



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)
Bezoekadres : Hoofdstraat 54
Postcode / Plaats : 3972 LB Driebergen-Rijsenburg
Telefoon : 06 18144638

Opdrachtnemer : Politie Zeeland West Brabant
Contactpersoon : Maarten van Riel (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)
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
18 februari 2025	0.2	M. van Riel	Aanpassingen na commentaar M Bos

Tabel 1: Mutatieoverzicht.



Inhoud

ALGEMEEN.....	2
OPDRACHTGEVER EN BETROKKENEN	2
MUTATIEOVERZICHT	2
1 INLEIDING	4
1.1 BEKNOPT BESCHRIJVING.....	4
1.2 AANLEIDING	4
1.3 DOEL DOCUMENT.....	4
2 PROBLEEMANALYSE EN OPDRACHTOMSCHRIJVING.....	6
2.1 PROBLEEMSTELLING	6
2.2 DOELSTELLING	7
2.3 EINDRESULTAAT	7
3 PROJECTACTIVITEITEN EN FASERING.....	8
3.1 OVERZICHT ACTIVITEITEN.....	8
4 KWALITEITSWAARBORGING EN METHODOLOGIE.....	9
4.1 KWALITEITSEISEN.....	9
4.2 WERKWIJZE EN METHODES.....	10
4.3 RISICOMANAGEMENT	10
5 PROJECTGRENZEN	11
5.1 BINNEN SCOPE	11
5.2 BUITEN SCOPE.....	11
6 ORGANISATIE EN COMMUNICATIE.....	12
6.1 STAKEHOLDERANALYSE.....	12
6.2 COMMUNICATIE.....	12
7 PLANNING.....	13
7.1 TIJDSPANNING EN MIJLPALEN	13
7.2 TIJDSPANNING EN MIJLPALEN	13
8 COMPETENTIES EN ACTIVITEITEN	14
8.1 SMART COMPETENTIEDOELEN.....	14
8.2 ACTIVITEITEN EN REFLECTIE.....	15
9 BIBLIOGRAFIE	15
10 CONCLUSIE.....	15
10.1 GOEDKEURING EN HANDTEKENINGEN	15



1 Inleiding

1.1 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 wordt ingezet bij forensisch onderzoek naar verkeersongevallen. Het PvA dient als leidraad voor het project en wordt gebruikt om de voortgang te monitoren en afwijkingen te onderbouwen.

1.2 Aanleiding

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

Een cruciaal aspect hierbij is de nauwkeurigheid van de tijdstempel. De VRI-computer registreert tijdswaarden met een resolutie van 0,1 seconde (10 Hz), wat kan leiden tot afrondingsverschillen. Deze tijdsregistratie wordt gebruikt om de snelheid van een voertuig tussen de detectielussen te berekenen. De politie gebruikt een datalogger om de tijdstempels van de VRI-computer te valideren en eventuele afrondingsverschillen vast te stellen. Van de meting wordt een tabel gemaakt, in de tabel is te zien wat de tijdwaarneming was van de VRI, de datalogger en wat het verschil is (zie rode inzet tabel 2). Een afwijking van 0,1 seconde kan een verschil tot wel tot 30 km/h veroorzaken.

