

Eindverslag O&O

Vakkanjers Project



Louay, Sabri, Alize & Jules

4H O&O

Informatiepagina

Contact:

- Louay: 119449@calandlyceum.nl
- Sabri: 120797@calandlyceum.nl
- Alize: 120113@calandlyceum.nl
- Jules: 121050@calandlyceum.nl

Calandlyceum

Pieter Calandlaan 182, 1068 NT Amsterdam

Opdrachtgever:

- Vakkanjers
- Website: <https://vakkanjers.nl>
- E-mail: info@vakkanjers.nl
- Mobiel: 085-0510620

Oranjevuitensingel 6 (4e etage), 2511 VE Den Haag

Samenvatting van de opdracht

De opdracht die ons is gegeven is het ontwerpen van een werkend onderzoeksvoertuig die bij kan dragen aan het behoud van de aarde. Later in dit verslag zul je zien dat wij gekozen hebben om een drone te gebruiken en aan te passen zodat deze te gebruiken is voor het onderzoeken wat de radiatie van Tsjernobyl voor effect heeft gehad op dieren in de regio.

Inleiding

De kernramp van Tsjernobyl in 1986 heeft blijvende gevolgen gehad voor de dieren in het gebied. Waaronder genetische mutaties, afname van populaties en gedragsveranderingen. Sommige soorten blijken kwetsbaar voor straling terwijl andere zich verrassend goed hebben aangepast. Om deze effecten beter te begrijpen en stralingsniveaus veilig te meten, hebben wij als groep gebruik gemaakt van een drone met een camera en sensoren om onze onderzoek te kunnen uitvoeren. Deze technologie biedt inzicht in de relatie tussen straling en de gezondheid van dieren en helpt bij het ontwikkelen van strategieën voor het behoud van biodiversiteit in besmette gebieden.

Inhoudsopgave

1: Vooronderzoek.....	4
1.1: Onderzoeksvraag.....	4
1.2: Ons onderzoek	4
2: Opdracht en opdrachtgever	7
2.1: De opdracht	7
2.2: De opdrachtgever	7
3: Doelstelling en probleemstelling	8
4: Literatie	8
5: Programma van Eisen	9
5.1: Eisen van de opdrachtgever	9
5.1.1: Functies	9
5.1.2: Onderzoeken	10
5.1.3: Ontwerpen	10
5.1.4: Maken	10
5.1.5: Presenteren	12
5.1.6: Duurzaam:	12
5.2: Eisen van de school	12
6: Ideeën	13
7: Concept	13
9: PVA	14
8: Uitwerking	14
9: Conclusie	15
10: Discussie	15
11: Bronnen	16

1: Vooronderzoek

1.1: Onderzoeksvraag

Als eerst onze onderzoeksvraag. Na het overwegen van verschillende wijde opties hebben wij uiteindelijk gekozen voor het volgende:

Hoe heeft de radiatie van het Tsjernobyl incident invloed gehad op dieren in het gebied en hoe kunnen wij dat het best analyseren?

1.2: Ons onderzoek

Ons onderzoek richt zich op het verkennen van de effecten van straling op dieren in de omgeving van Tsjernobyl. We gaan een onderzoek doen naar de genetische mutaties die door straling worden veroorzaakt, de biologische processen die hierdoor worden beïnvloed en hoe deze veranderingen de gezondheid en het gedrag van verschillende diersoorten beïnvloeden. Daarnaast zal onderzocht worden welke soorten veerkracht tonen en welke mechanismen hen in staat stellen te overleven in een radioactieve omgeving. Het doel is om inzicht te krijgen in hoe dieren zich aanpassen aan extreme omstandigheden en wat dit betekent voor hun evolutie en populatiedynamiek. Om onze vooronderzoek te kunnen uitvoeren hebben we paar dingen nodig:

Soorten sensoren:

Bij het ontwikkelen van technologieën zoals drones en satellieten spelen sensoren een belangrijke rol. Deze apparaten kunnen specifieke omgevingsfactoren meten en zijn van groot belang voor het verzamelen van gegevens in extreme of onbereikbare gebieden. Hieronder staan enkele veelgebruikte sensoren en hun toepassingen:

1. Temperatuursensoren

- **Thermokoppels:** Gebruiken het Seebeck-effect om temperatuurverschillen te meten.
- **Thermistors:** Veranderen hun weerstand afhankelijk van de temperatuur.
- **RTD (Resistance Temperature Detectors):** Constante en nauwkeurige weerstandsveranderingen bij temperatuurwijzigingen.
- **Infraroodsensoren:** Detecteren de straling die objecten uitzenden, ideaal voor metingen op afstand.

