

**Informatie- en communicatietechnologie
2012-2013**

Ontwerp van een nieuwe ICT-infrastructuur bij Itee NV op basis van een top-downbenadering



**Afstudeerverslag ter verkrijging
van de graad van
Bachelor of Applied Technology (BTech.)
in de studierichting
Informatie- en communicatietechnologie**

**D. Veldboom
Paramaribo, juli 2013**

**Informatie- en communicatietechnologie
2012-2013**

Ontwerp van een nieuwe ICT-infrastructuur bij Itee NV op basis van een top-downbenadering



Student + studentenreg.nr: Duane Veldboom 10963
Docent-begeleider: R. Rusland BSc
Bedrijf: Itee NV
Bedrijfsbegeleider: H. Wadhvani BSc

Paramaribo, juli 2013

Voorwoord

Op het Polytechnic College Suriname (PTC) wordt er probleemgestuurd onderwijs gehanteerd. Deze vorm van onderwijs maakt studenten gereed voor de beroepspraktijk en leert ze daarbij de opgedane kennis te rapporteren en presenteren.

Ter verkrijging van de graad van Bachelor of Applied Technology (BTech.) in de studierichting Informatie- en communicatietechnologie op het Polytechnic College Suriname (PTC), heb ik in de periode november 2012 tot en met mei 2013 het volgende afstudeeronderzoek uitgevoerd bij mijn werkgever: Ontwerp van een nieuwe ICT- infrastructuur bij Itee NV op basis van een top-downbenadering. Tijdens het uitvoeren van deze opdracht heb ik onderzocht hoe de huidige ICT- infrastructuur van Itee NV opnieuw ingericht dient te worden voor het optimaal functioneren op lange termijn. Ik heb daarbij meer mogen leren over de verschillende bedrijfsprocessen en de opbouw van de huidige ICT- Infrastructuur. Verder verliep het tot stand komen van dit onderzoek vlot door de goede samenwerking met mijn collega's die mij op tijd van de nodige informatie konden voorzien. Zo heb ik meerdere malen interviews afgenomen van collega's, systeembeheerders en het management en rond deze periode veel e-mails met relevante informatie uitgewisseld. Naast de verschillende uitdagingen die dit onderzoek met zich meebracht was het een periode waarin ik heel wat heb mogen leren over verschillende nieuwe technieken die toegepast worden in de ICT en over de te hanteren werkwijze bij het ontwerpen van ICT- infrastructuren.

Een woord van dank gaat uit naar een ieder van Itee NV die een bijdrage geleverd heeft bij het tot stand komen van dit verslag. Verder bedank ik mijn bedrijfsbegeleider dhr. H. Wadhvani, mijn PTC-begeleider, dhr. R. Rusland, en mijn procesbegeleider, mevrouw G. Long Him Nam, voor de begeleiding bij het schrijven van dit verslag.

Duane Veldboom

Paramaribo, juli 2013

Samenvatting

Tijdens het projectonderzoek voor het ontwerp van een nieuwe ICT- infrastructuur bij Itee NV op basis van een top-downbenadering werd de volgende probleemstelling geformuleerd: *Hoe kan Itee NV de ICT-infrastructuur beter en gericht inzetten om zodoende een bijdrage te leveren aan de kwaliteit van de bedrijfs-en communicatieprocessen?*

Om antwoord te geven op de hoofdvraag zijn daarbij de volgende deelvragen aan de orde gekomen:

- *Wat zijn de primaire en secundaire bedrijfsprocessen binnen de organisatie en welke rol heeft de ICT-infrastructuur binnen dat proces?*
- *Welke knelpunten komen er allemaal voor in de huidige ICT-infrastructuur?*
- *Wat zijn de vereisten voor het nieuwe netwerk?*
- *Wat is het verandertraject van de oude naar de nieuwe situatie?*
- *Hoe ziet het ICT-netwerkontwerp eruit voor en na de gewenste situatie?*
- *Zijn er risico's verbonden aan de aanschaf en implementatie van het nieuwe netwerk?*
- *Welke toegevoegde waarde zal het verbeterde ICT-netwerk hebben voor Itee NV en wat zal de Return on Investment zijn?*

Bij het uitvoeren van dit onderzoek is er literatuurstudie verricht en gebruikgemaakt van informatie op het internet. Er zijn vervolgens interviews afgenomen van systeembeheerders, medewerkers en het management om zodoende de huidige ICT- infrastructuur met de daarbij behorende problemen te inventariseren. Verder zijn ook de eisen en wensen waaraan het nieuwe ICT- infrastructuurontwerp moet voldoen in kaart gebracht. Nadat deze informatie is verzameld is er een GAP- analyse gemaakt om zodoende de strategie te bepalen die Itee NV moet hanteren om van de huidige ICT- infrastructuur te gaan naar de nieuwe infrastructuur. Om het nieuwe ontwerp te maken is er als strategie gekozen voor de Cisco Lifecycle Approach. Dit is een top-downbenadering die de organisatie Cisco hanteert voor het ontwerpen van ICT- infrastructuren. Deze benadering bestaat uit zes fasen: Prepare, Plan, Design, Implement, Operate en Optimize. In dit onderzoek zijn slechts de eerste drie fasen uitgevoerd waarbij een implementatieplan is geschreven. Na goedkeuring van het management worden de Implement-, Operate- en Optimize-fasen ook uitgevoerd. Aan de hand van verschillende best practice onderzoekjes naar de toegepaste technieken en technologieën is er

een hoogwaardig ICT- infrastructuur ontworpen voor Itee NV. Er is verder beschreven hoe het testen en het implementeren van het nieuwe ontwerp in de verschillende fasen uitgevoerd zal worden. Hierna is er aandacht besteed aan de financiële haalbaarheid van het project waarbij de Return on Investment bepaalt of het uitvoeren van het project wel rendabel is voor Itee NV.

Uit het onderzoek kan geconcludeerd worden dat het ontwerpen van de nieuwe ICT- infrastructuur op basis van de Cisco lifecycle benadering resulteert in het opleveren van een hoogwaardig ICT- infrastructuurontwerp dat niet alleen een positief Return on Investment oplevert, maar bij de uitvoer van de implementatie ook zorgt voor het verbeteren van de efficiëntie, kwaliteit, beschikbaarheid en productiviteit binnen Itee NV.

Verder neemt het ontwerpen van een ICT- infrastructuur op basis van deze benadering meer tijd in beslag vanwege de verschillende fasen waarin het ontwerp wordt uitgevoerd. Echter zorgt deze aanpak ervoor dat bestaande problemen goed geïdentificeerd worden en volgens concrete voorstellen die voorafgegaan zijn aan een onderzoek worden opgelost.

Summary

During this project "design of a new ICT infrastructure for Itee NV based on a Top-Down approach" the following problem statement was formulated: *How can Itee NV redesign the ICT infrastructure in order to improve the quality of the business and communication processes?*

In order to answer the main question the following sub-questions have been formulated:

- *What are the primary and secondary business processes within the organization and what is the role of the ICT infrastructure within these processes?*
- *What problems occur in the current ICT infrastructure?*
- *What are the requirements for the new network?*
- *How will the process of change from the old to the new situation take place?*
- *What does the ICT network design look like before and after the desired situation?*
- *Are there any risks associated with the purchase and implementation of the new network?*
- *What added value will the enhanced ICT network have for Itee NV and what will be the Return on Investment?*

During this project knowledge was mainly gained from literature and information on the internet. Interviews with administrators, staff and management made it possible to identify the current ICT infrastructure with the associated problems. Furthermore, all the requirements and wishes that the new ICT infrastructure design must meet were listed. After collecting all this information a GAP- analysis was made in order to determine the strategy Itee NV needs to follow to redesign the new infrastructure. To make the new design the Cisco Lifecycle Approach was chosen as the desired strategy. This is a top-down approach that the organization Cisco uses for designing ICT infrastructures. This approach consists of six stages: Prepare, Plan, Design, Implement, Operate and Optimize. This project is limited to only the first three stages. The implementation plan was written but not yet implemented. After approval of management, the Implement, Operate and Optimize phases will also be performed. Research of various best practice techniques and technologies led to the design of a high-quality ICT infrastructure. This project also describes how the new design will be tested and deployed in different stages. It also focuses on the financial feasibility of the project. The return on investment needs to determine whether the implementation of the project will be profitable for Itee NV.

Designing a new ICT infrastructure based on the Cisco lifecycle approach results in a high quality ICT infrastructure design that will not only have a positive Return on Investment but will also improve the efficiency, quality, availability and productivity within Itee NV when implemented. Furthermore, the design of an ICT infrastructure based on this approach takes more time because of the different phases in which the design is implemented. However, this approach will ensure that existing problems are properly identified and resolved according to study specific proposals.

Lijst van tabellen

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Serverspecificaties..... | 19 |
| Tabel 2. Beschikbare printers..... | 20 |
| Tabel 3. Netwerkswitches..... | 21 |
| Tabel 4. Vergelijking top-down-/bottom-updesign..... | 28 |
| Tabel 5. Serverconfiguratie..... | 34 |
| Tabel 6. Network Attached Storage configuratie..... | 49 |
| Tabel 7. Rendabiliteitsanalyse over uitgaven en besparingen..... | 63 |
| Tabel 8. Liquiditeitsanalyse over uitgaven en besparingen..... | 65 |
| Tabel 9. ROI - analyse..... | 67 |

Lijst van figuren

| | |
|--|----|
| Figuur 1. Netwerkdigram Itee NV..... | 17 |
| Figuur 2. SWOT-analyse huidige ICT- infrastructuur..... | 24 |
| Figuur 3. Capability Maturity Model Integration..... | 25 |
| Figuur 4. Gap- analyse huidige ICT- infrastructuur..... | 25 |
| Figuur 5. Cisco Lifecycle approach..... | 26 |
| Figuur 6. PPDIOO Network Lifecycle Influences Design..... | 28 |
| Figuur 7. Voorbeeld Tower Server..... | 32 |
| Figuur 8. Voorbeeld Rack Server..... | 33 |
| Figuur 9. Voorbeeld blade behuizing met blade servers..... | 33 |
| Figuur 10. Gestructureerde bekabeling..... | 40 |
| Figuur 11. Magic Quadrant for Secure Web Gateways..... | 42 |
| Figuur 12. Nieuw ontwerp van de infrastructuur..... | 54 |
| Figuur 13. Grafische weergave van de ROI - analyse..... | 68 |

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Lijst van tabellen

Lijst van figuren

| | |
|---|-----------|
| 1. Inleiding..... | 10 |
| 2. Bedrijfsinformatie..... | 12 |
| 2.1 Bedrijfsprofiel | 12 |
| 2.2 Missie en visie..... | 12 |
| 2.3 Primaire processen | 13 |
| 2.4 Secundaire processen | 14 |
| 3. Omschrijving huidige ICT- infrastructuur..... | 15 |
| 3.1 Netwerkconfiguratie | 15 |
| 3.2 Eisen en wensen van Itee NV | 22 |
| 3.2.1 <i>Huidige problemen</i> | 22 |
| 3.2.2 <i>Gewenste services in het nieuwe ontwerp</i> | 23 |
| 3.2.3 <i>Gap- analyse</i> | 23 |
| 4. Netwerkontwerpmethodologie | 27 |
| 4.1 Top-down- en bottom-up-benadering | 27 |
| 4.2 Cisco Lifecycle benadering..... | 28 |
| 5. Onderzoek en ontwerp van de nieuwe ICT- infrastructuur..... | 31 |
| 5.1 Onderzoeksfase | 31 |
| 5.2 Ontwerpfase | 50 |
| 6. Test- en implementatieplan | 55 |
| 6.1 Geschikte testmethoden | 55 |
| 6.2 Overstap van het huidige ontwerp naar het nieuwe ontwerp. | 57 |
| 7. Financieel overzicht | 60 |
| 7.1 Algemeen | 60 |
| 7.2 Rendabiliteitsanalyse van de kosten en besparingen | 60 |
| 7.3 Liquiditeitsanalyse van de kosten en besparingen | 64 |
| 7.4 ROI- analyse | 66 |
| 8. Conclusies en aanbevelingen | 69 |
| Literatuurlijst..... | 71 |
| Bijlagen..... | 72 |

1. Inleiding

Itee NV maakt gebruik van verschillende bedrijfs- en communicatieprocessen die belangrijk zijn voor de dagelijkse bedrijfsvoering. Voor de werking van al deze processen is een adequaat functionerende ICT- infrastructuur cruciaal. Door de groei en ontwikkeling van de organisatie zijn er heel wat processen bijgekomen, waardoor de prestatie van de ICT- infrastructuur is verminderd. Dit probleem wordt als afstudeerproject gekozen met als titel “Ontwerp van een nieuwe ICT- infrastructuur bij Itee NV op basis van een top-down benadering” om zodoende de prestatie, beschikbaarheid en betrouwbaarheid te optimaliseren. De uitvoering van dit project vond plaats in de periode november 2012 tot mei 2013.

Doel van het project

Het doel dat de uitvoering van dit project met zich meebrengt is om middels een projectmatige aanpak een nieuwe ICT- infrastructuur voor het bedrijf Itee NV te ontwerpen zodat de prestatie, beschikbaarheid en betrouwbaarheid van deze dienst op lange termijn gegarandeerd kunnen worden.

Probleemstelling

Uitgaande van het bovenstaande is voor deze opdracht de volgende probleemstelling geformuleerd:

“Hoe kan Itee NV de ICT-infrastructuur beter en gericht inzetten om zodoende een bijdrage te leveren aan de kwaliteit van de bedrijfs- en communicatieprocessen?”

Om wat meer invulling te geven aan de probleemstelling komen de volgende deelvragen aan de orde:

- *Wat zijn de primaire en secundaire bedrijfsprocessen binnen de organisatie en welke rol heeft de ICT-infrastructuur binnen dat proces?*
- *Welke knelpunten komen er allemaal voor in de huidige ICT-infrastructuur?*
- *Wat zijn de vereisten voor het nieuwe netwerk?*
- *Wat is het verandertraject van de oude naar de nieuwe situatie?*

- *Hoe ziet het ICT-netwerkontwerp eruit voor en na de gewenste situatie?*
- *Zijn er risico's verbonden aan de aanschaf en implementatie van het nieuwe netwerk?*
- *Welke toegevoegde waarde zal het verbeterde ICT-netwerk hebben voor Itee NV en wat zal de Return on Investment zijn?*

Projectscope

Zaken die binnen de scope vallen:

- Inventariseren van de huidige ICT- infrastructuur
- Inventariseren van de huidige services binnen Itee NV
- Ontwerpen van een nieuwe ICT-infrastructuur :
 - Netwerkinfrastructuur
 - Applicatieservices
 - VoIP
 - Netwerkbeveiliging
 - Disaster recovery
- Opstellen van een implementatieplan

Zaak die buiten de scope valt:

- Implementatie van het nieuwe ICT- infrastructuurontwerp

2. Bedrijfsinformatie

In dit hoofdstuk wordt de nadruk gelegd op de organisatie Itee nv. In paragraaf 2.1 is er aangegeven wat voor soort organisatie Itee NV is en met welke kernactiviteiten het bedrijf zich bezighoudt. Vervolgens is er in paragraaf 2.2 aandacht besteed aan de missie en visie van de organisatie en in paragraaf 2.3 en 2.4 zijn de primaire en secundaire processen belicht.

De hoofdbronnen gebruikt in dit hoofdstuk zijn onder andere interviews met management en de website van Itee NV: www.iteenv.com

2.1 Bedrijfsprofiel

Itee NV is een ICT-bedrijf dat hoogwaardige IT- oplossingen levert en implementeert voor de publieke en private sector. Dit wordt gerealiseerd door het inzetten van bekwame en gekwalificeerde medewerkers die gebruikmaken van hoogwaardige technische middelen. Door relaties met onafhankelijke en gespecialiseerde businesspartners is het mogelijk om diverse betrouwbare producten en diensten aan te bieden.

Enkele kernactiviteiten van Itee NV zijn:

- Hardware verkopen (HP, APC, Cisco, Dell)
- Technische ondersteuning voor hardware en computernetwerken
- Software verkopen (Microsoft, McAfee, Microbais, Topdesk)
- Softwareondersteuning (Microsoft, McAfee, Microbais, Topdesk)
- Detacheringsdiensten
- Verzorgen van trainingen
- Remote support
- Consultancy

2.2 Missie en visie

Itee NV is gespecialiseerd in het ontwikkelen en implementeren van hoogwaardige ICT- oplossingen voor het bedrijfsleven en het verstrekken van technische ondersteuning en dienstverlening. Itee NV heeft daarom als missie het laten werken en het werkend houden van ICT-diensten

bij haar klanten. Om de missie te realiseren is er ook visie nodig. Itee NV wil daarom een professionele organisatie zijn, die

- een inspirerende omgeving met een gemotiveerd en dynamisch team heeft.
- constructieve open communicatie voert, waarin voortdurend elk lid de mogelijkheid heeft zichzelf te ontwikkelen op de best mogelijke manier.
- voortdurend streeft naar nieuwe ontwikkelingen en kennis, niet alleen in de ICT- sector, maar ook op het gebied van human resources.
- streeft naar duurzame relaties met haar klanten door het leveren van de hoogste kwaliteit van concurrerende producten en diensten.

