

In hoeverre en hoe kan het huidige
meetsysteem op een Laser zeilboot
vervangen worden door videoanalyse?



Matthijs Zaagman
Opleiding Bewegingstechnologie
Haagse Hogeschool
Juni 2014

In hoeverre en hoe kan het huidige meetsysteem op een Laser zeilboot vervangen worden door videoanalyse?



Matthijs Zaagman
09060162

Opleiding Bewegingstechnologie
Haagse Hogeschool
1^e begeleider: A.A. Witkam
2^e begeleider: J. Koopman

Externe instelling
InnoSportNL Scheveningen
Begeleiders: S. Kats & K. Muilwijk

Den Haag, oktober 2014

Page 1 of 59

Voorwoord

In het kader van de afstudeeropdracht voor de opleiding Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool is dit ontwerpverslag geschreven. De afstudeeropdracht komt vanuit het InnoSportLab Den Haag.

InnoSportLab Den Haag brengt zeilsport, bedrijfsleven en kennis bij elkaar. Het doel van het InnoSportLab Den Haag is niet alleen om de prestaties van de topzeilers te ondersteunen met vernieuwende producten en diensten maar ook om bedrijven te assisteren bij kansrijke innovaties en zo nieuwe mogelijkheden te scheppen voor bedrijvigheid in de zeilsport. Dat alles vanuit het achterliggende motief om de sportieve ambities van Nederland waar te maken, economische groei door sportinnovaties te realiseren en sportparticipatie te vergroten. Kort gezegd, gouden driehoeken smeden met als doel: meer medailles, meer business en meer mensen laten sporten en bewegen.

Het lab is eind 2010 van start gegaan op het nationaal topcentrum zeilen in Scheveningen, de thuisbasis van de Nederlandse kernploeg en talentploegen in combinatie met het Watersportverbond. Het Watersportverbond is de nationale autoriteit voor het wedstrijdzeilen. Zij steunt de zeilers door middel van stimuleren, opleiden en ontwikkelen van talent zodat zij mee kunnen doen op het hoogste niveau.

Het doel van dit verslag en het uiteindelijk ontwerp is, om een bijdrage te leveren aan de ondersteuning van de prestaties van de topzeilers. Dit verslag is geschreven voor de docenten van de opleiding Bewegingstechnologie, medewerkers van het InnoSportLab Den Haag, de coaches en trainers van de Nederlandse zeil kernploeg en talentenploegen en andere geïnteresseerden.

Graag wil ik alle docenten van de opleiding bewegingstechnologie bedanken voor de hulp met dit verslag en de kennis die ik dankzij hen vergaard heb. Daarnaast wil ik K. Muilwijk en S. Kats bedanken voor hun begeleiding vanuit het InnoSportLab Den Haag en wil ik Niels Broekhuizen bedanken voor het helpen met het testen van mijn eindontwerp. Ten slotte wil ik mijn vrienden en familie bedanken voor hun steun.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Inhoudsopgave	3
Samenvatting.....	4
Verklarende woordenlijst.....	5
1 Inleiding	6
2 Analyse	8
2.1 Meetsysteem.....	8
2.2 Videoanalyse	11
2.2.1 Ervaringen InnoSportLab.....	11
2.2.2 Van Pi Garda naar videoanalyse	12
2.3 Conclusie voor het ontwerp	13
2.3.1 Camera	13
2.3.2 Analyseprogramma	13
3 Eisen en wensen	14
4 Ontwerp	15
4.1 Camera	15
4.2 Analyseprogramma	18
4.3 Het prototype	20
5 Evaluatie	22
5.1 Toetsing van het prototype	22
5.1.1 Hellingshoek	22
5.1.2 Roerhoek	26
5.2 Toetsing van het theoretische ontwerp.....	30
5.2.1 Afgelegde koers en bootsnelheid.....	30
5.2.2 Gegevens weergave	30
5.2.3 Draadloos netwerk (Tacktick interface box)	30
6 Discussie	31
7 Conclusie	33
8 Literatuurlijst	34
9 Bijlage	35

Samenvatting

Het InnoSportLab heeft als doel om de prestaties van topzeilers te ondersteunen met vernieuwende producten. Met deze doel voor ogen gehouden is de vraag ontstaan of het huidige meetsysteem door een videoanalyse systeem vervangen kan worden. Het huidige meetsysteem bestaat namelijk uit acht verschillende onderdelen waardoor het veel tijd, ruimte en gewicht kost waardoor het niet aantrekkelijk is voor zeilers om dit systeem te gebruiken tijdens trainingen.

