

# **U-Finder**

## Tussentijds Adviesrapport

**Stefan Groenendijk**(0927589), **René Schouten**(0928619), **Raber Ahmad**(0921954),  
**Mark Steijger**(0938713), **Robert Karajev**(0851997), **Thomas Alakopsa**(0911723),  
**Remco van Gorsel**(0925836) en **Bradley Lansink**(0925722)

17 januari 2018



# U-finder

# Inhoudsopgave

1	Inleiding . . . . .	3
2	Lokaliseer technieken . . . . .	4
2.1	GPS . . . . .	4
2.2	Bluetooth en Wifi . . . . .	4
2.3	Camera's . . . . .	4
2.4	Verlichting . . . . .	4
2.5	UWB . . . . .	5
3	Communicatie met de server . . . . .	6
3.1	UWB . . . . .	6
3.2	Wifi . . . . .	6
3.3	Bluetooth . . . . .	6
3.4	Kabel . . . . .	6
3.5	Conclusie . . . . .	7
4	Encryptie . . . . .	8
4.1	TrippleDES . . . . .	8
4.2	AES . . . . .	9
4.3	SSL . . . . .	9
4.4	TLS . . . . .	10
4.5	Conclusie . . . . .	10
5	Kiezen van server . . . . .	11
5.1	Eigen server . . . . .	11
5.2	Server huren . . . . .	11
5.3	Conclusie . . . . .	12
6	Microcontroller . . . . .	13
6.1	Arduino Pro Mini . . . . .	13
6.2	Arduino Mega . . . . .	13
6.3	Teensy . . . . .	13
6.4	ESP . . . . .	13
6.5	Overzicht tabel . . . . .	14
6.6	Conclusie . . . . .	14

7	Voeding . . . . .	15
7.1	Batterijen . . . . .	15
7.2	Oplaadbare accu . . . . .	15
7.3	Dynamo . . . . .	16
7.4	Netstroom . . . . .	16
7.5	Samenvatting . . . . .	17
7.6	Conclusie . . . . .	17
8	Besturingssystemen Applicatie . . . . .	18
8.1	iOS . . . . .	18
8.2	Android . . . . .	18
8.3	Webbased . . . . .	18
8.4	Conclusie . . . . .	19
9	Besturingstestem Server . . . . .	20
9.1	Windows Server . . . . .	20
9.2	Linux Server . . . . .	20
9.3	Conclusie . . . . .	20
10	Programmeertaal . . . . .	21
10.1	Java . . . . .	21
10.2	C-Sharp . . . . .	21
10.3	PHP . . . . .	22
10.4	Python . . . . .	22
10.5	Conclusie . . . . .	23
	<b>Bibliografie</b>	<b>24</b>

# 1 Inleiding

Ons prototype hebben wij de naam U-Finder gegeven. De U-Finder is een applicatie op je mobiele telefoon waar de verzorgde makkelijk kunt zien waar haar of zijn collega's zich bevinden in het gebouw als zij hun nodig hebben. Een voorbeeld hiervan kan zijn bij het medicijn uitdelen. Bij deze handeling moet er soms een dubbel controle uitgevoerd worden. Dan moet de desbetreffende verzorgende een collega vinden om dit te doen. Dit kan veel tijd in beslag nemen en dus hebben we hier een oplossing voor bedacht. Een applicatie waarop de locatie van de verzorgde die je zoekt word weergegeven, waardoor het makkelijk en snel is om de verzorgende te vinden.

In dit tussentijds adviesrapport wordt er gekeken naar de vraag welke technieken, onderdelen, communicatie etc. er het beste is voor de U-Finder. Dit doen we om tot een zo efficiënt en goed mogelijk prototype te komen, voor eventuele overdragen aan een volgende groep die met dit project verder kan.

## 2 Lokaliseer technieken

In dit hoofdstuk worden de verschillende technieken van locatiebepaling behandeld. Dit is belangrijk om te doen, omdat sommige methodes minder goed kunnen werken in bepaalde omgevingen waarin de U-Finder gebruikt kan worden. In dit hoofdstuk worden enkel de methodes behandeld, niet de hardware die hierbij te pas komt.

De nauwkeurigheid die nodig is is afhankelijk van wat de gebruikers met het systeem willen en hoeveel geld ze aan het systeem willen uitgeven. Het is voor de gebruikers erg fijn als ze duidelijk zien in welke kamer ze staan, ook als ze bij de muur staan. Aan deze voorwaarde voldoen alle ondergenoemde technieken behalve gps, met bluetooth of wifi is wel de vol waarde dat er heel veel apparaten worden geplaatst.

### 2.1 GPS

Gps is de meest gebruikte techniek om een locatie te volgen. Echter is deze techniek binnen een gebouw niet nauwkeurig genoeg, vaak is er binnen een gebouw niet genoeg bereik om een locatie te kunnen bepalen met de precisie die nodig is voor de U-Finder. Ook systemen zoals A-GPS, Beidou, GLONASS en galileo blijken geen nauwkeurige oplossing te zijn voor binnenin gebouwen. De gps van een telefoon heeft een nauwkeurigheid van een paar meters en heeft geen bereik in een groot gebouw, schepen, militaire voertuigen, grote gps apparaten zijn soms wel nauwkeuriger en hebben een groter acceptabel, maar kunnen niet worden in gebouw in een telefoon. Er is momenteel een chip in ontwikkeling die het misschien wel gaat kunnen, maar die is op dit moment nog niet beschikbaar.

### 2.2 Bluetooth en Wifi

Locatie volgen met bluetooth en wifi beacons is een veelgebruikte manier om binnen een gebouw iemand zijn locatie te volgen. Het werkt doordat een telefoon de zendsterkte van de beacons die in het gebouw hangen kan meten en hiermee de afstand tot de beacons berekent. Deze techniek is helaas niet nauwkeurig en er zijn erg veel beacons nodig voor een enigszins bruikbare locatie bepaling. De beacons mogen dan niet duur zijn, maar om met de hoeveelheid die nodig is kunnen de kosten ook nog oplopen. Een bluetooth beacon kost bij marktleider esthimote 20 euro, de laatste tijd zijn er ook goedkoper aanbieders gekomen zoals aruba waarmee Centric een contract heeft voor ongeveer 3 euro per beacon.

### 2.3 Camera's





















Door middel van camera's zijn mensen ook te volgen. Om hun locatie nauwkeurig te bepalen zijn veel camera's nodig, dit is erg duur en gaat ten koste van de privacy van de mensen die gevolgd worden. Natuurlijk kunnen de berekeningen ook op de camera worden gedaan en dan hoeft de data niet doorgestuurd te worden naar een externe server. Het verwerken van deze beelden kost echter erg veel rekenkracht en is hierdoor geen gangbare methode.

