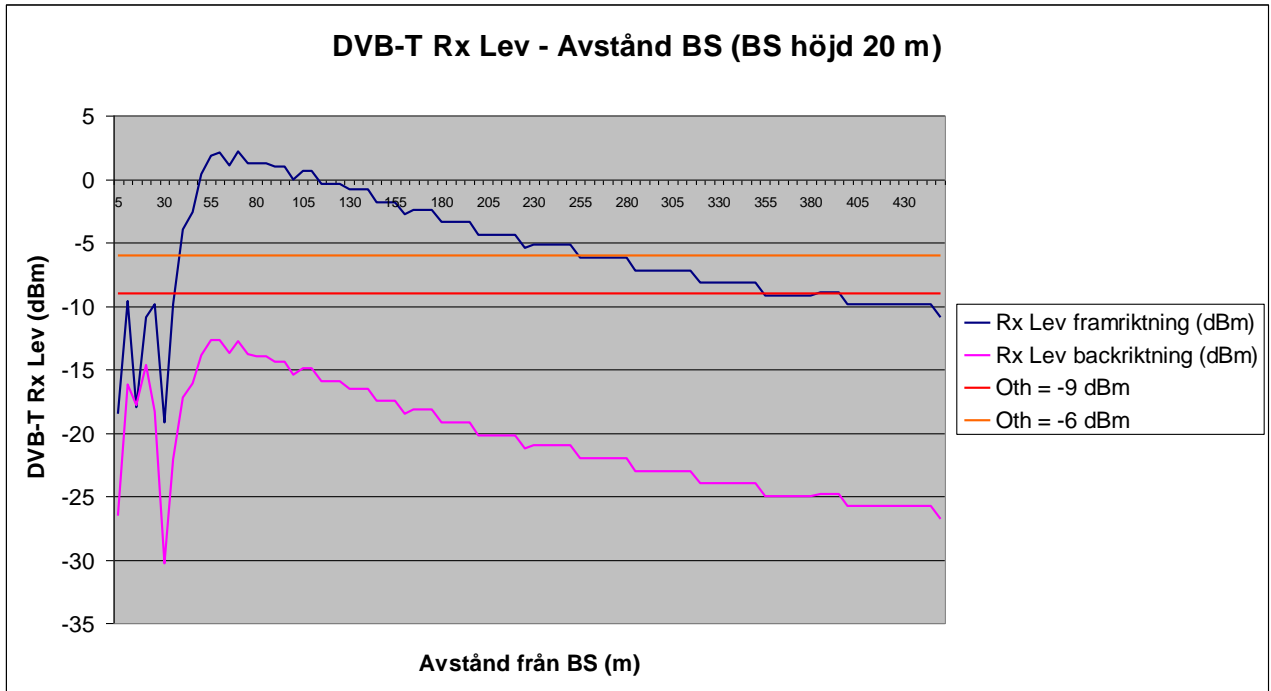
Typ 2 - 1,3 m antenn med 0 graders elektrisk tilt



Figur 5: Fysisk tiltvinkel 13 grader

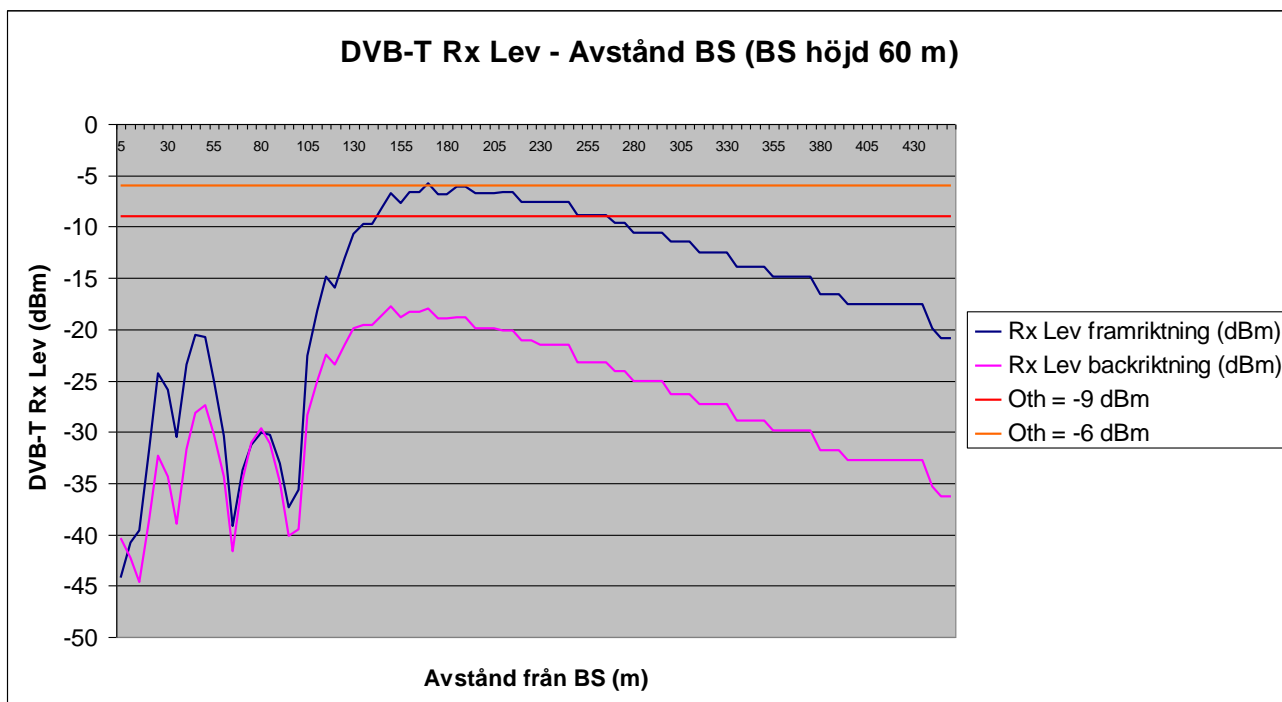


Figur 6: Fysisk tiltvinkel 4 grader

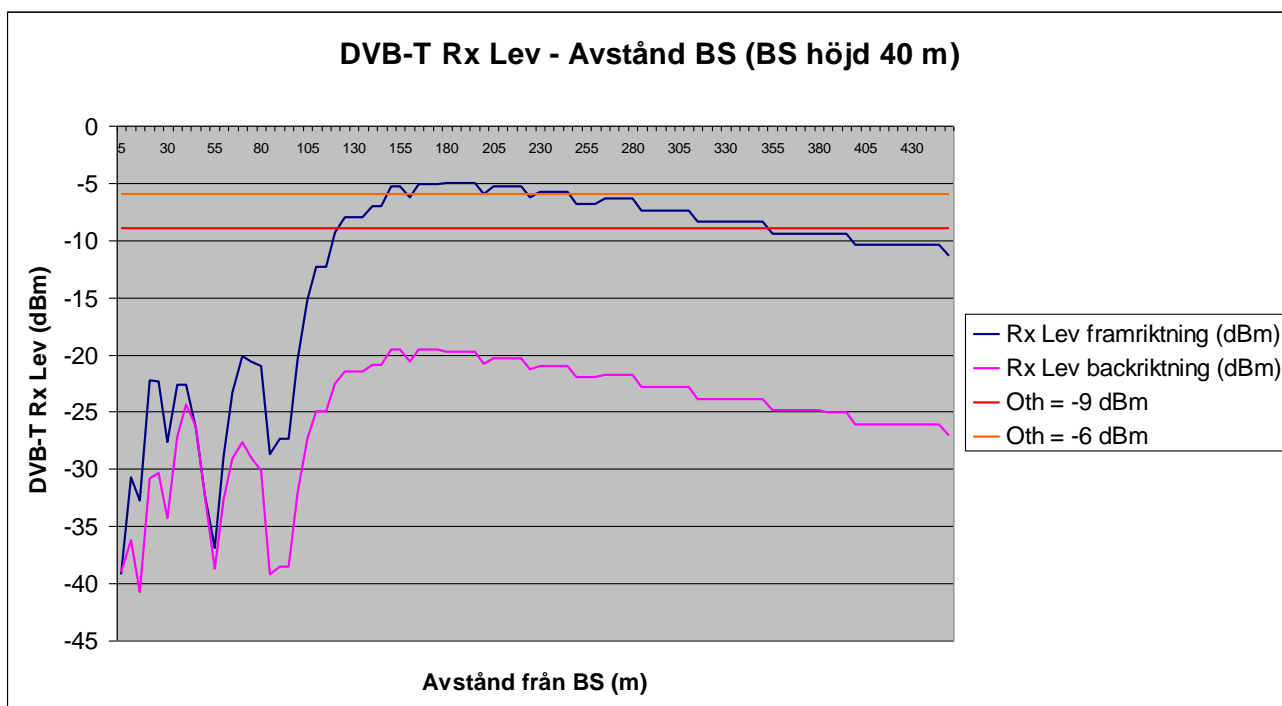


Figur 7: Fysisk tiltvinkel 0 grader

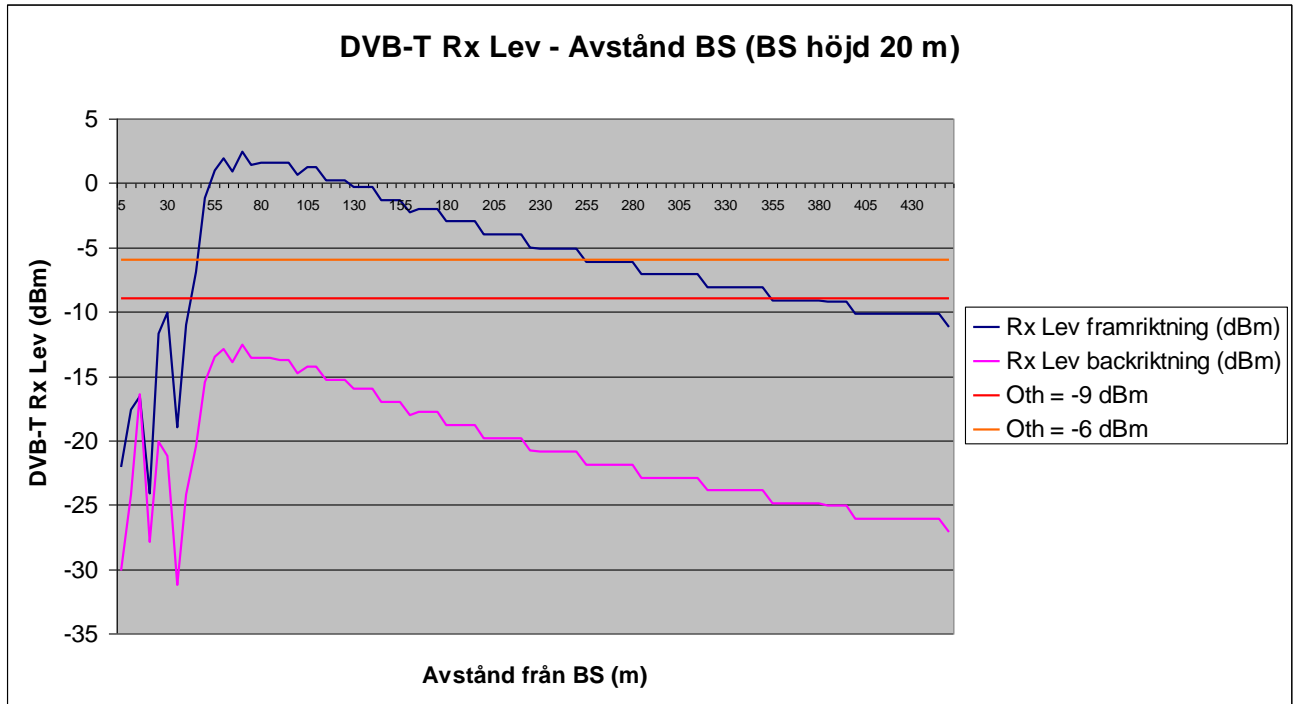
Typ 3 - 1,9 m antenn med 3 graders elektrisk tilt