2. Druksensoren

- **Piëzo-elektrische sensoren:** Gebruiken druk om elektrische signalen te genereren.
- **Capacitieve sensoren:** Detecteren druk door de veranderingen in capaciteit tussen twee platen.
- **Weerstandssensoren:** Veranderen hun weerstand afhankelijk van de druk.

3. Bewegingssensoren

- **Infraroodsensoren (PIR):** Detecteert beweging door warmteveranderingen.
- **Ultrasone sensoren:** Gebruiken geluidsgolven om beweging of afstand te meten.
- **Versnellingsmeters:** Meten versnellingen en oriëntatieveranderingen.
- **Gyroscoepen:** Meten de rotatiesnelheid van een object.

4. Lichtsensoren

- **Fotodiodes:** Genereren een elektrisch signaal onder invloed van licht.
- **LDR (Light Dependent Resistor):** Hoe meer licht, hoe lager de weerstand, wat een hogere stroom mogelijk maakt.
- **Fototransistoren:** Versterken het elektrische signaal dat door licht wordt veroorzaakt.

5. Vochtsensoren

- **Capacitieve sensoren:** Meten vochtigheid door veranderingen in de diëlektrische constante van lucht.
- **Resistieve sensoren:** Veranderen hun weerstand afhankelijk van de luchtvochtigheid.

6. Gas- en luchtsensoren

- **Chemische sensoren:** Reageren met specifieke gassen om concentraties te meten.
- **IR-gassensoren:** Gebruiken infraroodabsorptie om de aanwezigheid van gassen te detecteren.

7. Geluidssensoren

- **Microfoons:** Vangen geluidsgolven op en zetten deze om in elektrische signalen.
- **Ultrasone sensoren:** Detecteren geluid buiten het hoorbare spectrum.

8. Afstandssensoren

- **Lasersensoren:** Nauwkeurige afstandsmetingen door laserstralen.
- **Ultrasone sensoren:** Meten afstanden met behulp van geluidsgolven.
- **LIDAR (Light Detection and Ranging):** Maakt gebruik van laserpulsen voor gedetailleerde kaartgegevens.

Hoe werkt een satelliet?

Een satelliet draait in een baan om de aarde en kan verschillende doelen hebben, zoals het verzamelen van gegevens of communicatie. Om in een baan om de aarde te komen, wordt een satelliet met een raket gelanceerd. De snelheid en hoogte van de satelliet bepalen hoe stabiel hij in zijn baan blijft. Hoe dichter de satelliet bij de aarde is, hoe sneller hij moet draaien om in balans te blijven.

Een satelliet functioneert door gebruik te maken van energiebronnen zoals zonnepanelen en communiceert met de aarde via radiosignalen. De kern van een satellietmissie is het uitvoeren van een specifieke taak, zoals het maken van foto's, het detecteren van gassen of het faciliteren van communicatie.

Communicatie met satellieten

Om gegevens te versturen en ontvangen via een satelliet, is een goed ontworpen communicatiesysteem essentieel. Dit systeem bestaat uit de volgende onderdelen:

- **Antenne:** Stuurt en ontvangt signalen.
- **Modem:** Zet codes om in signalen die naar de satelliet worden gestuurd.
- **Radiofrequenties (RF):** Hiermee kunnen signalen worden verzonden (uplink) en ontvangen (downlink).
- **Toegang tot een satelliet:** Dit kan via netwerken die satellietcommunicatie beheren.
- **Gegevensverkeerbeheer:** Een systeem, zoals een Network Operations Center (NOC), organiseert het verzenden en ontvangen van gegevens.
- **Gebruikersinterface:** Hiermee kunnen gebruikers instellen welke gegevens worden verzonden of opgevraagd.

