

## Opbouw en realisatie van een mobiel draadloos adhoc netwerk over een afstand van 11 km.



Een project communicatietechnologie onder leiding van De Beer Gino, uitgevoerd door de leerlingen van de elektronika afdeling van het zesde jaar.

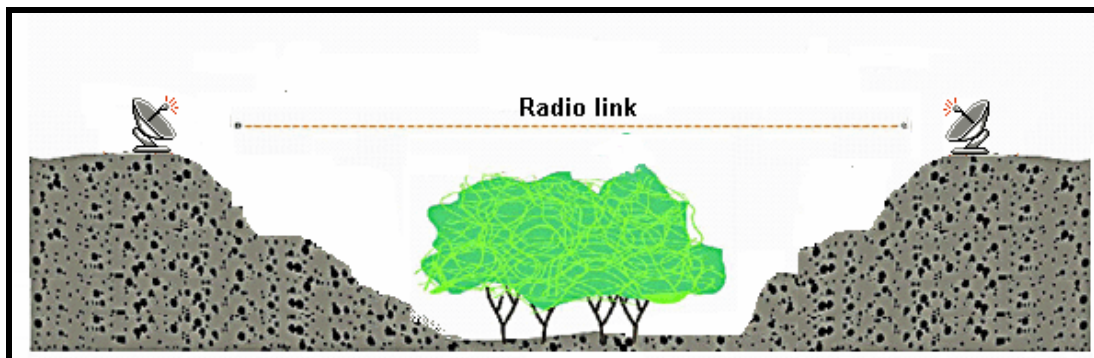
Inhoud:

1. Opdracht
2. Inleiding
3. Doelstellingen
4. Werken mee aan dit project
5. Ontwerp van de parabool antennes
6. Bepaling van het maximale zendbereik
7. Computer netwerkinstellingen
8. Keuze van materialen en meetapparatuur
9. Meetresultaten
10. Besluiten
11. Sfeerfoto's

## 1. Opdracht:

Na het succesverhaal van voorgaande jaren, waarbij respectievelijk de afstanden van 3 km en 6.2 km werden overbrugd stonden de leerlingen van de elektronica afdeling deze maal voor een loodzware opdracht: het ontwerpen van een mobiel ad hoc netwerk waarbij 2 computers draadloos dienen te communiceren op een afstand van 11 km. De opdracht is pas geslaagd wanneer er videoconferentie mogelijk is, dat wil zeggen wanneer er digitale beeld en geluidsoverdracht tot stand wordt gebracht.

2 oud studenten (Rasschaert Tim en Pissoort Brent) waren eveneens van de partij. Een Ad Hoc netwerk is een mobiel netwerk via radioverbinding (draadloos). Er wordt echter geen gebruik gemaakt van een tussenliggend basisstation zoals een draadloze router. Men verbindt rechtstreeks van de ene naar de andere draadloze pc en maakt op die manier een netwerk.



## 2. Inleiding

Gezien het hoge frequentiebereik van moderne communicatievormen 2,4 GHz en hoger is hier aangewezen om gebruik te maken van een parabolische vorm om de elektromagnetische golven te zenden of ontvangen. Het fysische ontwerp moest daarbij praktisch bruikbaar blijven zodat je het in het dagelijkse leven nog gemakkelijk kunt gebruiken. Deze parabolische vorm moet de ontvangen energie bundelen en reflecteren naar de Marconi antenne.

### 3. Doelstellingen






#### Algemene en vakoverschrijdende doelstellingen:

- Ontwikkelen van de nodige competenties: kennis, vaardigheden en houding
- Ontwikkelen van sociale vaardigheden
- Zelf iets realiseren
- Leren zelfstandig werken
- In team verband samenwerken
- Leren verantwoordelijkheid dragen voor het al dan niet slagen van het project
- Respect voor het milieu opbrengen

#### Vakgerichte doelstellingen

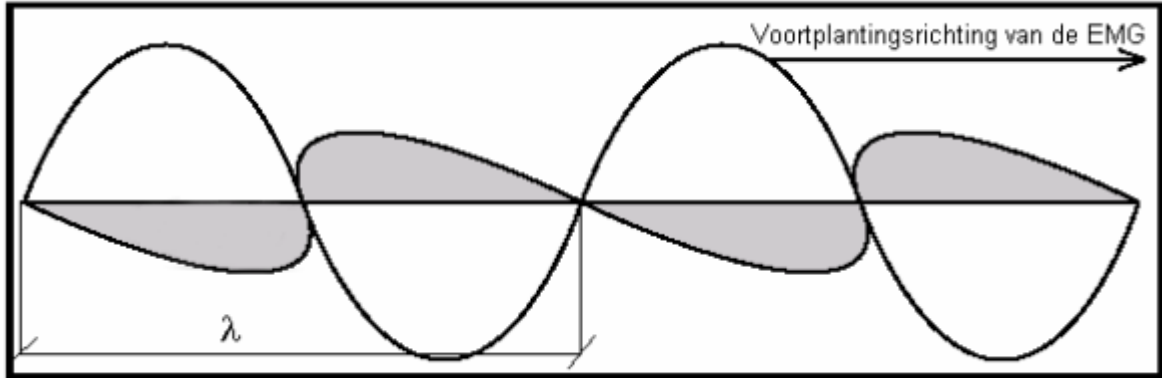
- De verschillen en overeenkomsten aanduiden van bundelen of concentreren van EMG
- Berekenen van een parabolische constructie met een vooraf bepaald brandpunt
- Verschillende methodes om het brandpunt van een parabool te bepalen en toe te passen
- De ontvangen signaalsterkte van EMG analyseren d.m.v. aangepaste software
- De verschillen tussen een parabool en een cilindrische parabool aan de hand van een grafische constructie verduidelijken
- De wiskundige vergelijking van een parabool kunnen gebruiken en toepassen
- Ontwerpen van adequate meetsystemen om ervoor te zorgen dat de golven loodrecht op een stralingsoppervlakte terecht komen terecht komen. (invalshoek loodrecht op referentie lijn).
- Rapporteren

