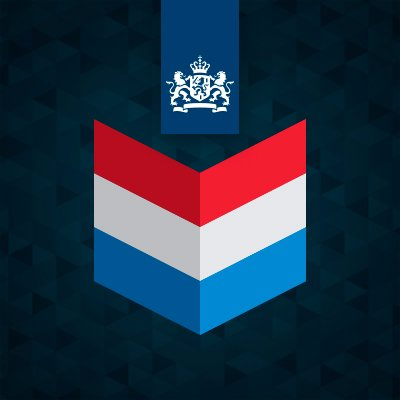
Ministerie van Defensie

9 - Positiebepaling Honden

Plan van Aanpak



**Teamnaam**

Team 5

**Leden**

* Jason Mansoor 1692081 jason.mansoor@student.hu.nl
* Jasper Polder 1661392 jasper.polder@student.hu.nl
* Dylan Rakiman 1709808 dylan.rakiman@student.hu.nl
* Robbert Ritsema 1703015 robbert.ritsema@student.hu.nl
* Daniel Slagt 1636680 daniel.slagt@student.hu.nl

**Opdrachtgever**

* Dhr. M. Lennaerts

Versiebeheer

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Versie** | **Kenmerk** | **Datum** |
| Versie 0.1 | Eerst opzet PvA |  |
| Versie 0.2 | Toevoeging van planning | 12-03-2019 |
| Versie 0.3 | Verwerking van feedback | 20-03-2019 |
| Versie 0.4 | Doel, scope en Deliverables toegevoegd;  Feedback opdrachtgever verwerkt; | 23-03-2019 |
| Versie 0.5 | Final draft versie voor peer feedback | 27-03-2019 |
| Versie 1.0 | Eerste versie na peer feedback | 29-03-2019 |
| Versie 1.1 | Verwerking van feedback van Jeroen Weber | 09-04-2019 |

