

Onderzoek naar de implementatie van glasvezelverbindingen naar huizen in Suriname



**Afstudeerverslag ter verkrijging van de graad van
Bachelor of Applied Technology (BTech.)
in de studierichting Elektrotechniek**

Jurryt Vyent
Paramaribo, 18 dec. 2013

Onderzoek naar de implementatie van glasvezelverbindingen naar huizen in Suriname



Student + studentenreg.nr:
Docent-begeleider:
Bedrijfsbegeleider:

Jurryt Vyent 10752
D. Ramlakhan MSc
C. Cooman B Tech

Paramaribo, 18 dec. 2013

Voorwoord

Om de studie aan het PolyTechnic College succesvol af te ronden moet er een afstudeeropdracht uitgevoerd en een afstudeerverslag geschreven worden.

Mijn onderzoek is gedaan om na te gaan in hoeverre het mogelijk is om een glasvezelverbinding op te zetten naar huizen in Suriname.

Het is bestemd voor degenen die meer wensen te weten over de implementatie van een glasvezelnetwerk, hoe zo een netwerk wordt uitgevoerd en wat men allemaal in staat is te doen met het netwerk.

Mijn dank gaat uit naar de heer D. Ramlakhan en de heer C. Cooman voor de nodige begeleiding om het verslag tot een goed eind te brengen. Verder dank ik mevrouw Long Him Nam voor de taalkundige begeleiding en verslaglegging van dit verslag.

Paramaribo, 18 dec. 2013
Jurryt Vyent

Inhoudsopgave

Samenvatting

Summary

Lijst van afkortingen

Lijst van symbolen

Lijst van figuren

Lijst van tabellen

1 Inleiding	14
2 Glasvezeltheorie.....	15
2.1 Het begin van glasvezel.....	15
2.2 Wat is glasvezel	15
2.3 Voordelen van glasvezel	16
2.4 Overstappen van koper naar glasvezel	17
2.5 Singlemode en multimode	17
3 Netwerktopologieën	19
3.1 Enkel (point to point) topologie	19
3.2 Ster (point to multipoint) topologie.....	19
3.3 Ringtopologie.....	20
3.4 Dubbeleringtopologie.....	20
3.5 Oorsprong FTTH.....	21
3.6 Passive Optical Network (PON)	21
3.7 Active Optical Network (AON).....	23
4.1 Redenen voor het kiezen van FTTH	25
4.2 Type FTTH- netwerk.....	26
4.3 Uitleg van de criteria	26
4.3.1 Criterium bandbreedte.....	27
4.3.2 Criterium beveiliging	27
4.3.3 Criterium investeringskosten	28
4.3.4 Criterium uitvoeringskosten.....	29
4.4 Type AON- netwerk.....	30
4.5 Uitleg van de criteria	31
4.5.1 Criterium kabelgebruik.....	31
4.5.2 Criterium benodigde apparatuur.....	31
5 Inventarisatie van het testgebied	33
5.1 Informatie over het testgebied	33
5.2 Conclusies	35
6 Uitvoering in het testgebied	37
6.1 Netwerkkarchitectuur	37
6.2 Scenario 1: ondergrondse glasvezelkabel bestaande woonwijk.....	40
6.2.1 Bekabelingsschema.....	41

6.2.2	<i>Work breakdown structure scenario 1</i>	41
6.2.3	<i>WBS dictionary scenario 1</i>	41
6.2.4	<i>Activiteitenlijst scenario 1</i>	42
6.2.5	<i>Offerte scenario 1: ondergronds</i>	43
6.3	Scenario 2: ondergrondse glasvezelkabel nieuwe woonwijk	45
6.4	Scenario 3: glasvezelluchtlijn bestaande woonwijk	46
6.4.1	<i>Bekabelingsschema</i>	46
6.4.2	<i>Work breakdownstructure scenario 3</i>	46
6.4.3	<i>WBS - dictionary scenario 3</i>	47
6.4.4	<i>Activiteitenlijst scenario 3</i>	47
6.4.5	<i>Offerte scenario 3</i>	48
6.5	Scenario 4: glasvezelluchtlijn nieuwe woonwijk	49
6.6	Kostenraming afstand naar het stadscentrum	50
6.7	Resultaten van de scenario's	50
7	Benodigde hardware voor een AON- netwerk	52
7.1	Benodigdheden	52
7.2	Passief materiaal	52
7.3	Actief materiaal	57
8	Conclusies en aanbevelingen	59
	Literatuurlijst	61
	Lijst van bijlagen	62

Samenvatting

Door de steeds toenemende vraag naar bandbreedte voor data, voip en video, is het van belang dat het op te zetten glasvezelnetwerk in staat is om hieraan te voldoen. In Suriname wordt er nog steeds gebruikgemaakt van koperverbindingen tussen de dataproviders en de woonwijken, die ervoor moeten zorgen dat er sprake is van een kwalitatief en kwantitatief goede dataverbinding. Door gebruik te maken van een glasvezelverbinding naar de huizen, kan er een optimale en snelle dataverbinding geleverd worden aan de uiteindelijke gebruikers van zo een glasvezelnetwerk. Vandaar dat het van belang is dat zo een glasvezelnetwerk wordt geïnstalleerd naar de huizen in Suriname.

De opdracht was het plegen van een onderzoek naar de implementatie van glasvezelverbindingen naar huizen in Suriname.

Het doel van het project is: Het implementeren van glasvezelverbindingen naar huizen in Suriname.

De probleemstelling luidt als volgt: In hoeverre is het mogelijk om glasvezelverbindingen te realiseren naar huizen in Suriname?

Er is informatie verzameld over glasvezel, zoals de opbouw ervan, de verschillen tussen singlemode en multimode, over de verschillende glasvezeltopologieën, met name: enkel-, ster-, ring-, dubbelring-, FTTC-, FTTN-, FTTH-, PON-, WDM-PON-, DWDM-PON- en AON. De verschillen tussen PON en AON zijn ook onderzocht. Verder is er informatie verzameld over de apparatuur die nodig is voor de installatie van het glasvezelnetwerk zoals optische switches, omzetters, enclosures enz. Als laatste is er een oriëntatiebezoek gebracht, aan het woningbouwproject om het te bezichtigen en de nodige informatie over de omgeving vast te leggen.

Uit het bovenstaande is te concluderen dat de kosten voor een ondergrondse kabeluitvoering voor zowel een nieuwe woonwijk als een bestaande woonwijk ongeveer even groot zijn. In het Hanna's Lustproject is dit het geval, omdat er geen sprake is van bestraten, inritten en bermen. Bij andere gebieden waar zo een project uitgevoerd zal worden is het wel zo. Het gevolg daarvan is, dat de moeilijkheidsgraad omhooggaat, wat op zijn beurt de arbeidskosten doet stijgen. Het beste is om de ondergrondse glasvezelverbinding bij nieuwe woonwijken te implementeren. De tweede conclusie is dat de kosten voor een luchtkabeluitvoering voor zowel een nieuwe woonwijk als een bestaande woonwijk ongeveer even groot zijn. Dit komt omdat de kabels pas de lucht in kunnen gaan, als de stroompalen er staan. In het geval van een nieuwe woonwijk moet er dus gewacht worden op de geplaatste masten. Dat heeft geen

invloed op de uitvoeringskosten. Het lastige bij bestaande woonwijken, is dat de stroomkabels onder spanning staan; dat betekent dat er met voorzichtigheid gewerkt moet worden en eventueel onder begeleiding van de EBS. Verder is geconcludeerd dat de materiaalkosten omlaaggebracht kunnen worden door gebruik te maken van geprefabriceerde glasvezelkabels, om de afwerkingskosten deels of helemaal te laten vervallen en dat is gelijk aan een bedrag van minimaal SRD 110,000.00 en maximaal SRD 235,170.00. Maar dan moet er wel een goede planning zijn, om beschadiging van de connectoren te voorkomen. Uiteindelijk valt te concluderen, dat de luchtlijnuitvoering de geschikte implementatiemethode is. De kosten van \pm SRD 7 miljoen zijn hoog, om voor 130 huizen de afstand van 14.7 km te overbruggen. Ondanks dit is de uiteindelijke conclusie dat een FTTH- project in Suriname wel mogelijk is onder de voorwaarde dat elke inwoner in het glasvezelgebied maandelijks een x bedrag moet betalen voor het netwerk naar zijn huis. Glasvezel heeft een houdbaarheid van 15 tot 20 jaren. Dit betekent dat de investering van zo een project terugverdiend kan worden aan de hand van de diensten die geleverd worden over een periode van 15 tot 20 jaar. De totale kosten, scenario- uitwerking en afstandsoverbrugging, komen neer op een bedrag van \pm SRD 8,000,000.00. De prijs die aan de klanten gevraagd moet worden voor de dienstverlening voor een periode van 20 jaar om de investeringskosten te dekken, is gelijk aan een minimum van SRD 256 per maand. Elke verdere verhoging van dit bedrag valt onder onderhoudskosten en winst.

Aanbevolen wordt om gebruik te maken van in de buurt gelegen substations ten einde de kosten van de lange afstand te verlagen. Verder wordt samenwerking tussen de nv. EBS en Tele-sur aanbevolen, aangezien de nv. EBS al beschikt over een glasvezelnetwerk tussen de onderlinge stations: zonde om opnieuw kabel te trekken, terwijl er verbindingen zijn. Momenteel is de uitvoering van glasvezelverbindingen naar huizen het best te implementeren in de middenklassewoonwijken en in de elitewoonwijken. Dit vanwege de verplichte kosten die elke gebruiker moet neertellen voor de dienstverlening over een periode van 20 jaar.

Wat er ook gebeurt, de toekomst is glasvezel, dus moet er hierop ingespeeld worden. Nieuwe woningbouwprojecten moeten al voorzien worden van glasvezelkabel, al is het niet de bedoeling om binnen tien jaren gebruik te maken van het opgezette netwerk. Dit kan vrijwillig geschieden door de verkavelaar, waarbij het opgezette netwerk aan een geïnteresseerde partij wordt verkocht of door subsidiemogelijkheden van de overheid. Als laatste aanbeveling in het geval dat de bovenstaande aanbevelingen niet geaccepteerd worden, kan er een FTTH- (fiber to the neighborhood) netwerk worden opgezet die gaandeweg verandert in een FTTH-netwerk.

Summary

Because of the rapid increase in bandwidth demand for data, voip and video, it is of interest that the established fiberoptic network will deliver the required bandwidth. In Surinam copper connections from the data provider to the end users are still being used to guarantee a quality and quantitative data network. By using fiberoptic transmissions, it is possible to deliver a fast data connection to the end user. That's why it is important to implement a fiberoptic network to the houses in Surinam.

The task was to research the implementation of fiber connections to the houses in Surinam. The goal of this project is: The implementation of fiberoptic connections to the houses in Surinam.

The definition of the problem is as follow: To what extent can fiberoptic connections to the houses be realized in Surinam?

Information about fiberoptics was gathered, like the physical construction of it, the differences between singlemode and multimode, the different kinds of fiberoptic topologies such as, single-, star-, ring-, doubling-, FTTC-, FTTN-, FTTH-, PON-, WDM-PON-, DWDM-PON- and AON. The differences between PON and AON were also researched. Information about the required apparatus for the installation of fiberoptic was also researched. Apparatus such as optical switches, converters, enclosures etc. The last thing that was done was that a orientation visit was brought to the housingproject, to take a look at it and gather the required information about the neighborhood. From the above can be concluded that the cost for the underground cable installation for both the new residential as the existing one are approximately the same. In the Hanna's Lustproject, this is true because there was no talk about paved driveways and verges. At other areas where this project will be implemented, this will be the case. The result of it is that the difficulty increases, meaning an increase in the workcost. The best thing to do is to implement the underground cable installation in a new residential.

The second conclusion is that the costs for an areal cable installation for both, a new residential and an existing one are approximately the same. This is the case because the cables can go in the air only after the poles are placed. In the case of a new village the waiting lies on the placement of the poles. This does not affect the processingcost. The

problem with an existing residential is that powercables are live which means, that work must be done safely and maybe under observation of the EBS. Another conclusion is that the material cost could be lowered by using pre-fabricated fiberoptic cables, meaning a decrease in termination costs or a complete fall away. That would be a minimum of SRD 110,000.00 and a maximum of SRD 235,170.00. But then there has to be a good planning, to prevent damage to the connectors. Finally is concluded that the arial excecution is the best implementation. The cost of \pm SRD 7 million is high to cover the distance of 14.7 km for 130 houses. Although the above, an FTTH- project in Suriname possible but with the condition that every inhabitant in the fiberoptic area has to pay a monthly fee for the network to their home. Fiberoptic has a shelf life of 15 to 20 years, meaning that the investment costs of such a project are recouped by the services that will be delivered in a period of 15 to 20 years. The total cost of the scenario elaboration and distance coverage is SRD 8,000,000.00. The price that the customers have to pay in order to cover the investment costs, is a minimum of SRD 256 every month. Every increase in this amount is counted towards costs of maintenance and profit. Recommended is to use the neighboring substation to lower the long distance costs. Further, a partnership with the nv. EBS and Telesur are recommended, since the nv. EBS already has fiberopticnetworks between their substations: it's a waste of time, energy and money to place cables, if there are already some. At the moment the best place to implement fiberoptic networks is in the middle class- and elite class residential. This is so, because of the costs that have to be paid for the services in a period of 20 years. Whatever happens, the future is fiberoptic, so there has to be anticipated on. New housingprojects have to be provided with a fiberopticnetwork, even if it is not meant to be used in the next 10 years. This can be done willingly by the housingproject manager, where the network can be sold to a interested third party. Another option is with subsidy by the government. The last recommendation incase the above recommendation are note accepted, is to implement an FTTN network and in the near future, upgrade it to FTTH.

