

3.2 Toolbox met aanbevolen instrumenten voor gegevensverzameling en monitormethoden en een conceptuele definitie van de Veiligheids-TolerantieZone.

De VeiligheidsTolerantieZone (VTZ) is het kernconcept van het i-DREAMS-project. Dit rapport conceptualiseert de VTZ op een praktische manier, wat leidde tot het theoretisch kader voor operationeel ontwerp beschreven in D3.1. In WP4 wordt dit vervolgens verder ontwikkeld tot een volledig functionele methodologie die in de experimentele opstellingen wordt geïmplementeerd. Dit betekent dat in dit rapport drie zaken samenkomen: de lijst van beschikbare technologieën, de te

monitoren factoren en indicatoren (beschreven in D2.1) en de vertaling van de metingen in zinvolle VTZ-niveaus die aanleiding geven tot interventies (beschreven in D2.2). Voorts willen wij in dit rapport uiteindelijk een instrumentarium aanreiken met een lijst van haalbare opties met de nuttigste instrumenten voor gegevensverzameling en monitoring, samen met de suggestie van een wiskundig kader om de VTZ in reële rijtsituaties te realiseren.

Wat de meest geavanceerde meetinstrumenten betreft, worden verscheidene fysiologische en gedragsindicatoren, zoals afleiding/aandacht, vermoeidheid, emoties of waarschuwing voor botsingen in de toekomst, voorgesteld voor verwerking in real time, terwijl ook prestatie metingen, zoals te snel rijden, te snel optrekken, te hard remmen of riskante rijtijden, worden opgelijst voor verwerking na de rit.

Aangezien verschillende aspecten die verband houden met de feitelijke rijcontext (bv. stress bij de bestuurder, tijdschema's, werkbelasting, frustratie) kunnen verklaren waarom bestuurders afwijken van hun "normale" rijstijl door grotere risico's te aanvaarden en riskanter rijgedrag te vertonen (bv. te snel rijden, te snel optrekken, gevaarlijk inhalen), wordt de identificatie en opsporing van abnormale rijpraktijken een van de meest relevante aspecten voor de bepaling van de VTZ.

In dit rapport worden aanbevelingen gedaan voor metingen van de bestuurder, voertuig en de omgeving om de VTZ te schatten. Op basis van deze aanbevelingen wordt een lijst gegeven van drempelwaarden voor metingen om VTZ-niveaus en abnormaal rijgedrag op te sporen. Het grootste deel van dit rapport is gewijd aan de wiskundige modellering van de VTZ, waarbij verschillende methodologische formules worden gegeven om de beschikbare metingen om te zetten in zinvolle informatie over het niveau van de rijveiligheid. Ten slotte worden praktische conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan voor de volgende stappen van het project..



Het principe achter de VTZ is dat het systeem in real-time (en achteraf) waarschuwt als er gevaar dreigt. Een van de aspecten waarover ik in het rapport lees dat bepaalt of een interventie nodig is, is de toestand van de bestuurder. Wat bedoelt u precies als u het over de toestand van de bestuurder heeft?

EVA MICHELARAKI: *“Er bestaat geen universeel concept of standaarddefinitie van de bestuurderstoestand. Het wordt echter gezien als de huidige toestand die voortdurend kan veranderen. Wanneer we het hebben over de toestand van de bestuurder, kan er rekening gehouden worden met cognitieve aspecten die relevant zijn voor de veiligheid (zoals aandacht, vermoeidheid en werklast) en emotionele aspecten (zoals opwinding en stress), terwijl er complexe interacties bestaan tussen deze twee categorieën. Emoties kunnen bijvoorbeeld de aandacht van een bestuurder verleggen en zijn focus verstoren.”*



Hoe gaat u deze bestuurderstoestand controleren in i-DREAMS?

EVA MICHELARAKI: *“Door het meten van samenstellende constructies in tegenstelling tot het meten van één geaggregeerde mentale toestand. Om passende en noodzakelijke real-time en post-trip interventies te kunnen bieden, richten wij ons op afleiding, vermoeidheid en slaperigheid. Betrouwbaarheid, hinderlijkheid en validiteit van de verschillende meetmethoden zijn belangrijke aandachtspunten. Daarom worden meerdere fysiologische/gedragsmatige meetmethoden gebruikt.”*

Welke rol spelen de persoonlijke kenmerken en eigenschappen van een bestuurder in relatie tot zijn/haar mentale toestand tijdens het rijden?

EVA MICHELARAKI: *“Van factoren zoals persoonlijkheidskenmerken, rijervaring of gezondheidstoestand is bekend dat ze de rijveiligheid beïnvloeden, maar ze zijn relatief stabiel in de tijd. Aangezien persoonlijkheids- en bestuurderskenmerken meestal "statisch" zijn, in de zin van eenmalige metingen, zullen deze kenmerken alleen in aanmerking worden genomen voor de timing van sommige interventies (bv. van leeftijd en geslacht is geweten dat ze vermoeidheid kunnen beïnvloeden) en sommige kenmerken kunnen in latere analyses ook in verband gebracht worden met het rijgedrag. De relevante constructen en variabelen hebben betrekking op de volgende categorieën: competenties, persoonlijkheidskenmerken, gewoontegedrag, gezondheidstoestand en -factoren, sociaal-demografische factoren. De meeste factoren zullen gewoon worden bevraagd in een vragenlijst (leeftijd, jaar van verkrijging van het rijbewijs enz.).”*



Zijn er andere dingen die bepalen wanneer een waarschuwing aan de bestuurder moet worden gegeven, naast zijn mentale toestand en persoonlijke kenmerken?