Door sensoren en satellietcommunicatie te combineren, kunnen we nauwkeurige gegevens verzamelen en direct analyseren. Dit biedt nieuwe mogelijkheden voor onderzoek en technologie in onbereikbare of gevaarlijke omgevingen.

2: Opdracht en opdrachtgever

2.1: De opdracht

Wij hebben de opdracht gekregen om een voertuig te maken die moeilijk bereikbare plekken kan onderzoeken. Dit is een opdracht met veel eisen, ook het zou ook een mogelijkheid kunnen zijn om een groot aantal kennis op te doen. Het doel van deze opdracht is dus om onderzoek te kunnen doen op plekken die moeilijk bereikbaar of gevaarlijk zijn voor de mens. Omdat wij met deze opdracht bewust zijn voor de dieren in Tsjernobyl willen creëren hebben wij onze visie op het milieu gefocust met het doel om meer informatie te verzamelen over het effect van de radiatie op dieren in Tsjernobyl.

2.2: De opdrachtgever

Deze opdrachtgever hebben wij van de Vakkanjers in samenwerking met de ASE (Association of Space Explorers). Deze opdracht is bedoeld om door middel van gebruik van satellietcommunicatie te maken namelijk onderzoek doen op het huidige behoud van de aarde.

3: Doelstelling en probleemstelling

Sinds de kernramp op 26 april 1998 weten wij als de mens lang niet alles over wat voor invloed de radiatie heeft gehad op dieren. Onze kennis hierover is klein en een voertuig dat op deze plekken kan onderzoeken biedt zoveel mogelijkheden aan om onze kennis uit te breiden en zo misschien iets te leren over hoe wij deze dieren kunnen helpen. Ook is het interessant gezien sommige dieren niet dood zijn gegaan, maar een genetische mutatie hebben gehad wat kan leiden tot dingen die zeer onnatuurlijk lijken. Denk bijvoorbeeld aan verkleinde insecten, albinisme, mutaties in geslachtscellen, en kanker. Dit zijn allemaal gevolgen van gemuteerde cellen in de lichamen van de dieren door het Tsjernobyl incident. Het probleem wat wij hierbij willen oplossen is dat wij de mutaties op macro niveau meer kunnen onderzoeken om zo onze kennis over deze dieren uit te breiden.

4: Literatie

De ramp in Tsjernobyl in 1986 is de omgeving blijvend veranderd. De mensen waren vertrokken maar de dieren bleven achter in de radioactief landschap. Ons onderzoek richt zich op de impact van straling op de dieren en hun aanpassingen in de Exclusion Zone. Veel dieren stierven direct na de ramp door het effect van de straling, terwijl de overlevenden kampten met genetische mutaties en verminderde voortplanting. Toch keerden sommige soorten terug en pasten zich aan. De Exclusion Zone biedt een uniek inzicht in hoe dieren evolueren onder extreme omstandigheden. We verwachten zowel schadelijke effecten als verrassende aanpassingen, zoals mutaties in bepaalde soorten dieren. Dit onderzoek helpt te begrijpen hoe ecosystemen omgaan met extreme invloeden.

5: Programma van Eisen

5.1: Eisen van de opdrachtgever

Dit zijn de eisen van onze opdrachtgever. Hierin laten we zien wat de opdrachtgever als eisen heeft opgegeven en wat hij van ons verwacht.

5.1.1: Functies

- Het onderzoeksvoertuig doet gericht onderzoek op aarde, op een plek waar mensen niet kunnen komen en/of het beter kunnen dan de mens. Hiervoor heeft het alle functies die nodig zijn.

Ons onderzoek vindt zich plaats in Tsjernobyl, dat is een radioactief gebied en dus is dat minder toegankelijk gebied voor mensen.

- Het onderzoeksvoertuig moet taken uit kunnen voeren die bij de situatie passen. Dat is minstens observeren en communiceren.

Het voertuig kan met de AI-camera waarnemen wat de schade is op dieren die veroorzaakt is door de nucleaire radiatie. Het onderzoeksvoertuig gaat gebruik maken met satelliet communicatie om en stuurt de gemaakte foto's door naar een satelliet die de satelliet daar verwerkt

- Jullie mogen zelf kiezen naar welke situatie jullie onderzoek doen.