### 2.4 Verlichting

Locatie volgen met de verlichting kan gedaan worden door de lichten in een gebouw allemaal op een andere frequentie te laten knipperen. Met behulp van deze gegevens kan een apparaat bepalen in welke ruimte hij zich bevindt. Het apparaat mag niet in een afgesloten vak zitten en de nauwkeurigheid is beperkt tot een bepaalde ruimte. Wat betreft privacy is het wel een erg goede oplossing.

## 2.5 UWB

UWB is een technologie waar steeds meer onderzoek naar gedaan wordt, de “ultra wide band” is een radio technologie waarbij op een zeer hoge frequentie wordt gecommuniceerd. Dit heeft als voordeel dat er tussen UWB-apparaten de “time of arrival” kan worden berekend (IR-UWB), dit is de tijd dat het bericht erover doet om van het ene UWB-apparaat naar de ander te vliegen. Hiermee kan op tot 10 cm nauwkeurigheid de afstand worden berekend en er hoeven maar weinig UWB-apparaten in een gebouw te zijn omdat de range van UWB 10 tot 50 meter binnen en meer dan 100 meter buiten. Een nadeel van UWB is echter dat het niet door telefoons ondersteund wordt en iedereen die gevolgd wil worden een speciaal apparaat nodig heeft.

Technology	Accuracy	Range	Suitable for	Tracking	Transmitter power supply	Battery lifetime
Wi-Fi	 < 15 m	 < 150 m	 area detection		 or 	 medium
BLE	 < 8 m	 < 75 m	 area detection			 high
UWB	 < 30 cm	 < 150 m	 area detection		 or 	 low to medium

Figuur 1: Bron <https://www.infsoft.com/blog-en/articleid/188/technologies-for-server-based-indoor-positioning-compared>

Samengevat	Prijs	Privacy	Nauwkeurigheid	Haalbaarheid	Implementeerbaar
GPS					
Bluetooth					
Wifi					
Camera's					
Verlichting					
UWB					

Tabel 1: Samenvatting Lokaliseer Technieken

### Legenda:

Groen - goed/gemakkelijk

Geel - gemiddeld/lastig

Rood - slecht/niet aanbevolen

De keuze die wij gemaakt hebben is UWB, dit was al besloten in het vooronderzoek en is met het kiezen van de pitch goedgekeurd.

## **3 Communicatie met de server**

In dit hoofdstuk wordt behandeld hoe de informatie die wordt verzameld doorgestuurd wordt naar de server.

### **3.1 UWB**

De door de UWB modules gemeten afstanden kan met UWB berichten naar een centrale Arduino gestuurd worden, deze master anchor kan met een computer verbonden zijn of met een Esp wifi module. Met UWB is het mogelijk om berichten tussen de modules te versturen. Er zijn geen programma's gepubliceerd die laten zien dat afstand meten en tegelijk berichtjes sturen mogelijk is, maar naar uren inlezen in de library en datasheet hebben we de conclusie getrokken dat dit wel mogelijk is. Het voordeel van deze manier van de gemeten data naar de server krijgen is dat alleen de maar een module een wifi chip hoeft te krijgen om te communiceren met de server in plaats van alle modules. Inmiddels werkt dit systeem naar behoren.

### **3.2 Wifi**

Er kunnen Esp8266 modules toegevoegd worden aan het apparaat om de data te verzenden. Deze modules verbruiken veel stroom, Het is afhankelijk van de anchor stroomvoorziening hoeveel invloed dit heeft.

### **3.3 Bluetooth**

Er kunnen Bluetooth modules toegevoegd worden aan het apparaat om de data te verzenden. Deze modules verbruiken veel stroom, Het is afhankelijk van de anchor stroomvoorziening hoeveel invloed dit heeft.

### **3.4 Kabel**

Er kunnen ook kabels tussen alle anchor aangelegd worden, deze aanleg maakt het echter lastiger om de anchor makkelijk te plaatsen in een gebouw, omdat de anchor dan beperkt zal worden door de kabels. Deze extra kabels maken het plaatsen van de anchor ook duurder.

### 3.5 Conclusie

Samengevat	Prijs	Privacy	Nauwkeurigheid
UWB	€–		
Wifi	€3		
Bluetooth	€3		
Kabel	€10*		

Tabel 2: Samenvatting van communicatie met de server

**Legenda:**

Groen - goed/gemakkelijk

Geel - gemiddeld/lastig

Rood - slecht/niet aanbevolen

We raden aan om de gegevens met UWB te verzenden.

Als alle data op 1 master anchor aankomt moet de data op de server komen, dit is het geval als de data via USB naar 1 master anchor wordt verzonden.

Hiervoor zijn er 2 mogelijkheden:

1. Een USB connectie met een Java programma die de data doorstuurt naar de server.
2. Een ESP wifi module toevoegen aan de anchor die de data direct op de server zet.

Samengevat	Prijs	Haalbaarheid	Implementeerbaar
USB	€–		
Wifi	€3		

Tabel 3: Samenvatting van communicatie met de server

**Legenda:**

Groen - goed/gemakkelijk

Geel - gemiddeld/lastig

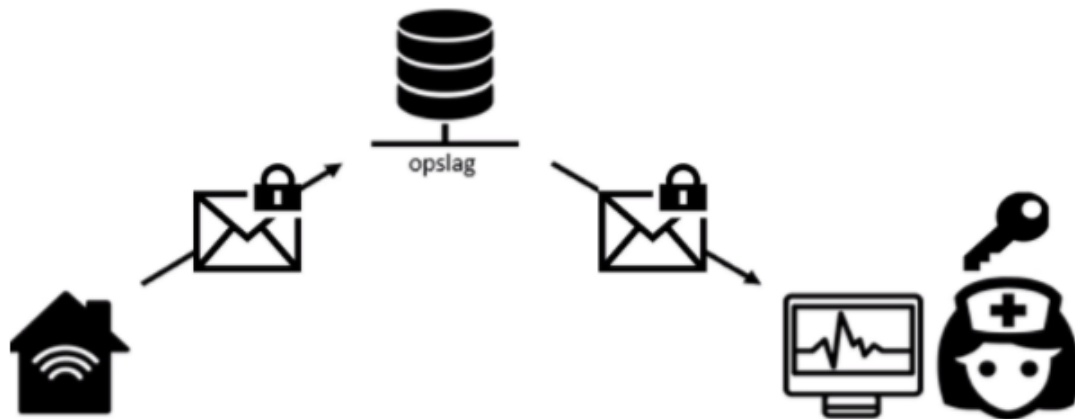
Rood - slecht/niet aanbevolen

Wij raden aan om een esp wifi module te gebruiken omdat de master anchor dan niet met een computer verbonden hoeft te zijn.



## 4 Encryptie

In het vooronderzoek is aangegeven dat er een beveiligde verbinding moest komen. Het is namelijk niet gewenst dat de locatiegegevens van de verzorgende voor iedereen die het netwerk probeert af te tappen zichtbaar zullen zijn. Daarom zullen wij de verbinding op 2 punten versleutelen.



