

Luchtkwaliteit in Nederland meten met behulp van een CanSat

Plan van Aanpak



September 2022, Amsterdam

Pepijn van Wees, Silvan van Kampen, Axel Koning, Raphaël Lubbers, Stefan Mos en Rens Verhaar

6V Technasium



Informatie

Auteurs

Axel Koning (17 jaar), klas 6V1
Pepijn van Wees (17 jaar), klas 6V2, leider
Raphaël Lubbers (17 jaar), klas 6V1
Rens Verhaar (17 jaar), klas 6V3, waarnemend leider
Silvan van Kampen (16 jaar), klas 6V2
Stefan Mos (16 jaar), klas 6V2

Groepswebsite

Onze [groepswebsite](#)

Relevante contactgegevens

G. van Soelen, Docent O&O
gvansoelen@calandlyceum.nl

J. Appelman, Docent Informatica
jappelman@calandlyceum.nl

Prof. dr. ir. Guus Velders, Expert luchtkwaliteit
guus.velders@rivm.nl

ESERO NL, Organisator CanSat-wedstrijd
info@esero.nl

NEMO Science Museum
Postbus 421
1000 AK Amsterdam
Nederland

De opdrachtgever

De opdrachtgever voor dit project is ESERO (European Space Education Resource Office). ESERO is een initiatief van de NSO (Netherlands Space Office), ESA (European Space Association), en NEMO. ESERO NL organiseert de CanSat-wedstrijd.

Data

Dit project loopt van 1 september 2022 tot 1 maart 2023. Het Plan van Aanpak is af op 14 oktober 2022 en de eindpresentatie is op 8 maart 2023.

Voorwoord

Wij zijn Axel koning, Raphaël Lubbers, Rens Verhaar (waarnemend teamleider), Pepijn van Wees (teamleider), Silvan van kampen, Stefan Mos. Wij zitten in het eindexamenjaar (6VWO) en buigen ons de komende periode over de Meesterproef van het Technasium en profielwerkstuk. Tijdens onze afgelopen 5 leerjaren hebben wij tijdens projecten en opdrachten allemaal handige vaardigheden ontwikkeld zoals goed samenwerken, doelgericht werken en planningen maken. Wij willen graag meedoen aan deze competitie omdat we allemaal geïnteresseerd zijn in het onderwerp en we er meer van willen leren.

Als team nemen wij deel aan de CanSat-competitie. Tijdens dit project ontwerpen en bouwen wij een meetstation ter grootte van een simpel cola-blikje. De competitie wordt georganiseerd door ESERO, een initiatief van de NSO, ESA en NEMO.

Onze dank gaat uit naar onze docenten, G. Van Soelen en J. Appelman, voor het begeleiden en ondersteunen van dit project. Ook willen wij onze expert luchtkwaliteit, Prof. dr. ir. Guus Velders, bedanken voor zijn samenwerking met ons voor dit project. Als team hebben wij erg veel zin in de competitie en we gaan alles op alles zetten om zo ver mogelijk te komen. We weten zeker dat dat door goed samen te werken ook gaat lukken!

Samenvatting

In dit Plan van Aanpak staat alle informatie over de manier waarop we als team het CanSat project willen volbrengen. CanSat is een competitie georganiseerd door ESERO, waarin onze groep een meetstation moet ontwerpen dat verschillende data-vergarende taken moet uitvoeren. In dit project zijn een aantal stappen die moeten worden volbracht om deze tot een goed uiteinde te brengen. Elk van deze stappen is onderverdeeld in deliverables en is ingedeeld in de planning om de tijdsgrenzen van dit project te bewaken. De deliverables zijn onder te verdelen in twee groepen: het vooronderzoek en het ontwerpen van de CanSat. Het vooronderzoek bestaat voornamelijk uit literatuuronderzoek en oriëntatie op het gebied van sensoren en andere hardware. Ook doen we in ons PWS een dieper onderzoek naar luchtkwaliteit en dit onderzoek zullen we ook gebruiken voor onze meesterproef. Voor het ontwerpen van de CanSat zijn er verschillende criteria waaraan deze moet voldoen. Deze eisen zijn opgenomen in het Programma van Eisen (PvE). Dit PvE bevat de uitgangspunten waarmee de CanSat zal worden ontworpen. Tot slot bevat de PvA ook de algemene aanpak die zal worden gebruikt om dit project te voltooien. Hieronder vallen bijvoorbeeld de planning, taakverdeling en algemene informatie over de opdracht.

Inhoudsopgave

Informatie	1
Auteurs	1
Groepswebsite	1
Relevante contactgegevens	1
De opdrachtgever	1
Data	1
Voorwoord	2
Samenvatting	3
Inhoudsopgave	4
1. Inleiding	5
§1.1 Onderwerp	5
§1.2 Opdrachtgever	5
§1.3 Opdracht	5
2. Programma van Eisen	6
3. Deliverables	8
§3.0.1 Logboek	8
§3.0.2 Groepswebsite	8
§3.0.3 Planning	8
§3.1 Vooronderzoek (Profielwerkstuk)	8
§3.2 Onderzoeksopzet	9
§3.3 Ideeëngeneratie	9
§3.4 Concepten	9
§3.5 Conceptkeuze	9
§3.6 Uitwerking concept	10
§3.7 Afronding opdracht	10
4. Theoretisch kader	11
§4.1 Wat is een CanSat?	11
§4.2 Luchtkwaliteit	11
§4.3 Lancering en testen CanSat	12
5. Proces en Afronding	13
6. Literatuurlijst	14
7. Bijlagen	15
§7.1 Planning en logboek	15
§7.2 AQI-Index	19
§7.3 Team CalSat proposal	20
§7.4 Belangrijke links/ documenten	24

1. Inleiding

Tijdens dit project doen wij als team mee met de CanSat-competitie. Bij deze competitie bouwen wij een meetstation in de vorm van een CanSat ten grootte van een cola blikje. We krijgen een CanSat-starter pack opgestuurd waarmee wij onze CanSat kunnen ontwerpen en bouwen. Als team zijn wij erg enthousiast over de uitdaging. Veel van de teamleden zijn erg gepassioneerd over programmeren en ontwerpen en kunnen niet wachten om aan het project te beginnen.

