

# VOORTPLANTING VAN RADIOGOLVEN IN GEBOUWEN



IR. R.P.J.M. MULDER



IN DE NABIJE TOEKOMST ZULLEN ER STEEDS MEER DRAADLOZE (RADIO)COMMUNICATIESYSTEMEN VOOR GEBRUIK BINNENSHUIS OP DE MARKT VERSCHIJNEN. DENK HIERBIJ BIJVOORBEELD AAN DECT (DIGITAL EUROPEAN CORDLESS TELECOMMUNICATIONS), WAARMEE IEDEREEN OP KANTOOR VOORZIEN KAN WORDEN VAN EEN DRAADLOZE ZAKTELEFOON, OF EEN RADIO-LAN WAARMEE COMPUTERS DRAADLOOS MET ELKAAR KUNNEN WORDEN VERBONDEN.

In de meeste van deze systemen loopt de communicatie via vast opgestelde basisstations, gemonteerd aan muren of plafonds. Deze basisstations onderhouden een radioverbinding met het toestel van de gebruiker en fungeren veelal als toegang tot het vaste net.

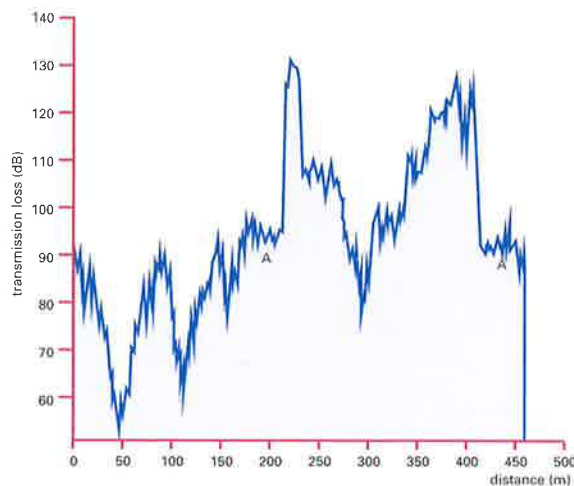
Het bereik van zo'n basisstation is beperkt, enerzijds door natuurlijke demping door uitbreiding, anderzijds door obstakels binnen het gebouw zoals muren, vloeren en meubilair.

Om de draadloze toestellen toch in zoveel mogelijk locaties te kunnen gebruiken (liefst in het hele gebouw) dienen er dus voldoende basisstations te worden geplaatst. Teveel basisstations leveren echter naast een financieel onrendabele situatie een verhoogde kans op onderlinge storing. De positionering van de basisstations is daarmee een belangrijk onderdeel in de planning van een binnenhuiscommunicatiesysteem. Voor een goede planning is daarom kennis van de voortplanting van radiosignalen (radiopropagatie) in gebouwen onontbeerlijk.

### Onderzoek bij PTT Research

In het project 'Binnenhuispropagatie' wordt deze kennis opgebouwd. Naast het bestuderen van literatuur en het volgen van internationaal overleg is het uitvoeren van metingen een belangrijke bezigheid. Ook elders worden metingen verricht, maar in de literatuur hierover ontbreken vaak de belangrijke details. Voor het verkrijgen van inzicht is het daarom noodzakelijk dat er eigen metingen worden verricht waarbij de meetlocaties goed bekend zijn en de meetonnauwkeurigheden kunnen worden verrekend. Bovendien is het mogelijk bij opmerkelijke resultaten in bepaalde locaties opheldering te verkrijgen door nader onderzoek uit te voeren.

Om metingen te kunnen doen is in 1990 en 1991 bij PTT Research apparatuur ontwikkeld voor het bepalen van transmissieverliezen. Een onderdeel hiervan is een (op een bepaalde locatie in een gebouw) vast opgestelde zender die een radiosignaal met een bekend vermogen uitstraalt. Een mobiele ontvanger, gemonteerd op een karretje dat door het gebouw wordt geduwd, registreert het van de zender ontvangen radiovermogen. Het transmissieverlies is dan het verschil tussen verzonden en ontvangen vermogen. Met dit transmissieverlies kan worden voorspeld of een bepaald communicatiesysteem al dan niet werkt tussen zender- en ontvangerpositie.