[**1 - Inleiding**](#_1rwdpi5gkxgz) **4**

[**2 - Context / Achtergrond**](#_r99otogimpwj) **4**

[Gegevens opdrachtgever](#_z7y865j56it1) 5

[Gegevens bedrijfsbegeleider](#_bd6eju5a279u) 5

[**3 - Aanleiding**](#_71vt5uvhk4c) **6**

[**4 - Doelstelling**](#_w6p06v3pw5e0) **7**

[**5 - Opdracht/Scope**](#_rde4o9548p9d) **7**

[5.1 - Camerabeelden](#_giay9aclh1e1) 7

[Van camera naar basisstation](#_n51qwlm5umcc) 7

[Live beelden](#_n8zpltb1zmh4) 7

[5.2 - Bereik metingen van Semtech SX1280](#_bxt01cq4m5ro) 8

[Stedelijk](#_xki6skqdb5j) 8

[Platteland](#_uc5i35l5n3y0) 8

[Boomrijk](#_z7r4u8lee9ds) 8

[Water](#_esn5fvaphg7e) 8

[**6 - Onderzoeksvragen**](#_jr3x3ggbm8cp) **9**

[6.1 - Hoofdvraag](#_qkzz1sof6abw) 9

[6.2 - Deelvragen](#_rqp2w5ws0crw) 9

[6.3 - Onderzoeksmethoden](#_jhcq2aepyk7m) 9

[**7 - Deliverables**](#_gnt5h6d0wee4) **10**

[7.1 - Proof of Concept Verzending Camerabeelden](#_udgidmk03pxw) 10

[Must have](#_okrmbz74i4nv) 10

[Should have](#_izm6ohvqdbhc) 10

[Could have](#_y4i8x4aya575) 10

[Won’t have](#_ip0jerr35yfo) 10

[7.2 - Onderzoeksrapport Bereik metingen van Semtech SX1280](#_4uzdjij40iza) 10

[**8 - Randvoorwaarden en Risicoanalyse**](#_s7wv7jcuk0c8) **11**

[8.1 Randvoorwaarden](#_475ac93v70f7) 11

[Locatie](#_sat0jcn3dyiz) 11

[Source Code](#_2p0ir242sgzx) 11

[8.2 Risicoanalyse](#_s833t41hl8ga) 11

[Gebrek aan kennis](#_j2ylre7u0grr) 11

[Verlies van data](#_fdxbgbr018v5) 11

[Te laat aankomen van onderdelen](#_kvcydkdggymp) 11

[Breken van hardware](#_7ts8cqqnnb5) 12

[**9 - Planning en Deadlines**](#_blycnvlru8q9) **12**

[9.1 - Planning](#_5k2autabub4f) 12

[Proof of concept](#_wku1iyaw8b2m) 12

[Must have](#_ozo6mqw2gowo) 12

[Should have](#_70osnh54wsro) 12

[Could have](#_7srsc2g0mp81) 12

[Onderzoeksrapport:](#_rzaqafso6kan) 13

[9.2 - Deadlines](#_6ru2x0llxo0e) 13

[**10 - Theoretisch Kader en Bronnenlijst**](#_rnmv0pfgdjby) **13**

[10.1 - Theoretisch Kader (Definities centrale begrippen)](#_k92ceqivr6um) 13

[Semtech SX1280](#_bds5dt42b7e2) 13

[Basisstation](#_ayvwe3ahdb03) 14

[10.2 - Bronnenlijst](#_jwze9w7q0rqw) 14

[11 - Bijlagen](#_9804i27zvxx5) **15**

[11.1 - Hardware-benodigdheden](#_vhele5u5te8l) 15

[Geleverd door opdrachtgever](#_z3iz85d9j7eb) 15

[Geleverd door het team](#_ynrq6r7pq06q) 15

[11.2 - Software-benodigdheden](#_of7qmnxlzkvg) 15

[Geleverd door opdrachtgever](#_g4c2t0pf8aws) 15

[Geleverd door een derde partij](#_hdvlnwmxmgba) 15

# 

# 1 - Inleiding

Dit document is het plan van aanpak voor de opdracht Honden Positiebepaling die een team van HU-studenten uit gaat voeren voor het KIXS van het Ministerie van Defensie (Verder genoemd als: MvD). Vanuit het MvD kwam de vraag of de nieuwe Semtech SX1280 praktisch gezien meer voordelen biedt dan de transmitter die zij nu gebruiken, namelijk de Pycom. Het is aan dit groepje HU-studenten om te onderzoeken of dat daadwerkelijk zo is of niet. Hiervoor wordt er onderzoek gedaan naar het bereik van de Semtec en de bruikbaarheid van de Semtec voor het plaatsen camera’s op getrainde honden.

# 2 - Context / Achtergrond

Het MvD is altijd bezig met innovaties en nieuwe technologieën om de veiligheid binnen Nederland te verbeteren. Hiervoor heeft het MvD een aparte afdeling: kennis innovatie experimenten en simulatie *(KIXS)*. Binnen KIXS worden er projecten opgestart om deze nieuwe technieken te testen aan de standaarden die het MvD vereist. Omdat er veel nieuwe technieken op de markt komen, blijven er soms projecten liggen waar geen tijd voor is binnen KIXS. Daarom is er een samenwerking ontstaan tussen de Hogeschool Utrecht en KIXS waarbij studenten zo’n project uitwerken als schoolproject.

KIXS is benieuwd of de nieuwe Semtech SX1280 bruikbaar is in de praktijk en welke voordelen deze met zich meeneemt ten opzichte van de PyCom die ze nu gebruiken. De Semtech zou gebruikt worden voor het lokaliseren van zoekgeraakte vracht, of personen in nood in moeilijk te bereiken gebieden.