Alleen de gebruiker die toegang heeft tot het systeem zal de berichten kunnen uitlezen. De gebruiker zal geen rechtstreekse toegang hebben tot het stuk van UWB naar Server. Toch moet dit beveiligd worden omdat buitenstaanders dit wel kunnen aftappen, zonder dat zij over de applicatie beschikken.

De soort beveiliging die we gaan gebruiken zal bij beide verbindingen hetzelfde zijn om zo min mogelijk tijd te verliezen tijdens het realiseren. Ook zullen er verschillende vormen van encryptie worden onderzocht om zo te kijken welke vorm het best voor dit project geschikt is

### 4.1 TripleDES

TripleDES (Triple Data Encryption Standard) is een encryptie algoritme dat gebruik maakt van het DES-algoritme, en een bepaald blok data 3 maal hiermee encrypt. Het DES-algoritme was in 1977 tot het standaard algoritme van encryptie gesteld. De key van het DES-algoritme was toen 56 bits lang. Uiteindelijk is in 1995 gebleken dat deze vorm van encryptie niet meer betrouwbaar en veilig is. En is er het alternatief “TripleDES” gekomen. Het DES-algoritme werkt door middel van de bits individueel te verwerken. Dit heeft als gevolg dat er veel rekenkracht aan moet worden besteed.

Omdat bij tripleDES de het DES-algoritme 3 maal wordt uitgevoerd zal het ook 3 unieke key's moeten hebben. Hierdoor wordt de key 168 bits lang. Maar door verschillende problemen met de manier van encrypten en pogingen tot hacken zal de effectiviteit van de key maar 112 of soms 80 bits effectief zijn. Dit soort encryptie is dus onveilig en kan zelfs worden gekraakt met de rekenkracht van een betaalbare consumenten-computer.

Hoewel de veiligheid van deze manier van encrypten laag is, is deze manier van ook nog toegepast in bekende systemen zoals Microsoft OneNote, Microsoft Outlook 2007, maar ook Firefox en Mozilla Thunderbird gebruiken het om inloggegevens op te slaan.

Vanwege de populariteit van de manier van encrypten zal het redelijk gemakkelijk zijn om zelf een eigen implementatie hiervan te vinden en in ons project te krijgen. Alleen omdat deze manier van encrypten niet meer als veilig wordt geacht adviseren wij om dit niet toe te passen [13] [14]

## 4.2 AES

AES (Advanced Encryption Standard) is de opvolger van alle tekortkomingen van het DES-algoritme. Kort nadat het DES algoritme onveilig was verklaard werd in 1997 een wedstrijd georganiseerd om een nieuw algoritme te ontwikkelen. De winnaars werden in het jaar 2000 bekend gemaakt. Het algoritme is gekozen vanwege de combinatie van veiligheid, prestatie, efficiëntie, eenvoud en flexibiliteit.

AES was als eerst in gebruik genomen door de Amerikaanse overheid, en is nu in wereldwijd gebruik. Dit algoritme werd in 2003 het eerste (en enige) algoritme dat dat door de NSA wordt gebruikt om topgeheime informatie te encrypten.

De lengte van de key in dit algoritme is tot 256 bits lang en is om deze reden niet te kraken door huidige technologie. De enige zwakte van dit systeem is wanneer de key in verkeerde handen terecht komt. In tegenstelling tot het DES-algoritme die alle bits analyseert, werkt AES met bytes. Dit gaat makkelijker samen met computerhardware waardoor het voor minder rekenwerk zorgt.

Vanwege de veiligheid en wereldwijde acceptatie adviseren wij om deze Encryptie standaard te implementeren in dit project. We kunnen AES zowel toepassen in de communicatie tussen de verschillende apparaten, maar ook om onze gegevens veilig op te slaan. [14] [15][16]

## 4.3 SSL

SSL (Secure Sockets Layer) is een protocol dat wordt gebruikt om websites en computers onderling zichzelf aan elkaar te laten authenticeren. De eerste versie van dit protocol is nooit op de markt gekomen. In 1995 is SSL 2.0 op de markt gekomen. Deze manier bleek een hoop security problemen te hebben is in 1996 vervangen voor SSL 3.0.

Omdat wij zullen gaan werken met microcontrollers die veel met elkaar gaan communiceren is het essentieel dat het protocol geoptimaliseerd is. Het SSL-protocol is geoptimaliseerd om zo snel mogelijk te werken. Dit zorgt voor weinig belasting op de hardware.

SSL 3.0 was veilig verklaard en zou prima zijn voor in ons project. Totdat men er in 2014 achter kwam dat deze manier van beveiligen kon worden gekraakt door POODLE-attacks. POODLE-attacks zijn man-in-the middle attacks die door de data te analyseren langzamerhand de verbinding kunnen kraken.

Wij adviseren om SSL niet toe te passen omdat het enige zwakheden bevat waardoor dit algoritme ons niet kan beloven dat de locatiegegevens beveiligd kan worden verstuurd. [14][17][19]

## 4.4 TLS

TLS (Transport Layer Security) is de opvolger van SSL 3.0. Waarbij de POODLE-attacks in rekening zijn genomen. Ook dit protocol is gemaakt om computers over een onveilig netwerk aan elkaar te laten authenticeren en vervolgens te communiceren. Dit protocol wordt vaak gebruikt samen met het https-protocol. Omdat dit protocol bijna gelijk is aan zijn voorganger is dit protocol ook goed geoptimaliseerd met de hardware.

Ondanks dat dit protocol als veilig werd beschouwd werd er in december van 2014 een andere variant van de POODLE-attack gevonden. Deze variant was alleen maar toepasbaar op ongeveer 10% van alle servers voordat de aanval bekend was gemaakt.

TSL is een protocol dat heeft geleerd van de fouten van zijn voorganger. En ondanks een kleine flaw in het verleden nu nog steeds als veilig kan worden beschouwd. Het enige probleem is dat deze manier van beveiligen alleen geldt voor de communicatie tussen devices. Om gegevens op te slaan zullen wij dus een ander protocol moeten implementeren.

Wij adviseren dan ook om dit protocol niet toe te passen in dit project. Omdat wij dan meer kostbare tijd moeten gaan besteden voor het implementeren van een tweede encryptie algoritme om de locatiegegevens op te slaan. [14][18]

## 4.5 Conclusie

In de volgende tabel worden alle gewenste eisen nog even samengevat.

**Security** - hoe veilig is de verbinding.

**Effectiviteit** - hoeveel rekenkracht kost het. Omdat de beveiliging ook op een microcontroller moet worden geïmplementeerd zal dit zo laag mogelijk moeten zijn.

**Maakbaarheid** - hoeveel moeite moeten wij er gaan insteken om dit werkend te krijgen in ons project. Dit is gebaseerd op voorkennis die wij op dit huidige moment hebben.

