

# ANTENNER og antennebegreber

## 1. Hvad er en antenne?

## 2. Antennetyper

### 2.1. Fastmonterede antenner

### 2.2. Antenner for bevægelige enheder

## 3. Hvor "god" er en antenne?

## 4. Målinger på antenner

# Antenner

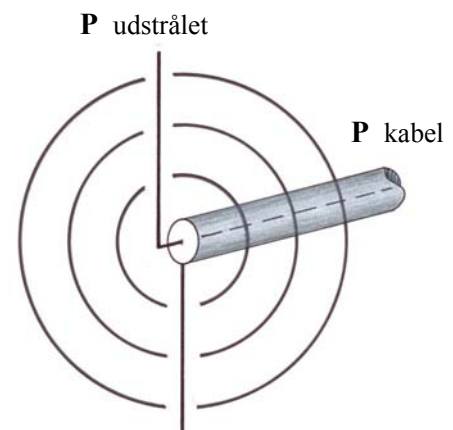
## 1. Hvad er en antenne?

### *En antenne er en transducer*

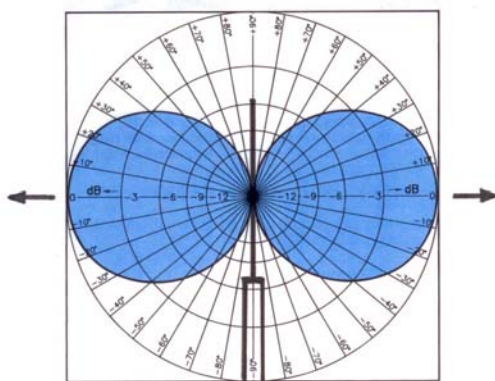
En antenne er en transducer, dvs. en "omsætter" mellem 2 medier. Antennen omsætter elektromagnetisk energi i et kabel til elektromagnetisk energi i rummet.

Forskellige egenskaber ved antennen afgør, "hvor effektivt" denne omsætning udføres.

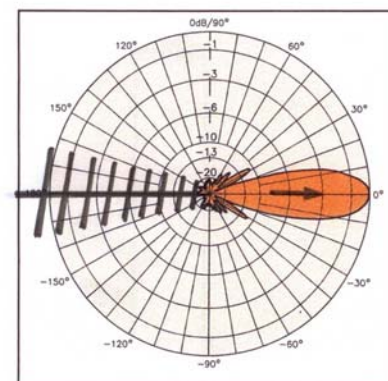
1. vi er interesseret i, at så meget som muligt af energien i kablet fortsætter som udstråling i rummet, dvs.:  
**antennen selv må ikke forbruge energi.**
2. Vi er interesseret i, at antennen koncentrerer sin udstrålede energi så effektivt som muligt på den måde, vi ønsker det. Gør den det, kan man enten opnå en større rækkevidde, eller man kan opnå, at sendeeffekten kan mindskes, indtil rækkevidden netop passer til den ønskede.



Antennen omsætter elektromagnetisk energi i et kabel til elektromagnetisk energi i rummet.



Rundstrålende antenne



Retningsantenne

**Antenneteknik er altså i virkeligheden et spørgsmål om at holde hus med energien.**

## 2. Kommunikationsantennetyper

Man skelner  
mellem:

### 2.1. Fastmonterede antenner

### 2.2. Antenner for bevægelige ("mobile") enheder



Fastmonteret antenne  
(Basestationsantenne)

Antenner for "mobile" enheder  
kan igen opdeles i:

#### 1. Land-mobile antenner (Køretøjsantenner)



Landmobilantenne

#### 2. Maritim-antenner (Skibsantenner)



Maritimantenne

#### 3. Portabel-antenner (Antenner til bærbart kommunikationsudstyr)



Portabelantenne



Portabelantenne

#### (4. Flyantenner)



Flyantenne

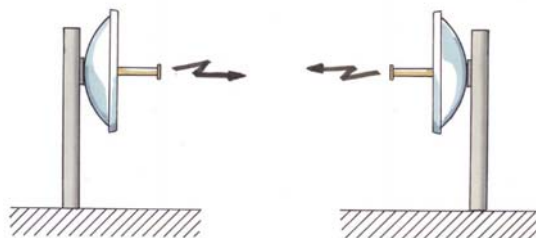
I daglig tale anvendes ordet "mobil-antenne" oftest som betegnelse for en køretøjsantenne.