CHRISTOS KATRAKAZAS: *“Ja, absoluut. Er zijn verschillende contextvariabelen (omgevingsvariabelen) waarvan bekend is dat zij de complexiteit van de taak beïnvloeden, zoals de inrichting van de weg, het weer, de verkeersomstandigheden en het tijdstip van de dag. Al deze factoren kunnen worden gemeten met apparatuur waarover het consortium beschikt (bv. met een intelligente camera). Wat de fysiologische en gedragsmetingen betreft, zijn het aantal en de duur van de oogfixaties en hartmetingen de meest betrouwbare indicatoren. Hoewel dit laatste wordt geregistreerd door het CardioWheel of met een polsband, zou een aanvullend registratieapparaat dat het visuele aandacht meet, de betrouwbaarheid en validiteit verbeteren. Om financiële redenen konden we dit laatste niet opnemen. In het rapport hebben wij een gedetailleerd overzicht gegeven van de beschikbare technologieën (geleverd door onze technische partners OSeven PC en CardioID).”*

In het rapport worden gedetailleerde overzichten gegeven van de beschikbare metingen voor de verschillende vervoerswijzen: auto's, vrachtwagens, bussen, trams en treinen. Wat hebben alle metingen gemeen?

CHRISTOS KATRAKAZAS: *“De apparatuur om bestuurder en voertuig te monitoren, moet zo weinig mogelijk aandacht of fysieke inspanning vergen om te voorkomen dat bestuurders worden afgeleid of gestoord. De meettechnologie moet bij voorkeur door het voertuig worden gevoed en aan het begin en het einde van de rit automatisch worden in- en uitgeschakeld.*

De uitwisseling van gegevens (bekabeld of draadloos) tussen sensoren en controle-eenheden moet plaatsvinden zonder handmatige tussenkomst van de bestuurder. De monitoringtechnologie moet de identificatie en voorspelling in real-time van risicovolle gebeurtenissen (bv. gevaarlijke snelheid) ondersteunen en moet relevante gegevens verstrekken om in real-time veiligheidsgerelateerde interventies (waarschuwingen) in het voertuig in gang te zetten, alsook om interventies na de rit te voeden. Monitoringapparatuur mag de normale bediening van het voertuig tijdens het rijden niet verstoren om afleiding en fysieke en visuele belemmering te voorkomen die tot veiligheidsgerelateerde of ergonomisch nadelige gevolgen kunnen leiden. Monitoringapparatuur moet een foutloze identificatie van de bestuurder mogelijk maken, vooral wanneer meerdere bestuurders hetzelfde voertuig besturen. De apparatuur moet ook een hoge mate van nauwkeurigheid en een lage latentietijd bereiken wat betreft de real-time identificatie van relevante gedragingen van de bestuurder, zoals vermoeidheid en afleiding. Anders is het mogelijk dat bij de detectie van dergelijke voorvallen niet tijdig in het voertuig kan worden ingegrepen. Ten slotte zijn dure investeringen in technologieën om de bestuurder te monitoren onaanvaardbaar. Bij de selectie van monitoringstechnologieën moet een goed evenwicht worden gevonden tussen doeltreffendheid en kosten, waarbij na het project rekening wordt gehouden met de commerciële context. Transportbedrijven en exploitanten van openbare diensten werken in een zeer concurrerende markt met lage winstmarges. Zo is de grootschalige toepassing van aftermarket-technologie voor eyetracking, hoewel potentieel zeer doeltreffend om afleiding en vermoeidheid van de bestuurder te meten, in een praktische (commerciële) setting niet aanvaardbaar zolang deze technologieën aanzienlijke investeringen vergen (in de orde van enkele duizenden euro's per voertuig).”



Wat houden al deze principes in voor i-DREAMS?

CHRISTOS KATRAKAZAS: *“Dit houdt in dat wij tot een definitieve selectie zijn gekomen van technologieën die wij gebruiken om alles volgens deze principes te monitoren. Deze technologieën worden in het rapport beschreven. Ik denk dat het ons te ver voert om op alles in detail in te gaan. Toch zal de uitdaging vooral liggen in het inbouwen van de technologieën in de verschillende voertuigen en het juiste gebruik van de technologie.”*

Kunt u iets dieper ingaan op deze uitdagingen?