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

1.3 Doel document

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

Titel	Lusnummers D05.6 - D05.4			Lusnummers D05.4 - D05.2			Gehele Traject		
	logbestand	meting	verschil	logbestand	meting	verschil	logbestand	meting	verschil
Rijproef 1	0,7	0,6940	-0,0060	1,3	1,2367	-0,0633	2,0	1,9307	-0,0693
Rijproef 2	0,4	0,4792	0,0792	0,9	0,8547	-0,0453	1,3	1,3339	0,0339
Rijproef 3	0,5	0,5207	0,0207	1,1	1,1101	0,0101	1,6	1,6308	0,0308
Rijproef 4	0,5	0,4346	-0,0654	0,7	0,7792	0,0792	1,2	1,2138	0,0138
Rijproef 5	0,5	0,5649	0,0649	1,1	1,0087	-0,0913	1,6	1,5736	-0,0264
Rijproef 6	0,4	0,4003	0,0003	0,7	0,7180	0,0180	1,1	1,1183	0,0183
Rijproef 7	0,5	0,5043	0,0043	1,0	0,9007	-0,0993	1,5	1,4050	-0,0950
Rijproef 8	0,4	0,4156	0,0156	0,7	0,7431	0,0431	1,1	1,1587	0,0587
Rijproef 9	0,6			0,7			1,3		
Rijproef 10	0,3	0,4050	0,1050	0,8	0,7250	-0,0750	1,1	1,1300	0,0300
Rijproef 11	0,7	0,6837	-0,0163	1,2	1,2206	0,0206	1,9	1,9043	0,0043
Rijproef 12	0,5	0,4684	-0,0316	0,8	0,8351	0,0351	1,3	1,3035	0,0035
Rijproef 13	0,6	0,6090	0,0090	1,0	1,0890	0,0890	1,6	1,6980	0,0980
Rijproef 14	0,4	0,4369	0,0369	0,8	0,7788	-0,0212	1,2	1,2157	0,0157
Rijproef 15	0,5	0,5551	0,0551	1,0	0,9917	-0,0083	1,5	1,5468	0,0468
Rijproef 16	0,4			0,7			1,1		
Rijproef 17	0,5	0,5103	0,0103	1,0	0,9106	-0,0894	1,5	1,4209	-0,0791
Rijproef 18	0,4	0,4055	0,0055	0,7	0,7253	0,0253	1,1	1,1308	0,0308
Rijproef 19	0,4	0,4705	0,0705	0,9	0,8390	-0,0610	1,3	1,3095	0,0095
Rijproef 20	0,4			0,8			1,2		
Afstand detectiepunten (PD onderzoek)		17,02		30,07		47,09			
Afstand detectiepunten (nader onderzoek)		16,73		29,85		46,58			
Meetonnauwkeurigheid (m)		0,29		0,22		0,51			
Ondergrens voor afstand (m)		16,73			29,85			46,58	
Bovengrens voor afstand (m)		17,31			30,29			47,6	
Tijd bij ongeval in log-bestand (s)		0,5		0,8		1,3			
Gemiddeld verschil (s)		0,0211		-0,0137		0,0073			
Standaarddeviatie v/h verschil (s)		0,0432		0,0600		0,0500			
Indicatie voor afwijking?		nee		Nee		Nee			
Centrale waarde voor ondergrens (s)		0,521		0,786		1,307			
Centrale waarde voor bovengrens (s)		0,521		0,786		1,307			
Aantal rijproeven		17		17		17			
Aantal vrijheidsgraden T-verdeling		16		16		16			
Grens	Lusnummers D05.6 - D05.4			Lusnummers D05.4 - D05.2			Gehele Traject		
	Niveau	Tijd	Snelheid	Niveau	Tijd	Snelheid	Niveau	Tijd	Snelheid
Ondergrens	99%	0,6326	95	99%	0,9414	114	99%	1,4364	117
Bovengrens	99%	0,4095	152	99%	0,6311	173	99%	1,1782	145

Tabel 2: Rekenblad van validatieonderzoek (Bron: rechtspraak ECLI:NL:RBZWB:2023:8013).

2 Probleemanalyse en opdrachtomschrijving

2.1 Probleemstelling

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



Afbeelding 1: De huidige datalogger voor de VRI.