**Herbruikbaarheid** - kunnen wij dit algoritme meerdere malen toepassen.

Samengevat	Security	Effectiviteit	Maakbaarheid	Herbruikbaarheid
DES				
AES				
SSL				
TLS				

Tabel 4: Samenvatting van Security

### Legenda:

Groen - goed/gemakkelijk

Geel - gemiddeld/lastig

Rood - slecht/niet aanbevolen

In dit project willen wij de herbruikbaarheid en de veiligheid zo hoog mogelijk hebben. Daarom willen wij het AES protocol gaan toepassen in dit project

## 5 Kiezen van server

Voor het product maken we gebruik van een server. De modules en de App die gemaakt gaan worden sturen allebei data naar deze server. Op deze server worden alle berekeningen gedaan om te bekijken wie zich op welke locatie bevindt. Om vervolgens, de data naar het juiste apparaat te sturen. Er kan gekozen worden om een eigen server te hosten of om een server te huren bij een extern bedrijf. [8]

### 5.1 Eigen server

Er kan voor worden gekozen om een eigen server te kopen en deze van begin af aan op te bouwen. Hiervoor moet alle hardware zelf bemachtigd worden en software zelf geïnstalleerd worden. Een server kan erg duur zijn om aan te schaffen. Bedragen kunnen oplopen tot duizenden euro's die in één keer betaalt moeten worden. De server moet worden geplaatst in een ruimte met gunstige omstandigheden. Er moet bijvoorbeeld goed op de luchtvochtigheid en temperatuur van de ruimte worden gelet. Daarnaast dient de server fysiek beveiligd te worden zodat niet iedereen erbij kan. [9] [10]

### 5.2 Server huren

Als andere optie kan een server gehuurd worden bij een extern bedrijf. Voor een vast maandelijks bedrag kan een serverkast worden gehuurd in dit bedrijf om gebruik van te maken. Het bedrijf handelt alle andere zaken zelf af zoals luchtvochtigheid, beveiliging en zorgen dat de server altijd beschikbaar is. Een voordeel van deze methode is dat er niet meteen een groot bedrag betaalt hoeft te worden voor het kopen en stallen van een server. Het nadeel van het huren is dat er alleen gebruik gemaakt kan worden van de server, maar de hardware nog steeds in bezit van het bedrijf is. Dit maakt het upgraden van de server lastiger omdat het afhankelijk is wat de verhuurder te bieden heeft. [9]

### 5.3 Conclusie

Hieronder ziet u een tabel over de benoemde onderdelen waar wij rekening mee moeten houden tijdens het kiezen van één van de twee opties voor het kiezen van een soort server.

Samengevat	Eigen Server	Server Huren
Security		
Vertrouwen		
Onderhoudbaarheid		
Overdraagbaarheid		
Herbruikbaarheid		

Tabel 5: Samenvatting van de te kiezen server optie

**Legenda:**

Groen - Optimaal

Geel - Geschikt

Rood - Niet geschikt

Omdat Beveiliging en vertrouwen bij ons erg belangrijk zijn gaan we niet gebruik maken van externe bedrijven. We willen ten alle tijden zelf fysiek toegang hebben tot de server zelf. We willen niet dat een extern bedrijf ook toegang heeft tot de server. Omdat er geen budget en plaats is voor een dedicated server gaan wij gebruik maken van een Raspberry pi die als server dient. Deze hebben wij al tot onze beschikking. Een Raspberry pi is een kleine microcontroller waarop linux of windows kan draaien. Daarnaast verbruikt de Raspberry pi ook veel minder stroom dan een grote dedicated server.

## 6 Microcontroller

In elke anchor en tag moet een micro-controller komen om de data die door de UWB-modules wordt gestuurd te verwerken en met die informatie de locatie te berekenen. De voorwaarden waar de micro-controller aan moet voldoen zijn als volgende: De micro-controller moet minimaal 5 digital I/O pinnen bezitten De micro-controller heeft 1 vcc en 1 ground pin De micro-controller moet zo klein mogelijk zijn Aangezien de tags gedragen moeten worden is het belangrijk dat het compact is. De tag moet minimaal 1 volledige dag kunnen werken op 1 voeding zonder dat deze opgeladen hoeft te worden.

### 6.1 Arduino Pro Mini

De Arduino pro mini is een geavanceerd Arduino board bedoelt om gebruikt te worden door ervaren gebruikers. Dit komt omdat het zoveel mogelijk componenten heeft weggelaten om de kosten laag te houden en het module board zo klein mogelijk te maken. Dit maakt het een ideaal board om te gebruiken in permanente projecten zoals dit. Omdat veel componenten zijn weggelaten en het heel klein is maakt dit ook het meest energie zuinige board. Echter kan je dit board niet direct verbinden met de computer en heeft een tussen component nodig om de code te uploaden. De Arduino pro mini is een veel getest board en daarom ook erg betrouwbaar. [2] [5]

### 6.2 Arduino Mega

De Arduino Mega is makkelijk te programmeren en is daarom geschikt om te gebruiken door elke programmeur. De Mega is een van de grotere Arduino boards en is daarom bedoelt om gebruikt te worden in projecten die veel pinnen of grote hoeveelheden aan code bevat. Echter om deze redenen is het ook een van de duurder Arduino boards en gebruikt ook meer stroom. Door de grote van het board is het niet geschikt om permanent in de anchor te stoppen. De Arduino mega is een veel getest board en daarom ook erg betrouwbaar. [3] [4]

### 6.3 Teensy

Om te programmeren is de Teensy hetzelfde als de Arduino. De Teensy is Arduino compatible en kan dus via de Arduino IDE geprogrammeerd worden. De Teensy Boards lijken erg op de Arduino pro mini en zijn ook bedoeld voor dezelfde soort projecten. Beiden zijn ze bedoeld om permanent in projecten geplaatst te worden. Echter de specificaties van de Teensy boards zijn significant beter. De clockspeed en het geheugen dat beschikbaar is op het board is meer dan de Arduino pro mini. Dus voor een project dat een kleine micro controller nodig heeft maar wel met veel power is de Teensy ideaal. Een nadeel van de verbeterde prestaties van de Teensy is dat het veel meer stroom gebruikt dan de Arduino pro mini. Teensy is een recente microcontroller en daarom zijn de oudere modellen niet zo betrouwbaar als Arduino echter de recente modellen zijn wel beter te vertrouwen. [7]

### 6.4 ESP

De ESP is moeilijk om te programmeren omdat het niet zo gestroomlijnd is als de Arduino. De ESP moet geprogrammeerd worden via de Arduino IDE, Echter werken veel van de libraries niet via de ESP en veel van de pinnen zijn niet zo flexibel als die van de Arduino. De GPIO-pinnen moeten een set voltage hebben bij het opstarten wat onhandig is. Sommige van de IO-pinnen veranderen van status bij het opstarten, waardoor ze vaak onbruikbaar zijn voor veel apparaten. De clockspeed en geheugen op de ESP is wel heel veel en is daarom ook goed geschikt

voor grotere projecten. De ESP heeft een ingebouwde internet connectie dit geeft een groot voordeel boven de andere micro controllers. Echter voor dit project maken wij geen gebruik van wifi. Het grootste nadeel van de ESP is dat het een groot stroom gebruik heeft en daarom niet geschikt is voor gebruik met een batterij wat bij dit project van belang is. De ESP is niet een stabiele micro controller om voor veel projecten te gebruiken. [1] [6]