§1.1 Onderwerp

De luchtkwaliteit in de wereld wordt steeds slechter. De slechte luchtkwaliteit is voornamelijk een gevolg van de grote hoeveelheid fijnstof, stikstofoxiden en ozon in de lucht. Het grootste deel van deze stoffen is afkomstig van het verkeer en van huishoudens. De slechte kwaliteit van de lucht is een groot probleem voor de gezondheid van de mens. Door deze slechte luchtkwaliteit sterven er niet alleen meer mensen, maar ook dieren en planten krijgen te maken met nadelige gevolgen, waardoor de directe leefomgeving van de mens ook geraakt wordt. (MilieuCentraal, z.d.)

§1.2 Opdrachtgever

Onze opdrachtgever voor dit project is ESERO. Dit is een samenwerkingsverband van de ESA, het Ministerie van Defensie, de Netherlands Space Office (NSO) en NEMO Science Museum. ESERO werkt elke dag aan het beter mogelijk maken voor leerlingen uit primair en voortgezet onderwijs om kennis te maken met de wereld van ruimtevaart. Dit doen ze onder andere door gastlessen te organiseren waarin leerlingen van groep 1 tot de eindexamenklassen op een leuke manier meer krijgen te weten over ruimtevaart en astronomie. Ook organiseren ze landelijke wedstrijden voor leerlingen om mee te doen waarbij ze hun kennis over ruimtevaart en astronomie kunnen gebruiken en stimuleren.

§1.3 Opdracht

De opdracht voor de CanSat-wedstrijd is het ontwerpen van een meetstation ten grootte van een colablikje, die op een hoogte van 1000 meter data kan verzamelen en terugsturen. Deze data kan vervolgens worden geanalyseerd en worden gebruikt om een rapport te schrijven. De teams bouwen en bedenken hun eigen meetstation en testen deze op de testdag. Deze opdracht wordt uitgevoerd in teams van 4 tot 6 personen (in ons geval 6). Er doen maximaal 40 teams mee aan de wedstrijd, na 3 maart 2023 is die hoeveelheid afgenomen tot 10 teams. De top 10 teams mogen hun CanSat laten lanceren door een raket. De raket gaat tot een hoogte van 1.000 meter en vervolgens wordt de CanSat losgekoppeld. De CanSat meet dan met behulp van verschillende sensoren een aantal factoren. Onze CanSat zal de luchtkwaliteit proberen te meten door middel van gas sensoren die de hoeveelheid schadelijke stoffen bepalen. Meer informatie over het meten van de luchtkwaliteit staat in het theoretisch kader later in het PVA.

2. Programma van Eisen

De CanSat die wordt ontworpen in dit project moet van de opdrachtgever aan verschillende eisen voldoen. De eisen worden voornamelijk bepaald door de omstandigheden waarin de CanSat gelanceerd zal worden. Deze wordt namelijk door middel van een raket tot een hoogte van ongeveer één kilometer gelanceerd. In deze raket is maar een beperkte hoeveelheid ruimte. (ESERO c. 2022)

Door de opdrachtgever zijn de volgende eisen opgesteld:

- **Grootte en gewicht**
 - Alle onderdelen van de CanSat moeten in een cilinder met hoogte van 115 mm en een diameter van 66 mm passen. Een uitzondering hierop zijn de parachute en antennes. Hiervoor is een extra 45mm aan hoogte in de verticale dimensie aanwezig.
 - De onderdelen van de CanSat, inclusief antennes en parachute, mogen zich niet buiten de diameter van de CanSat bevinden voordat de CanSat de zich buiten de raket bevindt.
 - De massa van de CanSat moet minder dan 350g zijn en meer dan 300 gram. Als het gewicht van de CanSat minder dan 300g is, moet hierbij extra gewicht toegevoegd worden tot de 300 gram behaald is.
- **Parachute en Landing**
 - De parachute die in de CanSat aanwezig is moet een minimale kracht van 200N kunnen weerstaan.
 - De CanSat moet versnellingen tot 20G kunnen weerstaan.
 - De CanSat moet binnen 't Harde landen.
 - De gebruikte parachute moet aan de CanSat ingeklapt blijven, tot het moment dat deze wordt gebruikt. Dit moet verzorgd zijn op het gebied van hardware en software.
 - De CanSat moet een systeem hebben om veilig te kunnen landen (bijvoorbeeld een parachute)
- **Stroomvoorziening**
 - De CanSat moet van stroom worden voorzien door batterijen of zonnepanelen. Deze moeten de CanSat voor vier uur van stroom kunnen voorzien, zonder leeg te raken.
 - De batterij in de CanSat moet makkelijk toegankelijk zijn in het geval dat deze moet worden opgeladen of vervangen.
 - De CanSat moet een makkelijk toegankelijke master power switch hebben. Deze master power switch moet de hele CanSat van stroom voorzien of geen stroom aan de CanSat te leveren.
- **Traceerbaarheid**
 - De CanSat moet een traceersysteem hebben, waardoor deze terug te vinden is.
- **Financieel**
 - Het budget van de CanSat mag niet de limiet van €500,- overschrijden. De Starterkit van de CanSat neemt al €100,- in van dit budget, maar hoeven we niet zelf te betalen.
 - Onderdelen die niet door het team betaald zijn, door middel van bijvoorbeeld sponsoren, moeten in het budget opgenomen worden. (Esero, c. 2022)