Wij hebben zelf de keuze gemaakt om onderzoek te doen over de nucleaire schade op dieren in Tsjernobyl.

- Het soort voertuig en de wijze van verplaatsing en onderzoek past bij jullie gekozen situatie op aarde.

Om door het bos te manoeuvreren gebruiken wij een drone.

- Het onderzoeksvoertuig moet bestand zijn tegen de gekozen omgeving, zoals wisselende temperaturen, water, stof, stormen etc.

Het voertuig kan tegen de radioactieve omstandigheden.

5.1.2: Onderzoeken

- Jullie doen onderzoek naar jullie gekozen situatie, hoe de ruimtevaart en satellieten daar een rol in kunnen spelen en hoe je dat kunt gebruiken voor jullie onderzoeksvoertuig.

Wij sturen de foto's van de beschadigde dieren direct naar een satelliet waarna ze verder behandeld kunnen worden.

- Jullie bedenken verschillende oplossingen voor de functies, materialen, technieken en vormgeving van jullie onderzoeksvoertuig.

Wij hebben gebruik gemaakt van een Raspberry Pi Zero 2 W omdat dat ons de mogelijkheid geeft AI toe te passen in onze camera. <https://www.youtube.com/watch?v=8esvgmUNUps&t=2s> deze video bewijst dat de Raspberry Pi genoeg rekenkracht heeft voor een geprogrammeerde AI.

5.1.3: Ontwerpen

- We raden jullie aan om schetsen en eenvoudige proefmodellen te maken om jullie ideeën te testen. In het ontwerp gebruiken jullie minimaal één sensor, de keuze hierin is vrij.

Als sensor gebruiken wij de camera met AI en een geigerteller.

- In het ontwerp gebruiken jullie minimaal twee verschillende materialen.

Plastic als lichaam/ structuur van de drone en koper voor elektriciteit geleiding in de Raspberry Pi

5.1.4: Maken

- In de constructie gebruiken jullie minimaal twee verschillende verbindingen.

Wij hebben meerdere verbindingen gebruikt voor onze drone waaronder: schroeven aan de drone, en het plakken van sommige onderdelen op onze drone.

- In de constructie gebruiken jullie minimaal twee verschillende technieken.

Wij hebben 2 technieken gebruikt voor onze drone en dat zijn 3D printen en het helemaal open schroeven van de drone om hem te repareren.

- Constructie en installaties vormen één geheel en worden bij het ontwerpen met elkaar geïntegreerd.

Onze constructie en installaties zijn half verbonden met elkaar, onze constructies zijn uiteindelijk half aan de drone verbonden alleen helaas omdat de school niet voldeed aan onze eisen is het ons helaas niet gelukt binnenstijds het prototype werkend te krijgen.

- Van de constructie van het ontwerp maak je een technische werktekening met bemating. Dit mag met behulp van een tekenprogramma worden gedaan. De overige onderdelen mogen in een schets.

Wij hebben een 3d tekening en een schets van de drone en de camera gemaakt. Helaas geen geigerteller want die was te zwaar voor onze drone.

- De constructie van het prototype komt overeen met de zelfgemaakte technische werktekening.

Onze constructie van het prototype komt overeen met de werktekening. Aan de werktekening kun je gelijk zien dat het ongeveer hetzelfde is als de drone.

- Minimaal twee onderdelen van het prototype moet werken. Het is natuurlijk fantastisch als (bijna) alles werkt, maar dit is niet verplicht.

De drone vliegt en wij hebben een werkende camera op de drone (niet geprogrammeerd omdat, wij de nodige onderdelen niet op tijd geleverd kregen)

- Je maakt het prototype op ware grootte. Is dit te groot om in een auto mee te nemen naar de regiofinale, dan maak je hem kleiner op schaal.

Wij hebben het prototype even groot als dat het onderzoeksvoertuig zou vliegen in Tsjernobyl

- Zorg dat het ontwerp en het prototype draagbaar en vervoerbaar is. Ook voor de regiofinale, want je moet deze zelf meenemen.

