|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Plan van Aanpak  **Datalogger voor het valideren van tijdwaarneming verkeersregelinstallatie** |  | |
|  | | | **Student : Maarten van Riel**  **Versie : 0.1**  **Datum : 30 januari 2025** |  |



****

Eenheid Zeeland – West Brabant

Dienst Regionale Recherche

Afdeling Specialistische Ondersteuning

Team Forensische Opsporing

Postbus 8050

5004 GB Tilburg

Tel. +31 88 9635060

## Algemeen

## Opdrachtgever en betrokkenen

Opdrachtgever : Nationale Politie

Contactpersoon : Mark Bos, ([Mark.Bos@politie.nl](mailto:Mark.Bos@politie.nl))

Bezoekadres : Nieuwe Uitleg 1

Postcode / Plaats : 2514 AR Den Haag

Telefoon : 0343 578844

Opdrachtnemer : Politie Zeeland West Brabant

Contactpersoon : Maarten van Riel ([Maarten.van.Riel@politie.nl](mailto:Maarten.van.Riel@politie.nl))

Bezoekadres : Ringbaan West 232

Postcode / Plaats : 5038 KE Tilburg

Telefoon : 088-9635060

Docentbegeleider : Hogeschool Arnhem & Nijmegen (HAN)

Contact persoon : Peter Bijl ([Peter.Bijl@han.nl](mailto:Peter.Bijl@han.nl))

Bezoekadres : Ruitenberglaan 29

Postcode : 6826 CC, Arnhem (Engineering)

Telefoon : 06 55208764

## Mutatieoverzicht

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Datum | Versie | Auteur | Mutaties |
| 30 januari 2025 | 0.1 | M. van Riel | Eerste versie |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Tabel 1: Mutatieoverzicht.

**Inhoud**

[Algemeen 2](#_Toc189592997)

[Opdrachtgever en betrokkenen 2](#_Toc189592998)

[Mutatieoverzicht 2](#_Toc189592999)

[1 Inleiding 5](#_Toc189593000)

[1.1 Beknopte beschrijving 5](#_Toc189593001)

[1.2 Aanleiding 5](#_Toc189593002)

[1.3 Doel document 5](#_Toc189593003)

[2 Probleemanalyse en opdrachtomschrijving 6](#_Toc189593004)

[2.1 Probleemstelling 6](#_Toc189593005)

[2.2 Doelstelling 7](#_Toc189593006)

[2.3 Eindresultaat 7](#_Toc189593007)

[3 Projectactiviteiten en Fasering 8](#_Toc189593008)

[3.1 Overzicht Activiteiten 8](#_Toc189593009)

[4 Kwaliteitswaarborging en Methodologie 9](#_Toc189593010)

[4.1 Kwaliteitseisen 9](#_Toc189593011)

[4.2 Werkwijze en Methodes 10](#_Toc189593012)

[4.3 Risicomanagement 10](#_Toc189593013)

[5 Projectgrenzen 11](#_Toc189593014)

[5.1 Binnen Scope 11](#_Toc189593015)

[5.2 Buiten Scope 11](#_Toc189593016)

[6 Organisatie en Communicatie 11](#_Toc189593017)

[6.1 Stakeholderanalyse 11](#_Toc189593018)

[6.2 Communicatieplan 11](#_Toc189593019)

[6.3 Rollen en Verantwoordelijkheden 11](#_Toc189593020)

[7 Planning 11](#_Toc189593021)

[7.1 Tijdsplanning en Mijlpalen 11](#_Toc189593022)

[7.2 Risicoanalyse en Contingency Planning 11](#_Toc189593023)

[3.2 Fasering en Tijdsindeling 11](#_Toc189593024)

[3.3 Deliverables 11](#_Toc189593025)

[8 Competenties en Activiteiten 11](#_Toc189593026)

[8.1 SMART Competentiedoelen 11](#_Toc189593027)

[8.2 Verbinding met de Opleiding 11](#_Toc189593028)

[8.3 Activiteiten en Reflectie 12](#_Toc189593029)

[9 Conclusie en Succescriteria 12](#_Toc189593030)

[9.1 Samenvatting 12](#_Toc189593031)