Het InnoSportLab maakt gebruik van het Pi Garda systeem en is ontworpen door Cosworth. Dit systeem wordt gebruikt om verschillende variabelen te meten. Dit zijn de: afgelegde koers, snelheid, hellingshoek, roerhoek, windsnelheid, windrichting en voorliggende koers. Deze variabelen worden door middel van een netwerk met elkaar verbonden en vervolgens weergegeven op een display.

Nu is het voor een videoanalyse systeem de taak om deze variabelen te kunnen produceren. Voor de windsnelheid, windrichting en voorliggende koers is videoanalyse geen optie. Dit komt door de nog ontbrekende functies op de camera. Voor de overige variabelen is aan de hand van een analyse een systeem ontworpen wat bestaat uit een camera en een analyseprogramma.

Uit een grondig marktonderzoek zijn drie camera's gekozen die voldoen aan de gestelde eisen. Door middel van ordinale methoden is de Sony AS30V als beste camera naar voren gekomen. Deze camera is waterdicht, kan met een kijkhoek van 170° filmen, heeft een ingebouwde GPS, een eigen Wi-Fi netwerk en kan live beelden verzenden naar een extern mobiel apparaat. Daarnaast heeft de camera nog voordelen als beeldstabilisatie, een ruime aanbod montage-accessoires, een grote keuze uit verschillende beeldkwaliteit en kan de camera bestuurd worden door een mobiel apparaat.

Voor het analyseprogramma is het belangrijk dat de functie automatische markerdetectie werkt naar behoren. Na het testen van verschillende markers, door vier geselecteerde analyseprogramma's, kwam Dartfish naar voren met de best werkende automatische markerdetectie. Daarnaast wordt Dartfish al gebruikt door het InnoSportLab.

Uiteindelijk bestaat het prototype uit de Go Pro Hero 2 camera en uit het analyseprogramma Dartfish waardoor alleen de hellingshoek en de roerhoek getoetst konden worden. Dit videoanalyse systeem is samen met het Pi Garda systeem getest op een Laser zeilboot, op het land en op het water.

Uit de resultaten bleek dat het signaal van het prototype nauwelijks verschil toonde met het signaal van het Pi Garda systeem. Echter loopt het verschil waarneembaar op wanneer de hoekuitslagen ook groter worden.

Geconcludeerd kan worden dat het Pi Garda systeem deels kan worden vervangen door een videoanalyse systeem. Nu is de vraag of dit interessant genoeg is voor het InnoSportLab. Op dit moment is het niet aan te raden omdat tijdens het analyseren de automatische markerdetectie handmatig moest worden bijgesteld en niet de meest geschikte camera voor dit ontwerp werd gebruikt. Wanneer dit probleem verholpen wordt en de Sony AS30V gebruikt wordt zal dit concept zeker interessant zijn om als vervanging te gebruiken.

Verklarende woordenlijst

Aan de wind	Een koers waarbij de wind schuin van voren op de boot gericht staat.
Ballasttrim	Het controleren van het balans van de boot.
Barrel distortion	Tonvormige vertekening van het beeld.
Fiducial marker	Een fiducial marker wordt gebruikt om een fysieke locatie herkenbaar te maken door middel van reticle (dradenkruis).
Halve wind	Een koers waarbij de wind loodrecht op de zijkant van de boot gericht staat.
Helmstok	Het voorwerp om de boot te besturen.
Inclinometer	Een apparaat die de helling meet.
Langsas	Een denkbeeldige as die loopt van de achterkant van de boot recht naar de punt van de boot.
Tuig	Hier wordt de mast en het zeil mee bedoeld.
Vlak varen	Op zo'n manier varen dat de boot zo horizontaal mogelijk door het water gaat. Dit betekent dat het tuig zo recht mogelijk omhoog staat.
Voor de wind	Een koers waarbij de wind achter op de boot gericht staat.
Zeiltrim	Het controleren van het zeil.

1 Inleiding

Zeilen kan op verschillende manieren beoefend worden. Wanneer er specifiek wordt gekeken naar het zeilen op wedstrijdniveau zullen de zeilers en betrokkenen er alles aan doen om te winnen, mits de opgelegde regels niet gebroken worden. Om een zeilwedstrijd zo eerlijk mogelijk te laten verlopen zijn er klasse organisaties opgericht. De klasse organisaties hebben voorschriften opgesteld waaraan elke boot binnen een bepaalde klasse moet voldoen. Deze voorschriften zorgen ervoor dat de winkansen voor alle zeilers gelijk blijven.