## 2.1. Fastmonterede antenner

**Fastmonterede antenner (engelsk: base station antennas )** kan være *rundstrålende*, *retningsbestemte* eller have en *specialdesignet udstråling*, som giver antennen et ganske bestemt dækningsområde.



Rundstrålende



Linkforbindelse (Retningsbestemt)

### ***Rundstrålende antenner***

Rundstrålende antenner anvendes oftest til kommunikation med mobile enheder, hvis position er uforudsigelig i forhold til base-stations-antennen.

### ***Retningsbestemte antenner***

Retningsbestemte antenner anvendes, hvor det vides hvor eller inden for hvilket afgrænset område modtageren af det afsendte signal befinder sig.

### ***specialdesignet udstråling***

Antenner med speciel, skræddersyet retningskarakteristik anvendes til at dække et nøje afgrænset, eventuelt usymmetrisk område, som regel med det formål ikke at forstyrre eller blive forstyrret af andre radiosystemer.



Afgrænset dækningsområde

## 2.2. Antenner for bevægelige enheder

### 2.2.1. Land-mobile antenner

#### *Kvartbølgeantenner*

De almindeligste køretøjsantenner udnytter biltaget som den ene halvdel af antennesystemet.

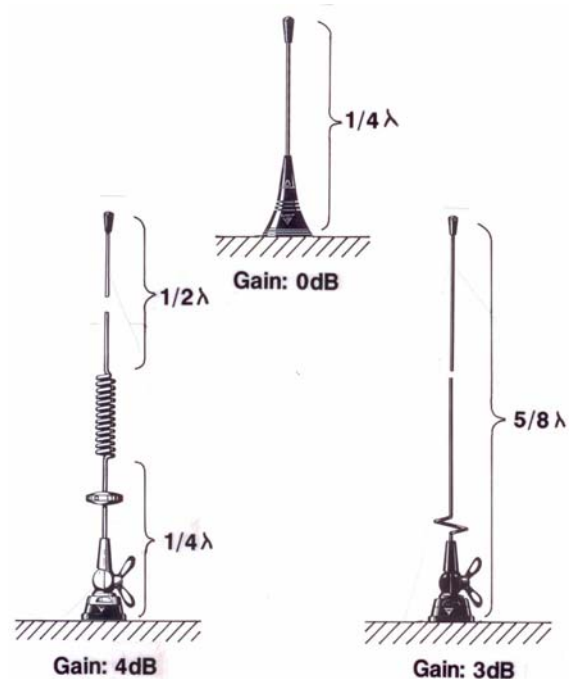
Antennen er en såkaldt "monopol på jordplan". Grundtypen er en såkaldt kvartbølgeantenne.

Man udnytter her, at antennen er tæt på  $50 \Omega$ , når pisken er ca.  $1/4$  bølgelængde lang ved arbejdsfrekvensen.

Når pisklængden øges, stiger antennens gain. Gain'et falder dog igen, hvis pisklængden bliver over  $5/8$  bølgelængde.



Mange antenner udnytter biltaget som den ene halvdel af antennesystemet.



Når pisklængden øges, stiger antennens gain.