[9.2 Succescriteria 12](#_Toc189593032)

[10 Bijlagen 12](#_Toc189593033)

[10.1 Documenthistorie / Mutatieoverzicht 12](#_Toc189593034)

[10.2 Relevante Documenten en Referenties 12](#_Toc189593035)

[Planning 14](#_Toc189593036)

[Tijdsplanning en Planning van Deliverables 14](#_Toc189593037)

[Tijdschema 15](#_Toc189593038)

[Competenties en activiteiten 15](#_Toc189593039)

[Conclusie 17](#_Toc189593040)

[Bijlage: Goedkeuring en Handtekeningen 17](#_Toc189593041)

# Inleiding

## Beknopte beschrijving

Dit plan van aanpak (PvA) beschrijft de aanpak voor het afstudeerproject waarin een embedded apparaat wordt ontworpen en ontwikkeld. Het doel is om een technisch probleem te analyseren, een oplossing te ontwerpen en deze te implementeren. Dit omvat zowel de hardware- als softwareontwikkeling van een datalogger die gebruikt wordt voor forensisch onderzoek naar verkeersongevallen. Het PvA dient als leidraad voor het project en wordt gebruikt om de voortgang te monitoren en afwijkingen te onderbouwen.

## Aanleiding

Bij ernstige verkeersongevallen onderzoekt het team Forensische Opsporing de toedracht. Op kruispunten met een verkeersregelinstallatie (VRI) slaat de VRI-computer relevante data op. Wanneer een voertuig het kruispunt nadert, registreert een detectielus verstoringen in het magnetische veld, die worden gelogd. Deze data kan inzicht geven in snelheid en roodlichtnegatie.

Een belangrijk aspect hierbij is de tijdwaarneming: voor een nauwkeurige snelheidsberekening moet de tijdstempel van de VRI betrouwbaar zijn. De politie gebruikt een datalogger om de tijdwaarneming van de VRI-computer te valideren.

De huidige datalogger voldoet echter niet meer aan de eisen. De tekortkomingen liggen onder andere op het gebied van verouderde hard- en software en het mist enkele functionaliteiten. Daarom krijg ik de mogelijkheid om een nieuw en verbeterd model te ontwikkelen, met een focus op betrouwbaarheid, gebruiksgemak en toekomstbestendigheid.

## Doel document

Dit plan van aanpak dient als leidraad voor de afstudeerperiode en beschrijft de opdracht, methoden en verwachte resultaten. Daarnaast fungeert het als toetsingskader om de voortgang en kwaliteit van het project te bewaken en als communicatiemiddel tussen de betrokken partijen, zoals de opdrachtgever, de begeleider en andere stakeholders.

# Probleemanalyse en opdrachtomschrijving

## Probleemstelling

De politie maakt gebruik van verschillende meetinstrumenten. Binnen de nationale politie zijn er 11 teams Forensische Opsporing, waarvoor meetapparatuur bij voorkeur centraal wordt ingekocht. Dit gebeurt meestal via een landelijke aanbesteding, waarbij alle teams inspraak hebben in de functionaliteiten. Omdat de politie vaak specifieke metingen uitvoert, worden er compromissen gesloten om een apparaat te kiezen dat zo breed mogelijk inzetbaar is. Maatwerk wordt zelden overwogen vanwege de hoge kosten en lange levertermijnen.

Meetapparaten gaan gemiddeld tien jaar mee, inclusief onderhoudscontract. Momenteel zijn er verschillende meetinstrumenten in omloop, waaronder een datalogger die wordt gebruikt voor validatieonderzoek bij verkeersregelinstallaties (zie afbeelding 1). Dit apparaat is echter uitgefaseerd; het onderhoudscontract is verlopen en reparaties zijn niet meer mogelijk, want reserveonderdelen zijn nauwelijks verkrijgbaar. De software van de datalogger is niet compatible met de huidige versie van Windows. Hierdoor ontstaat de noodzaak voor een vervangend meetinstrument.

Afbeelding met elektronica, kabel, Elektrische bedrading, boren

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding 1: De huidige datalogger voor de VRI.