Figur 8: Fysisk tiltvinkel 12 grader

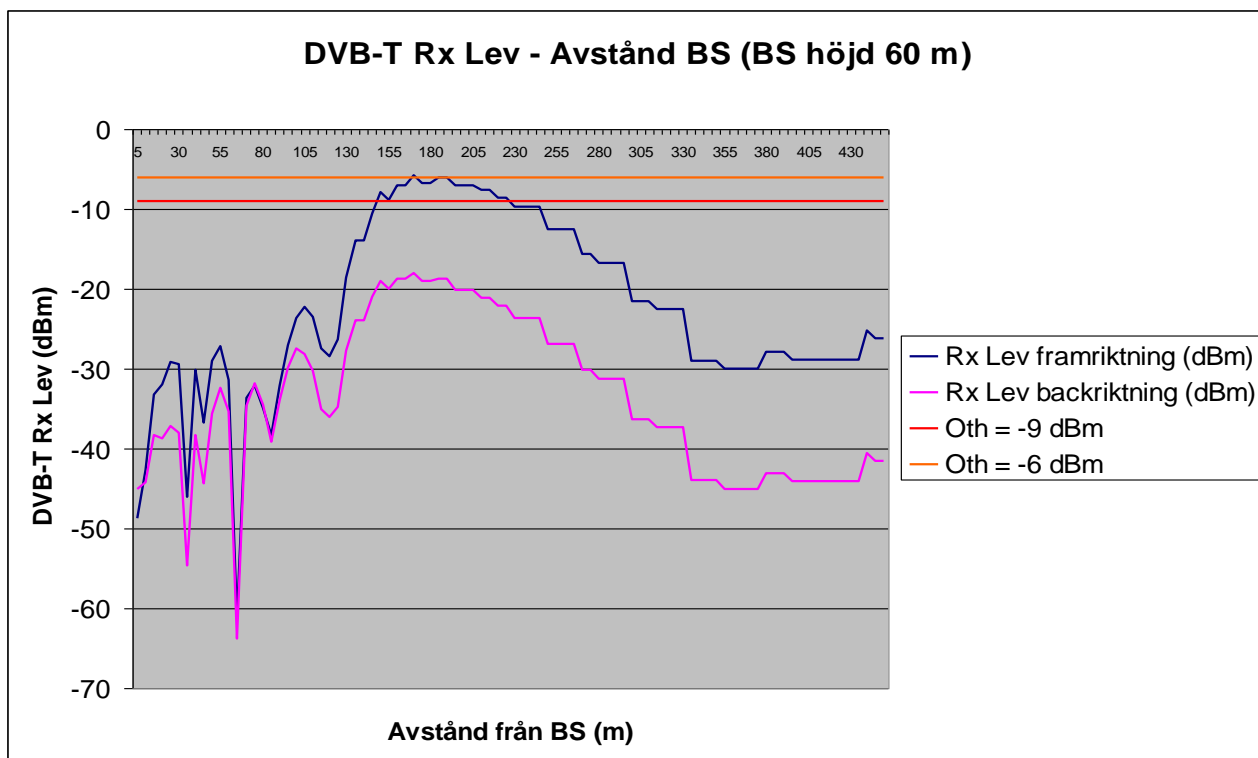


Figur 9: Fysisk tiltvinkel 3 grader

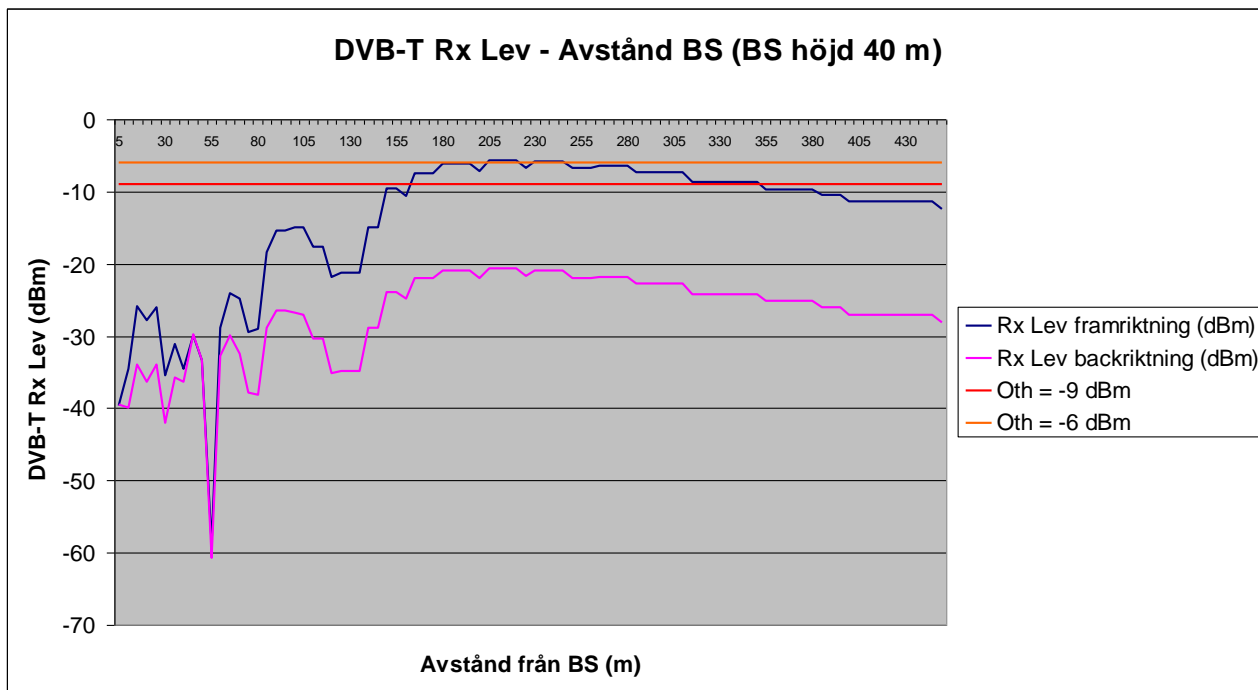


Figur 10: Fysisk tiltvinkel 0 grader

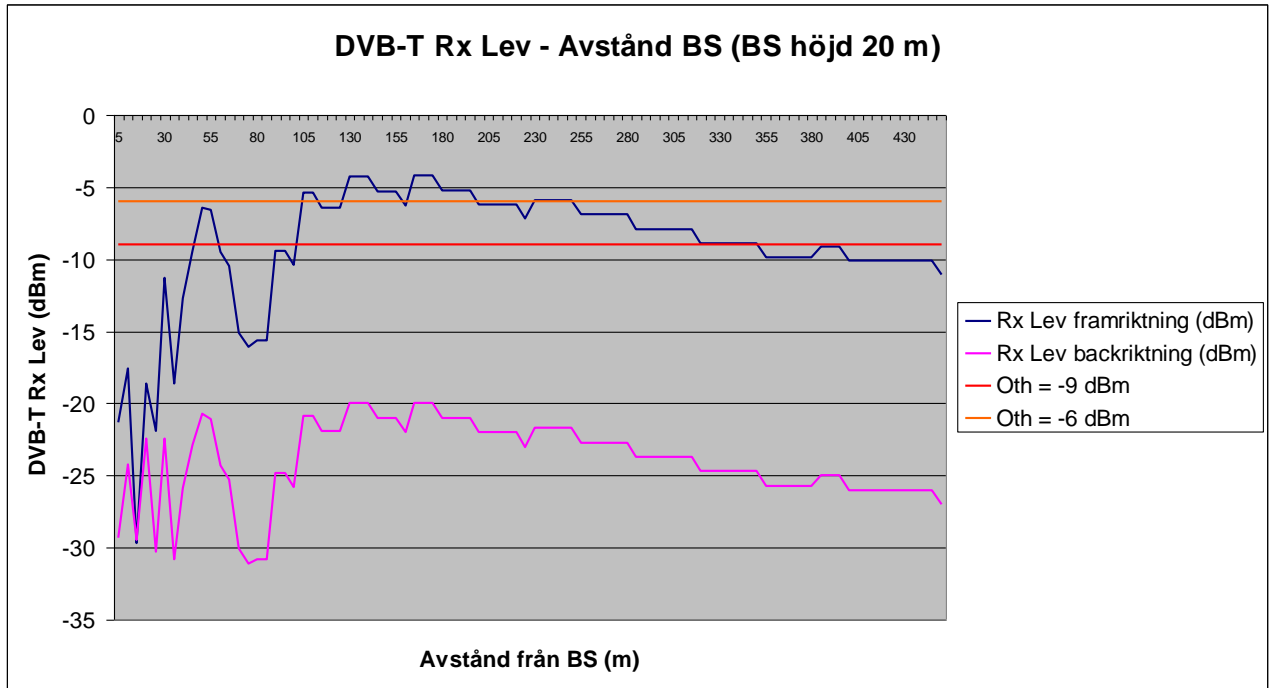
Typ 4 - 2,6 m antenn med 0 graders elektrisk tilt



