



Draadloos internet: studie en ontwerp van WLAN antennes.



Probleemstelling: hoe kan men draadloos de maximale connectieafstand tussen 2 computers verhogen door gebruik te maken van zelfontworpen zend- en ontvangst communicatie systemen. Een bijkomend aspect is dat er gebruik dient gemaakt te worden van afgedankt materiaal.

Inhoud:

1. Doelstellingen.
2. Inleiding.
3. Wat is WIFI.
4. Werkwijze.
5. Keuze van materialen en apparatuur.
6. De antennes, de verschillende ontwerpen onder elkaar.
7. Verwerking van de meet resultaten.
8. Groepsfoto's van de opstellingen, studenten.
9. Poging tot het overbruggen van een afstand van 3 km.
10. Berekeningen.
11. Online calculators.
12. Methoden om een wireless access point (draadloze router) beter te beveiligen.
13. Beveiliging van de computer.
14. Algemene opmerkingen en conclusies.
15. Praktische toepassingen.
16. Externe links.

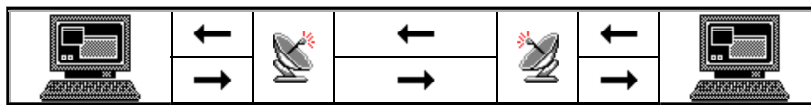
1 Doelstellingen: [top](#)

1. Het berekenen, ontwerpen en uittesten van draadloze RF antenne systemen.
2. Een vergelijkende studie maken van het zendbereik/ontvangstbereik van RF signalen met behulp RF analysers.
3. Eenvoudige beveiligingsmethodes voorstellen om een draadloos netwerk beter te beveiligen.
4. Studie van draadloze communicatie apparatuur en de opbouw van het frequentiespectrum van diverse elektromagnetische golven.
5. Het begrip bandbreedte kunnen situeren in het geheel van draadloze communicatie.
6. Het toepassen van het gebruik van decibels in draadloze communicatie apparatuur.
7. Wat stelt WIFI voor.
8. Studie van draadloze netwerken en de implementatie van WLAN antennes in het geheel.
9. De verschillende soorten antennes met elkaar vergelijken en specifieke toepassingsgebieden bestuderen
10. Zelf ontwerpen van antennesystemen in het 2.4 GHz gebied, met zin voor design en detail.
11. Het bepalen van de datasnelheid in een draadloos netwerk in functie van de sterkte van het RF signaal.
12. Bij een praktische opstellingen een afstand van minmaal 3 km overbruggen via de 2 grootste schotelantennes.

Bij de voorstelling van dit project wordt naast het aanscherpen van het zelfstandig leren en werken, ook nadruk gelegd op zin voor samenwerking. Het feit dat men door gebruik te maken van bepaalde vaardigheden van collega's een kwalitatief beter product realiseert is zeer belangrijk. Deze zijn dan ook belangrijke competenties waaraan de toekomstige werknemers in het

bedrijfsleven moeten voldoen.

2 Inleiding: [top](#)



1. Reeds enige tijd groeit het aantal draadloze netwerken thuis en bij bedrijven razendsnel, waardoor draadloze netwerken een standaard aan het worden zijn. Een draadloos netwerk heeft het grote voordeel dat die lastige kabels die overal naar toe moeten worden getrokken tot de verleden tijd behoren en uiteraard: mobiliteit. Nadelen zijn wel veiligheid en maximaal te overbruggen afstand.
2. Dit project heeft als doel na te gaan op welke manieren de maximaal te overbruggen afstand kan worden vergroot.
3. Aan de hand van het volgende verslag wordt precies duidelijk gemaakt wat het gevaar is van draadloze netwerken. Tevens zal worden uitgelegd welke de minimale stappen zijn om uw netwerk beter te beveiligen.
4. Het eerste gevaar dat het niet goed beveiligen van een access point met zich meebrengt is dat de internetverbinding van de gebruiker door de hele buurt gebruikt kan worden. Binnen een bepaalde straal (50 tot 100m) kan het RF signaal van de router of het wireless access point door een willekeurige draad-loos netwerkkaart worden opgevangen.

3 Wat is WIFI en WLAN: [top](#)

1. Wi-Fi staat voor Wireless Fidelity en is gebonden aan draadloze datanetwerkproducten, die werken volgens de internationale standaard IEEE 802.11 (draadloos netwerken). Deze standaard maakt gebruik van frequenties in het 2.4 GHz gebied (ISM gebied: industrial, scientific and medical radio band, oorspronkelijk gereserveerd voor niet commercieel gebruik). Praktisch WIFI staat momenteel voor draadloos internet thuis. Er zijn 2 modes: Ad Hoc modus en Infrastructuur modus. In het eerste geval worden 2 computers draadloos met elkaar verbonden zonder gebruik te maken van een centraal toegangspunt (meestal een draadloze router). Bij infrastructuur modus wordt er gewerkt met een centraal access point.
2. Bij WIFI maakt men gebruik van de volgende standaarden:

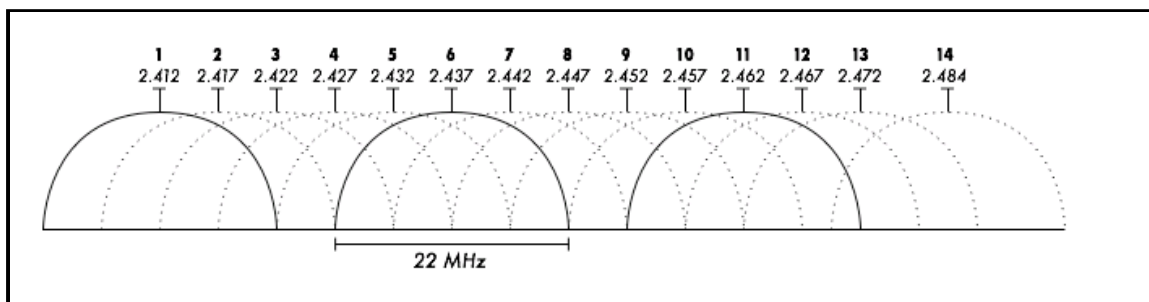
IEEE 802.11a werkt in de 5 GHz band, snelheid tot 54 Mbps, modulatie methode: Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), van 5.125 tot 5.85 GHz.

IEEE 802.11b werkt in de 2,4 GHz-band, snelheid: 11 Mbps (11.000.000 bit/s), modulatie methode: Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), van 2.412 tot 2.484GHz.