Door ons zijn de volgende eisen opgesteld:

- **Eigen eisen**

- De CanSat moet een manier hebben om de kwaliteit van de lucht te meten. Dit kan onder andere behaald worden door sensoren voor verschillende schadelijke stoffen te installeren. Voorbeelden van dit soort sensoren zijn: een CO₂-sensor, een CO-sensor en een ozon-sensor. Hierbij kan een sensor gebruikt worden die meerdere van deze stoffen meet, waardoor ruimte en kosten bespaard worden.
- De CanSat moet andere hardware hebben waarmee het data kan verzamelen die wij kunnen vergelijken. Ideeën hiervoor zijn: een camera, een accelerometer en een drukmeter.
- De Cansat moet worden uitgerust met een GPS-tracker, waardoor hij makkelijk terug is te vinden na een lancering/ dropping.
- De CanSat moet na lancering/ dropping herbruikbaar zijn voor een nieuwe lancering/ dropping.

3. Deliverables

Om dit project goed uit te kunnen voeren, gebruiken wij Deliverables. Deze deliverables zijn hieronder beschreven. Door deliverables te hebben kunnen wij taken beter verdelen, is de communicatie duidelijker en is het makkelijker om dit project te plannen.

§3.0.1 Logboek

Tijdens dit project houden wij een logboek bij. In dit logboek staat wie wanneer waaraan heeft gewerkt. Hierdoor kunnen wij terugkijken op het project en zien wanneer er aanpassingen zijn gedaan aan verschillende onderdelen.

§3.0.2 Groepswebsite

Voor dit project maken wij ook een groepswebsite. Op deze site is de voortgang van het project te zien en kunnen mensen deliverables bekijken die tijdens dit project gemaakt zijn.

§3.0.3 Planning

Hier maken wij een duidelijke planning waarin staat wie op welk moment aan welke deliverable werkt. Er worden ook dagen zonder les, deadlines en dagen waarop we voor de opdrachtgever iets moeten doen meegenomen in de planning. Het plan van aanpak wordt opgeleverd op 14 oktober 2022. Het eindverslag wordt opgeleverd op 1 maart 2023.

Deliverable	Verantwoordelijke	Streef Deadline
Planning	Pepijn	11 oktober 2022
1: vooronderzoek	Stefan	11 november 2022
2: Ideegeneratie	Pepijn	25 november 2022
3: Concepten	Rens	6 december 2022
4: Conceptkeuze	Rens	7 december
5: Uitwerking concept	Stefan	31 januari 2023
6: Afronding opdracht	Pepijn	1 maart 2023

§3.1 Vooronderzoek (Profielwerkstuk)

In het vooronderzoek gaan we één hoofdvraag, door middel van een aantal deelvragen, proberen te beantwoorden, die te maken hebben met ons onderwerp. We gaan dit doen door ons te verdiepen in het onderwerp door middel van bronnen en kennis die we al deels hebben, of van bronnen krijgen, praktisch toe te passen.

§3.2 Onderzoeksopzet

In ons vooronderzoek gaan wij onderzoeken hoe wij een meetstation kunnen maken wat verschillende taken op grote hoogte kan gaan uitvoeren. Hierbij is het belangrijk om de volgende deelvragen te beantwoorden:

- Wat is een CanSat?
- Wat is luchtkwaliteit en hoe wordt dit gemeten?
- Welke sensoren zijn mogelijk in de CanSat?
- Hoe zorgen we ervoor dat we de CanSat kunnen hergebruiken na een lancering?
- Welke materialen zijn te gebruiken voor de CanSat en wat kunnen we doen met de verkregen data van de CanSat?

Daarnaast gaan we onderzoeken hoe we een goed functionerende CanSat kunnen bouwen die een val van 1 km hoogte kan doorstaan met behulp van een zelfgemaakte parachute. De deelvragen hierbij belangrijk zijn om te antwoorden:

- Hoe maak je een goede parachute voor een val van 1 km die in een blikje past?
- Hoe zorgen we ervoor dat we de CanSat na lancering/ dropping weer snel terug kunnen vinden?
- Hoe zorgen we ervoor dat we de data van de CanSat kunnen gebruiken om te vergelijken met andere bronnen?
- Hoe zorgen we ervoor dat de CanSat niet te zwaar en niet te licht is voor de wedstrijd?
- Hoe zorgen we ervoor dat de parachute na het lanceren uitklapt?

Naast het vooronderzoek maken wij ook nog een PWS (ProfielWerkStuk), waarin wij onderzoek doen naar de luchtkwaliteit. Dit onderzoek zullen wij ook gebruiken voor onze meesterproef.

§3.3 Ideeëngeneratie

Bij de ideeëngeneratie bedenken we ideeën voor de CanSat. Dit is de brainstorm-fase. Hier gaan we onder andere uitzoeken welke sensoren we allemaal willen gebruiken en hoe we de parachute willen ontwerpen. We gaan waarschijnlijk heel veel dingen bedenken en dan gaan we bij de volgende stap bepalen welke ideeën we echt gaan gebruiken.

§3.4 Concepten

We gaan na de ideeëngeneratie de ideeën verder uitwerken tot concepten. Hierbij kijken we naar factoren zoals: haalbaarheid, kosten, ruimte van apparatuur in CanSat en de tijd die het kost om het succesvol te gebruiken. De meeste ideeën die we hebben zullen dan al afvallen, omdat een van de factoren ervoor zorgt dat het niet gunstig is om dit idee verder uit te werken.

§3.5 Conceptkeuze

Nadat we onze concepten hebben bedacht en uitgewerkt moeten we één van die concepten kiezen om verder uit te werken/denken. Dit doen we door per concept de voor- en nadelen

uit te zoeken en op te schrijven. Vervolgens kiezen we op basis daarvan met welk concept we door willen. Ook kan het zijn dat we meerdere concepten samenvoegen om zo het beste van beide concepten te combineren tot één concept en zo de zwakke punten uit te sluiten.