Figur 11: Fysisk tiltvinkel 15 grader

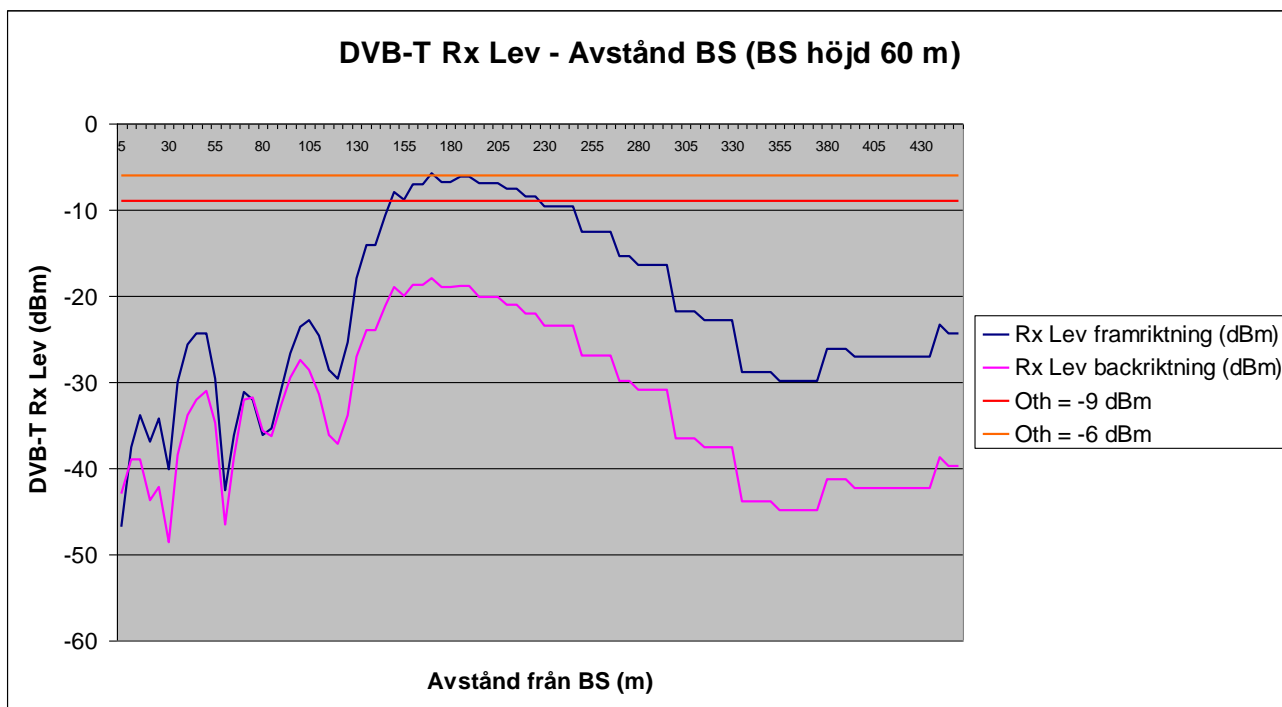


Figur 12: Fysisk tiltvinkel 6 grader

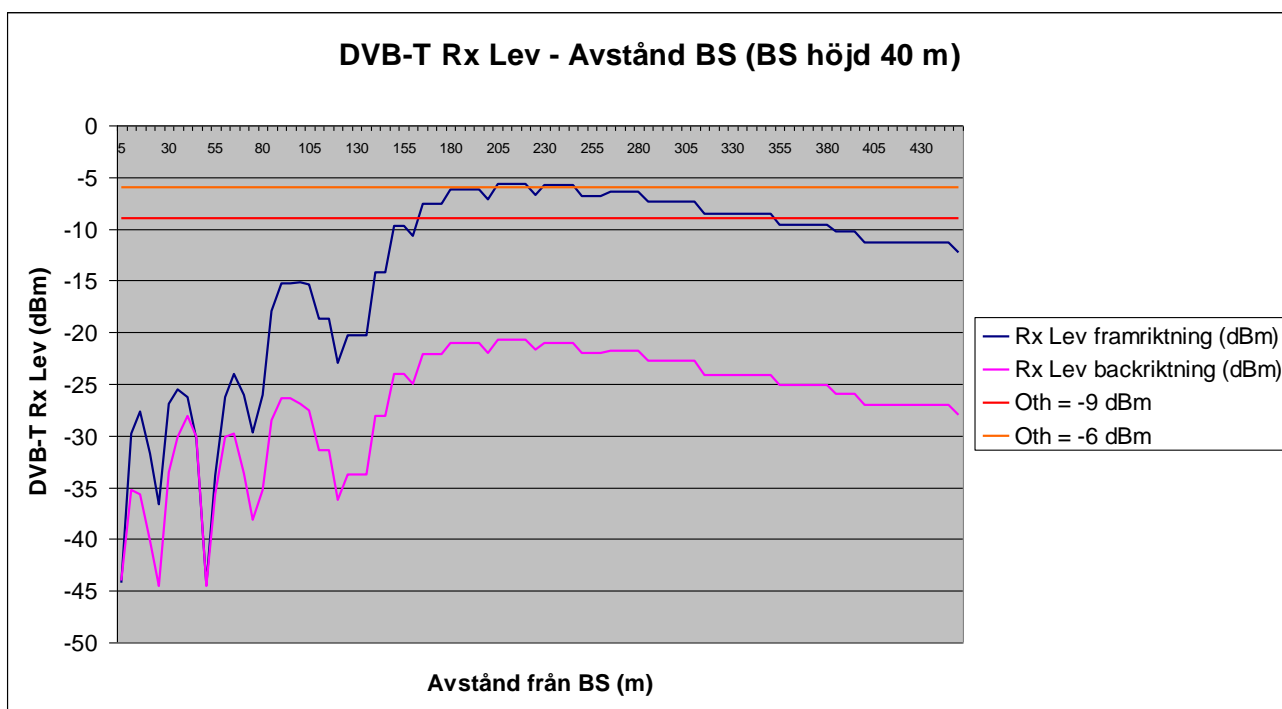


Figur 13: Fysisk tiltvinkel 0 grader

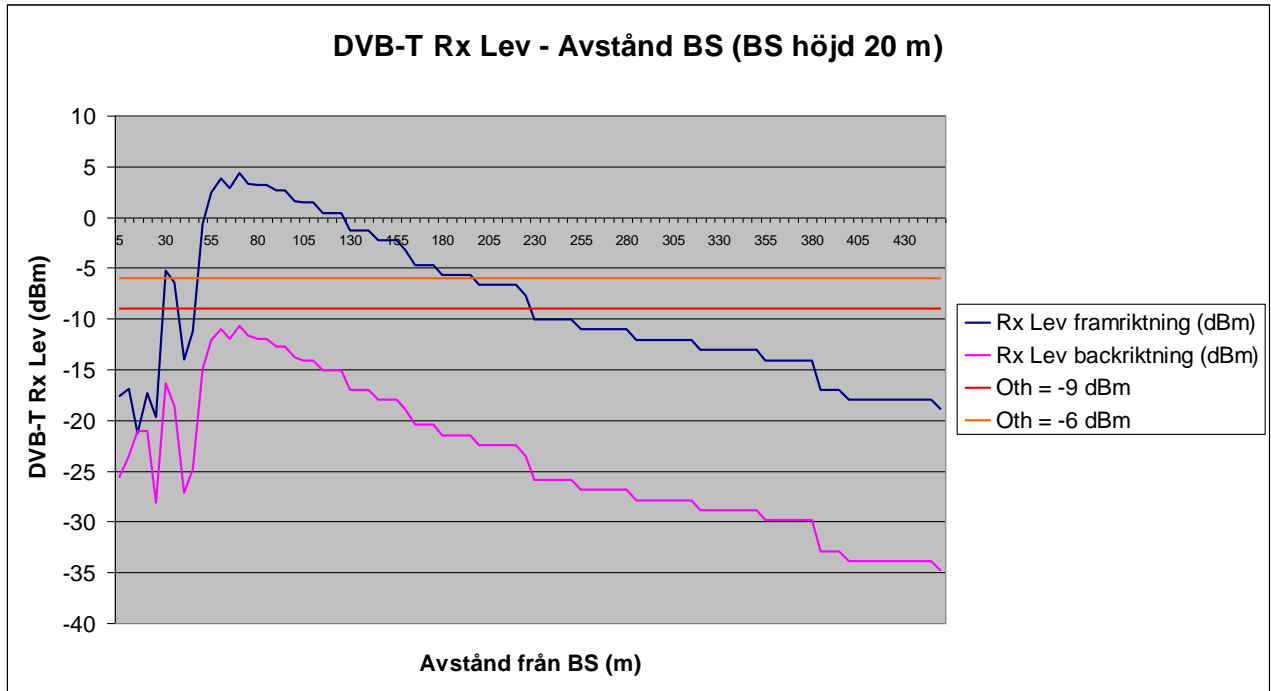
Typ 5 - 2,6 m antenn med 6 graders elektrisk tilt



Figur 14: Fysisk tiltvinkel 9 grader



Figur 15: Fysisk tiltvinkel 0 grader



Figur 16: Fysisk tiltvinkel 0 grader

Bilaga 3: Resultat från mätningar av överstyrning av DVB-T mottagare,[2], Dec 2008

DVB-T PR and O_{th} in the presence of a UMTS BS interfering signal without TPC						
$f_i - f_w$ (MHz)	Best case		Proposed protection criteria		Worst case	
	Max O_{th}	Min PR	Average O_{th}	Average PR	Min O_{th}	Max PR
0	NR	16	NR	18	NR	19
6.5	-4	-34	-9	-31	-22	-20
11.5	2	-47	-4	-41	-14	-31
16.5	4	-56	-2	-41	-13	-15
21.5	3	-58	-4	-45	-17	-17
26.5	5	-62	-5	-51	-19	-32
31.5	5	-72	-6	-57	-16	-39
36.5	4	-71	-6	-45	-14	-8
41.5	6	-77	-5	-66	-14	-48
46.5	6	-77	-4	-63	-14	-50
51.5	6	-79	-4	-66	-14	-51
56.5	7	-79	-3	-67	-14	-53
72	7	-53	-1	-48	-16	-40

Bilaga 4: Dokument TG4(09)262rev1-ANNEX10

Liaison statement from CEPT ECC TG4 to CEPT SE 42

TG4(09)262rev1-ANNEX10



7.1.1

7.1.1.1 12th meeting ECC/TG4

7.1.2 Prague, Czech Republic

7.1.3 03–06 March 2009

7.1.3.1 Date issued: 5 March 2009

7.1.3.2

7.1.3.3 Source: ECC TG4 Chairman

Subject: Response to liaison statement from SE42 on overloading threshold (with a copy to ECC PT1).

Mr. Stephen Bond, Chairman PT SE 42
Cc: ECC PT1 Chairman

Dear Steve,

ECC/TG4 would like to thank PT SE42 for its liaison statement seeking guidance on the appropriate values of the overloading threshold to be considered in the context of SE42 activities.

With regard to the values proposed by PT SE42 in the liaison statement:

- For BS: -9 dBm in the 1st adjacent channel, -6 dBm for the others,
- For UE: -5 dBm (when UE operates at its upper level with TPC)

ECC/TG4 noted that they correspond to the lowest values measured for different frequency offsets, which are classical DVB-T tuners with 36 MHz IF. It is further noted that the above threshold values chosen by PT SE42 for UE interference relate to the interfering signal level defined relative to the maximum rms power. Therefore, they can be used only in calculations when interfering UE is transmitting at the maximum signal power all the time. Otherwise the protection ratio values obtained at the rms average power should be applied but only under the same assumptions as taken during the measurements.

