



**HoGent**

Faculteit Bedrijf en Organisatie

Wat is VOIP, hoe beveilig ik mijn netwerk hiervoor en hoe werkt het met IPV6

Ritchie Van Mele

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van  
Bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:  
Johan Decorte  
Co-promotor:  
Krist Vanneste

Instelling: Hogeschool Gent

Academiejaar: 2014-2015

Tweede examenperiode



Faculteit Bedrijf en Organisatie

Wat is VOIP, hoe beveilig ik mijn netwerk hiervoor en hoe werkt het met IPV6

Ritchie Van Mele

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van  
Bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:  
Johan Decorte  
Co-promotor:  
Krist Vanneste

Instelling: Hogeschool Gent

Academiejaar: 2014-2015

Tweede examenperiode

## **Samenvatting**

Deze bachelorproef draait rond voice over IP (VOIP). In deze proef stel ik mezelf vragen en tracht daarop antwoorden te vinden. Ik ga trachten duidelijk te maken wat VOIP is en hoe ze verschilt van traditionele telefonie. Bij VOIP wordt de telefonie over een netwerk gestuurd. Ik ga dan ook onderzoeken welke invloed VOIP heeft op dit netwerk en of dit een probleem geeft voor je beveiliging. Beveiliging zowel t.o.v. het bestaande netwerk maar ook ten opzichte van je telefonie. Dan ga ik ook kijken naar op welke manieren je een onbeveiligd VOIP netwerk kan misbruiken en hoe je te beschermen tegen deze praktijken. De bedoeling is dat je na het lezen van deze proef weet wat VOIP is met alle voor en nadelen. Hoe het veilig en onveilig is en hoe je te beschermen tegen inbreuken. Deze proef sluit aan bij mijn stage bij SmartTelecom NV. Hier implementeer en beheer VOIP in nieuwe en bestaande netwerken bij klanten. Op deze manier kom ik dagelijks in contact met de voor en nadelen van VOIP. Alsook met de gevaren ervan en hoe te beveiligen tegen deze gevaren. Research via deze stage is dan ook mijn voornaamste aanpak van de probleemstelling.

# Voorwoord

Deze thesis is in het kader van mijn bachelorproef voor toegepaste informatica aan de hogeschool Gent.

Het onderwerp heb ik gekozen omdat het aanleunde bij mijn stage en aangezien het een technologie is die velen kennen maar niet zozeer begrijpen of vertrouwen. Ik wil mijn stagementor en copromotor Krist Vanneste van SmartTelecom NV bedanken voor de hulp en research mogelijk door hem. Door hem was ik in staat om de beveiliging van een ingewikkeld netwerk te kunnen implementeren. Dit zowel voor normaal dataverkeer als voor VOIP verkeer. Uiteindelijk is mijn onderwerp geïnspireerd door deze kans van samenwerking.

Ook bedank ik mijn stage partner Dries Vandooren voor de nuttige invloed tijdens de stage en in het onderwerp VOIP.

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1	Probleemstelling en Onderzoeksvragen . . . . .	8
1.1.1	Samenwerking met andere Technologieën . . . . .	8
1.1.2	Beveiligingsdreigingen . . . . .	8
1.1.3	VOIP met IPV6 . . . . .	9
<b>2</b>	<b>Methodologie</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Samenwerking met andere Technologieën</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Beveiligingsdreigingen en oplossingen</b>	<b>14</b>
4.1	Packet Sniffing . . . . .	14
4.1.1	Hoe werkt het? . . . . .	14
4.1.2	Virtual LAN's . . . . .	16
4.1.3	Encryptie . . . . .	18
4.1.4	Apart netwerk . . . . .	20
4.2	Identiteit fraude . . . . .	21
4.3	Phreaking? . . . . .	22
4.4	VLAN Hopping? . . . . .	22
4.5	Verstoren van gesprekken . . . . .	22
4.6	DOS aanvallen? . . . . .	22
4.7	SPIT? . . . . .	22
4.8	Voorbeeld Netwerk . . . . .	22
<b>5</b>	<b>VOIP met IPV6</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>Conclusie</b>	<b>24</b>

# Hoofdstuk 1

## Inleiding

Wat is VOIP? VOIP of Voice Over IP(Internet Protocol) is de technologie waar je telefonie en multimedia sessies(conference call met beeld) gaat sturen over een IP netwerk. Men verwijst vaak naar VOIP als internet telefonie. Hierbij ga je je communicatie(stem, sms, fax, ... ) sturen over het internet in tegenstelling tot bij traditionele telefonie waarbij dit via een public telefonie netwerk gebeurde. In tegenstelling tot wat de naam zegt is internet verbinding niet altijd nodig bij VOIP. VOIP betekend eenvoudig dat je je communicatie gaat versturen via dezelfde protocollen als degene het internet gebruikt. Zo kan je binnen een groot bedrijf elke werknemer voorzien van VOIP telefoons en deze kunnen elkaar bellen via VOIP zonder dat ze verbinding maken met het internet. Eens ze willen bellen naar locaties buiten hun netwerk dan komt er uiteraard internet aan te pas.

Maar we lopen vooruit op de feiten. We starten met telefonie waar het allemaal bij startte. De eerste telefoons. De eerste telefoonlijn was een directe lijn tussen 2 toestellen. Eens er meer en meer toestellen kwamen maakte men gebruik van POTS wat staat voor "Plain Old Telephone Service". Vertaalt is dit "de eenvoudig oude telefoon service". POTS ging over een netwerk genaamd PSTN("public switched telephone network" of " publiek verdeeld telefoon netwerk"). Bij directe verbindingen tussen toestellen was er sprake van een analoog signaal tussen de 2. De stem werd op deze manier overgebracht. POTS en PSTN werden mogelijk toen de ontdekking werd gemaakt dat men dit analoog signaal kon omvormen naar een digitaal signaal. Een stem die in origine analoog was kon worden omgevormd naar een digitaal signaal en kon worden verstuurd als nullen en eentjes. Een betere technologie was ontwikkeld en de basis voor wat later zou uitgroeien tot VOIP was gelegd.

Tot op dat moment werd er gekozen om de telefonie gescheiden te houden van het opkomende computernetwerk. In computernetwerken werd er gewerkt met pakketten. Om VOIP gebruik te laten maken van deze netwerken zou het ook zo gaan werken.