Dit project bestaat uit twee teams die apart onderzoek doen naar de Semtech. Ons team zal zich richten op de toepassing van de Semtech met betrekking tot het versturen van beelden van een IP camera’s naar een basisstation. Daarnaast zal ons team bij voldoende tijd ook onderzoek doen naar de range van de Semtech in verschillende omgevingen. Het is bijvoorbeeld aannemelijk dat de Semtech anders reageert in een stedelijk gebied ten opzichte van het platteland. Door middel van metingen wil het MvD kijken of deze aanname juist is.

## 

## Gegevens opdrachtgever

|  |  |
| --- | --- |
| Bedrijfsnaam | Ministerie van Defensie |
| Postadres | Postbus 20701 |
| Postcode | 2500 ES |
| Plaats | Den Haag |
| Land | Nederland |
| Telefoon bedrijf | (070) 3 188 188 |
| Email bedrijf | Afdeling Persvoorlichting: persvoorlichting@mindef.nl |
| Website bedrijf | https://www.defensie.nl/ |

## Gegevens bedrijfsbegeleider

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Achternaam | Lennaerts | Voorletters | | | M. | Dhr. |
| Afdeling | Kennis Innovatie eXperimenten en Simulatie-centrum (KIXS) | | | | | |
| Functie | Software Developer Innovation | | | | | |
| Niveau hoogst afgeronde opleiding | | | Bachelor | | | |
| LinkedIn-account (indien beschikbaar) | | | https://www.linkedin.com/in/martin-lennaerts-a9572a/ | | | |
| Telefoon | 0645846437 | Mobiel | | 0645846437 | | |
| Email | mr.lennaerts@mindef.nl |  | |  | | |

# 3 - Aanleiding

Binnen defensie wordt er veel nagedacht over hoe nieuwe technologie kan helpen om de veiligheid in Nederland te kunnen waarborgen. Veel ideeën die hieruit voortvloeien moeten echter eerst getest worden; bijvoorbeeld of de technologie ook echt daadwerkelijk geschikt is voor de eisen die worden gesteld. Omdat het MvD niet altijd de tijd heeft om deze tests uit te voeren wordt er regelmatig gevraagd of studenten van de Hogeschool Utrecht *(HU)* kunnen helpen.

Het MvD wilt reddingshonden uitrusten met een IP camera om live naar de camerabeelden mee te kijken. Door mee te kijken kan het MvD vervolgens sneller anticiperen op eventuele risico’s. Ons onderzoek gaat kijken of de Semtech technisch geschikt is om de beelden vanaf de hond draadloos en beveiligd te versturen naar een basisstation.

Omdat de honden in veel verschillende gebieden worden ingezet is het ook van belang dat de live camera feed in deze gebieden blijft werken. De Semtech chip claimt succesvolle tests te hebben gedaan over een range van 7 km [(Semtech, 2017)](https://www.semtech.com/uploads/documents/AN1200.31_SX1280_EVK_Ranging_How_To_V1.0.pdf). Deze test is uitgevoerd in ideale omstandigheden waarbij er een clear line of sight is. De honden zullen ingezet worden met veel minder ideale omstandigheden. Daarom wilt het MvD kijken hoe goed de Semtech chip werkt in verschillende gebieden met minder goede omstandigheden.

# 

# 4 - Doelstelling

Het doel van het project is het testen van de mogelijkheden van de Semtech SX1280 chip. De verschillende experimenten zijn verdeeld over twee teams van de Hogeschool Utrecht. Wij zijn één van de teams en hebben de opdracht gekregen om de volgende twee deelopdrachten uit te voeren:

* Het versturen van camerabeelden van een IP camera via de Semtech SX1280 naar een basisstation.
* Het testen van het bereik van de Semtech SX1280;

Omdat het voor de opdrachtgever belangrijk is om te weten wat de mogelijkheden van de chip zijn, is het dus noodzakelijk om goed vast te leggen waarom keuzes zijn gemaakt en de gemeten gegevens mee te leveren met ons prototype, zodat een opvolgend team potentieel verder kan werken aan de opdracht. Ook kan het zijn dat de gegeven opdracht niet mogelijk is. Wanneer de opdracht niet mogelijk blijkt te zijn moet dit logisch onderbouwd worden.