§3.6 Uitwerking concept

In deze fase gaan we het concept wat we hebben gekozen bij de conceptkeuze verder uitwerken. We beginnen met het verbeteren van onze eerste ontwerpen en vervolgens deze ontwerpen om te zetten naar een eerste prototype. Vervolgens zullen we dit prototype testen en op basis van deze testen zullen we nieuwe en verbeterde versie van onze CanSat maken.

§3.7 Afronding opdracht

Als afronding van onze opdracht schrijven we een eindrapport waarin we beschrijven wat we dit project onderzocht, ontworpen en uitgevoerd hebben. Ook zullen we aan het eind van het project onze eigen ontworpen CanSat lanceren op de officiële lanceerdag.

4. Theoretisch kader

§4.1 Wat is een CanSat?

Satellieten worden veel gebruikt in de huidige samenleving, vaak hebben de satellieten die gelanceerd worden een bepaalde missie en een bepaald doel. Bijvoorbeeld de aeolus missie, die als doel heeft om windgebieden wereldwijd bij te houden. Een ander voorbeeld is de ALTIUS-missie, die bijhoudt hoeveel ozon de ESA (European Space Agency, z.d.), uitstoot.

ESA, ESERO, NSO en NEMO willen leerlingen van scholen enthousiast maken voor ruimtevaart. Daarom hebben zij een wedstrijd bedacht: de CanSat-wedstrijd. Het doel van deze wedstrijd is om een klein meetstation (de afmetingen van een 'can', 115 mm in hoogte en 66 mm in diameter) te maken die meerdere taken kan uitvoeren zoals het meten van temperatuur, het bijhouden van GPS-locatie of het bepalen van de luchtkwaliteit. Het is de bedoeling dat de CanSat data kan versturen (via bijvoorbeeld radiosignalen), dat hij uit zichzelf kan landen en dit meerdere keren kan uitvoeren zonder kapot te gaan..

Een CanSat heeft dus de vorm van een frisdrankblikje, of "can", en mag van elk materiaal gemaakt worden zolang het totale gewicht van het meetstation maar tussen de 300 en 350 gram ligt en de gebruikte materialen niet schadelijk zijn voor mens en milieu.

Kortom: CanSats zijn simulaties van satellieten die bedacht zijn om leerlingen van scholen actief mee te laten denken over het maken en ontwerpen van een satelliet. Deze satellieten mogen niet groter zijn dan een frisdrankblikje en die verschillende taken kan uitvoeren. (ESA, z.d.)

§4.2 Luchtkwaliteit

Over de hele wereld worden heel erg veel gassen uitgestoten die schadelijk zijn voor mens en milieu, zoals: fijnstof, stikstofoxiden en ozon. Deze gassen worden voornamelijk door bedrijven uitgestoten door bijvoorbeeld verbranding van fossiele brandstoffen.

Luchtvervuiling is schadelijk voor ieder organisme en is een groot probleem. Voornamelijk ouderen, kinderen en mensen die last hebben van verschillende longaandoeningen zoals astma of COPD kunnen erg veel last hebben van vervuilde lucht. Schadelijke stoffen kunnen verschillende problemen veroorzaken, zoals een droge keel en kortademigheid. Dit kan ook leiden tot permanente beschadigingen aan de longen of zelfs tot vroegtijdig overlijden. (Milieu Centraal, z.d.)

Om de luchtvervuiling te meten is er een formule bedacht: de AQI (Air Quality Index). Dit is een index die gaat van 0-500 en aangeeft hoe erg de lucht vervuild is door een bepaalde stof. de verdeling van deze index is onderverdeeld in 6 schalen van luchtvervuiling, zie bijlage 2. (SciJinks, z.d.)

Er zijn verschillende soorten sensoren die stoffen in de lucht kunnen meten, onder andere de MICS-2714 en de MICS-5524. Er zitten in alle sensoren die er zijn veel verschillen, sommigen geven de hoeveelheid aan van een bepaalde stof, maar er zijn ook sensoren die al gelijk de AQI berekenen van een bepaalde plek.

§4.3 Lancering en testen CanSat

De CanSat wedstrijd heeft ook een officiële testdag en een lanceerdag. Verder hebben wij zelf ook nog de mogelijkheid om de CanSat te testen door hem bijvoorbeeld op grote hoogte te brengen en te laten vallen.

Bij de officiële testdag, op het militaire terrein 't Harde, wordt de CanSat op een hoogte gebracht van 50 meter met een drone. Vervolgens wordt de CanSat los gekoppeld en zal hij data gaan verzamelen, deze dag is voornamelijk om te testen of alles in de cansat werkt zoals het hoort. Als de cansat goed functioneert mag je daarna door naar de lanceerdag.

Op de lanceerdag wordt de CanSat in een raket geladen en wordt deze met behulp van de raket naar een hoogte van 1000m gebracht, waarna deze wordt losgekoppeld en zelfstandig terugkeert naar de grond, ook dit gebeurt op het militaire terrein 't Harde. Dan moet het, net als bij de testdag, data verzamelen, maar dan wordt de nadruk gelegd op de data die verzameld is en de conclusies die hieruit getrokken kunnen worden.