VOIP gaat de geluidssignalen opsplitsen in pakketten en deze versturen over het netwerk. Deze pakketten bevatten behalve het geluid signaal ook het netwerk adres van de beller en ontvanger. En door het gebruik van pakketten werd het mogelijk om meer informatie mee te sturen om de communicatie te ondersteunen en verbeteren.

Waar POTS specifieke benodigdheden had is VOIP enorm veelzijdig. Het werkt op verscheidene soorten netwerken. En het werkt niet alleen met VOIP telefoons maar ook met computers, Pda's en zelf smartphones. Deze toestellen bevatten allemaal een NIC( Network Interface Card) net zoals een computer. Via deze NIC's krijgen de toestellen dan een netwerk adres(IP-adres). Op deze manier zijn VOIP toestellen deel van je computer netwerk.

Wat zijn nu de voor en nadelen van POTS en VOIP.

### POTS:

- voordelen
  - Het is in vele gevallen al aanwezig.
- nadelen
  - Het aantal main telefoonlijnen is het aantal oproepen je bedrijf tegelijk aankan.
  - Het aantal extenties je kan hebben is bepaald door je PBX( private branch exchange)
  - Het werkt enkel met analoge telefoons. Geen pc's, smartphones, ...

### VOIP:

- voordelen
  - Ongelimiteerd aantal oproepen dat je tegelijk kan afhandelen(als je internet snel genoeg is)
  - Ongelimiteerd aantal extenties.
  - Bied meer aan dan enkel telefonie zoals Video calls,bellen vanop PC's, ...
  - Geen gescheiden netwerk voor telefonie(geen dubbele bekabeling)
- nadelen
  - Er is een investeringskost bij aankoop van toestellen en PBX



Het is dus zeer duidelijk dat de overstap maken naar VOIP een zeer goede stap is voor bedrijven. Het geeft hen meer opties en de voordelen wegen meer door dan de nadelen.

Eens een bedrijf de stap maakt naar een Voice over Internet Protocol systeem is er nog een beslissing die te nemen is. Kies je voor een hosted Voip of voor een niet hosted voip. In de voorgaande analyse ging ik er van uit dat alle apparatuur zich on site bevond. Dit wil zeggen dat alle apparatuur zoals telefoons en PBX zich op de locatie van het bedrijf bevinden. Dit is niet de eenige mogelijkheid. Je kan er ook voor kiezen om je PBX te laten hosten door een hosting bedrijf. Hierbij zullen je VOIP telefoons geen verbinding maken met een PBX binnen je netwerk. Maar met een PBX centrale die zich op het internet bij een bedrijf die de diensten van hun PBX aanbiedt. Op deze manier kan je als bedrijf kosten sparen door de aankoop van een eigen PBX systeem te vervangen door een maandelijkse hosting kost. De voordelen van een hosted VOIP zijn dat je geen grote aankoopkost hebt, alsook dat je geen onderhoudskosten hebt. Ook kan je hierbij je VOIP telefoon toestellen plaatsen waar je wil. Je kan je toestel na het werk meenemen naar huis en daar bereikbaar zijn op het nummer van op werk. Bij een beheer van je eigen PBX is er een investering in materiaal, maar dit geeft je de mogelijkheid je VOIP netwerk te beheren zoals jij dat wil. In theorie zou je verbindingen kunnen open stellen waarbij je je toestel ook zou kunnen thuis zetten. Dit wordt wel afgeraden omdat dit je netwerk minder veilig maakt. Meer informatie later in deze thesis.

Als we naar al deze voor en nadelen kijken en we zien alle extra's dat VOIP aanbiedt, dan is alles positief. Nu is de vraag of en hoe VOIP dit allemaal kan. Om te begrijpen hoe VOIP werkt gaan we kijken naar een model dat al lang wordt gebruikt op het internet namelijk het TCP/IP model. Het TCP/IP model is een aangepaste variant van het OSI model. TCP/IP is een groep van netwerk protocollen. Een protocol is een regel die bepaald verkeer over een netwerk gaat regelen. Je hebt protocollen voor gewoon dataverkeer en je hebt er die strikt dienen voor VOIP. Elk van die protocollen komt overeen met een laag van het TCP/IP model. Ik ga de verschillende lagen niet beschrijven tenzij het nodig is om alles te begrijpen. Een pakket zal van start tot einde van zijn tocht elke laag 2 maal doorlopen. Eenmaal bij het verzenden en eenmaal bij het ontvangen. Waar een normaal pakket vertrekt bij de verzendende pc en aankomt bij de ontvangende computer. Vertrekt een VOIP pakket bij de beller en komt aan bij de gebelde. Het Pakket vertrekt bij de applicatielaag en elke laag dat het doorloopt krijgt het meer informatie en verandert het van formaat. Eens het bij de onderste laag komt(Netwerk interface) dan wordt het verstuurd over het netwerk. Eens aangekomen bij de applicatielaag van de gebelde, wordt het omgezet naar een hoorbaar formaat. Natuurlijk zijn er verschillen tussen het normale dataverkeer en VOIP verkeer. In de bovenste laag(Applicatie laag) maakt VOIP gebruik van 3 protocollen:

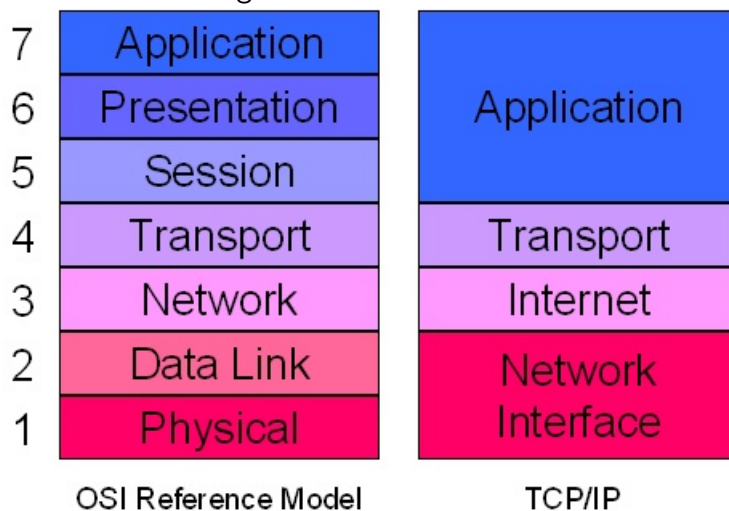
- NTP: Network Time protocol: Dit gaat de timing verzorgen bij het verzenden

van de pakketten zodat alles gebeurt in de juiste volgorde en op die manier de kwaliteit te garanderen.