Ons prototype is makkelijk uit elkaar te halen, past in zijn eigen etui en is ongeveer 20x20cm

- De constructie van het prototype is van metaal (eventueel in samenwerking met een bedrijf). Voor o.a. de richting BWI mag dit van hout, maar jullie mogen jezelf natuurlijk uitdagen!

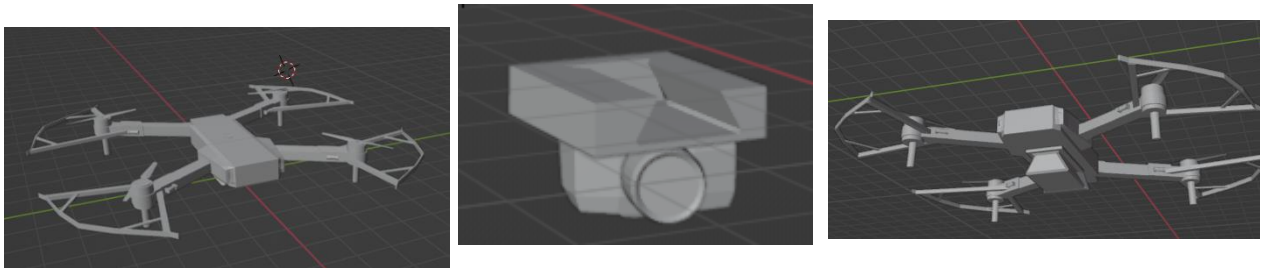
Aangezien wij een drone hebben als onderzoek voertuig mag deze niet te zwaar zijn. Vandaar dat onze drone niet van metaal is. Wij hebben wel een klein stukje metaal in de raspberry pi zero 2 W.

- Het werkende prototype mag van 'gewone' materialen gemaakt zijn. Met beeld en toelichting geef je aan waar jullie uiteindelijke onderzoek voertuig van wordt gemaakt.

Wij hebben duidelijk uitleg gegeven hoe ons prototype in elkaar zit en hebben toelichting gegeven waar ons voertuig van wordt gemaakt

- Ga vooral samenwerken met lokale bedrijven voor bijvoorbeeld het gebruik van en leren over materialen of technieken. Let op: Jullie maken het prototype zelf!

Wij hebben zelf ons eigen prototype gemaakt en hebben veel hulp van de TOA en docent kunnen krijgen



5.1.5: Presenteren

- Jullie kunnen bij je prototype uitleggen waarom jullie voor deze situatie hebben gekozen en hoe het onderzoek voertuig werkt.

Wij moeten nog presenteren

5.1.6: Duurzaam:

- Het onderzoek moet helpen de situatie op aarde te verbeteren in het kader van duurzaamheid. Het onderzoek voertuig moet op verschillende locaties makkelijk ingezet kunnen worden, dus maak het zo licht en klein mogelijk.

Het voertuig is licht omdat het voornamelijk uit plastic bestaat, dat is ook nodig om onze drone te laten vliegen

- Probeer jullie ontwerp zo duurzaam mogelijk te maken. Denk hierbij aan materiaalkeuze, fabricage, hergebruik, recycling of kom met veel originelere oplossingen.

Wij hergebruiken een drone die anders niet werd aangeraakt, een nieuwe drone kopen leek ons zonden van het milieu. Ook maken wij gebruik van betavoltaïsche cellen om de radiatie om te zetten in bruikbare energie, dit zorgt ervoor dat wij als het waren de ontplofte kerncentrales recyclen.

5.2: Eisen van de school

Dit is wat de school van ons verwacht, en hoe de school wil dat wij het prototype maken.