2.2 Doelstelling

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

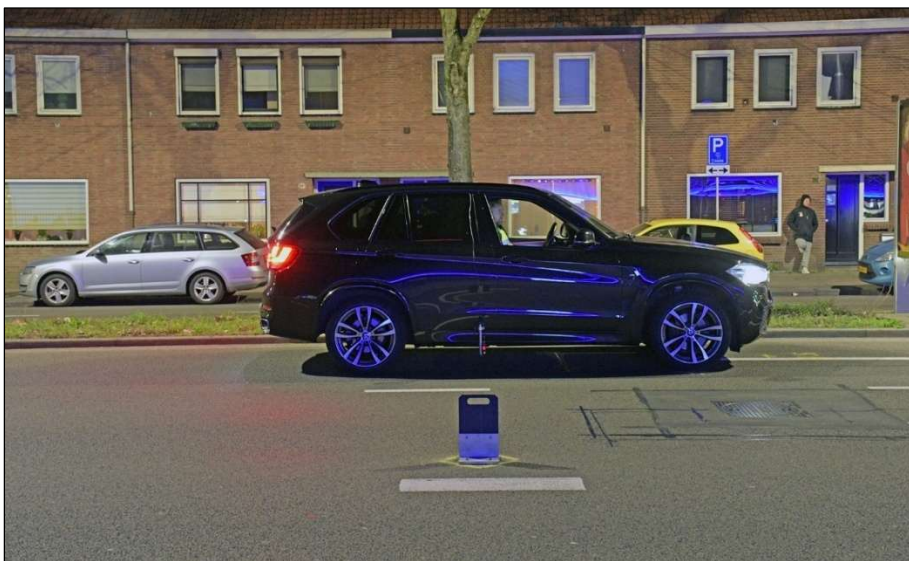
Het eindproduct van dit project is een werkend prototype dat voldoet aan de functionele eisen voor VRI-validatie. Volledige implementatie en integratie in politieprocessen vallen buiten de scope.

2.3 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 geplaatst om referentiepunten te detecteren. Met het referentievoertuig worden meerdere referentieritten gereden, met verschillende snelheden. Na afloop worden de tijdwaarnemingen van de datalogger met elkaar vergeleken om de nauwkeurigheid vast te stellen over meerdere snelheden. 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 (10 KHz) voor nauwkeurige tijdwaarneming;
- Opslag op SD-kaart van ten minste 20 metingen voor latere analyse;
- 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 2: Referentievoertuig tijdens positioneren lusdetectie.



Om te valideren of de ontwikkelde datalogger correct functioneert, zal een testsysteem worden opgezet waarmee meetresultaten geverifieerd kunnen worden met de huidige VRI. 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.

3 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 loggen 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 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.
- Systeemtesten.
- Acceptatietesten.
- Systeemvalidatie door het Nederlands Meet Instituut of het Nederlands Forensisch Instituut.
- Oplevering eindproduct.
- Documenteren.



4 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.
2. **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.
3. **Nauwkeurigheid & prestaties**
 - De klok moet een frequentie van 10 kHz (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).
4. **Opslag & data-integriteit**
 - Gegevens moeten consistent en foutloos worden weggeschreven naar een USB-stick of SD-kaart.
 - Bestands grootte en opslagformaat moeten geoptimaliseerd zijn voor snelle uitlezing en verwerking.
5. **Sensorvalidatie & foutpreventie**
 - Valse detecties van de laserafstandssensor moeten worden geminimaliseerd door filtering of signaalverwerking.
 - 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.
- Maandelijks review met externe stakeholders.
- Feedback wordt verwerkt via een versiebeheersysteem.

Versiebeheer

- Gebruik van GitHub.

4.3 Risicomanagement

Bij de ontwikkeling van de nieuwe datalogger zijn er verschillende risico's die de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid kunnen beïnvloeden. In onderstaande tabel staan de belangrijkste risico's, hun impact en de maatregelen om ze te beheersen.

De focus ligt op een nauwkeurige tijdsregistratie, betrouwbare sensorwaarnemingen en correcte data-opslag. Daarnaast worden mogelijke vertragingen en hardwareproblemen meegenomen in de planning om het project soepel te laten verlopen.

Risico	Impact	Kans	Maatregelen
Nauwkeurigheid lager dan 10 kHz	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.
Lichte trillingen beïnvloeden metingen	Laag	Middel	Testen met bevestiging van sensor, trillingsdamping toevoegen indien nodig.
Display werkt niet optimaal onder fel zonlicht en te fel in het donker	Laag	Laag	Contrast en helderheid instellen, zonnenschermpje overwegen.

Tabel 3: Risico inventarisering.



5 Projectgrenzen

Het is belangrijk de grenzen van de werkzaamheden te definiëren, omdat de datalogger deel uitmaakt van een groter project. In dit hoofdstuk wordt beschreven welke activiteiten binnen en buiten de scope vallen.

