

Remiss på PTS tekniska EIRP begränsningsförslag punkt 2. för 700MHz mobilbandet.

Se även räknexempel i vår bilaga DOC 4204 Field Strength comparison RI vs Std antennas

Nedan följer ett antal egenskaper, observationer och klarlägganden för att inte orsaka interferens.

1. Att leverera bredbandigt LTE med full datahastighet och spektrumeffektivitet SE om 4,0 relativt GSM voice kräver inomhus till mobilen -72 dBm relativt GSM -104 dBm, eller 32 dB starkare signal. Med samma antenner, effekt, avstånd och signal där GSM fungerar, ger LTE bara 0,7 Mb/s. Och förbrukar då 100% RRH kapacitet i denna sektor. En enda kund i vitt ytterområde kan sänka hela sektorns kapacitet. En LTE VoD kund som vill ha kapacitet i bråd timme med 1 Mb/s motsvarande 100 GB/mån innebär 4 000 gånger mer GB /månad relativt GSM voice. Kunden vill ha servicen och operatören måste bygga 10 000 tals siter som är ineffektiva och för dyra på landsbygden. En RRH kan alltså supporta 40 eller 1 kund beroende på antennförstärkning. Endast drastiskt effektivare antennförstärkning, antal sektorer, MIMO8, samt fåtal men högre master kan lösa detta tekniskt och ekonomiskt.
2. En EIRP om 2500 W / 5MHz riskerar interferens och blockeringsproblem på mobiler till i närzonen till andra MS användare för andra närliggande operatörer, då basstationsantennerna finns på höjden 3 – 10m över mark. Placeras sändarantennerna däremot 10 ggr högre minskas däremot kopplingen till dessa med 100 ggr (kvadraten på avståndet), och en EIRP på <250 000 W / 5 MHz skulle orsaka mindre närzonsinterferens till andra användare. Även MS till BS mottagarens koppling skulle minska risken för interferens med samma faktor. En EIRP begränsning för MS apparater är helt relevant. Men icke BTS antenner om dessa placeras > 25m över mark.
3. Avses 1 st sändare på en 5 MHz kanal från 1 st antennport, eller totalt utstrålat 8 st sändare vid MIMO8 genom 8 olika antennportar? Om 8 sändare totalt avses innebär detta en kraftig signal reduktion och därmed kapacitetsmässigt helt reducerad spektrumeffektivitet.
4. Till detta kommer att BS Robin-Hood antenner med lobmax downtiltad -0,5 grad till $R = 10\ 000\text{m}$ har en upp till 100 ggr reducerad Effektiv EIRP = EEIRP. Och en 1 grad smal vertikallob som har i fjärrzonen > 2000m en effektiv förstärkning om 1600 ggr, men vid 500m <10 ggr, och vid < 100m <1,0 till 0,1. Medel EEIRP eller EIRP för alla passiva antenner är alltid = $P_a * 1,0$ exempelvis < 40W / 5 MHz. Och mottagen friskt signal i en dipol $P_2 = P_a * G_x * \lambda^2 / (4 * \pi * R)^2$. För en smal phased array vertikallob erhålles full förstärkning G_{max} först vid $R > 2 * H^2 / \lambda$ exempelvis 2000m = $2 * 20^2 / 0,4$. Och förstärkningen i närzonen är < 1,0. En 2,5 m hög std 18 dBi antenn däremot G_{max} vid $R = 31\text{m}$. Och en MS antenn vid $R = 0,5\ \text{m}$.
5. EEIRP är en korrektare kalkyl som utnyttjar verklig antennförstärkning, något som går att mäta och kalkylera, genom att mäta tillförd effekt till antensystemet, och multiplicera med G_x som är starkt beroende på H antennhöjden, R avståndet och horisontellt strålningsdiagram och vertikalt strålningsdiagram som i sin tur är starkt avståndsberoende och fyrdimensionellt mellan 0 - 2000 m. Max förstärkningen G_{max} når marknivå genom en downtilt av loben vid normalt ca 12 000 m avstånd, men kan justeras beroende på topografin i olika sektorriktningar
6. Fältstyrka eller dBm eller EffektivEIRP önskas vid nationsgränsen eller inom en zon kanske 10 km därifrån mätbar i dBuV/m på 1,5m nivå utomhus. För att inte interferera med nationsgrannar utan samordning vid nationsgränsen är det lämpligt att begränsa gränzons fältstyrkan exvis i dBm / 1,5m