2.3 Primaire processen

Primaire bedrijfsprocessen zijn alle activiteiten die direct bijdragen aan het leveren van een product of dienst aan de klant. De primaire bedrijfsprocessen binnen Itee NV zijn:

- inkomende logistiek:
 - activiteiten die ontvangst, opslag en afgifte van goederen omvatten.
 - voorraadcontrole op ontvangen en afgegeven goederen.
- operations/uitvoering:
 - Het factureren op uurbasis, leveren van technische diensten (implementatie en beheer) door middel van allocatie van mankracht gebaseerd op technische kennis en vaardigheden (werkorders).
 - op contractuele basis leveren van technische diensten (implementatie en beheer) door middel van allocatie van mankracht gebaseerd op technische kennis en vaardigheden (detachering/urenregistratie).
 - Consultancy
- uitgaande logistiek: activiteiten gericht op levering van goederen aan de klant.
 - Transport en levering van goederen
- marketing en sales: activiteiten die ertoe leiden dat klanten producten en diensten afnemen.
 - Winkel-/POS-verkopen
 - Verkrijging van orders
 - Verwerken van offerteaanvragen en uitbrengen van offertes

- Prijscalculatie
- Factureren
- service: activiteiten die waarde handhaven en ondersteunende functie hebben voor de klant.
 - Verlenen van support
 - Reparatie

2.4 Secundaire processen

Secundaire of ondersteunende bedrijfsprocessen zijn alle activiteiten die indirect bijdragen aan het leveren van producten en diensten aan de klant. Secundaire bedrijfsprocessen zijn van groot belang omdat deze ondersteuning geven aan de primaire bedrijfsprocessen. De ondersteunende bedrijfsprocessen binnen Itee NV zijn:

- Procurement/Inkoop: aanvragen van offertes/prijzen en het plaatsen van bestellingen;
- Technologieontwikkeling: verwerven, onderzoeken en ontwikkelen van technologieën die nodig zijn voor de verschillende processen;
- HRM: werving, ontwikkeling, training en compensatie van werknemers;
- Bedrijfsinfrastructuur: management, boekhouding, computernetwerk

3. Omschrijving huidige ICT- infrastructuur

In dit hoofdstuk zal de huidige ICT-infrastructuur van Itee NV in kaart worden gebracht door middel van een inventaris die is uitgevoerd. In paragraaf 3.1 wordt de beschikbare hardware opgesomd die zich op het netwerk bevindt en in paragraaf 3.2 wordt er aandacht besteed aan het functioneren van het huidige netwerk en de eisen en wensen van Itee NV die door middel van interviews met medewerkers, systeembeheerders en leidinggevenden naar voren zijn gekomen. De hoofdbronnen gebruikt in dit hoofdstuk zijn onder andere interviews met management, systeembeheerders en medewerkers.

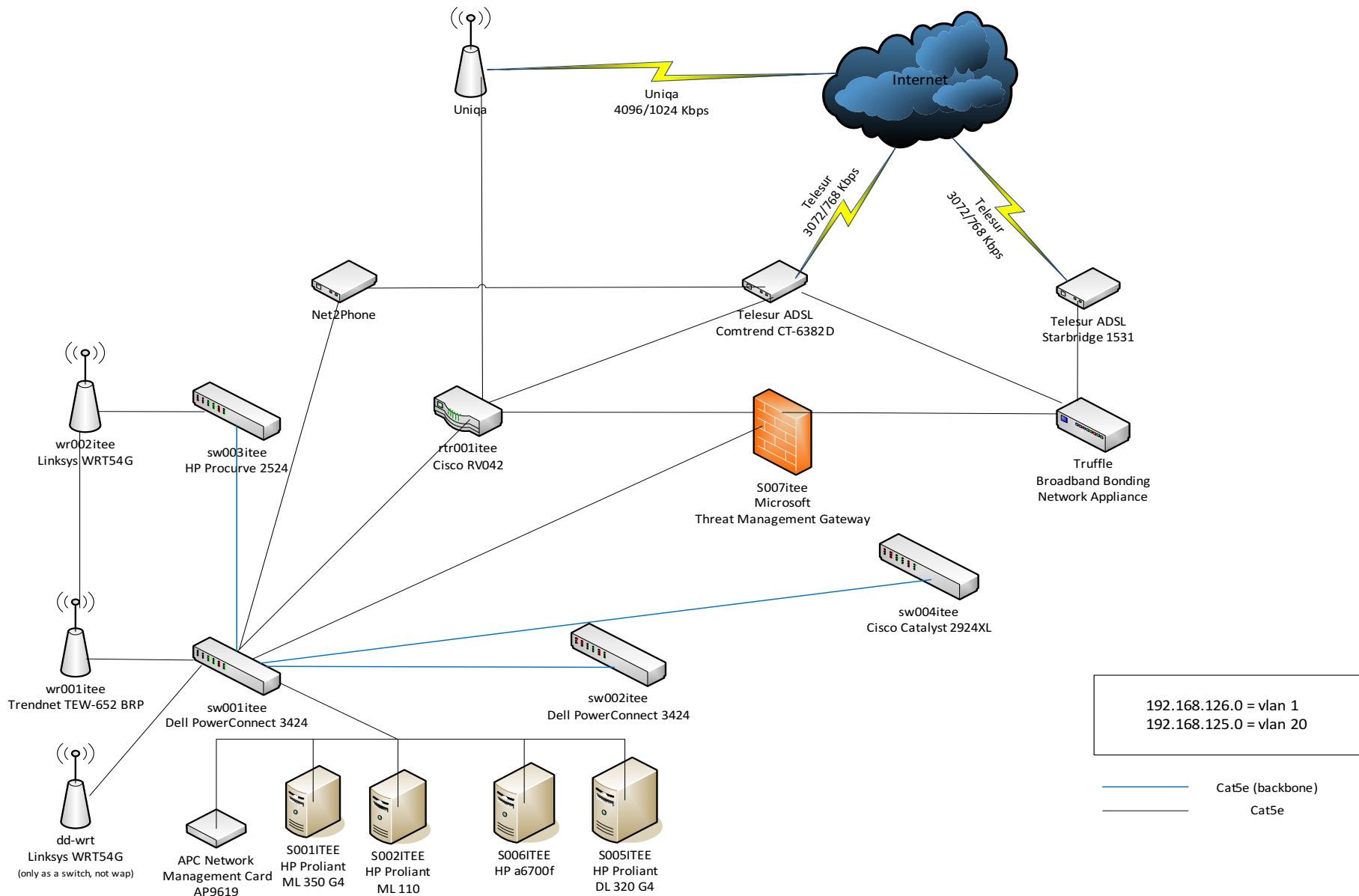
3.1 Netwerkconfiguratie

Het huidige netwerk van Itee NV is opgebouwd uit twee Virtual Lans (VLans) die het interne netwerk scheiden van het gastennetwerk dat tevens gebruikt wordt voor testdoeleinden. Communicatie van netwerkapparatuur vindt plaats door middel van diverse netwerkswitches die zijn geïnstalleerd. Onderstaande lijst is een opsomming van de hardware die zich op het netwerk bevindt:

- 1x Hewlett Packard StorageWorks DAT 160 USB Tape Drive
- 1x APC Symmetra RM AP9215RM UPS
- 2x Dell PowerConnect 3424 Network Switch
- 1x HP Procurve 2524 Network Switch
- 1x Cisco Catalyst 2924XL Network Switch
- 2x Linksys WRT54G Wireless Router
- 1x Cisco Small Business RV042 VPN Router
- 10x Compaq dc5850 Small Form Factor client computers
- 2x EliteBook 6930p Laptops
- 1x EliteBook 8530p Laptop
- 1x HP ProBook 4710s Laptop
- 1x Pavilion a6712f Laptop
- 1x Compaq nx6125 Laptop

- 1x EliteBook 8760w Laptop
- 1x Hewlett-Packard LaserJet 3390 printer
- 1x Hewlett-Packard Color LaserJet CP3525 printer
- 1x Hewlett-Packard LaserJet 2300 series printer
- 1x Hewlett-Packard Color LaserJet CM3530 MFP
- 2x Windows Server 2003 Enterprise SP2 32-bit
- 2x Windows Server 2008 Standard SP2 64-bit
- 2x Windows Server 2008 R2 Enterprise 64-bit
- 1x Windows Server 2008 Enterprise SP2 32-bit
- 1x Net2Phone device
- 1x Comtrend ADSL modem Telesur
- 1x Starbridge ADSL modem Telesur
- 1x Wi-Max modem Uniqa

In figuur 1 wordt het huidige netwerk van Itee NV uitgebeeld. Daarna volgt er een omschrijving van de apparatuur en de applicaties die op het netwerk zijn geïnstalleerd.



Figuur1. Netwerkdigram Itee NV

Werkstations

Op het netwerk van Itee NV draaien verschillende werkstations en laptops die door de medewerkers gebruikt worden om hun dagelijkse werkzaamheden uit te voeren. Alle machines zijn uitgerust met een Microsoft Windows 7 besturingssysteem en standaard software waaronder Microsoft Office, Adobe reader, Adobe professional, Internet Explorer en McAfee antivirus.

Specifieke applicaties

Er zijn specifieke applicaties aangeschaft of geschreven voor het uitvoeren van bepaalde werkzaamheden. De volgende applicaties vallen onder de genoemde categorie:

- Ayanova : Service Management software voor het verwerken van orders en bijhouden van geleverde diensten aan klanten.
- Ez-CRM: Gebruikt voor Point of Sale en het bijhouden van klanteninformatie
- Ez-Salary: voor de administratie van salarissen.
- Aposys: Apotheek Informatie Systeem dat voor testdoeleinden gedraaid wordt op het netwerk.
- Topdesk: Service management software dat voor testdoeleinden gedraaid wordt op het netwerk.

Servers

Servers zijn niet weg te denken in een organisatie met een netwerk. Servers zijn computers die verschillende diensten aanbieden aan netwerkgebruikers. Op het netwerk van Itee NV draaien een aantal servers die verschillende diensten mogelijk maken voor netwerkgebruikers. In tabel 1 is aangegeven welke servers draaien op het netwerk, welk besturingssysteem daarop draait en welke diensten zij aanbieden:

Tabel 1. Serverspecificaties

| | Servernaam | Model | Operating system | Rol |
|----|------------|----------------------|---|-------------------------------------|
| 1. | S001Itee | HP Proliant ML350 G4 | Windows Server 2003 Enterprise SP2 32-bit | Primary DC/DNS/DHCP/SQL/App/File |
| 2. | S002Itee | HP Proliant ML110 G2 | Windows Server 2003 Enterprise SP2 32-bit | Aposys |
| 3. | S003Itee | Virtual Machine | Windows Server 2008 Standard SP2 64-bit | ePO server |
| 4. | S004Itee | Virtual Machine | Windows Server 2008 R2 Enterprise 64-bit | Topdesk |
| 5. | S005Itee | HP Proliant DL320 G4 | Windows Server 2008 Enterprise SP2 32-bit | Secondary DC/DNS//Print |
| 6. | S006Itee | Pavillion a6700f | Windows Server 2008 R2 Enterprise 64-bit | Hyper-V server |
| 7. | S007Itee | Clone Machine | Windows Server 2008 Standard SP2 64-bit | Microsoft Threat Management Gateway |

ad 1: Server S001Itee is de primaire domain controller op het netwerk. Door middel van Active Directory diensten wordt tot het netwerk toegang verleend aan gebruikers. Zo krijgen gebruikers toegang tot folders, files, printers en andere netwerkapplicaties. In de huidige situatie zijn er meerdere rollen toegekend aan deze server. Zo dient deze server ook als Domain Name Service (DNS) voor naamresolutie op het netwerk, Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) voor de distributie van netwerkadressen, applicatieserver voor het beschikbaar stellen van netwerkapplicaties, file server voor het beschikbaar stellen van netwerkfolders en files en SQL-server voor het beheren van databases.

ad 2: Server S002Itee wordt gebruikt voor het uittesten van het apotheekinformatiesysteem, Aposys. Itee NV heeft bij diverse apotheken in Suriname en in de regio deze applicatieoplossing geïnstalleerd en zorgt ook voor het uitvoeren van beheertaken. Om de juiste ondersteuning aan Aposys-klanten te kunnen geven wordt de applicatie door technici getest op het interne netwerk.

ad 3: Server S003Itee wordt gebruikt als de McAfee ePolicy Orchestrator server. Deze server is het centrale punt voor het beheren van McAfee antivirus software dat geïnstalleerd is op werkstations en laptops op het netwerk. S003Itee is een virtuele machine die draait op de fysieke server S006Itee.

ad 4: Server S004Itee is geconfigureerd voor het gebruik van Topdesk. Ook Topdesk wordt door Itee NV verkocht en geïnstalleerd. Voor optimale support en dienstverlening naar klanten toe is bovengenoemde applicatie ook op het netwerk geconfigureerd voor testdoeleinden. Deze server draait ook als virtuele machine op de fysieke server S006Itee.

ad 5: Server S005Itee functioneert als de tweede domain controller op het netwerk. Ook de volgende rollen zijn op deze server geconfigureerd: Domain Name Service (DNS) voor naamsresolutie op het netwerk en Print services voor toegang tot de verschillende netwerkprinters.

ad 6: Server S006Itee functioneert als de Hyper-V server. Hyper-V is een Windows servervirtualisatieplatform die het mogelijk maakt om op hardware van één fysieke machine meerdere virtuele machines te installeren en configureren. Door het gebruik van deze techniek is er minder hardware nodig en wordt het maximale gehaald uit de gebruikte hardwareconfiguratie.

ad 7: Server S007Itee is geconfigureerd met Microsoft Forefront Threat Management Gateway. Deze server functioneert als firewall en zorgt voor de beveiliging van het interne netwerk.

Printers

Voor het uitdraaien van documenten zijn er diverse netwerkprinters geïnstalleerd. Door middel van de reeds eerder genoemde S005Itee server die ook de rol van print server vervult worden printers beschikbaar gesteld op het werkstation of de laptop van de gebruikers. Met behulp van Group policies in de Active Directory diensten die draaien op de S001Itee server wordt bepaald welke gebruikers rechten krijgen tot de printers op het netwerk. In tabel 2 worden de beschikbare printers weergegeven en de locatie waar zij zich bevinden.

Tabel 2. Beschikbare printers

| Locatie | Printernaam |
|---------------------------------------|------------------------------|
| Begane grond Supervisor's Office | Prnt_BegGrnd_HPLJ3390 |
| Begane grond Supervisor's Office | Prnt_BegGrnd_HPCLJCP3525DN |
| Bovenverdieping Administration Office | Prnt_1eVer_FA_HPCLJCM3530MFP |
| Bovenverdieping Sales Office | Prnt_1eVer_Sales_HPLJ2300 |

Switches

Het dataverkeer en de communicatie tussen netwerkapparatuur wordt geregeld door een aantal netwerkswitches die zich op het netwerk van Itee NV bevinden. In tabel 3 worden de beschikbare switches en hun bijbehorende functies genoemd.

Tabel 3. Netwerkswitches

| Switch | Mac Address | Ports | Rol |
|------------------------|--------------------|--------------|---------------------|
| Dell PowerConnect 3424 | 00:19:b9:a1:1f:cb | 24 | Core Layer Switch |
| Dell PowerConnect 3424 | 00:19:b9:a1:29:15 | 24 | Access Layer Switch |
| HP Procurve 2524 | 00:14:c2:65:9f:00 | 24 | Access Layer Switch |
| Cisco Catalyst 2924XL | 00:01:42:58:A8:C0 | 24 | Access Layer Switch |

Telefoonconfiguratie

Voor de interne en externe communicatie heeft Itee NV een telefooncentrale in gebruik van het merk Nortel Meridian Norstar-Plus Compact ICS. Voor het goedkoop internationaal bellen via het internet wordt er gebruikgemaakt van een VoIP-oplossing, Net2Phone die geleverd en geïnstalleerd is door het bedrijf Wintel NV. De Net2Phone apparatuur is gekoppeld aan de telefooncentrale.

Data- opslag en back-up

Binnen de huidige situatie worden gebruikersbestanden centraal opgeslagen op de servers die file services aanbieden; in dit geval de server S001Itee. Om te garanderen dat bestanden die dagelijks weggeschreven worden naar de file server altijd beschikbaar zijn maakt Itee NV gebruik van een tape back-upstelsel. Naast deze tape back-ups worden er ook back-ups gemaakt op een externe harde schijf.

3.2 Eisen en wensen van Itee NV

Aan de hand van een interview dat afgenomen is van de systeembeheerders, medewerkers en het management van Itee NV is naar voren gekomen hoe de huidige ICT- infrastructuur functioneert en aan welke eisen en wensen het nieuwe ontwerp moet voldoen. In paragraaf 3.2.1 zijn de huidige problemen binnen de ICT- infrastructuur in kaart gebracht. Vervolgens zijn de gewenste services opgenomen in paragraaf 3.2.2 en is in paragraaf 3.2.3 een Gap-analyse gemaakt om na te gaan hoe de transitie van het huidige ontwerp naar het nieuwe ontwerp zal plaatsvinden.

3.2.1 Huidige problemen

Tijdens het afnemen van interviews met Itee NV zijn de volgende problemen opgenoemd die verholpen moeten worden in het nieuwe ontwerp:

- De server hardware is heel oud en dient vernieuwd te worden.
- Er is sprake van een single point of failure bij het stukgaan van server hardware omdat er meerdere services draaien op een server.
- Er wordt gebruikgemaakt van externe maildiensten. De voorkeur gaat uit naar een eigen Microsoft Exchange mail server.
- De netwerkbekabeling is niet volgens een bepaalde structuur. Kabels lopen van werkstations rechtstreeks naar de switches.
- De huidige testomgeving (oude hardware) maakt het testen van bepaalde zaken onmogelijk.
- Geen technische ondersteuning voor huidige firewall toepassing (Microsoft Forefront Threat Management Gateway).
- Verouderde applicaties EZ-CRM en EZ-Salary dienen vervangen te worden zodat zij ook in de nieuwe omgeving kunnen draaien.
 - Binnen EZ-CRM is het onmogelijk overzichten van bonnen op datum op te zoeken.
 - De functie voor het retourneren van items werkt niet stabiel bij de kassa.
 - Het terugzoeken van verkochte/geleverde items op serienummer ontbreekt.
 - EZ-Salary wordt traag als er te veel data ineens worden verwerkt en blijft hangen. Hierdoor worden mutaties niet of verkeerd bijgewerkt.

- Bij het aanmaken van looncodes wordt de belastingheffing niet automatisch berekend. Deze informatie wordt dan manueel ingevoerd en heeft als nadeel dat het niet wordt meegenomen bij jaarrapportages met als gevolg een onjuist gegeven.
- Disaster recovery plan is niet goed gedocumenteerd.

3.2.2 *Gewenste services in het nieuwe ontwerp*

In het nieuw ontwerp wenst de organisatie ook gebruik te kunnen maken van de volgende diensten:

- Demonstratiemogelijkheden om klanten een beeld te geven over de werking van producten die worden aangeboden.
- Integratie van voice en instant messaging met de nieuwe mailserver om de communicatie te vergemakkelijken.
- VoIP- oplossing voor het vervangen van de huidige telefooncentrale.
- Een centrale locatie voor het opslaan van data op het netwerk.

3.2.3 *Gap- analyse*

Om duidelijk aan te geven wat de huidige situatie binnen de ICT- infrastructuur van Itee NV voorstelt en waar er naartoe gewerkt wordt is er een Gap- analyse gemaakt. De Gap- analyse is een techniek die organisaties toepassen om inzicht te vergaren over hoe men zich van de huidige situatie kan verplaatsen naar de gewenste situatie. Er is voor het maken van de Gap- analyse eerst een SWOT- analyse gemaakt waarin de sterkten, zwakten, kansen en bedreigingen van de huidige ICT- infrastructuur zijn opgenomen. In figuur 2 wordt de SWOT- analyse van Itee NV grafisch weergegeven.

