

8.3.4.3. INVLOED VAN DE OMGEVING

Een factor die de efficiëntie en dus ook de winst bepaalt is de omgeving van de antenne, in de eerste plaats de grond. De meeste antennes, opgesteld boven de grond (dipool, yagi), stralen de ene helft van het vermogen naar boven uit en de andere helft naar de grond toe. Het vermogen uitgestraald naar de grond wordt door de grond weerkaatst. De weerkaatste golf telt zich op bij de rechtstreekse golf die naar boven straalt (fig. 8.15). Wanneer we dit

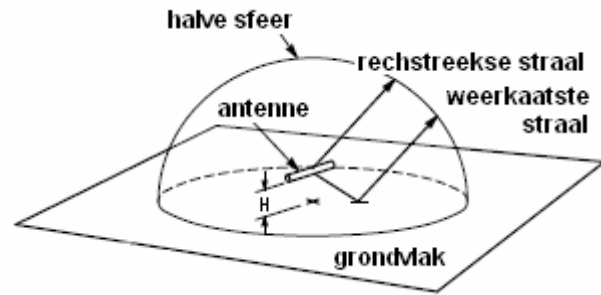


Fig. 8. 15

vergelijken met dezelfde antenne in de vrije ruimte zien we dat de winst aanzienlijk kan oplopen. Eerst en vooral wordt nu (boven de grond) hetzelfde vermogen uitgestraald over een halve sfeer in plaats van een volledige sfeer in het geval van de vrije ruimte. Dit komt overeen met een verdubbeling van de veldsterkte of 3 dB winst. Afhankelijk van de hoogte van de antenne boven de grond en de verticale hoek die men beschouwt kunnen de rechtstreekse en de op de grond weerkaatste golf optellen, maar ook aftrekken. Dit is een mechanisme dat ook het verticale stralingsdiagram van de antenne mee bepaalt.

De weerkaatsing op de grond kan efficiënt of inefficiënt gebeuren. De geleidbaarheid en de diëlektrische constante van de grond spelen hierbij een rol. De teruggekaatste golf (teruggekaatst door een mechanisme te vergelijken met de terugkaatsing van licht op een spiegel) is verzwakt en in fase verschoven ten opzichte van de rechtstreekse golf. Zandgrond vertoont erg veel verlies. Zout water is een 'grond' met de kleinste verliezen.

Door de weerkaatsingsverliezen in slechte grond kan de helft van het door de antenne uitgestraalde vermogen verloren gaan. In het geval van een grond die werkt als perfecte spiegel (bv. zeewater) wordt alle energie die naar beneden wordt gestraald weerkaatst, dus opnieuw een verdubbeling of nogmaals 3 dB winst ten opzichte van dezelfde antenne in de vrije ruimte. Alles bij elkaar kan een dipool boven een perfecte grond een winst vertonen van $3+3 = 6$ dB! Door het richtingeffect van de dipool is dit $6+2,14 = 8,14$ dBi.

Bij VHF en UHF antennes speelt de hoogte boven de grond, eenmaal deze 10 m of meer bedraagt, geen rol meer wat betreft verliezen.

Bij verticale antennes (bv. de $\lambda/4$ antenne met basis op de grond) spelen de grondverliezen een nog belangrijker rol omdat de antennestroom via de grond terugkeert naar het voedingspunt. Om de grondverliezen laag te houden worden radialen in of op de grond geplaatst. Deze geleiders verbeteren de geleidbaarheid van de grond.

8.3.5. Vangbereik

Het vangbereik (Engels: 'capture area') van een antenne is de oppervlakte van een fictief vlak loodrecht op de voorkeursstraalrichting van de antenne, waaruit als het ware alle energie wordt opgenomen door de antenne. Dit concept is van belang wanneer men meerdere antennes in elkaanders buurt wil opstellen in een systeem om de totale winst te vergroten. In dit geval mogen de vangbereiken van de antennes elkaar niet overlappen wil men maximale winst bekomen. Indien de vangbereiken van twee antennes elkaar niet overlappen dan kan de winst, bekomen door twee van die antennes te gebruiken, maximaal 3 dB zijn (verdubbeling), 6 dB voor 4 antennes enz. Indien de vangbereiken elkaar overlappen zal de winst kleiner zijn.