5.1 Binnen scope

- **Opstellen van eisen:** Definitie van functionele en technische eisen.
- **Hardware-ontwerp:**
 - Selectie en ontwerp van de printplaat (indien nodig).
 - Aansluiting van de microcontroller op sensoren en interface.
 - Voeding en signaalintegriteit.
- **Softwareontwikkeling:**
 - Microcontroller-code in C++ voor data-acquisitie en opslag.
 - Timing en synchronisatie van metingen.
 - Weergave van de live-meetgegevens.
 - Opslag en uitlezing van data.
- **Testen en optimaliseren:**
 - Valideren van de nauwkeurigheid van de tijdsregistratie.
 - Controleren op storingen, foutafhandeling en een testplan.
 - Debuggen en optimaliseren van code en signaalverwerking.
- **Documentatie:**
 - Technische documentatie en gebruikershandleiding.
 - Mogelijkheden voor toekomstige uitbreidingen benoemen.

5.2 Buiten scope

- Geavanceerde dataverwerking en analyse: Het verwerken en interpreteren van de verzamelde data gebeurt extern.
- Mechanische behuizing: Geen ontwerp en productie van een specifieke behuizing.
- Ontwerpen van printplaat in Kicad.

6 Organisatie en Communicatie

Binnen dit project zijn verschillende belanghebbenden betrokken. Zij hebben een rol in de ontwikkeling, het testen en de uiteindelijke toepassing van de datalogger. Dit hoofdstuk beschrijft wie deze stakeholders zijn en hoe de communicatie met hen wordt vormgegeven.

6.1 Stakeholderanalyse

Men stakeholderanalyse helpt om te bepalen welke partijen belang hebben bij dit project en in welke mate zij invloed uitoefenen. De rollen van stakeholders kunnen worden onderverdeeld in vier categorieën:

- **Toeschouwer:** Heeft weinig invloed, maar wordt op de hoogte gehouden.
- **Geïnteresseerde:** Heeft belang bij de uitkomst van het project, maar geen directe invloed.
- **Beïnvloeder:** Kan de richting van het project bijsturen door advies of eisen.
- **Sleutelfiguur:** Heeft zowel grote invloed als een groot belang in het project.

In **Tabel 1** staat een overzicht van de betrokken stakeholders, hun functie en rol in het project.

Persoon/Organisatie	Functie	Rol
Nikolai Lieshout	Eindgebruiker van de datalogger	Sleutelfiguur/ Beïnvloeder
Forensisch onderzoekers	Gebruikers van de datalogger in het veld	Geïnteresseerde
Peter Bijl	Docentbegleider	Toeschouwer
Mark Bos	Digitaal Rechercheur	Sleutelfiguur/ Beïnvloeder
Aart Spek	Onderzoeker Nederlands Forensisch Instituut	Geïnteresseerde
Softwareontwikkelaar (ik)	Ontwerper en bouwer van het systeem	Sleutelfiguur

Tabel 4: Rolverdeling stakeholders

6.2 Communicatie

Een effectieve communicatie tussen de stakeholders is essentieel voor een succesvolle uitvoering van het project. De volgende communicatiemethoden worden gehanteerd:

- **Wekelijks overleg** met de opdrachtgever om de voortgang te bespreken en feedback te verwerken.
- **Periodieke korte rapportages** aan de forensisch onderzoekers over testresultaten en functionaliteit.
- **Begeleidingsgesprekken** met de docent om de afstudeereisen te bewaken (bijv. eens per drie weken).
- **Ad-hoc communicatie** met technisch onderlegde collega's via e-mail of Teams bij technische vraagstukken.

Door deze aanpak blijven alle betrokkenen goed geïnformeerd en kan het project efficiënt verlopen.

7 Planning

7.1 Tijdsplanning en Mijlpalen

Een goed gestructureerde planning is essentieel voor het succesvol afronden van dit project. Tabel 5 geeft een overzicht van de verschillende fases, inclusief de start- en einddata van de activiteiten. Deze planning dient als richtlijn en is niet leidend. Tegenvallers en uitlopende activiteiten zijn reëel, waardoor sommige onderdelen later kunnen starten dan gepland.