- RTP: Real-time Transport Protocol: Gaat end-to-end netwerk transport functionaliteiten toevoegen.
- RTCP: Real-time Transport Control Protocol: Dit gaat het geluids signaal controleren op aflevering en controle functies toevoegen.

Ook in de transport laag is er een verschil. Waar traditionele datapakketten gebruik maken van TCP, gaat VOIP net zoals Videoconferencing gebruik maken van UDP (user datagram protocol). TCP is een trager protocol dan UDP, dit is omdat TCP meer controleerd op ontvangst van pakketten. UDP is sneller omdat het dit niet doet. Als er bij normaal dataverkeer een aantal pakketten niet aankomt dan is er een probleem. Dan zijn er documenten of gegevens niet volledig. Bij VOIP mag er al eens een pakket wegvallen. Zelf al wou je het pakket opnieuw verzenden dan nog kan je dat niet. Gesproken taal is sequentieel en je kan dus een deel van het begin niet op het einde erbij plakken. Daarom is er dus gekozen voor UDP.

Figuur 1.1: Het OSI model naast het TCP/IP model.



## 1.1 Probleemstelling en Onderzoeksvragen

VOIP is een nieuwe technologie, en een nieuwe technologie toevoegen aan je netwerk levert mogelijk problemen op. Zoals eerder vermeld gebruikt VOIP het zelfde netwerk als je standaard netwerk data verkeer. Dit betekent dat alle beveiligingsrisico's en dreigingen dat gewoon verkeer heeft, dat deze ook dreigingen zijn voor VOIP. VOIP heeft, in tegendeel tot dataverkeer, nog geen echte standaard. Ook moet er bij VOIP rekening gehouden worden met QOS (quality of service). Een super veilig systeem met slechte kwaliteit van gesprekken is geen goed systeem. Er moet dus een middenweg gevonden worden om het systeem zo veilig mogelijk te maken zonder in te boeten aan QOS. Nu ga ik dit alles opsplitsen in 3 categorieën.

- Zijn er problemen in samenwerking met andere technologieën?
- Wat zijn de beveiligingsdreigingen van VOIP?
- Hoe werkt VOIP met IPV6?

### 1.1.1 Samenwerking met andere Technologieën

**K**an VOIP ervoor zorgen dat de werking van je netwerk in het gedrang komt? Dan denk ik niet aan inbreuken via de VOIP maar eerder of de benodigheden voor VOIP en de netwerklast die dit veroorzaakt problemen geeft voor de andere zaken die gebruik maken van het netwerk. Uiteraard is er ook de mogelijke last voor VOIP als het zich op een netwerk bevindt met een reeds bestaande hoge netwerklast. Hoe zal VOIP werken in zo'n omgeving.

### 1.1.2 Beveiligingsdreigingen

Hier ga ik opsommen wat de voornaamste dreigingen zijn op het gebied van beveiliging van VOIP systemen. Je hebt dreigingen gericht naar het verkrijgen van informatie, het voordoen als iemand anders en het verstoren van gesprekken.

**M**et behulp van packet sniffing software kan je de pakketten van VOIP bekijken. Dit geeft je informatie over welk nummer op welk IP-adres belt naar welk nummer. Deze informatie kan misbruikt worden. Door middel van bijvoorbeeld VOMIT, voice over misconfigured internet telephones, kan je de datastream van VOIP gesprekken omzetten naar een beluisterbaar formaat. Op deze manier kan je gesprek letterlijk worden afgeluisterd. Alle gevoelige informatie is dan dus niet meer veilig.

**Z**oals vroeger met traditionele telefonie is er bij VOIP ook altijd belang naar het verkrijgen van gratis telefonie. Men noemt dit phreaking. Hierbij gaat een fout individu trachten toegang te krijgen tot je VOIP netwerk. Op deze manier gaat deze persoon dan kunnen bellen op kosten van de eigenaar. Hij gaat dit trachten te doen door de authenticatiegegevens van een VOIP gebruiker te verkrijgen.

**I**ndien je je netwerk veiliger maakte met de implementatie van een aparte vlan voor je VOIP telefonie is er de kans dat een individu gaat trachten toegang te krijgen tot je telefonie vlan door middel van VLAN hopping.

**E**r zou iemand kunnen proberen om de gesprekken te verstoren. Dit is mogelijk door geluid pakketten te injecteren in de communicatie stream. Op deze manier kan de kwaliteit van een gesprek enorm verminderen, de twee sprekers kunnen zelf voor langere periodes stilte horen.

**V**OIP telefoons zijn zoals computers ook toestellen op je netwerk. Dit laat hen kwetsbaar voor een DOS aanval. Op deze manier kan iemand de telefoon spammen met onnodig veel SIP calls. Hierdoor wordt het toestel overbelast en kan het niet meer bellen of gebelt worden.

**W**aar traditionele telefoons een nummer hebben hebben VOIP telefoons een IP address. Traditionele telefoons krijgen soms reclame oproepen. Bij VOIP oproepen is het mogelijk om via scripts naar enorme hoeveelheden IP adressen reclame boodschappen te sturen. Degene toe terecht komen bij toestellen zouden voor de zender voordelig zijn maar niet voor de eigenaar van dat toestel. Deze manier van reclame spamming noemt SPIT(Spamming over Internet Telephony).

### 1.1.3 VOIP met IPV6

**N**u het duidelijk is dat we op het internet met een enorm tekort zitten aan publieke IP adressen is het dan ook geen verrassing dat er een nieuw internet protocol aankomt. Dit nieuwe protocol komt in de vorm van IPv6(Internet Protocol Versie 6). Elke overstap naar een nieuw protocol, van welke aard dan ook, brengt veranderingen met zich mee. Het zorgt voor vernieuwing maar het zorgt er ook voor dat je als gebruiker je netwerkinfrastructuur moet aanpassen zodat het met dit nieuwe protocol kan werken. Het is dan ook logisch dat we ons moeten afvragen wat de impact zal zijn van IPv6 op ons netwerk. En in het bijzonder de invloed op VOIP binnen ons netwerk? In dit deel zal ik onderzoeken wat de voordelen zijn voor VOIP en hoe we ons zullen moeten aanpassen om VOIP te laten werken met IPv6.