Het vangbereik van een antenne wordt gegeven door:

$$A = \frac{G \cdot \lambda^2}{4 \cdot \pi} \quad (\text{formule 8.4}^*)$$

waarbij G = antennewinst gegeven als $10^{(\text{dBi}/10)}$

8.3.6. Effectief uitgestraald vermogen (EUV of ERP)

Het effectief uitgestraald vermogen is een fictief vermogen dat wordt berekend door het vermogen dat aan de antenne wordt geleverd te verhogen met de winst van de antenne. Opgelet, tel niet gewoonweg W en dB bij elkaar op!

Geven we de antennewinst ten opzichte van een $\lambda/2$ dipool (dBd) dan hebben we het EUV of ERP (Effective Radiated Power). Is de referentie een isotrope antenne (dBi) dan spreken we van EIRP (Effective Isotrope Radiated Power). ERP en EIRP zijn dus geen karakteristieken van een antenne maar wel van een hele zendinstallatie.

Enkele voorbeelden:

- Indien het vermogen aan de antenne 100 W is en de antennewinst 3 dBd, dan is het EUV (of ERP) 200 W (3 dB is een verdubbeling van vermogen).
- Is het vermogen aan de antenne 150 W en de antennewinst is 6 dBi dan is de EIRP gelijk aan 600 W (6 dB is een verviervoudiging van het vermogen).

Het verschil tussen ERP en EIRP is steeds 2,14 dB.

Opgelet: het vermogen van 200 W (of 600 W) kan je nergens meten. Het is een fictief vermogen en stelt het vermogen voor dat je zou moeten hebben om dezelfde veldsterkte op te wekken met een $\lambda/2$ dipool (in het eerste voorbeeld) of isotrope antenne (in het tweede voorbeeld).

8.3.7. Voor-achterverhouding

Elke antenne die 'winst' heeft, heeft een richtingeffect. Energie die weggehaald wordt uit bepaalde richtingen wordt samengebundeld in de voorkeurrichting. De winst in de voorkeurrichting van de antenne komt steeds ten nadele van andere richtingen. Dit kan, naargelang het type antenne, gepaard gaan met een smallere voorwaartse stralingslob (energie meer gebundeld in de voorkeurrichting), of ook nog het gevolg zijn van het feit dat de antenne weinig uitstraalt naar de achterzijde. In dit laatste geval kan men het richtingeffect uitdrukken volgens de voor-achterverhouding ('front-to-back ratio') van een antenne. Deze wordt doorgaans uitgedrukt in dB (de verhouding van de sterkte van het signaal in de voorwaartse richting tegenover de sterkte van het signaal dat 'langs achter' wordt uitgezonden). Het stralingsdiagram in fig. 8.16 vertoont een voor-achterverhouding van minimaal 25 dB.

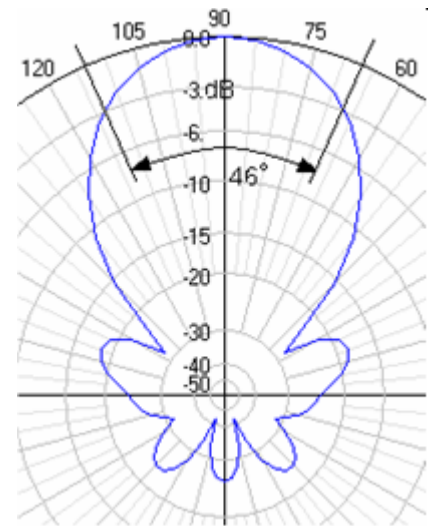


Fig. 8.16

Bij antennes met een smallere voorwaartse stralingslob geeft men doorgaans de 3 dB openingshoek aan: de hoek binnen de voorwaartse stralingslob waarbinnen de winst van de antenne binnen 3 dB van de maximale winst valt (in fig. 8.16 is deze 46°). In de praktijk maken antennes met winst meestal gebruik van een combinatie van deze 2 mechanismen. Ter illustratie: de 3 dB openingshoek van een 3 element yagi is van de grootteorde van 60°. Bij een paraboolantenne, gebruikt op SHF, kan deze hoek amper een paar graden bedragen.