De volgende bron is gebruikt in deze paragraaf:

Het internet :

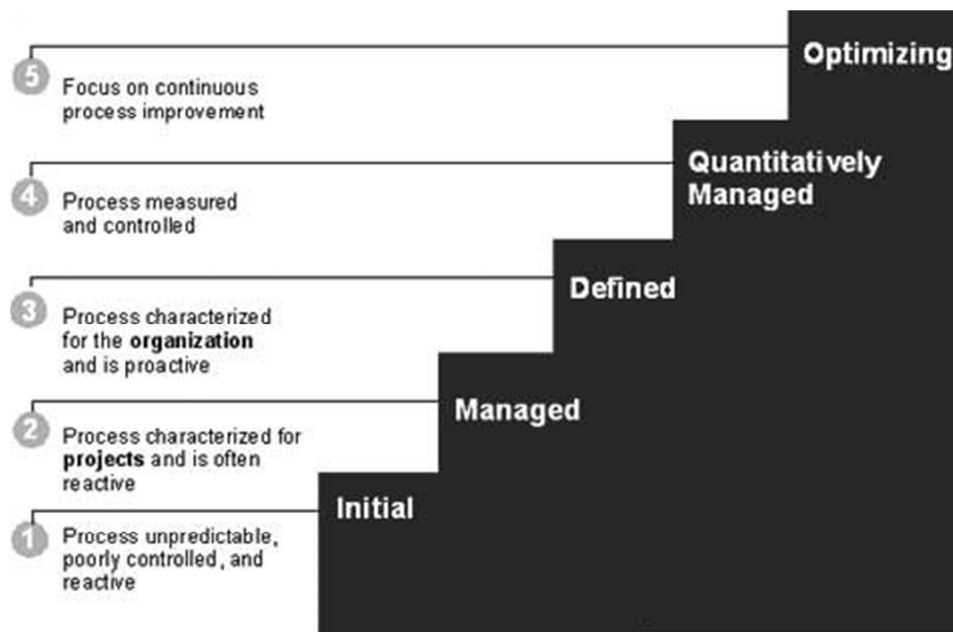
- <http://www.tutorialspoint.com/cmmi/cmmi-maturity-levels.htm>

| | |
|--|--|
| <p>S Strengths</p> <ul style="list-style-type: none"> •Netwerk niet-complex •Goed beveiligd •Voldoende kennis binnen voor adequaat onderhoud •Netwerk beschikt over degelijke componenten | <p>W Weaknesses</p> <ul style="list-style-type: none"> •Verouderd serverpark •Traagheid als gevolg van verouderde bekabeling •Beperkte uitbreidingsmogelijkheden |
| <p>O Opportunities</p> <p>•Strategische partnerships met grote organisaties bieden toegang tot moderne en optimale infrastructurele oplossingen op maat. Deze oplossingen kunnen als model gebruikt worden voor klanten.</p> | <p>T Threats</p> <p>•Door verouderde back end is kans op uitval groter met als gevolg downtime (= loss of money)</p> |

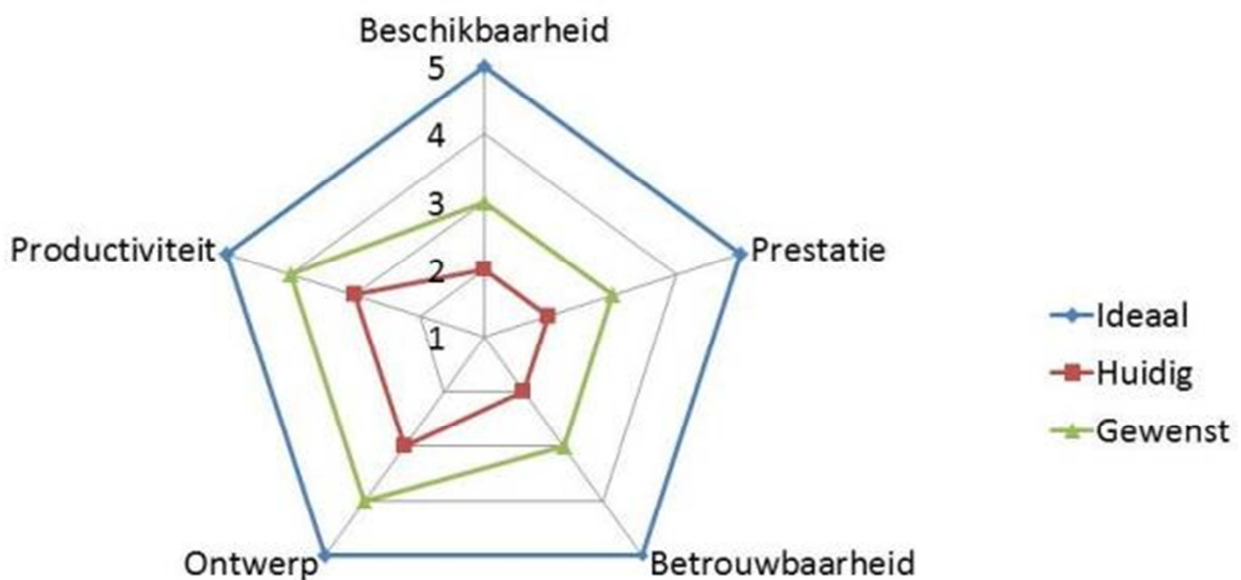
Figuur 2. SWOT-analyse huidige ICT- infrastructuur

Om een score te geven aan de prestatie, beschikbaarheid, productiviteit, betrouwbaarheid en het ontwerp van de huidige ICT- infrastructuur in de Gap- analyse is gebruikgemaakt van Capability Maturity Model Integration. Dit model wordt gebruikt voor het ontwikkelen en verbeteren van processen binnen organisaties. CMMI wordt voornamelijk gebruikt bij applicatieontwikkeling maar is ook toe te passen in ICT- infrastructuurprojecten. In dit model zijn er verschillende volwassenheidsniveaus die toegekend kunnen worden aan processen binnen de organisatie. Het volwassenheidsniveau dat per proces bepaald is in de Gap- analyse is afgeleid vanuit de SWOT- analyse.

In figuur 3 worden de verschillende volwassenheidsniveaus aangegeven met hun omschrijving en in figuur 4 wordt de Gap- analyse van Itee NV uitgebeeld.

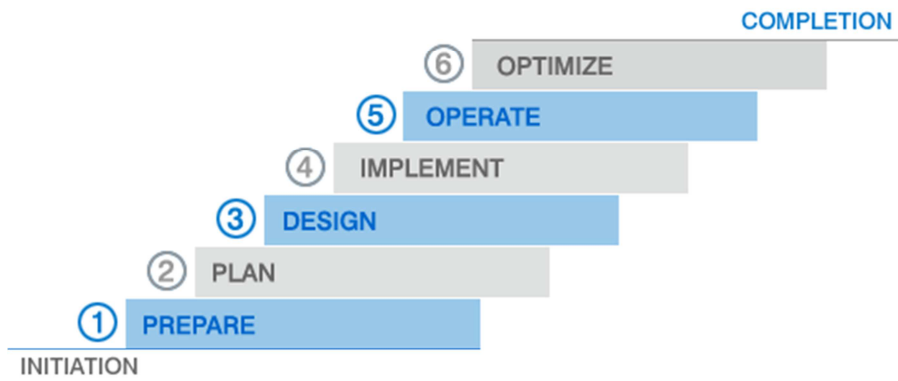


Figuur 3. Capability Maturity Model Integration



Figuur 4. Gap- analyse huidige ICT- infrastructuur

Voor het ontwerpen van de nieuwe ICT- infrastructuur is er een strategie nodig om van de huidige naar de gewenste situatie te komen. Er is tijdens de uitvoer van dit project gekozen voor de Cisco Lifecycle approach. Figuur 5 geeft aan hoe deze methodologie precies werkt. In hoofdstuk 4 wordt er nader uitleg gegeven over deze methodologie.



Figuur 5. Cisco Lifecycle approach

4. Netwerkontwerpmethodologie

Bij het ontwerpen van een netwerk is het beheersbaar houden daarvan een vereiste. Het is daarom van groot belang dat de netwerkontwerper de bedrijfsdoelstellingen en technische eisen meeneemt in het ontwerp om zodoende te voorzien in de behoeften van de klant. Nadat deze eisen zijn vastgesteld dient de ontwerper ervoor zorg te dragen dat het netwerk eenvoudig te onderhouden is. Het ontwerp kan allemaal gerealiseerd worden door gebruik te maken van een netwerkontwerpmethodologie. Dit is niets anders dan een gedocumenteerde, systematische aanpak om het gewenste resultaat bij het ontwerp te realiseren. In paragraaf 4.1 worden de top-down- en bottom-upbenadering beschreven. En in paragraaf 4.2 wordt beschreven hoe de Cisco Lifecycle benadering werkt.

De volgende hoofdbronnen zijn gebruikt in dit hoofdstuk:

1. *"Top-down Network Design Third Edition"* Priscilla Oppenheimer
2. *"Designing for Cisco Internetwork Solutions Foundation Learning Guide Third Edition"* Sean R. Wilkins

4.1 Top-down- en bottom-upbenadering

Er zijn twee veel gebruikte benaderingen als het neerkomt op het ontwerpen van netwerken:

Top-down: Bij deze benadering wordt de netwerkinfrastructuur aangepast aan de behoeften van de organisatie. Top-downontwerp zorgt ervoor dat de doelstellingen van de organisatie duidelijk naar voren komen. Het wordt verder geïnitieerd vanuit het perspectief van de benodigde applicaties en netwerkoplossingen binnen de organisatie. De Cisco Lifecycle benadering, ook wel genoemd de PPDIIO- methodiek is gebaseerd op de top-downbenadering.

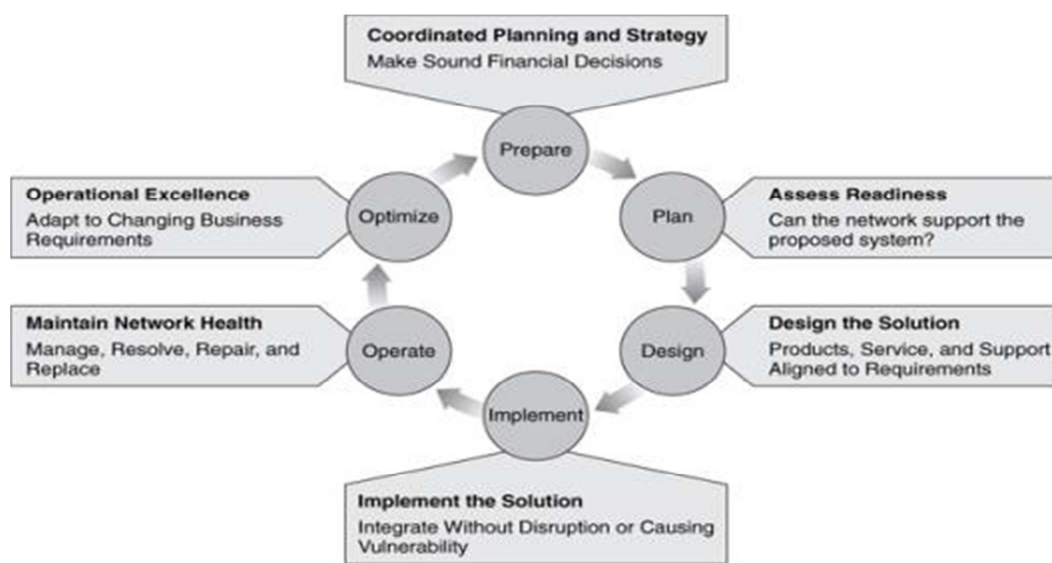
Bottom- up: Deze benadering wordt vaak gebruikt maar wordt niet aanbevolen. netwerkontwerper selecteert netwerkkapparaten en technologieën op basis van ervaringen die hij/ zij eerder heeft opgedaan in plaats van uit een goed begrip van de organisatie. Omdat deze benadering geen informatie bevat over de zakelijke doelstellingen is het vaak zo dat het voorgestelde ontwerp van het netwerk niet in staat is om de benodigde toepassingen binnen de organisatie te ondersteunen. In tabel 4 wordt een vergelijking gemaakt van de voor- en nadelen van top- down en bottum-up design

Tabel 4. Vergelijking top-down/bottom-up design

| | Top-down approach | Bottom-up approach |
|------------------|--|--|
| Voordelen | Bevat organisatorische eisen | Snelle reactie bij ontwerp verzoekjes |
| | Geeft een beeld van het grotere geheel aan de organisatie en ontwerper | Ontwerp wordt gefaciliteerd op basis van eerder opgedane ervaringen |
| Nadelen | Vergt meer tijd voor het ontwerpen van het netwerk | Implementeert oplossingen met weinig of geen begrip van de werkelijke organisatorische eisen |
| | Is slechts bij weinig netwerkontwerpers bekend | Kan resulteren in ongewenst netwerkontwerp |

4.2 Cisco Lifecycle benadering

Zoals eerder aangehaald maakt de Top-down benadering gebruik van de Cisco Lifecycle benadering die ook wel bekend staat als de PPDIOO- methodiek. Dit is een netwerklevenscyclus die ontworpen is door Cisco in zes fasen: Prepare, Plan, Design, Implement, Operate en Optimize. In dit onderzoek zijn slechts de eerste vier fasen van de levenscyclus beschreven. Nadat het management het verslag heeft doorgenomen en zijn goedkeuring geeft wordt daadwerkelijk de implementatie uitgevoerd waarna ook de laatste twee fasen Operate en Optimize aan de orde komen. In figuur 6 een weergave van de Lifecycle benadering met daaronder een omschrijving van de verschillende fasen.



Figuur 6. PPDIOO- Network Lifecycle Influences Design

Prepare: In deze fase worden de vereisten van de organisatie vastgesteld, de netwerkstrategie wordt bepaald en technologieën worden geïdentificeerd die het best kunnen bijdragen aan de architectuur. Verder wordt de financiële verantwoording voor de netwerkstrategie bepaald door de beoordeling van de business case die is voorgesteld voor de architectuur.

Plan: In deze fase worden de netwerkvereisten geïdentificeerd op basis van de doelstellingen voor het netwerk, waar het netwerk wordt geïnstalleerd, en welke netwerkservices van toepassing zijn. Er wordt tijdens deze fase een Gap-analyse uitgevoerd om te bepalen of het huidige ICT- systeem het voorgestelde kan ondersteunen. Door middel van een projectplan worden de diverse taken, verantwoordelijkheden, kritische mijlpalen en nodige middelen beheerd en worden wijzigingen aan het netwerk geïmplementeerd

Design: De vereisten die voortkomen uit de planfase bepalen het verloop van de design fase. Specialisten ontwerpen het netwerk op basis van de eerste vereisten met aanvullende gegevens die verzameld zijn tijdens netwerkanalyses en netwerkaudits en via discussies die zij voeren met managers en netwerkgebruikers. Het netwerkontwerp dat geproduceerd wordt bevat de specificaties die ondersteuning geven aan de beschikbaarheid, betrouwbaarheid, beveiliging, schaalbaarheid en prestatie. Dit ontwerp geeft de basis weer voor de implementatie- activiteiten.

Implement: Implementatie en verificatie beginnen nadat het ontwerp is goedgekeurd. Het netwerk en extra onderdelen worden gebouwd volgens de ontwerpspecificaties, met het doel alle apparaten aan te sluiten zonder dat operatie van het bestaande netwerk onderbroken wordt.

Operate: De werking van het netwerk is de laatste test van geschiktheid van het ontwerp. Tijdens deze fase wordt er nagegaan of het netwerk normaal (gezond) reageert bij de dagelijkse operaties. Mogelijke fouten en performance monitoring die plaatsvinden tijdens de dagelijkse werkzaamheden leveren data op voor de optimize fase in de PPDIIOO- levenscyclus.

Optimize: Deze fase is gebaseerd op proactief netwerkbeheer. Het doel hiervan is het opsporen en oplossen van problemen voordat de organisatie daar last van ondervindt. In het PPD-IOO-proces kan de optimize fase leiden tot het herontwerpen van het netwerk als er te veel netwerkproblemen of -fouten optreden, als de prestaties niet voldoen aan de verwachtingen, of als er nieuwe toepassingen worden geïdentificeerd om organisatorische en technische vereisten te ondersteunen.

Voordelen van het PPDIOO- proces

Werken volgens het PPDIOO- proces brengt heel wat voordelen met zich mee. Enkele van deze voordelen zijn:

- Ontwikkeling van een goed netwerkontwerp dat is afgestemd op technische vereisten en zakelijke doelstellingen
- Versnelde succesvolle implementatie
- Verbetering van efficiëntie van het netwerk en het ondersteunend personeel
- Het identificeren en valideren van technologie- eisen
- Het verminderen van operationele kosten door het verbeteren van de efficiëntie van de operationele processen en tools
- Toenemende beschikbaarheid van het netwerk
- Het versnellen van de toegang tot toepassingen en diensten
- Maakt beheren en oplossen van systeemproblemen makkelijker en geeft de mogelijkheid voor het makkelijk bijhouden van applicaties

5. Onderzoek en ontwerp van de nieuwe ICT- infrastructuur

Aan de hand van de eerste twee fasen uit de PPDIIOO- methodiek, namelijk de voorbereiding en de planning zijn de eisen en wensen vastgesteld voor het nieuwe ontwerp van Itee NV. Doordat er verschillende technieken en technologieën vereist zijn in het nieuwe ontwerp is onderzoek naar geschikte toepassingen noodzakelijk. In paragraaf 5.1 is het onderzoeksproces beschreven waarna er in paragraaf 5.2 een ontwerp is gemaakt dat gebaseerd is op het resultaat van het voorafgaande onderzoek.

5.1 Onderzoeksfase

In de onderzoeksfase wordt kennis en inzicht vergaard die nodig zullen zijn voor het samenstellen van een geschikt ICT- infrastructuurontwerp. Er zullen tijdens deze fase vergelijkingen worden gemaakt tussen verschillende technieken en methoden die een bijdrage zullen leveren aan een effectief ICT- infrastructuur ontwerp.