- Budget: €50,

Wij hebben ons aan het budget gehouden

- Volg de eisen van Vakkanjers

Wij hebben ons aan de eisen gehouden

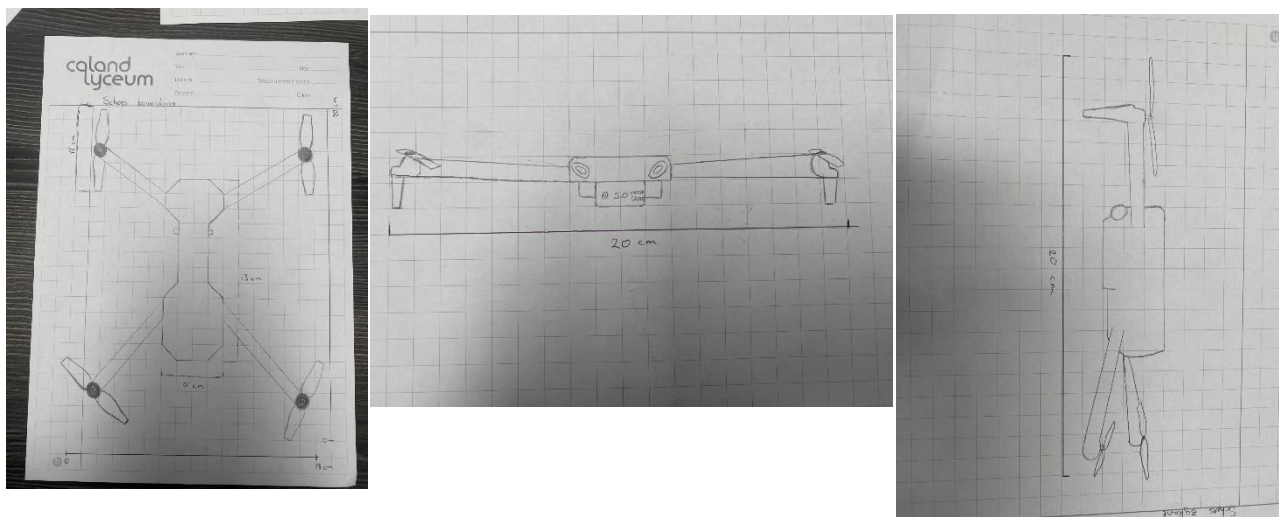
- Niet groter dan A3

6: Ideeën

Wij hebben allerlei verschillende ideeën gehad voor dit project. Ons eerste idee was om te gaan onderzoeken op de noordpool. dit moest natuurlijk gebeuren met een onderzoek voertuig. Wij dachten er toen simpel weg aan om gewoon een auto te maken om te gaan onderzoeken op de noordpool. later in het project hebben wij onze plannen gewijzigd. Wij hebben toen besloten om te gaan onderzoeken in Tsjernobyl omdat, wij origineel wouden zijn en wij vele andere ideeën hoorde op de Noordpool. Daarmee hebben wij ook onze voertuig gewijzigd omdat wij wat specialer nodig hadden om door een dicht begroeit bos te manoeuvreren. Zo hebben wij toen uiteindelijk gekozen om een drone te gaan maken. Wij hebben toen nagedacht over wat wij allemaal kunnen maken om onze drone te verbeteren. Zo dachten wij bijvoorbeeld aan een nieuwe camera, een gps, satellietcommunicatie, sensoren en nog meer. Tot zover onze ideeën.

7: Concept

Ons uiteindelijke idee is geworden om een drone met een radiatiemeter en een camera te maken die zo de schade op gemuteerde dieren in Tsjernobyl te meten. Wij hebben gekeken naar wat de beste opties zijn, en door samen de ideeën te bespreken en de docent voor advies te vragen hebben wij uiteindelijk dus voor dit idee gekozen. Hier zijn de schetsen van de drone die wij zullen gebruiken:



9: PVA

Het Plan van Aanpak beschrijft het ontwerp en de ontwikkeling van een duurzame drone die nucleaire schade aan dieren onderzoekt in Tsjernobyl. Uitgevoerd voor Vakkanjers. Het team ontwerpt een drone om onderzoek te doen in Tsjernobyl, een gebied dat door nucleaire straling onleefbaar is voor mensen. De drone zal met behulp van een camera en kunstmatige intelligentie (AI) schade aan dieren onderzoeken, zoals mutaties veroorzaakt door straling.

De drone is uitgerust met een Raspberry Pi Camera Module en gebruikt betavoltaïsche cellen als energiebron, waarmee radioactieve straling wordt omgezet in energie, op deze manier proberen wij de kerncentrales te hergebruiken. Het prototype wordt ontworpen met duurzaamheid in gedachten en voldoet aan strikte eisen. Het eindresultaat zal bestaan uit een werkend prototype, een presentatie en een eindrapport, die in februari 2025 worden ingediend.