CHRISTOS KATRAKAZAS: *“Ja, ik zal proberen te illustreren wat ik precies bedoel. CardioWheel kan bijvoorbeeld worden geïnstalleerd als stuurwielhoes of als directe bekleding van het stuurwiel. Autobezitters geven er de voorkeur aan de aanraking en het gevoel van hun luxe stuurwiel te behouden, dus het toevoegen van een hoes bovenop het bestaande stuurwiel wordt meestal niet geaccepteerd door automobilisten. Dit is anders voor vrachtwagens en bussen die gewoonlijk een minder luxueus stuur hebben, vandaar dat voor CardioWheel vrachtwagens en bussen werden geselecteerd. Ook de levensduur van de batterij kan een probleem zijn. En de algemene kwaliteit van de CardioWheel-gegevens hangt af van de medewerking van de bestuurder, aangezien beide handen aan het stuur moeten zitten! Mobileye, een van de slimme camera's die wij gebruiken, kan in bijna alle bestaande voertuigen worden geïnstalleerd, maar de installatie-inspanning kan sterk verschillen van voertuig tot voertuig, met name wat betreft de verbinding met de CAN-signalen van het voertuig. We zullen sommige voertuigmodellen vermijden, als we voldoende deelnemers kunnen werven. Wat het gebruik van OBD-II monitoringapparatuur betreft, is de compatibiliteit met bijna alle lichte voertuigen gewaarborgd, maar voor vrachtwagens en bussen zijn er variaties die ertoe kunnen leiden dat het onmogelijk is alle beschikbare informatie te lezen.*

Bovendien wordt met het oog op de garantie van de voertuigen en de aansprakelijkheid in verband met het installatieproces bijzondere zorg besteed aan een installatieprocedure die zo weinig mogelijk ingrijpend is. Een ander cruciaal aspect is de juiste vaststelling van de identiteit van de bestuurder... Wel, ik denk dat ik mijn punt heb gemaakt. De lijst van uitdagingen is nog iets langer dan wat ik zojuist heb uitgelegd, maar wij zijn voorbereid op elk van de uitdagingen op de lijst.”

In de inleiding kon ik lezen dat het grootste deel van dit document gewijd is aan de wiskundige modellering van de VTZ. Daar hebben we het nog niet over gehad. Waarmee moet rekening worden gehouden bij de modellering van de VTZ?

EVA MICHELARAKI: *“Aangezien de VTZ zowel real-time als post-trip interventies in gang zet, wisten we dat we zowel dynamische als statische modelbenaderingen zouden moeten overwegen. Statische modellering is starder dan dynamische modellering omdat het een tijdsafhankelijke kijk op een systeem is. Het kan niet in real-time worden gewijzigd en daarom wordt het statisch modelleren genoemd. Dynamische modellering is flexibel omdat het met de tijd kan veranderen, omdat het laat zien wat een object doet met vele mogelijkheden die zich in de tijd kunnen voordoen.”*

Welke wiskundige modellen gaat u gebruiken om de VTZ te modelleren??

EVA MICHELARAKI: *“Voor het modelleren van crashrisico's in real-time lijken Dynamic Bayesian Netwerken (of DBN's) en Long Short-Term Memory-netwerken (of LSTM's) het meest geschikt. Maar voor het maken van evaluaties na de rit hebben wij twee andere benaderingen gebruikt: de Structural Equation Models (SEM's) en de Discrete Choice Models (DCM's). DBN's en LSTM's werden*



gekozen vanwege hun efficiëntie en flexibiliteit bij real-time voorspellingen, terwijl SEM's en DCM's werden gekozen omdat zij een verklarende analyse van voorlopers van de VTZ-niveaus mogelijk maken. Hoewel een dynamische DCM kan worden geformuleerd, kan de efficiëntie in real-time een probleem vormen en in dat geval zullen DCM's statisch worden geïmplementeerd. Wij zullen zowel dynamische (online) als statische (offline) voorspellingstechnieken gebruiken: om flexibiliteit met betrekking tot de technische uitvoering van het model mogelijk te maken en de online/offline kenmerken te benutten voor de activering van real-time/post-trip interventies. Voor alle voorgestelde benaderingen is een gelabelde dataset nodig voor de training en hiermee moet rekening worden gehouden bij het verzamelen van de gegevens. Verder zullen we de wiskundige modellen "vertalen" in code, zodat ze klaar zijn voor technische implementatie. Ten slotte zullen wij de wiskundige modellen testen, kalibreren en verbeteren tijdens de simulaties en de experimenten op de weg, om te zorgen voor een voldoende en efficiënte gegevensverzameling en een tijdige start van de interventies."

Dit klinkt allemaal erg technisch, dus ik denk niet dat ik hier verder op in zal gaan. Ik dank u beiden hartelijk voor dit gesprek en voor uw uitleg over het werk dat u in deliverable 3.2 hebt gedaan.

Edith Donders

i-DREAMS manager Communicatie & Disseminatie

Rapport 3.2 maakt deel uit van WP3:
Operational design of i-DREAMS

[Download het rapport hier](#)

Onderzoeker in de kijker

**EVA
MICHELARAKI**



Afgestudeerd als *burgerlijk ingenieur* in 2019

Werkzaam bij *National Technical University of Athens* sinds 2019

Heeft een passie voor *tennis en piano*

Taken in i-DREAMS:

*Bijdragen aan het analyseren van risicofactoren
en de evaluatie van veiligheidsinterventies*