Geschikte server hardware

De server hardware op het netwerk van Itee NV dient volgens de lifecycle policy die zij hanteert nu vervangen te worden. Hardware binnen de ICT- infrastructuur mag volgens deze policy niet ouder zijn dan vijf jaar. Tijdens het onderzoek naar nieuwe server hardware is de configuratie van de huidige server hardware als uitgangspunt gebruikt.

De hoofdbronnen die gebruikt zijn tijdens dit onderzoek zijn onder andere:

Het internet:

1. <http://hostwisely.com/blog/tower-vs-rack-vs-blade-servers-picking-the-right-server/>
2. <http://www.techrepublic.com/blog/datacenter/the-pros-and-cons-of-tower-rack-and-blade-servers/4345>

Servers zijn heel cruciaal voor het leveren van diensten aan netwerkgebruikers. Om de gewenste prestatie te halen uit de servers is het daarom van eminent belang dat er bij het kiezen rekening wordt gehouden met het type server, de samenstelling van hardware componenten en het doel waarvoor de server gebruikt zal worden. Er zijn drie meest gebruikte server types de tower, de rack en de blade server. Onderstaand een omschrijving van deze servers met hun voor- en nadelen:

Tower Servers

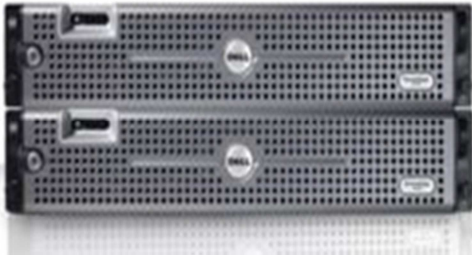
Tower servers lijken op desktops en zijn ideaal voor een organisatie die nog net twee of drie servers nodig heeft. Deze servers worden meestal gebruikt in kleine organisaties. De kosten van tower servers liggen aan de lage kant maar kunnen vanwege hun uitbreidingscapaciteit al gauw oplopen in de duizenden dollars. Tower servers nemen veel ruimte in beslag. Zij hebben in de meeste gevallen een eigen monitor, toetsenbord en muis nodig. Dit maakt het fysiek beheren van deze servers ingewikkeld omdat ze niet op elkaar gestapeld kunnen worden. Voor een organisatie die meer dan drie servers nodig heeft zou deze keuze niet ideaal zijn. In figuur 7 een voorbeeld van een tower server:



Figuur 7. Voorbeeld Tower Server

Rack Servers

Rack servers zijn servers die weggestopt kunnen worden met andere netwerkapparatuur in speciale server racks. Doordat alle hardware centraal wordt opgeslagen vormt dit qua ruimte geen probleem voor een organisatie. Server racks komen in de meeste gevallen met een kabelmanagementsysteem. Hierdoor worden de kabels van de rackservers netjes weggewerkt. Rack servers komen in verschillende grootten. De meeteenheid waarmee de hoogte van een rack server wordt aangeduid is Unit of Rack Unit. Zo zijn er rackservers van 1U ongeveer de hoogte van een pizza-doos 5U, 8U en nog veel meer. Hoe groter de server hoe meer uitbreidingsmogelijkheden beschikbaar zijn. Er zijn rack servers waarin er twaalf of meer harde schijven in het chassis passen, vier of meer processors elk met meerdere cores en een grote hoeveelheid aan werkgeheugen. In figuur 8 een voorbeeld van een rack server.



Figuur 8. Voorbeeld Rack Server

Blade Server

Blade servers verschillen niet veel van rack servers vooral als er gelet wordt op het ontwerp. Blade servers zijn wel wat compacter gebouwd waardoor de uitbreidingsmogelijkheden wat minder zijn. Heel wat onderdelen zijn verwijderd uit de blade server om ruimte te besparen. Hierdoor is het energieverbruik van zo een server ook veel minder. In een blade behuizing die voeding, koeling en netwerkdiensten aanbiedt kan men meerdere blade servers plaatsen. Deze servers maken gemeenschappelijk gebruik van de diensten uit de blade behuizing. De blade behuizing samen met de blades wordt een blade system of blade center genoemd. Een blade serveromgeving heeft minder kabels dan een rack of tower server omgeving omdat veel van de connectiviteit intern wordt afgehandeld. Als het neerkomt op de kosten van blade servers dan liggen die nogal aan de hoge kant omdat er voor deze servers eerst een initiële infrastructuur moet worden aangelegd. In figuur 9 een voorbeeld van blade servers in een blade behuizing.



Figuur 9. Voorbeeld blade behuizing met blade servers

Bij het kiezen van server hardware is er gebruikgemaakt van de server buying guide die de verschillende leveranciers op hun websites aanbieden om de klant op weg te helpen. Er is daarbij re-

kening gehouden met het doel waarvoor de server gebruikt zal worden en het aantal netwerkgebruikers binnen de organisatie. Tabel 5 is een lijst van servers die geschikt kunnen zijn voor de nieuwe ICT- infrastructuur van Itee NV.

Tabel 5. Geschikte serverconfiguratie

| Server | Processor | Geheugen | GB Ethernet | Type |
|-----------------------|---------------------------|----------|-------------|-------|
| HP ProLiant DL360p G8 | Intel Xeon E5-2609(4Core) | 8 GB | 1 GB | Rack |
| HP ProLiant ML350p G8 | Intel Xeon E5-2609(4Core) | 8 GB | 1 GB | Tower |
| HP ProLiant DL385p G8 | AMD Opteron 6320 | 4 GB | 1 GB | Rack |
| Dell Power edge R320 | Intel Pentium 1403 | 2 GB | 1 GB | Rack |
| Dell Power edge T320 | Intel Pentium 1403 | 2 GB | 1 GB | Tower |
| Dell Power edge R805 | AMD Opteron 2439SE | 16 GB | 1 GB | Rack |

Bij het selecteren van servers is er gewerkt met de voorgeconfigureerde specificaties. Dit houdt in dat componenten zoals harde schijven, extra memory en operating system software niet zijn meeberekend. In de ontwerpfase zal de configuratie van de gekozen servers specifiek worden aangegeven.

Effectieve methodes voor beschikbaarheid van services

Bij het in paragraaf 3.2 genoemde interview kwam naar voren dat er op een server meerdere diensten draaien. Mocht deze ene server Itee NV in de steek laten dan zijn er heel wat diensten die niet gebruikt kunnen worden door de medewerkers. Deze situatie wordt aangeduid als een single point of failure. Er zal in dit onderdeel onderzoek gedaan worden naar een effectieve methode om single point of failure te voorkomen en de beschikbaarheid van diensten 1x24 uur te garanderen.

De hoofdbronnen die gebruikt zijn tijdens dit onderzoek zijn onder andere:

Het internet:

1. <http://searchdatacenter.techtarget.com/definition/Single-point-of-failure-SPOF>
2. http://en.wikipedia.org/wiki/High-availability_cluster
3. http://www.abraxax.com/html/cluster_server.html#.URZ8umfKtWV

Voor de garantie en de continue beschikbaarheid van serverdiensten zijn er verschillende technieken die gebruikt worden. De meest gebruikte techniek voor continue beschikbaarheid wordt clustering genoemd. Bij het clusteren van servers worden twee of meerdere fysieke servers als een logische server gezien. Mocht een server uitvallen of niet goed functioneren dan neemt de andere server de taken over. Er zijn verschillende configuraties mogelijk bij het clusteren.

Onderstaand wat nadere uitleg over deze configuraties:

Active/Active clustering: zorgt ervoor dat databestanden die bedoeld zijn voor het falende serversysteem automatisch worden gestuurd naar een ander bestaand serverstation of er wordt load balancing toegepast op de andere servers die zijn geconfigureerd in de cluster. Deze situatie is alleen mogelijk als alle servers in de cluster gebruikmaken van een identieke software configuratie.

Active/Passive clustering: bij deze configuratie van clusteren is elk serversysteem volledig redundant uitgevoerd. Bij het uitvallen of wegvallen van de actieve server komt de passieve server online. Voor deze configuratie van clusteren is er meer hardware nodig.

N+1 clustering: in deze configuratie is er een extra server die online komt om de functie van de primaire server die is uitgevallen over te nemen. Als er meerdere primaire servers op het netwerk zijn met verschillende softwareconfiguraties dan moet de extra server in staat zijn elke rol over te nemen van de servers waarvoor die verantwoordelijk is in de cluster. Deze configuratie is ideaal in situaties waarbij meerdere servers simultaan verschillende diensten draaien.

N+M clustering: in het geval waarbij één cluster servers met meerdere diensten beheert is één dedicated failover server niet genoeg om de beschikbaarheid te garanderen. Daarom wordt in deze configuratie gedacht aan meerdere stand-by servers die beschikbaar zijn om over te nemen bij een failover. De (M) geeft meer dan één stand-by server aan. Het maken van de keuze voor meerdere standby servers is vaak genoeg een overweging tussen kosten en betrouwbaarheidseisen.

N-to-1 clustering: in deze clusterconfiguratie wordt de failover standby server tijdelijk de actieve server totdat de primaire server weer in staat is online gebracht te worden. Meestal na een restore van data back up of vervanging van defecte hardware. De diensten worden dan van de stand-by server opnieuw overgedragen aan de primaire server om zodoende weer de hoge beschikbaarheid te garanderen.

N-to-N clustering: is een combinatie van active/active en N+M clustering. Er vindt redistributie plaats van diensten die draaien op de falende server naar andere actieve servers in de cluster. Er is hier geen behoefte voor een extra stand-by server. Extra capaciteit op de actieve servers wordt wel vereist.

Nu bekend is welke vormen van clustering er zijn en wat zij allemaal inhouden zal in het nieuwe ontwerp een keuze gemaakt worden voor de active/active clusteringtechniek omdat die voldoende genoeg is om de beschikbaarheid van de vele diensten die op een server draaien te garanderen.

Integratie van e-mail, voice en instant messaging

Vanwege het feit dat Itee NV een organisatie is die werkt met een bestaande Microsoft Windows Domeinomgeving, Microsoft-partner is en makkelijk toegang heeft tot Microsoft zijn productportfolio is er gemikt op het toevoegen van een Microsoft exchange server aan dit domein.

Bij dit onderzoek is er gebruikgemaakt van de volgende bronnen:

Het internet:

1. http://nl.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Exchange
2. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/aa996719%28v=exchg.141%29.aspx>
3. <http://www.martienvandijk.nl/installatie-exchange-2010/>
4. <http://www.exchangeinbox.com/article.aspx?i=182>

Microsoft exchange server is een product van Microsoft dat naast e-maildiensten tal van andere diensten aanbiedt binnen de organisatie. We denken daarbij aan diensten als gedeelde agenda's, adressenboek, mobiel e-mailen, unified messaging, outlook webapp, mail archiving etc. Een bekende versie van Exchange die nu gebruikt wordt is Exchange 2010. De recentste versie is Microsoft exchange 2013. Microsoft Exchange 2010 draait alleen op de x 64-bit versie van Windows server. Verder werkt deze mailserver samen met tal van cliënt-programma's die POP3 of IMAP ondersteunen.

Bij het gebruik van de Microsoft Outlook cliënt met Microsoft exchange komen alle mogelijkheden tot hun recht. We denken hierbij aan gedeelde agenda's, gezamenlijke adressenlijsten en andere uitgebreide e-mailmogelijkheden.

Om de installatie van Microsoft exchange uit te voeren dient het volgende in orde te zijn:

- De hardware waarop exchange zal draaien moet beschikken over een Intel processor die 64-bit architectuur ondersteunt of een AMD- processor die het AMD64 platform ondersteunt.
- Werkgeheugen dat nodig is varieert. Hoe meer features van exchange gebruikt worden hoe meer werkgeheugen er nodig zal zijn.
- The page filegrootte minimum en maximum moeten geplaatst worden op fysieke RAM plus 10 MB
- Er is ten minste 1.2 GB aan schijfruimte nodig op de schijf waar exchange geïnstalleerd zal worden. Additionele 500 MB schijfruimte voor de installatie van Unified Messaging language pack, 200 MB op de system drive en een aparte harde schijf met ten minste 500 MB aan schijfruimte waar de message queue database wordt opgeslagen op een Edge Transport server of een Hub Transport server.
- De server dient een DVD-ROM drive lokaal te hebben of een die vanuit het netwerk benaderd kan worden.
- Een schermresolutie van 800x600 pixels of hoger is vereist.
- De schijfpartitie moet geformatteerd zijn volgens de New Technology File System standaard.
- De installatie kan alleen uitgevoerd worden op de 64-bit besturings systemen Windows Server 2008 Standard Service Pack 2, Windows Server 2008 Enterprise Service Pack 2, Windows Server 2008 R2 Enterprise Service Pack 1, Windows Server 2008 Datacenter RTM, Windows Server 2008 R2 Datacenter RTM.

Voor de integratie en samenwerking van e-mail, instant messaging en voice diensten heeft Microsoft nog een ander product uitgebracht op de markt. Het gaat om Microsoft Lync. Microsoft Lync maakt het communiceren voor mensen binnen het bedrijfsleven eenvoudiger. Men kan met

een druk op de knop communicatie tot stand brengen ongeacht waar ter wereld men zich bevindt. Lync maakt het niet alleen mogelijk om te chatten en audiogesprekken met elkaar te voeren maar geeft door de samenwerking met de rest van het office pakket ook de mogelijkheid tot het delen van documenten. De implementatie van Microsoft Exchange en Lync vormt daarom de geschikte oplossing voor samenwerking tussen e-mail, chat en voice in het nieuwe ontwerp.

Gestructureerd aanleggen van kabels

Bij het gestructureerd aanleggen van kabels wordt er op een flexibele en uitbreidbare manier installatie verricht van telecommunicatie- en computernetwerken in huis of op kantoor. Gestructureerd bekabelen kan heel eenvoudig zijn maar ook heel complex. Dit hangt geheel af van de netwerkinfrastructuur.

De hoofdbronnen die gebruikt zijn tijdens dit onderzoek zijn:

Het internet:

1. http://wiki.diyfaq.org.uk/index.php?title=Structured_wiring_system
2. http://it.toolbox.com/wiki/index.php/Design_Structured_Cabling_Systems_and_IT_Network_Infrastructures

Hoe werkt gestructureerde bekabeling?

De basis voor het ontwerp binnen gestructureerde bekabeling is dat het netwerk is opgezet volgens een stertopologie. Netwerk kabels worden vanuit een centraal punt getrokken naar elke locatie waar er zich netwerkapparatuur bevindt. De kabels worden op de eindlocatie afgewerkt met een RJ45 socket. Op de centrale locatie worden kabels afgewerkt op een patch paneel. Een patch paneel is een rij van individuele RJ45 sockets die zich in een behuizing bevinden.

Ontwerp

Het is goed om wat tijd aan het ontwerp te besteden om zodoende te voorkomen dat er verkeerde inschattingen worden gemaakt en er opnieuw bekabeld moet worden. De volgende zaken zijn belangrijk bij het ontwerpen van een goede bekabelingsstructuur:

1. Kies een geschikte locatie voor het plaatsen van de communicatie hub/switch.
2. Bepaal waar van het gebouw er allemaal telefoon- of data- aansluitingen geplaatst moeten worden.
3. Plaats ten minste twee kabels per werklocatie.

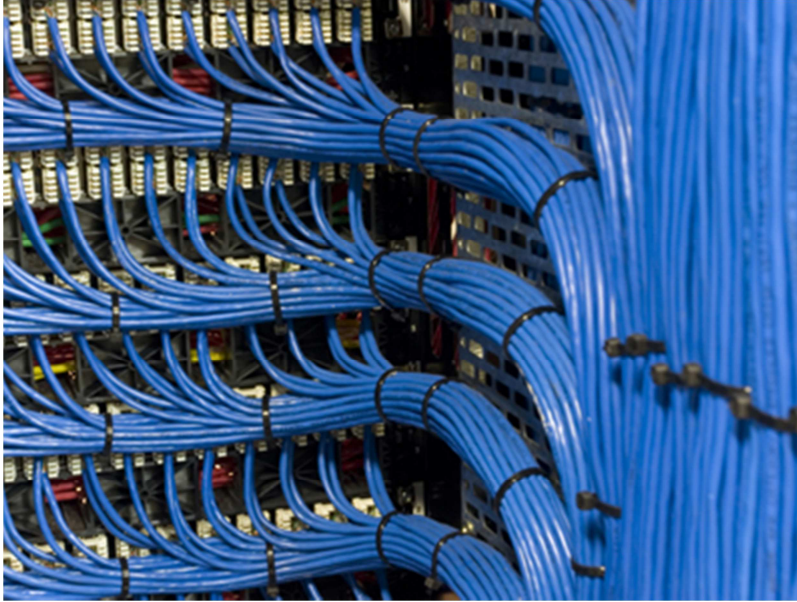
4. Ga na hoeveel kabels er zijn getrokken en bepaal dan het aantal patch panels dat nodig zal zijn. Houd daarbij ook altijd rekening met reserve sockets.
5. Maak zorgvuldige berekeningen van de afstanden tussen de hub/switch en de verschillende locaties waar de kabels naartoe worden getrokken. Laat altijd extra kabellengte van 1 of 1,5 meter aan het eind van de hub/switch en de RJ45 sockets tegen de muur.
6. Tel al de lengtes bij elkaar op om inzicht te krijgen over hoeveel meter kabels er aangeschaft moet worden.

Voor het gemakkelijk kunnen beheren, identificeren en onderhouden van kabels worden deze volgens een bepaald nummeringsstandaard afgewerkt. Zowel op de patch panels als op de sockets worden er nummers aangebracht. Bekende standaarden zijn TIA/EIA-606 Administration standard for the telecommunications infrastructure of commercial buildings en EN 50174 information technology cabling installation (zie bijlage I).

Bij het uitvoeren van gestructureerde bekabeling worden de volgende materialen gebruikt:

1. Cat5e/Cat6 kabels
2. Patch panel(s)
3. Rj45 Modular sockets
4. Network Switch
5. Optioneel Private Automatic Branch Exchange (PABX)
6. Optioneel Comms Cabinet
7. Patch leads
8. Line Adapter Units

In figuur 10 een voorbeeld van gestructureerde bekabeling.



Figuur 10. Gestructureerde bekabeling

Een geschikte firewall oplossing

Firewalls zijn systemen die netwerken of computers beschermen tegen aanvallen van buiten. Zo kan een firewall het netwerk of intranet van een organisatie beschermen tegen aanvallen vanuit het internet. Ongewenst verkeer bestaat meestal uit aanvallen van hackers, computervirussen, spyware, spam en denial of service attacks.