# Hoofdstuk 2

## Methodologie

**V**oor ik startte met mijn stage en mijn bachelor proef, was mijn kennis over VOIP vrij miniem. Ik wist in grote lijnen wat het deed maar niet zozeer hoe het dat deed. Mijn eerste stap naar het oplossen van mijn vragen was eenvoudig. Mijn stageliep ik aan het bedrijf SmartTelecom NV. Dit bedrijf is een provider van onder andere VOIP systemen. Door mee te lopen met mijn stagementor Krist Vanneste kreeg ik als het ware een spoedcursus over VOIP. De eerste weken leerde ik hoe VOIP werkte en waar je op moest letten. We startte bij aan de basis met telefoons en werkten stap voor stap op naar centrales en hele netwerken. Ik hielp onder andere met het implementeren van VOIP in zowel bestaande als nieuwe netwerken. Op deze manier kwam ik veel te weten over de praktijk van de zaak. een voorbeeld hiervan is dat bestaande netwerken soms niet optimaal zijn opgebouwd. Deze werken dan wel voor de basis toepassingen maar eens je er VOIP bij implementeerd zijn er problemen.

**D**e tweede fase van mijn onderzoek was mijn bevindingen te gaan staven. Ik had ideeën over hoe VOIP in elkaar zit en waar je op moet letten bij het implementeren. Maar alvorens ik mijn bachelorproef kon beginnen schrijven moest ik uiteraard zorgen dat deze kennis correct was. Ik ben daarvoor aan het opzoeken geslaan. Ik ben beginnen opzoeken hoe VOIP werkt en wat experts zeggen dat de aandachtspunten zijn bij het opzetten van VOIP. Ik was dan ook zeer tevreden wanneer ik dit las en doorhad dat dit perfect aansloot met mijn eigen reeds vergaarde kennis.

**W**aar ik bij het eerste en 2e deel de stage en opzoekwerk gesplitst deed deed ik bij mijn derde fase dit niet. In deze fase ging ik opzoek naar methoden om VOIP te misbruiken of om dit te dwarsbomen. Ik onderzocht hoe dit kon en hoe ik me ertegen kan beveiligen. Vervolgens ging ik dit controleren en implementeren bij een iets grotere klant. Deze klant is een bedrijvencentrum met vele verschillende partijen die toegang hebben tot het netwerk. Een zeer goede beveiliging was hier nodig en dit liet me toe

om deze beveiligingen zelf te implementeren en te documenteren.

## Hoofdstuk 3

# Samenwerking met andere Technologieën

In theorie zorgt VOIP voor geen problemen met andere technologieën en zaken die van het netwerk gebruik maken. In de praktijk zie je dat niet elk netwerk geschikt is om VOIP te implementeren. Zoals vele technologieën verlangt VOIP dat het netwerk sterk en krachtig genoeg is. Op een piekmoment van telefonie, kan VOIP veel vergen van de bandwith van je netwerk. Hier wordt het dus direct duidelijk dat zwakke en zeer eenvoudige netwerken problemen kunnen hebben met de benodigheden van VOIP. Als we een netwerk gaan analyseren kijken we naar het volgende.

- Latency: Dit is de tijdsvertraging die optreedt tussen de verzender en ontvanger. Bij VOIP mag dit maximum 150ms zijn. Meer zou ervoor zorgen dat het gesprek wegvalt. Latency kan worden veroorzaakt door elk netwerk apparaat waar pakketten door gestuurd worden. En als een apparaat druk belast wordt dan kan dit zorgen voor vertraging.
- Jitter: Jitter is de variatie in Latency die kan voorkomen in een netwerk. De latency is niet constant het zelfde. Jitter is dus een soort van standaard afwijking. Bij VOIP blijft de jitter best onder 50ms. Vanaf hogere waarden is er een grote impact op de QOS.
- Packetloss: Soms komen bepaalde pakketten niet aan op hun bestemming. Dan spreken we van Packet Loss. Voor VOIP kan je maximum 1% verlies toestaan bij WAN en slechts 0.05% bij LAN. Packet loss zorgt ondermeer voor een hogere Jitter, wat dan weer voor slechte QOS zorgt.

Als een van deze waarden hun grens overschrijdt dan zal de kwaliteit van het gesprek enorm achteruitgaan. Er moet dus gezorgd worden dat het netwerk snel genoeg is en dat het goed is opgebouwd. Zodat het VOIP aankan.

Vervolgens wordt duidelijk hoe VOIP andere technologieën kan tegenwerken en omgekeerd. Als je in je netwerk gebruikmaakt van zaken die zelf ook veel bandwidth gebruiken, dan kan een veeleisend VOIP met deze technologieën gaan vechten. Op deze manier leiden beide hieronder en gaan de werking van beiden achteruit. In het geval dat je netwerk problemen heeft met de hoge netwerklast door VOIP en andere zaken, dan heb je uiteraard enkele mogelijkheden. Allereerst is het aangeraden op te gaan uitzoeken wat het exact is dat deze hoge netwerklast veroorzaakt. En als het kan verholpen worden dan is het probleem opgelost. Zoniet dan moeten we een oplossing zoeken voor het probleem. Het meest voor de hand liggende is het upgraden van je netwerkkapapparaat zodat deze de last aankan. Soms is het wel eens dat de apparatuur goed is maar er gewoon een uitzonderlijke hoge netwerklast is. In dit geval kan je gaan prioriteren. Op het niveau van je router heb je te optie op QOS instellingen toe te voegen. Je kan verkeer gaan prioriteren. Je kan prioriseren op basis van de ethernetpoort, mac adres of poortnummer. De meest handige hiervan is prioriteren op basis van de poort. Hier kan je dan eenvoudig weg het UDP verkeer voorrang geven op het andere verkeer.

Dit is niet uiteraard niet Ideaal. Niet enkel VOIP maakt gebruik van UDP. Daarom heb je ook nog de optie op te prioriteren op basis van VLAN. Je splits het VOIP verkeer op in een aparte VLAN. En vervolgens geef je deze een hogere prioriteit dan het normale verkeer. Op deze manier zal het VOIP verkeer nooit leiden onder de hoge netwerklast opdat zijn pakketten voorrang krijgen op dat van het gewone dataverkeer.