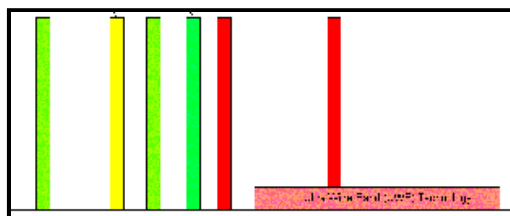
IEEE 802.11g is de opvolger van 802.11b en werkt in de 2,4 GHz-band, snelheid tot 54 Mbps, modulatie methode: Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), van 2.412 tot 2.484GHz.

IEEE 802.11n werkt zowel in de 2.4 als in de 5 GHz band, snelheid tot 100 Mbps.

3. Figuur: Grafische voorstelling van het gebruikte frequentie spectrum, elk kanaal heeft een bandbreedte van 22 MHz:



4. WLAN staat voor Wireless Local Area Networks, of gewoon draadloze netwerken die bij u thuis of in een bedrijf worden aangelegd.
5. Figuur: Spectrum van RF signalen gebruikt voor draadloze datacommunicatie.



4 **Werkwijze:** [top](#)

1. De eerste opdracht was het bestuderen van EMG (Elektro Magnetische Golven) en de reeds bestaande antennes. De voor- en nadelen ervan dienden naast elkaar te worden gezet: gebruik, effectiviteit, vermogensversterking, stralingspatroon. Vervolgens werd er via internet gezocht naar specifieke informatie in verband met draadloze communicatie in het 2.4 GHz gebied. In de bestaande literatuur was er geen informatie beschikbaar. Een aantal ideeën werden bruikbaar bevonden. Na een kritisch overleg tss de leerkracht en de student kwam men tot een mogelijk voorontwerp waarbij individueel de doelstellingen werden vastgelegd, alsook de te volgen werkwijze, timing, materiaal keuze, ... , voor- en nadelen werden tegenover elkaar gezet.
2. Aangezien het hier ging over een grote verscheidenheid aan ontwerpen diende er ook een universeel meetsysteem te worden ontworpen. Jammer genoeg hadden we geen Spectrum analyser of network analyser ter onzer beschikking, zodat er naar goedkopere (lees gratis) alternatieven werd gezocht. Op het internet werd gelukkig het testprogramma "Netstumbler" gevonden, waarbij de ontvangen RF signalen en de kwaliteit ervan met elkaar konden worden vergeleken.
3. Een bijkomend studie werd gehouden over het werken met decibels, toepassingen, eigenschappen, alsook het wiskunde onderdeel meetkunde werd grondig doornomen.

4. Keuze ontwerp:

DE keuze van het ontwerp werd enerzijds bepaald door de persoonlijke interesse van de student alsook het bekomen van geschikt afval materiaal. Zo zijn de gebruikte schotelantennes defecte onderdelen van defecte satellietontvangers.

DE persoonlijke handigheid in het verwerken van metalen en houten constructies hebben eveneens een grote rol gespeeld in de keuze van het ontwerp. Er werd naar gestreefd om tot een zo groot mogelijke verscheidenheid en originaliteit te komen van de voorgestelde ontwerpen. Uiteraard bepaalt de keuze van een WLAN de uiteindelijke versterkingswinst. Het doel is echter tot een effectief werkend ontwerp te komen, die ofwel binnenshuis, op de bureau tafel of buitenshuis kan gebruikt worden.





5. Bij de beoordeling wordt er naast de kwalitatieve aspecten eveneens rekening gehouden met het design en oog voor detail van het ontwerp.
6. De effectiviteit van alle ontwerpen moest met elkaar worden vergeleken, maar nog belangrijker is het feit dat men tot een werkend geheel moest komen. Daartoe moest telkens een vergelijkende meting uitgevoerd worden t.o.v. de meegeleverde omnidirectionele antenne bij een draadloze netwerkkaart.
De test opstelling gebeurde op de binnenkoer van het VTI, waarbij op 100 m afstand een draadloze router (wireless access point) werd geplaatst. De ontvangen signaalsterkte werd via een software programma gemeten en in het geheugen opgeslaan. Hieronder een paar foto's van studenten in actie.
7. Foto's: studenten in actie op de binnenkoer van het VTI:



8. Tenslotte volgt de bouw en configuratie van een draadloos access point en studie van de veiligheid van draadloze netwerken. Meer specifiek: een draadloos netwerk te bouwen tussen meerdere computers zonder de aanwezigheid van een access point (Ad hoc netwerk). Elke willekeurige computer kan nu toegang krijgen tot het netwerk op voorwaarde dat ze binnen het zend bereik vallen.

5 **Keuze van materialen en meetapparatuur:** (software en hardware) [top](#)

<p><u>Linksys wireless netwerk kaart (x2)</u></p> <p><u>Instellingen:</u></p> <p>Type: WMP54GS-EU en WMP54G Ingesteld op de 802.11b standaard Beschikbaar vermogen: 15 dBm of 31.6 mWatt; maximaal 18 dBm of 63 mWatt Modulatie methodes: 802.11b: CCK (11 Mbps), DQPSK (2 Mbps), DBPSK (1 Mbps) Gevoeligheid: -80 dBm. Opmerking: gemeten met Netstumbler is er bij -90dBm nog steeds communicatie mogelijk Lengte van de staafantenne: cm Gebruikt kanaal: 6</p>														
<p>Frequentie (MHz)</p>	2412	2417	2422	2427	2432	2437	2442	2447	2452	2457	2462	2467	2472	24835
Kanaal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<p><u>NetStumbler</u></p> <p>Wordt gebruikt om de ontvangen signaal sterkte te meten in dBm, alsook de SNR (Signal to Noise Ratio). <u>Handleiding Netstumbler.</u></p>														