#### *Collineære antenner*

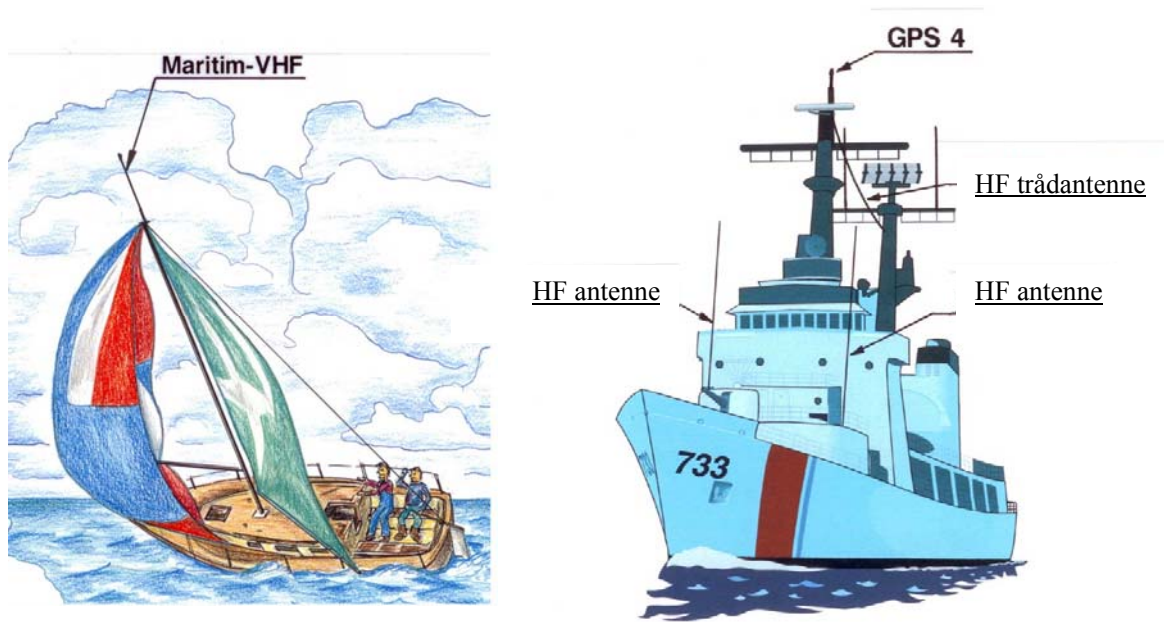
Skal der opnås yderligere gain, må man anvende såkaldt "collineære" antenner, hvor flere udstrålende strålerstykker er stablet oven på hinanden og arbejder sammen om at koncentrere udstrålingen i horisonten.

Bedste monteringssted er midt i biltaget, hvor bedste rundstrålingskarakteristik opnås.

### 2.2.2. Maritim-antenner

Maritimantenner minder meget om rundstrålende basestationsantenner, blot stilles der her som regel skærpede krav til mekanisk robusthed og korrosionsbestandighed.

Maritim kommunikation foregår overvejende på mellembølge-, kortbølge og maritim-VHF-båndene.



Maritimantenner minder om rundstrålende basestationsantenner, dog med skærpede krav til robusthed.

### 2.2.3. Portabel-antenner

#### **Kvartbølgeantenner**

Portabelantenner er ligesom mobilantenner som regel 1/4 bølgeantenner "monopoler", som udnytter portabelapparatets chassis som jordplan, dvs. som den ene halvdel af antennesystemet. Som følge af dette som regel utilstrækkelige jordplan, samt håndens eller kroppens tilstedeværelse er udstrålingen fra portabelapparater ofte meget dårligt defineret, og man må generelt regne med lav virkningsgrad for portabelantennesystemer, både på grund af mistilpasningstab og tab på grund af "væltet" udstråling.

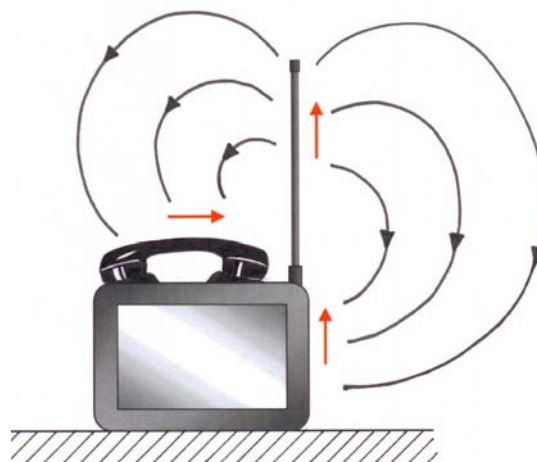


Portabelantenner er som regel 1/4 bølgeantenner "monopoler".

#### **Halvbølgeantenner**

Anvendes imidlertid antennepiske, som er 1/2 bølglængde lange sammen med et tilpasningskredsløb, kan man opnå, at antennen er uafhængig af kabinettet.