Ook kunnen wij zelf onze CanSat testen door een deel echte lanceringen te simuleren, onder andere door hem van een grote hoogte te laten vallen. Hierdoor kunnen wij extra data verzamelen over de werking van de CanSat en daarmee de CanSat verbeteren. (ESERO c. 2022)

Wij hebben dus verschillende manieren om de CanSat te testen/lanceren:

- Officiële testdag
- Officiële lanceerdag
- Zelf de CanSat testen

5. Proces en Afronding

Tijdens dit project nemen wij zoals eerder verteld deel aan een competitie. Bij deze competitie is er een Go/No go-moment, namelijk na de testdag: wij moeten een final design inleveren en de jury bepaalt dan of wij wel of niet door mogen naar de echte lanceerdag. We zijn als team van plan om verschillende feedbackmomenten in te plannen met onze begeleiders en expert om te controleren of we goed op weg zijn met het project. Ook de wedstrijdleiding zal ons voorzien van feedback op ons project.

De deadlines:

- **13 januari:** Deadline voor het eerste progress report. Dit is ongeveer een eindrapport waarin staat of wij op schema lopen en hoe het proces gaat. Ook staat hierin wat we precies hebben gedaan aan ons project.
- **1 of 2 Februari:** De eerste testdag van onze cansat. Dit is dus ook het moment waarop de cansat helemaal af moet zijn. Na deze dag hebben we nog twee weken om de cansat te verbeteren.
- **17 Februari:** De final design deadline. Dit houdt in dat de satelliet helemaal af moet zijn. Dit zal moeten worden aangeleverd met een begeleidend rapport en met daarin alle aanpassingen aan de CanSat.
- **3 Maart:** De bekendmaking van de top-10 teams die hun CanSat mogen lanceren. Voor de teams die doorgaan is er op 16 maart een launch event.
- **8 Maart:** De eindpresentatie van ons O&O-project. Hier moeten we ons algehele project presenteren aan onze begeleiders.
- **16 Maart:** Het CanSat-launch Event. Hierbij wordt de CanSat tot 1.000 meter hoogte gebracht, en verzamelt vervolgens de data, die we ontvangen op de grond.

6. Literatuurlijst

Esero. (c. 2022). CanSat Competition Guidelines 2022-2023 [Internet]. In *Dutch CanSat competition 22-23* (22ste–23ste editie).

https://e01bcc0b8bce475c872e77ccce39cbe1.objectstore.eu/esero_nl/production/uploads/pdf/file/267/aedd7951-4cfb-4c19-bb31-02c24cf83b82_1630417634.pdf

How Is Air Quality Measured? z.d.. NOAA SciJinks – All About Weather.

Geraadpleegd op 11 oktober 2022, van <https://scijinks.gov/air-quality/>

MICS-2714. z.d.. Geraadpleegd op 11 oktober 2022, van

<https://nl.farnell.com/amphenol-sgx-sensortech/mics-2714/robust-mems-gas-sensor-h2-no2/dp/3550712>

Milieu Centraal. z.d.. *Luchtvervuiling: tips tegen fijnstof*. Geraadpleegd op 11 oktober 2022, van

<https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/milieuproblemen/luchtvervuiling-en-fijnstof/>

Our Missions. z.d.. Geraadpleegd op 11 oktober 2022, van

https://www.esa.int/ESA/Our_Missions

What is a CanSat? z.d.. Geraadpleegd op 11 oktober 2022, van

https://www.esa.int/Education/CanSat/What_is_a_CanSat

7. Bijlagen

§7.1 Planning en logboek

Algemene planning

Datum	Algemene Planning
10-10	PVA + Proposal
11-10	PVA + Proposal
12-10	PVA + Proposal
13-10	PVA + Proposal
14-10	PVA en Proposal afmaken en inleveren
19-10	PWS Starten
26-10	PWS Vervolg
2-11	PWS Vervolg
9-11	1e versie PWS Af
16-11	
23-11	PWS controleren
30-11	PWS controleren en inleveren
7-12	Cansat ontwerpen
14-12	Cansat ontwerpen
21-12	Cansat bouwen
28-12	Begin progress report
4-1	Progress report
11-1	Progress report
18-1	Eindrapport
25-1	Eindrapport
1-2	
8-2	Testen en verder bouwen Cansat
15-2	Testen en verder bouwen Cansat
22-2	Testen en verder bouwen Cansat
1-3	Testen en verder bouwen Cansat

Volledige planning

Datum	Pepijn (Leider)	Rens (WL)	Stefan
10-10	Proposal (Tools and support)	Proposal (Outreach)	Proposal (Secondary mission)
11-10	pva (Deliverables)	pva (voorwoord en samenvatting)	pva (inleiding)
12-10	pva (controleren en verbeteren)	pva (Proces en Afronding)	pva (controleren en verbeteren)
13-10	proposal (controleren)	proposal (controleren)	proposal (controleren)
14-10	pws (voorberijding)	pws (voorberijding)	pws (voorberijding)
19-10	Vakantie	Vakantie	Vakantie
26-10	pws (air brakes)	pws (Inleiding)	pws (Wat is een CanSat)
2-11	pws (recovery system)	pws (Wat is luchtkwaliteit)	pws (Luchtkwaliteit meten)
9-11	pws (layout fixen)	pws (Materialen onderzoek)	pws (Conclusie)
16-11	Toetsweek	Toetsweek	Toetsweek
23-11	pws (controleren en verbeteren)	pws (controleren en verbeteren)	pws (controleren en verbeteren)
30-11	eerste versie concepten	groepswebsite + Outreach	eerste versie concepten
7-12	concepten af + conceptkeuze	concepten af + conceptkeuze	concepten af + conceptkeuze
14-12	bespreking aanpak + begin cansat	bespreking aanpak + begin cansat	bespreking aanpak + begin cansat
21-12	progress report schrijven	progress report schrijven	progress report schrijven
28-12	Kerstvakantie	Kerstvakantie	Kerstvakantie
4-1	Kerstvakantie	Kerstvakantie	Kerstvakantie
11-1	cansat (design) versie 1 af	outreach	cansat (design) versie 1 af
18-1	begin eindrapport	begin eindrapport	begin eindrapport
25-1	werken aan eindrapport	werken aan eindrapport	werken aan eindrapport
1-2	Toetsweek 2	Toetsweek 2	Toetsweek 2
8-2	eerste versie eindrapport af	eerste versie eindrapport af	eerste versie eindrapport af
15-2	cansat (design) af	outreach	cansat (design) af
22-2	cansat (design) laatste verbeteringen	eindrapport (feedback verwerken)	eindrapport (feedback verwerken)
1-3	eindrapport af	eindrapport af	eindrapport af