# Hoofdstuk 4

## Beveiligingsdreigingen en oplossingen

### 4.1 Packet Sniffing

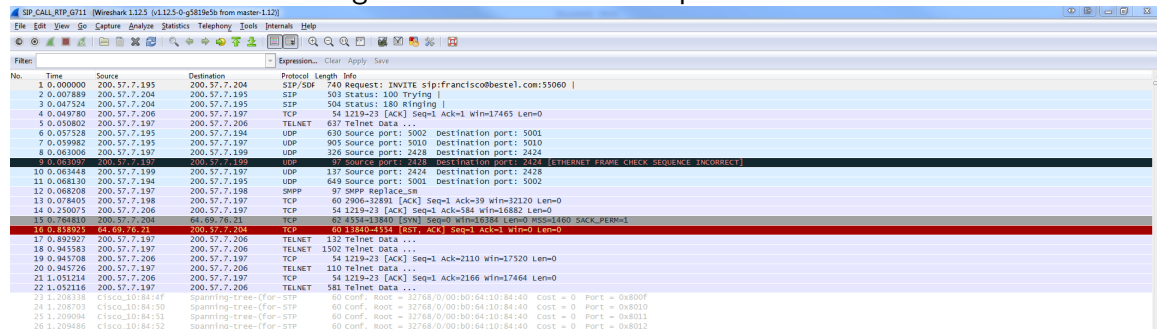
In de wereld van netwerken bestaat er een term genaamd packet sniffing. Dit betekent dat een persoon gaat trachten pakketten te bekijken die worden verstuurd over het netwerk. Als hij dit doet dan ziet hij alle pakketten en hun inhoud. Dus niet enkel die van VOIP. En als hij de pakketten ziet van VOIP dan is hij vertrokken. Packet sniffing is vandaag niet meer moeilijk. Er bestaan namelijk gratis programma's voor. De meest bekende en gebruikte is Wireshark. Officieel is dit programma gemaakt voor netwerk beheerders om hun netwerk te kunnen analyseren en fouten te kunnen opsporen.

#### 4.1.1 Hoe werkt het?

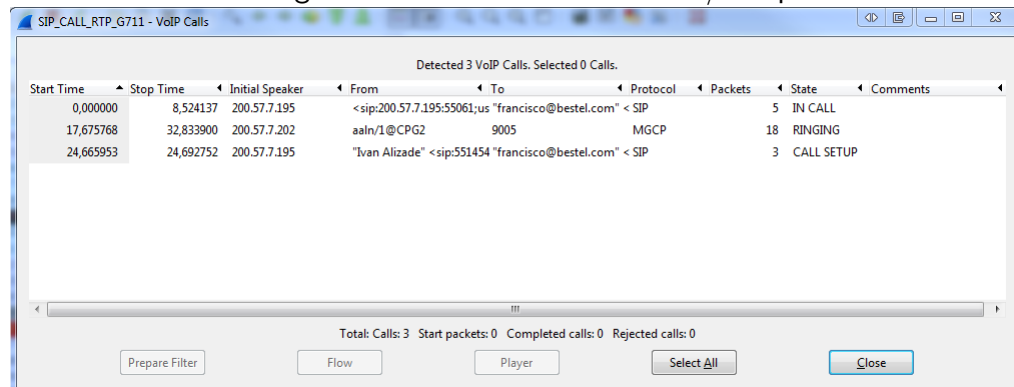
Maar hoe gaat dit nu net in zijn werk. Het programma wireshark begrijpt de structuur of encapsulatie van verschillende netwerk protocollen of technologieën. Het toont de gebruiker welk pakket van welke aard is. De gebruiker kan dan kiezen welke pakketten van welke protocollen of technologieën hij of zij wil zien. Dus als hij of zij de pakketten filtert op VOIP pakketten dan krijgt hij een mooie lijst met enkel deze pakketten. Vervolgens kan hij gaan zoeken naar informatie in deze pakketten. Wireshark kan nog meer. Hij kan ook het onderscheid maken welke pakketten bij de welk horen. Op deze manier kan je een lijst genereren met gemaakte oproepen binnen je netwerk. Sterker nog het kan via VOMIT(voice over misconfigured internet telephones) deze pakketten omzetten naar een beluisterbaar formaat. Zo kan de gebruiker luisteren naar wat er is gezegd tijdens oproepen.