	
Het inwendige van een Wireless router: Wordt in de testopstelling als referentiepunt gebruikt.	
<u>Windows netmeeting</u> Wordt gebruikt om data-, beeld- en geluids informatie draadloos te verzenden. Dit programma wordt standaard bij Windows meegeleverd. Instellingen: Ad Hoc modus	
Instellingen <u>Windows XP</u> : Adhoc modus (Wireless peer to peer modus)	
<u>Reverse SMA connector (vrouwelijk type)</u> op de foto: mannelijk equivalent	
<u>50 Ohm RG58 coax kabel</u> Verzwakking: >100 db/100m (2.4GHz) <u>50 Ohm RG213 coax kabel</u> Verzwakking: 50 db/100m (2.4GHz) <u>50 Ohm Low Loss 400 coax kabel</u> Verzwakking: 22 db/100m (2.4GHz)	
<u>RF, N plug connector</u> Mannelijk type Buiten diameter: 19 mm Binnen diameter: 7 mm Impedantie: 50 Ω	
<u>Reverse polarity SMA naar N connector pigtail kabel</u> (Pigtail: aansluitkabel) Low Loss 500 coax kabel Lengte: 150 cm Verzwakking: 0.24 dB/m	
Webcamera's	

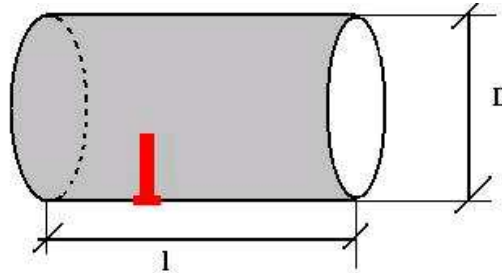
6 WLAN antennes: de ontwerpen: [top](#)

A Parabool met koffiepot als ontvanger:

- Prime Feed Focus Dish
- Afmetingen:
Diameter: 45 cm.
Diepte: 10 cm.
Brandpunt: 12 cm
- Antenne winst: 20 dB

**B Cantenna:**

- Afmetingen:
Diameter D: 100 mm
Lengte l: 183 mm
Antenne lengte: 31 mm
Antenne afstand tov links: 45 mm
PS: is in feite een gewone koffiepot als golfgeleider :)
- Antenne winst: t.o.v. staafantenne: 10 dB

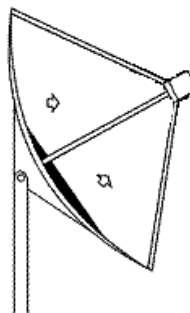
**C Dubbele biquad antenne:**

Onderdeel van een parabool antenne.

- Afmetingen:
Lengte van elke zijde: 31 mm
Hoogte van de antenne tov het grondvlak: 15 mm
Grondvlak: 220mm/123mm
- Gebruik na de constructie **Plastic spray** om het koperen gedeelte te beschermen tegen oxidatie
- Antenne winst: t.o.v. staafantenne: 13 dB

**D Prime Feed Focus schotelantenne met antenne als ontvanger:**

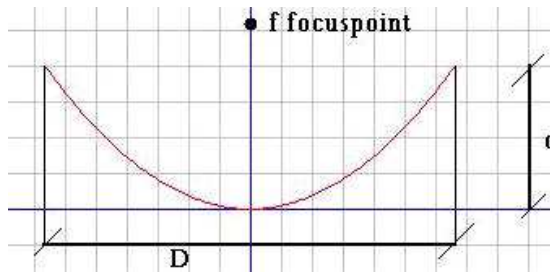
- Prime Feed Focus Dish; RF signalen vallen loodrecht op het oppervlakte.
- Afmetingen:
Diameter: 90 cm.
Diepte: 13,5 cm.
Brandpunt: 42 cm
- Antenne winst: 22 dB ?



E Cilindrische parabolische reflector

met omnidirectionele antenne

- Afmetingen:
D: 330 mm
c: 120 mm
f: 100 mm
- Antenne winst:
t.o.v. staafantenne:
14 dB



Cilindrische parabolische reflector

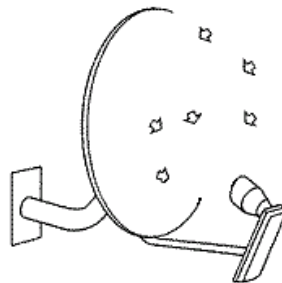
met omnidirectionele antenne, tweede ontwerp

- Afmetingen:
D: 600 mm
c: 150 mm
f: 150 mm
- Antenne winst: t.o.v. staafantenne: xx dB



F Schotelantenne (offset) met biquad als ontvanger:




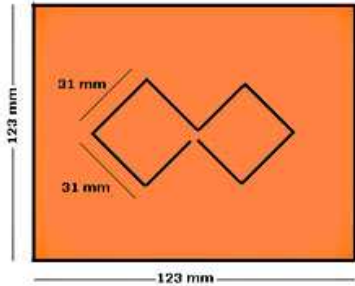

- Offset Dish Antenna; RF signalen vallen onder een hoek op het oppervlakte. Voor onze doeleinden moet deze antenne dan ook 180 ° vertikaal gedraaid worden.
- Afmetingen:
Diameter: 90/100 cm.
Diepte: 8.6 cm.
- Antenne winst: 22 dB



G Parabool met dipool antenne:

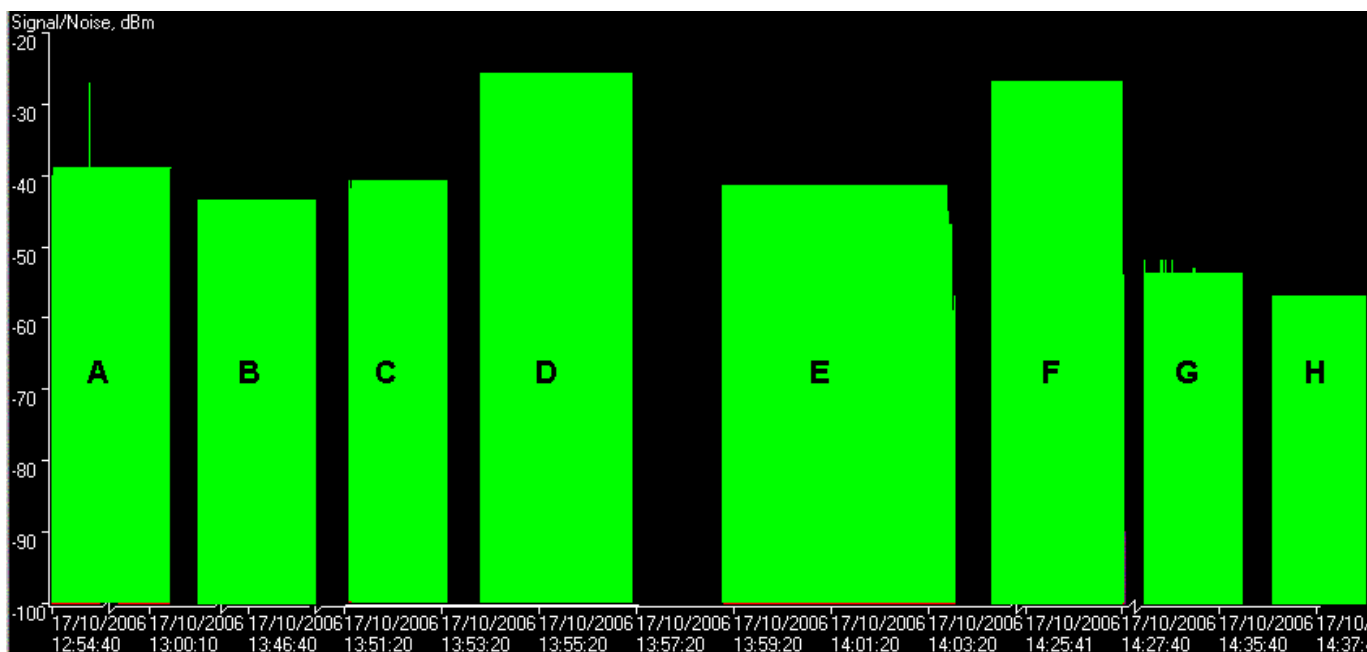
- Prime Feed Focus Dish
- Afmetingen:
Diameter: 30 cm.
Diepte: 7,2 cm.
Brandpunt: 11 cm
75 Ohm RG58 coax kabel
- Antenne winst: negatief