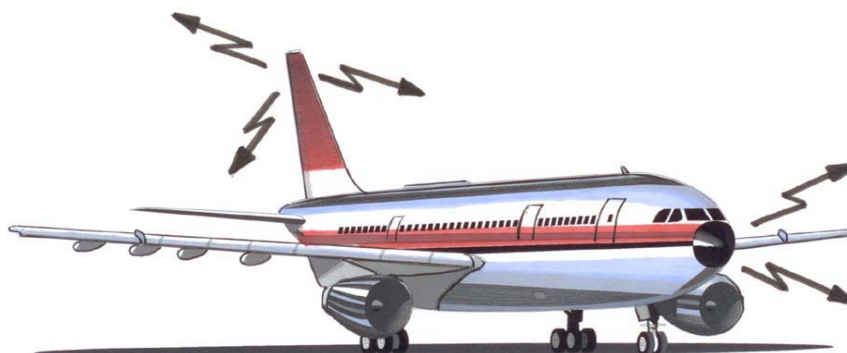
Antennen fungerer "i sig selv", og i middelværdi opnås en så kraftig forbedring som 5 dB! (i forhold til en 1/4 bølgeantenne på samme apparat).



En forbedring på 5dB opnås ved brug af en 1/2 bølgeantenne + et tilpasningskredsløb.

### 2.2.4. Flyantenner

Flyantenner var før i tiden altid anbragt uden for flyets krop, men i vore dage behersker man til fulde den teknik, som er nødvendig for at kunne indbygge antennerne som en integreret del af flyets krop og alligevel opnå en tilfredsstillende udstrålingskarakteristik.



Flyantenner er i dag integreret i flyet

### 3. Hvordan beskriver man, hvor god en antenne er?

Fire ”tal” beskriver, hvor god en antenne er i forhold til det ønskede:

|   |                        |
|---|------------------------|
| <b>SWR</b> = Standbølgeforhold<br>(Standing wave ratio) | <b>G</b> = Gain        |
| <b>D</b> = direktivitet                                 | <b>BW</b> = båndbredde |

(Begrebet ”polarisation” vil vi ikke komme ind på her)

#### 3.1. SWR

Hvis antennens impedans er forskellig fra kablets impedans, vil antennen reflektere noget af den tilførte energi retur ad fødekablet tilbage til senderen, hvilket naturligvis er uønsket.

Normalt er kablets impedans 50  $\Omega$ . Hvis  $R_a$  betegner antennens impedans defineres standbølgeforholdet som:

$$\text{SWR} = R_a/50 \Omega \quad (\text{Hvis } R_a \text{ er større end } 50 \Omega)$$

$$\text{SWR} = 50/R_a \Omega \quad (\text{Hvis } R_a \text{ er mindre end } 50 \Omega)$$

Eksempler:

$$\text{Hvis } R_a = 50 \Omega \text{ bliver } \text{SWR} = 1.0$$

$$\text{Hvis } R_a = 100 \Omega \text{ bliver } \text{SWR} = 2.0$$

$$\text{Hvis } R_a = 25 \Omega \text{ bliver } \text{SWR} = 2.0$$

Vi er altså interesseret i, at SWR ligger så tæt på 1,0 som muligt for at få mest effekt overført fra kablet til antennen.



### 3.2. Direktivitet D

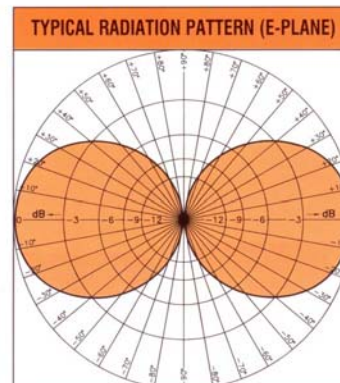
Direktiviteten **D** er et udtryk for antennens evne til at dirigere den udstrålede effekt "et bestemt sted hen".  
Man taler normalt om enten *rundstrålende* eller *retningsbestemte* antenner.