Bij het zoeken naar een geschikte firewall zijn de volgende bronnen gebruikt:

Het internet:

1. <http://nl.wikipedia.org/wiki/Firewall>
2. <http://www.webopedia.com/TERM/F/firewall.html>
3. <http://www.ngn.nl/content/forefront-tmg-vs-uag-wat-zijn-de-verschillen>

Er bestaan softwarematige firewalls. Die draaien meestal als applicatie op een computer maar er zijn ook hardware firewalls meer bekend als appliances. Firewalls kunnen werken volgens verschillende technieken. Onder deze technieken wordt verstaan:

- **Packet filtering:** De firewall controleert elk packet dat het netwerk binnenkomt en verlaat. Op basis van de ingestelde criteria wordt bepaald of het packet is toegestaan of niet. Packet filtering kan vrij effectief zijn voor gebruikers maar de configuratie daarvan is nogal ingewikkeld. Bovendien is packet filtering heel gevoelig voor IP spoofing.

- **Application Gateway:** Heeft een beveiligingsmechanisme ingebouwd voor specifieke toepassingen. We denken daarbij aan FTP- en Telnet- servers. Ook deze firewall techniek is zeer effectief maar kan zorgen voor prestatievermindering van het netwerk.
- **Circuit-Level Gateway:** Deze techniek past beveiligingsmechanismen toe als er een TCP- of UDP- verbinding tot stand wordt gebracht. Nadat er verbinding is gemaakt tussen de hosts kunnen pakketten naar elkaar verstuurd worden zonder verdere controle.
- **Proxy Server:** Onderschept alle berichten die het netwerk binnenkomen en verlaten. De proxy server verbergt op effectieve wijze de werkelijke adressen van het netwerk waarop die is geconfigureerd.

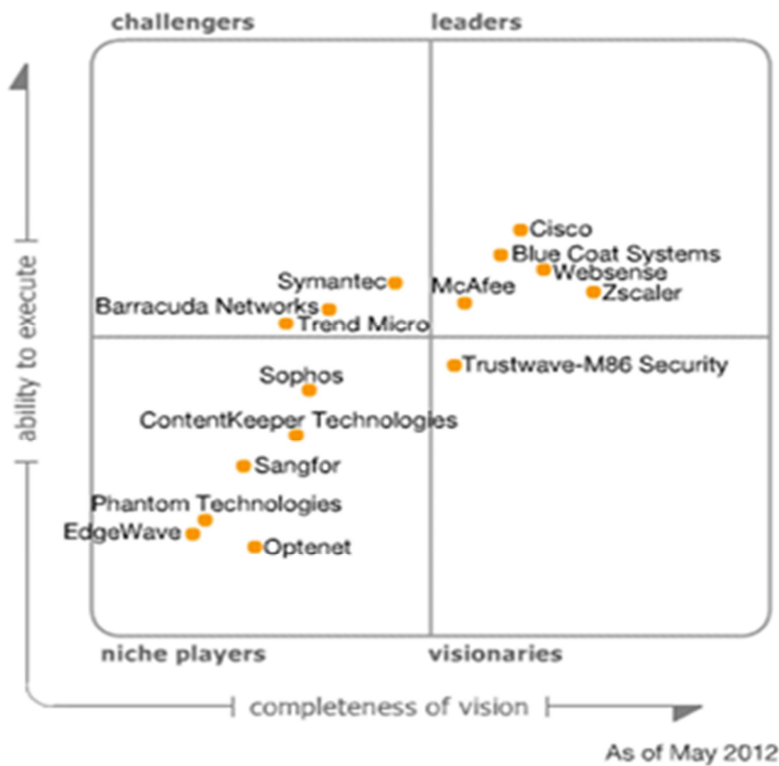
In de praktijk worden bij het gebruik van een firewall meerdere van deze technieken met elkaar gecombineerd. Een firewall wordt gezien als het eerste defensiemiddel als het komt op het beschermen van persoonlijke informatie die zich op het netwerk bevindt.

Op het netwerk van Itee NV wordt Microsoft Forefront Threat Management Gateway gebruikt voor het beschermen van het netwerk tegen aanvallen van buiten. Forefront TMG is een product van Microsoft dat eenvoudige en geïntegreerde beveiliging mogelijk maakt voor internettoegang. Zo biedt Forefront TMG de volgende diensten:

- **Web anti-malware:** scant webpagina's op virussen, malware en andere zaken die een bedreiging vormen voor het netwerk.
- **URL- filtering:** maakt het mogelijk voor de organisatie om toegang tot bepaalde websites te filteren of te blokkeren op basis van hun URL. We denken daarbij aan categorieën porno, games, sport of sociale media. Door het toepassen van deze techniek wordt niet alleen malware buiten het netwerk gehouden maar wordt ook de productiviteit van de organisatie beschermd. Websites zoals MSN, Twitter en Face-book worden als productiviteit verlagende websites beschouwd en kunnen daarom met url-filtering geblokkeerd worden.
- **E-mail protection subscription service:** forefront functioneert hierbij als server van al het SMTP-verkeer en scant alle e-mails op virussen, malware, spam en content.
- **HTTPS- inspection:** sessies worden gecontroleerd op malware. Er zijn specifieke groepen waaronder bankwebsites die kunnen worden uitgesloten.

- **Network Inspection System:** inspecteert al het netwerkverkeer op exploits. Op basis van de uitkomst van de analyse worden aanvallen geblokkeerd. False positives worden zoveel mogelijk geminimaliseerd.
- **Enhanced Network Address Translation:** maakt het mogelijk om individuele e-mail-servers te publiceren op basis van een 1 op 1 Nat regel.
- **Windows Server 2008 with 64-bit support:** forefront TMG ondersteunt Windows server 2008

Omdat bekend is dat Forefront TMG niet verder ondersteund zal worden door Microsoft is Itee NV genoodzaakt uit te kijken naar een andere oplossing die het netwerk dient te beschermen tegen aanvallen van buiten. Bij het onderzoek naar een andere oplossing is er gebruikgemaakt van het Gartner-rapport Magic Quadrant For Secure Web Gateways (zie bijlage II). In figuur 11 wordt duidelijk gemaakt welke topspelers er allemaal op de markt zijn als het komt op Secure Web Gateways. Producten van Cisco, Blue Coat Systems, Websense en Zscaler zijn daarbij de grote leiders.



Figuur 11. Magic Quadrant for Secure Web Gateways

Vanwege het feit dat Itee NV een kleine organisatie is, leverancier is van Cisco- producten en ook technici in huis heeft die beschikken over kennis om Cisco- producten te configureren en te beheren is de keuze gemaakt voor de Cisco ASA 5510 Security Appliance. Omdat redundancy belangrijk is voor het netwerk wordt voorgesteld twee van deze appliances te configureren voor active/passive failover. Mocht de primaire appliance uitvallen dan neemt de secundaire appliance over.

Vervanging van bestaande POS- en salarisapplicatie

De Point of sale en salarisapplicatie die Itee NV in gebruik heeft zijn lang geleden zelf ontwikkeld en aangepast naar de behoefte van de organisatie. Beide applicaties zijn ontwikkeld in de verouderde versie Microsoft Access 2003. Het beheren van deze oude applicaties is daarom een hele grote uitdaging geworden. Voor de continuïteit van POS-en salaris- diensten in het nieuwe ontwerp is er gevraagd om uit te kijken naar nieuwe applicaties. Om een nieuw POS- en salarissysteem uit te kiezen zal er eerst gekeken moeten worden naar de volgende zaken binnen de huidige systemen.

Welk databasemodel wordt er gebruikt? Wat zijn de rapportagemogelijkheden? Hoe is de gebruikersvriendelijkheid? Welke is de beschikbare documentatie? Wat is de efficiëntie van het systeem en is integratie met andere systemen mogelijk?

Als dit allemaal duidelijk is kan er een functioneel en technisch ontwerp opgesteld worden, waarin duidelijk naar voren komt hoe de nieuwe applicatie volgens de gebruikers zou moeten functioneren.

Er zijn vaste pakketten als het aankomt op POS- en salarisapplicaties maar de optie voor het op maat ontwikkelen van deze applicaties is ook mogelijk. Zo is er uit onderzoek op internet naar voren gekomen dat er lokale bedrijven zijn die zich gespecialiseerd hebben in dit soort applicaties. Twee bekende bedrijven die zich bezighouden met POS- en salarisapplicaties zijn Wintel en Computech.

1. <http://www.wintelnv.com>
2. <http://www.computech.sr>

Het bedrijf Wintel is gespecialiseerd in het programma Quickbooks en is een Certified Quickbooks Pro Advisor. Quickbooks is een boekhoudkundige softwareoplossing voor kleine tot mid-

delgrote organisaties die gemakkelijk en snel te implementeren is. Het configureren en gebruiken van deze applicatie is heel eenvoudig. Quickbooks heeft diverse financiële softwarepakketten maar ook een Point of sale oplossing. Enkele mogelijkheden van Quickbooks POS zijn:

- compleet voorraadbeheer
- snel overzicht van te bestellen items
- snel overzicht van aan te passen prijzen, kosten marges van items
- gedetailleerde verkooprapporten

Bij het integreren van de Quickbooks POS-applicatie met de Quickbooks Financial applicatie is de administratie van de organisatie compleet.

Computech maakt gebruik van een professionele Point of Sale kassa- applicatie, Winkas die samen met hun voorraadsysteemapplicatie WinVRD het systeem compleet maakt. De volgende accessoires worden daarbij ondersteund:

- Kaslade
- Kassaprinters
- Pole-Display
- Barcode readers

Enkele mogelijkheden die worden aangeboden in de WinKas- applicatie zijn:

- diverse transactiemogelijkheden
- uitprinten van analyserapporten
- integratie met andere systemen
- multivalutasysteem
- mini Point of sale alleen geschikt voor een professioneel kasregister. Voorraden worden in deze versie niet bijgehouden.

Zoals eerder aangehaald is het heel belangrijk dat de functionaliteiten van de huidige applicaties worden vastgesteld. Deze functionaliteiten dienen als uitgangspunt voor het kiezen van de nieuwe applicaties. Voor het vlot verloop van applicatieondersteuning en het maken van een goede keuze wordt voorgesteld om met bovengenoemde bedrijven contact te maken zodat zij met hun kennis en expertise een voorstel kunnen doen voor een geschikte oplossing binnen Itee nv.

Disaster recovery plan

Disaster recovery is het beleid dat een organisatie in staat stelt om bij een ramp zo snel mogelijk de bedrijfsprocessen te herstellen en de continuïteit van de organisatie te garanderen. Het is belangrijk om bij het maken van een disaster recovery plan na te gaan wat de kritische bedrijfsprocessen zijn en welke applicaties daarbij gebruikt worden. Bij het zoeken naar een geschikte oplossing die geïmplementeerd kan worden als disaster recovery plan voor Itee NV is er gebruikgemaakt van de bron "*Best practice white paper Cisco- Disaster Recovery*" en een standaard opmaak *business continuity* plan afkomstig van www.searchsmbstorage.com (zie bijlage III).

Om een succesvol disaster recovery plan samen te stellen moeten de volgende zaken in orde gemaakt worden:

1. Voor het opstellen van een disaster recovery plan is het heel belangrijk dat het managementteam op de hoogte wordt gesteld, omdat het managementteam uiteindelijk zal bepalen of het ondersteuning geeft aan de impact en risico's die het plan kan hebben op de organisatie.
2. Bij de planning wordt bepaald wat de meest kritische en minder belangrijke processen, systemen en diensten zijn op het netwerk. De volgende elementen zijn van belang bij de planning voor disaster recovery :
 - Het opzetten van een planningteam
 - Het uitvoeren van risico- evaluaties en audits
 - Vaststellen van prioriteiten voor het netwerk en de applicaties
 - Het ontwerpen van recovery strategieën
 - Bijhouden en bijwerken van inventaris en documentatie van het plan
 - Het ontwerpen van verificatiecriteria en documentatie
 - Implementatie van het geschreven plan
3. Om een goed plan samen te stellen moet het team dat is aangewezen voor de planning goed inzicht hebben in de processen, de technologie, systemen en services die draaien binnen de organisatie. Het team dient risico- en business-impactanalyses op te stellen die ten minste de top tien potentiële rampen omvatten. In de risicoanalyse wordt er een worstcasescenario beschreven van volledig beschadigde faciliteiten en vernietigde mid-

delen. Het moet betrekking hebben op de geografische situatie, het huidige ontwerp, tijden van de diensten en bestaande servicecontracten. Elke analyse moet een inschatting bevatten van de financiële gevolgen die veroorzaakt worden door vervanging van beschadigde apparatuur, opstellen van extra middelen of het opzetten van extra servicecontracten bij een ramp.

4. Als eenmaal bekend is welke risico's er allemaal horen bij de bedrijfsprocessen kan er een prioriteitenniveau toegekend worden aan elk bedrijfsproces. Prioriteiten zijn gebaseerd op de volgende niveaus:
 - Mission Critical: Bij het falen van het proces faalt ook de bedrijfsvoering. Het proces is van cruciaal belang voor de missie van de organisatie.
 - Important: Bij het falen van het proces kunnen andere systemen niet benaderd worden. Er wordt matige inspanning vereist voor het herstellen van het proces.
 - Minor: Bij het falen van het proces is er een kleine onderbreking. Het herstellen van het proces is vrij eenvoudig
5. Vervolgens wordt er een strategie ontwikkeld die de praktische aspecten van het omgaan met rampen dekt. Een dergelijke strategie kan toegepast worden in verschillende scenario's maar dient bij alle scenario's getoetst te worden om te identificeren welke acties er uitgevoerd worden bij de verschillende typen rampen. Het plan moet betrekking hebben op: mensen, faciliteiten, netwerk, communicatieapparatuur, applicaties, werkstations en servers, support en onderhoudscontracten, additionele leveranciers diensten, doorlooptijd van telecommunicatiediensten en milieusituaties. In de strategie moet de down time van diensten, actieplannen en escalatieprocedures worden opgenomen. Verder moet in het plan ook aangegeven worden wat het minimumniveau is voor het bedrijf om te opereren.
6. Het is belangrijk om een inventaris bij te houden en een volledige lijst te hebben van alle locaties, apparaten, leveranciers, gebruikte diensten en namen van contactpersonen. De inventaris en documentatie moeten deel uitmaken van het ontwerp- en het implementatieproces. De disaster recovery documentatie moet het volgende omvatten:
 - Een complete inventaris met prioriteiten van beschikbare middelen,
 - Reviews van processtructurevaluaties, audits en rapporten,

- Gap- en risicoanalyse op basis van de uitkomsten van de evaluaties en audits,
 - Implementatieplan om de risico's en gaps weg te nemen,
 - Disaster recovery plan met actie- en escalatieprocedures,
 - Training materiaal
1. Als de draft eenmaal afgerond is moet er een verificatieproces ingezet worden om te bewijzen dat de aangegeven strategie werkt. Het is belangrijk om regelmatig de documentatie te reviewen en te testen.
 2. Bij het implementatieproces worden belangrijke beslissingen genomen. Bij het nemen van deze beslissingen spelen de volgende vragen een rol. Hoe moet het plan worden uitgevoerd? Wie zijn de kritische personeelsleden, en wat zijn hun rollen? Het is goed om in de aanloop naar de uitvoering van het plan te oefenen voor een ramp door middel van discussies, een rollenspel of een rampscenariotraining. Het is heel belangrijk dat het managementteam goedkeuring geeft voor het implementeren van het disaster recovery plan.

Centrale data- opslag

De technologie die het mogelijk maakt om vanuit meerdere punten op het netwerk data centraal te benaderen of op te slaan staat bekend als centrale data- opslag. Steeds meer bedrijven en organisaties kiezen voor deze manier van data opslaan omdat het opvragen en opslaan van data efficiënter geschiedt en omdat het beheren van data op deze manier eenvoudiger is. Tegenwoordig zijn er verschillende oplossingen die gebruikt worden als het aankomt op centrale data- opslag. Zo zijn Network Attached Storage (NAS), Direct Attached Storage (DAS) en Storage Area Network (SAN) hele bekende oplossingen die worden gebruikt.

De belangrijkste bronnen bij dit onderzoek zijn:

Het internet:

1. <http://www.petri.co.il/das-nas-san-storage-technologies.htm>

DAS: indien er additionele data- opslag nodig is voor databasesystemen of file en folders dan kan daarvoor een DAS- systeem geconfigureerd worden. Een DAS- systeem is geschikt voor kleine tot middelgrote ondernemingen waarbij voor een redelijke kostprijs voldoende opslag geconfigureerd kan worden. Het systeem bestaat uit een aparte behuizing waarin er extra harde

schijven geplaatst kunnen worden. De aansluiting vindt plaats door middel van een interne PCI RAID controller die geconfigureerd wordt op de server waar de extra opslag nodig is. Zoals eerder aangehaald is een van de primaire voordelen van dit systeem de redelijke kostprijs voor implementatie. Het nadeel van dit systeem is dat het beperkte uitbreidingsmogelijkheden heeft. Verder kan het een single point of failure vormen omdat de RAID controller geconfigureerd wordt op de server die de extra opslag nodig heeft.

NAS: Network Attached Storage is een opslagtechniek die meestal aangesloten wordt op een bestaand computernetwerk. Een NAS- systeem kan gezien worden als een complete file server. Bij het NAS-systeem worden file en folder bestanden vanuit het NAS-systeem zelf beheerd. Dit verschilt met een SAN-systeem waarbij de bestanden door andere servers beheerd worden. NAS-systemen verschillen qua opbouw nauwelijks van externe harde schijven. Er zijn ook grotere NAS-systemen (servers) die voor de opslag een geoptimaliseerde variant van een besturings-systeem draaien. Deze systemen zijn vaak ook voorzien van een ingebouwd back-upmechanisme. Een groot verschil tussen NAS, DAS en SAN is dat het systeem gebruikmaakt van file level transfer terwijl de andere systemen gebruikmaken van block level transfer die veel efficiënter is. Doordat de opstartkosten voor een NAS- oplossing vaak genoeg aan de lage kant liggen is het een heel interessante oplossing voor de kleine tot middelgrote ondernemingen. Verder worden er verschillende protocols gebruikt bij het transporteren van gegevensbestanden waaronder Network File System (NFS) voor UNIX en Common Internet File System (CIFS) voor Windows. Tegenwoordig worden de meeste NAS -systemen als Internet Small Computer System Interface (iSCSI) targets geconfigureerd voor de verdeling van opslag over het netwerk. Door de configuratie van dedicated iSCSI –netwerken kan de transportprestatie van deze systemen geoptimaliseerd worden.