Lijst van afkortingen

MM	Multimode
SM	Singlemode
AON	Active Optical Network
PON	Passive Opitical Network
ONT	Optical Network Terminal
OLT	Optical Line Terminal
ONU	Optical Network Unit
WDM	Wavelength Division Multiplexing
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer
AN	Acces Node
FCP	Fiber Concentration Point
FTTC	Fiber to the Curb
FTTN	Fiber to the Neighborhood
FTTH	Fiber to the Home
FTTx	Fiber to the x
NVR	Network Video Recorder
UTP	Unshielded Twisted Pair
SFP	Small Form-factor Pluggable
LC	Lucent Connector
HDPE	High-density polyethylene
WBS	Work Breakdown Structure
NMS	Network Management System

Lijst van symbolen

um	micron
mm	millimeter
cm	centimeter
m	meter
m ²	vierkantemeter
db	decibel

Lijst van figuren

Figuur 1: Opbouw van een glasvezelkabel	16
Figuur 2: Kabelopbouw van singlemode en multimode	18
Figuur 3: Enkel (Point to point) topologie	19
Figuur 4: Ster (point to multipoint) topologie	20
Figuur 5: Ringtopologie	20
Figuur 6: Dubbeleringtopologie	21
Figuur 7: Fttx- opties	21
Figuur 8: PON- splitter	22
Figuur 9: PON- netwerk	22
Figuur 10: AON- netwerk	24
Figuur 11: AON home run	30
Figuur 12: AON active star	31
Figuur 13: Gekozen gebied van het woningbouwproject te Hanna's Lust	33
Figuur 14: Paalafstand en -locatie	34
Figuur 15: Berm en wegdekprofiel	34
Figuur 16: Afstand locatie project naar het stadscentrum	35
Figuur 17: Weergave netwerkarchitectuur in blokvorm	37
Figuur 18: Symbolische weergave netwerkarchitectuur	38
Figuur 19: Blokweergave centrale	38
Figuur 20: Blokweergave acces node	38
Figuur 21: Locatie van de acces node	38
Figuur 22: Materiaaluitwerking acces node	39
Figuur 23: Blokuitwerking huislocatie	39
Figuur 24: Componentenuitwerking huislocatie (buiten)	39
Figuur 25: Componentenuitwerking huislocatie (binnen)	40
Figuur 26: Ondergrondsebekabelings- en aansluitingsschema	41
Figuur 27: Totale kosten scenario 1	45
Figuur 28: Totale kosten scenario 2	45
Figuur 29: Luchtbekabelings- en aansluitingsschema	46
Figuur 30: Totale kosten scenario 3	49
Figuur 31: Totale kosten scenario 4	50
Figuur 32: Totale kosten alle scenario's	50
Figuur 33: Zesaderige gepantserde glasvezelkabel multimode 50/125um	53
Figuur 34: Zesaderig areaal glasvezelkabel multimode 50/125um	53
Figuur 35: Zesaderige tweevezel geprefabriceerde kabel 3.0mm LC-LC multimode 50/ 125um 10 meter	54
Figuur 36: Patch kabel 3.0mm LC-LC 1 meter multimode 50/125um	54
Figuur 37: Zesaderige glasvezelkabel singlemode	55
Figuur 38: Vierpost server rack	55
Figuur 39: Rackmountable fiberbox met 24 LC duplex connectoren	55
Figuur 40: FTTH- enclosure	56

Figuur 41: LC- connector multimode 50/ 125um	56
Figuur 42: LC- koppeling	56
Figuur 43: Kabel houder	57
Figuur 44: Cisco MDS 9124 multilayer switch met SFP- modules.....	57
Figuur 45: Multimedia- omzetter multimode naar UTP.....	58
Figuur 46: Geprefabriceerd airco- gekoeld gebouw	58

Lijst van tabellen

Tabel 1: Maximale afstand.....	18
Tabel 2: Resultaten van AON en PON	26
Tabel 3: Criterium bandbreedte	27
Tabel 4: Criterium beveiliging.....	28
Tabel 5: Criterium investeringskosten	28
Tabel 6: Criterium uitvoeringskosten	29
Tabel 7: AON- criteria.....	31
Tabel 8: Work breakdown structure scenario 1	41
Tabel 9: Activiteitenlijst	43
Tabel 10: Offerte materiaal aanschaf scenario 1: ondergronds	44
Tabel 11: Offerte uitvoeringskosten scenario 1: ondergronds	44
Tabel 12: Totale kosten scenario 1	44
Tabel 13: Totale kosten scenario 2	45
Tabel 14: Work breakdownstructure scenario 3: luchtlijn.....	46
Tabel 15: Activiteitenlijst scenario 3	47
Tabel 16: Offerte materiaal scenario 3.....	48
Tabel 17: Offerte uitvoeringskosten scenario 3: luchtlijn.....	48
Tabel 18: Totale kosten scenario 3	49
Tabel 19: Totale kosten scenario 4	49
Tabel 20: Kostenraming afstand naar het stadscenrum	50
Tabel 21: Zesaderige gepantserde glasvezelkabel multimode 50/ 125um.....	53
Tabel 22: Zesaderig areaal glasvezelkabel multimode 50/125um.....	53
Tabel 23: Zesaderige tweezel geprefabriceerde kabel 3.0mm LC-LC multimode 50/125um 10 meter	54
Tabel 24: Patch kabel 3.0mm LC-LC 1 meter multimode 50/125um	54
Tabel 25: Zesaderige glasvezelkabel singlemode.....	55
Tabel 26: Vierpost server rack.....	55
Tabel 27: Rackmountable fiberbox met 24 LC duplex connectoren	55
Tabel 28: FTTH- enclosure.....	56
Tabel 29: LC- connector multimode 50/ 125um.....	56
Tabel 30: LC- koppeling.....	56
Tabel 31: Kabel houder.....	57
Tabel 32: Cisco MDS 9124 multilayer switch met SFP- modules	57
Tabel 33: Multimedia- omzetter multimode naar UTP.....	58
Tabel 34: Geprefabriceerd airco- gekoeld gebouw.....	58

1 Inleiding

Dit verslag gaat over het implementeren van glasvezelverbindingen naar huizen in Suriname. Door de steeds toenemende vraag naar bandbreedte voor data, voip en video, is het van belang dat het op te zetten glasvezelnetwerk in staat is om hieraan te voldoen. In Suriname wordt er nog steeds gebruikgemaakt van koperverbindingen tussen de dataproviders en de woonwijken, die ervoor moeten zorgen dat er sprake is van een kwalitatief en kwantitatief goede dataverbinding. Door gebruik te maken van een glasvezelverbinding naar de huizen, kan er een optimale en snelle dataverbinding geleverd worden aan de uiteindelijke gebruikers van zo een glasvezelnetwerk. Vandaar dat het van belang is dat zo een glasvezelnetwerk wordt opgezet naar de huizen in Suriname.

Voor dit afstudeeronderzoek is een woningbouwproject gekozen. Het gekozen woningbouwproject voor het implementeren van het glasvezelnetwerk is het Hanna's Lustproject met een oppervlakte van 46,000m² en een totaal van 130 huizen. Deze huizen worden voorzien van een glasvezelverbinding via een ondergrondse route of een luchtroute. Het type glasvezelnetwerk dat wordt toegepast, is het Aon active star- netwerk.

De opdracht was het plegen van een onderzoek naar de implementatie van glasvezelverbindingen naar huizen in Suriname.

Het project heeft tot doel het implementeren van glasvezelverbindingen naar huizen in Suriname.

De probleemstelling luidt als volgt:

In hoeverre is het mogelijk om glasvezelverbindingen te realiseren naar huizen in Suriname?

De kern van het verslag bestaat uit zes hoofdstukken. In hoofdstuk 2 komt de theorie over glasvezel ter sprake. In het derde hoofdstuk zijn de netwerktypen beschreven. Het vierde hoofdstuk gaat over de typen FTTH- netwerken die er zijn. In hoofdstuk 5 is de inventarisatie van het gebied aangekaart. Hoofdstuk 6 bevat de uitwerkingen en resultaten van het glasvezelnetwerk in de verschillende scenario's. Hoofdstuk 7 bevat de prijzen en functies van het benodigde materiaal en apparatuur voor het uitvoeren van het project.

De belangrijkste informatie is gehaald uit:

<http://www.slideshare.net/m1chaelangelo/aon-vs-pon>

2 Glasvezeltheorie

In dit hoofdstuk komt het ontstaan van glasvezel ter sprake (2.1). Er wordt uitleg gegeven over de opbouw van glasvezel (2.2) en over de voordelen van zo een glasvezelnetwerk (2.3). Verder wordt het probleem bij het overstappen van koper naar glasvezel besproken (2.4) en als laatst is het verschil tussen singlemode en multimode duidelijk gemaakt (2.5).

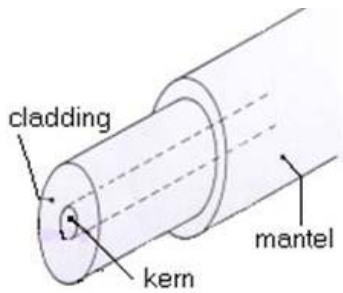
Bron: <http://www.thefoa.org/tech/ref/appln/FTTH.html>

2.1 Het begin van glasvezel

Vanaf de eerste installatie van glasvezelnetwerken in de jaren 1970 is het de bedoeling geweest dat glasvezel tot aan huis geïnstalleerd zou worden. Het duurde maar een paar jaar voordat glasvezel wereldwijd werd gebruikt om langeafstandverbindingen tot stand te brengen. Bedrijven begonnen lukraak glasvezelkabels onder de grond te plaatsen en soms in de lucht via stroompalen. En nu is het tijd voor Suriname. Vanuit een economisch oogpunt bezien zijn de glasvezelkosten rendabel wanneer het gaat om lange afstanden in vergelijking met koper. Glasvezel is kostenbesparend, vanwege zijn enorm grote bandbreedte en lage demping. Vergeleken met koperen verbindingen bij telefooninstallatie kan glasvezel duizenden maal meer telefoongesprekken tot stand brengen.

2.2 Wat is glasvezel

Een glasvezel is zo dun als een haar en bestaat uit: een kern en een cladding die in elkaar zijn gesmolten. Om de cladding zit een plastic omhulsel om de glasvezel te beschermen. Zie figuur 1. Glasvezel is ideaal om grote hoeveelheden data snel over grote afstanden te transporteren. De data worden verzonden met behulp van LED of laserlicht, wat te vergelijken is met het seinen van een boodschap in morsecode. Hoe sneller de laser aan- en uitgaat, hoe sneller de informatie wordt overgebracht. De snelheid waarmee de informatie wordt overgebracht wordt uitgedrukt in bits per seconde. Verder heeft glasvezel een levensduur van 15 tot 20 jaren.



Figuur 1: Opbouw van een glasvezelkabel

2.3 Voordelen van glasvezel

Acht voordelen voor het kiezen van glasvezel in plaats van koper:

- **Grotere bandbreedte:** Glasvezelkabel heeft een veel grotere bandbreedte in vergelijking met koper namelijk 75THz met een error rate van 10^{13} . De snelheid bedraagt 10 Gbps.
- **Lage demping en grotere afstand:** Het transmissiesignaal dat door de glasvezelkabel gaat bestaat uit licht. Dit betekent dat er sprake is van weinig signaalverlies in vergelijking met koper. Hierdoor kunnen data sneller en over grotere afstanden worden vervoerd. Glasvezelkabel heeft geen afstandslimiet van 100 meter en kan afstanden afleggen tot zeker 60 km afhankelijk van het kabeltype, de golflengte en het netwerk.
- **Beveiliging:** Datavervoer door een glasvezelkabel is veiliger, omdat er geen signalen worden uitgezonden en glasvezelkabel moeilijker af te tappen is. Als de kabel toch getapt is, is die via monitoring op te sporen, omdat er een lichtlekage optreedt. Dit zorgt voor een foutmelding in het systeem. De meeste glasvezelapparatuur ligt op een centrale locatie, waardoor dit beter te beschermen is tegen derden.
- **Immunititeit en betrouwbaarheid:** Glasvezel is betrouwbaar wat betreft de datatransmissie, omdat glasvezel compleet bestand is tegen de meeste omgevingsfactoren waaronder koper te lijden heeft. De kern is van glas, dus de kabel werkt als een isolator. Hierdoor kunnen er geen elektriciteitsignalen door die kabel. Die is bestand tegen elektromagnetische interferentie, aangezien het gaat om lichtsignalen. Glasvezel kan verder zonder probleem worden geplaatst langs industriële apparatuur, is bestand tegen temperaturen en kan zelfs onder water geplaatst worden.
- **Design:** Glasvezel is lichter, dunner en steviger dan koper en heeft een treksterkte van zeker tien maal die van koper. Het formaat van glasvezel maakt het gemakkelijker om te gebruiken en glasvezel neemt minder ruimte in beslag, bijvoorbeeld in kabelducts.

- **Implementatie:** Door de lage prijs van de media converters is het gemakkelijker over te schakelen van glasvezel naar koper.
- **Standaarden:** TIA/EIA-785 is geratificeerd in 2001.
- **Prijs:** De prijs voor de aanschaf van glasvezelkabel is langzamerhand aan het dalen. De installatiekosten voor glasvezel liggen hoger dan bij koper vanwege de vereiste vaardigheden voor de afwerking. Op korte termijn is glasvezel duurder dan koper, maar is op lange termijn veel goedkoper. Dit vanwege het minimale onderhoud en de minimale netwerkapparatuur die nodig is. Verder hoeft er geen nieuwe kabel aangelegd te worden bij uitbreidingen, maar kan er gebruikgemaakt worden van de resterende vezels.

2.4 Overstappen van koper naar glasvezel

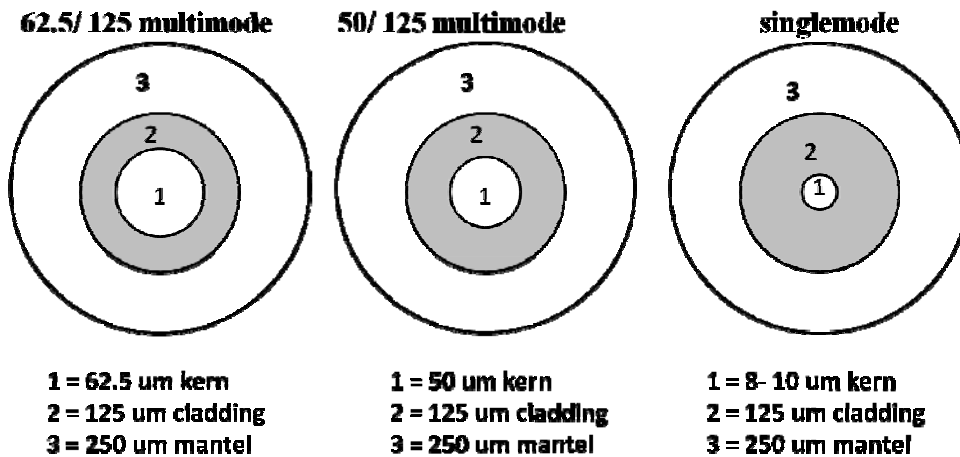
Een probleem bij het overschakelen van koper naar glasvezel is, de grootte van het project. Zeker 80% van de koperen bekabeling bestaat uit verbindingen naar huizen. Langeafstandsbekabeling bevat maar 20% van het telecommunicatienetwerk.

2.5 Singlemode en multimode

De keuze tussen het gebruik van multimode en singlemode heeft te maken met de afstand die afgelegd moet worden en het budget. Als de afstand slechts een paar kilometers is, dan werkt multimode perfect. Maar als de afstand groter is dan 30 km, dan is singlemode aan te raden. Door het gebruik van singlemode gaan de kosten van apparatuur omhoog, omdat er bij singlemode gebruikgemaakt wordt van een laserdiode die nogal duur is.

Opbouwverschil

Multimode vezel heeft een grotere kern waardoorheen licht getransporteerd kan worden, namelijk 50 en 62.5 microns in diameter. Zie figuur 2. Transmissie door de glasvezel vindt plaats door hiervoor bestemde LED- apparatuur. Singlemode heeft in vergelijking met multimode een veel kleinere kern, namelijk acht tot tien micron in diameter. Transmissie vindt plaats door hiervoor bestemde laserdiodeapparatuur.