#### *Rundstrålende*

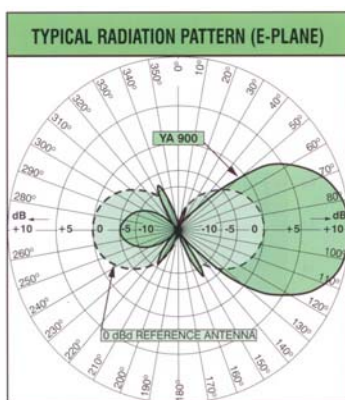
En rundstrålende antenne med en høj direktivitet har en udstråling, der minder om en pandekage.

#### *Retningsbestemt*

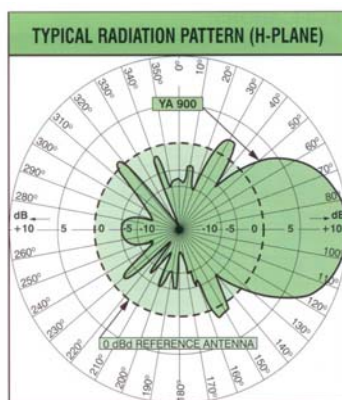
En retningsbestemt antenne med høj direktivitet har en udstråling, der minder om lyskeglen fra en projektør.



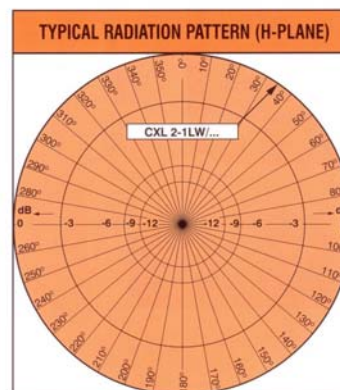
Rundstrålende



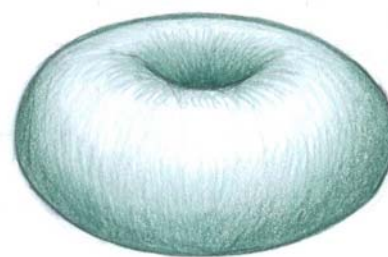
Retningsbestemt



Retningsbestemt



Rundstrålende



Rundstrålende

### 3.3. Gain G

En antennes gain defineres som  $G = \eta \cdot D$ , hvor  $\eta$  betegner antennens virkningsgrad.  
I gain-værdien er altså indbefattet eventuelle tab i antennen.  $\eta$ -tallet er altid mindre end direktiviteten.  
I langt de fleste antenntyper er egettabet så lille, at man kan regne  $G = D$ .

### 3.4. Båndbredde

En antennes båndbredde er det frekvensområde, hvor den fungerer efter hensigten, dvs. både gain og SWR er inden for nærmere specificerede grænser.

## 4. Hvordan måler man, hvor god en antenne er?

### 4.1. Måling af SWR

#### *Standbølgeforhold*

Standbølgeforholdet måles normalt ved, at man indsætter et apparat i antennens fødekabel og måler hvor meget effekt, der kommer retur fra antennen i forhold til den effekt der sendes frem.

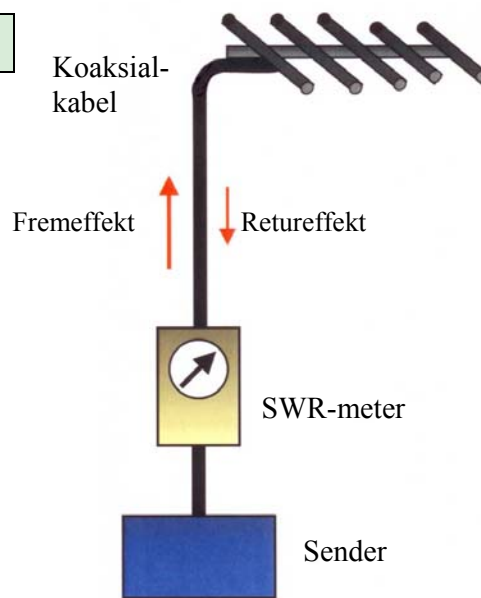
Et sådant apparat kaldes en retningskobler.

#### *Retningskoblere*

Retningskoblere eller "standbølgetre" til under 150 MHz er forholdsvis billige og rimeligt nøjagtige.