SAN: Storage Area Network is een systeem dat meer gebruikt wordt door de middelgrote en grote ondernemingen vanwege de grotere investeringen die daarmee gepaard gaan. Voor de implementatie van SAN is er een infrastructuur nodig die beschikt over SAN switches, disk controllers, Host Bus Adapters (HBA) en fiber kabels. SAN maakt gebruik van externe RAID controllers en schijfbehuizingen die hoge opslagsnelheden bieden aan verschillende potentiële servers. Het grootste voordeel van een SAN- systeem is de mogelijkheid voor het delen van de opslag arrays tussen meerdere servers. Dit maakt het mogelijk om de opslagcapaciteit bij elke server naar wens te configureren. De snelle transportprestaties in een SAN- omgeving zijn heel nor-

maal. Ook de beschikbaarheid van data wordt in een SAN- omgeving verhoogd, doordat deze redundant is uitgevoerd. De hoge kosten voor de implementatie van deze oplossing en de complexiteit voor het beheren zijn voor de kleine en middelgrote onderneming nadelig.

Nu het bekend is welke oplossingen er allemaal zijn voor centrale data- opslag kan er gericht een keus worden gemaakt. Bij het zoeken naar een goede oplossing is er rekening gehouden met de kosten voor de kleine onderneming, de mogelijkheid voor virtualisatie in de toekomst en de hoge beschikbaarheid. Zo is er gekozen voor een NAS- oplossing van de organisatie Quality Network Appliance Provider (QNAP Systems, Inc). In tabel 6 worden de configuratiespecificaties van dit systeem beschreven.

Tabel 6. Network Attached Storage configuratie

| NAS | Processor | Geheugen | GB Ethernet |
|--------------------|------------------------------|-----------------|--------------------|
| QNAP TS-EC1279U-RP | Quad Core Intel Xeon E3-1225 | 4 GB | 4x 1GB |

Belangrijke eigenschappen van dit systeem zijn:

- NAS, iSCSI, IP-SAN- opslagoplossing
- VMware, Citrix en Hyper-V ready
- Hoge prestaties, veilig, betrouwbaar en eenvoudig
- 10 GbE ready, meer dan 1000 MB/s en 100.000 input output operations per seconde
- Multicore processor DDR3, SATA 6Gb/s en USB 3.0

Een geschikte VoIP- oplossing

Voor de interne en externe communicatie maakt Itee NV momenteel gebruik van een verouderde Nortel telefooncentrale. Deze centrale zal vervangen moeten worden dooreen Voice over IP- oplossing. VoIP is niets anders dan het bellen via het internet of het interne netwerk door gebruik van het TCP/IP protocol. Deze manier van communiceren wordt met de dag populairder binnen organisaties omdat het de volgende voordelen met zich meebrengt:

- Uitbreiding van het telefoonsysteem is eenvoudig en kan wanneer dat noodzakelijk is.
- Telefoonkosten worden bespaard.
- Slechts een netwerk nodig voor zowel spraak als gegevensuitwisseling waardoor beheer eenvoudig is en ook de kosten worden bespaard.

Tegenwoordig zijn er complete VoIP- oplossingen op de markt die behalve de klassieke spraak-mogelijkheden ook de optie geven voor instant messaging en het voeren van audio- en video-conferencegesprekken. De integratie van al deze communicatiemiddelen met elkaar wordt met een mooi woord unified communications genoemd.

Om een geschikte VoIP- oplossing te vinden voor de organisatie is er rekening gehouden met de grootte van het bedrijf (aantal werknemers), de VoIP- oplossingen die zakenpartners aanbieden en het gemak om deze dienst te implementeren. Voor de middelkleine bedrijven heeft Cisco de VoIP appliance Business edition 3000 en 6000. Naast de appliance die als Voice Gateway zal functioneren, dienen ook VoIP- telefoons aangeschaft te worden. Om te voorkomen dat er bij elke telefoon een aparte adapter wordt aangeschaft voor aansluiting op het elektriciteitsnet gaat de voorkeur uit naar telefoons die de mogelijkheid hebben voor Power over Ethernet (PoE). Dit is een toepassing die het mogelijk maakt IP- apparaten vanuit het bestaande netwerk van elektriciteit te voorzien. Zowel data als elektriciteit lopen door dezelfde ethernetkabels. Om dit alles mogelijk te maken moeten ook de netwerk- switches de ondersteuning geven voor PoE.

5.2 Ontwerpfase

De ontwerpfase ook wel bekend als de designfase van de PPDIIO- methodiek is voorafgegaan aan een onderzoeksfase. Tijdens het onderzoek zijn er verschillende technieken en technologieën gekozen die ervoor moeten zorg dragen dat het nieuwe ontwerp van de ICT- infrastructuur voldoet aan de eisen en wensen van Itee NV. Bij het maken van het nieuwe ontwerp is er ook rekening gehouden met toekomstige uitbreidingen van onder andere VoIP - en remote support diensten die Itee NV levert aan haar klanten.

Netwerkbekabeling

De basis van elke goed functionerende ICT- infrastructuur is de bekabeling. Om de kwaliteit en de prestatie van het huidige netwerk op lange termijn te garanderen zal in het nieuwe ontwerp de bekabeling gestructureerd aangelegd moeten worden.

- Patch panelen en netwerk switches dienen op een centrale locatie aangebracht te worden voor het gemak bij de aansluiting. De voorkeur gaat uit naar de serverruimte.
- Het gebruik van het huidige kabeltype Cat5e kan aangehouden worden als er behoefte is om in een later stadium over te stappen naar gigabit- verbindingen. Indien dat het geval is zal ook de gebruikte netwerkapparatuur waaronder switches, werkstations, servers etc. gigabit- verbindingen moeten ondersteunen.
- Netwerkkabels worden in het nieuwe ontwerp vanuit de centrale locatie getrokken naar de werkplekken.
- Elke werkplek dient voorzien te worden van minimaal twee aansluitpunten.
- Voor eenvoudig beheer dient elk aansluitpunt voorzien te worden van een label zowel op de patch paneel als op de werkplek.

Serverarchitectuur

Om de kwaliteit, de prestatie en beschikbaarheid van de huidige diensten op het Itee NV- netwerk op lange termijn te garanderen dient het verouderde serverpark vervangen te worden. De vervanging dient zodanig te geschieden dat de dagelijkse activiteiten en diensten minimaal onderbroken worden. Er is daarom gedacht aan het virtualiseren van de fysieke server hardware en deze onder te brengen op nieuwe servers die virtualisatietechnieken ondersteunen. In het nieuwe ontwerp zullen er twee HP Proliant ML360p G8 servers geplaatst worden, waarbij de 1^e als de primaire virtuele server geldt en de 2^e als de secundaire server. Zij zullen in een Active\Active failover mode geconfigureerd worden, waarbij er load balancing wordt toegepast. Mocht de primaire server helemaal wegvallen dan neemt de secundaire server over. De fysieke servers S001Itee, S002Itee, S005Itee en S007 Itee zullen dan als virtuele servers draaien op bovengenoemde hardware. De bestaande virtuele servers S003Itee en S004Itee die draaien op de fysieke server S006Itee zouden eventueel ook overgeplaatst kunnen worden naar de nieuwe servers waardoor alle bestaande server hardware vrij gemaakt wordt en voor andere doelen ingezet kan worden binnen de organisatie. De virtualisatietechniek Hyper-V die reeds gebruikt wordt door de technici van Itee NV zal voor het gemak ook op de nieuwe servers gebruikt worden. Door gebruik te maken van de huidige hardwarespecificaties, de voorgestelde hardware

requirements van Micro-soft voor Hyper-v en een tool genaamd Hyper-V calculator is berekend wat de vereiste hardware requirements voor de nieuwe servers moeten zijn.

Hardware specificaties nieuwe servers

| | |
|------------------------|--|
| HP Proliant DL 360p G8 | Intel Xeon E5-2643 CPU 3.3 GHz/ 4 core |
| | 32 GB geheugen |
| | 2x 500 GB SATA disks RAID 1 |
| | 4x 1GbE Ethernet ports |
| | 2x 750W power supply |

Voor het berekenen van bovenstaande informatie is gebruikgemaakt van de volgende bronnen op het internet :

<http://technet.microsoft.com/en-us/library/ee405267%28v=ws.10%29.aspx>

<http://h20000.www2.hp.com/bc/docs/support/SupportManual/c01925882/c01925882.pdf>

<http://www.aidanfinn.com/?p=10587>

Centrale data- opslag

Voor het centraal opslaan en beheren van data op het netwerk zal er gebruikgemaakt worden van een gecombineerd NAS- en IP-SAN apparaat QNAP TS-EC1279U- RP. Gelet op de groei van data en het feit dat opslag nooit voldoende is, is de nieuwe opslagcapaciteit gesteld op 4 terabyte. Voor de berekening van opslag is het totale volume van de huidige schijven dat komt op 2 terabyte vermenigvuldigd met 2. Om redundantie van data te garanderen zal de 4 terabyte-opslag dubbel uitgevoerd worden waardoor er in totaal 8 terabyteopslag nodig is. De schijven zullen in een mirroring (RAID1) set geconfigureerd worden.

Bij het uitkiezen van data- opslagcapaciteit voor het nieuwe ontwerp is gebruikgemaakt van de volgende bron: www.techbu.com/buyers-guide-to-nas-storage-server

Collaboratie van mail, voice en instant messaging

Er zal in het nieuwe ontwerp een eigen interne mail server geïnstalleerd en geconfigureerd worden waarbij spraak -en chat-opties ook mogelijk zijn. Om dit alles te realiseren zullen er twee extra virtuele servers geconfigureerd worden die Microsoft exchange en Microsoft Lync draaien voor de integratie van spraak- en chat-opties.

Voice over IP

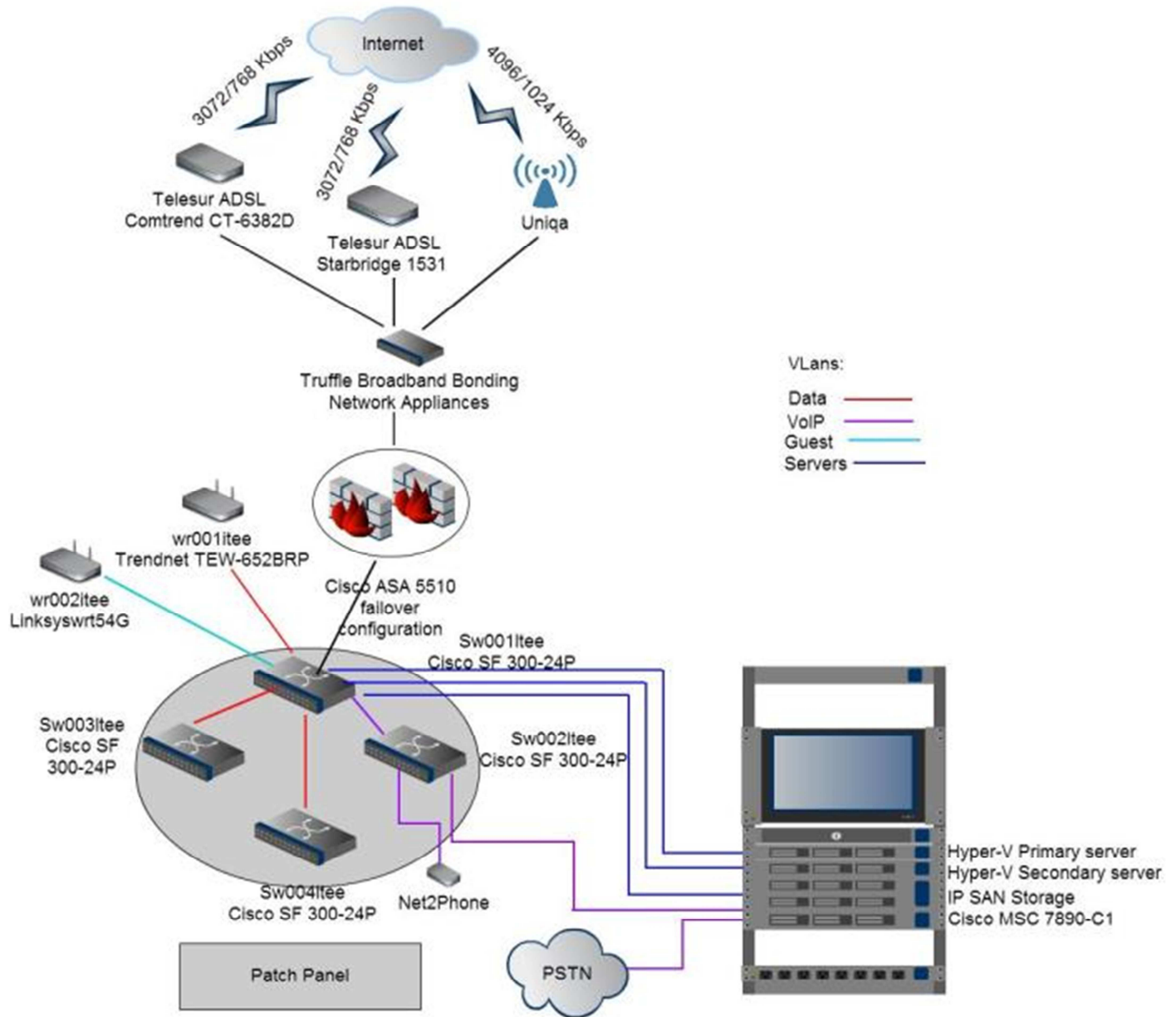
De oude Nortel telefooncentrale wordt in het nieuwe ontwerp vervangen door een VoIP- oplossing van het model Cisco MCS 7890-C1 Business Edition 3000. Er is gekozen voor dit apparaat omdat het geschikt is voor middelkleine bedrijven met een kleine IT- staf en het ook de hoog-nodige opties waaronder call control, voice messaging, mobility en automated attendant beschikbaar stelt. Op basis van het aantal gebruikers die over een VoIP- telefoon moeten beschikken zal er bepaald worden hoeveel toestellen er worden aangeschaft. Ook de huidige netwerkswitches zullen vervangen worden door Cisco SF 300 (SRW224G4P-K9) 24port 10/100 PoE capable managed netwerk switches om de aansluiting van de VoIP- toestellen op het interne netwerk compleet te maken. Voor het garanderen van de prestatie zal het voice netwerk gescheiden gehouden worden van het datanetwerk door middel van een virtual LAN- configuratie.

ICT- infrastructuurbeveiliging

In de nieuwe infrastructuur zal Microsoft Forefront Threat Management Gateway vervangen worden door een hardware appliance oplossing, Cisco ASA 5510. Ook deze oplossing zal redundant uitgevoerd worden om zodoende de beveiliging van de infrastructuur te garanderen. De Cisco ASA 5510 zal onder andere zorgen voor het beveiligen van het interne netwerk door de firewall services en voor het opzetten van veilige VPN- verbindingen.

POS -en salarisapplicatie

Vanwege de compatibiliteit, prestatieproblemen en de beperking in functionaliteiten binnen de POS- en salarisapplicatie wordt voorgesteld de verouderde applicaties te vervangen. Zoals eerder aangehaald bij het onderzoek leveren de lokale bedrijven Wintel en Computech POS- en salarisapplicaties op maat. Vanwege de vele functionaliteiten die het programma Quick books te bieden heeft en de integratiemogelijkheden met andere systemen gaat de voorkeur uit naar deze applicatie die het bedrijf Wintel aanbiedt. Itee NV zou samen met deskundigen van Wintel kunnen nagaan hoe de applicatie zodanig aan te passen dat deze voldoet aan de eisen van de organisatie. In figuur 12 is het ontwerp van de nieuwe infrastructuur te zien.



Figuur 12. Nieuw ontwerp van de infrastructuur

6. Test- en implementatieplan

Alvorens het nieuwe ontwerp geïmplementeerd kan worden dient het eerst een testfase te doorlopen. De testfase is nodig om zoveel mogelijk problemen en risico's die zich kunnen voordoen uit te sluiten. In paragraaf 6.1 van dit hoofdstuk zijn verschillende testmethoden besproken die gebruikt worden bij het ontwerpen van een ICT- infrastructuur en is er aangehaald welke methode tijdens dit onderzoek van toepassing is. Vervolgens is in paragraaf 6.2 omschreven hoe de overstap van de huidige ICT- infrastructuur naar de nieuwe precies zal plaatsvinden.

De volgende hoofdbron is gebruikt in dit hoofdstuk: *"Top-down Network Design Third Edition"* Priscilla Oppenheimer.

6.1 Geschikte testmethoden

Voor het kiezen van een geschikte testmethode bij het nieuwe ontwerp van Itee NV is het belangrijk om rekening te houden met de eisen en wensen die werden uitgewerkt in de ontwerpfasen. uit de testresultaten zal moeten blijken of de prestatie, beschikbaarheid, ontwerp, productiviteit en betrouwbaarheid van de huidige ICT- infrastructuur verbeterd worden. Er zal tijdens het testen gelet worden op de volgende belangrijke zaken:

- Nagaan of het ontwerp voldoet aan technische en bedrijfsdoelstellingen.
- Testen op netwerkbeschikbaarheid.
- Testen van de prestatie van het netwerk.
- Identificeren van bottlenecks met betrekking tot netwerkaansluitingen.
- Nagaan welke optimalisatietechnieken toegepast kunnen worden om eventuele performanceproblemen weg te werken.

Om de testen uit te voeren voor het nieuwe ontwerp zal er een testprototype gebouwd worden. Dit is niets anders dan een model dat gebruikt wordt voor evaluatiedoel einden. Het testprototype kan op drie manieren uitgevoerd worden:

1. Het opzetten van een testlab
2. Het integreren van het nieuwe ontwerp op het productienetwerk maar dan testen na werkuren.

3. Het integreren van het nieuwe ontwerp op het productienetwerk en testen tijdens werkuren.

Het opzetten van een testlab geeft de mogelijkheid om eventuele netwerkproblemen die zich voordoen weg te werken zonder dat dit van invloed is op de productiviteit van werkers die afhankelijk zijn van het netwerk. Verder geeft een testlab de mogelijkheid om de verschillende opties van apparatuur die ingezet zal worden uit te testen, de initiële configuratie uit te voeren en de voorspelde prestatie te meten. Het testlab kan ook gebruikt worden om een demonstratie van de geselecteerde producten aan cliënten te geven.