Figuur 1:  
Transmissieverlies als  
functie van de  
afgelegde afstand

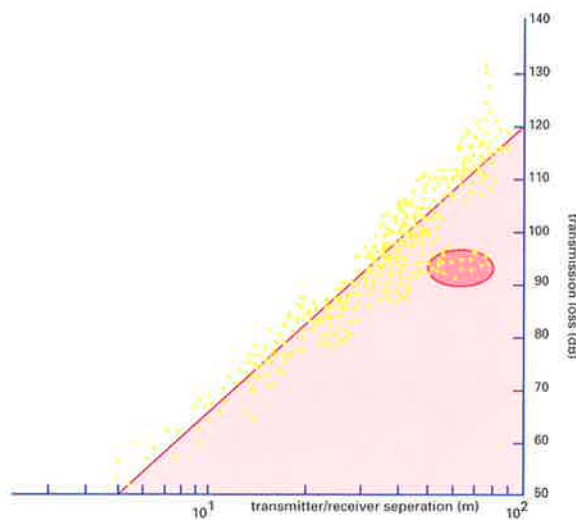
Figuur 1 geeft de resultaten weer van een meting over een traject van circa 450 meter op de eerste verdieping van het Dr. Neher Laboratorium (DNL) van PTT Research. Verticaal staat het transmissieverlies in decibel, horizontaal de afgelegde afstand in meter. Figuur 2 toont de route waarin de verschillende kleuren de verschillende niveaus van transmissieverlies weergeven. De vaste zender stond bij de metingen in het middelpunt van de concentrische cirkels.



Figuur 2:  
Route van de mobiele ontvanger

De volgende stap is het bepalen van wetmatigheden in de radiopropagatie die gebruikt kunnen worden bij de planning van binnenhuis radiocommunicatiesystemen. Beschouw daartoe bijvoorbeeld figuur 3, waarin de meetgegevens op een andere wijze zijn weergegeven. Verticaal staat weer het transmissieverlies in dB, horizontaal staat nu de afstand tussen zender en ontvanger in meter logaritmisch uitgezet. De rechte lijn door de punten kan vervolgens dienen als simpel model waarin het transmissieverlies  $L$  alleen afhankelijk is van de afstand  $d$  tot de zender:  $L \text{ [dB]} = 57 \cdot \log(d \text{ [m]}) + 5,4$ .

De gebruikte constanten zijn natuurlijk afhankelijk van het soort gebouw, en de afwijking tussen model en (gemeten) werkelijkheid is behoorlijk groot. Vooral de omcirkelde groep meetpunten valt op. Deze meetwaarden zijn verzameld op de locaties die in de figuren 1 en 2 zijn aangeduid met A. Op deze posities is het transmissieverlies relatief laag doordat het radiosignaal door de gang 'tunnelt' waarbij weinig verlies optreedt.



Figuur 3:  
Route van de mobiele ontvanger

Hiermee wordt meteen een belangrijk probleem bij het modelleren van de binnenhuispropagatie duidelijk: de grote invloed van details als gangen, liften, trappen, meubilair, personen, deuren enzovoort. Ook de bij de bouw gebruikte materialen voor muren en vloeren spelen een grote rol. Bijna ieder gebouw is hierdoor uniek waardoor de modellering van de radiopropagatie extra wordt bemoeilijkt.

In het project 'Binnenhuispropagatie' wordt desondanks gepoogd regels voor de radiopropagatie in gebouwen te bepalen en vast te leggen. Hierbij wordt gestreefd naar een vorm die geschikt is voor een planningsgereedschap (computerprogramma), waarmee in het ideale geval personen die geen kennis van radiopropagatie bezitten een communicatiesysteem kunnen plannen.

## Samenvatting

Kennis van voortplanting van radiogolven in gebouwen is noodzakelijk bij de planning van binnenhuis draadloze (radio)communicatiesystemen. Om deze kennis op te doen is het van belang zelf metingen uit te voeren. Hiertoe is bij PTT Research apparatuur ontwikkeld waarmee het transmissieverlies tussen een zender en een ontvanger in een gebouw kan worden gemeten. Met behulp van metingen en de bestudering van literatuur dienen regels voor de radiopropagatie in gebouwen te worden ontwikkeld waarmee planningsgereedschappen kunnen worden gemaakt.

## Adressen PTT Research

### Technisch-wetenschappelijk onderzoek

Dr Neher Laboratorium  
St. Paulusstraat 4  
Leidschendam  
Postbus 421  
2260 AK Leidschendam

Telefoon:(070) 332 56 02  
Telefax: (070) 332 64 77  
Memocom:  
Mailbox 27:NPS 1353

Europaviljoen  
Winschoterdiep OZ 46  
Groningen  
Postbus 15000  
9700 CD Groningen

Telefoon:(050) 82 10 00  
Telefax: (050) 12 24 15  
Memocom:  
Mailbox 27:NPS 1126

### Sociaal-wetenschappelijk onderzoek

Duindoorn 31  
Leidschendam  
Postbus 421  
2260 AK Leidschendam

Telefoon:(070) 332 35 95  
Telefax: (070) 332 95 08

Stationsplein 7  
Groningen  
Postbus 15000  
9700 CD Groningen

Telefoon:(050) 82 25 34  
Telefax: (050) 82 29 80