## HOOFDSTUK 4. BEVEILIGINGSDREIGINGEN EN OPLOSSINGEN

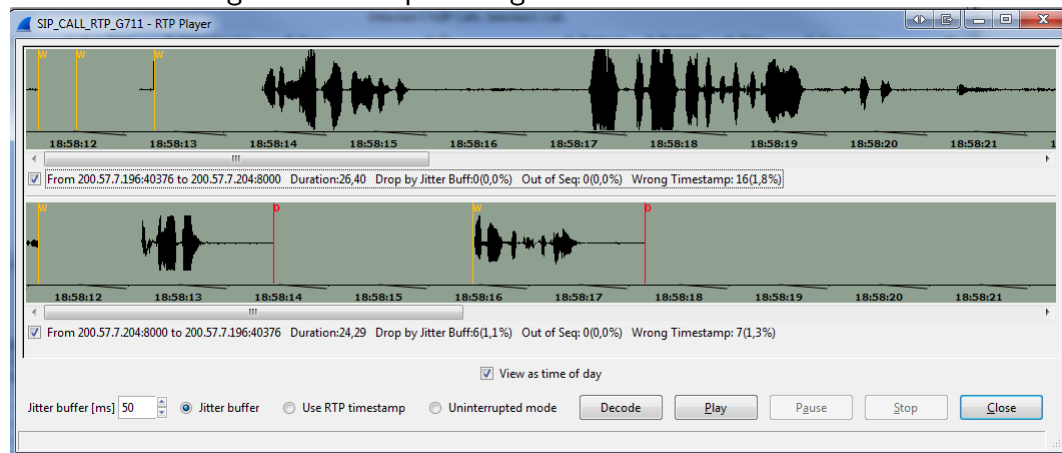
Figuur 4.1: Voorbeeld van pakketten



Figuur 4.2: Details van een VOIP/SIP pakket



Figuur 4.3: Gesprek omgezet naar beluisterbaar formaat



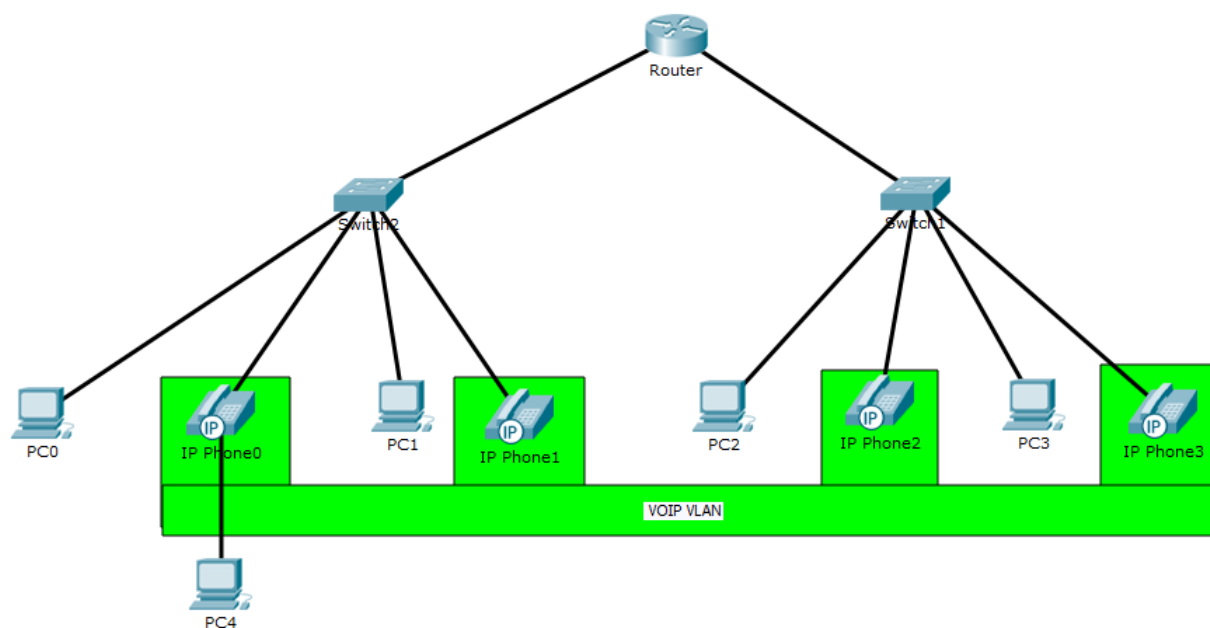
### 4.1.2 Virtual LAN's

Dit is een van de grootste dreigingen die mogelijk zijn voor VOIP. Elke vorm van informatie die wordt gecommuniceerd via VOIP is gewoon eenvoudig te beluisteren voor eender wie die op het zelfde netwerk zit. Het belangrijkste is vervolgens om te weten hoe we ons kunnen beschermen tegen deze packet sniffing tools. En er zijn een paar methoden die we kunnen toepassen.

De meest voor de hand liggende oplossing voor dit probleem is ervoor te zorgen dat het VOIP verkeer afgescheiden is van het normale netwerkverkeer. Maar een voordeel van VOIP is nu net dat het allemaal op 1 fysiek netwerk gebeurt samen met het normale dataverkeer. De oplossing hiervoor is het implementeren van VLAN's. Vlan staat voor Virtual Local Area Network. VLAN's staan ons toe om virtueel verschillende netwerken te maken. Fysiek gebeurt alle verkeer uiteraard nog steeds over het zelfde netwerk, maar virtueel is alles gesplitst alsof ze verschillende netwerken waren. Dit geeft ons vele mogelijkheden, en ondanks dat deze proef niet over VLAN's gaat vind ik het toch nuttig om enkele van deze voordelen op te sommen aangezien VLAN's zeer handig zijn bij het beveiligen tegen verschillende dreigingen.

VLAN's kunnen ingesteld worden op zowel router als switch niveau. Uiteraard heb je wel apparatuur nodig die deze technologie aankan. Zo zijn er bevoorbeeld managed en unmanaged switches. Bij een managed switch krijg je de optie om de switch te gaan instellen naargelang je netwerk setup. Een unmanaged switch is een vrij dom apparaat dat enkel de basistaken aankan. Op het niveau van de switch kan je gaan instellen welke poorten er deel uit maken van welke VLAN. In ons netwerk zouden we alle VOIP toestellen op een VLAN stoppen en het normale verkeer op een andere. Een Vlan kan meerdere poorten bevatten en een poort kan lid zijn van meerdere VLAN's. In ons geval moeten we met dit laatste opletten. Als we een poort lid maken van zowel de normale VLAN als de VOIP VLAN, dan kan deze aan het verkeer van beide. En dit maakt het altijd minder veilig. Soms moeten we dit helaas wel doen. Bijvoorbeels als er een Computer is die VOIP software draait dan zal deze in principe ook op de VOIP VLAN moeten zitten.// De interessante instellingen voor VLAN's gebeuren op het niveau van de router. Maar met deze interessante instellingen komt ook dat je goed moet nadenken wat je doet.

Figuur 4.4: Voorbeeld van VLAN membership in een eenvoudig netwerk <sup>1</sup>



Op deze afbeelding zie je een eenvoudig netwerk met meerdere switches waar normaal verkeer en VOIP verkeer met verbonden zijn. De VOIP toestellen zijn op switch niveau toegekend aan de VLAN voor VOIP verkeer. De normale PC's zijn lid van de normale VLAN. Dit toont aan dat een gemengd netwerk nog steeds kan werken met VLAN's.

Nu is er nog de kans dat een persoon zich verbindt met de ethernet kabel van een VOIP toestel, en op die manier toegang krijgt tot de VOIP VLAN. Hiervoor bestaat er de optie om de VLAN op een poort tagged of untagged te laten verlopen. Bij untagged wordt eender welk toestel dat verbindt met die poort lid van de gespecifieerde VLAN en zal zijn pakketten worden doorgestuurd naar hun bestemming. Bij tagged VLAN moeten pakketten verzonden vanaf het verbonden toestel effectief de juiste VLAN tag meekrijgen. Dus elk toestel dat gebruik moet maken van de VOIP VLAN zal dus moeten ingesteld worden alvorens deze verbinding kan maken. Als een computer dan gebruik maakt van een VOIP toestel zijn kabel, dan kan deze geen verbinding maken met het VOIP netwerk aangezien deze nooit de juiste tag heeft.

<sup>1</sup>Gemaakt met de Cisco Packet tracer Tool

VOIP telefoons hebben vaak een interne switch. Dit laat toe dat er een ander toestel via de telefoon verbinding kan maken met het netwerk. Dit is geen probleem als we goed werken met VLAN tagging. We maken de poort lid van de VOIP VLAN maar enkel tagged. En we maken de poort ook lid van de normale VLAN maar ditmaal untagged. Op de telefoon zelf kunnen we eventueel nog instellen welke VLAN tag het 2e apparaat moet krijgen. Het toestel dat verbonden is met de telefoon zal dan lid zijn van de normale VLAN en de telefoon van de VOIP VLAN. Zelf als de computer verbindt met de kabel bedoeld voor de telefoon, dan zal hij geen verbinding krijgen met het VLAN van VOIP. Maar wel met de normale VLAN voor het dataverkeer.