It is also important to stress that the protection ratio values listed in Tables 4 and 5 of the report on Deliverable D are averaged among all the DVB-T receivers investigated. We note the priorities of PT SE42 and advise that the BEMs are derived for the tuners as indicated above. However, if time permits PT SE42 may develop a comparative BEMs for another type DVB-T receiver, namely silicon based tuners (e.g. USB TV devices), which are also under investigation by ECC/TG4. Further measurement investigations are required on silicon based tuners noting that some administrations have indicated that they do not intend to protect those tuners due to their lack of selectivity.

Furthermore, Tables 4 and 5 contain values measured at different frequency offsets. Therefore, ECC/TG4 would like also to point out that the choice of an appropriate protection ratio value will depend on a particular channelling arrangement in the band 790-862 MHz, for both FDD and TDD use, to be developed by ECC PT1. In this context the previous liaison statement from ECC/TG4 (SE42(08)085) needs to be referenced as well.

ECC/TG4 has further updated the working document towards the report on measurements of protection ratios for the protection of the broadcasting service from the mobile service in order to assist administrations in determining the precise situation in terms of compatibility (Deliverable D). It is attached for consideration by PT SE42 in its studies under the second mandate of the EC on the digital dividend.

ECC/TG4 would be happy to further assist PT SE42.

Best regards,

Aljo van Dijken
Chairman, ECC/TG4

Attachment: Draft Report on Deliverable D, document TG4(09)262-ANNEX6

Received: 3 May 2009

Document 5-6/72-E
5 May 2009
English only

European Broadcasting Union

COVERAGE HOLES WITHIN A BROADCAST COVERAGE AREA

1 Introduction

This contribution considers “coverage holes” which are caused by a mobile downlink base station located inside of a broadcast coverage area. This potential problem was treated to a certain extent within the CEPT where it was concluded that

“adjacent channel co-existence of “cellular / low-power transmitter” networks for downlink applications and DVB-T networks in the band 470-862 MHz is possible within the GE06 Agreement, by applying the available mitigation techniques together with careful network planning”.

This conclusion was an extrapolation of similar conclusions relating to the adjacent channel operation of DVB-H transmitters within a DVB-T coverage area depending on the respective sizes/structures of the DVB-T and DVB-H coverage areas, “*mitigation techniques with careful network planning*” may suffice (or not ...). For example, if the DVB-T coverage area would have a radius of 20 km, and the DVB-H coverage areas each had a radius of 5 km, there would be about 16 DVB-H transmitter sites to “mitigate”, assuming full coverage of the DVB-H network (which may not always be intended). Finding 16 suitable “mitigating” transmitter sites may be difficult but nevertheless feasible. Presumably they would not be located close to populated areas where the interference effects would be greatest. Furthermore, some could be co-sited with DVB-T transmitters.

On the other hand, mobile base stations often have coverage radii ranging from 0.5 to 1 km. This would mean that between 400 and 1 600 mobile downlink transmitters, located within the above described DVB-T coverage area, would be required for full coverage, which is the normal coverage requirement for the mobile services. Very often the mobile base station transmitters are situated on top of apartment houses within and near which there is a potentially large DVB-T audience (as well as mobile handsets): an interference radius of several meters might not be considered acceptable by the broadcast audience near those buildings depending on the population affected. It would seem that the “*mitigation techniques together with careful network planning*” would be much harder to implement for mobile systems compared to the DVB-H in this situation.

In addition, it should be noted that the adjacent frequency protection ratios for DVB against the mobile downlink may be more severe than for DVB-T against DVB-H, in particular if power control is used for the downlink operation.

Although partial DVB-H adjacent-channel coverage may be foreseen within particular DVB-T coverage areas, it is not likely that an entire DVB-T coverage area would be also covered by adjacent channel DVB-H transmissions, unless a co-sited operation were foreseen. In particular, at or near the DVB-T coverage edge it would be virtually impossible to accommodate an adjacent-channel DVB-H transmitter without significant DVB-T coverage loss. This situation must be contrasted with that of the mobile service which would intend to use the adjacent channels **everywhere**, including at the broadcast coverage edge, which means that possible interference mitigation techniques used by broadcasters would not be available to mobile network situations.

The purpose of this contribution is to subject the conclusions of the CEPT to a reality check, based on calculations. Without “*careful network planning*” the consequences of introducing adjacent frequency mobile downlink interference may be severe, and if so JTG 5-6 should include in its output an indication of what these consequences might be. This is true even though the interference may only be “local” (i.e., within a given administration).

An approximate analytic approach is used in this study. Although approximate, an indicative order-of-magnitude result will be achieved: this will give a good estimation of the size of the interference problem that must be resolved. Due to the potentially large interference effects found in this initial study, more precise calculations using Monte Carlo methods will be provided later.

2 Preliminaries

The model and formulas used in this investigation are spelled out in detail in this section so that readers can appraise the model and verify the results.

A basic formula for the protection of broadcasting is the following:

$$E_{\text{med}_W}(r) > E_{\text{med}_I}(d) + \text{PR} - A(\theta(d)) - \text{POL} + \mu(P)\sqrt{(\sigma_W^2 + \sigma_I^2)} \quad (1)$$

with E_{med_W} the median wanted field strength, E_{med_I} the median interfering field strength, and PR the protection ratio. If the transmit antenna is directional, the attenuation pattern, $A(\theta(d))$, is taken into account. If fixed reception is considered, the polarization factor, $\text{POL} = 16$ dB, is taken into account¹ when cross polarization is foreseen as a mitigation technique; otherwise, $\text{POL} = 0$ dB.

The final term is the statistical factor, σ_W and σ_I being the respective standard deviations (both are taken to be 5.5 dB). The median interfering field strength, E_{med_I} , is calculated using the proposed JTG 5-6 propagation model $E_{\text{med}_I\text{JTG}}$, and adding the base station erp: $E_{\text{med}_I} = E_{\text{med}_I\text{JTG}} + \text{erp}(\text{dBkW})$.

Two location probabilities will be taken to be 95% and 99% for comparison purposes. In fact, DVB is planned for 95% location probability. If the coverage hole is also calculated as ending when 95% location probability is reached for the downlink interference only, then just outside the hole the total location probability will only be about 90% (original 95% reduced again by a factor of about 95%); if the hole ends at 99% location probability, about 94% location probability will obtain just outside the hole. (See Annex 1 for a visual explanation.) In order not to reduce the broadcast coverage too severely, it is felt that the 99% location probability criteria should be used.

¹ It should be noted that, by taking 16 dB polarisation discrimination into account, the receive antenna directivity is automatically included (i.e. polarisation discrimination and antenna discrimination are not summed); this means that the symmetry of the portable/mobile case is still maintained in the fixed reception case.

2.1 Adjacent channel interference

Only the interference potential at or near the edge of the DVB-T coverage area will be considered. Portable/mobile and fixed reception in a suburban environment is the focus; the value for the minimum median field strength is taken to be 63 dB μ V/m at 1.5 m reception height for portable/mobile reception and 58 dB μ V/m at 10.0 m reception height for fixed reception. The base station transmit antenna height is taken to be 30 m.

For fixed reception, the worst case (wanted and interfering signal coming from the same direction) will be calculated, as will the best case (wanted and interfering signal coming from opposite directions). Because this investigation is only supposed to give a first order result (sufficient until JTG 5-6 has all the agreed reference parameters), it is assumed that the wanted median field strength is constant over the distances where the mobile downlink will interfere significantly.

Because there is not yet a defined reference EIRP for the mobile base stations, a range of values will be assumed: $P_t = 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65,$ and 70 dBm.

Because there is not yet an agreed set of adjacent frequency protection ratios, a range of values will be assumed: $PR = -20, -30, -40, -50, -60, -70,$ and -80 dB.

An approximate relationship between protection ratio, PR, (and overload threshold, O_{th}) and frequency off-set is given in the following Table (extracted from “Deliverable D” developed within CEPT):

$f_I - f_w$ (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
PR (dB)	18	-30	-41	-41	-45	-51	-57	-45	-66	-63	-66	-67	-48
O_{th} (dBm)	-	-9	-4	-2	-4	-5	-6	-6	-5	-4	-4	-3	-1

It should be noted that these values are average values, and are valid for a base station transmission with Power Control turned off. In the case of Power Control turned on, the PR values are degraded (increased), as are the O_{th} values (decreased).

The interfering field strength is calculated using the proposed JTG 5-6 propagation prediction model giving $E_{med_I_JTG}$, and adding other corrections/attenuations as necessary.

The base station horizontal antenna pattern is assumed to be omni-directional. A polarisation factor, POL, will be taken into account.

In addition, an attenuation factor, $A(\theta)$, is taken into account for the base station transmitter antenna vertical radiation pattern. See Annex 2 for details.

A 3° downward antenna tilt is assumed.

The frequency, f , is taken to be 790 MHz for this investigation.

The base station EIRP/erp will be assumed to be the maximum in each case, i.e. power control is assumed to be turned off. Note that preliminary investigations show that the protection ratios for power control turned on are much higher than when power control is turned off, and the potential benefit of power control will be significantly reduced.

2.2 Overload threshold

The overload threshold is the maximum interfering signal level (expressed in dBm) at the receiver input above which the receiver loses its ability to function at all.

The power at the receiver input, P_r , for a given field strength, E , can be calculated from

$$P_r(\text{dBm}) = E(\text{dB}\mu\text{V/m}) - 20 \log(\text{freq}(\text{MHz})) - 77.25 + G_r - L_f - A(\theta(d)) - \max(\text{DISC}_{\text{rx}}, \text{POL}) \quad (2)$$

where

- G_r (the receive antenna gain): $G_r = 14.15$ dBi for fixed reception and $G_r = 0$ dBi for mobile/portable reception;
- L_f (the feeder loss): $L_f = 5$ dB for fixed reception and $L_f = 0$ dB for mobile/portable reception;
- $A(\theta(d))$ is the transmit antenna pattern;
- DISC_{rx} (the receive antenna discrimination): $\text{DISC}_{\text{rx}} = 0$ to 16 dB for fixed reception and $\text{DISC}_{\text{rx}} = 0$ dB for mobile/portable reception;
- POL (the polarization discrimination): $\text{POL} = 0$ or 16 dB for fixed reception and $\text{POL} = 0$ dB for mobile/portable reception. (Note that the receiver antenna discrimination and the polarization discrimination are not additive, the maximum of the two parameters is used.)

The interfering input power at the receiver, P_r , must be less than the overload threshold, O_{th} .

Thus, from equation 2, the overload threshold is not exceeded for P% of the locations when

$$O_{\text{th}} > P_r(P\%) = E_{\text{med_L_JTG}}(\text{dB}\mu\text{V/m}) + \text{erp} - 20 \log(\text{freq}(\text{MHz})) - 77.25 + G_r - L_f - A(\theta(d)) - \max(\text{DISC}_{\text{rx}}, \text{POL}) + \mu(P\%) \bullet \sigma_I \quad (3)$$

where a statistical factor $\mu(P\%) \bullet \sigma_I$ has been included to ensure protection for P% of the locations. Note that only $\sigma_I = 5.5$ dB is taken into account (but not also σ_W), because the variation of the wanted signal does not play a role in this case.

