

Dårlig mobil dækning - bliver det løst med 5G?

Gert Frølund Pedersen
Institut for Elektroniske Systemer, Aalborg Universitet

Antag et system med en senderantenne placeret på en 10 m høj mast.

Senderantennen har 10 gange forstærkning. Modtageren er placeret 1 m over jorden og er en mobil telefon hvori der sidder en antenne med 2 gange forstærkning.

Systemet har sendeeffekten 20 W (ved antennen) og der kræves et signal på mindst 10-13 W for at modtageren fungerer optimalt og datakommunikation er mulig. Systemet bruger en bærefrekvens på 0.9GHz (0,9 x 10⁹ Hz).

Opgave 1:

Beregn hvad dæmpningen i radiokanalen maksimalt må være, for at datakommunikation er mulig. Det er når, der er frit udsyn imellem sender- og modtagerantenne og der ses bort fra refleksion af radiobølgerne på jorden.

I det tilfælde kan den modtagende effekt findes med brug af Friis formel:

$$P_m = P_s \cdot G_m \cdot G_s \cdot \left(\frac{c}{4\pi d f} \right)^2$$

Hvor **P_m** og **P_s** er hhv. den modtagende og sendte effekt i Watt.

G_m og **G_s** er forstærkningen i antennerne i hhv. modtageren og senderen.

c er konstant for lysets hastighed og **f** er frekvensen systemet bruger til at sende og modtage.

d er afstanden mellem sender og modtager.

Opgave 2:

Der opbygges et system bestående af celler, hver med en sendemast i centrum. Beregn den maksimale radius af en cirkulær celle der kan bruges så der sikres dækning af hele arealet, så der ikke forekommer "radio huller" i landskabet. Forudsæt at der kan bruges fritrums udbredelse uden refleksioner og blokeringer – dvs. Friis formel kan bruges.

Opgave 3:

I praksis kan man ikke se bort fra refleksionen fra jorden. Det såkaldte **breakpoint** angiver afstanden, hvor der skal bruges en anden model for den modtagne effekt. Breakpointet er givet ved:



$$d_{break} = \frac{4 \cdot h_s \cdot h_m}{c} \cdot f$$

hvor **h_s** og **h_m** er højderne over jorden for henholdsvis sender- og modtagerantennener, **c** er konstant for lysets hastighed og **f** er frekvensen systemet bruger til at sende og modtage.

- Beregn d_{break} for det skitserede system.

Opgave 4:

Beregn effekten P_{break} som modtages ved afstanden d_{break} , dvs. den maksimale afstand, hvor fritrumsudbredelse kan antages.

Opgave 5:

Ved afstande større end d_{break} aftager effekten proportionalt med $\left(\frac{d}{d_{break}}\right)^n$ hvor **n** er den såkaldte "pathloss eksponent".

Opstil den samlede formlen som angiver den modtagne effekt som funktion af afstanden d . Dvs. afstand tættest på sender masten er det Friis's formel og fra breakpunktet er det formel med "pathloss eksponent".

Opgave 6:

Beregn den maksimale celleradius, når der tages højde for en enkelt ideel refleksion på jorden, stadig med frit udsyn imellem sender og modtager antenne (der ses bort fra jordens krumning).

Brug formlen opstillet i Opgave 5 og antag $n=4$.

Opgave 7:

I den virkelige verden er der mange refleksioner og blokeringer for mobilsignalet og her ses i praksis ofte en "pathloss eksponent" på 6, ($n=6$).

Desuden er breakpunktet ofte givet ud fra de bygninger, der blokerer den direkte vej for signalet. Inde i byer er det ofte kun de første 50-100 meter, der kan antages fritrumsudbredelse.

Hvor mange flere master skal der til for at dække arealet med $n=6$ i forhold til fritrums tilfældet?

Beregn forskellen i dækningsareal i de to tilfælde:

Breakpoint beregnes efter fritrum med refleksion fra opgave 5 med $n=6$.

Breakpoint gives af bygninger etc. tæt på senderen og sættes til 50 meter.



Opgave 8:

I fremtidens "rigtige" 5G system vil der bliver brugt en frekvens på 28 GHz, hvor der er plads til rigtig høje data hastigheder. Hvilken indflydelse vil det få på den manglende mobildækning?

Hvilke tekniske løsninger ser I på dækningsproblemet – I kan evt. kombinere jeres viden fra de ovenstående systemer og frekvenser til at lave en god dækningsplan for hele landet – både i den tæt befolkede by og på de landlige steder, hvor der er få mennesker, der har brug for dækning.