<p>H Staaf antenne:</p> <ul style="list-style-type: none"> Afmetingen: Lengte: 17 cm 		
<p>I USB antenne:</p> <ul style="list-style-type: none"> USB adaptor DWL-G122, D-Link Transmitter Output Power: 14 dBm ± 2dB Modulation Technology: Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) Afmetingen: Lengte: 75 mm Breedte: 23 mm 		
<p>J Parabool met USB antenne:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prime Feed Focus Dish Afmetingen: Diameter: 30 cm. Diepte: 7,2 cm. Brandpunt: 11 cm Antenne winst t.o.v. USB antenne in vrije ruimte: 22dB 		
<p>Biquad antenne:</p> <ul style="list-style-type: none"> Onderdeel van een parabool antenne. Afmetingen: Lengte van elke zijde: 31 mm Hoogte van de antenne tov het grondvlak: 15 mm Grondvlak: 123mm/123mm Gebruik na de constructie Plastic spray om het koperen gedeelte te beschermen tegen oxidatie Antennewinst t.o.v. staafantenne: 12 dB 		

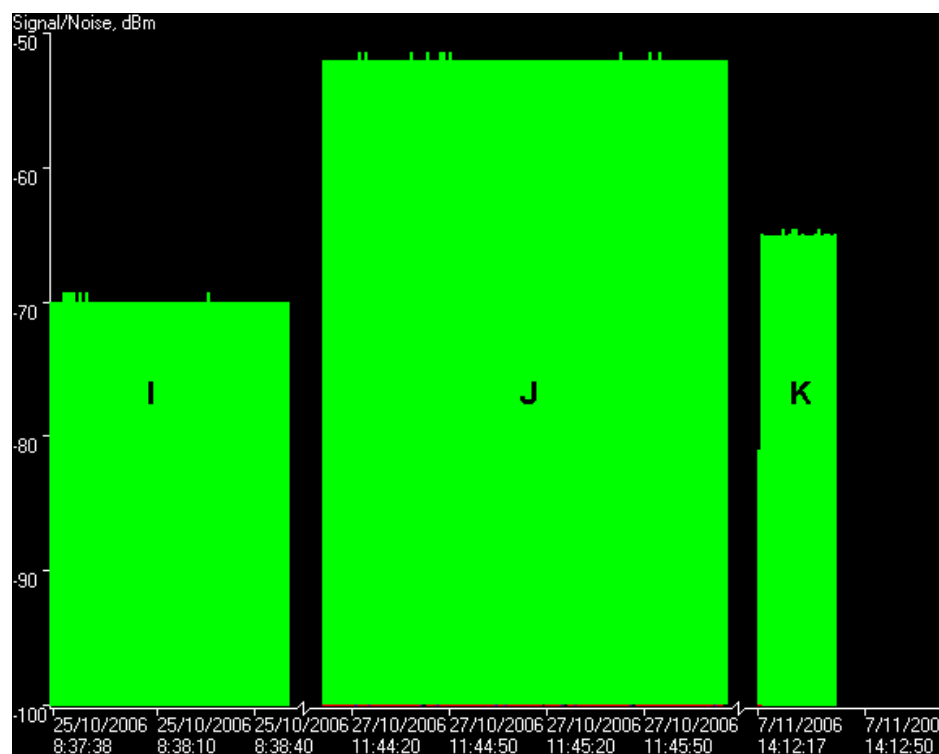
7 Verwerking van de meetresultaten: [top](#)

- Binnenplaats VTI: Afstand Access point (Wireless Router als Access Point) tot de antenne: 100 meter.



- A: Parabool antenne, diameter 45 cm, + cantede
- B: Cantede
- C: Dubbele biquad
- D: Parabool antenne, diameter 90 cm, + cantede
- E: Cilindrische parabool
- F: Parabool antenne, Diameter: 90/100 cm, + biquad
- G: Parabool, Diameter: 30 cm, + dipool antenne
- H: Staaf antenne

2. In het labo: USB antenne



- I: USB antenne
- J: USB antenne met parabool, Diameter: 30 cm
- K: Staaf antenne

8 **Groepfoto's:** [top](#)

1. Groepsfoto van de studenten die meewerkten aan het project:



2. Werkten mee aan dit project: van links naar rechts: De Beer Gino, Ewout Goedgezelschap, Tomas Herremans, Yari Pinnewaert, Arnout De Vos, Siau Pauwel, Anthony Van Roy, Jasper Jans, Jan De Ridder, Nicolas Karmé, Koen Vander Meersche, Tim Janssens, Gert De Lausnay, Wouter De Smet.
3. Figuur: opstelling van de ontwerpen: schotelantenne met biquad (offset antenne), cilindrische parabool, parabool met canteenne, biquad antenne, parabool met USB stick als antvanger, canteenne, brede cilindrische parabool, Parabolische schotelantenne met canteenne als golfgeleider (prime focus).