Figuur 2: Kabelopbouw van singlemode en multimode

Maximale afstand

De maximale transmissieafstand is afhankelijk van de lichtsterkte van de transmitter, de gebruikte golflengte, de kwaliteit van de kabel en gevoeligheid van de receiver. De afstanden bij verschillende golflengtes zijn in tabel 1 aangegeven.

Tabel 1: Maximale afstand

Golflengte	Vezeltype	Transmissieafstand
850 nm	Multimode	\pm 3 km
1310 nm	Multimode	\pm 10 km
1310 nm	Singlemode	\pm 30 km
1310 nm	Single mode	\pm 30 km
1550 nm	Singlemode	\pm 60 km

3 Netwerktopologieën

Glasvezelnetwerken worden uitgevoerd op vele manieren die bekend staan als topologieën. In dit hoofdstuk is er uitleg gegeven over de meestgebruikte topologieën, namelijk enkel oftewel point to point (3.1) , ster oftewel point to multipoint (3.2) , ring (3.3) en dubbele ring (3.4). De benamingen van FTTx komen ter sprake (3.5). Verder is er uitleg gegeven over de netwerken PON (3.6) en AON (3.7).

Bron: <http://sunlight.sunesys.com/2013/03/12/fiber-optic-network-topologies/>

3.1 Enkel (point to point) topologie

Point to point is een topologie waarbij er een rechtstreekse glasvezelverbinding is tussen locatie “A” en locatie “B”. Zie figuur 3. Deze wordt het meest gebruikt in situaties waarbij de betrouwbaarheid en de gevoeligheid van het netwerk geen grote rol spelen in het bedrijf. Een voordeel is dat deze simpel is in uitvoer. Een nadeel is dat de verbinding verbroken wordt als er een breuk optreedt in de kabel, of als een connector defect raakt. Er is geen redundantie.



Figuur 3: Enkel (Point to point) topologie

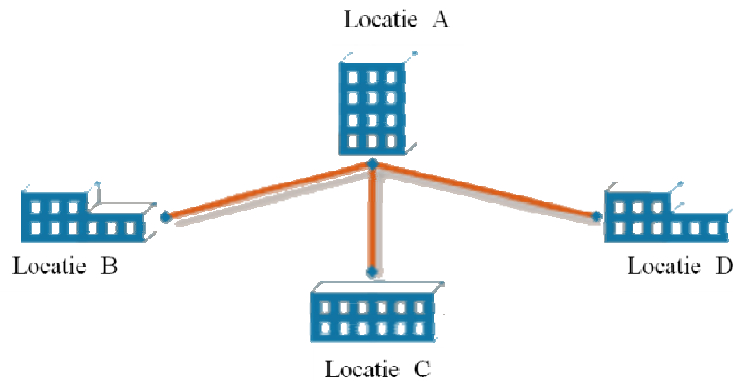
3.2 Ster (point to multipoint) topologie

Bij een stertopologie is er sprake van een centraal punt van waaruit de glavezelkabels vertrekken, dat voorgesteld wordt met locatie “A”. Van hieruit lopen de kabels naar verschillende locaties, zoals locatie B, locatie C en locatie D.

Zo een topologie staat ook bekend als een Point to multipoint- topologie. Zie figuur 4.

Voordeel: Elke locatie heeft zijn eigen verbinding. Als er een fout optreedt bij locatie B zijn locatie C en D nog verbonden aan het netwerk.

Nadeel: Er wordt van veel kabel gebruikgemaakt bij een toenemende hoeveelheid aan locaties.

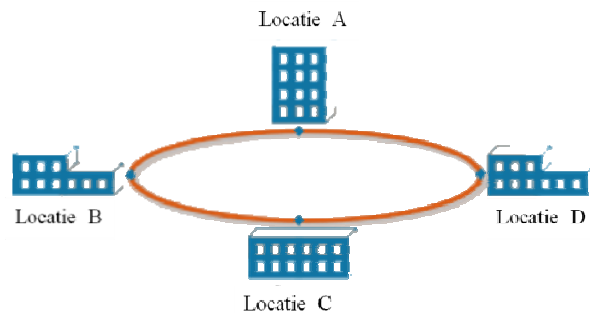


Figuur 4: Ster (point to multipoint) topologie

3.3 Ringtopologie

Bij een ringtopologie is elke locatie verbonden met twee andere locaties, gebruikmakend van verschillende kabels en fysieke routes. Het geheel vormt samen een ring. Zie figuur 5.

Voordeel: Ringtopologie is betrouwbaarder oftewel foutresistent in vergelijking met point to point- en stertopologie. Dit is mogelijk, omdat de netwerkapparatuur binnen microseconden een andere route kan bepalen bij een kabelbreuk. Nadeel: ringtopologieën zijn veel duurder en moeilijker om op te zetten in vergelijking met de vorige topologieën.



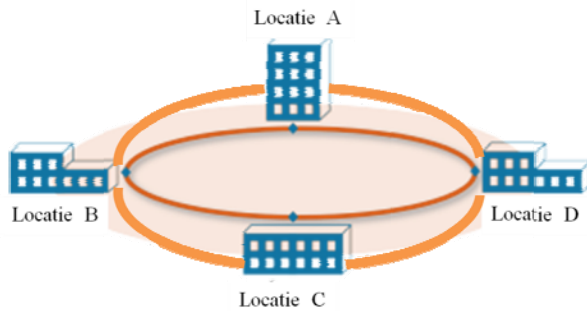
Figuur 5: Ringtopologie

3.4 Dubbeleringtopologie

Een dubbeleringtopologie is hetzelfde als een ringtopologie, maar alleen komt er nog een glasvezelverbinding bij. De reden hiervoor is, om als redundantie te dienen ingeval van kabelbeschadiging op meerdere locaties. De netwerkverbinding blijft intact. Zie figuur 6.

Voordeel: redundantie.

Nadeel: er wordt meer kabel aangelegd met als gevolg dat de installatiekosten omhooggaan.



Figuur 6: Dubbeleringtopologie

3.5 Oorsprong FTTH

De namen zijn afkomstig van de locatie waar de glasvezel afgewerkt wordt. Zie figuur 7. De verschillende vormen van FTTx zijn:

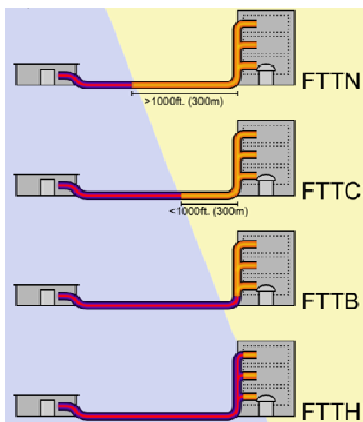
FTTN: fiber to the neighborhood: glasvezelverbinding tot naar de acces node;

FTTC: fiber to the curb: glasvezelverbinding tot de omheining;

FTTB: fiber to the building: glasvezelverbinding tot het gebouw;

FTTH: fiber to the home: glasvezelverbinding tot aan huis;

FTTx: wordt gebruikt door degenen die niet exact weten wat voor type netwerk het is.



Figuur 7: Fttx- opties

3.6 Passive Optical Network (PON)

Het kenmerkende van een PON is, dat er gebruikgemaakt wordt van een optische splitter voor de informatiedistributie.

Benaming: Een splitter kan gezien worden als een bundel spiegels bij elkaar die lichtsignalen vanuit de gebruikers dirigeert naar een bepaalde glasvezelroute en omgekeerd. Dit routing-proces gebeurt zonder stroom. Vandaar de benaming “passieve”. Zie figuur 8.

Bereik: In een PON is het bereik ongeveer 10-20 km vanuit het centrale punt, rekening houdend met het aantal verdelingen. Hoe meer verdelingen, hoe kleiner de afstand wordt.

Klantenbestand: Het klantenbestand is gesteld op 32, vanwege de afnemende signaalsterkte per verdeling. De verdelingen zijn ook bepalend voor de grootte van de bandbreedte per gebruiker, omdat de bandbreedte onder hen wordt verdeeld. De verschillende typen PON zijn Ethernet-PON (EPON), Gigabit-PON (GPON), WDM-PON en DWDM-PON.

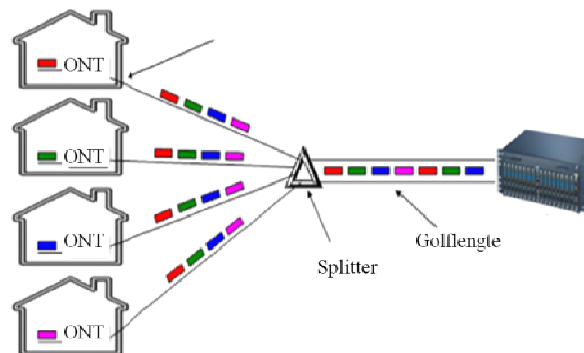


Figuur 8: PON- splitter

Werking: De OLT of Optical Line Terminal die zich bevindt bij de centrale zorgt voor de opwekking van het signaal en de informatiestroom. De Optical Network Unit “ONU” of de Optical Network Terminal “ONT” komt bij de gebruikers te staan, die ervoor zorgt dat het juiste tijdsignaal wordt ontvangen. Door middel van de splitter wordt elk signaal opgebroken in subsignalen, die op hun beurt hun route vervolgen naar de eindgebruiker. Zie figuur 9.

Grootste voordeel: Lage installatiekosten.

Grootste nadeel: Moeilijkheidsgraad bij implementatie en uitbreiding.



Figuur 9: PON- netwerk

WDM-PON

Onder WDM- PON wordt verstaan, een PON waarbij er gebruikgemaakt wordt van wave length division multiplexing (WDM) die ervoor zorgt, dat elke klant zijn eigen golflengte krijgt, wat resulteert in een eigen bandbreedte, maar wel tegen een hogere prijs.

Grootste voordeel: Elke gebruiker heeft zijn eigen golflengte.

Grootste nadeel: Hoge installatiekosten en moeilijkheidsgraad bij netwerkuitbreiding.

DWDM-PON

DWDM-PON betekent dense wavelength division multiplexing. Het DWDM PON- systeem biedt 96 golflengtes met een speling van niet meer dan 0.4nm over the C-bandgebied van de golflengte.

Grootste voordeel: Minder vezelgebruik.

Grootste nadeel: Een deel van de bandbreedte afstaan, om het als barrière te gebruiken tegen het mixen van kanalen. Er is ook sprake van afname in de versterking van het signaal. Verder is er ook een grotere kans op reflectie tijdens onderhoudswerkzaamheden.

3.7 Active Optical Network (AON)

Een Active Optical Network lijkt op een PON maar met drie belangrijke verschillen.

Benaming: In plaats van dat er gebruikgemaakt wordt van splitters, gebruikt men glasvezel-switches en dat is actief materiaal. Vandaar de benaming. Ten tweede beschikt elke klant over een dedicated bandbreedte. Vandaar dat het ook bekend staat als een point to point - netwerk "P2P".

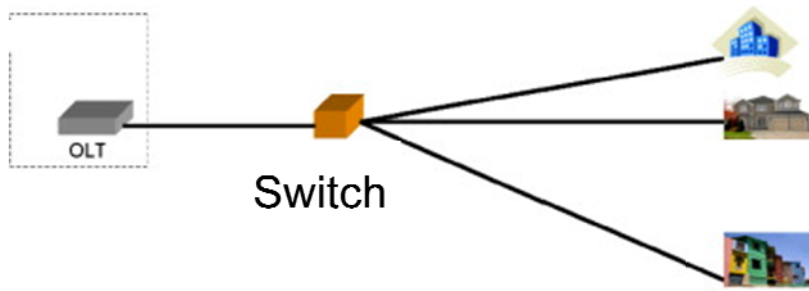
Bereik: Als laatst heeft een AON een bereik van 60 km vanuit een centraal punt naar de klant toe, ongeacht het aantal klanten.

Klantenbestand: Het klantenbestand is afhankelijk van het aantal switches dat in gebruik is.

Werking: Vanuit de centrale is er een glasvezelverbinding tot naar de locatie waar het actieve materiaal zich bevindt, namelijk de optische switch. Vanuit de switch zijn er glasvezelverbindingen tot aan huis, bij elke gebruiker. Op deze manier is er een compleet glasvezelnetwerk vanuit de centrale tot de eindgebruiker. Zie figuur 10.

Grootste voordeel: Beste bandbreedtebenutting.

Grootste nadeel: Hoge installatiekosten.



Figuur 10: AON- netwerk

4 Glasvezelimplementatie in de woonwijken

In dit hoofdstuk komen de keuzes van het netwerk ter sprake evenals de redenen waarom er gekozen is voor een FTTH- netwerk (4.1), de vergelijking tussen het gekozen AON- netwerk en het PON- netwerk (4.2), de uitleg over de belangrijkste criteria bij de keuze tussen het AON- en PON- netwerk (4.3) en de redenen voor het kiezen van het AON active star- netwerk (4.4).

Bron: http://www.ict-oase.eu/public/files/Larsen_CTTE2010_ComparisonAONvsPON.pdf

4.1 Redenen voor het kiezen van FTTH

De redenen voor het kiezen van FTTH zijn:

- gebrek aan kopers doet de prijs stijgen.
- de koper was nooit berekend voor het transporteren van data, maar slechts voor analoge telefoon. De bandbreedte raakt op.
- grotere bandbreedte die van belang is voor het steeds toenemende internetgebruik voor zaken als: gamen, skypen, cloud computing, streamen, netwerkmonitoring en IPTV:
 - Gamen: vanwege hackers en beveiliging worden games uiteindelijk online gereleerd. Hiervoor is er bandbreedte nodig. Denk maar aan games als Diablo 3.
 - Skypen: Het formaat HDTV dat ook bij Skype een standaard zal worden.
 - Cloud computing: programmeringswerkzaamheden, uploaden, downloaden van video's en applicaties naar een cloud server.
 - Netwerkmonitoring: om veiligheidsredenen wil men steeds meer via een remote locatie, camerabeelden bekijken.
 - Streamen: streamen van video's en gebeurtenissen wereldwijd.
 - IPTV: Opkomst van IPTV.
- Beveiliging door het moeilijk aftapbaar signaal. De beveiliging is nodig om diefstal van belangrijke bedrijfsinformatie te voorkomen.

Constateringen

Het huidige koperen netwerk in Suriname, namelijk ADSL, kan een maximale bandbreedte leveren van 8 mbps. ADSL2+ kan een maximum van 24mbps leveren. Dat is niet in Suriname geïmplementeerd. Benodigde bandbreedten voor de bovenstaande zaken zijn:

HD video streaming: 10 Mbps

NVR met twee aangesloten camera's en een bitrate van 2000: 3.9 Mbps

IPTV: 2 Mbps

Online gamen: 2 Mbps

Conclusie

Het huidige ADSL- netwerk is niet in staat om deze diensten te leveren. En investeren in ADSL2+ is niet zinvol te noemen, aangezien koperverbindingen niet de toekomst zijn. De keus valt op 50 um glasvezelkabel installatie (om2).

4.2 Type FTTH- netwerk

Na onderzoek verricht te hebben is er gekozen voor AON, wat af te lezen is in tabel 2. In paragraaf 4.3 wordt uitleg gegeven over de criteria.