Het project combineert onderzoek, techniek en innovatie, met als doel bewustzijn te creëren over de impact van straling op dieren.

[O&O PVA Tsjernobyl.docx](#)

8: Uitwerking

Voor het onderzoeken van nucleaire straling en de invloed hiervan op dieren hebben we een speciale drone ontworpen. Deze drone kan zowel stralingen meten als dieren observeren in gevaarlijke gebieden waar mensen niet kunnen of mogen komen.

De belangrijkste functie van onze drone is de stralingssensor die precies meet hoeveel straling er in een gebied is. Deze sensor zit goed beschermd zodat de drone zelf niet wordt aangetast door de stralingen. Wij kunnen de gegevens van de drone direct zien.

Daarnaast heeft de drone een camerasysteem om de dieren in het gebied te kunnen onderzoeken. Deze camera is speciaal geprogrammeerd alleen om foto's te maken van de dieren waarin nucleaire schaden herkent word. Op deze manier kunnen we zien hoe de dieren zich gedragen in het gebied en of ze gemuteerd zijn door de straling.

Om uiteindelijk deze camera te laten werken moesten wij gaan programmeren om de camera te kunnen installeren en hem werkend te laten maken. Zie hieronder hoe dat eruit zag:



9: Conclusie

Door onze speciaal ontworpen drone bieden we een veilige en efficiënte oplossing voor het onderzoeken van nucleaire straling en de effecten hiervan op dieren en hun omgeving.

Dankzij de combinatie van nauwkeurige stralingssensoren en een AI-camerasysteem maakt de drone mogelijk om gegevens te verzamelen in gebieden die normaal onbereikbaar of te gevaarlijk zijn voor mensen.

Deze innovatieve aanpak geeft waardevolle inzichten in zowel de verspreiding van straling als de impact ervan op lokale ecosystemen. Bovendien zorgt het gebruik van de drone voor een minimale risico-inzet, terwijl het wetenschappelijk onderzoek naar de gevolgen van nucleaire rampen aanzienlijk wordt verbeterd. Onze oplossing vormt een belangrijke stap richting veiliger en beter onderbouwd onderzoek in gevaarlijke omgevingen.

10: Discussie

Doordat wij als team goed samen hebben gewerkt om de benodigde keuzes te maken zoals waar we deze opdracht uit willen voeren en met welke middelen wij dat precies gaat doen, zijn we best ver gekomen in deze opdracht. Desondanks dat wij alle ons best gedaan is het niet gelukt de camera af te krijgen, daar gelden meerdere redenen voor. De redenen van het niet afkrijgen van het prototype zijn, toen wij een aanvraag deden voor de Rasp Berry Pi Zero 2 W duurde het een grote tijd tot wij eindelijk beschikking kregen tot de raspberry Pi, elke les kwamen wij er achter dat wij een onderdeel misten, dit leidde er toe dat wij nog maar 1 week hadden om te programmeren. Toen wij eindelijk aan het programmeren konden beginnen kwamen wij tot schrik er achter dat de Raspberry Pi uitermate langzaam functioneert en kosten het bijvoorbeeld alleen al om google op te starten 2 uur. Wij hadden toen het idee de code over te typen vanuit onze laptop maar dat werkte ook niet omdat wij 1 minuut moesten wachten per karakter die wij intypten. Omdat wij geen gebruik kunnen maken van de AI camera hebben wij voor een geigerteller gekozen als sensor.

11: Bronnen

Vooronderzoek:

[Google](#)

<https://en.m.wikipedia.org/wiki/Sensor>

https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/outreach/funfacts/txt_basic_s/

<https://www.esa.int/>

<https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>

Opdracht en opdrachtgever:

<https://vakkanjers.nl/>

Doelstelling en probleemstelling:

<https://www.nemokennislink.nl/publicaties/radioactiviteit-in-het-ecosysteem/>

coderen:

<https://www.raspberrypi.org/>

<https://raspberrypi.stackexchange.com/>

<https://www.youtube.com/>

<https://www.instructables.com/>

Chernobyl van HBO, de film

Midnight in Chernobyl van Adam Higginbotham, het boek