Datum	Silvan	Axel	Raphaël
10-10	Proposal (Finance)	Proposal (Planning)	Proposal (Secondary mission)
11-10	pva (Theoretisch Kader)	pva (Deliverables)	pva (Programma van Eisen)
12-10	pva (Theoretisch Kader)	pva (controleren en verbeteren)	pva (Programma van Eisen)
13-10	proposal (controleren)	proposal (controleren)	proposal (controleren)
14-10	pws (voorberijding)	pws (voorbereing)	pws (voorberijding)
19-10	Vakantie	Vakantie	Vakantie
26-10	pws (druk)	pws (accelerometer)	pws (luchtkwaliteit sensoren)
2-11	pws (temperatuur)	pws (camera)	pws (berekeningen)
9-11	pws (radio)	pws (gps)	pws (layout fixen)
16-11	Toetsweek	Toetsweek	Toetsweek
23-11	pws (controleren en verbeteren)	pws (controleren en verbeteren)	pws (controleren en verbeteren)
30-11	eerste versie concepten	eerste versie concepten	eerste versie concepten
7-12	concepten af + conceptkeuze	concepten af + conceptkeuze	concepten af + conceptkeuze
14-12	bespreking aanpak + begin cansat	bespreking aanpak + begin cansat	bespreking aanpak + begin cansat
21-12	progress report schrijven	progress report schrijven	progress report schrijven
28-12	Kerstvakantie	Kerstvakantie	Kerstvakantie
4-1	Kerstvakantie	Kerstvakantie	Kerstvakantie
11-1	cansat (hardware) eerste versie	cansat (hard/software) eerste versie	cansat (software) eerste versie
18-1	begin eindrapport	begin eindrapport	begin eindrapport
25-1	werken aan eindrapport	werken aan eindrapport	werken aan eindrapport
1-2	Toetsweek 2	Toetsweek 2	Toetsweek 2
8-2	eerste versie eindrapport af	eerste versie eindrapport af	eerste versie eindrapport af
15-2	cansat (hardware) af	cansat (hard/software) af	cansat (software) af
22-2	eindrapport (feedback verwerken)	cansat (hardware) laatste verbeteringen	cansat (software) laatste verbeteringen
1-3	eindrapport af	eindrapport af	eindrapport af

Logboek tot en met 14 oktober 2022

persoon	datum	begintijd	eindtijd	PWS/MP	Uren	Wat gedaan?
Rens	1-9-2022	9:00	14:00	PWS	5	
Pepijn	1-9-2022	9:00	14:00	PWS	5	
Stefan	1-9-2022	9:00	14:00	PWS	5	Brainstormen onderwerp PWS/MP
Axel	1-9-2022	9:00	14:00	PWS	5	onderwerpen bedenken pws
Silvan	1-9-2022	9:00	14:00	PWS	5	Startformulier ingevuld
Raphael	1-9-2022	9:00	14:00	PWS	5	Oriëntatie onderwerpen
					0	
Rens	2-9-2022	19:00	21:30	PWS	2,5	
Pepijn	2-9-2022	10:00	12:30	PWS	2,5	
Stefan	2-9-2022	10:00	12:30	PWS	2,5	Brainstormen onderwerp PWS/MP
Axel	2-9-2022	10:00	12:30	PWS	2,5	startformulier ingevuld + presentatie onderwerp
Silvan	2-9-2022	10:00	12:30	PWS	2,5	Startformulier ingevuld + gepresenteerd
Raphael	2-9-2022	10:00	12:30	PWS	2,5	Startformulier ingevuld + onderwerp presentatie
					0	
Rens	7-9-2022	13:30	16:05	MP	2,583333333	
Pepijn	7-9-2022	13:30	16:05	MP	2,583333333	
Stefan	7-9-2022	13:30	16:05	MP	2,583333333	Begin O&O project
Rens	7-9-2022	17:30	23:30	MP	6	Mailen opdrachtgever
					0	
Rens	21-9-2022	13:30	16:05	MP	2,583333333	
Pepijn	21-9-2022	13:30	16:05	MP	2,583333333	
stefan	21-9-2022	13:30	16:05	MP	2,583333333	O&O opdrachtgevers mailen/ zoeken
stefan	21-9-2022	20:00	21:30	MP	1,5	Opdrachtgevers zoeken om te mailen
					0	
Rens	28-9-2022	13:30	16:05	MP	2,583333333	
Pepijn	28-9-2022	13:30	16:05	MP	2,583333333	
Stefan	28-9-2022	13:30	16:05	MP	2,583333333	Bespreken verschillende opdrachtgevers en verder zoeken/ mailen. Ook beginnen met PVA layout
					0	
Rens	5-10-2022	13:30	16:05	MP	2,583333333	
Pepijn	5-10-2022	13:30	16:05	MP	2,583333333	
Stefan	5-10-2022	13:30	16:05	MP	2,583333333	Proposal bespreken
Axel	5-10-2022	13:30	16:05	PWS	2,583333333	Onderzoek doen naar mogelijke secundaire missies
Silvan	5-10-2022	13:30	16:05	PWS	2,583333333	Brainstormen over secundaire missie
Raphael	5-10-2022	13:30	16:05	PWS	2,583333333	Oriëntatie opdracht en lezen reglement en schrijven proposal.
					0	
Stefan	9-10-2022	19:30	23:30	MP	4	Brainstormen secundaire missie en proposal schrijven
Raphael	9-10-2022	19:30	22:30	PWS	3	Brainstormen en opstellen secundaire missie
Pepijn	9-10-2022	21:00	22:30	MP	1,5	Brainstormen secundaire missie
					0	
Rens	10-10-2022	10:00	15:00	MP	5	PVA
Pepijn	10-10-2022	10:00	15:00	MP	5	PVA
Stefan	10-10-2022	10:00	16:30	PWS	6,5	Bronnen en literatuuronderzoek
Axel	10-10-2022	10:00	15:00	PWS	5	PVA + werken aan proposal en onderzoek doen naar wedstrijd
Silvan	10-10-2022	10:00	15:00	PWS	5	PVA - Theoretisch kader gemaakt
Raphael	10-10-2022	10:00	15:00	PWS	5	PVA - PVE opgesteld
Stefan	10-10-2022	20:00	22:30	MP	2,5	Experts vinden