## Doelstelling

Het doel van dit project is het ontwikkelen van een functionerende prototype-datalogger die tijdens rijproeven nauwkeurig de tijdwaarneming kan vastleggen. Dit apparaat moet de huidige, verouderde datalogger vervangen en specifiek worden ingezet voor de validatie van verkeersregelinstallaties (VRI).

Omdat de afstudeerperiode beperkt is, richt het project zich op het ontwerpen en implementeren van één werkend prototype met een functionele module voor VRI-validatie. De focus ligt op:

* Ontwikkeling van een embedded hardware-oplossing met de juiste aansluitingen en interfaces.
* Implementatie van software/firmware voor het vastleggen en verwerken van meetdata.
* Betrouwbare tijdwaarneming en synchronisatie voor forensisch gebruik.
* Modulariteit, zodat toekomstige functionaliteiten eenvoudig kunnen worden toegevoegd.

Het eindproduct van dit project is een werkend prototype dat voldoet aan de functionele eisen voor VRI-validatie. Volledige implementatie en integratie in politieprocessen vallen buiten de scope.

## Eindresultaat

Het eindresultaat van dit project is een functionerende datalogger die tijdens referentieritten betrouwbare meetgegevens registreert en opslaat. De datalogger wordt gebruikt in een referentievoertuig voor de validatie van detectielussen. Aan de buitenzijde van het voertuig wordt een optische sensor toegepast om referentiepunten te detecteren. Met het referentievoertuig worden meerdere referentieritten gereden, met verschillende snelheden. Na afloop worden de tijdwaarnemingen van de datalogger en de computer van de datalogger met elkaar vergeleken om de nauwkeurigheid vast te stellen. De datalogger zal een handzaam formaat krijgen.

De datalogger zal de volgende functionaliteiten bevatten:

* Detectie van referentiepunten met behulp van een optisch meetsysteem;
* Tijdwaarneming met hoge precisie (1000 Hz) voor nauwkeurige positiebepaling;
* Opslag van meetgegevens voor latere analyse en validatie;
* Een gebruikersinterface waarmee instellingen kunnen worden aangepast en meetgegevens kunnen worden gecontroleerd;
* Robuuste en modulaire architectuur, zodat de datalogger eenvoudig kan worden uitgebreid met extra functionaliteiten.

Afbeelding met voertuig, Landvoertuig, buitenshuis, wiel

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding 2: Referentievoertuig tijdens positioneren lusdetectie.

Om te valideren of de ontwikkelde datalogger correct functioneert, zal een testsysteem worden opgezet waarmee meetresultaten geverifieerd kunnen worden. Dit testsysteem valt binnen de scope van dit project. Dit project richt zich uitsluitend op de ontwikkeling en initiële testfase van de datalogger. Volledige implementatie en integratie in het politieproces vallen buiten de projectomvang.

# Projectactiviteiten en Fasering

Dit project bestaat uit verschillende stappen die ik ga nemen om het project en de afstudeeropdracht te kunnen voltooien. Door mij zijn in dit hoofdstuk een overzicht van de stappen weergegeven en hoe deze in de tijd worden gepland.

3.1 Overzicht Activiteiten

**Oriëntatie & Analyse**

* Probleemanalyse.
* Wat is de huidige vorm van valideren?
* Gebruikerseisen en randvoorwaarden specificeren.
* Projectplanning.
* Plan van aanpak;

**Onderzoek**

*Hoofdonderzoeksvraag*:

Welke hard- en software is het meest efficiënt en effectief voor een datalogger, die nauwkeurig de tijdwaarneming kan vergelijken na een inkomend signaal?

*Subvragen*:

* Welke hardwarecomponenten zijn geschikt voor het detecteren en verwerken van een inkomend signaal met een hoge nauwkeurigheid?
* Welke software-architectuur zorgt voor een efficiënte verwerking en opslag van tijdstempels?
* Wat zijn de prestatie-eisen voor een nauwkeurige tijdsvergelijking?
* Welke opslag- en verwerkingsmogelijkheden zijn nodig voor langdurige logging?
* Hoe kan de datalogger worden getest en gevalideerd op nauwkeurigheid?

**Ontwerp (functioneel en technisch)**

* Systeemarchitectuur en interface.
* Gedetailleerd ontwerp van componenten.