Tabel 2: Resultaten van AON en PON

	AON	PON
Bandbreedte		
Bandbreedteverdeling	👍	👎
Bandbreedtevergroting	👍	👎
Beveiliging		
Risico van signaalaf tapping	👍	👎
Uitvoeringskosten		
Netwerkonderhoud	👎	👍
Moeilijkheidsgraad problemen zoeken en oplossen	👍	👎
Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid	👍	👎
Investeringskosten		
Kosten voor de gebruiker	👍	👎
Netwerkkosten voor actieve en passieve apparatuur	👎	👍

4.3 Uitleg van de criteria





In deze paragraaf wordt er een uitleg gegeven over de belangrijkste criteria waarop er gelet is bij de keuze tussen het AON- en PON- netwerk, namelijk: bandbreedte, beveiliging, investerings- en uitvoeringskosten. Subparagraaf 4.3.1 geeft uitleg over het criterium voor de bandbreedte. Subparagraaf 4.3.2 geeft uitleg over het criterium beveiliging. Subparagraaf

4.3.3 geeft uitleg over het criterium investeringskosten en subparagraaf 4.3.4 geeft uitleg over het criterium uitvoeringskosten.

4.3.1 Criterium bandbreedte

Het criterium bandbreedte is onderverdeeld in bandbreedteverdeling en bandbreedtevergroting. Tabel 3 geeft de oordelen weer middels een duim.

Tabel 3: Criterium bandbreedte

Bandbreedte		
	AON	PON
Bandbreedteverdeling		
Bandbreedtevergroting		

Bandbreedteverdeling

AON goed: De verdeling bij AON is goed te noemen, omdat eenieder een dedicated bandbreedte heeft. De bandbreedte waarde is te bepalen door de interface card in de centrale of bij de switch in de acces node. Verder is deze wijze van bandbreedteverdeling een investering voor de toekomst.

PON redelijk: Bepaalde bandbreedte die afhankelijk is van de hoeveelheid splitsingen. Hoe meer splitsingen, hoe kleiner de bandbreedte per gebruiker wordt.

Bandbreedtevergroting



AON goed: Door slechts een verandering van een interface bord of module kan de maximumwaarde van de gebruikersbandbreedte worden vergroot.

PON slecht: De bandbreedte is te vergroten door het aantal gebruikers die aangesloten zijn op de splitter(s) te verminderen. Het is niet mogelijk om de maximale bandbreedte waarde van de PON- splitter te vergroten.

4.3.2 Criterium beveiliging

Het criterium beveiliging bestaat uit risico van signaalaf tapping. Tabel 4 geeft het oordeel weer middels een duim.

Tabel 4: Criterium beveiliging

Beveiliging		
	AON	PON
Risico van signaalaf tapping		

Risico van signaalaf tapping





AON goed: doordat elke gebruiker zijn eigen bandbreedte heeft, is signaalaf tapping theoretisch niet mogelijk. Bij een aftapping zou de gebruikersverbinding verbroken worden en is die makkelijk te traceren met een OTDR. Aangezien de wereld steeds virtueel aan het worden is, wordt beveiliging van informatie een belangrijk criterium dat niet over het hoofd gezien mag worden.

PON slecht: Bij een PON- topologie wordt een netwerk gedeeld door een X aantal gebruikers. Dat betekent dat alle data die zich op een glasvezel bevinden bereikbaar zijn voor alle splitter-gebruikers. De data worden door middel van tijdsintervallen verdeeld. Door manipulatie in het tijdsinterval te plegen, bestaat de mogelijkheid voor aftapping . Deze verdeling vindt plaats in het gebruikersnetwerk waar signaalaf tapping mogelijk is.

4.3.3 Criterium investeringskosten

Het criterium investeringskosten is onderverdeeld in kosten voor de gebruiker en netwerkkosten voor actieve en passieve apparatuur. Tabel 5 geeft de oordelen weer middels een duim.

Tabel 5: Criterium investeringskosten

Investeringskosten		
	AON	PON
Kosten voor de gebruiker		
Netwerkkosten voor actieve en passieve apparatuur		

Kosten voor de gebruiker

AON goed: Bij een AON kan gebruikgemaakt worden van standaard ethernettechnologie gecombineerd met steeds goedkoper wordende glasvezelomzetter. In een wereld waar de technologie met grote sprongen vooruitgaat, is het beter om flexibele mogelijkheden te hebben om te kunnen inspelen op toekomstveranderingen.

PON Slecht: Doordat ONT's van verschillende leveranciers in een PON niet compatibel zijn, betekent het dat de gebruiker gebonden is aan de prijs van een bepaalde leverancier.

Netwerkkosten voor actieve en passieve apparatuur







AON slecht: Het actieve materiaal op het veld en de benodigde bescherming die daarvoor nodig is, doen de prijs van een AON- netwerk stijgen.

PON goed: Door de splitters zijn de opzetkosten lager dan bij een AON.

4.3.4 Criterium uitvoeringskosten

Het criterium uitvoeringskosten is onderverdeeld in netwerkkonderhoud, moeilijkheidsgraad problemen zoeken en oplossen en de toekomstige uitbreidingsmogelijkheid. Tabel 6 geeft de oordelen weer middels een duim.

Tabel 6: Criterium uitvoeringskosten

Uitvoeringskosten		
	AON	PON
Netwerkkonderhoud		
Moeilijkheidsgraad problemen zoeken en oplossen		
Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid		

Netwerkkonderhoud

AON slecht: Access nodes die in gebruik zijn, hebben externe voeding nodig om te functioneren en ook nog een noodbatterij in geval van stroomuitval. Dat betekent dat de batterijen om de zoveel jaren vervangen moeten worden.

AON Goed: Een PON- netwerk vereist geen externe voeding voor de splitters, omdat zij passief zijn. Een PON bevat nauwelijks actieve apparatuur in vergelijking met een AON.

Moeilijkheidsgraad problemen zoeken en oplossen

AON goed: Bij een AON is het gemakkelijker om een probleem te lokaliseren vanwege de p2p karakteristiek. Hierdoor kan er een meting van begin tot eind verricht worden. Ook te doen middels een NMS.

PON slecht: Grootste probleem is dat een defecte ONT niet gedeactiveerd kan worden door een NMS- centrale. De enige manier om die te deactiveren is, door een bezoek te brengen aan de gebruiker.

Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid

AON goed: Uitbreiding is makkelijker uit te voeren, doordat slechts apparatuur veranderd moet worden. Kijkend naar de technologische veranderingen, is een grote mate van flexibiliteit vereist.

PON slecht: Bij een PON moet alle apparatuur worden vervangen, eventueel de ONT bij de gebruikers.

Conclusie

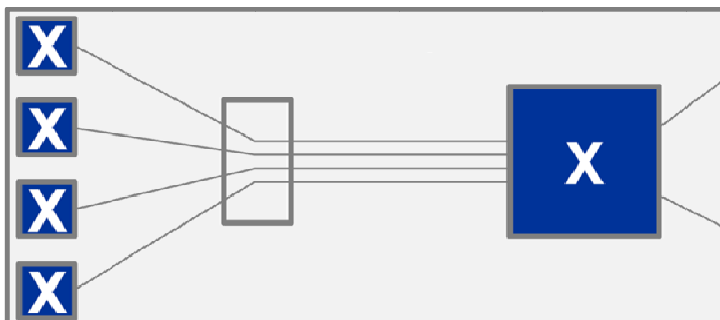
Gelet op tabellen en uitleg van de criteria is te concluderen dat AON geschikter is voor een verkavelingsproject om het te beschermen tegen steeds veranderende technologische ontwikkelingen.

4.4 Typen AON- netwerk

Nu de keus gevallen is op AON blijft er nog één vergelijking over. Er zijn namelijk twee manieren om AON uit te voeren en die zijn, AON home run aangegeven in figuur 11, en AON active star, aangegeven in figuur 12.

AON homerun

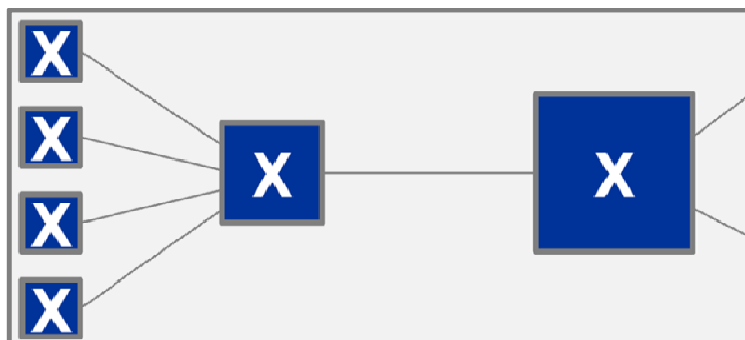
Bij een AON home run is er sprake van een P2P netwerk, waarbij de gebruikers en centrale rechtstreeks met elkaar verbonden zijn. Het actieve materiaal bevindt zich in de centrale.



Figuur 11: AON home run

AON active star

Bij een AON active star is de gebruiker eerst verbonden met een acces node, waar een deel van het actieve materiaal zich bevindt. Van hieruit is deze verbonden met de centrale.



Figuur 12: AON active star

4.5 Uitleg van de criteria

Tabel 7 geeft de criteria aan, waarop er is gelet bij de keuze van het type AON- netwerk. In 4.5.1 wordt het criterium: kabelgebruik, behandeld. In 4.5.2 wordt het criterium actieve benodigde apparatuur behandeld.

Tabel 7: AON- criteria

	AON Active star	AON Home nun
Kabelgebruik	👍	👎👎👎👎
Actieve benodigde apparatuur	👎	👍

4.5.1 Criterium kabelgebruik

Kabelgebruik is vele malen minder dan bij home run, omdat er maar één kabel nodig is, om het gebied in verbinding te brengen met de centrale. Dit gebeurt middels een switch op het veld. Bij een AON home run kan het gebruik van kabels, de kosten drastisch doen stijgen, afhankelijk van de afstand tussen de centrale en de gebruikers.

4.5.2 Criterium benodigde apparatuur

Bij een AON active star is er wel actieve apparatuur nodig om de zoveel km. De hoeveelheid apparatuur is afhankelijk van het aantal gebruikers. Bij een homerun is dat niet vereist. De benodigde apparatuur is bij de centrale.

Conclusie

Gelet op de uitleg van de criteria is vast te stellen dat AON active star vele malen goedkoper is bij een uitvoering waarbij de centrale ver gelegen is. AON homerun is beter te gebruiken bij uitvoeringen waarbij de centrale 1 á 3 kilometers verwijderd is van het woongebied.

Vandaar dat de keuze gevallen is op AON active star.

5 Inventarisatie van het testgebied

In hoofdstuk 5 wordt beschreven hoe aan de hand van het gekozen AON active star netwerk een onderzoek verricht is over het toepassen van dit netwerk in het gebied. In paragraaf 5.1 is de informatie over dit gebied te vinden en in paragraaf 5.2 zijn de conclusies over het gebied te vinden.

Bron: <https://maps.google.com/maps?hl=en&tab=w1>

5.1 Informatie over het testgebied

Als testgebied is er gekozen voor het woningbouwproject te Hanna's Lust, en wel het gebied in figuur 13. Het project is ontworpen door nv Architecten- en Ingenieursbureau Ulrich Bab. Het is de bedoeling dat dit verslag een algemeen beeld verschaft over de wijze van uitvoering van zo een woningbouwproject en wat de prijs is voor dit project. Deze uitvoering is dan even goed toepasbaar bij een ander woningbouwproject.



Figuur 13: Gekozen gebied van het woningbouwproject te Hanna's Lust

Voor een goed resultaat voor de implementatie van het glasvezelnetwerk is het van belang om te weten om wat voor soort gebied het gaat. Hieronder is de informatie van het gebied dat voorzien wordt van een glasvezelnetwerk:

- Oppervlakte woningbouw project: 46.000m²

- Geografische ligging: Het gaat om een gebied dat bebouwd is, waar neerslag een belangrijke rol speelt, en waar er sprake is van temperaturen van ongeveer 34 graden.
- Huidige glasvezelkabels: Aangezien er nu pas glasvezelkabels worden aangelegd in deze woonwijk, is er geen sprake van een huidige ligging van glasvezelkabels.
- Aantal huizen: 130
- Aantal bruikbare stroompalen: 58
- Paallengte boven de grond: 6m
- Afstand tussen de stroompalen: 25m-30m (zie figuur 14)



Figuur 14: Paalafstand en -locatie

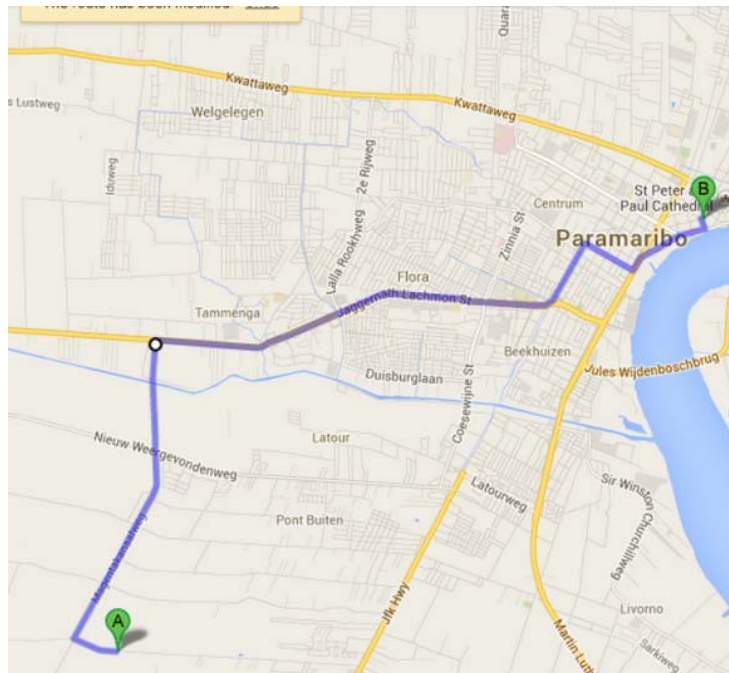
- Wegdek: Geasfalteerd.
- Berm: bestaat grotendeels uit zand en grasvelden van 80cm en is deels voorzien van een looppad van 80cm. Zie figuur 15.



Figuur 15: Berm en wegdekprofiel

- Kabels in de grond: Geen.

- Buizen in de grond: waterleiding- en afvoerbuizen.
- Afstand naar het stadscentrum: 14.7km. Zie figuur 16



Figuur 16: Afstand locatie project naar het stadscentrum

- Rattenplaag: Momenteel is er geen sprake van een rattenplaag, maar die kans bestaat vanwege de onverantwoorde manier waarop men omgaat met vuil.
- Hoeveelheid benodigde glasvezels: minimaal twee afgewerkte vezels per huis, met een reserve van vier onafgewerkte vezels ingeval van uitbreiding of reparatie.