Over 400 MHz er nøjagtige metre dyre.

Det mest kendte universalinstrument er et BIRD-Wattmeter.

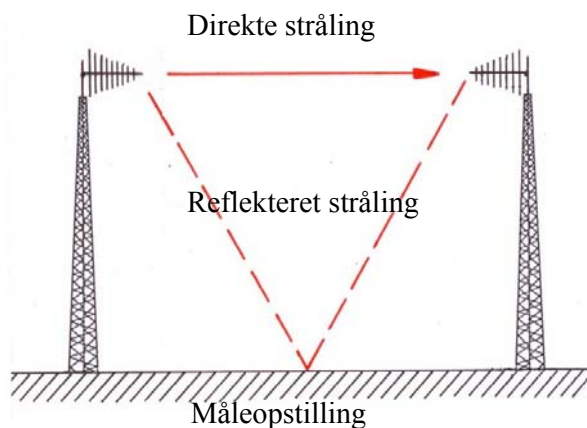


Måling af standbølgeforhold.

### 4.2. Måling af gain

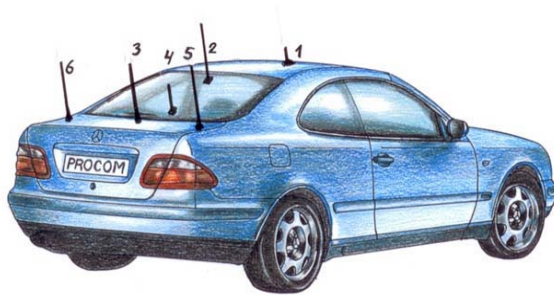
En antennes gain måles i forhold til en anden, nærmere bestemt antennes gain ved en sammenligningsmåling.

Denne sidste antenne kaldes for en referenceantenne, og referenceantennen er forskellig hvad enten man taler om basestationsantenner, mobilantenner eller portabelantenner.



### ***EIA RS-329-1 norm for basestations- og mobilantenner***

EIA RS-329-1 er en internationalt gældende norm for måling af gain for basestations- og mobilantenner. Ifølge denne norm angives basestationsantenners gain i forhold til en halvbølgedipol og mobilantenners gain i forhold til en kvartbølgepisk midt på biltaget.



EIA RS-329-1 norm bruges for basestations- og mobilantenner

### ***Ingen international norm for portabelantenner***

Der findes ingen international norm for måling af portabelantenners gain. Almindelig gængs praksis er dog at anvende en "kvartbølgeantenne på samme apparat" som referenceantenne.

På grund af det udefinerbare jordplan som et håndapparat udgør, er det nødvendigt at udføre statistiske middelværdiberegninger på et stort antal målinger for at kunne angive en portabelantennes gain rimeligt nøjagtigt.

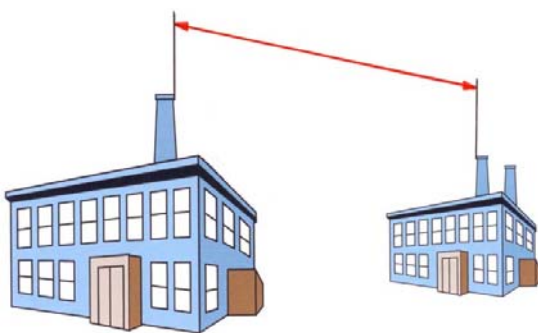
### ***CCIR 368.3. norm for mellem- og kortbølgemaritimantenner***

Mellembølge- og tildels kortbølgemaritimantenner måles efter den internationale norm CCIR 368.3. Referenceantennen er her en 1/4 bølgeomopolantenne over vand, for hvilken der er opgivet beregnet feltstyrke som funktion af afstanden fra antennen, når denne påtrykkes en bestemt effekt.