**Realisatie (prototypeontwikkeling)**

* Code schrijven en prototype bouwen.

**Documentatie en Oplevering**

* Unit testen.
* Integratietesten.
* Systeemtesten.
* Acceptatietesten.
* Systeemvalidatie door het NMI of NFI.
* Oplevering eindproduct.
* Documenteren.

# Kwaliteitswaarborging en Methodologie

Om de kwaliteit van het eindproduct en de uitvoering van het project te borgen, zijn door er kwaliteitseisen, werkwijze en methodes en vastgesteld in dit hoofdstuk.

4.1 Kwaliteitseisen

Het eindproduct moet voldoen aan de volgende kwaliteitseisen:

1. **Bedieningsgemak & gebruiksvriendelijkheid**

* De interface moet intuïtief en eenvoudig te bedienen zijn.
* Installatie en configuratie moeten duidelijk en zonder specialistische kennis mogelijk zijn.
* Knoppen en menu’s moeten logisch en toegankelijk zijn.

1. **Betrouwbaarheid & robuustheid**

* Storingen moeten eenvoudig op te lossen zijn, bijvoorbeeld door een foutdiagnosesysteem of logging.
* Het systeem moet langdurig kunnen werken zonder handmatige herstarten of resets.
* Hardware en behuizing moeten bestand zijn tegen trillingen en temperatuurschommelingen.

1. **Nauwkeurigheid & prestaties**

* De klok moet een **frequentie van 1000 Hz** (1 ms nauwkeurigheid) halen.
* Latency van signaaldetectie moet minimaal zijn.
* Synchronisatie tussen verschillende componenten moet binnen een **acceptabele foutmarge** blijven (bijv. max. afwijking ± 1 ms).

1. **Opslag & data-integriteit**

* Gegevens moeten **consistent en foutloos** worden weggeschreven naar een **USB-stick of SD-kaart**.
* Bestandsgrootte en opslagformaat moeten geoptimaliseerd zijn voor snelle uitlezing en verwerking.
* Data mag niet verloren gaan bij een stroomstoring of herstart.

1. **Sensorvalidatie & foutpreventie**

* Valse detecties van de **laserafstandssensor** moeten worden **geminimaliseerd** door filtering of signaalverwerking.
* Sensor moet kalibreerbaar zijn voor verschillende omstandigheden.
* Omgevingsfactoren (lichtinval, stof, obstakels) mogen de werking niet beïnvloeden.

4.2 Werkwijze en Methodes

**Ontwerpmethodologie**

* Gevolgd wordt het **V-model aanpak**: eerst specificeren, ontwerpen, testen en daarna valideren.
* Componenten worden **modulair** ontworpen zodat aanpassingen per onderdeel mogelijk zijn.
* Documentatie van de software en hardware zodat latere uitbreidingen mogelijk zijn.

**Testmethoden**

* **Unit testing**: Elk hardware- en softwarecomponent wordt afzonderlijk getest.
* **Integratietesting**: De samenwerking tussen componenten wordt getest om communicatieproblemen te detecteren.
* **Systeemtesten**: De volledige datalogger wordt getest met real-world inputs.
* **Validatietesten**: De metingen worden vergeleken met een referentieklok om nauwkeurigheid te verifiëren.

**Reviewprocessen & feedback**

* Wekelijkse evaluaties met praktijkbegeleider.
* Maandelijkse review met externe stakeholders.
* Feedback wordt verwerkt via een **versiebeheersysteem**.

**Versiebeheer**

* Gebruik van GitHub.

4.3 Risicomanagement

| **Risico** | **Impact** | **Kans** | **Maatregelen** |
| --- | --- | --- | --- |
| Nauwkeurigheid lager dan 1000 Hz | Hoog | Middel | Testen met verschillende timers en klokken, optimaliseren code en signaalverwerking. |
| Sensor detecteert valse signalen | Hoog | Laag | Filtertechnieken implementeren, experimenteren met drempelwaarden. |
| Data wordt niet correct opgeslagen | Hoog | Middel | Opslagmethodes testen, redundante opslagopties inbouwen (bijv. checksum-controle). |
| Project loopt uit door technische complexiteit | Hoog | Middel | Strikte planning en prioritering van kritieke onderdelen. |
| Hardware-componenten niet op tijd beschikbaar | Middel | Hoog | Alternatieve componenten identificeren en testopstelling maken met vervangbare modules. |

# Projectgrenzen

5.1 Binnen Scope  
Beschrijf de activiteiten die je wel gaat uitvoeren, zoals: het opstellen van eisen, het ontwerpen en realiseren van het prototype, de initiële testfase en de ontwikkeling van een testsysteem.