De afstudeerperiode start in week 0 op maandag 3 februari 2025 en eindigt op maandag 2 juni 2025, de uiterste inleverdatum voor de eindrapportage.

Activiteit	3-feb	10-feb	17-feb	24-feb	3-mrt	10-mrt	17-mrt	24-mrt	31-mrt	7-apr	14-apr	21-apr	28-apr	5-mei	12-mei	19-mei	26-mei	2-jun	9-jun	16-jun
	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7	Week 8	Week 9	Week 10	Week 11	Week 12	Week 13	Week 14	Week 15	Week 16	Week 17	Week 18	Week 19
Plan van Aanpak																				
Analyseren																				
Onderzoek																				
Functioneel ontwerp																				
Technisch ontwerp																				
Prototype																				
Test systeem																				
Realiseren																				
Testen																				
Rapportage																				

Tabel 5: Gantt Chart tijdsplanning.

De belangrijkste mijlpalen in dit project zijn (zie rode vlakken in tabel 5):

- **Week 3, uiterlijk zondag 2 maart:** Afronding Plan van Aanpak.
- **Week 6, uiterlijk op zondag 23 maart:** Eerste concept Functioneel Ontwerp.
- **Week 10, uiterlijk op zondag 20 april:** Prototype gereed voor eerste tests.
- **Week 13, uiterlijk op zondag 11 mei:** Volledige testresultaten beschikbaar.
- **Week 14, uiterlijk op zondag 18 mei:** Concept Eindrapport gereed.
- **Week 16, uiterlijk op maandag 2 juni:** Definitieve inlevering eindrapportage.

Omdat ik graag gericht naar deadlines toe werk, zijn mijlpalen in rood gemarkeerd. Zo is direct duidelijk wanneer een onderdeel afgerond moet zijn.

De deadline voor het eindrapport is maandag 2 juni 2025. Het conceptrapport dient uiterlijk zondag 18 mei gereed te zijn, zodat er tijd is voor optimalisatie en feedback te verwerken.

7.2 Tijdsplanning en Mijlpalen

Het project is opgedeeld in verschillende fases, waarbij elke fase logisch voortbouwt op de vorige:

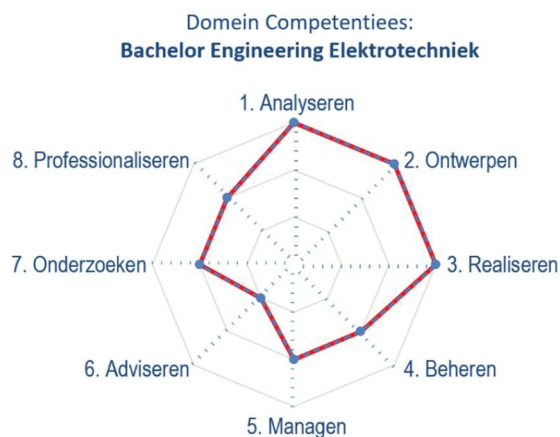
1. **Initiële onderzoeksfase** (Week 1-4): Definitie van eisen, onderzoek en hardwarekeuze.
2. **Ontwerpfase** (Week 5-9): Opstellen van functioneel en technisch ontwerp, softwareontwikkeling starten.
3. **Prototypefase** (Week 10-12): Fysiek bouwen en eerste tests uitvoeren.
4. **Test- en validatiefase** (Week 13-15): Optimalisatie en eindvalidatie van resultaten.
5. **Documentatie en afronding** (Week 16-17): Rapportage, reflectie en voorbereiden van de eindpresentatie.

Door deze fasering is er voldoende tijd voor ontwikkeling, testen en bijsturing, zodat het eindresultaat aan alle eisen voldoet.

8 Competenties en Activiteiten

Tijdens dit project werk ik aan verschillende competenties die aansluiten bij de eisen van de Bachelor Engineering Elektrotechniek, met een specialisatie in Embedded Systems Engineering. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe deze competenties worden toegepast en ontwikkeld. De competenties zijn gebaseerd op de Afstudeergids AD Engineering 2024-2025 (Steenbergen, 2024), waarbij het Domeincompetenties Elektrotechniek (zie Figuur 1) als leidraad is gebruikt.