## 6.5 Overzicht tabel

Hieronder staat een tabel met een overzicht van de belangrijkste specificaties voor het project. De specificatie die perfect zijn voor dit project zijn in de kleur groen weer gegeven. De specificaties in het geel zijn mogelijk maar zijn niet ideaal voor dit project. De specificaties in het rood zijn slechte punten voor het project en zullen het eindresultaat belemmeren

Microcontroller	Arduino pro mini	Arduino Mega	Teensy	ESP
Power supply	3.3v	5V	3.3V, 5v tolerant	3.3v
Operating voltage	3.3V , 5V	5V	5V	3.3V 5v
I/O Pins	14	54	34	17
PWM Pins	6	16	12	4
Analog Pins	6	15	21	0
Current per Pin	40 mA	20 mA	9 mA	6 mA
Flash Memory	32 KB	256 KB	256 KB	512 kb
SRAM	2 KB	8 kb	NA	36 KB
EEPROM	1 KB	4 kb	2 KB	NA
Clock Speed	8 MHz	16 MHz	72 MHz	80 MHz
Price	5	42	24	12
Stroom verbruik				
Testbaarheid				
Betrouwbaarheid				
Grootte				
Overdraagbaarheid				
Maakbaarheid				
Uitbreidbaarheid				

Tabel 6: Samenvatting van microcontrollers

## 6.6 Conclusie

De belangrijkste aspecten voor dit project zijn het stroomverbruik, betrouwbaarheid en compactheid. De Arduino pro mini heeft de beste specificaties voor deze aspecten. Daarom adviseren wij de Arduino pro mini te gebruiken.

## 7 Voeding

De U-finder bestaat uit 3 onderdelen die afzonderlijk van stroom voorzien moeten worden. De onderdelen zijn de mobiele app, de tag en de anchors om de locatie te bepalen. Voor de Mobiele app is de stroomvoorziening al voorzien, maar voor de tag en de anchors moeten deze nog bepaald worden. In dit hoofdstuk zullen de opties voor deze stroomvoorziening behandeld worden.

### 7.1 Batterijen

Batterijen zijn gemaakt voor apparaten die een laag stroom verbruik hebben of niet altijd gebruikt worden, maar wel mobiel moeten blijven en lang mee moeten gaan. Denk hierbij aan afstandsbedieningen, horloges of zaklampen. Het voltage dat een batterij heeft kan verhoogd worden door meerdere batterijen in serie te schakelen. Batterijen hebben echter wel last van een "voltage curve" wat inhoudt dat naarmate de batterij leger raakt, het voltage minder wordt.

#### 7.1.1 Tag

Batterijen voor de tag zouden een goede optie kunnen zijn, helaas zitten er een paar nadelen aan wat het gebruik van de batterijen onpraktisch maakt. Batterijen hebben, zoals al eerder beschreven, last van een voltage curve. In de tag bevindt zich een module die een minimaal voltage van 3.3 volt nodig heeft om te kunnen werken. Door de voltage curve kan het voltage onder de 3.3 volt dalen voordat de batterij leeg is, waardoor hij eerder vervangen moet worden. Deze curve maakt het ook lastiger om te bepalen wanneer de tag nieuwe batterijen nodig heeft. Dit kan als gevolg hebben dat tijdens dienst de tag uitvalt, zonder dat de gebruiker het doorheeft.

#### 7.1.2 Anchor

Het gebruik van batterijen zou een optie zijn voor de anchors, zolang een groot genoeg batterij is uitgekozen, hoeft er heel lang niet worden omgekeken naar de anchors. Echter, zodra de batterij op is werkt het volledige systeem niet meer totdat de batterijen vervangen zijn.

### 7.2 Oplaadbare accu

Oplaadbare accu's worden vaak gebruikt bij apparaten die veel stroom verbruiken maar nog wel mobiel moeten zijn. Denk hierbij aan mobieltjes, smartwatches of een laptop. In deze apparaten worden lithium-ion accu's gebruikt, met verschillende capaciteiten en output.

#### 7.2.1 Tag

Een oplaadbare accu zorgt voor veel vrijheid in het ontwerp, omdat deze voorkomen in veel verschillende capaciteiten, maar wel dezelfde vorm behouden. Dit maakt het gemakkelijker om de accu uit te breiden zonder het volledige ontwerp om te gooien. Het zorgt er ook voor dat de tags nooit zonder stroom komen te zitten, zolang de accu's buiten dienst worden opgeladen.

#### 7.2.2 Anchor

Een accu voor de anchors voegen alleen extra kosten toe. Omdat de accu's opgeladen moeten worden betekent dit dat deze eigenlijk constant aan de netstroom blijven. De accu heeft hierdoor alleen nut wanneer de stroom uitvalt maar is voor de rest alleen een stap tussen de netstroom en de anchor.



## **7.3 Dynamo**

Een dynamo kan gebruikt worden om beweging om te zetten in stroom. Omdat de U-finder een locatie bepaling systeem is, betekend dit dat er beweging plaats vindt en hiermee dus stroom opgewekt kan worden.

### **7.3.1 Tag**

Desondanks deze beweging die plaatsvindt tijdens het lopen, is het gebruik van een dynamo voor de tag eigenlijk geen optie. Het probleem van dynamo's is namelijk dat ze groter worden zodra er meer stroom opgewekt moet worden. Er bestaan dynamo's die klein genoeg zijn om mee te kunnen dragen, maar deze leveren niet genoeg stroom. De dynamo's die wel genoeg stroom opleveren, zijn te groot om makkelijk met de tag mee te dragen, dit maakt dat het gebruik van een dynamo in de tag niet mogelijk is.

### **7.3.2 Anchor**

De anchors zelf bewegen niet, Met het gebruik van een externe Dynamo, zou het mogelijk zijn voor een dynamo om de stroom voor de anchors te voorzien. Deze zijn echter groot en prijzig.

## **7.4 Netstroom**

Netstroom is bedoeld voor stationaire apparaten. Het voordeel van apparaten aangesloten op de netstroom over de andere voedingsbronnen, is dat netstroom een onuitputbare stroomvoorziening is, ongeacht het stroomverbruik.

### **7.4.1 Tag**

Netstroom voor de tag is geen optie, omdat hij zijn stroomvoorziening kwijt is zodra de tag van ontkoppeld is van de netstroom. Hierdoor is het niet mogelijk om vrij rond te lopen met de tag op zak en dit maakt netstroomvoorziening geen mogelijke optie.