# 5 - Opdracht/Scope

Het project is op te delen in twee losstaande experimenten: De bereikmeting en het versturen van de camerabeelden. Ieder experiment heeft dan ook zijn eigen scope.

## 5.1 - Camerabeelden

De eerste opdracht is het versturen van camerabeelden van een IP camera naar een basisstation. Hierbij wordt de camera gemonteerd op een hond zodat het reddingsteam van MvD live kan meekijken met de honden. Deze honden worden zowel buiten (bijvoorbeeld tijdens een speuractie op een weiland) als binnen (bijvoorbeeld in een parkeergarage) ingezet. De uitdaging van de opdracht ligt bij het draadloos verzenden van de camerabeelden van de IP camera naar een basisstation.

Semtech claimt dat de SX1280 hiervoor toegepast kan worden. Ons team zal onderzoek doen naar deze claims en het resultaat van dit onderzoek onderbouwen met een Proof of Concept. Bij dit deel van de opdracht is het noodzakelijk om de gemeten gegevens en de gemaakte keuze goed vast te leggen voor mogelijke overdracht aan een opvolgend team.

### Van camera naar basisstation

De beelden van de camera moeten verstuurd worden naar de Semtech SX1280 chip, welke beide geplaatst worden op de hond. Dit wordt gedaan door middel van het SPI protocol tussen de IP camera en de development kit van de Semtech SX1280.

### Live beelden

De ontvangen beelden moeten live kunnen bekeken worden. Hiervoor neemt het hondenteam een basisstation mee. Het is aan het team om te onderzoeken wat hier de beste optie voor is.

## 5.2 - Bereik metingen van Semtech SX1280

De opdrachtgever wilt weten wat de capabiliteiten qua bereik zijn van de Semtech SX1280 in verschillende situaties. Er zal een test gedaan worden met de ingebouwde functionaliteiten van de development kit van deze chip om zijn bereik te meten. De test wordt uitgevoerd in de volgende gebieden:

* Stedelijk;
* Platteland;
* Boomrijk;
* Water

### Stedelijk

Deze test wordt uitgevoerd in de binnenstad van Utrecht. Met de test moet worden duidelijk gemaakt hoeveel effect een stedelijk gebied heeft op het bereik van de Semtech SX1280 chip.

### Platteland

Deze test wordt uitgevoerd op het platteland (locatie nader te bepalen). Met de test moet worden duidelijk gemaakt wat het bereik is van de Semtech SX1280 chip met zo min mogelijk storing van het gebied.

### Boomrijk

Deze test wordt uitgevoerd in een bos (locatie nader te bepalen). Met de test moet worden duidelijk gemaakt hoeveel effect een boomrijk gebied heeft op het bereik van de Semtech SX1280 chip.

### Water

Deze test zal uitgevoerd worden bij de marine in Den Helder om te zien wat het bereik van de Semtech SX1280 chip is over open water.

# 

# 6 - Onderzoeksvragen

Voor ons onderzoek is het Ministerie van Defensie benieuwd naar de potentie die de Semtech SX1280 transceiver heeft om te gebruiken in de praktijk. Om hierachter te komen heeft ons team een aantal onderzoeksvragen opgesteld. Hiermee komt ons team gestructureerd tot een nuttig resultaat voor het Ministerie van Defensie.

## 6.1 - Hoofdvraag

De hoofdvraag die ons team heeft opgesteld luidt als volgt:

“*wat is de meest geschikte manier om met de “Semtech SX1280 Wifi-transceiver” 800x600 beelden van een IP camera live te verzenden naar een basisstation over een zo lang mogelijke afstand?*”

## 6.2 - Deelvragen

Om de hoofdvraag te beantwoorden heeft ons team de volgende deelvragen opgesteld. Met deze deelvragen verwacht ons team een nuttig resultaat te leveren voor de hoofdvraag. De vragen luiden als volgt:

1. Aan welke algemene eisen van het Ministerie van Defensie zou de Semtech SX1280 moeten voldoen om bruikbaar te zijn in de praktijk?