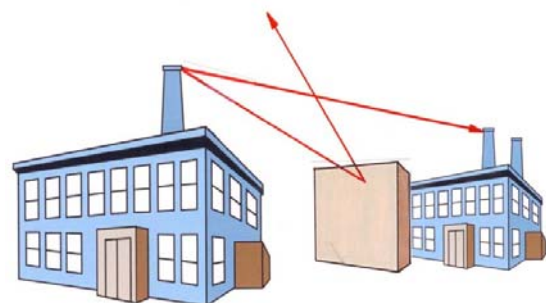
### ***Måling og beregning***

En antenne, hvis gain skal måles, påtrykkes da et signal af kendt størrelse, og man måler feltstyrken i en vis afstand. Ved at regne tilbage kan man beregne, hvor meget antennen er (som regel) dårligere end referenceantennen. Gain'et opgives her som en virkningsgrad.

Antenner for maritim-VHF udmåles som basestationsantenner.



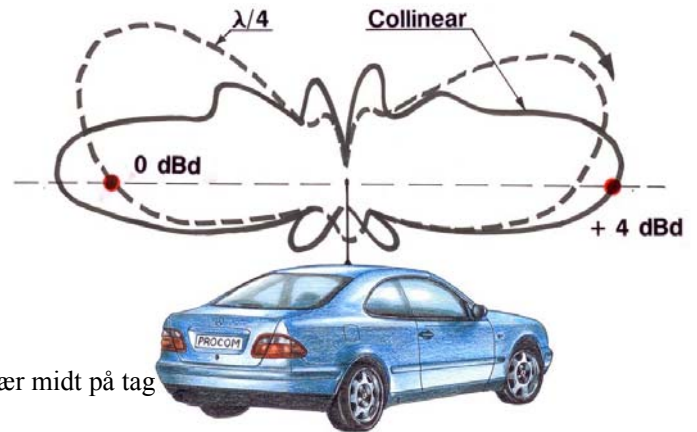
Direkte stråling



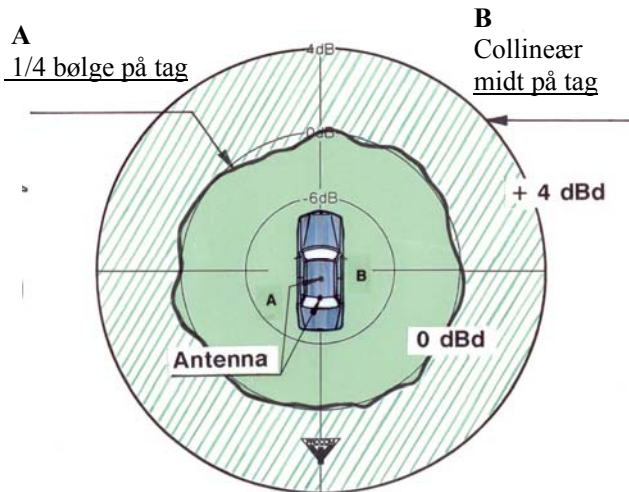
Reflekeret stråling

### 4.3. Måling af BW

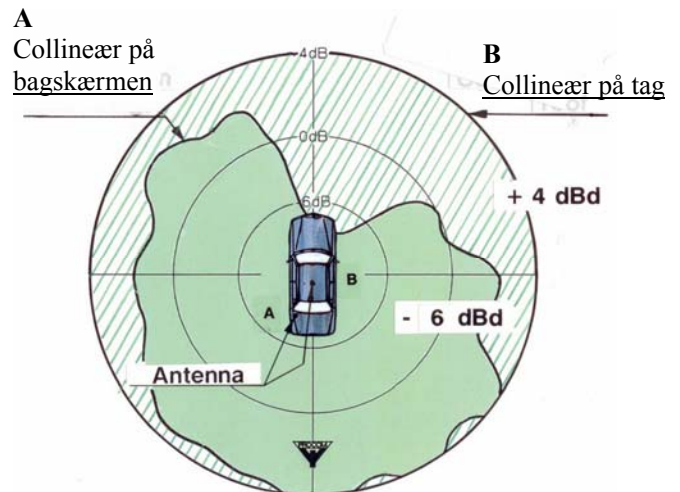
Båndbredden er som regel givet som størrelsen af det mindste af de frekvensområder, hvori SWR og gain overholder specifikationerne.



1/4 bølge og collinear midt på tag



Antenner placeret på biltag



Antenner placeret på biltag og bagskærm