9 **Poging tot het overbruggen van een afstand van 3 km:** [top](#)

On the field:

1. Keuze van de locatie: Een prachtige streek tussen Erwetegem en St Maria Oudenhove: St Maria Lierde: er wordt getracht een afstand van 3000 m (in vogelvlucht) te overbruggen met behulp van de 2 schotel antennes. Doel: aantonen dat er vlotte communicatie mogelijk is door middel van het doorsturen van digitale audio en video signalen. De uiteindelijke communicatie gebeurt door gebruik te maken van het Windows programma netmeeting.
2. De gemeente Lierde maakt deel uit van het Heuvelland van de Vlaamse Ardennen, gecompartmenteerd door beekvalleien en heuvelruggen, meer info op **GEMEENTELIJK NATUURONTWIKKELINGSPLAN LIERDE**
3. Figuur: map van de locatie waar er zal getracht worden een afstand van 3000 meter draadloos te overbruggen:



4. We zochten en vonden 2 heuvels in het Vlaamse landschap, Waesberg op een hoogte van 90 meter en Eikenmolen op een hoogte van 90 meter, het dal zelf ligt op een hoogte van 40 meter tov de zeespiegel, **Luchtfoto grondgebied St Maria Lierde**. PS op de luchtfoto zijn we uiteraard niet te herkennen omdat wij op dat zelfde moment in het luchtruim vertoefden, ...
Op de volgende foto's zien we Gino en Dirk op avonturentocht in St Maria Lierde: de zoektocht naar een geschikte locatie om het experiment uit te voeren:



5. Zondag 26 november werd getest of dat de minimale doelstelling, een draadloos WLAN netwerk aanleggen die een afstand van 3 km kon overbruggen, kon wrden gerealiseerd. Op de onderstaande fotoreeks krijg je een overzicht te zien van de respectievelijke meetopstellingen alsook een ideeetje van het improvisatie talent van de betrokken leerkrachten: Dirk, Peter, Luc en Gino. Kijk eens naar onze uitvinding: een prachtige tafel opgebouwd uit .. jawel oude autobanden. Na het zwaar labeur van bij de opstelling van het meetsysteem (met dank aan boer Marc) werd met succes overgegaan tot het realiseren van een draadloze WLAN verbinding (afstand in vogelvlucht: 3 km). Via Netmeeting werd een conferentiegesprek (beeld en geluid) opgestart tussen de 2 punten. De plaatselijke inwoners waren na het actief deelnemen aan de videoconferentie zodanig onder indruk, dat ze de elektronica afdeling nogmaals verwachten in het voorjaar.
Indien de opstelling zou gebeuren in een windvrije omgeving kan gerust de hieronder theoretisch berekende afstand van 7 km bereikt worden. Het afregelen en nauwkeurig richten van de antennes blijft wel de grootste uitdaging.



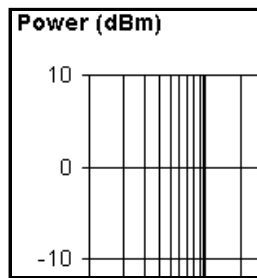
6. Nieuwe uitdaging: het overbruggen van een afstand van 6.0 km



10 Berekeningen: [top](#)

10.1 Berekening van de versterkingsfactor van een antenne in dBm:

1. dBm of dBmW is het vermogen gemeten t.o.v. 1 milliwatt, $\text{dBm} = 10 \log P/P_0$; en dit bij gelijke impedanties.
2. $3 \text{ dBm} = 10 \log P/P_0$
of $P = 10^{0.3} \cdot P_0$
of $P = 2 P_0$
3. $10 \text{ dBm} = 10 \log P/P_0$
of $P = 10^1 \cdot P_0$
of $P = 10 P_0$
of $P = 10 \text{ mWatt}$
4. $-50 \text{ dBm} = 10 \log P/P_0$
of $P = 10^{-5} \cdot P_0$
of $P = 0.00001 P_0$
of $P = 10 \text{ nWatt}$
5. Figuur: dBm naar mWatt conversie.



10.2 Uitgestraald vermogen bij een isotrope antenne:

1. $P_D = P_t/4\pi d^2$ [Watts/m²]
2. P_t : uitgestraald vermogen
 d : afstand tot de antenne
Opmerkingen: bij een andere antenne moet deze waarde nog vermenigvuldigd worden met de versterkingswinst G van de antenne.
 $\text{dBi} = \text{dBd} + 2.15$
3. Opmerking: De signaal sterkte neemt af met 6 dB bij verdubbeling van de afstand in openlucht, binnenshuis ligt die waarde hoger dan 9 dB!!

10.3 Uitgestraald vermogen bij een antenne:

- Effective isotropic radiated power (EIRP): het door de antenne uitgestraald vermogen: vermogen beschikbaar aan de ingang van de antenne + antennewinst + 2.15dB
- Voorbeeld:
 $P = 15 \text{ dBm}$
Antenne winst: 20 dB
EIRP = 35 dBm

10.4 Door de antenne ontvangen vermogen:

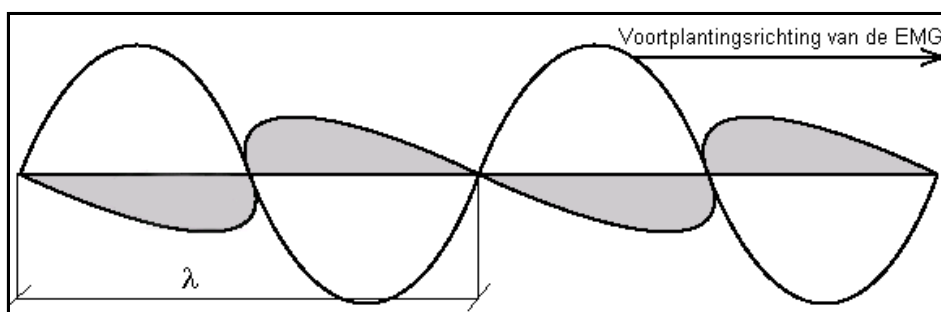
1. $P_R = P_D \cdot G_R \cdot l^2/4\pi$ [Watts]
2. $G_R \cdot l^2/4\pi$ = effectieve oppervlakte van de antenne
 G_R = versterkingsfactor van de ontvangst antenne

10.5 Friis vergelijking:

1. $P_R = P_t \cdot G_R \cdot l^2 / (4\pi d)^2$ [Watts]