5.2 Conclusies

Aan de hand van de inventarisatie van het gebied zijn de volgende conclusies getrokken:

- Het is van belang dat er waterdicht materiaal wordt gebruikt, om te voorkomen dat neerslag zorgt voor beschadiging van materiaal en apparatuur.
- Door de hitte is het noodzakelijk dat apparatuur de nodige koeling krijgt. Dus moet er een gekoeld gebouw worden neergezet.
- Door de aanwezigheid van stroompalen bestaat de mogelijkheid om kabels via luchtlijnen in verbinding te brengen met de huizen. De afstanden van 25 tot 30 m tussen de palen, heeft als voordeel dat een goedkope ariale glasvezelkabel gebruikt kan worden in plaats van een duurdere “figure 8” kabel met een ijzeren staaf.

- De bermen zijn niet bestraat, wat als voordeel heeft dat slechts door graafwerkzaamheden kabels ondergronds geplaatst kunnen worden en er geen stenen verwijderd dienen te worden.
- De geasfalteerde wegen hebben als gevolg dat bij kabeloversteeklocaties de weg opengebroken dient te worden, of middels ondergrondse boringen, of via luchtlijnen.
- Door de kans op een rattenplaag is het van belang dat de kabel beveiligd wordt. Hierdoor valt de keuze op gepantserde glasvezelkabel.
- De afstand naar het stadscentrum waar de toekomstige dienstverlenende bedrijven, als Telesur, Digicel en EBS, zich bevinden, is gelijk aan 14.7 km. Aan de hand hiervan is er gekozen voor gepantserde singlemode kabel voor het overbruggen van de afstanden groter dan 500m. Verder is er gekozen voor gepantserde multimode kabel, vanwege de goedkope apparatuur die ermee gepaard gaat. In vergelijking met single mode is de multimode apparatuur driemaal tot viermaal goedkoper. Overschakeling van multimode naar single mode gebeurt middels een SFP-module in de switch.

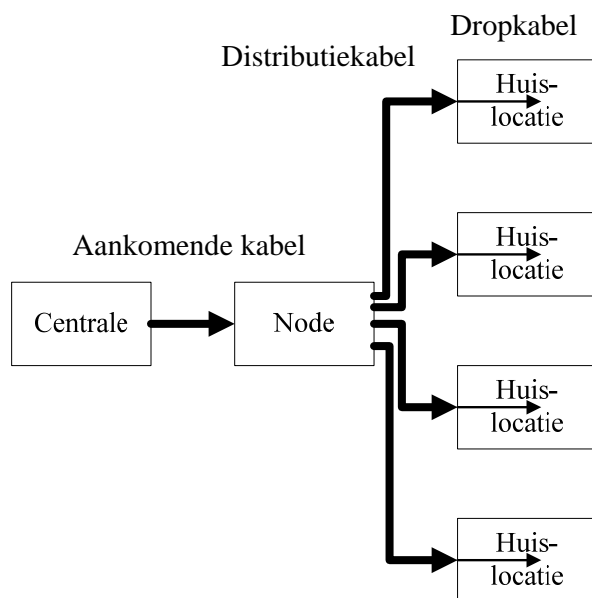
6 Uitvoering in het testgebied

In dit hoofdstuk staat de uitwerking van het glasvezelnetwerk in het Hanna's Lustproject. Er wordt dieper ingegaan op de opbouw van de netwerkstructuur (6.1), de uitwerking van scenario 1 (6.2), scenario 2 (6.3), scenario 3 (6.4) en scenario 4 (6.5). De kostenraming van de afstand naar het stadscentrum komt ter sprake (6.6) en als laatste zijn de resultaten van de scenario's uitgelegd (6.7).

Bron: The Project Management Institute, Inc. (2004). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge* (3rd ed) ISBN 93069945.

6.1 Netwerkarchitectuur

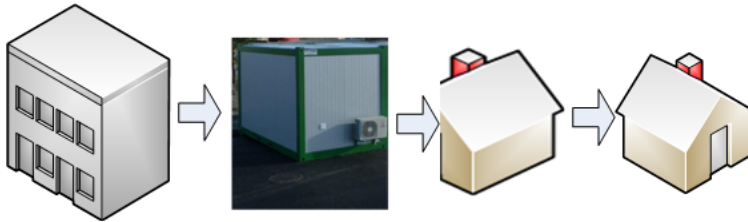
De opbouw van het netwerk is in figuur 17 weergegeven.



Figuur 17: Weergave netwerkarchitectuur in blokform

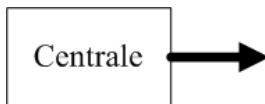
Centrale

In figuur 17 en figuur 18 is te zien hoe de verbinding loopt vanuit de centrale, via de acces node naar de huislocaties. De verbinding tussen de centrale en de acces node staat bekend als de aankomende kabel, omdat deze verbinding afkomstig is vanuit de centrale. De verbinding tussen de acces node en de buitenkant van de huislocatie staat bekend als de distributiekabel en de kabel die in het huis gaat staat bekend als de dropkabel.



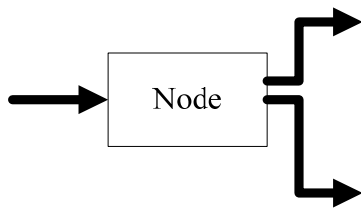
Figuur 18: Symbolische weergave netwerkkarchitectuur

Als wij uitgebreider ingaan op de opbouw van een AON- netwerk kan vermeld worden dat wat de centrale betreft er apparatuur komt die de nodige diensten moet leveren, zoals voice, data- en videosystemen. Zie fig. 19.



Figuur 19: Blokweergave centrale

De centrale wordt middels een singlemode kabel in verbinding gebracht met de acces node. Zie figuur 20 en 21.



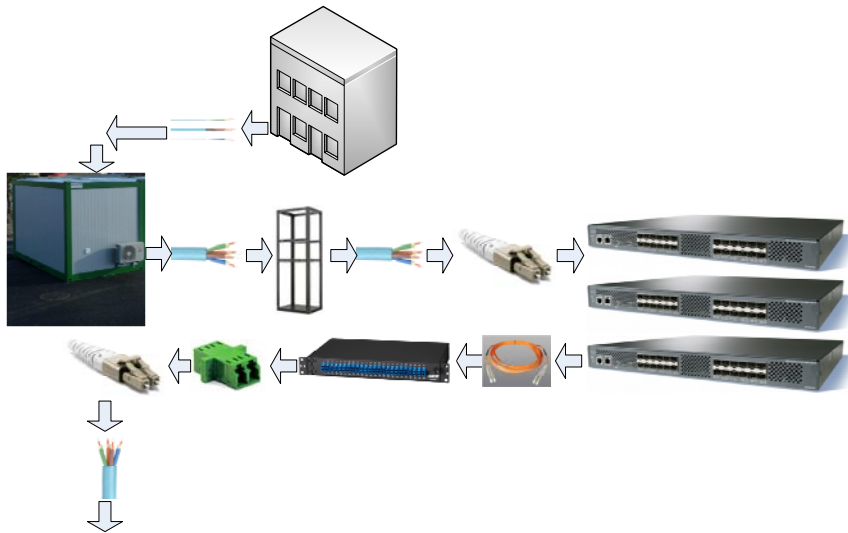
Figuur 20: Blokweergave acces node



Figuur 21: Locatie van de acces node

De acces node

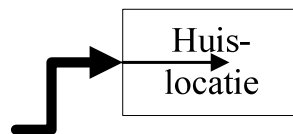
De aankomende kabel wordt afgewerkt met een LC connector. Zie figuur 22. De connector wordt vervolgens gekoppeld aan een SFP- module van de switch, die ervoor zorgt dat de singlemode verbinding wordt omgezet in een multimode verbinding. Dit is van belang om de distributieverbindingen in multimode te laten plaatsvinden, met als voordeel dat de apparatuur drie tot vier maal goedkoper wordt.



Figuur 22: Materiaaluitwerking acces node

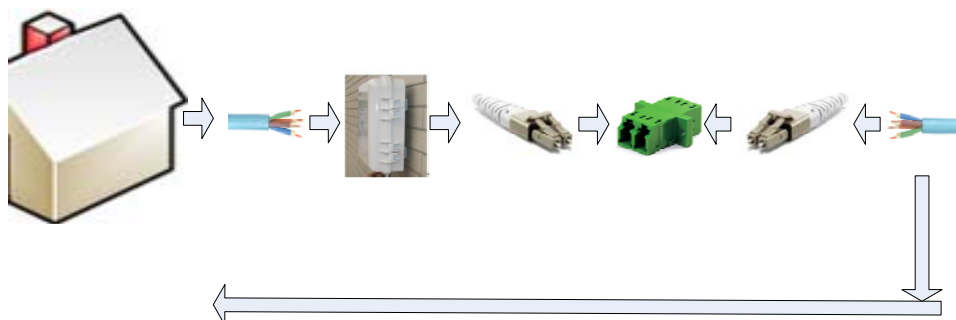
Hierdoor is de binnenkomende verbinding vanuit de centrale naar de node compleet. Vervolgens wordt de switch middels patchkabels en koppelingen verbonden met de afgewerkte vezels van de gebruikers. De afwerking van de vezels gebeurt in een fiberbox. De distributie kabel vervolgt zijn route naar de gebruikerslocatie. Zie figuur 23.

Huislocatie (buiten)



Figuur 23: Blokuitwerking huislocatie

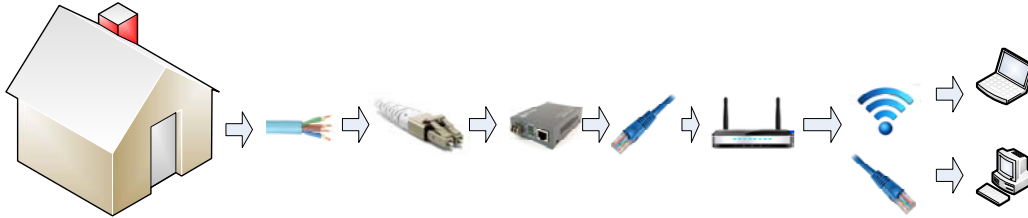
Aangekomen bij de gebruikerslocatie wordt de vezel afgewerkt in een waterdichte enclosure. Zie figuur 24. De afwerking vindt plaats middels LC- connectoren en koppelingen.



Figuur 24: Componentenuitwerking huislocatie (buiten)

Huislocatie (binnen)

Vanuit de enclosure wordt een geprefabriceerde LC- glasvezel getrokken in het huis waar het op zijn beurt bevestigd wordt aan een multimode naar UTP multimedia glasvezelomzetter. Zie figuur 25. De omzetter wordt middels een UTP- kabel in verbinding gebracht met een router en de router is op zijn beurt middels een UTP- kabel of wireless verbonden met de digitale apparatuur.



Figuur 25: Componentenuitwerking huislocatie (binnen)

Constateringen van de netwerkachitectuur

Aan de hand van deze architectuur kunnen de maximale db- verliezen worden vastgesteld: Kabellengte 300m per woning, golflengte 850 nm, demping: 3.5 db/2 km, TIA-568 standaard connector loss 0.75 db, aantal vezelconnectoren na de switch: 6.

Db verliezen: $6 \times 0.75 = 4.5$ db

Aantal lassen: 2, Db loss: $2 \times 0.3 = 0.6$ db

Kabellengte db verliezen: $(300/ 2000) \times 3.5 = 0.52$ db

Onvoorzien: 0.5 db

Db verliezen totaal: $(4.5 + 0.6 + 0.52) + 0.5 = 6.12$ db

Hieruit is te concluderen dat de switch een db- waarde moet leveren, die groter is dan 6.12.

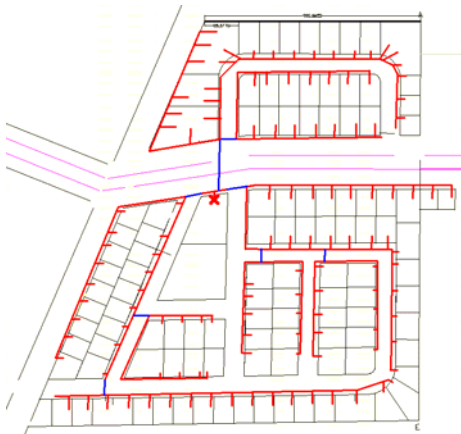
Die moet groter zijn om ervoor te zorgen dat het signaal vanuit de switch, de gebruikersapparatuur kan bereiken.

6.2 Scenario 1: ondergrondse glasvezelkabel bestaande woonwijk

In scenario 1 wordt het glasvezelnetwerk uitgewerkt voor een bestaande woonwijk. In 6.2.1 is het bekabelingsschema uitgelegd. In 6.2.2 komt de work breakdown structure ter sprake en in 6.2.3 de WBS- dictionary. In 6.2.4 is de activiteitenlijst te zien en 6.2.5 geeft de totale kosten weer.

6.2.1 Bekabelingsschema

Figuur 26 geeft een schema aan van een ondergrondse bekabeling van een bestaande woonwijk. De wijze van kabelinstallatie is ondergronds. Het gebruikte type kabel is gepantserde 6-aderige glasvezelkabel. Bij de oversteeklocaties zijn er mantelbuizen gebruikt. De acces node locatie is in de figuur gemarkeerd met een “X”.



Figuur 26: Ondergrondsebekabelings- en aansluitingsschema

6.2.2 Work breakdown structure scenario 1

De work breakdown structure in tabel 8, geeft een schema aan van de te verrichten werkzaamheden van dit project.

Tabel 8: Work breakdown structure scenario 1

Werkschema ondergrondse glasvezelinstallatie		
Grondwerken	Afwerking	Materiaal- en apparatuurinstallatie
Routemarkering	Afwerking glasvezels	Plaatsen van een geprefabriceerde airco -gekoeld gebouw
Graafwerkzaamheden	Glasvezelmetingen verrichten	Plaatsen van een serverrack
Straatboringen		Plaatsen van een fiberbox
Plaatsen van buizen		Plaatsen van enclosures
Glasvezelkabel leggen		Plaatsen van optische switches
Gleuf dichten		Plaatsen van multimedia- omzetters

6.2.3 WBS- dictionary scenario 1

De work breakdown structure dictionary geeft de betekenissen van de activiteiten weer.

Grondwerken

Het verrichten van graaf-, dicht- en legwerkzaamheden in de grond.

Routemarkering: ervoor zorgen dat de graafroute duidelijk aangegeven wordt.

Graafwerkzaamheden: graven van gleuven met een diepte van 60 cm vanuit de acces node tot naar de huizen

Straatboringen: het boren van een oversteekroute voor de glasvezelkabels.

Plaatsen van buizen: Het plaatsen van buizen onder het wegdek.

Glasvezelkabel leggen: Het leggen van de glasvezelkabel in de daarvoor bestemde gegraven gleuf.

Gleuf dichten: Het dichten van de gleuf nadat de glasvezelkabels geplaatst zijn.

Afwerking

Het lassen en meten van de glasvezels.

Afwerking glasvezels: het lassen van de vezels aan LC - connectoren.

Glasvezelmetingen verrichten: het verrichten van glasvezelmetingen tijdens en na de afwerking.

Materiaal- en apparatuurinstallatie

Het op locatie plaatsen en bevestigen van apparatuur.

Plaatsen van een geprefabriceerd airco- gekoeld gebouw: het op locatie plaatsen van dit gebouw.