### 4.1.3 Encryptie

In sommige gevallen is het afschijden van je VOIP telefonie niet geheel mogelijk. Er bestaat software <sup>2</sup> die het toestaat om te bellen met een VOIP toestel vanaf de computer. Op deze manier moet de gebruiker nooit nummer lezen van het scherm en intoetsen maar kan hij direct bellen. Dit is een zeer handige tool voor bijvoorbeeld onthaal bedienden. Om deze software te kunnen gebruiken moet deze computer toegang hebben tot het VOIP netwerk. Waar dit altijd zal zorgen voor een beveiligingsrisico is er niet direct een perfecte oplossing om deze computer tegen te houden om af te luisteren van gesprekken.

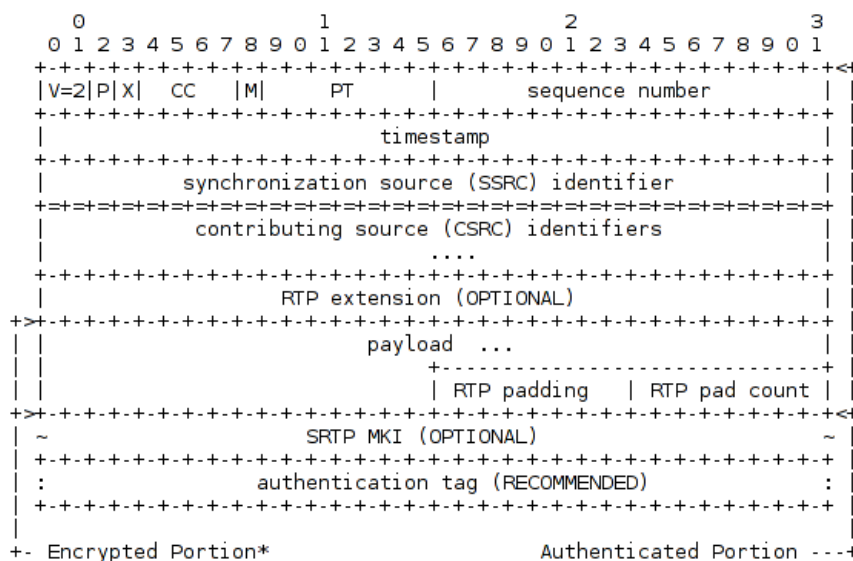
We hebben wel een optie die het geheel veiliger maakt en het moeilijker maakt voor individuen om via packet sniffing kwaad te doen. We kunnen gesprekken via de telefoons versleutelen. Er bestaat een protocol genaamd SRTP(Secure Real-time Transport Protocol). Dit staat je toe om encryptie en authenticatie te implementeren op je RTP/VOIP stream. SRTP is ontwikkeld om de confidentialiteit van gesprekken en de integriteit van pakketten. Op zichzelf kan SRTP niets doen, het zorgt niet voor het versturen van pakketten. Het is enkel bedoeld om de reeds bestaande datastroom te beveiligen en te garanderen. Een VOIP gesprek bestaat uit 2 delen: de oproep(nummer draaien en verbinding maken met bestemde) en het gesprek zelf. SRTP is enkel van toepassing op het gesprek zelf.

Maar hoe gaat het nu net in zijn werk. SRTP gaat het normale RTP pakket nemen en hieraan 2 zaken toevoegen: een Master Key Identifier en een authenticatie tag. Hieronder vind je een illustratie van het pakket.

---

<sup>2</sup>voorbeeld: <http://www.xtelsio.com/>

Figuur 4.5: Voorbeeld van VLAN membership in een eenvoudig netwerk <sup>3</sup>



Het genereren van deze master key gebeurt niet door SRTP. Er zijn standaarden zoals MIKEY(multimedia internet KEYing) die deze kunnen genereren. Het doel is om een master key te genereren die gedeeld is tussen 2 of meerdere gebruikers. Deze key is ook niet direct gebruikt als versleuteling maar het wordt gebruikt om een encryptiesleutel te genereren. Deze sleutel noemen we de session key. Deze session key is niet blijvend. Deze zal opnieuw gegenereerd worden. Bij het effectief versleutelen van het pakket wordt dan uiteindelijk een authentication tag gegenereerd die data over de authenticatie bevat. Deze is ook nodig bij de ontvanger om het pakket te decrypteren. Voor meer informatie over SRTP verwijst ik naar het IETF document over dit protocol.<sup>4</sup>

Als we dit gaan samenvatten kunnen we stellen dat encryptie een zeer handige techniek is om de pakketten van VOIP gesprekken te beveiligen. In mijn mening werkt deze oplossing voor ons probleem best in samenwerking met VLAN's. Op deze manier ga je pakketten beveiligen tegen af luisteraars en ga je het aantal mogelijke af luisteraard enorm verminderen. Als we kijken naar het kost plaatje van deze oplossing dan is dit normaal nul. De enige manier om toch kosten te krijgen bij de implementatie van SRTP is als de VOIP toestellen zo verouderd zijn dat zij dit nog niet ondersteunen. Maar aangezien dit protocol al bestaat sinds 2004, zouden bijna alle toestellen van vandaag dit moeten ondersteunen.

<sup>3</sup>Uit document IETF: RFC 3711 - Section 3.1

<sup>4</sup>document IETF: RFC 3711

#### 4.1.4 Apart netwerk

Een optie die altijd op tafel ligt is ervoor zorgen dat er helemaal geen contact is tussen je VOIP verkeer en je dataverkeer. Waar we dit virtueel doen bij VLAN(enkel intern) kunnen we dit uiteraard ook fysiek doen. Er zijn bedrijven waarbij de informatie verstuurd over het VOIP gedeelte van het netwerk enorm kritiek is. Deze bedrijven kiezen er dan ook soms voor om een apart netwerk aan te leggen enkel en alleen voor hun VOIP. Dit houdt in dat het aantal netwerkapparaten bijna verdubbeld. Dit betekent ook dat ze een extra internetlijn aankopen enkel en alleen voor dit VOIP netwerk. Uiteraard is dit een zeer veilige oplossing. Er is zelf geen fysiek contact tussen het normale en het VOIP verkeer. Het is dus een eenvoudige zeer effectieve oplossing. Het heeft wel enkele grote nadelen.