Bij het integreren van het nieuwe ontwerp in het productienetwerk kunnen praktische problemen binnen de productieomgeving direct geïdentificeerd worden. Initiële testen kunnen na werkuren uitgevoerd worden om zoveel mogelijk problemen te voorkomen. Echter dienen de finaletesten uitgevoerd te worden tijdens werkuren zodat de prestatie gemeten kan worden tijdens normale netwerkbelasting. Bij het uitvoeren van testen op het productienetwerk is het belangrijk om rekening te houden met de volgende zaken:

- Gebruikers dienen op de hoogte te worden gesteld van het tijdstip waarop er getest zal worden zodat ze bij eventuele prestatievermindering van het netwerk weten wat de oorzaak is.
- Netwerkadministrators dienen elkaar onderling te informeren over de testen die uitgevoerd worden om te voorkomen dat andere netwerktesten op hetzelfde tijdstip worden uitgevoerd.
- Start met testen die weinig netwerkverkeer en configuratieveranderingen vereisen en voer stapsgewijs de veranderingen door.
- Monitor testresultaten om na te gaan of doelen bereikt zijn of als het productienetwerk juist minder presteert.

Doordat het netwerk van Itee NV reeds een apart testlab heeft zullen de initiële testen in dit lab worden uitgevoerd. Het moet mogelijk zijn om de volgende kritische zaken uit te testen in het lab:

- Virtualisatie van de bestaande servers en de performance

- Server redundancy en de gebruikte failover technieken
- Gedrag van de nieuwe firewall configuratie
- Collaboratie tussen Microsoft Lync en Exchange
- Voice - over IP

Indien er hardware ontbreekt voor het uitvoeren van de initiële testen dan zal deze bij goedkeuring voor het uitvoeren van het project alvast aangeschaft worden.

Deze manier van testen zal voor de organisatie het voordeel hebben dat de werking van de verschillende hardwarecomponenten die vereist zijn in de testfase ook aan klanten gedemonstreerd kan worden. Verder zullen werknemers geen last ondervinden van testen die uitgevoerd worden omdat die op een apart netwerk worden uitgevoerd.

6.2 Overstap van het huidige ontwerp naar het nieuwe ontwerp

Elke vorm van verandering brengt de nodige risico's met zich mee. Ook bij het uitvoeren of implementeren van een nieuw ICT- infrastructuurontwerp zijn er risico's. Zo kunnen gebruikers bij de implementatie ervaren dat applicaties niet optimaal werken of dat er vanwege een verkeerde configuratie toch performance problemen zijn op het netwerk. Dit is ook de reden waarom er gekozen is voor het opzetten van een testnetwerk waarbij de risico's zoveel mogelijk worden weggewerkt. Naast het testnetwerk is het ook belangrijk om bij de overstap naar de nieuwe omgeving voor elke configuratiewijziging een back-up te maken. Indien er zich problemen voordoen na de wijziging is het altijd mogelijk een restore uit te voeren van de configuratie die optimaal werkt. Om risico's tot een minimum te beperken en om het identificeren van eventuele storingen gemakkelijk te maken zal de overstap naar het nieuw ontwerp in de volgende fasen worden uitgevoerd

1. Opnieuw bekabelen van ICT- infrastructuur
2. Installatie en configuratie van nieuwe servers
3. Installatie en configuratie van firewalls en netwerk switches
4. Voip- configuratie met telefoons
5. Installatie en configuratie van exchange en lync server
6. Applicatie Quickbooks installeren

ad 1: Het gestructureerd aanleggen van de netwerkbekabeling is de basis voor het goed functioneren van het nieuwe ICT- infrastructuurontwerp. De bekabeling moet ervoor zorgen dat transport van data- en voice-verkeer optimaal plaatsvindt op het nieuwe netwerk.

ad 2: De twee nieuwe Hyper-V servers zullen voor redundantie en voor load balancing identiek geconfigureerd worden in een active/active mode configuratie. Zoals eerder aangehaald zal gebruikgemaakt worden van virtualisatietechnieken waardoor het maximale gehaald wordt uit de gebruikte hardware. De bestaande fysieke servers worden geconverteerd naar virtuele machines en gaan nadat zij geïmporteerd zijn op de Hyper-V servers draaien. De fysieke Hyper-V servers zullen de virtuele machines draaien vanuit de Q-NAP IP-SAN die tevens als centrale data- opslag functioneert op het nieuwe netwerk.

ad 3: Met de nieuwe firewalls in failover configuratie wordt het netwerk beveiligd tegen aanvallen van buiten. Voor de administrators die remote werken en gebruikmaken van VPN- diensten worden er aparte regels geconfigureerd. Ook het gebruik van internetbandbreedte zal op de firewalls geconfigureerd worden voor de administrators zodat zij optimaal hun diensten kunnen verlenen. Op de nieuwe netwerkswitches zullen verschillende virtual LAN's geconfigureerd worden om zodoende het netwerk gescheiden te houden. Zo zal het netwerk gescheiden worden in een data-, voice-, gasten- en servernetwerk. Ook het intern routen van data zal door middel van de nieuwe netwerkswitches plaatsvinden.

ad 4: Voor het telefoonverkeer is er een aparte VoIP- appliance uitgekozen, Cisco MSC 7890-C1 die aangesloten zal worden op het public switched telephone network (PSTN). Alle VoIP-gerelateerde apparaten worden aangesloten op de voice VLAN die is geconfigureerd op de netwerkswitches. Telefoonverkeer dat bestemd is voor Europa en USA zal in de nieuwe configuratie nog steeds door het Net2Phone apparaat geregeld worden.

ad 5: Er zal voor de installatie van Microsoft Exchange 2010 een nieuwe virtuele server worden geconfigureerd. Nadat deze server geconfigureerd is zal de installatie van Microsoft exchange 2010 plaatsvinden volgens de installatie- instructies. Na de installatie worden er nieuwe mail accounts aangemaakt voor de werknemers op de exchange server. De bestaande mailboxen van de werknemers die zich op de servers van de externe mail provider bevinden moeten daarna geïmporteerd worden op de nieuwe server zodat zij al hun oude mails behouden. Voor de collabo-

ratie van chat-, mail-, voice- en andere diensten zal hierna Microsoft Lync software volgens de installatie- instructies worden geïnstalleerd. Ook voor deze dienst zal er een aparte virtuele machine worden aangemaakt.

ad 6: Nadat er een op maat geschreven oplossing van Quickbooks beschikbaar is gesteld voor POS- en salarisverwerking, zal er samen met de leverancier nagezien worden hoe dit het best geïnstalleerd kan worden op het netwerk van Itee NV.

7. Financieel overzicht

Aan de implementatie van het nieuwe ontwerp zijn er verschillende kosten verbonden. Bij het maken van deze kosten dient er ook rekening gehouden te worden met het budget van de organisatie. In paragraaf 7.1 wordt er algemeen beschreven welke voordelen Itee NV haalt uit het investeren in de nieuwe ICT- infrastructuur. In paragraaf 7.2 staat een rendabiliteitsanalyse van de kosten en besparingen die Itee NV zou moeten maken voor de implementatie van de nieuwe ICT- infrastructuur. Vervolgens is er in paragraaf 7.3 een liquiditeitsanalyse gemaakt van de kosten en besparingen waarop er in paragraaf 7.4 een uitspraak over de Return on Investment volgt. Uiteindelijk zal het laatste gegeven bepalen of het uitvoeren van het project rendabel is voor Itee NV.

Voor het tot stand komen van dit hoofdstuk is er gebruikgemaakt van de volgende bronnen:

1. Interviews met collega's van de Sales en Administratie afdeling binnen Itee NV.
2. *“Economic Analysis of Agricultural Projects”* Professor J. Price Gittinger

7.1 Algemeen

Itee NV zou bij het zien van de financiële cijfers zich kunnen afvragen waarom er geïnvesteerd dient te worden in de nieuwe ICT- infrastructuur en welke voordelen zij daaraan overhoudt. Om Itee NV ervan te overtuigen dat de investering noodzakelijk is zijn de volgende voordelen aangehaald:

- De nieuwe ICT-infrastructuur is een langetermijnoplossing waardoor Itee NV gemakkelijk kan meeliften met nieuwe technologieën zoals cloud computing, video communications en Internet Protocol v6 migratie/implementatie (toekomstgerichtheid).
- Er is in de nieuwe ICT-infrastructuur sprake van een hogere beschikbaarheid vanwege het beperken van single point of failure tot een minimum. Hierdoor is er een betere dienstverlening aan klanten. Een voorbeeld van zo een dienst is remote support (gebruikersgerichtheid).

- Door de aanwezigheid van VoIP- technologie binnen de nieuwe ICT-infrastructuur kan Itee NV haar dienstenaanbod ook uitbreiden door technici die beschikken over deze kennis en ervaring in te zetten op VoIP- projecten bij klanten (toekomstgerichtheid).
- De virtualisatietechnieken die worden toegepast binnen de nieuwe ICT- infrastructuur kunnen ook als oplossing dienen bij klanten vanwege de steeds groter wordende vraag naar deze oplossing om te besparen op het outsourcen van hardware (toekomstgerichtheid en operationele performance).
- De nieuwe ICT- infrastructuur levert een bijdrage aan de realisatie van de bedrijfsdoelstellingen. Hoogwaardige IT- oplossingen zoals central data storage, unified communications en high availability of services worden ontwikkeld en geïmplementeerd bij de klant.
- De nieuwe ICT- infrastructuur kan als concurrentievoordeel gelden voor Itee NV t.o.v. concurrenten binnen hetzelfde marktsegment. Er kan daarbij gedacht worden aan productdifferentiatie of specialisatie. De nieuwe technieken Cisco security en unified communications die hiermee gerealiseerd worden kunnen aangeboden worden aan de klant (bedrijfsstrategiegerichtheid).

7.2 Rendabiliteitsanalyse van de kosten en besparingen

Het uitvoeren van onderzoek voor het project zal met verschillende kosten gepaard gaan. Er wordt daarbij gedacht aan het aanleggen van de netwerkbekabeling en de aanschaf van de verschillende hardware- en software componenten die van belang zijn bij het implementeren van het nieuwe ontwerp. In totaal zal er hiervoor \$48,325.50 nodig zijn.

Vanwege partnerships met grote ICT- organisaties en het feit dat medewerkers kennis van en ervaring hebben met de verschillende software- en hardwareproducten van deze organisaties wordt er bij het maken van deze investering ook behoorlijk bespaard op onder andere Microsoft licenties en Cisco trainingen die nodig zijn voor configuratie- en beheertaken. De totale besparing op licenties en trainingen bedraagt \$47,660.40. Verder kunnen de kennis en ervaring die worden opgedaan bij de implementatie van de nieuwe ICT-infrastructuur ook gerekend worden tot belangrijke activa voor Itee NV.

Om na te gaan of het de moeite waard is deze investering te plegen is er een rendabiliteitsanalyse uitgevoerd van de kosten en de besparingen. Deze analyse geeft aan of de investering op lange termijn rendabel is en of er op lange termijn voldoende cashflow is om de financiering te dekken. In tabel 7 wordt de uitgevoerde rendabiliteitsanalyse van de kosten en besparingen weergegeven. Bij het maken van de rendabiliteitsanalyse is de looptijd vastgesteld op vijf jaar. Tot de cash outflow behoren alle financiële middelen die noodzakelijk zijn voor de uitvoering van het project. Het gaat hier om de eerdergenoemde kosten die gemaakt worden voor de aanschaf van hardware- en softwarecomponenten en de aanleg van de netwerkbekabeling. Naast de cash outflow is er ook sprake van de cash inflow. Dit zijn de lopende opbrengsten die gepaard gaan met het project. In dit geval zijn dat de besparingen op Microsoft licenties en trainingen. Verder zijn ook de niet- kwantificeerbare baten meegenomen waarbij er gedacht kan worden aan hogere moraal met als voorbeeld gemotiveerd personeel vanwege betere arbeidsomstandigheden en demonstratiemogelijkheden van producten en diensten naar de klanten toe.

Tabel 7 Rendabiliteitsanalyse van kosten en besparingen

| Kosten | Jaar 0 | Jaar 1 | Jaar 2 | Jaar 3 | Jaar 4 | Jaar 5 |
|--|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| HP ProLiant DL360p Gen8 Servers (2 á US\$ 8.387,-) | \$ 16,774.00 | | | | | |
| QNAP TS-EC1279U-RP Turbo NAS Server (1 á US\$ 4,582,-) | \$ 4,582.00 | | | | | |
| WD Red WD10EFRX Hard Drive (8 á US\$ 77,-) | \$ 616.00 | | | | | |
| Cisco Media Convergence Server 7890-C1 (1 á US\$ 934,-) | \$ 934.00 | | | | | |
| Cisco Small Business Managed Switch SF300-24P (4 á US\$442,-) | \$ 1,768.00 | | | | | |
| Cisco Unified IP Phone 7975G - VoIP phone (2 á US\$ 452,-) | \$ 904.00 | | | | | |
| Cisco IP Phone 7940G - VoIP phone (20 á US\$ 152,-) | \$ 3,040.00 | | | | | |
| Intuit Quickbooks Financial Solutions Pro (1 á US\$ 249,95) | \$ 249.95 | | | | | |
| Intuit Quickbooks Point of Sale Pro V11 2013 with Hw (1 á US\$ 2.179,95) | \$ 2,179.95 | | | | | |
| Cisco ASA 5510 Security Plus Firewall Edition (2 á US\$ 2.556,-) | \$ 5,112.00 | | | | | |
| Arbeidskosten (incl. 7% proj.management, 10% winst & risico en 8% OB) | \$ 5,520.31 | | | | | |
| Materiaalkosten (Netwerk bekabeling) | \$ 6,645.29 | | | | | |
| Totale kosten (cash outflow) | \$ 48,325.50 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| Baten | Jaar | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Windows Server Datacenter 2012 2Proc Qlfd (voor VM hosting) | \$ - | \$ 8,428.46 | | | | |
| Windows Lync Server 2013 | | \$ 3,194.35 | | | | |
| Windows Exchange Server 2013 | | \$ 620.04 | | | | |
| Windows Server Datacenter 2012 2Proc Qlfd (voor VM S001itee en S002itee) | | \$ 8,428.46 | | | | |
| Windows Server Standard 2012 2Proc (voor VM S003itee en S007itee) | | \$ 1,546.40 | | | | |
| Windows Server Datacenter 2012 2Proc Qlfd (voor VM S004itee en S006itee) | | \$ 8,428.46 | | | | |
| Windows Server Enterprise 2008 (voor VM S005itee) | | \$ 4,214.23 | | | | |
| CCNA training (2 á US\$ 3.200,-) | | \$ 6,400.00 | | | | |
| CCNA Voice Training (2 á US\$ 3.200,-) | | \$ 6,400.00 | | | | |
| Afschrijving op hardware | | \$ 7,231.98 | \$ 7,231.98 | \$ 7,231.98 | \$ 7,231.98 | \$ 7,231.98 |
| Niet-kwantificeerbare baten (20%) | | \$ 10,978.48 | \$ 1,446.40 | \$ 1,446.40 | \$ 1,446.40 | \$ 1,446.40 |
| Totale baten (cash inflow) | \$ - | \$ 65,870.86 | \$ 8,678.38 | \$ 8,678.38 | \$ 8,678.38 | \$ 8,678.38 |
| Cash flow | Jaar 0 | Jaar 1 | Jaar 2 | Jaar 3 | Jaar 4 | Jaar 5 |
| Jaarlijkse cashflow | \$ (48,325.50) | \$ 65,870.86 | \$ 8,678.38 | \$ 8,678.38 | \$ 8,678.38 | \$ 8,678.38 |
| Cumulatieve cashflow | \$ (48,325.50) | \$ 17,545.36 | \$ 26,223.73 | \$ 34,902.11 | \$ 43,580.48 | \$ 52,258.86 |

De cashflow wordt onderverdeeld in de jaarlijkse en de cumulatieve cashflow.

De jaarlijkse cashflow geeft het verschil weer tussen cash outflow en cash inflow. Van de cumulatieve cashflow kan afgelezen worden wat de financieringsbehoefte voor het project is. Aangezien deze cijfers positief zijn kan de financiering van het project geschieden uit eigen middelen. De cumulatieve cashflow laat zien dat reeds in jaar 1 het geïnvesteerde kapitaal wordt terugverdiend.

7.3 Liquiditeitsanalyse van de kosten en besparingen

Naast de rendabiliteitsanalyse is ook een liquiditeitsanalyse uitgevoerd van de kosten en besparingen die betrekking hebben op dit onderzoek. Bij het uitvoeren van deze analyse is de totale cumulatieve cashflow doorslaggevend voor het bepalen van de liquiditeitspositie. Bij het uitvoeren van deze analyse wordt er vanuit gegaan dat het kapitaal voor de investering geleend wordt. Door de lening is er in jaar 0 geen sprake van een cumulatieve cashflow. In tabel 8 is duidelijk te zien dat ook bij de liquiditeitsanalyse de cumulatieve cashflow een positief verloop heeft. Dit betekent dat er voldoende liquide middelen beschikbaar zijn gedurende de periode van vijf jaar.