Plaatsen van een server rack: het bevestigen van de serverrack in de ruimte.

Plaatsen van een fiberbox: het bevestigen van de fiberbox aan de serverrack.

Plaatsen van enclosures: het bevestigen van enclosures aan de wanden van de huizen.

Plaatsen van optische switches: het plaatsen van de optische switches aan de serverrack.

Plaatsen van multimedia - omzetter: het plaatsen van en aansluiten van media- omzetter in de huizen.

6.2.4 Activiteitenlijst scenario 1

In tabel 9 is aangegeven hoeveel tijd er nodig is voor de uitvoering van de activiteiten van scenario 1.

Tabel 9: Activiteitenlijst

Activiteitenlijst	Hoeveelheid	Aantal betrokken werknemers	Benodigdheden	Tijd totaal (werkdagen)
Grondwerken				
Routemarkering	2500m	2	Verfwiël	2
Graafwerkzaamheden	2500m	3	Graafmachine	20
Straatboringen	60m	2	Luchtperser	5
Plaatsen van buizen	60m	2	HDPE- buizen/ pvc- buizen	3
Glasvezelkabel leggen	29000m	4	Outdoor glasvezel- kabel	20
Gleuf dichten	2500m	3	Graafmachine	10
Afwerking				
Afwerking glasvezels	520	4	2 x Fusion Splicer,	30
Glasvezelmetingen verrichten	520	1	2 x OTDR meter	30
Apparatuurinstallatie				
Plaatsen van een serverrack	1	2	Handgereedschap	1
Plaatsen van een fiberbox	1	2	Handgereedschap	1
Plaatsen van enclosures	130	2	Handgereedschap	10
Plaatsen van optische switches	5	2	Schroevendraaier, houders	1
Plaatsen van multimedia- omzetters	130	2	Handgereedschap	4 dagen

6.2.5 Offerte scenario 1: ondergronds

Tabellen 10 en 11 geven de kosten weer voor de implementatie van het ondergrondse glasvezelnetwerk in het Hanna's Lustproject.

Tabel 10: Offerte materiaalaanschaf scenario 1: ondergronds

Aantal	Materiaalaanschaf	Prijs (SRD)	Totaal (SRD)
29000	Zes- aderige gepantserde kabel multimode 50/ 125 um	9.18	266,220.00
130	Zes- aderige twee-vezel geprefabriceerde kabel 3.0mm LC-LC multimode 50/ 125 um 10 meter	200.00	26,000.00
130	Patch kabel 3.0 mm LC-LC 1meter multimode 50/125 um	35.70	4,641.00
1	Vierpost server rack	9,000.00	9,000.00
6	Rackmountable fiberbox	3549.35	21,296.10
130	FTTH- enclosure	30.00	3,900.00
6	Cisco MDS 9124 Multilayer switch met SFP modules	21,012.00	126,072.00
130	Multimedia- omzetter multimode naar UTP	266.67	34,667.10
1	Geprefabriceerd airco- gekoeld gebouw	30,000.00	30,000.00
60	HDPE- buis	50.00	3,000.00
	Totaal		524,796.20

Tabel 11: Offerte uitvoeringskosten scenario 1: ondergronds

Aantal	Uitvoeringskosten	Prijs (SRD)	Totaal (SRD)
	Grondwerken		
2500	Graafwerkzaamheden	20.00	50,000.00
60	Straatboringen	200	12,000.00
34500	Glasvezelkabel leggen	10.00	345,000.00
520	Afwerking en meting glasvezels	452.25	235,170.00
207	Apparatuurinstallatie	30.00	6,210.00
	Totaal		648,380.00

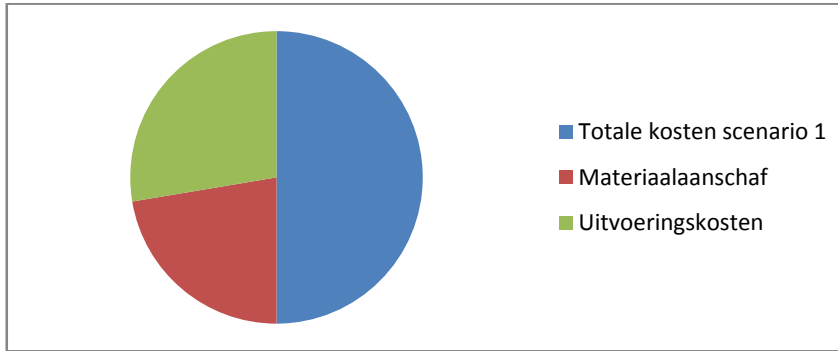
Totale kosten scenario 1

De totale kosten voor dit netwerk zijn aangegeven in tabel 12.

Tabel 12: Totale kosten scenario 1

	Totaal (SRD)
Materiaalaanschaf	524,796.20
Uitvoeringskosten	648,380.00
Totale kosten scenario 1	1,173,176.20

Figuur 27 geeft het kostenverband aan tussen de materiaalaanschafkosten en de uitvoeringskosten van scenario 1.



Figuur 27: Totale kosten scenario 1

6.3 Scenario 2: ondergrondse glasvezelkabel nieuwe woonwijk

Bij een scenario waar het gaat om een nieuwe woonwijk is de uitvoering van een glasvezelproject min of meer hetzelfde. Enkele zaken waarmee er rekening gehouden moet worden bij een bebouwd gebied komen hier te vervallen: zaken als bestrate inritten, straatboringen, waterleidingbuizen etc. Een onbebouwd gebied heeft als voordeel dat de uitvoeringskosten lager komen te liggen. Een indicatie van de prijs voor een ondergronds glasvezelnetwerk van een nieuwe woonwijk is in tabel 13 en figuur 28 aangegeven.

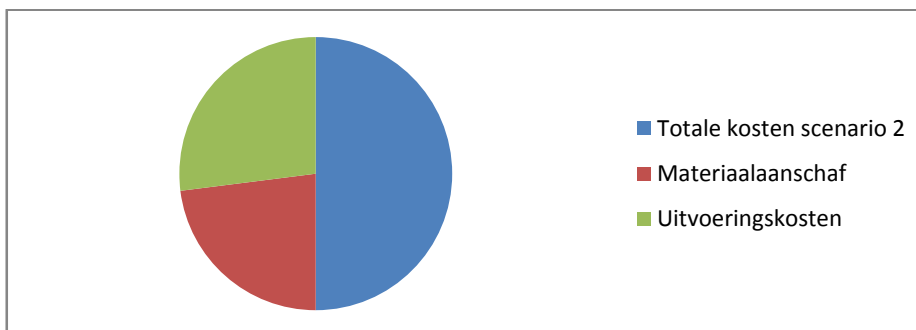
Totale kosten scenario 2

De totale kosten voor dit netwerk zijn aangegeven in tabel 13.

Tabel 13: Totale kosten scenario 2

	Totaal (SRD)
Materiaalaanschaf	524,796.20
Uitvoeringskosten	616,380.00
Totale kosten scenario 2	1,141,176.20

Figuur 28 geeft het kostenverband aan tussen de materiaalaanschafkosten en de uitvoeringskosten van scenario 2.



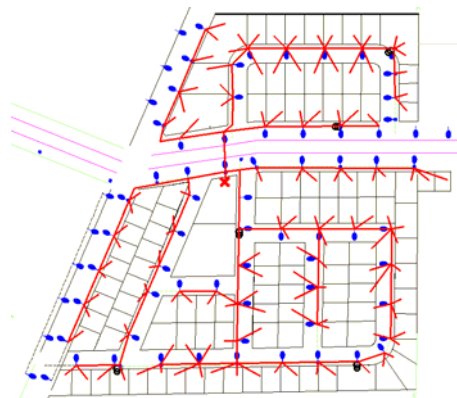
Figuur 28: Totale kosten scenario 2

6.4. Scenario 3: glasvezelluchtlijn bestaande woonwijk

In scenario 3 wordt het glasvezelnetwerk uitgewerkt voor een bestaande woonwijk. In 6.4.1 is het bekabelingsschema uitgelegd. In 6.4.2 komt de work breakdown structure ter sprake en in 6.4.3 de WBS- dictionary. In 6.4.4 is de activiteitenlijst te zien en 6.4.5 geeft de totale kosten weer.

6.4.1 Bekabelingsschema

Figuur 29 geeft een schema aan van een luchtbekabeling van een bestaande woonwijk. De wijze van kabelinstallatie is in de lucht via stroompalen. Het gebruikte type kabel is een 6-aderige glasvezelkabel. Er zijn per stroompaal minimaal drie kabelhouders gebruikt, die nodig zijn voor het transport van de kabels. De acces node locatie is gemarkeerd met een "X".



Figuur 29: Luchtbekabelings- en aansluitingsschema

6.4.2 Work breakdownstructure scenario 3

De work breakdown structure geeft een schema aan van de te verrichten werkzaamheden van dit project. Zie tabel 14.

Tabel 14: Work breakdownstructure scenario 3: luchtlijn

Werkschema luchtlijninstallatie		
Grond-en luchtwerken	Afwerking	Apparatuurinstallatie
Routemarkering	Afwerking glasvezels	Plaatsen van een server rack
Kabelhouders bevestigen aan de EBS- palen	Glasvezelmetingen verrichten	Plaatsen van een fiberbox
Glasvezelkabel leggen		Plaatsen van enclosures
Kabels stevig bevestigen aan de kabelhouders		Plaatsen van optische switches
		Plaatsen van multimedia-omzetters

6.4.3 WBS - dictionary scenario 3

De work breakdown structure geeft de betekenis weer van de activiteiten.

Grond-en luchtwerken

Routemarkering: ervoor zorgen dat de route van de bekabeling aangegeven wordt.

Kabelhouders bevestigen aan de EBS -palen: het bevestigen van houders die ervoor dienen om het gewicht van de kabels te dragen.

Glasvezelkabel leggen: het leggen van de kabels in kabelhouders.

Kabels stevig bevestigen aan de kabelhouders: het verstevigen van de kabels aan de kabelhouders om schuifbewegingen te voorkomen.

Afwerking

Afwerking glasvezels: het lassen van de vezels aan LC- connectoren.

Glasvezelmetingen verrichten: het verrichten van glasvezelmetingen tijdens en na de afwerking.

Materiaal- en apparatuurinstallatie

Plaatsen van een geprefabriceerd airco- gekoeld gebouw: het op locatie plaatsen van dit gebouw.

Plaatsen van een server rack: het bevestigen van de server rack in de ruimte.

Plaatsen van een fiberbox: het bevestigen van de fiberbox aan de server rack.

Plaatsen van enclosures: het bevestigen van enclosures aan de wanden van de huizen.

Plaatsen van optische switches: het plaatsen van de optische switches aan de server rack.

Plaatsen van multimedia- omzetter: het plaatsen van en aansluiten van media- omzetters in de huizen.

6.4.4 Activiteitenlijst scenario 3

In tabel 15 is aangegeven hoeveel tijd er nodig is voor de uitvoering van de activiteiten van scenario 3.

Tabel 15: Activiteitenlijst scenario 3

Activiteitenlijst	Hoeveelheid	Aantal betrokken werknemers	Benodigdheden	Tijd totaal (dagen)
Grond-en luchtwerken				
Routemarkering	1550m	2	Verfwiël	2
Kabelhouders bevestigen	174	1	Ladders, hoogwer-	20

aan EBS- palen			ker	
Glasvezelkabel leggen	29000m	4	Glasvezelkabel	20
Kabels stevig vastmaken aan de kabelhouders	174	2	Graafmachine	10
Afwerking				
Afwerking glasvezels	520	4	2 x Fusion Splicer,	30
Glasvezelmetingen	520	1	OTDR- meter	30
Apparatuurinstallatie				
Plaatsen van een server-rack	1	2	Handgereedschap	1
Plaatsen van een fiberbox	1	2	Handgereedschap	1
Plaatsen van enclosures	100	2	Handgereedschap	10
Plaatsen van optische switches	5	2	Handgereedschap, rackholders	1
Plaatsen van multimedia-omzetter	118	2	Handgereedschap	1

6.4.5 Offerte scenario 3

In tabel 16 en tabel 17 zijn de kosten aangegeven voor de implementatie van het glasvezelnetwerk in de woonwijk Hanna's Lust.

Tabel 16: Offerte materiaal scenario 3

Aantal	Materiaalaanschaf	Prijs (SRD)	Totaal (SRD)
30000	Zesaderige areal glasvezelkabel multimode 50/125um	5.10	153,000.00
130	Zesaderige tweevezel geprefabriceerde kabel 3.0mm LC-LC multimode 50/ 125 um 10 meter	200.00	26,000.00
130	Patch kabel 3.0mm LC-LC 1meter multimode	35.70	4,641.00
1	Vierpost server rack	9,000.00	9,000.00
6	Rackmountable fiberbox	3549.35	21,296.10
130	FTTH- enclosure	30.00	3,900.00
6	Cisco MDS 9124 Multilayer switch met SFP modules	21,012.00	126,072.00
130	Multimedia omzetter multimode naar UTP	266.67	34,667.10
1	Geprefabriceerd airco- gekoeld gebouw	30000	30,000.00
60	HDPE- buis		60.00
174	Kabel- houders	30.00	5,220.00
10	EBS- paal	400.00	4,000.00
	Totaal		413,856.20

Tabel 17: Offerte uitvoeringskosten scenario 3: luchtlijn

Aantal	Uitvoeringskosten	Prijs (SRD)	Totaal (SRD)
	Grond-en luchtwerken		
174	Kabelhouders bevestigen aan de palen	20.00	3,480.00
10	Palen plaatsen	400	4,000.00

34500	Glasvezelkabel leggen	10.00	345,000.00
520	Afwerking en meting glasvezels	452.25	235,170.00
207	Apparatuurinstallatie	30.00	6,210.00
	Totaal		593,860.00

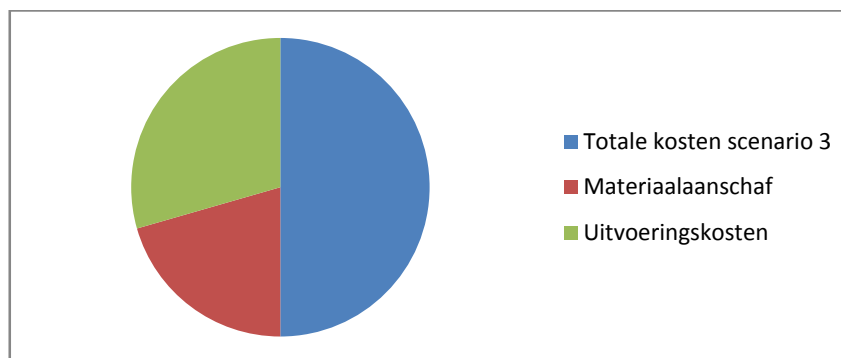
Totale kosten scenario 3

De totale kosten voor dit netwerk zijn aangegeven in tabel 18.

Tabel 18: Totale kosten scenario 3

	Totaal (SRD)
Materiaalaanschaf	413,856.20
Uitvoeringskosten	593,860.00
Totale kosten scenario 3	1,007,716.20

Figuur 30 geeft het kostenverband aan tussen de materiaalaanschafkosten en de uitvoeringskosten.