#### 4. Werkten mee aan dit project:

	
Jonathan Blindeman	Wout Degendt
	
Thomas Lammens	Stef Ponnet
	
Frederik De Sutter	

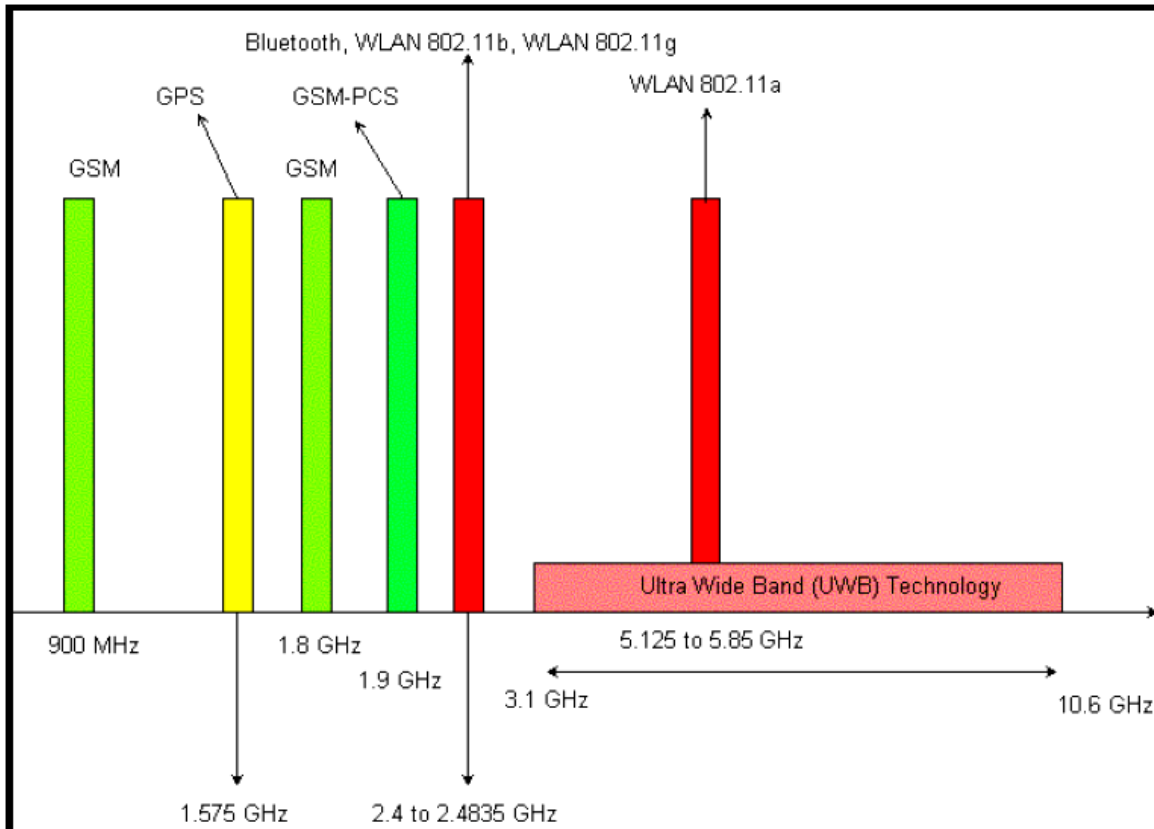
## 5. Ontwerp van de parabolische antenne

- Inleiding



- $c$  : snelheid van het licht :  $3 \cdot 10^8$  m/s
- De draaggolf frequentie bij WLAN netwerken is 2,4 GHz
- De golflengte  $\lambda = c/f$  : de golflengte is dus 12,5 cm

Het gebruikte frequentie spectrum bij netwerken kan uit de volgende figuur worden bepaald:



- Het ontwerp

Bij het gebruik van de parabool antennes wordt op optische wijze en door middel van metingen het brandpunt bepaald.

- Berekening van de parabolische reflector

Voordat we onze constructie kunnen maken moeten we de parabool eerst berekenen.

Hierbij is

- 1) De breedte van de parabool:  $D = 50 \text{ cm}$
- 2) De hoogte van de parabool en het brandpunt worden gelijk genomen.

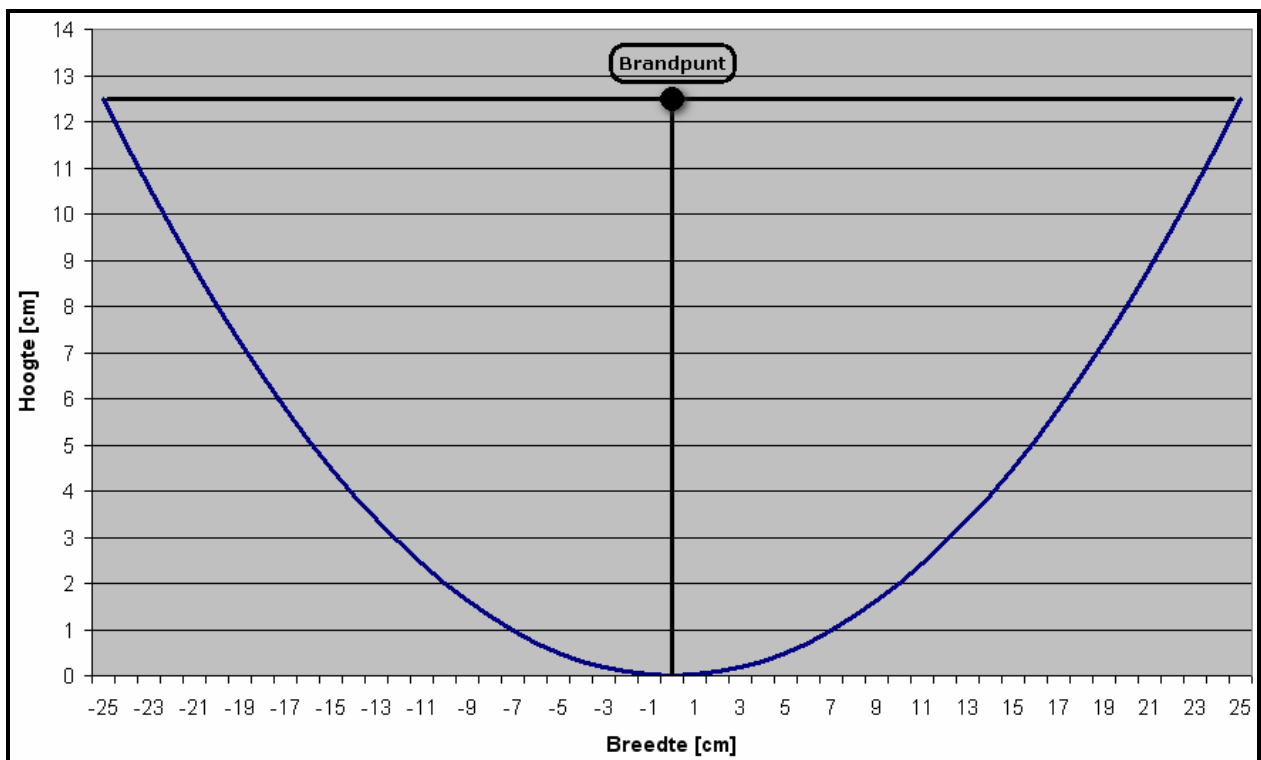
De algemene vergelijking van een parabool is:  $Y = (X-P)^2 + Q$ . Daarbij hebben we  $Q$ ,  $P$  hebben we niet nodig want  $Q$  is de verticale verschuiving van de parabool op de  $Y$ -as en  $P$  is de horizontale verschuiving van de parabolische functie op de  $Y$ -as.