8.3.8. Horizontale en verticale stralingsdiagrammen

Om te weten hoe goed een antenne in verschillende richtingen straalt kunnen we in de ruimte rond de antenne (op grote afstand) een verzameling van punten bepalen waar de veldsterkte even groot is. Voor de isotrope antenne liggen deze punten in alle richtingen even ver van de antenne. Die verzameling van punten heeft dus de vorm van een sfeer (bol) met de antenne in het midden. De sfeer is het stralingslichaam van de antenne. In de plaats van driedimensionaal te denken kunnen we ook in twee dimensies denken en bv. twee vlakken die loodrecht op elkaar staan door het centrum van de sfeer aanbrengen. De projectie van de sfeer op die twee vlakken zal dan twee stralingsdiagrammen opleveren, elk in de vorm van een cirkel. Noemen we een van de snijvlakken het horizontale vlak, dan is het tweede vlak dat er loodrecht opstaat het verticale vlak en zijn de stralingsdiagrammen op die vlakken het horizontale en het verticale stralingsdiagram (of stralingspatroon).

Nu we het principe kennen, kunnen we dit toepassen op eender welke antenne, bv. de dipool. Het driedimensionale stralingsdiagram van een dipool in de vrije ruimte is een torus of ring (fig. 8.17). In het vlak waarin de dipoolantenne ligt is het stralingsdiagram een 8-figuur. In het vlak loodrecht op de antenne is het een cirkel.

Het stralingsdiagram van een horizontaal opgestelde dipool boven de grond vertoont, op lage hoogte, heel wat minder richtingeffect (fig. 8.18). Op lage hoogte is de 8-figuur weinig uitgesproken en bijna een cirkel. Op grotere hoogte benadert het richtingeffect dit van de vrije ruimte. Fig. 8.19 toont het driedimensionale stralingsdiagram als twee verschillende verticale patronen: dit in het vlak van de antenne en dit loodrecht op het vlak waarin de antenne ligt. Noteer dat de maximale straling van deze antenne op een hoogte van $\lambda/2$ op ongeveer 30° elevatie gebeurt. Deze verticale stralingshoek wordt in eerste instantie bepaald door de hoogte van de antenne.

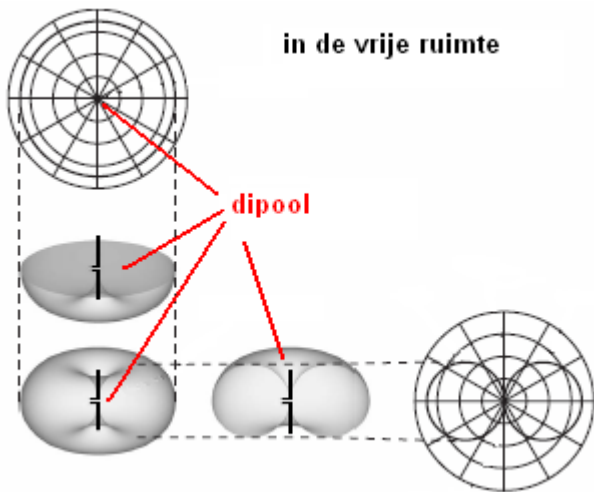


Fig. 8.17

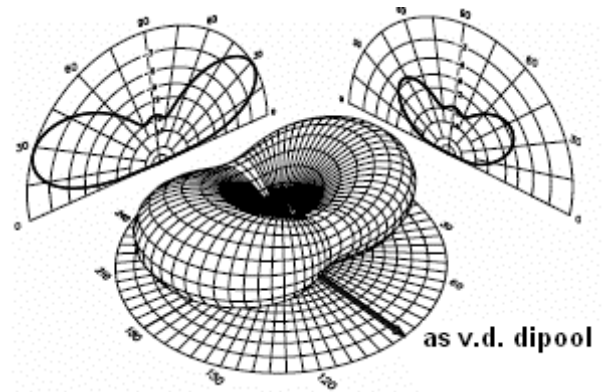
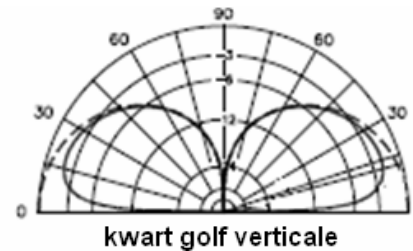


Fig. 8.18

Bij een verticale antenne is het horizontale stralingsdiagram steeds een cirkel. Deze antenne straalt even goed in alle richtingen. Het verticale stralingsdiagram is ongeveer identiek voor alle verticale antennes met een lengte van een kwartgolf of minder.