7. Effekttäthet $< 2 - 10\text{W}/\text{m}^2$ frekvensberoende 400 - 2000 MHz enligt ICNIRP avseende person-exponering av allmänheten, skall alltid gälla på ett dokumenterat avstånd. Gällande total utstrålning för flera sändare och operatörer från en basstation.
8. Effekttäthet på ytan av antenn mätbar till W/m^2 . Av personsäkerhetsskäl enligt ovan. En std antenn exvis std 18 dBi med $65 \times 7,6$ degr lobar, MIMO $2 \times 40\text{W} / 2,5\text{m} \times 0,3\text{m} = 106 \text{ W} / \text{m}^2$. Ej tillåtet, då ICNIRP normen överskrides ca 26 ggr :
Och en Robin-Hood array med 16 paneler, 32 dBi 20×1 grad lobar, MIMO $8 \times 40\text{W} / 20 \times 0,64\text{m} = 25 \text{ W} / \text{m}^2$. Eller 4 gånger lägre än std, trots 25 ggr högre förstärkning som ger högre siteyta samt högre Datarater, samt 18 sektorer som ger ytterligare 6 ggr högre spektrumverkningsgrad och sitetrafik / MHz.
9. För att skydda LTE och andra mobiler från olika operatörer i närzonen av en BTS antenn från blockering, intermodulation, brusmatta etc., ger en lågt placerad BTS antenn exempelvis följande koppling $= G1 + G2 - 20 \log \lambda / 4 \times \pi \times 30\text{m} = -5 + 0 - 20 \log 0,4 / 12,2 \times 30\text{m} = -64,5$ dB, vilket i BS RRH betyder exvis $22 \text{ dBm} - 64,5 \text{ dB} = -42,5 \text{ dBm}$. Detta skyddar tillräckligt de flesta BS RRH RXs. Låga höjder däremot tveksamt, och högre höjder samt Robin Hood antenner med höga förstärkningar mycket bättre. I nedlänken med samma koppling och med $P_a 40 \text{ W}$ erhålles i närzonen $MS 46 \text{ dBm} - 64,5 \text{ dB} = -18,5 \text{ dBm}$ vilket skyddar de flesta mobiler. Lägre höjder ger mindre skydd, och höga höjder samt vertikala Robin-Hoodantenner ger mycket högre skydd även med mycket höga nominella EIRP belopp.
10. Fältstyrka i närzonen av basstationen är mätbar som dBuV/m eller W/m^2 eller dBm i en dipol genom frisikt-dämpning, antenn koppling med fyrdimensionell variabel för G_x . För att inte behöva ha tillgång till RRH sändareffekt eller exakta fyrdimensionella antenndata, är den bästa mätmetoden och spec kravet att **specificera max mottagen signal dBm i en dipol-mätantenn 1,5 m över mark.**
11. EIRP är en starkt förenklad, ej mätbar och i många fall helt missvisande definition och egenskap som utnyttjar en definition som $P_a \times G_{\text{max}}$. Exempelvis $40 \text{ W} \times 62,5 = 2\,500 \text{ W}$ genom en 40 W RRH matande en traditionell 8 dipolers $65 \times 7,6$ graders 3 sektors horizontal och vertikal lobantenn med en direktivitet av max 18 dBi mot horisonten. Avseende antennerhöjder 0-50m över mark.
Samt något högre, $5\,000 \text{ W}$ EIRP med en 16 dipolers $65 \times 3,8$ graders 3 sektors horizontal och vertikal lobantenn med en direktivitet av max 21 dBi mot horisonten. Avseende alla antennerhöjder $> 50\text{m}$ över mark. Borde vara **kvadratisk** ökande med höjden relativt exvis 30m.
12. Sedan 50 år tillbaka tilläts TV sändare i bandet 470-854 MHz ifrån höga master per 8 MHz ha en EIRP i USA på $3\,000\,000 \text{ W}$ och i Sverige $1\,000\,000 \text{ W}$. Nuvarande DTV sändare utnyttjar $300\,000 \text{ W}$ EIRP med 360×1 grad lobar. Fysikaliskt innebär 1 grad vertikala lobar från 64 vertikala dipoler att dessa samverkar och når marken helt först på ett avstånd $> 4\,000$ meter. I närzonen $R=0 - 500 \text{ m}$ är förstärkningen i lobmax tiopotenser lägre. En 8 dipolers vertikalt std antenn har däremot full förstärkning och EEIRP från avståndet 78 m.
13. En högkapacitets högmast med antenn COR 300 m med 40 W 750 MHz $\times 32$ dBi med en strax före horisonten EIRP om $64\,000 \text{ W}$ har enligt oku-hata relativt 45 m COR 18 dBi 40 W EIRP 2500 W vid samma datarater, en **80 gånger större yta**. Liknande gäller för de högre kompletterande kapacitets-banden 1710-2690 MHz
14. Genom att ersätta den olämpliga EIRP begränsningen med den noggrannare EEIRP definitionen eller allra noggrannast och relevanta, **enkelt mätbara fältstyrkan i dBm vid 1,5m utomhus**. Och därigenom tillåta modern antennteknik med high gain phased array och Robin-Hood antenner, erhålles i sammanfattning:

15. SPEKTRUMEFFEKTIVITET

Genom förbättring av tillåten antennförstärkning från tidigare standard 18 dBi med 3 sektorer till >32 dBi och >18 sektorer, för dels 750 MHz bandet, men även gamla 800-900-1800-2170-2690 MHz banden, kan signalnivån i landsbygdens ytterområden förbättras och SE per RRH och sektor i BH ökas från i medeltal typ 0,5 till 3,0. Samt att 6 ggr fler sektorer och med MIMO8 innebärande trafik per site och Spektrum effektivitet **SE upp till 36 ggr högre**, med given nedlänks bandbredd. Spektrumeffektivitet innebär dessutom att hela mobilbanden > 300 MHz plus TV-WS, borde från varje mast ge tillräcklig signal för SE 3,5 genom 18 sektorer, MIMO8 genom > 1 000 lågeffekts RRHer till alla operatörer. Som ger en site kapacitet upp till **200 000 Mb/s**. Önskvärt och möjligt för 15Mb/s / BH 4kVoD och snart 8 kVoD. För PTS måste spektrumeffektivitet, energiförbrukning, samhällsekonomi och landsbygdstäckning vara överordnat relativt en föråldrad icke relevant ETSI EIRP specifikation.

16. ENERGIFÖRBRUKNING

Med högre levererad signal trots lägre effekt RRHer, utan kabelförluster, 25 ggr högre antennförstärkning samt fåtal högre (+9,8...+21,4 dB), starkare master och en total **signalförbättring på typ. 933 ggr** i ytterområdena, kan energiförbrukningen per levererad >100 GB / månad och kund på landsbygden reduceras typ 5 ggr, samt möjliggöra 97% gröna siter i master med kapacitet till upp till 500m² Sol-PV moduler i glesbygden utan nätanslutning.

17. SAMHÄLLSEKONOMI

Genom att tillåta och genomföra antennuppgradering på de 5 000 bästa GSM byggda siter, kan dessa master med given EPA vindbelastningstyrka distribuera **6 - 36 gånger högre Mb/s** i BH och GB per månad, genom alla gamla band liksom det nya 750 bandet. Nya master 118 - 153-240-320 m optimerade för mycket större inomhustäckningsyta, datahastigheter, kapacitet per operatör, alla frekvensband, och öppna med framtidssäker kapacitet för 4G och 5G genom > 432 antennum och > 864 RRHer för alla operatörer. Innebärande **-87....-95% lägre kostnad / kund vid > 100 GB/mån samt > 15 Mb/s inomhus /RRH**. Eller >> 100 Mb/s 4G, 5G genom spektrum aggregation med samallokerade högre band och MIMO8. Relativt traditionell 18 dBi antennteknik.

18. MARKNADSKONKURRENS

Genom den nya högkapacitets antenn och masttekniken, kan en ny 750 MHz operatör genom **ca 500 nya högre**, högeffektivare master, för egen del köpa Super Coverage och Kapacitet för 600 MSEK stälkostnad, samt erhålla bättre landsbygdstäckning och nätkapacitet än de befintliga 800 LTE operatörerna kan, och till en väsentligt lägre kostnad / GB. Och dessutom mycket lönsamt erbjuda öppna, gröna sitehotell med > 432 antennum för uthyrning till övriga MNOer, som kan då erhålla liknande prestanda. Den nya 750 MHz operatören erhåller trots den låga bandbredden en **väsentligt lägre capex och opex** per km², per kund och levererad GB, än de etablerade operatörerna med >10 000 gamla, låga och EPA begränsade lågkapacitets master, med std antenner som levererar för låg signal och därmed låg spektrumeffektivitet och höga kostnader / GB i alla avseenden.

19. KONSUMENTNYTTA PÅ HELA LANDSBYGDEN OCH INOMHUS

Äntligen kan landsbygdsbefolkningen få bättre täckning, högre inomhus datarater, och högre GB kapacitet. Inte pga nya 30 MHz i 750 MHz bandet med dyrbar konventionell teknik. Utan för att även **de gamla banden öppnas upp** för dramatiskt förbättrad antenn och mastteknologi, som ger landsbygdstäckning av Mb/s i BH och GB till en lönsam och lägre kostnad för alla operatörer, relativt GB i tätorter från många små ineffektiva siter med låg kapacitet. Sverige kan återigen bli ett mobilt föregångsland genom snabbt utbyggd höghastighets mobiltäckning i hela landet, överallt.