Ten eerste is er de enorme kost die hier aan gekoppeld is. Elk stuk netwerkapparatuur moet dubbel aangekocht worden. Daarbij komt nog de maandelijkse kost voor een extra internetlijn. Nu bij kleine bedrijven is dit niet direct een probleem. Een extra router en enkele switches plus een extra internet lijn. Hier is de kost nog vrij miniem. Het probleem is dat bij bedrijven die grote gebouwen en enorm veel werknemers hebben, dat hierbij de kost enorm oploopt.

Een 2e netwerk betekent ook dat alles dubbel bekabeld wordt. Dit draagt niet alleen bij aan het kocht plaatje van deze onderneming, maar ook zorgt dit ervoor dat er naar elke werknemer twee keer zoveel bekabeling loopt. Opnieuw is dit niet direct een groot probleem voor kleine bedrijven, maar voor grote bedrijven wordt dit een enorme onderneming.

Deze oplossing is effectief en zorgt ervoor dat er vanop het normale netwerk niet meer gezocht kan worden naar pakketten van VOIP gesprekken. Een probleem is er wel als een individue zich verbindt met de kabel bedoeld voor een VOIP toestel. Op het moment dat hij dit doet heeft hij volledige toegang tot het netwerk van VOIP. Waar we bij VLAN's een antwoord hadden hiervoor hebben we dat hier niet.

Als we uiteindelijk de voor en nadelen van deze techniek op een lijstje zetten dat realiseren we ons het volgende. Deze techniek is duur en zorgt voor veel extra werk, zowel voor het aanleggen als het onderhouden van het extra netwerk. Dit extra netwerk zorgt ervoor dat er geen enkel contact mogelijk is tussen het normale dataverkeer en het VOIP verkeer. Maar voor een individue die toegang heeft tot een VOIP toestel en deze zijn kabel, is dit extra netwerk nutteloos omdat hij eenvoudig toegang kan krijgen. Deze oplossing is dus een mogelijke oplossing voor dit probleem maar niet op zichzelf. Om deze oplossing te laten werken moet er dus nog gebruik gemaakt worden van bijvoorbeeld encryptie. op deze manier kan iemand die toch toegang krijgt tot het VOIP netwerk en pakketten afluisterd, geen informatie kan halen uit deze pakketten.

## 4.2 Identiteit fraude

Neen dit is geen proef over informatica recht, nochtans is het aannemen van een andere identiteits bij VOIP gesprekken makkelijker dan bij traditionele telefonie. In het geval van een normaal gesprek gebeurt er het volgende. Het gesprek tussen 2 toestellen verloopt via een server bij de VOIP provider of intern via de PBX centrale. In het pakket dat de gebelde ontvangt staat onder andere het server adres, de bestemming en de afzender. Caller-ID gaat out van wie de afzender is door wat er in dit pakket staat en dit pakket is opgebouwd door de server via wie het gesprek verloopt.

Stel nu dat er een slecht individu wil bellen maar de andere wil laten denken dat hij iemand anders is. Als hij toegang heeft tot de server via wie het gesprek zal gaan dan kan hij het pakket zelf opstellen en dan is het gelukt. Nu is niet niet mogelijk om de server van de provider te beïnvloeden. Er is niets wat hem tegenhoudt om het gesprek via een server te laten gaan van zichzelf. Hij kan eenvoudig het pakket aanpassen zodat het een andere beller weergeeft dan zichzelf. De ontvanger zal dit pakket krijgen en bevestiging sturen naar de server van de beller. Deze server weet wie de beller is en stuurt vervolgens het pakket door naar hem. Vervolgens is het gesprek begonnen en heeft de gebelde geen idee met wie hij echt belt. In interne netwerken is er de optie om mensen zelf te laten instellen wat hun caller-ID is. Het is dan in te stellen op de centrale of deze custom caller-ID's toegelaten zijn of niet.

Caller-ID is niet nieuw in VOIP, het bestond al bij traditionele telefonie. Alleen is het wel makkelijker geworden bij VOIP dan vroeger. Er bestaan verschillende open source proxy server softwares zoals Asterix<sup>5</sup>. Deze zijn zeer flexibel en kunnen gebruikt worden voor vele doeleinden. Het nadeel hiervan is dan ook uiteraard dat ze bruikbaar zijn voor slechte doeleinden.

Je kan je niet echt beveiligen hiertegen aangezien er geen mogelijk is om te weten of de oproep komt van een correcte of incorrecte server. Het is wel zo dat bedrijven en voip providers erop worden gedrukt dat er instellingen zijn tegen caller-ID spoofing van binnenuit. Providers kunnen instellen op de centrale's (bij de bedrijven zelf) dat een oproep enkel mag verstuurd worden als de caller-ID overeenkomt met een nummer die eigendom is van het bedrijf.

---

<sup>5</sup><http://www.asterisk.org/>



- 4.3 Phreaking?**
- 4.4 VLAN Hopping?**
- 4.5 Verstoren van gesprekken**
- 4.6 DOS aanvallen?**
- 4.7 SPIT?**
- 4.8 Voorbeeld Netwerk**

## **Hoofdstuk 5**

### **VOIP met IPV6**

## **Hoofdstuk 6**

### **Conclusie**

# Bibliografie

- Creeger, M. (2009). CTO Roundtable: Cloud Computing. *Communications of the ACM*, 52(8):50–56.
- Knuth, D. E. (1998). *The art of computer programming, volume 3: (2nd ed.) sorting and searching*. Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc., Redwood City, CA, USA.
- Pollefliet, L. (2011). *Schrijven van verslag tot eindwerk: do's en don'ts*. Academia Press, Gent.

# Lijst van figuren

1.1	Het OSI model naast het TCP/IP model. . . . .	7
4.1	Voorbeeld van pakketten . . . . .	15
4.2	Details van een VOIP/SIP pakket . . . . .	15
4.3	Gesprek omgezet naar beluisterbaar formaat . . . . .	15
4.4	Voorbeeld van VLAN membership in een eenvoudig netwerk <sup>1</sup> . . . . .	17
4.5	Voorbeeld van VLAN membership in een eenvoudig netwerk <sup>2</sup> . . . . .	19

## **Lijst van tabellen**