De antenne straalt maximaal onder een hoek van 15 tot 30°, afhankelijk van de kwaliteit van de grond in de omgeving van de antenne. Hoe beter de reflectie-eigenschappen, hoe lager de opstralings-hoek. De laagste hoeken worden bereikt over zout water (zee). In fig. 8.19 zien we het verticale stralingsdiagram voor een $\lambda/4$ verticale antenne over grond met goede reflectie-eigenschappen. De stippellijn stelt het diagram voor indien de grond een volmaakte reflector zou zijn (vb. een oneindig grote koperen plaat). De verticale stralingshoek is de hoek waar de straling grootst is. De stralingshoek van een $\lambda/4$ verticale antenne wordt alleen bepaald door de (reflectie)kwaliteit van de grond in de wijde omgeving rond de antenne. Hoe beter de grond, hoe lager de stralingshoek en hoe groter de winst van de antenne.



kwart golf verticale

Fig. 8.19

Het stralingsdiagram van een yagi vertoont natuurlijk heel wat meer richtingeffect. Fig. 8.20 toont het drie-dimensionale stralingsdiagram van een yagi met 7 elementen, opgesteld op $0,7 \lambda$ hoogte boven de grond. Fig. 8.21 toont het overeenkomstige verticale stralings-diagram in de voorkeurrichting van de yagi. Het overeenkomstige horizontale stralings-diagram is weergegeven in fig. 8.16. We zien hier duidelijk dat winst wordt verwezenlijkt door de straling naar de zijkanten, naar boven en naar de achterkant te verminderen.

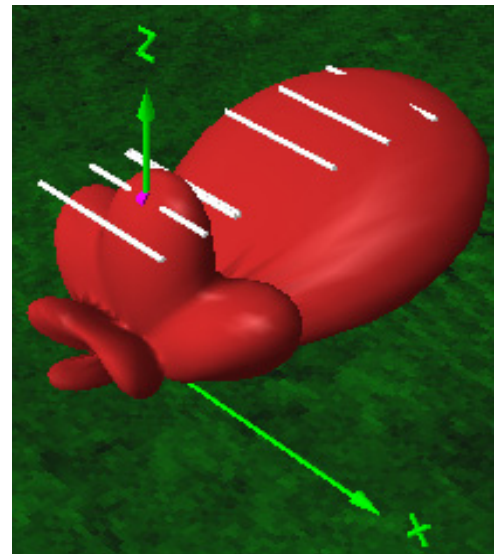


Fig. 8.20

De verticale stralingshoek (in dit voorbeeld ongeveer 20°) wordt enkel bepaald door de hoogte van de antenne boven de grond. Hoe hoger de antenne, hoe lager de stralingshoek.

8.4. Transmissielijnen

De transmissielijn (ook wel voedingslijn geheten) is de verbinding tussen de zender (ontvanger) en de antenne. Een transmissielijn bestaat, net zoals een antenne, uit één of meerdere geleiders waarin een HF stroom vloeit. In de meeste

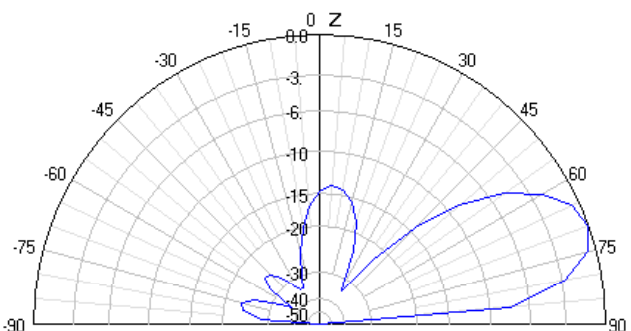


Fig. 8.21