3 Calculations and results

3.1 Portable/mobile reception

For portable/mobile suburban reception, $E_{\text{med_w}} = 63$ dB μ V/m, $\text{POL} = 0$, $\text{DISC}_{\text{rx}} = 0$. $H_{\text{tx}} = 30$ m, $H_{\text{rx}} = 1.5$ m. Then from equation 1:

$$63 > E_{\text{med_I}}(d) + \text{PR} - A(\theta(d)) - 0 + \mu(P) \times 7.78,$$

The results of the calculations for portable/mobile reception are given in the following Tables 1 and 2. The Table entries are the radii (m) of the holes, and the numbers in square brackets are the radii (m) of “islands” within the holes, i.e. small areas which take advantage of the transmitter antenna discrimination, and where DVB coverage is still possible. It is seen that the “islands” are usually much smaller than the holes they are floating in.

TABLE 1
Suburban portable /mobile outdoor reception
Hole radius (m) for 99% location probability: $\mu = 2.33$

PR (dB)	EIRP (dBm)								
	30	35	40	45	50	55	60	65	70
-10	591	799	1 098	1 584	2 271	3 214	4 472	> 5 000	> 5 000
-20	323	437	591	799	1 098	1 584	2 271	3 214	4 472
-30	175	238	323	437	591	799	1 098	1 584	2 271
-40	[7] 95	[3] 128	175	238	323	437	591	799	1 098
-50	[24] 65	[13] 79	[7] 95	[3] 128	175	238	323	437	591
-60	-	-	[24] 65	[13] 79	[7] 95	[3] 128	175	238	323
-70	-	-	-	-	[24] 65	[13] 79	[7] 95	[3] 128	175
-80	-	-	-	-	-	-	[24] 65	[13] 79	[7] 95

TABLE 2
Suburban portable/mobile outdoor reception
Hole radius (m) for 95% location probability: $\mu = 1.64$

PR (dB)	EIRP (dBm)								
	30	35	40	45	50	55	60	65	70
-10	427	578	782	1 069	1 542	2 213	3 135	4 368	> 5 000
-20	233	316	427	578	782	1 069	1 542	2 213	3 135
-30	[3] 125	171	233	316	427	578	782	1 069	1 542
-40	[14] 79	[8] 94	[3] 125	171	233	316	427	578	782
-50	-	[26] 64	[14] 79	[8] 94	[3] 125	171	233	316	427
-60	-	-	-	[26] 64	[14] 79	[8] 94	[3] 125	171	233
-70	-	-	-	-	-	[26] 64	[14] 79	[8] 94	[3] 125

3.2 Fixed reception (co-polar operation)

For fixed co-polar suburban reception, $E_{med_w} = 58$, $POL = 0$. $H_{tx} = 30$ m, $H_{rx} = 10$ m. A “best” (16 dB receive antenna discrimination) and “worst” (0 dB receive antenna discrimination) case situation can be calculated. Then

$$58 > E_{med_I}(d) + PR - A(\theta(d)) - DISC_{rx} + \mu(P) \times 7.78.$$

The results of the calculations for worst ($DISC_{rx} = 0$) case fixed (co-polar) reception are given in the following Tables 3 (99% location probability) and 4 (95% location probability), respectively.

TABLE 3
Suburban fixed reception, co-polar, worst case
Interference radius (m) for 99% location probability: $\mu = 2.33$

PR (dB)	EIRP (dBm)								
	30	35	40	45	50	55	60	65	70
-10	2 845	3 984	> 5 000	> 5 000	> 5 000	> 5 000	> 5 000	> 5 000	> 5 000
-20	1 395	2 007	2 845	3 984	> 5 000	> 5 000	> 5 000	> 5 000	> 5 000
-30	661	968	1 395	2 007	2 845	3 984	> 5 000	> 5 000	> 5 000
-40	308	452	661	968	1 395	2 007	2 845	3 984	> 5 000
-50	[6] 142	[3] 210	308	452	661	968	1 395	2 007	2 845
-60	[28] 35	[11] 92	[6] 142	[3] 210	308	452	661	968	1 395
-70	-	-	[28] 35	[11] 92	[6] 142	[3] 210	308	452	661
-80	-	-	-	-	[28] 35	[11] 92	[6] 142	[3] 210	308

TABLE 6

Suburban fixed reception, co-polar, best case
Interference radius (m) for 95% location probability: $\mu = 1.64$

PR (dB)	EIRP (dBm)								
	30	35	40	45	50	55	60	65	70
-10	596	872	1 263	1 817	2 586	3 636	> 5 000	> 5 000	> 5 000
-20	277	407	596	872	1 263	1 817	2 586	3 636	> 5 000
-30	[8] 128	[4] 189	277	407	596	872	1 263	1 817	2 586
-40	-	[14] 76	[8] 128	[4] 189	277	407	596	872	1 263
-50	-	-	-	[14] 76	[8] 128	[4] 189	277	407	596
-60	-	-	-	-	-	[14] 76	[8] 128	[4] 189	277
-70	-	-	-	-	-	-	-	[14] 76	[8] 128

3.3 Fixed reception (cross-polar operation)

If the mobile base station and the DVB transmissions are cross polarized an additional 16 dB of discrimination can be achieved.

Because the receive antenna discrimination, $DISC_{rx}$, and the polarization discrimination, POL, are not additive (and the maximum value of $DISC_{rx} = 16$ dB, and the value of POL = 16 dB) the results for this situation can be read from the Tables 5 and 6 (which are the best case for co-polar operation). Because the receive antenna discrimination no longer “plays a role”, the interference situation becomes symmetric again and the “Interference radius” indicated in the Tables 5 and 6 are the radii of the circular DVB coverage holes, and not simply the shortest interference distance in any given direction.

3.4 Coverage holes due to exceeding the overload threshold

Coverage holes for various overload threshold values ranging from -20 dBm to 0 dBm, in 5 dB steps and various EIRP values ranging from 30 dBm to 70 dBm are calculated. We treat fixed DVB reception, with a 14.2 dBi receive antenna gain (G_r) and 5 dB feeder loss (L_f), and mobile/portable DVB reception, with a 0 dBi receive antenna gain and 0 dB feeder loss. Equation 3 is used.

3.4.1 DVB fixed reception (co-polar)

In this section, the results are given in Tables 7 to 10 for a fixed co-polar receiving antenna, at 10 m height. The best (16 dB receiver antenna discrimination) and worst (0 dB receiver antenna discrimination) cases have been calculated. Results for 99% location probability are given, and also those for 95% for comparison purposes. Once again the calculations are for a suburban environment, with a base station antenna height equal to 30 m.

TABLE 7

Suburban fixed reception, co-polar, worst case
Interference radius (m) for 99% location probability: $\mu = 2.33$

O_{th} (dBm)	EIRP (dBm)								
	30	35	40	45	50	55	60	65	70
0	-	-	-	[18] 55	109	[6] 162	[2] 238	349	512
-5	-	-	[18] 55	109	[6] 162	[2] 238	349	512	749
-10	-	[18] 55	109	[6] 162	[2] 238	349	512	749	1 093
-15	[18] 55	109	[6] 162	[2] 238	349	512	749	1 093	1 572
-20	109	[6] 162	[2] 238	349	512	749	1 093	1 572	2 250

TABLE 8

Suburban fixed reception, co-polar, worst case
Interference radius (m) for 95% location probability: $\mu = 1.64$

O_{th} (dBm)	EIRP (dBm)								
	30	35	40	45	50	55	60	65	70
0	-	-	-	-	[15] 68	[9] 120	[5] 178	[2] 261	383
-5	-	-	-	[15] 68	[9] 120	[5] 178	[2] 261	383	561
-10	-	-	[15] 68	[9] 120	[5] 178	[2] 261	383	561	821
-15	-	[15] 68	[9] 120	[5] 178	[2] 261	383	561	821	1 191
-20	[15] 68	[9] 120	[5] 178	[2] 261	383	561	821	1 191	1 716

TABLE 9

Suburban fixed reception, co-polar, best case
Interference radius (m) for 99% location probability: $\mu = 2.33$

O_{th} (dBm)	EIRP (dBm)								
	30	35	40	45	50	55	60	65	70
0	–	–	–	–	–	–	[22] 44	[11] 101	[6] 150
–5	–	–	–	–	–	[22] 44	[11] 101	[6] 150	[3] 220
–10	–	–	–	–	[22] 44	[11] 101	[6] 150	[3] 220	323
–15	–	–	–	[22] 44	[11] 101	[6] 150	[3] 220	323	474
–20	–	–	[22] 44	[11] 101	[6] 150	[3] 220	323	474	694

TABLE 10

Suburban fixed reception, co-polar, best case
Interference radius (m) for 95% location probability: $\mu = 1.64$

O_{th} (dBm)	EIRP (dBm)								
	30	35	40	45	50	55	60	65	70
0	–	–	–	–	–	–	–	[17] 57	[10] 111
–5	–	–	–	–	–	–	[17] 57	[10] 111	[5] 164
–10	–	–	–	–	–	[17] 57	[10] 111	[5] 164	[2] 242
–15	–	–	–	–	[17] 57	[10] 111	[5] 164	[2] 242	355
–20	–	–	–	[17] 57	[10] 111	[5] 164	[2] 242	355	520

3.4.2 DVB fixed reception (cross polar)

As before, Tables 9 and 10 also give the hole radii in the case where cross polarisation is used.

3.4.3 DVB portable/mobile outdoor reception

For portable/mobile reception, a receiving antenna height of 1.5 m was used; $G_r = 0$ dBi, $L_f = 0$ dB were used. No polarisation discrimination, or receive antenna discrimination is taken into account. The results are given in Tables 11 (99% location probability) and 12 (95% location probability).

TABLE 11

Suburban portable/mobile outdoor reception
Hole radius (m) for 99% location probability: $\mu = 2.33$

O_{th} (dBm)	EIRP (dBm)								
	30	35	40	45	50	55	60	65	70
0	-	-	-	-	-	-	[18] 72	[10] 87	[10] 87
-5	-	-	-	-	-	[18] 72	[10] 87	[5] 109	[5] 109
-10	-	-	-	-	[18] 72	[10] 87	[5] 109	150	150
-15	-	-	-	[18] 72	[10] 87	[5] 109	150	204	204
-20	-	-	[18] 72	[10] 87	[5] 109	150	204	277	375

TABLE 12

Suburban portable/mobile outdoor reception
Hole radius (m) for 95% location probability: $\mu = 1.64$

O_{th} (dBm)	EIRP (dBm)								
	30	35	40	45	50	55	60	65	70
0	-	-	-	-	-	-	[31] 62	[16] 75	[9] 91
-5	-	-	-	-	-	[31] 62	[16] 75	[9] 91	[4] 117
-10	-	-	-	-	[31] 62	[16] 75	[9] 91	[4] 117	161
-15	-	-	-	[31] 62	[16] 75	[9] 91	[4] 117	161	220
-20	-	-	[31] 62	[16] 75	[9] 91	[4] 117	161	220	298

3.5 General observations

For many combinations of EIRP and PR, the hole radius may reach several hundred meters, even exceeding 1 km or more in some circumstances; usually the radii greatly exceed 50 m. It might be thought that the DVB median wanted field strength will not remain constant over such distances and the results will be "skewed". At a 20 km distance from the DVB transmitter, the rate of change of wanted field strength is about 0.1 dB per 0.1 km. A difference of 0.1 dB in the interference field strength represents a difference of about 1 or 2 meters at a 200 m distance from the downlink transmitter, using the JTG 5-6 provisionally agreed propagation model. Thus, even with this simplification, the Table entries are representative to within about a 1% error, for holes of radius 1 km or less.