Dus bekomen we  $y = a \cdot x^2$

$$f = D^2 / (16 \cdot h) \text{ of } h = 12,5 \text{ cm (hierbij is } h = f \text{)}$$

$$a = 1 / (4 \cdot f) = 1 / (4 \cdot 12,5) = 0,02$$

$$\text{de vergelijking van de parabool : } y = ax^2 \rightarrow y = 0,02x^2$$



Wat is nu eigenlijk dat brandpunt?

Alle signalen die een parabool opvangt worden allemaal gereflecteerd in 1 bepaald punt:

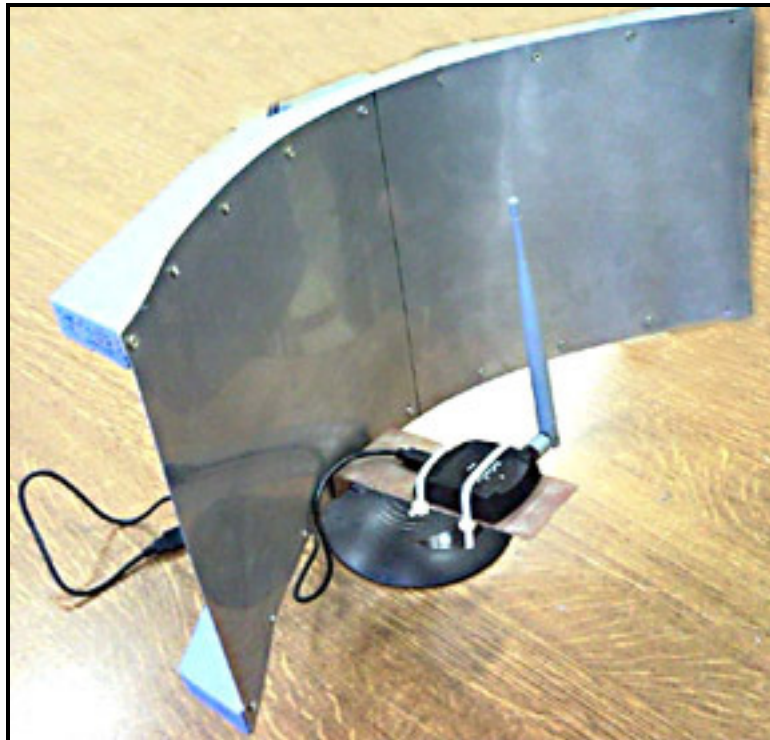
- Het brandpunt  $f$

Maar de parabool kan niet alle signalen reflecteren uit alle richtingen. Hij kan maar signalen reflecteren uit 1 bepaalde richting. Dus we spreken over:

- Een richtingsgevoelige of directionele antenne

Nu is het wel zo hoe meer richtingsgevoelig de parabool is, hoe sterker het signaal zal binnen komen waarnaar de antenne gericht staat ( we spreken van antennewinst). Hoe groter de antennewinst, hoe preciezer je de parabool zal moeten richten om het signaal te ontvangen

- Mechanisch ontwerp



- Detail:



- Benodigd materiaal:

- houtenplank
- Vijzen + schroevendraaier
- Aluminium plaat. Omdat metaal EMG goed reflecteert en ook goed plooibaar is.
- Houtzaag en metaalzaag
- Boortjes + een boormachine

Plaats de Aluminium plaat in de parabolische vorm. En zaag de aluminium plaat uit op maat.

Boor dan de gaten in de aluminium plaat zodat je goed de parabolische vorm aan de plaat kan geven.

Schroef nu de vijzen in het hout.

Controleer nu het brandpunt. Dit moet normaal gezien op 12,5cm. Maar er kunnen kleine afwijkingen zijn zodat het brandpunt iets verder of iets dichterbij de parabool.

Schijn met een zware lamp (bv. diaprojector) op de parabool op een bepaalde afstand. Ongeveer van 3m. Neem nu papier en trek een streep in potlood op

12,5cm van de parabool op dat papier. Hou het papier nu in het midden van de schotel en ja dan normaal gezien een verticale (wit-geel dikke lijn) moeten zien op ongeveer 12,5cm. (Bij de in potlood getekende lijn).

▪ Het uittesten: bepaling van de signaalwinst:

Daartoe wordt er gebruik gemaakt van het software programma netstumbler. Netstumbler, is een programma voor Windows XP dat gebruikt kan worden om draadloze wifi netwerken te detecteren en de signaalsterkte ervan te meten. Daartoe detecteert het 802.11b, 802.11a en 802.11g WLANs in de buurt van de gebruiker.

Met netstumbler kun je volgende gegevens achterhalen:

**Het MAC adres:** een uniek adres voor elk ethernet apparaat dat uit twaalf hexadecimale nummers bestaat. De eerste zes digits geven de maker van het apparaat aan die door de IEEE instantie zijn toegewezen. De laatste zes nummers zijn het serienummer van het apparaat.

**De SSID:** Dit is de service set indentiefier, praktisch: netwerknaam. Voor het aanleggen van een Ad Hoc netwerk moeten beiden dezelfde naam hebben.

**Channel:** Het kanaalnummer waarop het netwerk werkt, moet gelijk zijn om communicatie mogelijk te maken ( In Europa is dit kanaal 1<->13).