5.2 Buiten Scope  
Geef aan welke activiteiten niet tot de opdracht behoren, bijvoorbeeld: integratie in de operationele systemen van de politie of de ontwikkeling van een compleet softwareframework voor data-analyse.

# Organisatie en Communicatie

**Doel:** Leg de organisatiestructuur en de communicatieafspraken vast.

6.1 Stakeholderanalyse  
Maak een overzicht van alle betrokkenen (bijv. opdrachtgever, opdrachtnemer, docentbegeleider) en hun rol binnen het project.

6.2 Communicatieplan  
Beschrijf hoe en wanneer je met de stakeholders communiceert (bijv. wekelijkse voortgangsgesprekken, maandelijkse rapportages, e-mailupdates).

6.3 Rollen en Verantwoordelijkheden  
Geef aan wie welke taken en verantwoordelijkheden draagt, zodat iedereen weet wat er van hem of haar verwacht wordt.

# Planning

**Doel:** Geef een realistische tijdsplanning die het volledige project omvat.

7.1 Tijdsplanning en Mijlpalen  
Werk een gedetailleerd plan uit met een overzicht van de start- en einddata van de verschillende fases.

7.2 Risicoanalyse en Contingency Planning  
Beschrijf de belangrijkste risico’s in de planning en geef aan hoe je hierop anticipeert (bijv. bufferperiodes voor onverwachte vertragingen).

3.2 Fasering en Tijdsindeling  
Geef een globale planning of strokenplanning met mijlpalen en deadlines. Vermeld bijvoorbeeld wanneer het plan van aanpak afgerond moet zijn, wanneer de prototype-ontwikkeling start en wanneer de testfase plaatsvindt.

3.3 Deliverables  
Maak een lijst van op te leveren tussentijdse en eindproducten, zoals het functioneel ontwerp, technisch ontwerp, prototype, testresultaten en het eindrapport.

# Competenties en Activiteiten

**Doel:** Toon aan dat je tijdens het project de vereiste afstudeercompetenties ontwikkelt.

8.1 SMART Competentiedoelen  
Formuleer jouw persoonlijke leerdoelen (bijvoorbeeld op het gebied van ontwerpprocessen, projectmanagement en technisch onderzoek) volgens het SMART-principe.

8.2 Verbinding met de Opleiding  
Geef aan hoe de activiteiten van het project aansluiten op de kerncompetenties van de opleiding Embedded Systems Engineering of Elektrotechniek.

8.3 Activiteiten en Reflectie  
Beschrijf welke activiteiten je onderneemt om deze competenties te ontwikkelen en hoe je tussentijdse evaluaties uitvoert.

# Conclusie en Succescriteria

**Doel:** Vat het plan samen en formuleer de criteria voor een succesvol project.

9.1 Samenvatting  
Herhaal kort de kernpunten van het plan: de aanleiding, doelstellingen, aanpak en planning.

9.2 Succescriteria  
Bepaal welke criteria (functioneel, technisch en kwalitatief) het project tot een succes maken en hoe deze gemeten worden.

# Bijlagen

**Doel:** Voeg ondersteunende documenten toe die het plan verduidelijken.

10.1 Documenthistorie / Mutatieoverzicht  
Geef een overzicht van de versies en de wijzigingen in het plan.

10.2 Relevante Documenten en Referenties  
Voeg eventuele tekeningen, schema’s, literatuurverwijzingen of andere documenten toe die de uitvoering ondersteunen.

Afbeelding met tekst, schermopname, Parallel, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijving

# Planning

Een globale planning van de uit te voeren activiteiten heeft als doel inzicht te krijgen in de doorlooptijd van het project en in te kunnen schatten hoeveel tijd er per activiteit beschikbaar is. In Tabel 3 is een eerste opzet weergegeven van een strokenplanning, omdat dit plan van aanpak vroeg in het project is opgezet is een nauwkeurige tijds indicatie per activiteit niet mogelijk. Deze planning zal dan ook niet als leidend beschouwd worden.