Tabel 8 Liquiditeitsanalyse van kosten en besparingen

| Kosten | Jaar 0 | Jaar 1 | Jaar 2 | Jaar 3 | Jaar 4 | Jaar 5 |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| HP ProLiant DL360p Gen8 Servers (2 á USS 8.387,-) | \$16,774.00 | | | | | |
| QNAP TS-EC1279U-RP Turbo NAS Server (1 á USS 4,582,-) | \$ 4,582.00 | | | | | |
| WD Red WD10EFRX Hard Drive (8 á USS 77,-) | \$ 616.00 | | | | | |
| Cisco Media Convergence Server 7890-C1 (1 á USS 934,-) | \$ 934.00 | | | | | |
| Cisco Small Business Managed Switch SF300-24P (4 á USS442,-) | \$ 1,768.00 | | | | | |
| Cisco Unified IP Phone 7975G - VoIP phone (2 á USS 452,-) | \$ 904.00 | | | | | |
| Cisco IP Phone 7940G - VoIP phone (20 á USS 152,-) | \$ 3,040.00 | | | | | |
| Intuit Quickbooks Financial Solutions Pro (1 á USS 249,95) | \$ 249.95 | | | | | |
| Intuit Quickbooks Point of Sale Pro V11 2013 with Hw (1 á USS 2,179,95) | \$ 2,179.95 | | | | | |
| Cisco ASA 5510 Security Plus Firewall Edition (2 á USS 2.556,-) | \$ 5,112.00 | | | | | |
| Arbeidskosten (incl. 7% proj.management, 10% winst & risico en 8% OB) | \$ 5,520.31 | | | | | |
| Materiaalkosten (Netwerk bekabeling) | \$ 6,645.29 | | | | | |
| Terugbetaling | \$ - | \$ - | \$ - | | | \$ 48,325.50 |
| Rente | \$ - | \$ 7,248.83 | \$ 7,248.83 | \$ 7,248.83 | \$ 7,248.83 | |
| Totale kosten (cash outflow) | \$48,325.50 | \$ 7,248.83 | \$ 7,248.83 | \$ 7,248.83 | \$ 7,248.83 | \$ 48,325.50 |
| Baten | Jaar | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Windows Server Datacenter 2012 2Proc Qlfd (voor VM hosting) | - | 8,428.46 | | | | |
| Windows Lync Server 2013 | | 3,194.35 | | | | |
| Windows Exchange Server 2013 | | 620.04 | | | | |
| Windows Server Datacenter 2012 2Proc Qlfd (voor VM S001itee en S002itee) | | 8,428.46 | | | | |
| Windows Server Standard 2012 2Proc (voor VM S003itee en S007itee) | | 1,546.40 | | | | |
| Windows Server Datacenter 2012 2Proc Qlfd (voor VM S004itee en S006itee) | | 8,428.46 | | | | |
| Windows Server Enterprise 2008 (voor VM S005itee) | | 4,214.23 | | | | |
| CCNA training (2 á USS 3.200,-) | | 6,400.00 | | | | |
| CCNA Voice Training (2 á USS 3.200,-) | | 6,400.00 | | | | |
| Afschrijving op hardware | | 7,231.98 | 7,231.98 | 7,231.98 | 7,231.98 | 7,231.98 |
| Niet-kwantificeerbare baten z.a. hoger moraal personeel etc. (20%) | | 10,978.48 | 1,446.40 | 1,446.40 | 1,446.40 | 1,446.40 |
| Lening | 48,325.50 | | | | | |
| Totale baten (cash inflow) | 48,325.50 | 18,210.46 | 8,678.38 | 8,678.38 | 8,678.38 | 8,678.38 |
| Cash flow | Jaar 0 | Jaar 1 | Jaar 2 | Jaar 3 | Jaar 4 | Jaar 5 |
| Jaarlijkse cashflow | \$ - | \$ 10,961.63 | \$ 1,429.55 | \$ 1,429.55 | \$ 1,429.55 | \$ (39,647.12) |
| Cumulatieve cashflow | \$ - | \$ 10,961.63 | \$ 12,391.18 | \$ 13,820.73 | \$ 15,250.28 | \$ (24,396.84) |

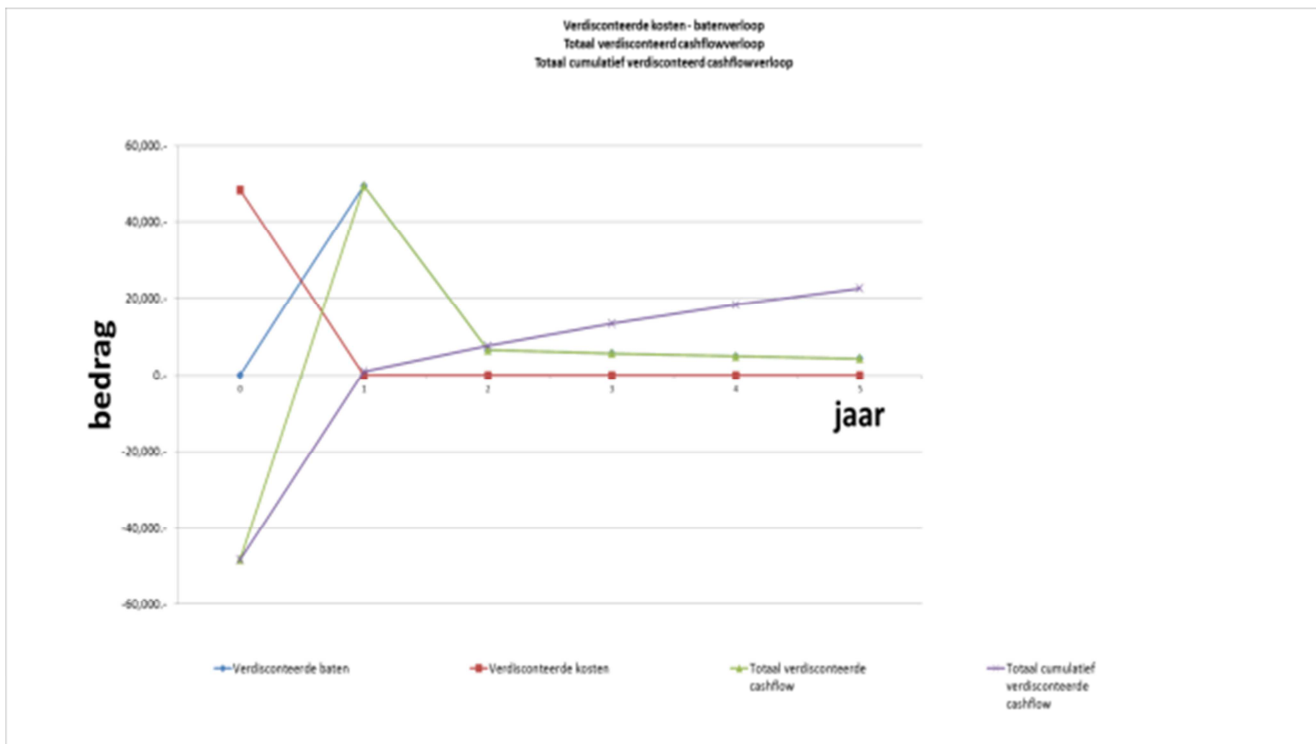
7.4 ROI- analyse

Om een uitspraak te kunnen doen met betrekking tot Return on investment moeten de totale kosten en besparingen verdisconteerd worden. Vanwege het feit dat 1 USD niet dezelfde waarde heeft vandaag als morgen is deze handeling noodzakelijk. De gegeven waarde voor het verdisconteren bij lokale banken is een percentage van 15%. In tabel 9 is de ROI- analyse te zien met daarin de verwerking van de verdisconteerde cashflow.

Tabel 9. ROI- analyse

| Kosten | Jaar 0 | Jaar 1 | Jaar 2 | Jaar 3 | Jaar 4 | Jaar 5 |
|--|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| HP ProLiant DL360p Gen8 Servers (2 á USS 8.387,-) | \$ 16,774.00 | | | | | |
| QNAP TS-EC1279U-RP Turbo NAS Server (1 á USS 4,582,-) | \$ 4,582.00 | | | | | |
| WD Red WD10EFRX Hard Drive (8 á USS 77,-) | \$ 616.00 | | | | | |
| Cisco Media Convergence Server 7890-C1 (1 á USS 934,-) | \$ 934.00 | | | | | |
| Cisco Small Business Managed Switch SF300-24P (4 á USS442,-) | \$ 1,768.00 | | | | | |
| Cisco Unified IP Phone 7975G - VoIP phone (2 á USS 452,-) | \$ 904.00 | | | | | |
| Cisco IP Phone 7940G - VoIP phone (20 á USS 152,-) | \$ 3,040.00 | | | | | |
| Intuit Quickbooks Financial Solutions Pro (1 á USS 249,95) | \$ 249.95 | | | | | |
| Intuit Quickbooks Point of Sale Pro V11 2013 with Hw (1 á USS 2,179,95) | \$ 2,179.95 | | | | | |
| Cisco ASA 5510 Security Plus Firewall Edition (2 á USS 2.556,-) | \$ 5,112.00 | | | | | |
| Arbeidskosten (incl. 7% proj.management, 10% winst & risico en 8% OB) | \$ 5,520.31 | | | | | |
| Materiaalkosten (Netwerk bekabeling) | \$ 6,645.29 | | | | | |
| Totale kosten (cash outflow) | \$ 48,325.50 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| Baten | Jaar 0 | Jaar 1 | Jaar 2 | Jaar 3 | Jaar 4 | Jaar 5 |
| Windows Server Datacenter 2012 2Proc Qlfd (voor VM hosting) | \$ - | \$ 8,428.46 | | | | |
| Windows Lync Server 2013 | | \$ 3,194.35 | | | | |
| Windows Exchange Server 2013 | | \$ 620.04 | | | | |
| Windows Server Datacenter 2012 2Proc Qlfd (voor VM S001itee en S002itee) | | \$ 842.46 | | | | |
| Windows Server Standard 2012 2Proc (voor VM S003itee en S007itee) | | \$ 1,546.40 | | | | |
| Windows Server Datacenter 2012 2Proc Qlfd (voor VM S004itee en S006itee) | | \$ 8,428.46 | | | | |
| Windows Server Enterprise 2008 (voor VM S005itee) | | \$ 4,214.23 | | | | |
| CCNA training (2 á USS 3.200,-) | | \$ 6,400.00 | | | | |
| CCNA Voice Training (2 á USS 3.200,-) | | \$ 6,400.00 | | | | |
| Afschrijving op hardware | | \$ 7,231.98 | \$ 7,231.98 | \$ 7,231.98 | \$ 7,231.98 | \$ 7,231.98 |
| Niet-kwantificeerbare baten z.a. hoger moraal personeel etc. (20%) | | \$ 9,461.28 | \$ 1,446.40 | \$ 1,446.40 | \$ 1,446.40 | \$ 1,446.40 |
| Totale baten (cash inflow) | \$ - | \$ 56,767.66 | \$ 8,678.38 | \$ 8,678.38 | \$ 8,678.38 | \$ 8,678.38 |
| Cash flow | Jaar 0 | Jaar 1 | Jaar 2 | Jaar 3 | Jaar 4 | Jaar 5 |
| Jaarlijkse cash flow | \$ (48,325.50) | \$ 56,767.66 | \$ 8,678.38 | \$ 8,678.38 | \$ 8,678.38 | \$ 8,678.38 |
| Cumulatieve cash flow | \$ (48,325.50) | \$ 8,442.16 | \$ 17,120.53 | \$ 25,798.91 | \$ 34,477.28 | \$ 43,155.66 |
| Verdisconteerde Cash Flow | Jaar 0 | Jaar 1 | Jaar 2 | Jaar 3 | Jaar 4 | Jaar 5 |
| Verdisconteerde kosten | \$ 48,325.50 | \$ - | \$ 0.13 | \$ 0.24 | \$ 0.34 | \$ 0.43 |
| Verdisconteerde baten | \$ - | \$ 49,363.18 | \$ 6,562.23 | \$ 5,706.42 | \$ 4,962.23 | \$ 4,315.11 |
| Totaal verdisconteerde cashflow | \$ (48,325.50) | \$ 49,363.18 | \$ 6,562.10 | \$ 5,706.17 | \$ 4,961.89 | \$ 4,314.69 |
| Totaal cumulatief verdisconteerde cashflow | \$ (48,325.50) | \$ 1,037.68 | \$ 7,599.78 | \$ 13,305.95 | \$ 18,267.84 | \$ 22,582.53 |
| Berekening ROI | | | | | | |
| Kapitaalkosten (discontopercentage) | 15% | | | | | |
| Return on investment | | 102.15 | 115.73 | 127.53 | 137.80 | 146.73 |
| Terugbetaling (in jaren) | 0.98 | | | | | |

De Return on investment wordt uitgedrukt in een terugverdientijd. Als gekeken wordt naar tabel 9 dan is de terugverdientijd gesteld op 0,98 jaar dat is iets minder dan een jaar. Dit houdt in dat het geïnvesteerde kapitaal binnen deze periode terug te verdienen is. In figuur 13 is dit het punt waar de lijn van de totaal cumulatief verdisconteerde cashflow de x-as (het aantal jaren) snijdt. De conclusie die hieruit voortvloeit, is dat het uitvoeren van dit projectonderzoek Itee NV een positieve Return on Investment zal opleveren. De besparingen op licenties en trainingen hebben daarbij een belangrijke rol gespeeld.



Figuur 13. Grafische weergave van de ROI- analyse

8. Conclusies en aanbevelingen

Het onderzoek dat bij Itee NV is uitgevoerd gedurende de afgelopen zes maanden bestond uit het herontwerpen van de ICT- infrastructuur op basis van een top-down-benadering. De onderstaande zaken kwamen daarbij aan de orde:

- Nieuwe server hardware
- Garantie voor de beschikbaarheid van services
- Centrale data- opslag
- Gestructureerde netwerkbekabeling
- Collaboratie tussen VoIP, mail en instant messaging
- Netwerkbeveiliging
- Voorstel voor een disaster recovery plan
- Nieuwe POS- en salarisapplicaties

In dit hoofdstuk is er een opsomming gemaakt van de conclusies en de aanbevelingen die voortgevloeid zijn uit dit onderzoek.

Conclusies

Nadat dit onderzoek uitgevoerd is binnen de organisatie Itee NV kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De ICT- infrastructuur zorgt voor een optimale en betrouwbare verwerking van de informatie die verkregen wordt vanuit de primaire en secundaire bedrijfsprocessen.
- Het ontwerp van de nieuwe ICT- infrastructuur voldoet aan de gestelde eisen en wensen. Deze zijn onder andere een goede netwerkbeveiliging, hoge beschikbaarheid van netwerk- en applicatiediensten, demonstratiemogelijkheden voor klanten, eigen VoIP- netwerk voor telefoonverkeer, centrale data- opslag, nieuwe POS- en salarisapplicatie.
- Het verandertraject van de huidige ICT- infrastructuur naar de nieuwe zal in verschillende fasen plaatsvinden zodat eventuele storingen die zich voordoen gemakkelijk te identificeren zijn.
- Risico's die zich mochten voordoen bij de implementatie kunnen zoveel mogelijk weggevoerd worden door het uitvoeren van testen.

- Het herontwerpen van de ICT- infrastructuur op basis van de PPDIIOO- methodiek heeft geresulteerd in het opleveren van een hoogwaardig ICT- infrastructuurontwerp dat niet alleen een positief Return on Investment oplevert maar bij de uitvoer van de implementatie ook zorgt voor het verbeteren van de efficiëntie, kwaliteit, beschikbaarheid en productiviteit.
- Het herontwerpen van een netwerk op basis van een top-downbenadering neemt meer tijd in beslag vanwege de verschillende fasen waarin het ontwerp wordt uitgevoerd. Echter zorgt deze aanpak ervoor dat bestaande problemen goed geïdentificeerd worden en volgens concrete voorstellen die voorafgegaan zijn aan een onderzoek worden opgelost.
- Bij het herontwerpen van de ICT – infrastructuur wordt het ontwerp uitgevoerd op basis van bedrijfsdoelen en specifieke eisen en wensen. Er wordt niet gewerkt op basis van aannames.

Aanbevelingen

Na de uitvoering van dit projectonderzoek zijn de volgende zaken aanbevolen aan Itee NV.

- Het voorstel van het concept disaster recovery plan verder uitwerken en implementeren binnen de nieuwe ICT- infrastructuur.
- Medewerkers van de POS- en salarisapplicatie op de hoogte stellen van de nieuwe functionaliteiten binnen Quickbooks en indien nodig trainingen laten verzorgen door de leverancier.
- Het voortzetten van de PPDIIOO- methodiek na de implementatiefase zodat ook de operate en optimize fasen worden uitgevoerd. Deze fasen zijn belangrijk voor het onderhouden en het optimaliseren van diensten binnen de nieuw geïmplementeerde ICT- infrastructuur.
- Het toepassen van de PPDIIOO- methodiek bij ontwerp-/herontwerpopdrachten die Itee NV binnenkrijgt van klanten.

Literatuurlijst

Internet:

- www.iteenv.com
- <http://www.tutorialspoint.com/cmmi/cmmi-maturity-levels.htm>
- <http://hostwisely.com/blog/tower-vs-rack-vs-blade-servers-picking-the-right-server/>
- <http://www.techrepublic.com/blog/datacenter/the-pros-and-cons-of-tower-rack-and-blade-servers/4345>
- <http://searchdatacenter.techtarget.com/definition/Single-point-of-failure-SPOF>
- http://en.wikipedia.org/wiki/High-availability_cluster
- http://www.abraxax.com/html/cluster_server.html#.URZ8umfKtWV
- http://nl.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Exchange
- <http://technet.microsoft.com/en-us/library/aa996719%28v=exchg.141%29.aspx>
- <http://www.martienvandijk.nl/installatie-exchange-2010/>
- <http://www.exchangeinbox.com/article.aspx?i=182>
- http://wiki.diyfaq.org.uk/index.php?title=Structured_wiring_system
- http://it.toolbox.com/wiki/index.php/Design_Structured_Cabling_Systems_and_IT_Network_Infrastructures
- <http://www.webopedia.com/TERM/F/firewall.html>
- <http://www.ngn.nl/content/forefront-tmg-vs-uag-wat-zijn-de-verschillen>
- <http://www.wintelnv.com>
- <http://www.computech.sr>
- <http://www.petri.co.il/das-nas-san-storage-technologies.htm>
- <http://technet.microsoft.com/en-us/library/ee405267%28v=ws.10%29.aspx>
- <http://www.aidanfinn.com/?p=10587>
- www.techbu.com/buyers-guide-to-nas-storage-server

Boeken:

- Gittinger J. Price (1982) *Economic Analysis of Agricultural Projects* (2nd ed), ISBN 0-8018-2912-7
- Oppenheimer, Priscilla (2011) *Top-down Network Design* (3rd ed.) , ISBN 978-1-58720-283-4
- Wilkins Sean R. (2011) *Designing for Cisco Internetwork Solutions Foundation Learning Guide* (3rd ed.), ISBN 978-1-58720-424-1

Bijlagen

| | |
|-------------|---|
| Bijlage I | TIA/EIA-606 en EN 50174 cabling standards |
| Bijlage II | Magic Quadrant For Secure Web Gateways |
| Bijlage III | Best practice white paper Cisco-Disaster Recovery |
| Bijlage IV | Offerte UCC t.b.v. aanleg netwerkbekabeling |
| Bijlage V | ROI –analyse |

Bijlage I TIA/EIA-606 en EN 50174 cabling standards

Bijlage II Magic Quadrant For Secure Web Gateways

Bijlage III Best practice white paper Cisco-Disaster Recovery

Bijlage IV Offerte UCC t.b.v. aanleg netwerkbekabeling

Bijlage V ROI -analyse