In the calculation for the coverage holes arising due to exceeding the overload threshold, it should be noted that the wanted field strength did not enter into the calculations. This means that these particular holes, with these radii, can occur anywhere throughout the DVB coverage area, and not just near the coverage edge.

The values for the hole radii given in the Tables 1, 2, 11, and 12 are valid, in a suburban environment, for portable/mobile DVB outdoor reception for a 63 dB μ V/m (at 1.5 m receiver antenna height) reference wanted median field strength, and those in the Tables 3 to 10 are valid for fixed DVB reception for a 58 dB μ V/m (at 10.0 m receiver antenna height) reference wanted median field strength. If other reference values are of interest, the tables can still be used with a relative “translation”. For example, in the Tables with PR as a parameter, if 67 dB μ V/m (a 4 dB increase) were used instead of 63 dB μ V/m, then by adding² (“translating”) 4 dB to the EIRPs in the EIRP row, the tabulated distance values would remain the same.

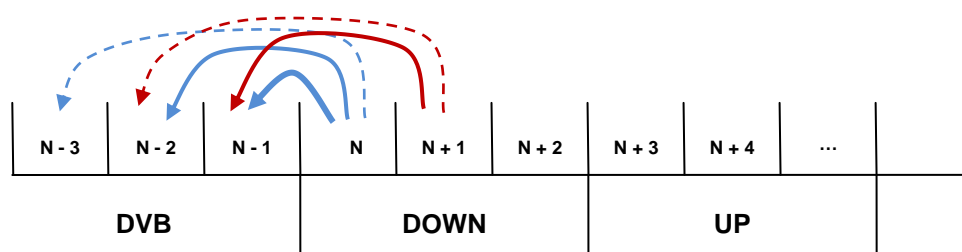
4 Possible difficulties

Depending on the number of, and the EIRP of, the mobile downlinks situated inside a DVB coverage area, and on the actual values of the adjacent frequency protection ratios, the resulting coverage holes may constitute a severe problem for broadcasters, unless suitable EIRP limits, guard bands, etc are established to prevent such holes.

An administration deciding to use only part of the band 790-862 MHz could encounter the following problem. Suppose that the administration chooses to continue using channels 61-63 for DVB and the channels 64-66 for mobile downlink and channels 67-69 for mobile uplink (see Figure 1). Because the uplink and downlink would generally be used everywhere (“no white spaces”) there would always be an adjacent frequency overlap of the mobile downlink within DVB coverage areas, somewhere, using channels 61-63. If the relevant adjacent frequency protection ratios are not sufficiently small for frequency differences up to about 30 MHz, severe DVB coverage loss through numerous holes could result, perhaps rendering the channels essentially unusable for DVB, or else only with coverage significantly smaller than was planned for in GE06. Increasing Plan ERPs, to reduce the coverage loss, would produce increased interference vis-à-vis the GE06 Plan, which may not be allowed. A denser DVB network may also help relieve the coverage loss, but this would be a costly solution for the broadcasters.

FIGURE 1

Adjacent frequency interference



² If the reference wanted field strength is increased (decreased) by Δ , then the interference level can also be increased (decreased) by Δ without changing the relative relationship.

In any case, it is very likely that an $(N, N \pm 1)$ incompatibility would always arise because of the expected “large” adjacent channel protection ratio (≈ -20 to -30 dB).

It should be noted that if coverage holes can have extensions of several hundred meters, then there is also the possibility that interference could extend cross border, not producing a coverage hole in the neighbour’s coverage, but instead taking a “bite” out of it.

5 Conclusions and further remarks

It should first be recalled that the above investigation was carried out for a range of parameters. This was done because, at the time of writing, JTG 5-6 had not yet established all relevant parameter reference values. This lack must be remedied as soon as possible, preferably at the next JTG 5-6 meeting. Amongst others, reference EIRP values for the mobile down link, power control variation, reference mobile cell(s), and protection ratios for DVB against mobile downlink, etc. are needed. In any case, it has been shown above that problems may occur over a wide range of the parameter values; further study is needed.

From the Tables it can be seen that relatively large holes could possibly be introduced within a DVB coverage area. The values of 99% and 95% locations probability were the limits used for the additional mobile interference. 99% location probability is perhaps the least that should be required for protection of DVB, which effectively reduces the overall location probability just beyond to about 94%, which is less than that considered acceptable for broadcast coverage.

The holes are smaller, the smaller the EIRP. Small EIRP values may be associated with small mobile cell sizes, and a corresponding larger number of mobile cells within a given DVB coverage area: there may be a trade off between a large number of small holes and a smaller number of large holes, but the total affected area/population may be excessive in either case.

If the adjacent frequency protection ratios are sufficiently large there may be problems for DVB in channels adjacent to those used for the mobile downlink. It is necessary to determine the extent of this potential problem so that administrations know in advance the planning problems vis-à-vis DVB which may confront them when introducing mobile services in the 790-862 MHz band. This includes the potential problems arising for DVB coverage in the channels below 790 MHz.

Although most mobile cells use a tri-sector antenna arrangement, for simplicity the mobile cell horizontal transmitting antenna pattern has been assumed to be omni-directional. Typically, the tri-sector antenna pattern has about 10 dB attenuation at 60° off-beam. However, two of the three beams would tend to contribute to the interference at the sector edges, giving rise to a 3 dB increase. The effect of a tri-sector antenna is shown in Annex 3. There is some diminution of the interfered area, but not by a significant amount.

Annex 1

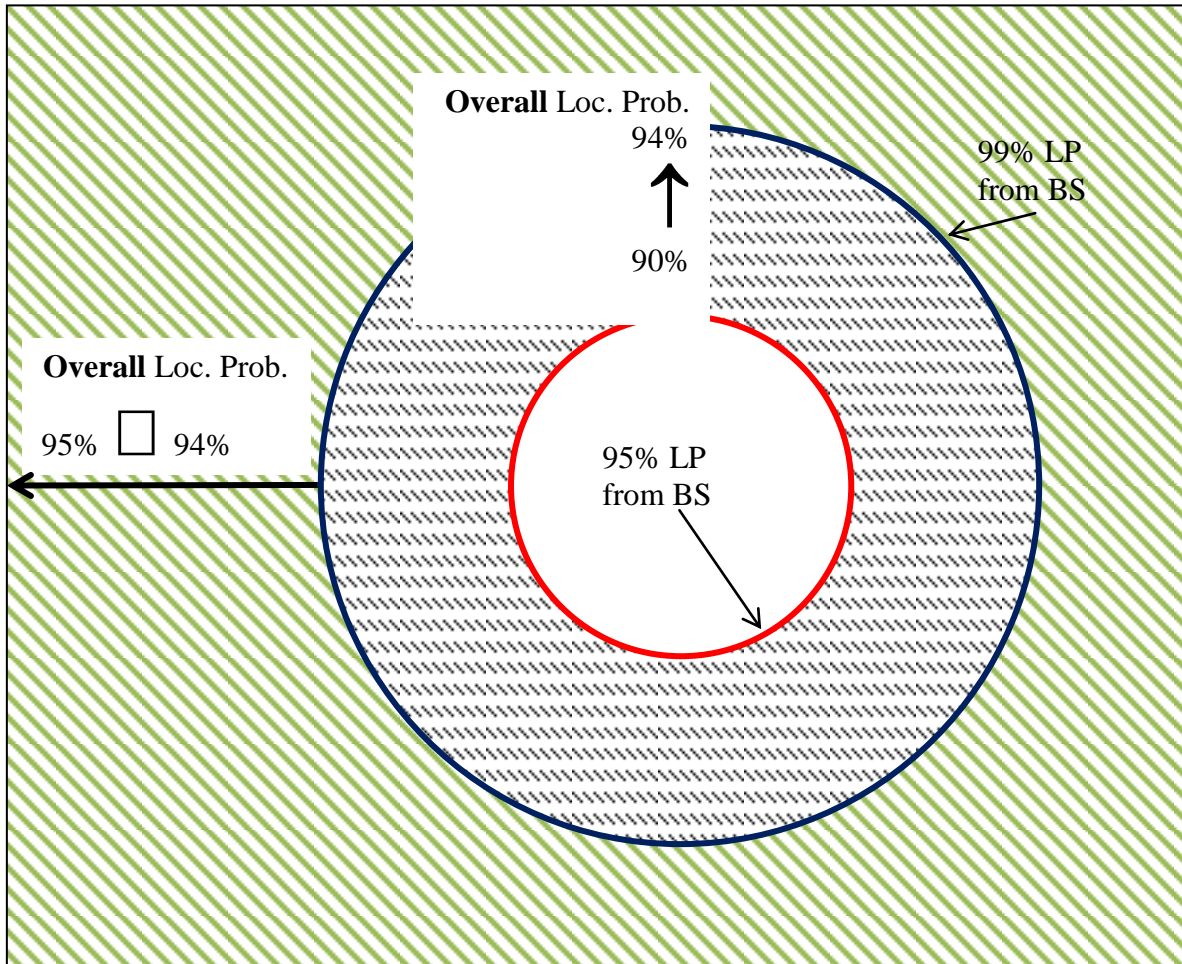
Coverage holes due to mobile downlink interference

A DVB coverage hole is depicted in Figure A.1.0 below.

A mobile downlink is assumed to be at the centre of the circles, and located within the DVB coverage area near the coverage edge (the shaded rectangle in the Figure). The inner red circle represents the 95% “interference contour”. It is on this contour that the location probability for good DVB reception reaches 95% in the presence of the interfering mobile downlink only. The outer circle represents the 99% “interference contour”. The 99% contour is further away from the mobile downlink than the 95% contour, because the probability of good reception increases as the distance to the mobile downlink is increased. If it is assumed that there is a 95% location probability of reception in the rectangular (coverage fringe) area in the absence of the additional downlink interference, then the additional downlink interference will reduce the location probability as shown in the diagram.

For example, within the shaded region between the inner and outer circles, the overall location probability will be less than the original 95% and will range from about 90% (at the inner circle) to 94% as the outer circle is approached. Outside the outer circle, the overall location probability will range from about 94% at the outer circle to (eventually) 95% farther away.