*Tabel 3 Projectplanning*

De in rood gemarkeerde weken geven aan dat aan het einde van deze week een deadline gepland staat. De blauwe markering betekent het einde van de afstudeerperiode, in deze week zal ook de presentatie en afstudeerverdediging gepland worden. Drie weken na de start van de periode is het afronden van het plan van aanpak gepland, deze deadline is opgesteld om ervoor te zorgen dat er voldoende tijd is om het project te realiseren volgens een goedgekeurd plan.

Op 29 januari 2024 zal de afstudeerperiode starten en 27 Mei 2024 is de harde deadline voor het inleveren van de rapportage. Twee weken voor deze deadline zal ik een conceptversie inleveren zodat er voldoende tijd beschikbaar is om eventuele feedback te verwerken.

## ****Tijdsplanning en Planning van Deliverables****

Een gedetailleerde planning wordt opgesteld in samenwerking met de begeleiders. Belangrijke mijlpalen:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Fase** | **Startdatum** | **Einddatum** | **Deliverable** |
| Analysefase | xx-xx-2025 | xx-xx-2025 | Probleemanalyse, eisenlijst |
| Ontwerpfase | xx-xx-2025 | xx-xx-2025 | Functioneel ontwerp |
| Realisatiefase | xx-xx-2025 | xx-xx-2025 | Werkend prototype |
| Testfase | xx-xx-2025 | xx-xx-2025 | Testresultaten en validatie |
| Afronding | xx-xx-2025 | xx-xx-2025 | Eindrapport en presentatie |
|  |  |  |  |

## Tijdschema

De hieronder genoemde tijden zijn richttijden. Afhankelijk van de onderzoeken kan hiervan worden afgeweken.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Naam | Organisatie | Taak | Telefoonnummer |
| Christa de Pagter | OM | Officier van Justitie | 06-50086226 |
| Bart Hoogeboom | NFI | Onderzoeker | 06-50071465 |
| Derk Vrijdag | NFI | Onderzoeker | 06-29666287 |
| Aart Spek | NFI | Onderzoeker | 06-50071414 |
| Nikolai Lieshout | FO ZWB | Coördinator | 06-21503005 |
| Jan Jaap van der Peijl | FO ZWB | Visualisatie (3D scans) | 06-21179185 |
| Erwin Peters | FO ZWB | Visualisatie (3D scans) | 06-18148663 |
| Maarten van Riel | FO ZWB | Visualisatie (landmeten) | 06-54303970 |
| Arwin Geschiere | FO ZWB | Visualisatie (landmeten) | 06-18636477 |
| W. Wijkmans | TV ZWB | Verkeersregelaar | 06-52064595 |
| Esther Tuk | TV ZWB | Verkeersregelaar | 06-20204665 |
| Leo Scheele | TV ZWB | Verkeersregelaar | 06-52169163 |
| Nick Blankers | TV ZWB | Verkeersregelaar | 06-18159018 |
| Henk van Schaik | TV ZWB | Bedienaar radar / lasergun | 06-23127117 |
| Jacco Happel | OTV ZWB | Bestuurder voertuig | 06-18178149 |
| Henny Loffeld | OTV ZWB | Contact camerabeelden | 06-50126687 |
| Maurice Smulders | CPW Tilburg | Communicatie wegafzetting | 06-51331719 |

# Competenties en activiteiten

Het afstudeertraject draait voornamelijk om de ontwikkeling van de student en het behalen van de competenties die bij de opleiding embedded systems engineering horen. Om aan te kunnen tonen dat de student beschikt over deze competenties dient er een volledig ontwerpproces doorlopen te worden. Dit hoofdstuk zal de beschreven activiteiten koppelen aan de competenties, in het onderstaande spindiagram, Figuur 4, is weergegeven waar de student over moet kunnen beschikken.



*Figuur 4 Spindiagram competenties ESE (2023)*

* 1. Analyseren:

In kaart brengen van de huidige situatie.