10.6 Bepaling van de golflengte:

1. Figuur: voorstelling van een elektromagnetische golf, vertikaal het elektrisch veld, horizontaal het magnetisch veld:



2. c: snelheid van het licht: $3 \cdot 10^8$ m/s

De draaggolf frequentie f bij WLAN netwerken bedraagt 2.4 GHz (zie bovenstaande frequentie tabel: wat is WIFI-WLAN)

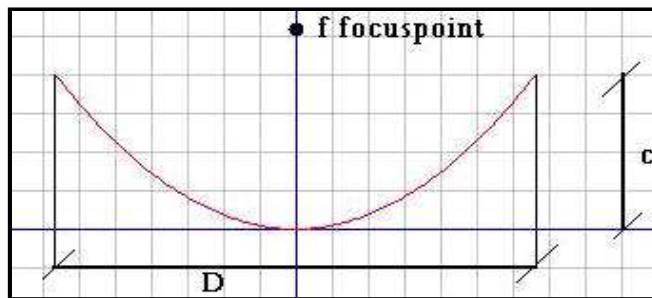
De golflengte $\lambda = c/f$: λ wordt dus: 12.5 cm

De lengte van de interne antenne (1/4 golf straler) van de antenne moet dus zijn: $\lambda/4$ of 31 mm

3. De reële draaggolf frequenties liggen hoger (zie bovenstaande frequentie tabel).

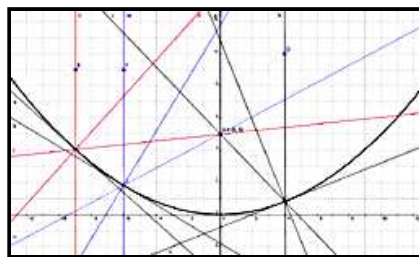
10.7 Parabolische schotel antenne berekeningen:

- Wiskundige voorstelling van een parabool: $y = a(x - p)^2 + q$
 q = offset (neem $q = 0$)
 p = horizontale verplaatsing (neem $p = 0$)
 Vereenvoudigde formule: $y = a(x)^2$ of $y = x^2/4f$ waarbij $a = 1/4f$
- De focus f van een gegeven parabool = $D^2/16 \cdot c$
 D : Diameter van de schotel antenne
 c : diepte van de parabool antenne
- Figuur: nodige gegevens voor de bepaling van het focuspunt:



Voorbeeld van een cilindrische parabool constructie:

- $y = ax^2$; $a = 0.05$
 $y = 0.05x^2$
 $a = 1/(4f)$
 $f = 1/(4a)$
 $f = 5$
- Voor een groter horizontale oppervlakte is het beter voor a een waarde van 0.025 te nemen. Het brandpuntsafstand verhoogt hierbij tot een waarde van 10 cm. De onderstaande figuur geeft de wiskundige constructie weer van een cilindrische parabool:



- Bij het gebruik van de parabool antennes wordt op optische wijze het brandpunt bepaald. Dit gebeurde eveneens bij de zelfontworpen cilindrische parabool. Eventuele afwijkingen tov van de theoretisch bepaalde waarden konden hierdoor worden bijgewerkt.
 Opmerking: bij de gebruikte offset schotelantenne is het brandpunt minder duidelijk omlinjd dan bij de Prime Feed Focus schotelantenne.

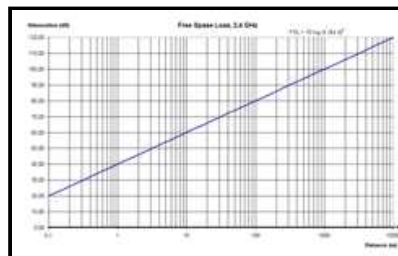
10.8 Antenna berekeningen:

- Golflengte: $\lambda = 3 \cdot 10^8$ m/s / 2.4 GHz = 125 mm.
 Lengte van de ingebouwde antenne: 31 mm = $\lambda/4$
 Antenna offset vanaf de linkerkant:

$$= 0.25 \lambda / \sqrt{((1 - (\lambda/1.706D))^2)}$$
- De lengte λ van de antenne dient dus groter te zijn dan 0.75 λ

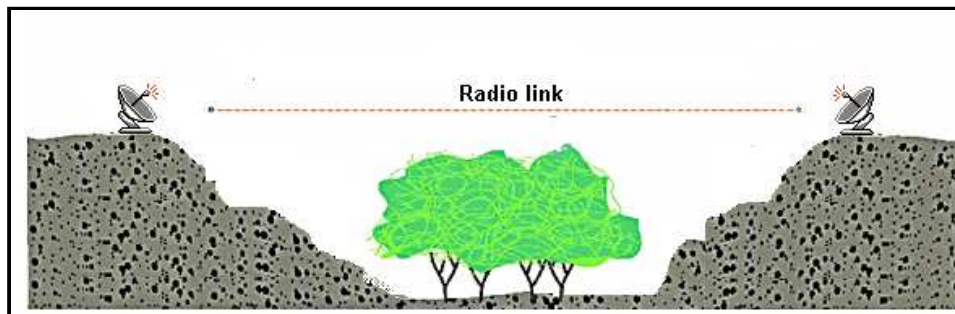
10.9 Free Space Loss berekeningen:

- FSL = $10 \log (1/4\pi d)^2 = -100.4$ dB op een afstand van 1000 m
- Figuur: Free Space Loss in dB



10.10 Bepaling van het maximaal zendbereik:

1. Figuur: opstelling voor de bepaling van het maximale zendbereik:



2. Voor de berekening van het maximale zendbereik wordt de FSL berekend, waaruit de maximale zendafstand kan worden bepaald.

$$3. FSL = P_{TR} + G_{TR} - P_{RC} + G_{RC} - 20 \text{ dB} = 15 + 20 - (-80) + 25 - 20 - 2 \text{ dB} = 118 \text{ dB}$$

P_{TR} = Het beschikbaar vermogen (PC kaart) bij ideale impedantie aanpassing: 15 dBm

G_{TR} = Versterkingsfactor van de zend antenne: 20 dBm

P_{RC} = Gevoeligheid van de ontvanger (negatieve waarde): -80 dBm

G_{RC} = Antenne versterking van de ontvangstzijde: 25 dBm

Ruis marge SNR, dynamische RF parameters die het signaal op een negatieve manier beïnvloeden: 20 dB
kabel en connector verliezen: 2 dB