FIGURE A.1.0



More detailed explanations are given in the Figures A.1.1 to A.1.5 below.

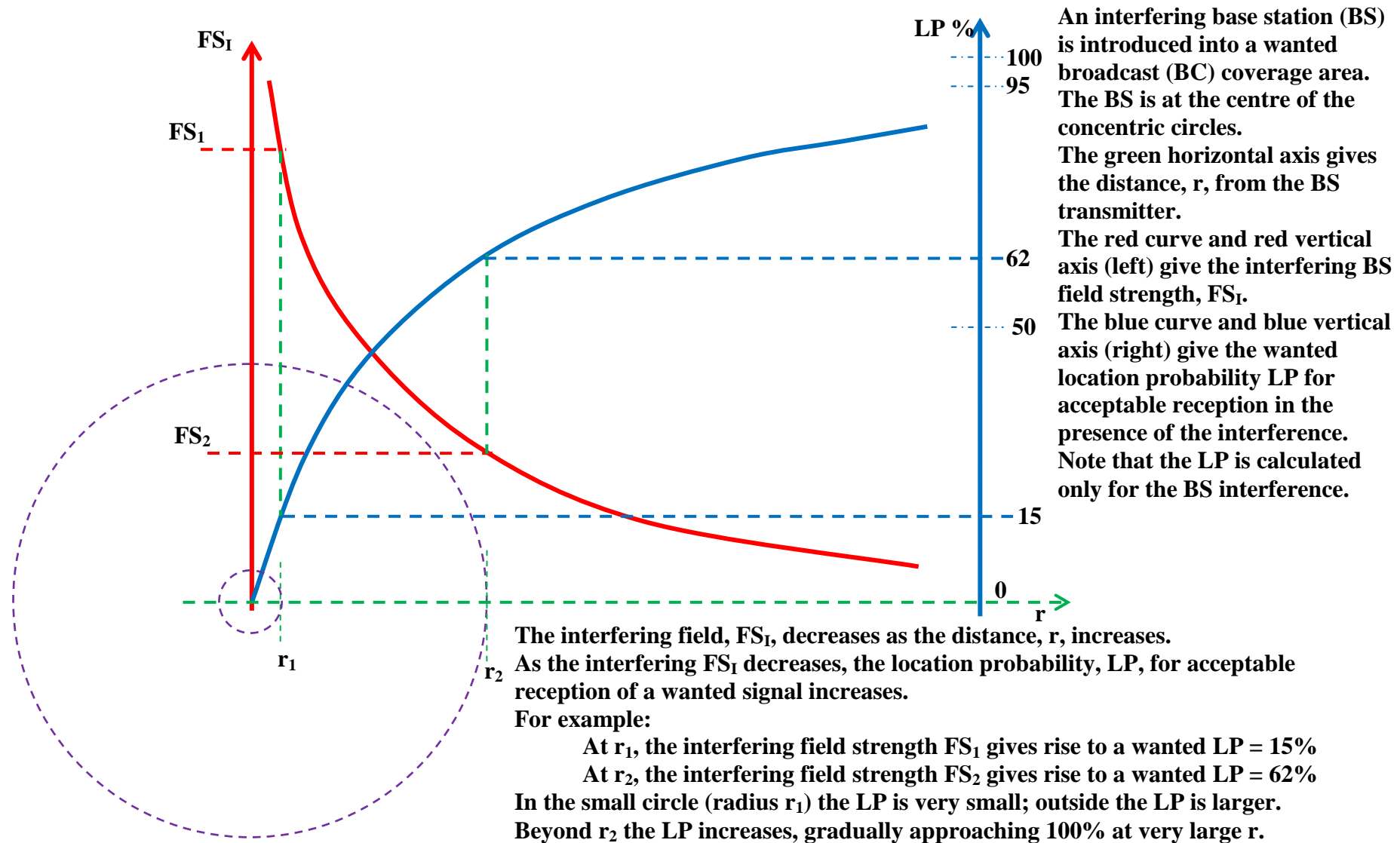
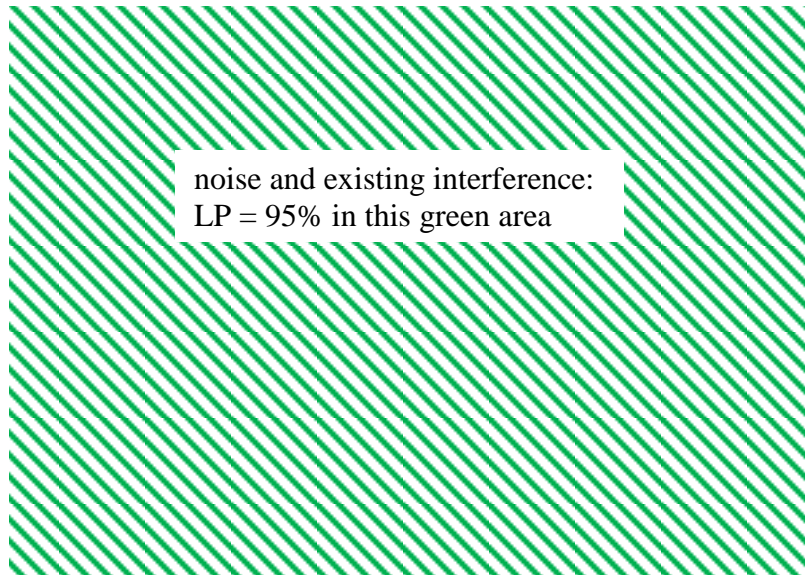
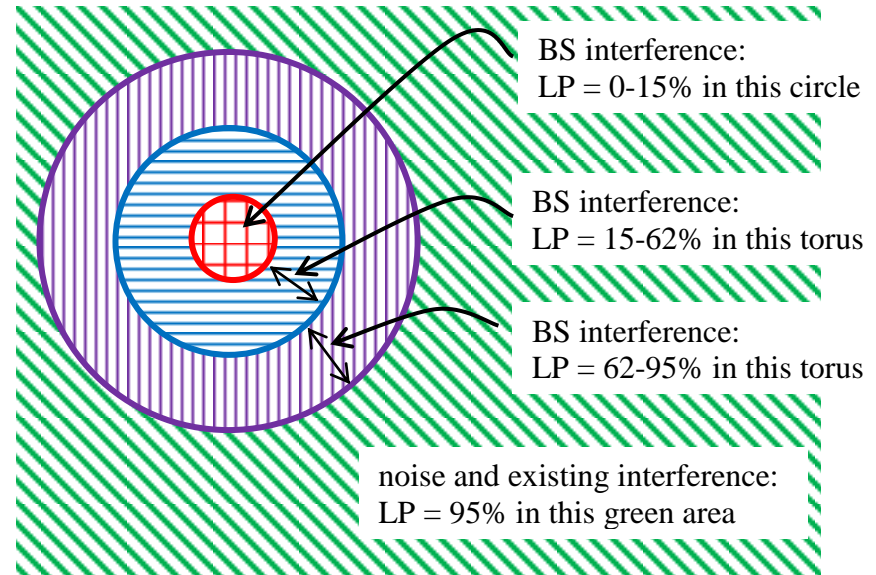


Figure A.1.1



BC area (shaded green) where an assumed uniform 95% location probability is achieved (in the presence of noise and/or existing interference) for BC reception, before a new base station (BS) and its additional interference are introduced.



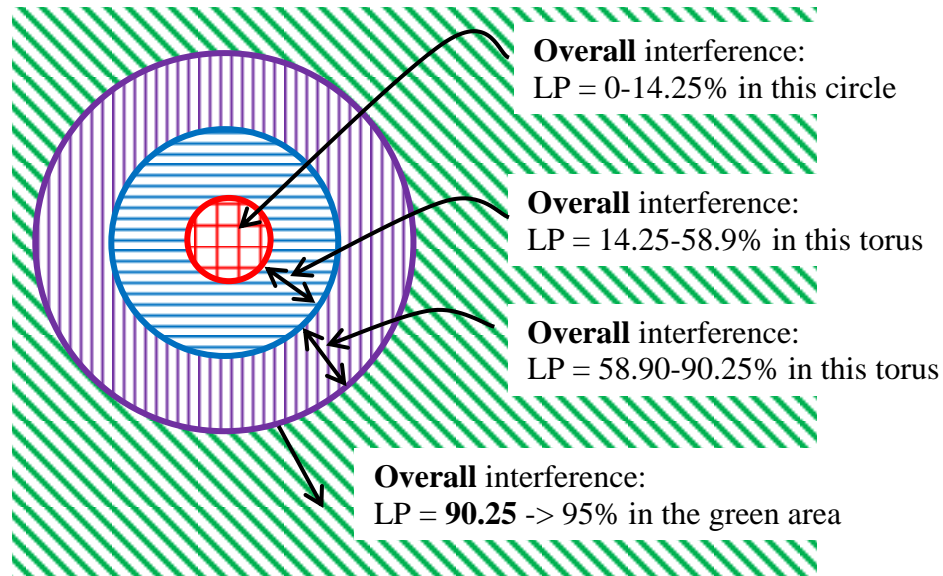
A new BS is introduced within the BC coverage area. Considering ONLY the BS interference (i.e. ignoring the noise and/or existing interference):

- The LP for BC at the red circle, radius r_1 , is 15%. Inside the red circle, the LP is less than 15%, becoming 0 at the centre.
- The LP for BC at the blue circle, radius r_2 , is 62%. Between the red circle and the blue circle, the LP is between 15%, and 62%.
- The LP for BC at the purple circle, radius r_3 , is 95%. Between the blue circle and the purple circle, the LP is between 62%, and 95%.
- Outside the purple circle, the LP increases from 95% and approaches 100% as the distance from the BS transmitter increases.

FIGURE A.1.2: 95% LP from BS

Individual LPs are displayed.

- the green shaded area has LP = 95%, due to noise and/or existing interference only,
- the circular/torus and rectangular shaped areas have LPs ranging from 0-15%, 15-62%, 62-95%, >95%, respectively, due to new BS interference only.