Figuur 30: Totale kosten scenario 3

6.5 Scenario 4: glasvezelluchtlijn nieuwe woonwijk

De verschillen tussen het Hanna's Lustproject bebouwd en onbebouwd zijn nihil te noemen. In dit geval is dat zo, omdat bij beide situaties er gewacht moet worden totdat de palen in de grond zijn alvorens er gewerkt kan worden.

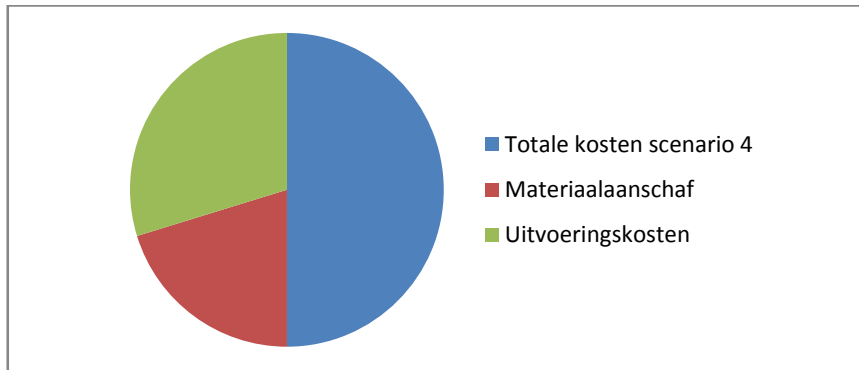
Totale kosten scenario 4

De totale kosten voor dit netwerk zijn aangegeven in tabel 19.

Tabel 19: Totale kosten scenario 4

	Totaal (SRD)
Materiaalaanschaf	403,856.20
Uitvoeringskosten	593,860.00
Totale kosten scenario 4	997,716.20

Figuur 31 geeft het kostenverband aan tussen de materiaalaanschafkosten en de uitvoeringskosten.



Figuur 31: Totale kosten scenario 4

6.6 Kostenraming afstand naar het stadscentrum

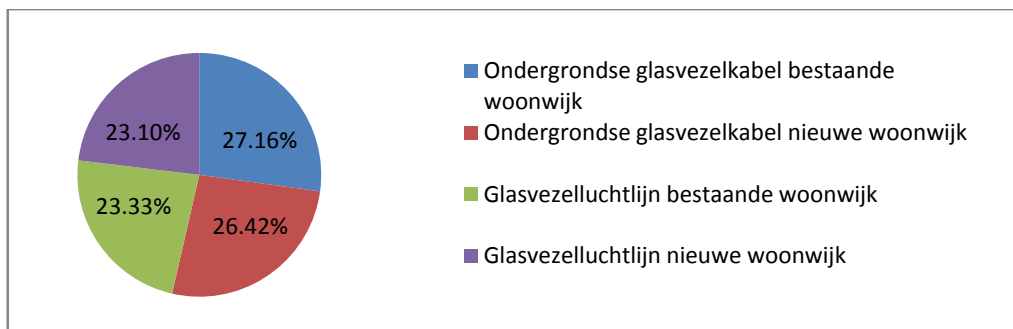
Kosten vanuit de node naar een toekomstige dienstverlenende centrale op een afstand van 14.7 km richting stadscentrum zijn in tabel 20 aangegeven.

Tabel 20: Kostenraming afstand naar het stadscentrum

Aantal (m)		Prijs (SRD)	Totaal (in SRD)
147000	6- aderige gepantserde kabel singlemode	7.40	1,102,600.00
147000	Arbeid	40.00	5,960,000.00
	Totaal		7,062,600.00

6.7 Resultaten van de scenario's

Figuur 32 toont de totale kosten van elk scenario aangegeven in percentages.



Figuur 32: Totale kosten alle scenario's

Conclusie 1:Ondergrondse bestaande woonwijk vs ondergrondse nieuwe woonwijk

Uit figuur 32 is te halen dat de kosten voor een ondergrondse kabeluitvoering voor zowel een nieuwe woonwijk als een bestaande woonwijk ongeveer even hoog zijn. In het Hanna's Lust-

project is dit het geval, omdat er geen sprake is van bestraten van inritten en bermen. Bij andere gebieden waar zo een project uitgevoerd zal worden is het wel zo. Het gevolg daarvan is, dat de moeilijkheidsgraad omhoog gaat, wat op zijn beurt de arbeidskosten doet stijgen. Het beste is om de ondergrondse glasvezelverbinding bij nieuwe woonwijken te implementeren .

Conclusie 2: Luchtlijn bestaande woonwijk vs nieuwe woonwijk

Uit figuur 32 is te halen dat de kosten voor een luchtkabeluitvoering voor zowel een nieuwe woonwijk als een bestaande woonwijk ongeveer even hoog zijn. Dit komt omdat de kabels pas de lucht in kunnen gaan, als de stroompalen er staan. In het geval van een nieuwe woonwijk moet er dus gewacht worden op de geplaatste masten. Dat heeft geen invloed op de uitvoeringskosten. Het lastige bij bestaande woonwijken, is dat de stroomkabels onder spanning staan, dat betekent dat er met voorzichtigheid gewerkt moeten en eventueel onder begeleiding van de EBS.

Conclusie 3: Materiaalkosten

De materiaalkosten kunnen verlaagd worden door gebruik te maken van geprefabriceerde glasvezelkabels om de afwerkingskosten deels of helemaal te laten vervallen en dat is gelijk aan een bedrag van minimaal SRD 110,000.00 en maximaal 235,170.00. Maar dan moet er wel een goede planning zijn, om beschadiging van de connectoren te voorkomen.

Eindconclusie

Uit bovenstaande bevindingen blijkt dat de luchtlijnuitvoering de geschikte methode is om te implementeren.

7 Benodigde hardware voor een AON- netwerk

In dit hoofdstuk zijn de functies en prijzen weergegeven van het benodigde materiaal. Als eerste is een opsomming te zien van alle benodigd materiaal (7.1). Daarna komt het passieve materiaal ter sprake (7.2) en als laatst, het actieve materiaal (7.3).

Bron: www.fiberinstrumentsales.com/fis-Catalog.pdf

7.1 Benodigdheden

Een lijst met alle benodigde materiaal en apparatuur is hieronder te lezen.

1. Zesaderige gepantserde glasvezelkabel multimode 50/125um
2. Zesaderige areal glasvezelkabel multimode 50/125um
3. Zesaderige tweezel geprefabriceerde kabel 3.0mm LC-LC multimode 50/125um 10 meter
4. Patch kabel 3.0mm LC-LC 1meter multimode 50/125um
5. Zesaderige singlemode glasvezelkabel singlemode
6. Vierpost server rack
7. Rackmountable fiberbox
8. FTTH- enclosure
9. LC connector multimode 50/125um
10. LC coupler
11. Kabelhouder
12. Cisco MDS 9124 Multilayer switch met SFP modules
13. Multimedia- omzetter multimode naar UTP
14. Geprefabriceerd airco- gekoeld gebouw

7.2 Passief materiaal

Paragraaf 7.2 gaat over de prijs en functie van apparatuur die geen stroom verbruikt.

De multimode zesaderige gepantserde glasvezelkabel met een kern van 50/125um, is te zien in figuur 33. De nodige informatie is te halen uit tabel 21.



Figuur 33: Zesaderige gepantserde glasvezelkabel multimode 50/125µm

Tabel 21: Zesaderige gepantserde glasvezelkabel multimode 50/125µm

Prijs per meter in het buitenland	SRD 6.12
Prijs per meter in Suriname	SRD 9.18
Functie	Zorgt voor de fysieke ondergrondse verbinding tussen de acces node en de gebruikerslocatie.

De multimode zesaderige areaal glasvezelkabel met een kern van 50/125µm, is te zien in figuur 34. De nodige informatie is te halen uit tabel 22.



Figuur 34: Zesaderige areaal glasvezelkabel multimode 50/125µm

Tabel 22: Zesaderige areaal glasvezelkabel multimode 50/125µm

Prijs per stuk in het buitenland	SRD 3.40
Prijs per stuk in Suriname	SRD 5.10
Functie	Zorgt voor de fysieke verbinding in de open lucht, tussen de acces node en de gebruikerslocatie.

De 10 meter multimode zesaderige, tweevezel geprefabriceerde kabel, met een kabeldikte van 3.0mm, van het type LC-LC en een kern van 50/125µm is te zien in figuur 35. De nodige informatie is te halen uit tabel 23.



Figuur 35: Zesaderige tweevezel geprefabriceerde kabel 3.0mm LC-LC multimode 50/125um 10 meter

Tabel 23: Zesaderige tweevezel geprefabriceerde kabel 3.0mm LC-LC multimode 50/125um 10 meter

Prijs per meter in het buitenland	SRD 133.33
Prijs per meter in Suriname	SRD 200.00
Functie	Dient als fysieke verbinding tussen de enclosure en multimedia- omzetter

De één meter multimode patch kabel met een kabeldikte van 3.0mm, van het type LC-LC en een kern van 50/125um, is te zien in figuur 36. De nodige informatie is te halen uit tabel 24.

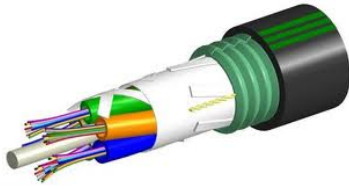


Figuur 36: Patch kabel 3.0mm LC-LC 1 meter multimode 50/125um

Tabel 24: Patch kabel 3.0mm LC-LC 1 meter multimode 50/125um

Prijs per meter in het buitenland	SRD 23.80
Prijs per meter in Suriname	SRD 35.70
Functie	Dient als fysieke verbinding tussen de apparatuur onderling.

De singlemode zesaderige glasvezelkabel is te zien in figuur 37. De nodige informatie is te halen uit tabel 25.



Figuur 37: Zesaderige glasvezelkabel singlemode

Tabel 25: Zesaderige glasvezelkabel singlemode

Prijs per meter in het buitenland	SRD 4.39
Prijs per meter in Suriname	SRD 7.40
Functie	Dient als fysieke verbinding tussen de acces node en de centrale.

De vierpost server rack is te zien in figuur 38. De nodige informatie is te halen uit tabel 26.



Figuur 38: Vierpost server rack

Tabel 26: Vierpost server rack

Prijs per stuk in het buitenland	SRD 2040.00
Prijs per stuk in Suriname	SRD 3060.00
Functie	Is van belang voor de ordening en bevestiging van de nodige apparatuur die benodigd is voor de dienstverlening.

De rackmountable glasvezelbox met 24 LC duplex connectoren is te zien in figuur 39. De nodige informatie is te halen uit tabel 27.



Figuur 39: Rackmountable fiberbox met 24 LC duplex connectoren

Tabel 27: Rackmountable fiberbox met 24 LC duplex connectoren

Prijs per stuk in het buitenland	SRD 2366.23
Prijs per stuk in Suriname	SRD 3549.35
Functie	Opslag, ordening en afwerking van de glasvezels.

De FTTH- enclosure is te zien in figuur 40. De nodige informatie is te halen uit tabel 28.



Figuur 40: FTTH- enclosure

Tabel 28: FTTH- enclosure

Prijs per stuk in het buitenland	SRD 102.00
Prijs per stuk in Suriname	SRD 153.00
Functie	Is van belang voor de afwerking van de glasvezels en dient verder als bescherming tegen derden en weersomstandigheden.

De multimode LC connector met een kern van 50/125um, is te zien in figuur 41. De nodige informatie is te halen uit tabel 29.



Figuur 41: LC- connector multimode 50/125um

Tabel 29: LC- connector multimode 50/125um

Prijs per stuk in het buitenland	SRD 16.15
Prijs per stuk in Suriname	SRD 24.23
Functie	Eenvoudige manier van aansluiten en loskoppelen van een glasvezel.

De LC- koppeling is te zien in figuur 42. De nodige informatie is te halen uit tabel 30.



Figuur 42: LC- koppeling

Tabel 30: LC- koppeling

Prijs per stuk in het buitenland	SRD 10.20
Prijs per stuk in Suriname	SRD 15.30
Functie	Aansluitingsmogelijkheid voor de LC-connectoren.

De kabelhouder is te zien in figuur 43. De nodige informatie is te halen uit tabel 31.



Figuur 43: Kabelhouder

Tabel 31: Kabelhouder

Prijs per stuk in het buitenland	SRD 20.00
Prijs per stuk in Suriname	SRD 30.00
Functie	Zorgt voor het dragen van de glasvezelkabels aan de stroompalen.

7.3 Actief materiaal

In tabel 32 zijn de prijzen en functies weergegeven van apparatuur die stroom verbruikt.

De Cisco MDS 9124 multilayer switch met SFP- modules is te zien in figuur 44. De nodige informatie is te halen uit tabel 32.



Figuur 44: Cisco MDS 9124 multilayer switch met SFP- modules

Tabel 32: Cisco MDS 9124 multilayer switch met SFP- modules

Prijs per stuk in het buitenland	SRD 14,008.00
Prijs per stuk in Suriname	SRD 21,012.00
Functie	De bron waar de huisaansluitingen naartoe gaan met als doel om de nodige diensten te leveren.

De multimode naar UTP- multimedia- omzetter is te zien in figuur 45. De nodige informatie is te halen uit tabel 33.



Figuur 45: Multimedia- omzetter multimode naar UTP

Tabel 33: Multimedia- omzetter multimode naar UTP

Prijs per stuk in het buitenland	SRD 266.67
Prijs per stuk in Suriname	SRD 400.00
Functie	Zorgt voor de overschakeling van de glasvezelverbinding naar koper- en wireless- verbinding

Het geprefabriceerde airco- gekoeld gebouw is te zien in figuur 46. De nodige informatie is te halen uit tabel 34.



Figuur 46: Geprefabriceerd airco- gekoeld gebouw

Tabel 34: Geprefabriceerd airco- gekoeld gebouw

Prijs per stuk in het buitenland	SRD 16951.80
Prijs per stuk in Suriname	SRD 25427.70
Functie	Zorgt voor de koeling van de apparatuur die zich erin bevindt.

8 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

- Voor het overbruggen van de afstand van 14.7 km voor 130 huizen zijn de kosten van \pm SRD 7 miljoen hoog.
- Ondanks de hoge kosten is de uiteindelijke conclusie ten aanzien van de mogelijkheid dat een FTTH- project in Suriname wel mogelijk is met als voorwaarde dat elke inwoner in het glasvezelgebied maandelijks een x bedrag moet betalen voor het netwerk naar zijn huis. Glasvezel heeft een houdbaarheid van 15 tot 20 jaren. Dit betekent dat de investering van zo een project terugverdiend is door de geleverde diensten worden over een periode van 15 tot 20 jaar.
- De totale kosten, scenario- uitwerking en afstandsoverbrugging, komen neer op een bedrag van \pm SRD 8,000,000.00. De prijs die aan de klanten gevraagd moet worden voor de dienstverlening voor een periode van 20 jaar om de investeringskosten te dekken, is gelijk aan een minimum van SRD 256 per maand. Elke verdere verhoging van dit bedrag valt onder onderhoudskosten en winst.