Grafische voorstelling FSL berekening

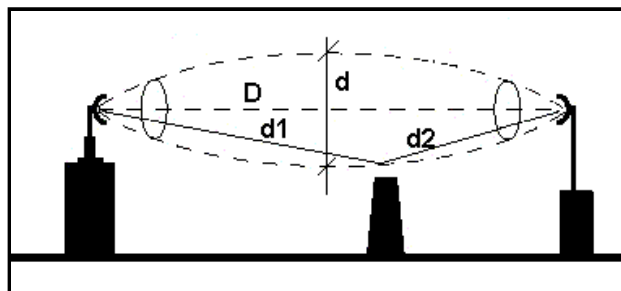
4. Maximale zendafstand d:

$$(-118 \text{ dB}) = 10 \log (1 / 4\pi d)^2$$

$$\Rightarrow d_{\max} = 7800\text{m} \text{ (de theoretisch maximale afstand is dus 7800m)}$$

5. Fresnel zone:

Indien deze zone d vrij is van obstakels, wordt het uitgezonden signaal niet verzwakt. De minimale breedte die een straal nodig heeft, is afhankelijk van de te overbruggen afstand en de golflengte en kan met de onderstaande formule worden berekend.



$$d = 17,32 \cdot \sqrt{(d1 \cdot d2) / (f \cdot D)}$$

h: Fresnel zone in meter

D: afstand in vogelvlucht tussen de 2 antennes (in km)

d1, d2: afstand tot het obstakel (in km)

f: Transmissiefrequentie: 2.4 GHz, (in GHz)

6. Opmerkingen:

een muur levert een verzwakking van minstens 9 dB

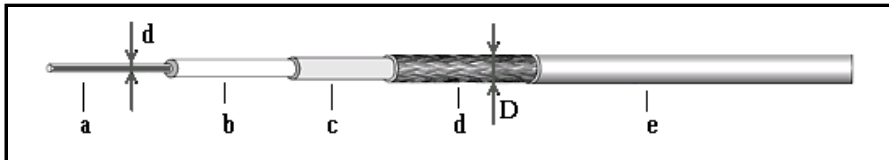
een vloer levert een verzwakking van 30 dB

Een voorbijganger veroorzaakt een signaal verzwakking van 10 dB

Een winst van 6 dB betekent een verdubbeling van afstand (in open lucht), in huis heb je minstens een winst van 9 dB nodig.

10.11 Berekening van de kabelimpedantie:

1. Figuur: anatomie van een coax kabel:



2. De karakteristieke impedantie van een coax kabel wordt als volgt berekend: $Z_C = (138 \cdot \log(D/d)) / \sqrt{\epsilon_r}$, waarbij d de diameter van de binnenste geleider is en D de diameter van de buitenste geleider: ϵ_r : dielectrische constante van het medium (meestal 2.3)
 - a: binnen diameter van de koperen geleider
 - b: Dielectrische constante (Polyethyleen: $\epsilon_r = 2.3$)
 - c: buiten diameter van de koperen geleider.
 - d: Bonded aluminum foil
 - e: Behuizing, bescherming (Polyethyleen)
3. Z_C moet 50Ω zijn voor alle antennes en kabels. Bij misaanpassing ontstaan er reflecties, waardoor het nuttig zendvermogen wordt beperkt. Om dit probleem op te lossen hebben we een VSWR meter nodig, waarover we echter niet beschikken. Bij de bepaling van het maximale zendbereik dient daarmee echter wel rekening te worden gehouden. Deze waarde zal een negatieve invloed uitoefenen op de maximaal te overbruggen afstand. (VSWR: staande golf verhouding - Voltage Standing Wave Ratio)

10.12 Berekening van de afstand tussen 2 punten op de aardbol:

1. **Berekening van de afstand tussen 2 punten op de aardbol** geen cijfers na de komma ingeven, [javascript](#)
2. Straal van de aardbol $r = 6372.795$ km
3. Met een goeie GPS in uw wagen, een fluitje van een cent, met dank aan Dirk Van Ginderdeuren.

11 Online calculators: [top](#)

1. <http://www.educylopedia.be/electronics/electroniccalculatorrf.htm>
2. **Berekening van de afstand tussen 2 punten op de aardbol**
3. **AntennaCalc v0.2**
4. **Conversion from Watts (W) to decibels "milliwatts" (dBm)**
5. **EIRP** Effective Isotropic Radiated Power calculator
6. **Fresnel zones**
7. **Link Margin**
8. **Link Planning for Wireless LAN (WLAN)**
9. **RF Calculator** Conversion calculator from Watt to dBm and from dBm to Watt
10. **Space loss calculator**
11. **Space loss calculator** Km

12 Methoden om een access point (draadloze router) beter te beveiligen: [top](#)

1. Uitzending van SSID uitschakelen:

SSID staat voor Service Set Identifier, een 32-tekens lang 'naamkaartje' van het access point naar de buitenwereld. Dit wordt met ieder bericht meegestuurd dat het access point uitzendt en kan door iedereen binnen het bereik van het access point worden ontvangen. Een draadloze netwerkkaart is in staat om het SSID op te vangen en te gebruiken om zo verbinding te maken met het betreffende access point. Dit geldt voor iedereen die zich binnen het bereik van het access point bevindt, dus ook personen die u liever buiten uw netwerk houdt. Om te voorkomen dat iedereen zomaar verbinding kan maken kunt u de SSID-identificatie uitschakelen. Op deze manier wordt het access point onzichtbaar voor iedereen.

2. Paswoord beveiliging:

De meeste access points (en ook routers) staan namelijk wagenwijd open voor onbevoegden. Om bij de installatie van het apparaat de toegang tot de webinterface makkelijk te maken, wordt er door de fabrikant gebruik gemaakt van standaard inloggegevens tot de webinterface (bijvoorbeeld: "Admin" als loginnaam en niets als wachtwoord). Niet alleen zijn deze gegevens op zich makkelijk te raden, ze staan ook letterlijk op internet omdat de fabrikanten van de access points op hun websites documentatie van deze apparatuur ter beschikking stellen. Zo duurt het bij een gerichte poging tot inbraak maar een paar minuten voordat een ongenode gast binnen is. Het is dus sterk aan te raden om zo snel mogelijk na het installeren van het access point een goed wachtwoord te kiezen en deze in te stellen is via de webinterface.