### **7.4.2 Anchor**

Omdat de anchors stationair zijn, is het mogelijk om netstroom te gebruiken voor deze. Om de netstroom te kunnen gebruiken is een transformator nodig om het juiste voltage te bereiken dat nodig is de modules van stroom te voorzien. Het voordeel over alle andere opties en wat het ook de beste optie maakt, is zodra de anchor is aangesloten er niet meer aan gedacht hoeft te worden. Hierdoor is dit de beste optie voor de anchor.

## 7.5 Samenvatting

Eigenschappen	Batterijen	Lithium-ion	Dynamo	Netstroom
Capaciteit				
Output Voltage				
Memory Effect				

Tabel 7: Samenvatting van voedingseigenschappen

### Legenda:

Groen - Voor deze eigenschap is het besturingssysteem optimaal

Geel - Voor deze eigenschap is het besturingssysteem een gemiddelde oplossing

Rood - Voor deze eigenschap is het besturingssysteem niet geschikt

## 7.6 Conclusie

Voor de tag raden wij een wij een oplaadbare accu aan. Met de accu wordt het probleem voorkomen dat de tag zonder stroom komt te zitten, zolang een gebruiker deze niet vergeet op te laden. Dit zorgt ervoor dat er geen extra maatregelen genomen hoeven te worden voor het leeg raken van bijvoorbeeld batterijen.

Bij de anchors is gekozen om bij het uiteindelijke producten op netstroom aan te sluiten. Hierdoor hoeft nooit meer naar de sensoren omgekeken te worden zodra ze goed geïnstalleerd zijn.

## 8 Besturingssystemen Applicatie

De applicatie die gebruikt gaat worden in samenwerking met de server en de locatiemodules, moet op een smartphone gaan functioneren. Momenteel zijn er 2 grote besturingssystemen waarop dit mogelijk is, namelijk *'Android'* en *'iOS'*. Andere besturingssystemen zoals *'Windows 10'*, *'Blackberry OS'* of *'Bada'* zijn tegenwoordig nog maar een klein aandeel in de markt waardoor deze systemen verdwijnen. Hierdoor zijn deze besturingssystemen niet meer te vergelijken of te overwegen met Android of iOS. Een andere optie is een *'Webbased'* applicatie door middel van de programmeertalen HTML5 en CSS.

### 8.1 iOS

iOS is het besturingssysteem van *'Apple'* het word aangestuurd door de programmeertaal *'Swift'* in combinatie met *'C'*. Alhoewel iOS een prettig platform is om mee te werken en de programmeertaal Swift relatief makkelijk te leren is, blijft het voor ons een nieuwe taal en zal er tijd in moeten worden gestoken om dit te leren. Ook stelt Apple strakkere regels bij het uitgeven van de applicatie in de Appstore. Door de strakke regels die Apple stelt voor het uitgeven van de applicatie zal de veiligheid aanzienlijk hoger zijn, omdat Apple controleert of er bijvoorbeeld geen malware in zit. Anders wordt namelijk de applicatie afgekeurd. Dit zou in de toekomst verhinderingen kunnen geven, omdat we nog niet ervaren genoeg zijn in de programmeertaal waardoor we fouten maken en uiteindelijk de applicatie dus niet kunnen publiceren. Een ander aspect dat valt te bezien is de overdraagbaarheid van het een iOS applicatie. iOS applicaties zelf zijn zoals dat heet *'closed source'*. Op deze manier kan de applicatie niet makkelijk worden overgedragen naar andere developers. Als deze developers bijvoorbeeld nog geen MacOS apparaat hebben kunnen zij niet beginnen met het ontwikkelen van de applicatie. Dit omdat het alleen mogelijk is om iOS applicaties te ontwikkelen op een MacOS apparaat.

### 8.2 Android

Android is op het moment het meest gebruikte platform om applicaties op te bouwen. Het wordt aangestuurd door de taal *'Java'* en *'C++'* Dit zijn beide talen waar we al ervaring mee hebben. Hierdoor hoeven wij minder tijd te steken in het leren van de taal en zullen we de applicatie sneller kunnen ontwikkelen. Ook zou het mogelijk zijn om de applicatie op de *'Playstore'* te publiceren aangezien hier geen strakke regels aan zijn verbonden.

### 8.3 Webbased

Een laatste optie is om gebruik te maken van *'HTML5'* om een webbased of hybride applicatie te maken. Het voordeel hiervan is de applicatie op alle platformen kan draaien en je er gewoon vanaf de browser bij kan. Alhoewel dit mooi klinkt zijn er ook een hoop nadelen. Je moet altijd online zijn als je de applicatie wilt gebruiken. Ook kunnen niet alle functies van de smartphone worden benut, het is langzamer en we zijn niet ervaren in de programmeertaal.

## 8.4 Conclusie

Besturingssysteem App	Android	iOS	Webbased
Security	Green	Green	Red
Privacy	Green	Green	Yellow
Onderhoudbaarheid	Green	Yellow	Green
Uitwissel/overdraagbaarheid	Green	Yellow	Green
Betrouwbaarheid	Yellow	Green	Red
Testbaarheid	Green	Yellow	Green
Maakbaarheid	Green	Red	Green
Uitbreidbaarheid	Green	Green	Red

Tabel 8: Overzicht besturingssystemen

### Legenda:

Groen - Voor deze eigenschap is het besturingssysteem optimaal

Geel - Voor deze eigenschap is het besturingssysteem een gemiddelde oplossing

Rood - Voor deze eigenschap is het besturingssysteem niet geschikt

## 9 Besturingssysteem Server

Nu er is besloten wat voor type server gebruikt gaat worden, moet er vervolgens gekeken worden welk besturingssysteem het meest geschikt is voor de server. De drie meest gebruikte besturingssystemen voor servers zijn: Windows, Linux en MacOS. Omdat er al is besloten dat een Raspberry pi gebruikt gaat worden als server valt MacOS al af. MacOS is een besturingssysteem dat is gebouwd door Apple en kan daarom alleen worden gedraaid worden op hardware van Apple zelf. [11]

### 9.1 Windows Server

Windows is ontwikkeld door Microsoft. Windows is een Closed-source environment, dit betekend dat de source code niet beschikbaar is voor de gebruiker. Om gebruik te kunnen maken van een Windows besturingssysteem dient de gebruiker in bezit te zijn van een licentie code. Deze licentie code dient de gebruiker te kopen. De software die dus op de server gedraaid wordt is nooit in het bezit van de gebruiker en deze heeft dus geen recht om wijzigingen aan het besturingssysteem te brengen. Daarnaast kan het zo zijn dat Microsoft gegevens kan verzamelen. Dit kunnen we niet controleren omdat de source code niet toegankelijk is voor anderen.