1. Hoe kan Semtech SX1280, volgens de eisen van het Ministerie van Defensie, beelden van een IP camera naar een basisstation streamen?
2. Wat zijn de voordelen en nadelen van de Semtech ten opzichte van eerder geteste modules?
3. Wat is het bereik van de Semtech SX1280 in verschillende gebieden?

## 6.3 - Onderzoeksmethoden

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Deelvraag | Vraagtype | Aanpak | Deliverable |
| 1 | Beschrijvend | Interview | 7.1, 7.2 |
| 2 | Evaluerend/ontwerpend | Case study / uitwerken PoC | 7.2 |
| 3 | Vergelijkend | Analyse bestaand materiaal / uitwerken PoC | 7.2 |
| 4 | Experimenteel | Veldonderzoek | 7.1 |

# 7 - Deliverables

## 7.1 - Proof of Concept Verzending Camerabeelden

Voor het versturen van camerabeelden zoals beschreven in [sectie 5.1](#_giay9aclh1e1) moet een Proof of Concept gemaakt worden. De verschillende onderdelen binnen het proof of concept zijn geprioriteerd door middel van een MoSCoW analyse.

### Must have

* Simpele communicatie tussen de IP camera en de Semtech SX1280;
* Simpele communicatie tussen de Semtech SX1280 en het basisstation;

### Should have

* De camerabeelden verzenden van de hond naar het basisstation;
* Live beelden bekijken vanaf het basisstation;

### Could have

* Het toepassen van de door het andere team onderzochte locatie bepaling, en dus ook een live locatie van de hond op het basisstation;
* Mogelijkheden om te communiceren met eventuele gevonden slachtoffers door middel van een speaker op de hond;
* Het toevoegen van meerdere honden op één basisstation;

### Won’t have

* Zelfgemaakte hardware zodat niet de hele development kit van de Semtech SX1280 nodig is;
* Een product dat in productie gebruikt kan worden.

## 7.2 - Onderzoeksrapport Bereik metingen van Semtech SX1280

Voor de bereik metingen moeten de in [sectie 5.2](#_bxt01cq4m5ro) genoemde experimenten worden uitgevoerd en opgeleverd worden. Bij het testen is het vooral belangrijk dat ons team de gemeten data op consistente wijze vastlegt en deze overdraagt aan de opdrachtgever. Mocht er later door een ander team verder gewerkt worden met de SX1280, dan moet dat team onze data kunnen (her)gebruiken. De oplevering wordt gedaan door middel van een verslag met daarin alle gemeten data en een precieze omschrijving van hoe het experiment is uitgevoerd. Elk van de vier voorheen genoemde experimenten krijgt zijn eigen hoofdstuk in het verslag.

### 

# 8 - Randvoorwaarden en Risicoanalyse

Voor het project wilt ons team alvast wat randvoorwaarden vaststellen zodat ons team later niet in de problemen komt. Door middel van een risicoanalyse wilt ons team zoveel mogelijk risico’s voor zijn.

## 8.1 Randvoorwaarden

### Locatie

De projectgroep zal voornamelijk afspreken op de Heidelberglaan 15. Daarnaast zal ons team de opdrachten die individueel mogelijk zijn ook thuis maken. In verdere afspraak met Martijn kan ons team eventueel nog langskomen bij MvD.

### Source Code

Ons team zal zoveel mogelijk gebruikt maken van open source tools. Denk hierbij aan standaardprotocollen en libraries.

## 8.2 Risicoanalyse

### Gebrek aan kennis

**Risico:**

Ons projectgroep bestaat uit één student die meer over microcontrollers weet. Dit betekent dat de andere vier mensen weinig tot geen bestaande kennis hebben over microcontrollers. Aangezien dit project voornamelijk gaat over het besturen van de SX1280 moet ons team zijn kennis goed inzetten.