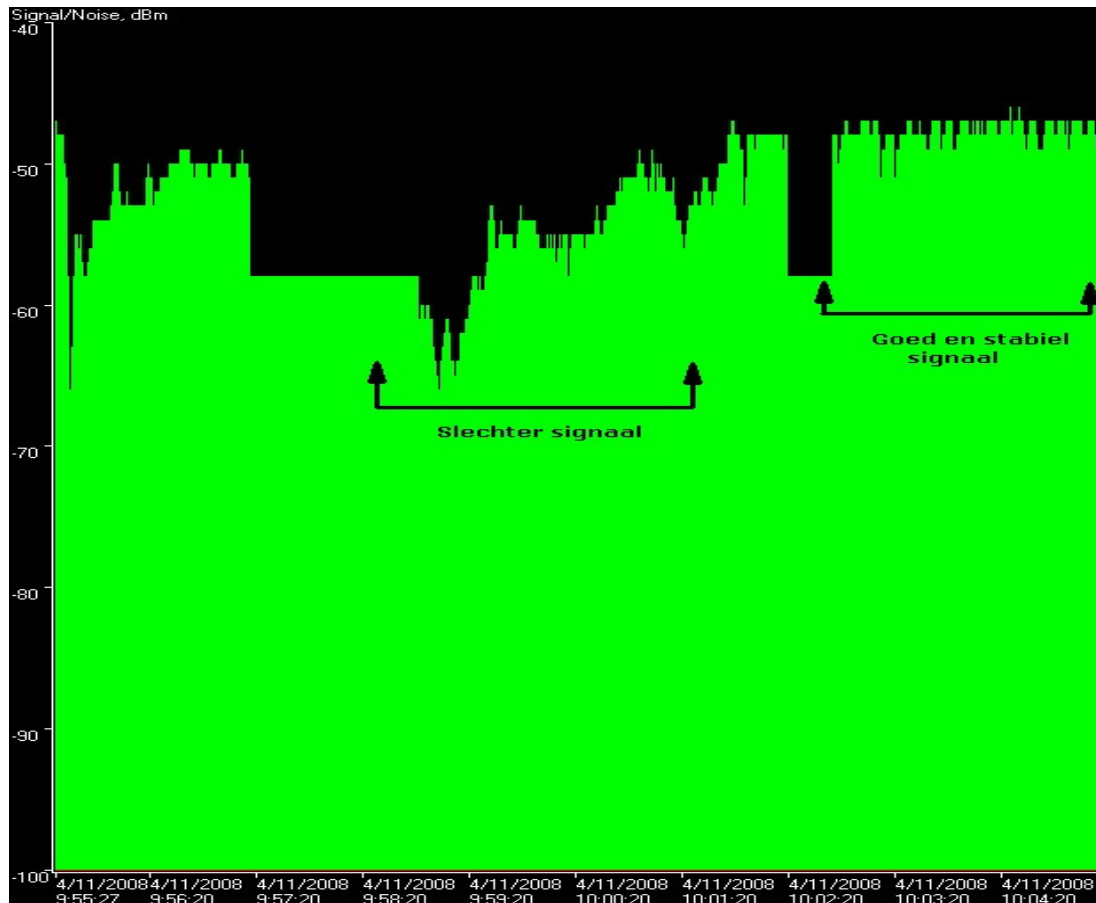
**Speed:** De maximale snelheid van het netwerk in MegaBits per seconde(Mbps).

**Encryption:** De toegepaste gegeven codering (beveiliging) die het netwerk gebruikt (WEP: Wired Equivalent Protocol en WPA: WiFi Protected Access encryptie)

**SNR:** Signal/Noise ratio is de signal/ruis verhouding in decibels (dBm).

PS: Onder Windows Vista dien je Vistumbler te gebruiken

Het ontwerpen van een parabolische antenne is niet zo moeilijk als je op het eerst gezicht zou denken. En het is zeer doelmatig. Waar de computerantenne het laat afweten lost de parabool het op. Want uit de gemeten testen zijn we duidelijk dat een parabool antenne een hemels breed verschil kan geven en dat de bouw van zo een antenne helemaal niet duur hoeft te zijn. Het nadeel van een Parabool is zijn richtingsgevoeligheid.



De verticale as is de signaalsterkte uitgedrukt in dBm

Deze metingen zijn gedaan bij helder weer op de binnenplaats van de school. Het gaat over een afstand van 100 meter t.o.v. een router die opgesteld staat de andere kant van de binnenplaats. Op deze metingen zie je hoe belangrijk het is dat de antenne in het brandpunt staan van de parabool.

## 6. Bepaling van het maximale zendbereik

Eerst wordt het beschikbaar zendvermogen in dBm berekend:

$$P_{\text{dBm}} = 10 \log(100\text{mW}/1\text{mW}) = 20 \text{ dBm}$$

Voor de berekening van het maximale zendbereik wordt de FSL berekend, waaruit de maximale zendafstand kan worden bepaald (FSL: Free Space Loss)

$$F_{\text{SL}} = P_{\text{TR}} + G_{\text{TR}} - P_{\text{RC}} + G_{\text{RC}} - \text{ruismarge} = 20 + 14 - (-96) + 14 - 20 = 124 \text{ dB}$$

$P_{\text{TR}}$  = Het beschikbare vermogen: 100 mWatt of 20 dBm

$G_{\text{TR}}$  = Versterkingsfactor van de zend antenne: 14 dBm (zie mee'tresultaten)

$P_{\text{RC}}$  = Gevoeligheid van de ontvanger (negatieve waarde): -96 dBm

$G_{\text{RC}}$  = Antenne versterking van de ontvangstzijde: 14 dBm

Ruis marge SNR, dynamische RF parameters die het signaal op een negatieve manier beïnvloeden: 15 tot 20 dB

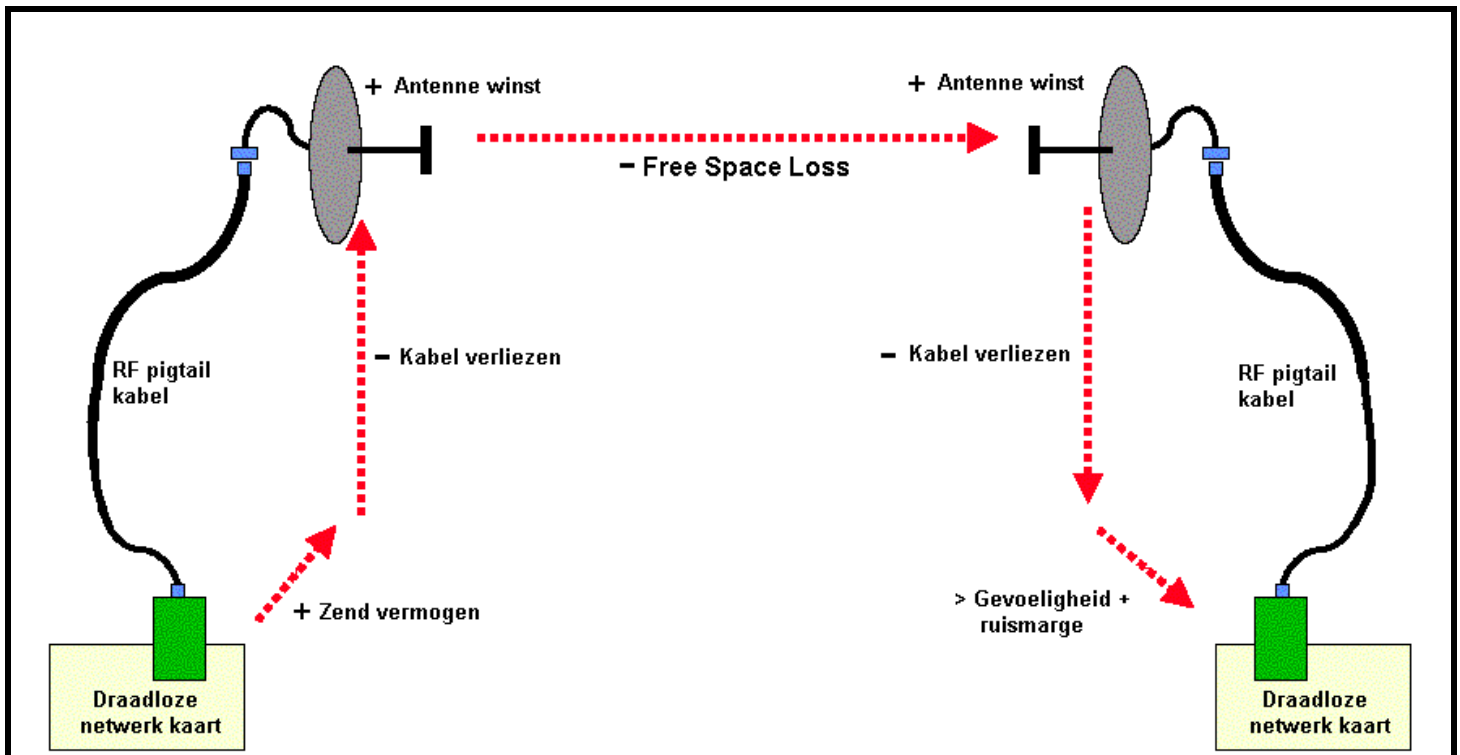
De maximale zendafstand wordt nu:

$$(-124 \text{ dB}) = 10 \log (\lambda / 4\pi d)^2$$

Daaruit volgt dat d gelijk is aan 15 km.

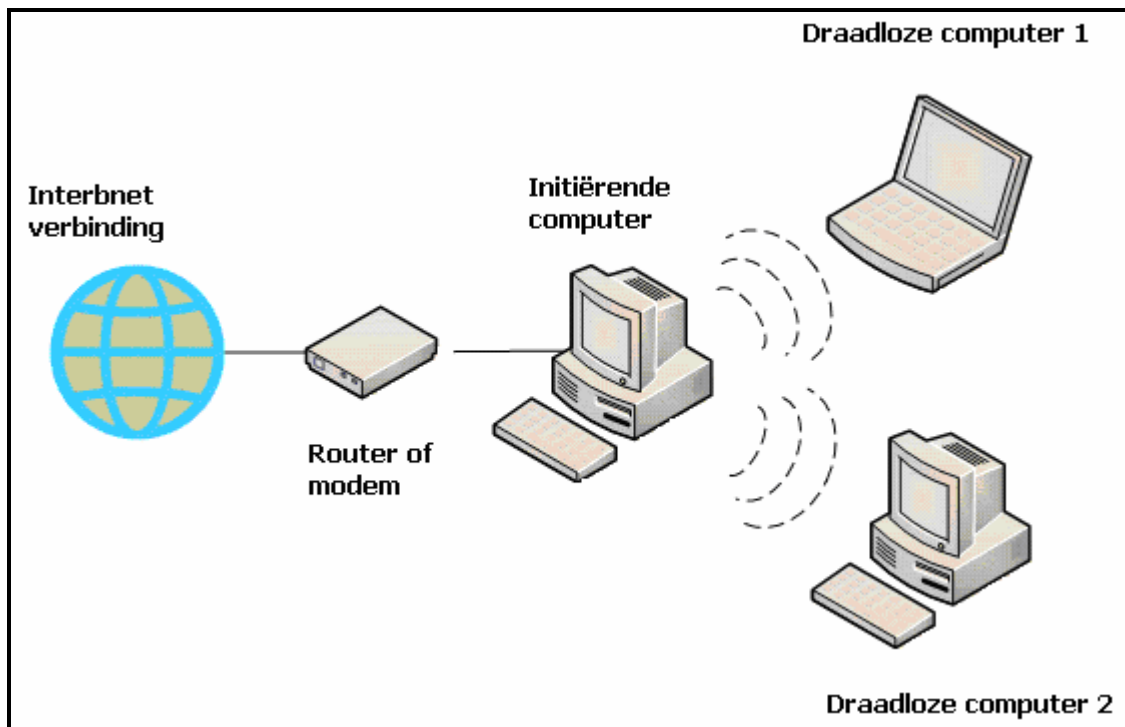
De maximale zendafstand wordt dan 15 km. Merken we op dat op deze afstand er geen videoconferentie mogelijk is omdat de data snelheid te laag is. Om video conferentie mogelijk te maken hebben we minstens een datastream van 11 Mbit/s nodig!

Grafische voorstelling Free Space Loss berekening:



## 7. Computer netwerkinstellingen

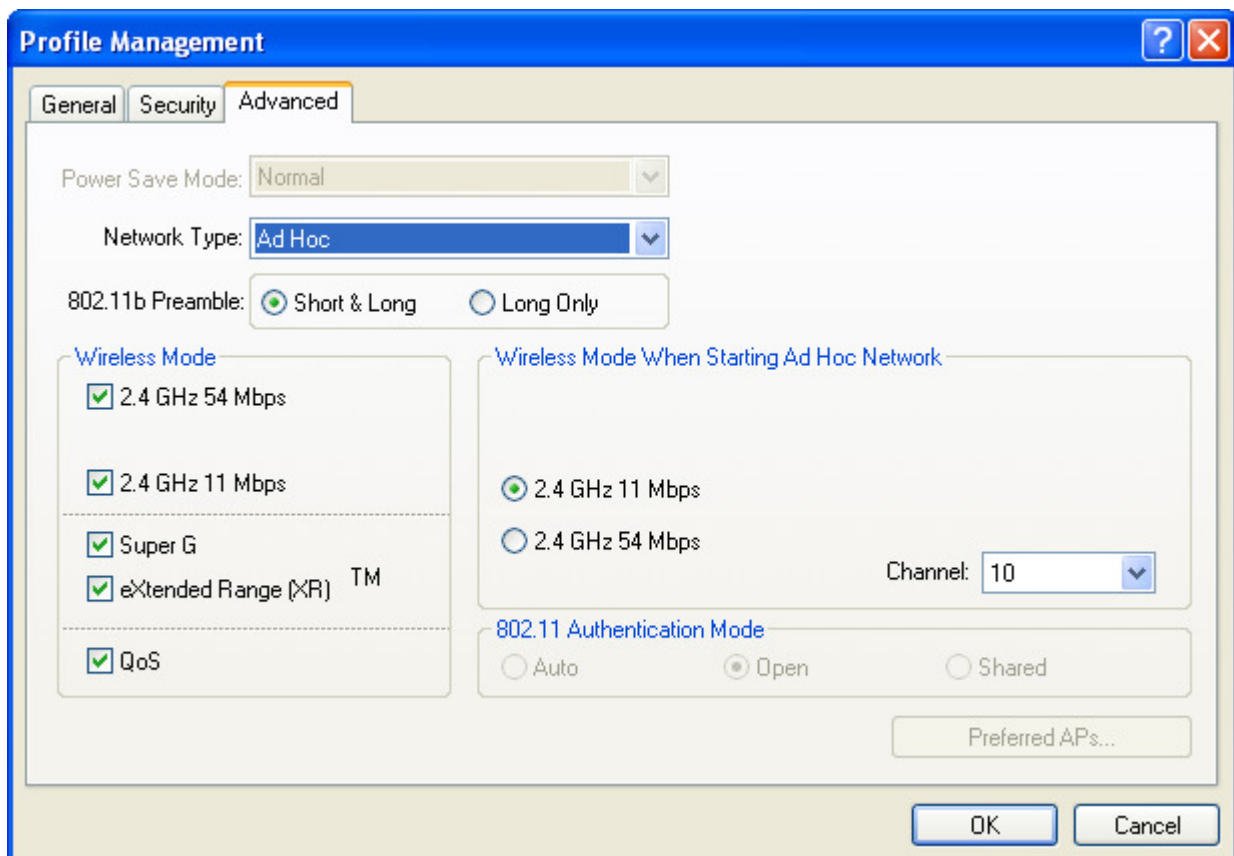
Een toepassing van WiFi is het opzetten van een draadloze point to point verbinding. Dit kan met twee of meerdere computers gebeuren. Een accesspoint (vb een wireless router) is niet aanwezig. Deze manier van een draadloos netwerk te vormen wordt Ad Hoc genoemd. Het is zelfs mogelijk dat elke deelnemende computer via de initiërende computer een verbinding kan maken met het internet. Daarvoor moet je bij de eigenschappen van de netwerkverbinding (ga naar geavanceerde instellingen) "andere netwerkgebruikers mogen via deze computer een verbinding met internet maken" aanvinken, gelieve de Firewaal uit te schakelen.

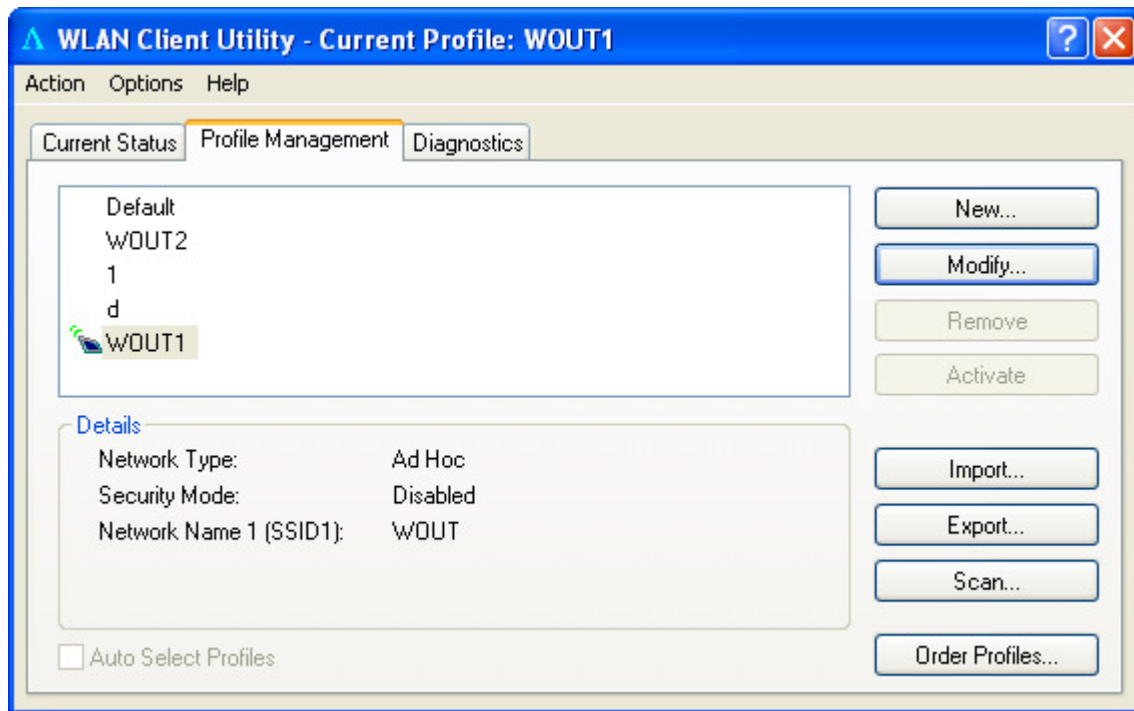


Instellingen van de computer(s):




- Klik op Start gevolgd door Configuratiescherm.
- Klik op het pictogram Netwerkverbindingen.
- Klik met de rechtermuisknop op Draadloze netwerkverbinding. Klik op Beschikbare draadloze netwerken weergeven
- Zorg dat er minstens één map gedeeld wordt. Doe dit via: Vink "Van deze map een gedeelde netwerkmap maken".

- Bij netwerk mode kies je voor adhoc in plaats van infrastructuur (Werken met een access point).
- Bij beveiliging kun je kiezen tss WEP en Wpa, voor een korte test periode kun je deze ook uitzetten.
- Bij de netwerkkaart of interface stel je een statisch IP adres in. Neem bv 192.254.33.156 en 192.254.33.155, daarvoor ga je naar de TCP/IP instellingen.
- De SSID (Service Set Identifier) moet bij alle deelnemende PC's hetzelfde zijn. De SSID wordt bepaald door de initiërende PC, wij hebben voor een originele naam WOUT gekozen. (zie figuur hieronder).
- Bij transmissie rates kies je op automatisch.
- Bij kanaal selecteer je 10, (Dit moet voor elke deelnemende computer dezelfde waarde zijn)
- Om een verbinding tot stand te brengen klik je op: Beschikbare draadloze netwerken weergeven. De instellingen van de draadloze verbinding moet voor elke computer in het netwerk dezelfde zijn en wordt bepaald door de initiërende computer.