Eisen opstellen in overleg met de stakeholders.

Informatie verzamelen voor een functioneel en technisch ontwerp.

* 1. Ontwerpen:

Ontwerp realiseren op basis van de verkregen informatie.

Opzetten van een functioneel en technisch ontwerp.

Noodzaak van een test systeem bepalen.

* 1. Realiseren:

Prototype ontwikkelen om de werking te testen.

Optimalisatie op basis van het prototype.

Test systeem ontwikkelen.

* 1. Beheren:

Opstellen plan van aanpak.

Bijhouden van projectdocumentatie.

Werken volgens een projectfasering.

Tussentijdse rapportage.

* 1. Managen:

Zorgen dat de opdracht succesvol wordt afgerond.

Oplossing zoeken voor tegenslagen.

Tijdig informatie verkrijgen van betrokkenen.

* 1. Adviseren:

Resultaten uit het onderzoek overdragen en overtuigen.

Beslissingen in ontwerp of technische oplossingen

* 1. Onderzoeken

Onderzoek naar potentiële externe partners in printplaat ontwikkeling.

Vergelijken van verschillende opties.

Betrokkenen interview voor benodigde informatie en belangen.

* 1. **Professionaliseren**

Stakeholders voorzien van voldoende informatie.

Zelfstandig kunnen uitvoeren van activiteiten.

Tijdig aankaarten van mogelijke problemen.

Verwerken van feedback.

* **6. Competenties en Leerdoelen**

De afstudeeropdracht omvat de volgende **Bachelor of Engineering-competenties**:

* **Analyseren**: Probleem identificeren en vereisten formuleren.
* **Ontwerpen**: Een technische oplossing uitwerken.
* **Realiseren**: Implementatie van hardware en software.
* **Beheren**: Testen en valideren van de oplossing.
* **Onderzoeken**: Onderbouwde keuzes maken op basis van toegepast onderzoek.
* **Adviseren**: Verslaglegging en presenteren van de resultaten.

Persoonlijke leerdoelen worden SMART geformuleerd en besproken met de begeleider.

* **7. Verwachte Resultaten en Eindproducten**
* Een volledig werkend embedded apparaat (prototype).
* Technische documentatie en handleiding.
* Test- en validatierapporten.
* Eindrapport en presentatie.

# ****Conclusie****

Dit plan van aanpak dient als leidraad voor het uitvoeren van de afstudeeropdracht. Het biedt een gestructureerde werkwijze en duidelijke doelen om de opdracht succesvol af te ronden. Aanpassingen in het plan worden onderbouwd en besproken met de begeleiders.

### ****Bijlage: Goedkeuring en Handtekeningen****

**Naam student**: [Jouw naam]  
**Bedrijfsbegeleider**: [Naam begeleider]  
**Datum**: [Datum]

Bij ernstige verkeersongevallen onderzoekt het team forensische opsporing van de politie de toedracht van het ongeval. Wanneer een ongeval plaatsvindt op een kruispunt dat wordt geregeld door verkeerslichten, onderzoekt de politie of de verkeersregelinstallatie (VRI) het verkeer op aanvraag regelt. In dat geval bevinden zich detectielussen in het wegdek.

Wanneer een voertuig het kruispunt nadert, detecteert een detectielus een verstoring in het magnetische veld. Deze verstoring wordt door de computer van de VRI geregistreerd en gelogd. Met deze logbestanden kan de politie onderzoeken welke betrokkene een rood verkeerslicht heeft genegeerd en tevens de gereden snelheid bepalen tussen de detectielussen.

Echter, de computer registreert de tijdwaarneming in 10 Hertz, waarbij afronding plaatsvindt. Omdat de detectielussen op een relatief korte afstand van elkaar liggen, kan dit leiden tot een afwijking in de berekende snelheid.

Om deze afwijking te corrigeren, voert de politie validatieproeven uit met een referentievoertuig dat is uitgerust met een datalogger. Deze datalogger registreert via een lichtpoort het exacte moment van detectie. Door deze referentiemetingen te vergelijken met de logbestanden van de VRI, kan de politie de gereden snelheid van de ongevalsvoertuigen met een grotere nauwkeurigheid vaststellen.