**Oplossing:**

Ons team moet in zijn geheel een tandje harder werken. Aangezien de SX1280 goed gedocumenteerd is, ligt de verantwoordelijkheid bij de student met kennis over microcontrollers om alle benodigde informatie uit te leggen. Aangezien er een andere werkgroep bezig met dezelfde chip kan er informatie uitgewisseld worden tussen deze twee teams.

### Verlies van data

**Risico:**

De source code zou door externe factoren beschadigd, onbruikbaar of verwijderd worden.

**Oplossing:**

Ons team slaat de source code op in Github. Hierdoor is er altijd een backup online te vinden.

### Te laat aankomen van onderdelen

**Risico:**

Ons team moet via de MvD de spullen (zie [sectie 11.1](#_vhele5u5te8l)) bestellen. De opdrachtgever heeft aangegeven dat het een poos kan duren voordat het ook daadwerkelijk bestelt wordt.

**Oplossing:**

De hardware requirements worden op tijd opgestuurd. Hierdoor kan de opdrachtgever op tijd het materiaal bestellen.

### Breken van hardware

**Risico:**

Door Testen / development kan de SX1280 kapot gaan.

**Oplossing:**

Ons team moet ervoor zorgen dat de bedrading / code, voordat de test gedraaid wordt, door minimaal twee mensen bekeken wordt. Hierdoor verkleint ons team het risico van falen.

# 9 - Planning en Deadlines

## 9.1 - Planning

Hier volgt onze algemene planning waarin ons team vaststelt wat er gedaan moet worden om de opdracht(en) tot stand te kunnen brengen en hoeveel tijd dit gaat kosten. Ons team koos ervoor om hier nog geen datums aan vast te knopen, omdat het onbekend is wanneer de benodigde hardware binnen zal komen. Daarom hoopt ons team met deze algemene planning in ieder geval vast te stellen hoeveel tijd ons team aan al het werk kwijt is, rekening houdende met eventuele speling, in de hoop dat alles haalbaar is zodra ons team de hardware binnen krijgt. Mocht dit niet het geval zijn, zal er in overleg met school en de opdrachtgever gekeken worden om [sectie 5.2](#_bxt01cq4m5ro) te laten vallen en ons volledig te storten op [sectie 5.1](#_giay9aclh1e1). Aldus volgt de algemene planning:

### Proof of concept

Om het Proof of Concept te maken zullen de volgende taken (met geschatte maximale tijdsduur) voltooid moeten worden:

#### Must have

* Onderzoek doen & beantwoorden [deelvraag 2](#x4s6uka604ml) van het onderzoeksrapport (2 weken)
* IP-verbinding tussen camera, SX1280 en basisstation bewerkstelligen (3-4 weken)

#### Should have

* Versturen van camerabeelden over IP (2-3 weken)
* Verzonden camerabeelden live kunnen bekijken (2 weken)

#### Could have

* Compatibiliteit met de software van het triangulatie-team (2-3 weken)
* Audio-communicatiemogelijkheden vanuit het basisstation naar een hond (2 weken)
* Mogelijkheid om verbinding vanuit het basisstation naar meerdere honden vast te leggen (2-3 weken)

### Onderzoeksrapport:

* Bedenken van vragen, inplannen/uitwerken van interview voor deelvraag 1 (1-2 weken)
* Onderzoek doen & beantwoorden [deelvraag 2](#x4s6uka604ml) van het onderzoeksrapport (2 weken)
* Vergelijkend onderzoek doen van SX1280 en vorig gebruikte chipsets (2 weken)
* Onderzoek doen naar bereik van SX1280 onder meerdere omstandigheden (2 weken)

Wij hebben ervoor gekozen om deze taken niet van tevoren onder te verdelen, maar om deze onderverdeling tijdens wekelijkse stand-ups te maken. Hierdoor kunnen wij een stuk flexibeler werk verdelen, mocht er een onvoorzien probleem optreden.