De mate van competentiebeheersing wordt beoordeeld op vier niveaus, variërend van instroomniveau (0) tot zelfstandig functioneren in complexe, multidisciplinaire contexten (III). Het radarplot in Figuur 1 biedt een visuele weergave van de ontwikkeling van deze competenties binnen de opleiding. In de grafiek vertegenwoordigt de binnenste ring het instroomniveau (0), terwijl de buitenste ring het hoogste niveau (III) aangeeft.



Figuur 1: Domein competenties Engineering Elektrotechniek.

8.1 SMART Competentiedoelen

1. Analyseren

- Bepalen welke eisen de datalogger moet hebben.
- Controleren hoe nauwkeurig de metingen zijn en waar mogelijke fouten zitten.
- Overleggen met stakeholders om af te stemmen wat de datalogger moet kunnen.
- Onderzoeken welke bestaande systemen en methodes al worden gebruikt voor datalogging.

2. Ontwerpen

- Ontwikkelen van een functioneel en technisch ontwerp voor de datalogger.
- Opstellen van software- en hardware-architectuur.
- Bepalen van de noodzaak en opzet van een testomgeving.
- Keuze en implementatie van geschikte opslag- en communicatiemethoden.

3. Realiseren

- Implementeren van de firmware voor de datalogger.
- Bouwen van een werkend prototype en eerste functionele tests uitvoeren.
- Het systeem verbeteren op basis van testresultaten.

4. Beheren

- Opstellen en bewaken van de projectplanning en fasering.
- Documenteren van ontwerpkeuzes, testresultaten en optimalisaties.
- Structureren van code en hardware keuzes voor toekomstige uitbreidingen.
- Periodieke rapportage aan begeleiders en stakeholders.



5. Managen

- Zorgen voor een tijdige en succesvolle afronding van het project.
- Prioriteren van taken en efficiënte tijdsindeling waarborgen.
- Problemen en tegenslagen signaleren en hierop anticiperen.
- Zorgen voor een goede afstemming met stakeholders en gebruikers.

6. Adviseren

- Stakeholders informeren over de mogelijkheden en beperkingen van de datalogger.
- Beoordelen of de gekozen oplossing voldoet aan de forensische eisen.

7. Onderzoeken

- Vergelijken van verschillende hardware- en softwareopties voor de datalogger.
- Onderzoeken hoe de timing van de meetgegevens geoptimaliseerd kan worden.
- Evalueren van methoden voor foutdetectie en data-integriteit.
- Bepalen hoe de datalogger kan worden geïntegreerd in bestaande systemen.

8. Professionaliseren

- Effectief communiceren met stakeholders en teamleden.
- Zelfstandig werken en verantwoordelijkheid nemen voor projecttaken.
- Proactief problemen signaleren en oplossingen aandragen.
- Reflecteren op eigen werkwijze en feedback toepassen.

8.2 Activiteiten en Reflectie

Tijdens dit afstudeerproject voer ik verschillende activiteiten zelfstandig uit die bijdragen aan de ontwikkeling van de hierboven beschreven competenties. Deze activiteiten omvatten zowel technische taken, zoals het analyseren van eisen en het ontwikkelen van firmware, als organisatorische en communicatieve taken, zoals het beheren van de projectplanning en het afstemmen met stakeholders.

Om de voortgang van mijn competentieontwikkeling te bewaken, maak ik gebruik van tussentijdse evaluaties. Dit doe ik door mijn werkzaamheden periodiek te reflecteren, feedback te verzamelen en waar nodig mijn werkwijze aan te passen.

9 Bibliografie

Steenbergen, R. (2024). *Afstudeergids AD Engineering 2024-2025*. Arnhem.

10 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.

10.1 Goedkeuring en Handtekeningen

Naam student: Maarten van Riel

Bedrijfsbegeleider: Mark Bos

Datum: dinsdag 18 februari 2025