Rens	12-10-2022	10:00	14:30	PWS	4,5	
Pepijn	12-10-2022	10:00	14:30	PWS	4,5	
Stefan	12-10-2022	10:00	12:30	MP	2,5	
Axel	12-10-2022	10:00	15:00	PWS	5	Werken aan PvA en proposal
Silvan	12-10-2022	10:00	15:00	PWS	5	PVA nagelezen en bewerkt, PWS verdeeld
Raphael	12-10-2022	10:00	14:30	PWS	4,5	indeling PWS voltooid, bronnenonderzoek gedaan
Stefan	12-10-2022	15:00	15:45	PWS	0,75	Artikelen PWS bestudeert
Stefan	12-10-2022	23:00	0:00	MP	1	Mogelijke experts mailen
Stefan	13-10-2022	9:30	10:45	PWS	1,25	Artikelen literatuur bestuderen voor PWS onderzoek
Stefan	13-10-2022	14:30	18:00	MP	3,5	PvA doorlezen
Silvan	13-10-2022	10:00	15:00	PWS	5	
Stefan	13-10-2022	18:30	19:15	MP	0,75	PvA doorlezen en verbeterpunten zoeken
Stefan	13-10-2022	20:15	21:30	MP	1,25	Experts mailen
Stefan	13-10-2022	21:30	22:45	MP	1,25	Proposal puntjes op de i zetten
Axel	13-10-2022	19:15	22:20	PWS	3,083333333	Proposal puntjes op de i zetten, consent forms fixen
Silvan	13-10-2022	20:30	22:20	PWS	1,833333333	Proposal puntjes op de i zetten
Rens	13-10-2022	21:00	22:20	PWS	1,333333333	Proposal puntjes op de i zetten
Stefan	13-10-2022	16:00	17:00	MP	1	bespreking over het PVA
Pepijn	13-10-2022	16:00	17:00	MP	1	bespreking over het PVA
pepijn	13-10-2022	22:00	23:30	MP	1.5	alles mailen naar de competitie
Stefan	14-10-2022	8:45	9:30	MP	0,75	Experts mailen
Rens	14-10-2022	10:30	11:30	MP	1	
Rens	14-10-2022	12:30	13:00	MP	0,5	
Stefan	14-10-2022	10:00	15:00	MP	5	PvA doorlezen en verbeteren
Axel	14-10-2022	10:00	15:00	PWS	5	Werken aan het PvA
Silvan	14-10-2022	10:00	14:00	PWS	4	PVA punntjes op i gezet
Stefan	14-10-2022	17:30	18:30	MP	1	PvA verbeteren
Stefan	14-10-2022	19:15	19:45	MP	0,5	Expert luchtkwaliteit gevonden!
Stefan	14-10-2022	19:45	23:00	MP	3,25	PvA puntjes op de i
Raphael	14-10-2022	20:40	22:30	PWS	1,833333333	PvA verbeteren
Axel	14-10-2022	19:45	23:00	PWS	3,25	PvA puntjes op de i
Pepijn	14-10-2022	21:00	23:00	MP	2	PvA Puntjes op de i
Pepijn	14-10-2022	23:00	23:59:00	MP	0,983333333	laatste check + inleveren

Totale tijd per persoon

	tijd PWS	tijd MP	tijd MP + PWS
Axel	36,41666667	0	36,41666667
Pepijn	12	25,81666667	37,81666667
Raphael	29,41666667	0	29,41666667
Rens	13,33333333	27,83333333	41,16666667
Silvan	35,91666667	0	35,91666667
Stefan	18	43,08333333	61,08333333
Totaal	145,0833333	96,73333333	241,8166667

§7.2 AQI-Index

Air Quality Index Levels of Health Concern	Numerical Value	Meaning
Good	0 to 50	Air quality is considered satisfactory, and air pollution poses little or no risk.
Moderate	51 to 100	Air quality is acceptable; however, for some pollutants there may be a moderate health concern for a very small number of people who are unusually sensitive to air pollution.
Unhealthy for Sensitive Groups	101 to 150	Members of sensitive groups may experience health effects. The general public is not likely to be affected.
Unhealthy	151 to 200	Everyone may begin to experience health effects; members of sensitive groups may experience more serious health effects.
Very Unhealthy	201 to 300	Health alert: everyone may experience more serious health effects.
Hazardous	301 to 500	Health warnings of emergency conditions. The entire population is more likely to be affected.

§7.3 Team CalSat proposal



Team members

Pepijn van Wees

Rens Verhaar

Axel Koning

Raphaël Lubbers

Silvan van Kampen

Stefan Mos

Mission overview

Secondary mission

Our secondary mission for the CanSat is to measure the difference in air quality between a densely populated location in the middle of Amsterdam and a less dense place, like the launch site of the CanSat rockets. The decrease of air quality is a big problem in the Netherlands and the modern world. World wide, bad air quality is responsible for every 1 in 8 deaths and we feel like there is not enough attention and research dedicated to solving this problem. With our mission, we hope to raise awareness for this problem, especially for people who live in big cities like Amsterdam.