### 9.2 Linux Server

Linux is een open-source besturingssysteem die op een computer of server kan draaien. Linux is legaal gratis te downloaden. Omdat iedereen de source code in kan zien weet iedereen wat er wel en niet in het besturingssysteem zit. Hierdoor is er op Linux minder software die gegevens verzameld van de gebruiker. Omdat Linux source code open is betekent dit dat de UI volledig naar de gebruiker zijn smaak ingericht kan worden. Het Linux besturingssysteem is heel erg modulair, er staat bijna geen bloat-ware op geïnstalleerd en runt hierdoor ook nog snel op verouderde hardware. [12]

### 9.3 Conclusie

Voor het besturingssysteem van de server hebben wij gekozen voor Linux. Naast dat er geen licentie voor gekocht hoeft te worden, heeft het een hoop andere voordelen over Windows. Omdat Linux open-source is, worden veel programma's die door andere gebruikers geschreven zijn tot beschikking geteld voor anderen. Software waar op Windows anders geld voor neergelegd zou moeten worden. Hierdoor kan eenzelfde sterkte van beveiliging worden toegevoegd aan de server, die op een Windows beschikbaar zou zijn. Doordat het open source is, kan alles naar wens aan het programma veranderd worden. Het feit dat het ook een heel licht besturingssysteem is, betekend ook dat er niet veel geld in geïnvesteerd hoeft te worden in hardware en kan hij op een Raspberry pi draaien. Hierdoor gaat onze voorkeur uit naar Linux.

## 10 Programmeertaal

Programmeertalen zijn talen waarmee we een code kunnen schrijven. Deze code zal een betekenis krijgen binnen een programmeertaal en vanaf dat moment worden gezien als een programma. In de volgende koppen worden een aantal programmeertalen behandeld.

### 10.1 Java

Programmeertaal Java schijnt een van de meest krachtigste talen te zijn van deze tijd op het gebied van server ontwikkeling. Door enorme ontwikkeling van deze programmeertaal is dit een zeer uitgebreide taal. Het is in staat tot het ontwikkelen van enorm grote programma's. Deze taal hanteert een filosofie WORA write once, run anywhere. Dat betekent dat wanneer een programma eenmaal is geschreven het na het compileren overal gedraaid kan worden. Omdat er een bekend bytecode na het compileren over gehouden wordt en deze dan op elke ander platform gedraaid kan worden. /cite22

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none"><li>- Makkelijke te leren</li><li>- Object georiënteerd</li><li>- Platform onafhankelijk</li><li>- Makkelijk gebruik van externe plugins</li><li>- Security verwerkt binnen de design</li><li>- Robust</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kost veel tijd om te leren</li><li>- Tragere werking voor zeer grote programma's (nogsteeds zeer klein)</li><li>- Programma's draaien op JVM daardoor draait het programma trager (verwaarloosbaar klein gezien de computer technology)</li><li>- Veel checks binnen de runtime enviroment</li></ul>

### 10.2 C-Sharp

Is een programmeertaal ontwikkeld door Microsoft. Deze is gemaakt voor het ontwikkelen van Microsoft apps. Het is een object georiënteerde en type safe programmeertaal. Type safe houdt in dat binnen de programmeertaal er weinig fouten gemaakt kunnen worden. [25]

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none"><li>- Object georiënteerd</li><li>- Type safe</li><li>- Herkenbare syntax van C,C++,Java</li><li>- Veel documentatie</li><li>- Goed voor het ontwikkelen van Microsoft apps</li><li>- Krachtigste programmeertaal voor .NET Framework</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Veel checks binnen de runtime enviroment</li><li>- Gebruikt rond Microsoft ontwikkeling</li><li>- .NET is verplicht, Microsoft Windows afhankelijk (grote nadeel)</li></ul>

### 10.3 PHP

PHP is een programmeertaal dat een vrij nieuw alternatief is als het komt tot het server ontwikkeling. PHP is gratis in gebruik en beschikt over een uitgebreide functie bibliotheek dat een groot oppervlak bedekt tot het server ontwikkeling. Bij het uitvoeren van een stuk PHP code is er een PHP interpreter op de webserver nodig. Die zorgt ervoor dat PHP code met elke type data uitgevoerd kan worden. [26][27]

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none"><li>- Gratis</li><li>- Makkelijk te leren voor c/c++/java prog.</li><li>- Ingebouwde functie bibliotheek</li><li>- Cross-platform open source</li><li>- Programmeur vriendelijk</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Geen specifieke php support</li><li>- Programmeur onvriendelijk</li><li>- Niet gebouwd voor ontwikkelen van grote applicaties</li></ul>

### 10.4 Python

Python is een veel gebruikte hoge level programmeertaal dat voor heel veel toepassingen gebruikt kan worden. Het is een taal dat direct een stuk geschreven code kan lezen en uitvoeren. De taal heeft een bijzondere codeer structuur, de taal gebruikt witte plekken (spaties) voor correcte syntax, zo worden er ook minder haken gebruikt en is de programmeertaal veel schoner. Ook is het hierdoor makkelijker te lezen. [28][29]

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none"><li>- Third Party Modules (maken het voor Python mogelijk om met elke andere taal te communiceren)</li><li>- Grote bibliotheek</li><li>- Open Source en een grote community</li><li>- Simpele syntax</li><li>- Gebruik vriendelijk datastructuren</li><li>- Productiviteit en snelheid</li><li>- Robuust</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gewent aan Python, gebruik van andere talen kan lastig zijn</li><li>- Zwak in het ontwikkelen van mobiele applicaties</li><li>- Traag bij het bouwen van grote ingewikkelde programma's door interpreter</li><li>- Runtime errors</li><li>- Onderontwikkeld tot het gebruik van Databases</li></ul>

## 10.5 Conclusie

Om aan het eind van dit project een compleet realiseerbaar product(U-finder) te hebben. Hebben we gekozen voor het gebruik van programmeertaal Java.

De reden hiervoor zal ik onderbouwen met argumenten waarom we niet voor de andere keuzes zijn gegaan. Voor dat ik dat doe wil ik eerst de meest belangrijke reden naar voren brengen en dat is dat wij een groep van 8 net 2e jaar studenten zijn. we hebben bijna een jaar ervaring met programmeertaal Java. Er is mee gewerkt en de studenten kunnen met de taal overweg.

Nu de argumenten. C-Sharp is niet gekozen omdat deze taal afhankelijk is van .NET framework. Het is een onnodige keuze aangezien Java heel erg op C-Sharp lijkt.

Verder is programmeertaal PHP niet gekozen omdat niemand kennis beschikt over deze programmeertaal. Mochten we die kennis wel willen opdoen dan zou de tijd dat voor de productontwikkeling bedoeld was voor het leren van de taal gebruikt moeten worden. Naast dit probleem is het ook zo dat PHP vergeleken met Java niet volledig geoptimaliseerd is dus ook wat minder veilig is.

Tot slot Python is taal dat beschikt over simpelere syntax en geen compiler tijd die als gevolg sneller van ontwikkelen van programma's zou kunnen hebben. Toch is de kennis voor Python niet groot genoeg om dit hierin te gaan ontwikkelen. Naast dit blijkt ook dat Python een mindere keuze te zijn als het komt tot het ontwikkelen van mobiele applicatie die nodig is voor dit product. Met deze argumenten kunnen we de conclusie trekken dat Java de beste keus is voor dit project.