3. MAC (Media Acces Control):

Een MAC adres, of Media Access Control adres, is een manier om elke draadloze netwerkkaart een unieke naam te geven. Dit is een 12-cijferig hexadecimaal getal. Een router kan binnenkomend verkeer onderzoeken op het MAC-adres. In routers kunt u (afhankelijk van type en fabrikant) instellen alleen specifieke MACadressen toe te laten op het netwerk.

4. Voor doelgerichte aanvallen zijn bovenstaande beveiligingsmethodes uiteraard onvoldoende en dienen bijkomende maatregelen te worden

ondernomen: codering van gegevens: WEP (Wired Equivalent Privacy) , WPA, WPA PSK (Wifi Protected Access – Pre-shared Key) , ... Hou er wel rekening mee dat het versleutelen van gegevens het netwerkverkeer vertraagt. Voor een particulier netwerk zijn de voorgestelde beveiligingsmethodes voldoende en bieden het voordeel dat deze eenvoudig te implementeren zijn. Tenzij ... men in de omgeving woont waar er studenten met enige kennis van zake wonen :)

13 Beveiliging van de computer: [top](#)

1. De eerste oplossing bestaat erin een firewall te gebruiken, dat is een stukje software dat het verkeer regelt van het internet naar uw computer en andersom. Op deze manier beschermt een firewall uw pc tegen ongewenste indringers. Wanneer u Windows XP als besturingssysteem heeft geïnstalleerd dan hoeft u de firewall niet meer aan te schaffen omdat deze reeds hierin is geïntegreerd. Een alternatief vormt Zonealarm.
2. Een bijkomende beveiliging is een virusscanner te stallen, dit is een programma dat schadelijke bestanden identificeert en opruimt. Omdat er regelmatig nieuwe virussen opduiken, is het van essentieel belang dat de virusscanner regelmatig wordt vernieuwd.

14 Algemene opmerkingen en conclusies: [top](#)

1. De grootste antenne winst wordt verkregen d.m.v. de 2 parabool antennes. Dit was te verwachten aangezien deze de grootste effectieve oppervlakte hebben.
2. Hoe groter de diameter van de antenne, hoe meer access points er worden gedetecteerd.
3. Gevoeligheid en antenne winst zijn afhankelijk van de diameter van de antenne, dit geldt voor alle antennes (nuttige oppervlakte).
4. Glas oefent geen effect uit op de ontvangen signaalsterkte.
5. Menselijke voorbijgangers oefenen een negatief effect uit op de ontvangen signaalsterkte. Een signaal verzwakking van 10 dB en meer is mogelijk.
6. Plaats de antenne zo hoog mogelijk, maar richt ze ook goed!!
7. Draag zorg voor de connectoren en laat ze zeker niet vallen, deze zijn zeer gevoelig.
8. Een muur levert een verzwakking van 6 tot 9 dB
9. Een vloer levert een verzwakking van 30 dB
10. Een voorbijganger veroorzaakt een signaal verzwakking van 10 dB
11. Hoe groter de versterkingsfactor van de antenne, hoe beter ze dient gericht te worden om een optimale vermogenswinst te bekomen.
12. De karakteristieke impedantie moet voor alle onderdelen dezelfde waarde van 50 Ω zijn. Bij misaanpassing ontstaan er reflecties, waardoor het nuttig zendvermogen wordt beperkt. Om dit probleem op te lossen hebben we een VSWR meter nodig, waarover we echter niet beschikken. Bij de bepaling van het maximale zendbereik dient daarmee echter wel rekening te worden gehouden. Deze waarde zal immers een negatieve invloed uitoefenen op de maximaal te overbruggen afstand. (VSWR: staande golf verhouding - Voltage Standing Wave Ratio).
13. Om een draadloze verbinding op grote afstand tot stand te brengen blijkt het richten van de schotelantennes een zenuwslopend karweitje te zijn, dit is zeker het geval bij een hevige wind.
14. Voor gedetailleerde informatie (probleem analyse, technische constructie, inzetbaarheid, ...) wordt er verwezen naar de individuele dossiers.

**Alle studenten slaagden erin om met hun ontwerp een minimale versterkingswinst te bekomen van 10 dB.
Dit betekent dat elk ontwerp bruikbaar is, het toepassingsgebied wordt bepaald door de eisen die men aan een antenne systeem stelt: beschikbare ruimte, noodzaak van een grote antennewinst, persoonlijke smaak, design, materiaal keuze enz.**

15 Praktische toepassingen: [top](#)

1. Van op afstand 2 computers draadloos met elkaar verbinden.
2. De afstand van uw computer tot uw draadloos access point (meestal draadloze router) vergroten.
3. Wardriving (sorry geen uitleg).
4. Meerdere gebruikers op één access point (vb een afgelegen locatie toch van internet voorzien).
5. Een vergelijkende test uitvoeren van draadloze netwerkapparatuur: draadloze routers, netwerkkaarten, USB antennes.
6. Met de kleinst ontworpen antennes (vb: de cantenne) kan men thuis het zendbereik gerust verdubbelen.

16 Externe links: [top](#)

1. [802.11a](#) Operates in the 5-GHz frequency range (5.125 to 5.85 GHz)
2. [WLAN antennes](#)
3. [GEMEENTELIJK NATUURONTWIKKELINGSPLAN LIERDE](#)

4. **GIS Vlaanderen** luchtfoto's van Vlaanderen, Geo-Vlaanderen wil geografische beleidsinformatie aanbieden via het web. Via de ontwikkelde internetloketten kan u thematische en beleidsinformatie geografisch bevragen
5. **IEEE 802.11b White Papers** [pdf file](#)
6. **IEEE 802.11g White Papers** [pdf file](#)
7. **IEEE 802.11 white paper** [pdf file](#)
8. **IEEE 802.16 WirelessMAN** IEEE 802.16 WirelessMAN Standard for Wireless Metropolitan Area Networks, The IEEE 802.16 Working Group on Broadband Wireless Access Standards
9. **Kabels maken** Wirellessantwerpen.be
10. **Multimap** offers the coordinate of the latitude and longitude in deg/min/sec
11. **Provincie Oost-Vlaanderen** luchtfoto's
12. **Vlaamse Hydrografische Atlas**

<http://www.educylopedia.be> | [Labo elektriciteit-elektronica](#) | [VTI-Aalst](#)