Scientific and/or technical objectives

We are going to measure the difference in air quality by measuring the level of different gasses in the air. The main gasses we are planning on measuring are CO₂, particulate matter and NO₂. We are measuring these gasses because they have a high influence on the air quality. The gasses will be measured through the use of different sensors connected to the computer board in the CanSat. After collecting the data from the sensors at both places, it will be used to make graphs and illustrations which will help with comparing the air quality of the two places.

Outreach program

For the Cansat competition, we plan to successfully tackle the outreach program as a team. We will do this through social media, advertising at our school, sending topics and findings to local newspapers and doing surveys among the public. Our target group with this project are the people who are interested in climate change and want to do something to change the situation as it is right now. We also want to focus on the younger generation, because they are the future generation who will decide about the climate, years from now. By targeting these groups, we hope to make them realize the problem of air quality and its consequences for the climate. We want to reach these people by forwarding our findings and plans to various newspapers and social media channels that match our topic. When we are satisfied with the end result of the competition we would like to use this for our individual portfolio. In our individual portfolios, each team member keeps track of his progress so that he can look back on this while discussing the process.

Project management

Team

We are a team consisting of six members and each of these members has their own skills, all these personal skills are described below.

Pepijn van Wees (Leader of the group/Designer)

As the team leader of this group, I'm responsible for coordinating everything that happens in the group, but that doesn't mean that I'm going to do nothing for the rest of the project. In addition to being the team leader, I'm also the designer of the team. I'm good with various 3D software and I know how to use the 3D-printer and the laser cutter to realize my designs. I also have experience with programming in different coding languages.

Rens Verhaar (Co-Leader/ Outreach/ Researcher)

Dear reader, I'm Rens Verhaar and in this team it is my job to make sure that communication, outreach and PR are as good as possible. During this project I participate fanatically in the brainstorming, because I think in a different way than many team members who are much more technical. I am also a co-team leader and I have to make sure that everything is double checked before certain assignments have to be handed in.

Axel Koning (Hardware/ Software Engineer)

I have experience with both hardware and software, and my job is to make sure the hardware and the software work well together. I can write software or install hardware, I have experience with both of them and I am confident that we will succeed.

Raphaël Lubbers (Software Engineer/ Data Analyst)

I am the software engineer and data analyst of the team. I have chosen to fulfill this task because I have an interest in both statistics and programming and especially in the overlap between these fields. I have experience with multiple programming languages, so I think I will be able to complete any software related task in this project.

Silvan van Kampen (Hardware Engineer/ Researcher)

As the hardware engineers of this team Axel and I are going to link all the hardware together which either goes in the CanSat, to accomplish the primary and secondary mission, or stays on the ground, to communicate all acquired data back to the team.

Stefan Mos (Data Analyst/ Researcher/ Design)

I have a lot of experience in a lot of different skills, but mainly I'm good at researching, analyzing data and designing. I have been doing projects in which I either research, design, analyze data or a combination of the above for over 5 years and I've gotten very handy with it. I know my way around building something with my hands using a drill, a laser cutter, a 3D-printer or just simply a hammer and some nails. Besides that I am very creative, energetic and have a positive attitude towards everything.

Tools and support

Here at our school "Calandlyceum" we have a workspace where we have access to almost every tool you could imagine such as drills, saws and soldering machines. We also have access to a 3D-printer and a laser cutter. In terms of support we have access to several teachers who could help us in many different areas such as the computer science teachers for programming support, the physics teacher for help with the physics side and the R&D teacher (who is also the teacher registered as team leader) who can help us realize the CanSat and write reports.

Planning

For the CanSat competition, we as a team use the time we have for our profile paper and master's thesis. This means that we have an average of 120 hours per person for the CanSat competition, a large part of which falls within the technasium class hours. We have 3 hours a week with the entire team, and beyond that we can also use the facilities of the technasium room. Some of us have overlapping free periods and we can also use those to work on the project.

- Each team member works on the project approximately 6 hours a week.
- The team consists of 6 team members.

We are planning on researching about building a CanSat in the early stages of our project. After we have researched everything about the CanSat we are going to design it with the use of a 3D-model and sketches. When we know exactly how we are going to build it and which materials we are going to use, we are going to gather all the materials needed and start constructing the CanSat. During the building process, we are going to test the different parts of the CanSat and once we have made sure everything works fine, we are going to test the whole CanSat. During this we will make sure to track our progress for our Progress Report.

Finance

In order to build a CanSat we are going to make quite a few expenses, for example all the hardware inside the CanSat and all hardware inside the CanSat. In order to fund this project we have two major ways:

1. Our school will finance the usual expenses during our project, for example:
 - a. The transport to the launch sites
 - b. The testing of the CanSat
 - c. The use of 3D-printers and laser cutters
2. For all of the hardware which aren't included in the finances of our school the robotics division in our school will cover the costs, for example:
 - a. Any hardware needed to carry out our secondary mission
 - b. Any extra hardware needed for the CanSat

Because of the financial backup of our school and the robotics division we are confident that the financial part of this project will not be a big hurdle for our group to successfully finish our CanSat project.

As a team we are really looking forward to this project, and we hope that we can participate in this competition!

§7.4 Belangrijke links/ documenten

CanSat-wedstrijd:

<https://esero.nl/projecten/cansat-competitie/>

De competition guidelines voor de CanSat wedstrijd:

https://e01bcc0b8bce475c872e77ccce39cbe1.objectstore.eu/esero_nl/production/uploads/pdf/file/267/aedd7951-4cfb-4c19-bb31-02c24cf83b82_1630417634.pdf