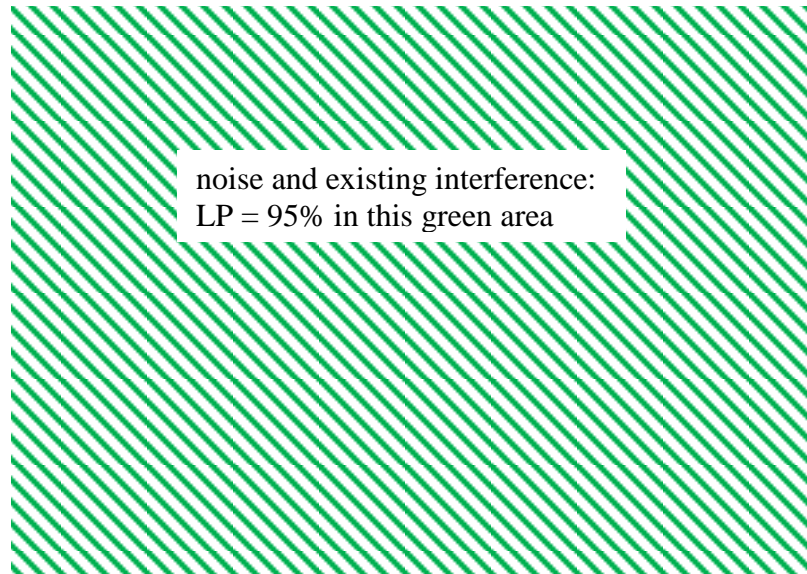


A new BS is introduced within the BC coverage area. Considering the **overall** interference (i.e. combining the noise and/or existing interference with the new, additional BS interference):

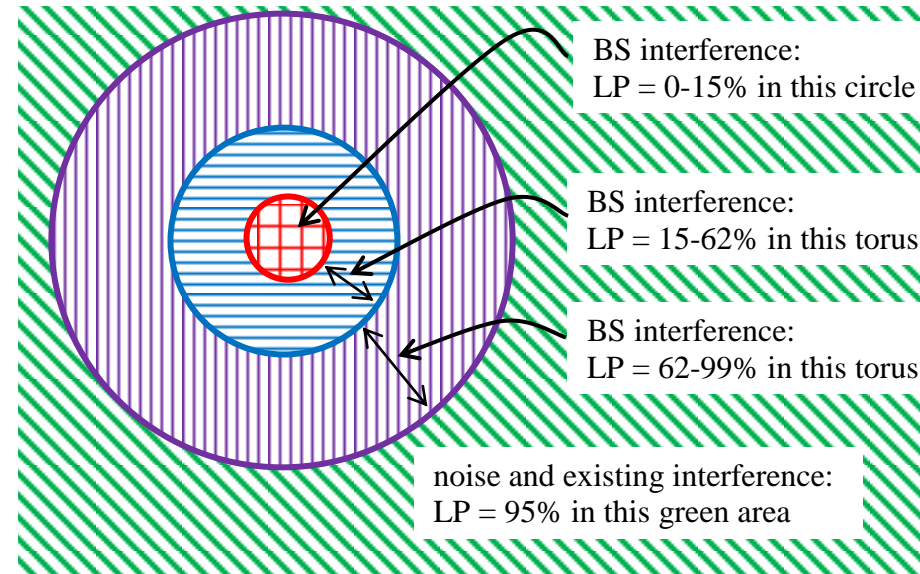
- The LP for BC at the red circle, radius r_1 , is 14.25%. Inside the red circle, the LP is less than 14.25%, becoming 0 at the centre.
- The LP for BC at the blue circle, radius r_2 , is 58.90%. Between the red circle and the blue circle, the LP is between 14.25%, and 58.9%.
- The LP for BC at the purple circle, radius r_3 , is 90.25%. Between the blue circle and the purple circle, the LP is between 58.90%, and 90.25%.
- Outside the purple circle, the LP increases from 90.25% and approaches 95% as the distance from the BS transmitter increases.

**FIGURE A.1.3: Combined probabilities
LP = 95% protection from BS**

If a simple combination of the probabilities is undertaken, the circular/torus and rectangular shaped areas have LPs ranging from from 0 to 14.25%, from 14.25 to 58.9%, from 58.9 to 90.25%, - greater than **90.25%** respectively, due to noise and or existing interference, plus new BS interference.



BC area (shaded green) where an assumed uniform 95% location probability is achieved (in the presence of noise and/or existing interference) for BC reception, before a new base station (BS) and its additional interference are introduced.



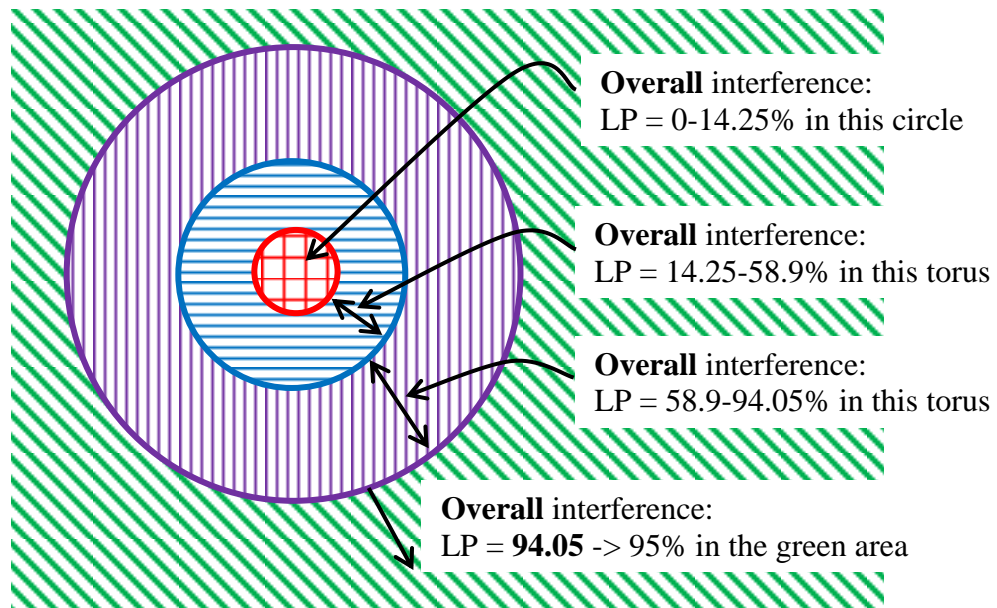
A new BS is introduced within the BC coverage area. Considering ONLY the BS interference (i.e. ignoring the noise and/or existing interference):

- The LP for BC at the red circle, radius r_1 , is 15%. Inside the red circle, the LP is less than 15%, becoming 0 at the centre.
- The LP for BC at the blue circle, radius r_2 , is 62%. Between the red circle and the blue circle, the LP is between 15%, and 62%.
- The LP for BC at the purple circle, radius r_3 , is 99%. Between the blue circle and the purple circle, the LP is between 62%, and 99%.
- Outside the purple circle, the LP increases from 99% and approaches 100% as the distance from the BS transmitter increases.

FIGURE A.1.4: 99% LP from BS

Individual LPs are displayed.

- the green shaded area has LP = 95%, due to noise and/or existing interference only,
- the circular/torus and rectangular shaped areas have LPs ranging from 0-15%, 15-62%, 62-99%, >99%, respectively, due to new BS interference only.



A new BS is introduced within the BC coverage area. Considering the **overall** interference (i.e. combining the noise and/or existing interference with the new, additional BS interference):

- The LP for BC at the red circle, radius r_1 , is 14.25%. Inside the red circle, the LP is less than 14.25%, becoming 0 at the centre.
- The LP for BC at the blue circle, radius r_2 , is 58.9%. Between the red circle and the blue circle, the LP is between 14.25%, and 58.9%.
- The LP for BC at the purple circle, radius r_3 , is 94.05%. Between the blue circle and the purple circle, the LP is between 58.9%, and 94.05%.
- Outside the purple circle, the LP increases from 94.05% and approaches 95% as the distance from the BS transmitter increases.

**FIGURE A.1.5: Combined probabilities
LP = 99% protection from BS**

If a simple combination of the probabilities is undertaken, the circular/torus and rectangular shaped areas have LPs ranging from 0 to 14.25%, from 14.25 to 58.9%, from 58.9 to 94.05%, greater than **94.05%**, respectively, due to noise and or existing interference, plus new BS interference.

Annex 2

Downlink vertical antenna pattern

The downlink vertical pattern, below, is taken from the JTG 5-6 Methodology.

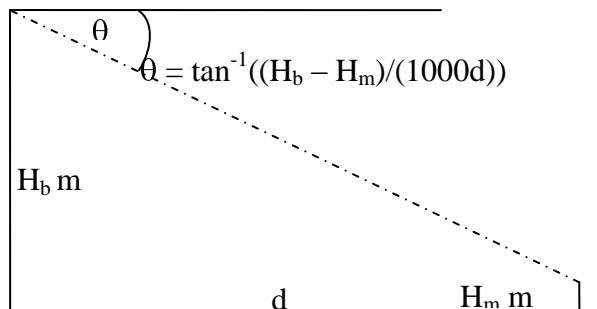
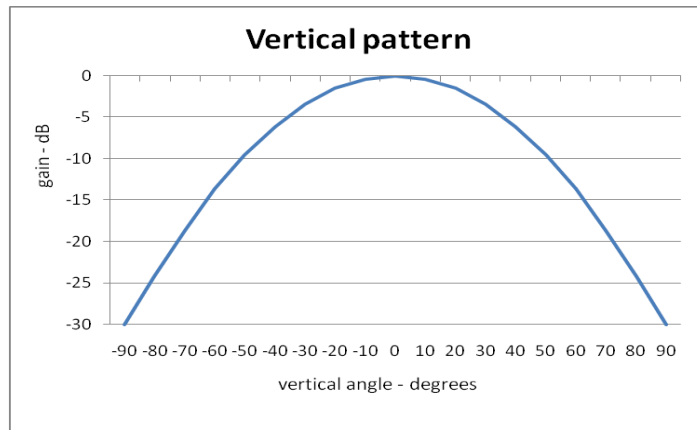
$$V(\theta) = -\min\left(12\left(\frac{\theta}{\theta_{3dB}}\right)^2, V_m\right) \quad -90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$$

$$\theta_{3dB} = 56^\circ, \quad V_m = 30dB$$

This pattern is displayed in the Figure.

FIGURE

Vertical receive antenna radiation pattern: $V(\theta)$



Then, because the mobile transmitter and receiver are taken to be H_b and H_m m, respectively, the additional attenuation due to antenna discrimination, as a function of the distance, d km, of the handset from the transmitter base is $A(\theta) = A(\tan^{-1}((H_b - H_m)/(1000d)))$.

Annex 3

Deformation of a circular hole in a tri-sector cell

Below is an extract of Table 1. If an interfering EIRP of 50 dBm would give rise to a circular hole of radius 67.4 m, under conditions of -60 dB protection ratio, then the effects of a 10 dB horizontal antenna discrimination in a tri-sector cell can be estimated using the same Table.

Effectively, the 10 dB antenna discrimination produces the same effect as an EIRP reduced by 10 dB: thus an EIRP equal to 40 dBm (= 50 dBm - 10 dB). As seen in the Table, this value of EIRP would give rise to an interference radius of 65 m. This ignores the summed interference contributions at the sector edges, which would increase the radius to about 80 m (i.e., a bit more than halfway between 65 and 95 m).

An overall hole in such a situation would appear as in the Figure.

EXTRACT FROM TABLE 1

Hole radius (m) for 99% location probability: $\mu = 2.33$

PR (dB)	EIRP (dBm)							
	30	35	40	45	50	55	60	65
-60	-	-	[24] 65	[13] 79	[7] 95	[3] 128	175	238

FIGURE A.4.1