Tevens plannen wij nog maximaal één week in om een poster te maken, presentatie te voorbereiden, deze te repeteren en eventuele aanpassingen door te voeren.

Als ons team deze planning aanhoudt is er genoeg tijd om elk onderdeel van dit project tot stand te brengen.

Bovendien kunnen er aan meerdere onderdelen tegelijkertijd gewerkt worden indien dit nodig is. Er is reeds rekening gehouden met eventuele uitloop, dus als ons team een week minder tot zijn beschikking heeft dan de planning vereist zou dit verholpen kunnen worden door meer uren in het project te steken.

## 9.2 - Deadlines

De uiteindelijke deadline voor het inleveren van het Proof of Concept, het onderzoeksrapport, het eindrapport en het houden van de poster-presentatie is week 25, 21 juni. De deadlines die ons team zichzelf stelt om ervoor te zorgen dat ons team de uiteindelijke inleverdatum zal halen moeten nader bepaald worden wegens het vereisen van de hardware om verder te kunnen werken.

# 

# 10 - Theoretisch Kader en Bronnenlijst

Hieronder worden verschillende begrippen uitgelegd die genoemd worden in dit plan van aanpak en van belang zijn voor dit project. Daarnaast wordt ook alle literatuur benoemd die ons team heeft gebruikt tijdens het maken van dit plan van aanpak of nodig zal hebben tijdens het project.

## 10.1 - Theoretisch Kader (Definities centrale begrippen)

### Semtech **SX1280**

De Semtech SX1280 chip is een ‘wireless transceiver’; een draadloze radiozender en -ontvanger. Deze transceiver werkt op de 2.4GHz radio band en ondersteunt het IEEE 802.11 (oftewel WiFi-) protocol. De essentie van onze opdracht is om duidelijk te maken wat de mogelijkheden van deze chip zijn.

### **Basisstation**

Het basisstation is het apparaat waar iemand van het hondenteam de live beelden verstuurd vanaf de hond(en) kan ontvangen en bekijken. Het is nog aan het team om uit te zoeken wat hier de beste optie voor is. Het basisstation wordt door het hondenteam meegenomen naar de locatie.

## 10.2 - Bronnenlijst

Semtech. (2017, july). *How to Perform Ranging Tests.* Retrieved from Semtech: [https://www.Semtech.com/uploads/documents/AN1200.31\_SX1280\_EVK\_Ranging\_How\_To\_V1.0.pdf](https://www.semtech.com/uploads/documents/AN1200.31_SX1280_EVK_Ranging_How_To_V1.0.pdf)

Semtech. (2018, may). *Semtech SX1280/SX1281 Data Sheet Long Range, Low Power, 2.4 GHz Transceiver with Ranging Capability.* Retrieved from Semtech:

<https://www.semtech.com/uploads/documents/DS_SX1280-1_V2.2.pdf>

ST. (2019, april). UM1724 User manual STM32 Nucleo-64 boards (MB1136). Retrieved from ST: h[ttps://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/user\_manual/98/2e/fa/4b/e0/82/43/b7/DM00105823.pdf/files/DM00105823.pdf/jcr:content/translations/en.DM00105823.pdf](https://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/user_manual/98/2e/fa/4b/e0/82/43/b7/DM00105823.pdf/files/DM00105823.pdf/jcr:content/translations/en.DM00105823.pdf)

# 11 - Bijlagen

## 11.1 - Hardware-benodigdheden

### Geleverd door opdrachtgever

* Semtech SX1280 Development kit (x2);
  + SX1280 Development Kit
  + connection cable Mini-USB / USB
* IP camera.

### Geleverd door het team

* Laptop;

## 11.2 - Software-benodigdheden

### Geleverd door opdrachtgever

* Semtech SX1280 .bin file

### Geleverd door een derde partij

* Semtech SX1280 Firmware
  + [http://www.Semtech.com/](http://www.semtech.com/)