Aanbevelingen

- Er moet gebruikgemaakt worden van in de buurt gelegen substations om de kosten van de lange afstand te verlagen.
- De nv. EBS en Telesur moeten samenwerken. EBS beschikt al over een glasvezelnetwerk tussen de onderlinge stations : het is zonde om opnieuw kabel te trekken, terwijl er verbindingen zijn.
- Op dit moment is de uitvoering van glasvezelverbindingen naar huizen te implementeren in de middenklassenwoonwijken en het best in de elite woonwijken. Dit vanwege de verplichte kosten die elke gebruiker moet neertellen voor de dienstverlening over een periode van 20 jaar.
- Wat er ook gebeurt, de toekomst is glasvezel, dus moet er hierop ingespeeld worden. Nieuwe verkavelingsprojecten moeten al voorzien worden van glasvezelkabel, al is het niet de bedoeling om binnen 10 jaren, gebruik te maken van het opgezette netwerk. Dit kan vrijwillig geschieden door de verkavelaar, waarbij het opgezette netwerk aan een geïnteresseerde partij wordt verkocht.

- Door financiële subsidie van de overheid aan de woningbouwprojectmanager, voor de implementatie van FTTH in het gebied.
- Voor het geval dat de bovenstaande aanbevelingen niet geaccepteerd worden, kan er een FTTN- (fiber to the neighborhood) netwerk worden opgezet dat gaandeweg verandert in een FTTH- netwerk.

Literatuurlijst

Internet

<http://www.jaxenergy.com/broadband/faq/downloads/FTTHQ&A.pdf>

<http://www.thefoa.org/tech/ref/appln/FTTH.html>

http://members.westnet.com.au/wizard/active_vs_pon_a_wp.pdf

<http://www.americantechsupply.com/fibertothehome.htm>

<http://sunlight.sunesys.com/2013/03/12/fiber-optic-network-topologies/>

http://www.alibaba.com/product-gs/504656033/FTTH_OTB_0216_Wall_Mounting_fiber.html

<http://www.fiberoptics4sale.com/wordpress/lc-fiber-connector-specifications/>

<http://www.packetlight.com/technology/white-papers/active-passive-optical-networks>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1573427709000034>

<http://www.slideshare.net/m1chaelangelo/aon-vs-pon>

<http://www.blackbox.com/Store/Detail.aspx/Rackmount-Fiber-Panel-1U-Loaded-with-24-Single-Mode-Multimode-Connectors-LC-12-Duplex/JPM380A>

http://www.ict-oase.eu/public/files/Larsen_CTTE2010_ComparisonAONvsPON.pdf

http://www.fiberinstrumentsales.com/products/fiber-optic-assemblies,-cable,-and-connection-accessories_62.5125--50125-multimode-mohawk-armored-clt-osp-cable.html

<http://www.brickcom.com/support/calculator.php>

Boek

The Project Management Institute, Inc. (2004). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge* (3rd ed) ISBN 93069945.

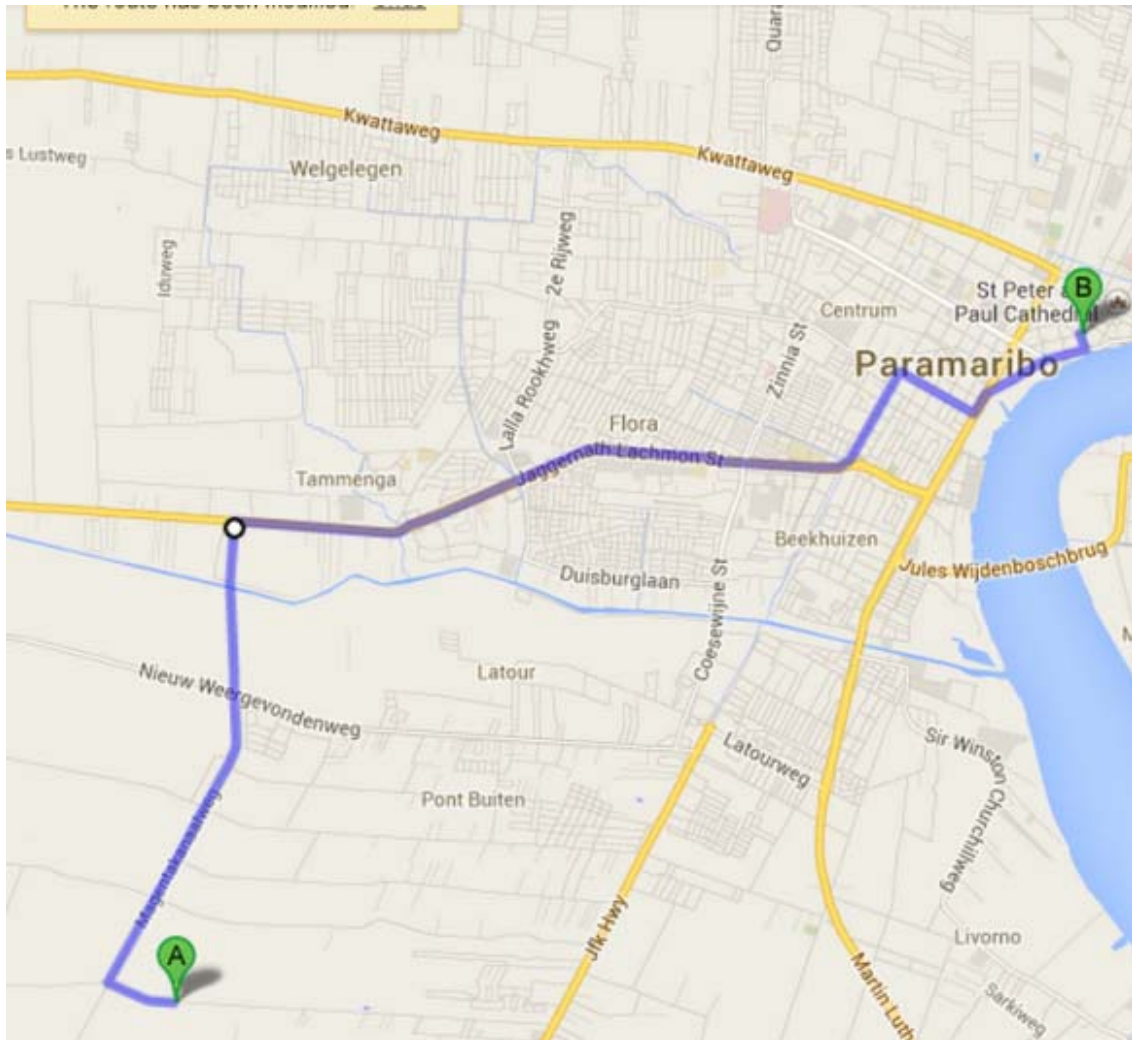
Lijst van bijlagen

Bijlage A: Vergrote tekening Hanna's Lust project	63
Bijlage B: Vergrote tekening afstand naar het stadscentrum.....	64
Bijlage C: Compleet materiaal en apparatuur netwerk.....	65
Bijlage D: Vergrote tekening ondergrondse bekabeling	66
Bijlage E: Vergrote tekening luchtlijn	67

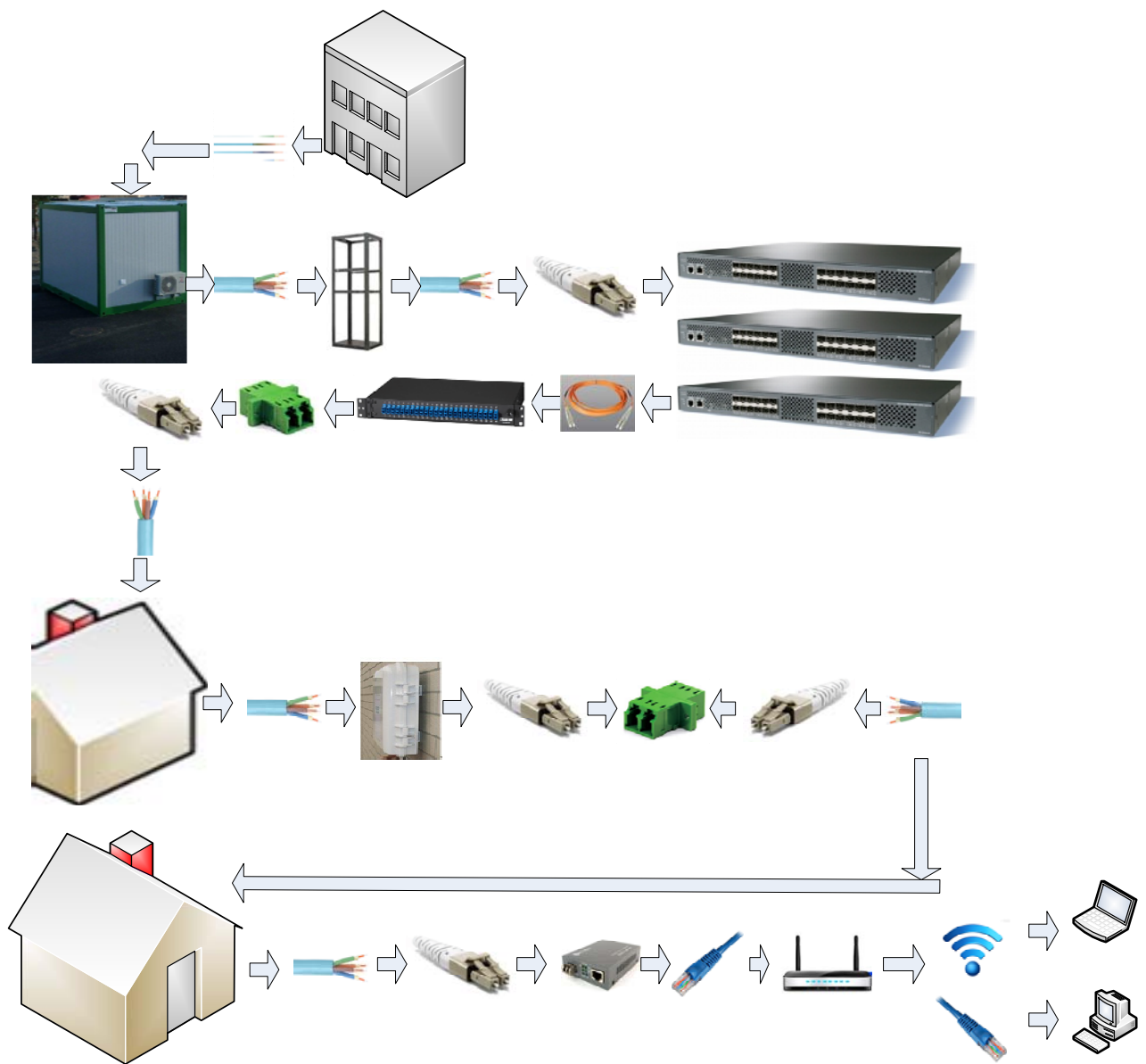
Bijlage A: Vergrote tekening Hanna's Lustproject



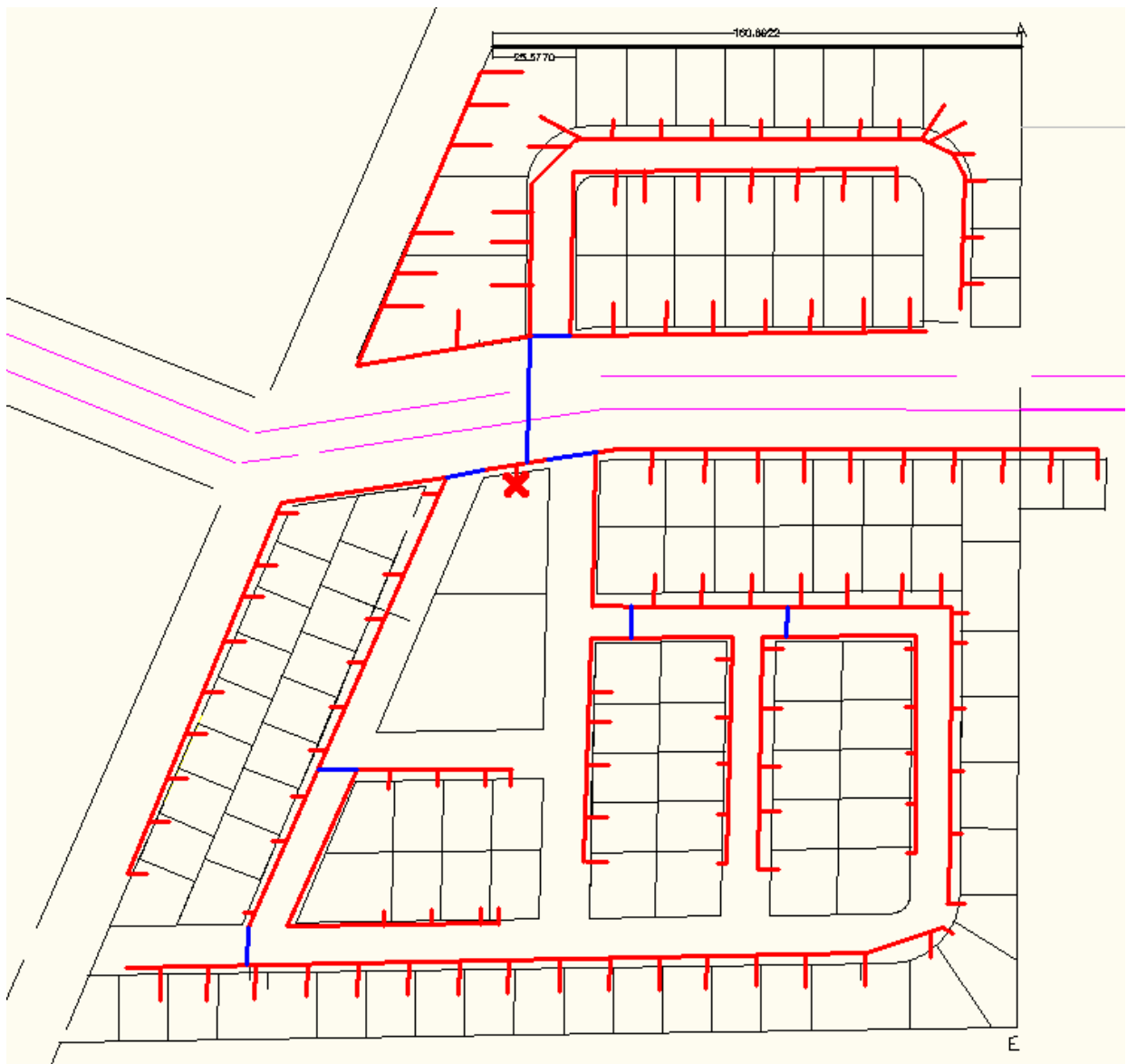
Bijlage B: Vergrote tekening afstand naar het stadscentrum



Bijlage C: Compleet materiaal en apparatuur netwerk



Bijlage D: Vergrote tekening ondergrondse bekabeling



Bijlage E: Vergrote tekening luchtlijn