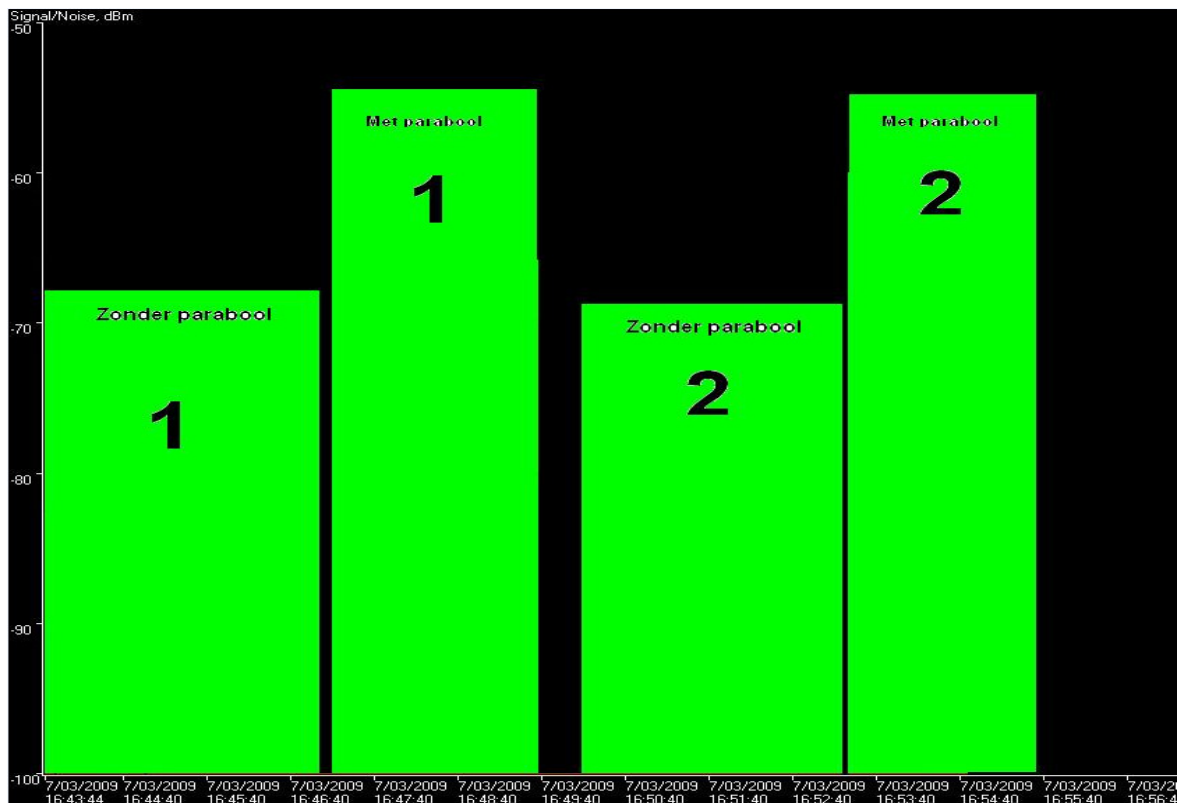
## 8. Keuze van materialen en meetapparatuur

<p><u>Senao USB sub 362 ext + 5dBi afneembare antenne (2x)</u></p> <p>Specificaties:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• USB aansluiting</li> <li>• Geschikt voor netstumbler</li> <li>• Gevoeligheid             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 6Mbps@ -91dBm</li> <li>▪ 54Mbps@ -76dBm</li> <li>▪ 11Mbps@ -91dBm</li> <li>▪ 1Mbps@ -96dBm</li> </ul> </li> <li>• Ad-hoc mode, infrastructuur</li> <li>• Zendvermogen: 100 mWatt</li> </ul>	
<p><u>NetStumbler</u></p> <p>Wordt gebruikt om de ontvangen signaal sterkte te meten in dBm, alsook de SNR (Signal to Noise Ratio).</p>	
<p>Het inwendige van een Wireless router: Wordt in de testopstelling als referentiepunt gebruikt.</p>	
<p><u>Windows netmeeting</u></p> <p>Wordt gebruikt om data-, beeld- en geluid informatie draadloos te verzenden. Dit programma wordt standaard bij Windows meegeleverd. Instellingen: Ad Hoc modus</p>	
<p><u>Webcam's Logitech</u></p>	

## 8. Meetresultaten

### 1. Bepaling van de antennewinst:

De afstand van het Access point (Wireless Router als Access Point) tot de antenne bedraagt 80 meter. Zonder de parabolische constructie wordt een signaal sterkte gemeten van -68 dBm, met de volledige constructie: -54 dBm. Er wordt een signaal winst van 14 dBm bekomen.



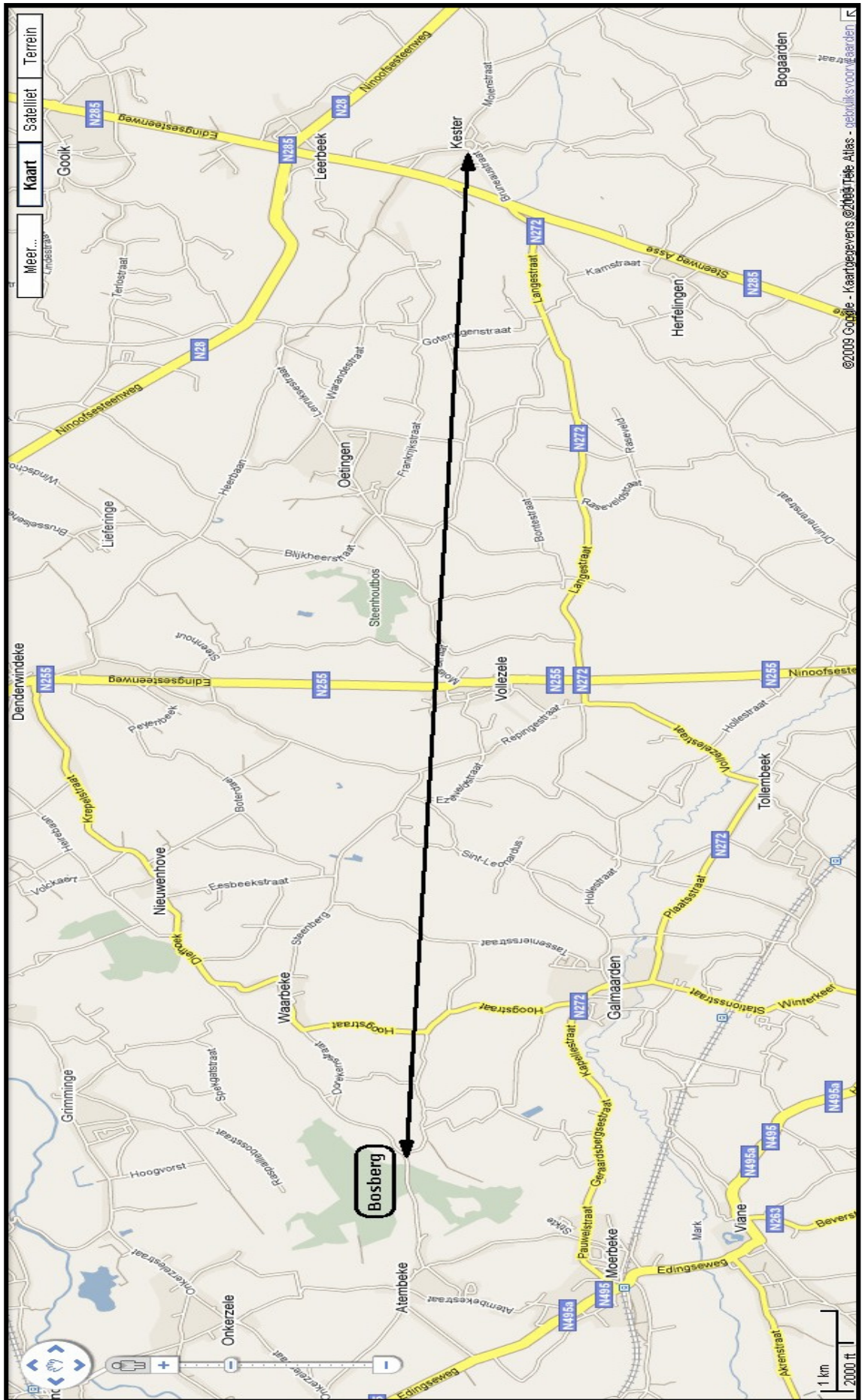
### 2. De ultieme test:

Op 27 februari hebben we de ultieme test gedaan, het was bewolkt maar droog weer. Na enkele minuten richten zagen we elkaar's pc al, enkel waren er nog wat problemen met de ad-hoc verbinding te maken, maar uiteindelijk konden we via netmeeting elkaar zien en praten. De ultieme test is dus geslaagd.

#### De locatie:

- Locatie 1 : Bosberg te Atembeke (Geraardsbergen)
- Locatie 2 : Kesterheide (Kester)

Figuur: Afstand tussen locatie 1 en 2 = 11km (in vogelvlucht)

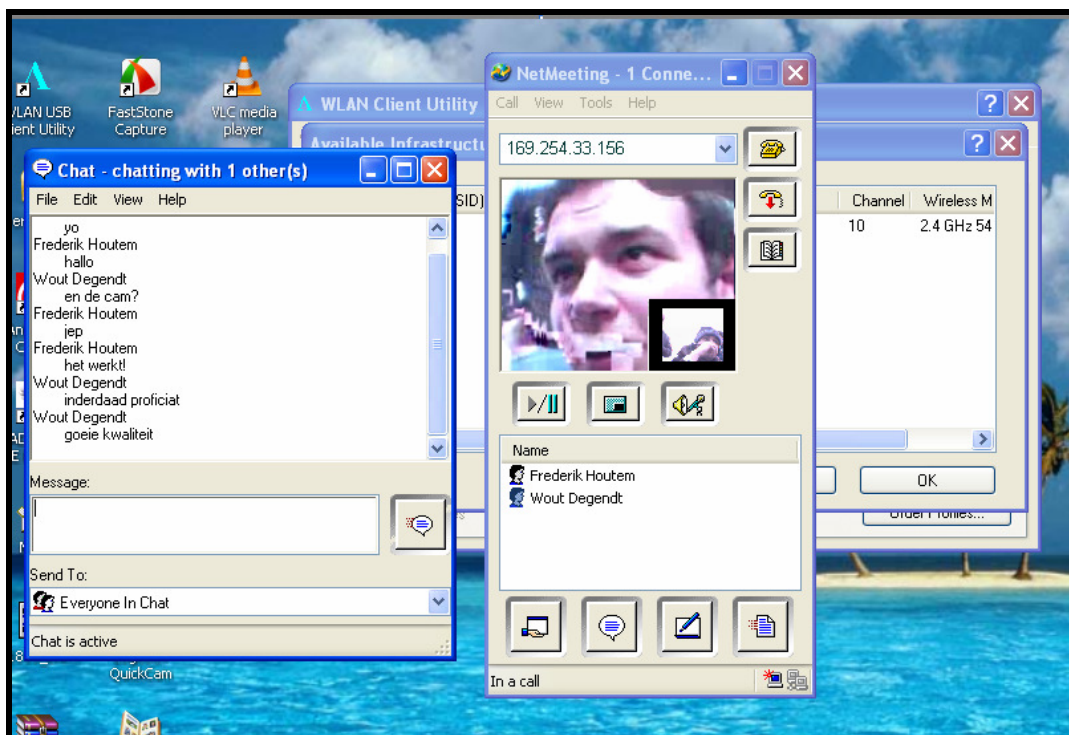


- Enkele foto's van de locatie:

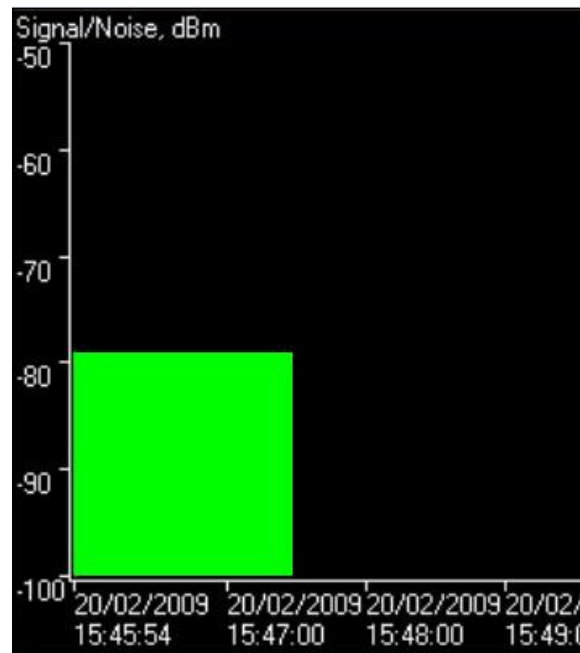




- Schermafdruck als bewijsmateriaal: We gebruiken netmeeting van windos om videoconferentie mogelijk te maken.



Over de afstand van 11 km werd een signaalsterkte van  $-79\text{dB}$  gemeten. Dit was genoeg om een video gesprek te kunnen voeren. (zie onderstaande figuur)



## 9. Besluiten

- Het ontwerp van de antennes is geslaagd. Ook de richtingsgevoeligheid was uitstekend.
- Zonder duur versterker materiaal aan te kopen is video conderentie op een afstand van 11 km mogelijk.
- De opgedane kennis en ervaring kan worden toegepast bij: wardriving, uitbreiding bereik van een wireless router, draadloze netwerken en datacommunicatie, .....
- Meer informatie vind je op:  
<http://www.educyclopedia.be/electronics/antennawifi.htm>

## 10. Als slot nog enkele sfeerfoto's