Programmeertalen	Java	C-Sharp	PHP	Python
Security	Goed	Slecht	Matig	Matig
Privacy	Goed	Goed	Matig	Matig
Onderhoudbaarheid	Goed	Goed	Matig	Matig
Betrouwbaarheid	Goed	Goed	Goed	Goed
Testbaarheid	Goed	Goed	Goed	Goed
Maakbaarheid	Goed	Goed	Goed	Goed
Uitbreidbaarheid	Goed	Goed	Goed	Goed

Tabel 9: Samenvatting van de geschiktheid van de programmeer talen per onderdeel.

### Legenda:

Groen - geeft aan de geschiktheid van het onderdeel "Goed" is

Geel - geeft aan de geschiktheid van het onderdeel "Matig" is

Rood - geeft aan de geschiktheid van het onderdeel "Slecht" is



# Bibliografie

- [1] Ahmadx87, A. (2016, 5 juni). Can ESP8266 replace Arduino? [Forumpost]. Geraadpleegd van <https://arduino.stackexchange.com/questions/24895/can-esp8266-replace-arduino>
- [2] Arduino. (2017, 1 november). Getting Started with the Arduino Pro Mini. Geraadpleegd van <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoProMini>
- [3] Arduino. (2017, 1 november). Arduino Mega 2560 Rev3. Geraadpleegd van <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>
- [4] Digitalmisery, D. (2011, 3 november). Review of Arduino Mega 2560. Geraadpleegd van <https://www.element14.com/community/roadTestReviews/1198/1/review-of-arduino-mega-2560>
- [5] Lee, Z. X. (2015, 10 februari). Arduino Pro Mini 328 Review. Geraadpleegd van <https://iamzxlee.wordpress.com/2015/02/10/arduino-pro-mini-328-review/>
- [6] Lucian, V. I. (2017, 1 november). ESP8266 Arduino tutorial – WiFi module complete review. Geraadpleegd van <https://www.geekstips.com/esp8266-arduino-tutorial-iot-code-example>
- [7] Unkown, S. (2016, 22 november). Teensy 3.5 en 3.6 Review. Geraadpleegd van <https://core-electronics.com.au/tutorials/teensy-3.5-and-3.6-review.html>
- [8] hardware.info. (2017). catalogus voor serverkasten. Geraadpleegd van <https://nl.hardware.info/categorie/24/servers/producten>
- [9] sysgen. (2017). De voor en nadelen van cloud vs thuis server kasten. Geraadpleegd van <https://sysgen.ca/cloud-vs-in-house-servers/>
- [10] Gustavo, C. (2016, 16 maart). Een Raspberry pie als server gebruiken. Geraadpleegd van <https://www.copahost.com/blog/is-it-possible-to-run-a-web-server-in-a-raspberry-pi-3-as-a-dedicated-server/>
- [11] bMighty.com (2009, 19 maart). Besturings systemen voor servers. Geraadpleegd van <https://www.entrepreneur.com/article/200856>
- [12] @testdummy. (2016, 7 maart). voor en nadelen van linux. Geraadpleegd van <http://dcjtech.info/topic/pros-and-cons-of-linux>
- [13] Onbekend. (2014,1 september). Wikipedia DES. Geraadpleegd van [https://nl.wikipedia.org/wiki/Data\\_Encryption\\_Standard](https://nl.wikipedia.org/wiki/Data_Encryption_Standard)
- [14] Elaine, B. (2016, januari). Key beheer. Geraadpleegd van <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-57pt1r4.pdf>

- [15] Henk-Jan, B. (2013, 6 maart). Wat is AES. Geraadpleegd van <http://computerworld.nl/security/76188-wat-is-aes>
- [16] Onbekend. (20012, 5 juli). Hoe goed werkt AES tegen brute force attacks. Geraadpleegd van [https://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1279619](https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1279619)
- [17] Onbekend. (2017, 4 oktober). Wikipedia Poodle attack. Geraadpleegd van <https://en.wikipedia.org/wiki/P00DLE>
- [18] Onbekend. (2017, 6 november). Wikipedia TLS. Geraadpleegd van [https://en.wikipedia.org/wiki/Transport\\_Layer\\_Security](https://en.wikipedia.org/wiki/Transport_Layer_Security)
- [19] Robert, G. (2015). SSL. Geraadpleegd van <https://www.maxcdn.com/blog/ssl-performance-myth/>
- [20] Upguard. (2017, 24 oktober). Welke webpage programmeertaal is het veiligst. Geraadpleegd van <https://www.upguard.com/blog/which-web-programming-language-is-the-most-secure>
- [21] Upguard. (2017, 24 oktober). Welke webpage programmeertaal is het veiligst. Geraadpleegd van <https://www.upguard.com/blog/which-web-programming-language-is-the-most-secure>
- [22] Onbekend. (2017, 8 november). Wikipedia Java. Geraadpleegd van [https://en.wikipedia.org/wiki/Java\\_\(programming\\_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Java_(programming_language))
- [23] Kevin, Y. (2001, 9 oktober). Server side programmeer talen. Geraadpleegd van <https://www.sitepoint.com/server-side-language-right/>
- [24] Steve, F. (2012 8 april). Statische tegenover dynamische programmeertalen. Geraadpleegd van <https://pythonconquerstheuniverse.wordpress.com/2009/10/03/static-vs-dynamic-typing-of-programming-languages/>
- [25] Onbekend. (2017, 10 november). Wikipedia C-sharp. Geraadpleegd van [https://en.wikipedia.org/wiki/C\\_Sharp\\_\(programming\\_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/C_Sharp_(programming_language))
- [26] Onbekend. (2017, 10 november). Wikipedia PHP. Geraadpleegd van <https://en.wikipedia.org/wiki/PHP>
- [27] Davis, P. (2016, 30 december). Voor en nadelen van PHP. Geraadpleegd van <https://bigcheaphosting.com/advantages-and-disadvantages-of-php/>
- [28] Onbekend. (2017, 9 november). Wikipedia Python. Geraadpleegd van [https://en.wikipedia.org/wiki/Python\\_\(programming\\_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Python_(programming_language))
- [29] Arvind, R. (2015, 12 mei). Voordelen van python over andere programmeer talen. Geraadpleegd van <https://www.invensis.net/blog/it/benefits-of-python-over-other-programming-languages/>
- [30] UL. (2012). De veiligheid van lithium-ion accu's. Geraadpleegd van [https://www.ul.com/global/documents/newscience/whitepapers/firesafety/FS\\_Safety%20Issues%20for%20Lithium-Ion%20Batteries\\_10-12.pdf](https://www.ul.com/global/documents/newscience/whitepapers/firesafety/FS_Safety%20Issues%20for%20Lithium-Ion%20Batteries_10-12.pdf)