De Laser is een zeer populaire eenmanszeilboot en valt onder een eenheidsklasse¹. Hiermee wordt bedoeld dat ondanks het verschil tussen de type lasers, de romp bij allen qua formaat en materiaal gelijk zijn. De Laser onderscheidt zich door alleen een grootzeil te voeren met in het zeil een ster aan een streep.

Om het hoogste niveau te kunnen bereiken moet er veel getraind worden door de zeilers. 80% van deze trainingen bestaan uit snelheidstrainingen. Bij deze trainingen zijn de snelheid en koers maatgevend of een boot wint of verliest. Een manier om een zo groot mogelijk snelheid te creëren is om zo *vlak* mogelijk te varen². Dit betekent dat het *tuig* zo recht mogelijk omhoog staat. De wind zorgt ervoor dat de boot gaat hellen. Door middel van sturen, lichaamsbeweging en zeiltrim kan de zeiler het hellen van de boot tegenwerken. De zeiler creëert hiermee een efficiënte *ballasttrim*. Wanneer er vlak gevaren wordt vangt het tuig de meeste wind op. Dit levert de meeste windkracht op. De zeilboot zal op deze manier daarnaast minder weerstand ondervinden van golfslagen en wind.

Naast het vlak varen van de boot, is het afstellen van de richting waarin de zeilboot moet gaan bewegen ook uiterst belangrijk voor de snelheid. Het bewegen in een bepaalde richting kan door middel van het roer worden bewerkstelligt. Het roer bestaat uit een roerblad en een *helmstok*. Het roerblad steekt in het water en buigt de waterstroom aan één kant af. Het roerblad wordt gecontroleerd door de helmstok. Wanneer de zeiler de helmstok naar bakboord (links) beweegt dan zal de boot richting stuurboord (rechts) bewegen. Dit is het remmende principe van het roerblad. De boot zal dus een hogere snelheid ondervinden wanneer het roer zo min mogelijk wordt gebruikt.

Naast aspecten die de zeiler kan beïnvloeden zijn er nog andere aspecten die van belang zijn bij snelheid. Hier kan worden gedacht aan de windsnelheid, windvlagen of stromingen in het water. Het is duidelijk dat de effectiviteit van het zeilen van vele menselijke en materiële factoren afhankelijk is. In de zeilsport tracht men die factoren zoveel mogelijk onder controle te krijgen. Om een aantal van deze factoren in kaart te brengen wordt gebruik gemaakt van een meetsysteem.

¹ Geraadpleegd op 5 september 2014 via: www.laserklasse.nl.

² Hoefnagels, J.P. (1996). *Het zeilboek: de nieuwe leidraad voor zeilers*. Huizen: Het Goede boek.

Het InnoSportlab doet veel onderzoek op het gebied van de Laser zeilboot. Het meetsysteem dat het InnoSportlab nu gebruikt is de Pi Garda van Cosworth. Dit systeem bestaat uit een blackbox, een hellingshoekmeter, een roerhoeksensor, een accelerometer, een windsensor en een kompas. Naast dit systeem wordt er ook gebruik gemaakt van een GoPro hero 2 videocamera.

Door middel van dit systeem wordt essentiële informatie gevonden die bijdraagt aan het perfectioneren van het wedstrijdzeilen. Toch heeft dit systeem naast zijn voordelen ook zijn nadelen. Het InnoSportlab heeft geopperd of het meten van deze informatie nog beter kan, nog simpeler en compacter. Door de opkomst van actie camera's en programma's waarmee videobeelden geanalyseerd kunnen worden zijn enkele vragen naar voren gekomen. Bijvoorbeeld: waarom zoveel verschillende apparaten gebruiken als dezelfde resultaten misschien met alleen een camera te verkrijgen zijn? En als dit zou kunnen, hoe zou dit dan mogelijk gemaakt kunnen worden? Welke aanpassingen/toevoegingen zijn daarvoor nodig? Zou dit uiteindelijk tijd besparen of extra tijd gaan kosten?

Op deze vragen is tot op heden nog geen antwoord gegeven. Het gebied van videoanalyse zal verder verkend moeten worden en hierbij is de kern van deze scriptie bereikt. De hoofdvraag van deze scriptie zal dan als volgt worden geformuleerd; *in hoeverre en hoe is het mogelijk om het huidige meetsysteem te vervangen door videoanalyse?* Wanneer alleen de hoofdvraag wordt beantwoord zal niet specifiek de beste optie gekozen worden. Daarom wordt de doelstelling om dezelfde resultaten uit het Pi Garda systeem te evenaren door middel van een videoanalyse systeem en daarnaast dat het videoanalyse systeem sneller, makkelijker en compacter in gebruik moet zijn.

Om de hoofdvraag te beantwoorden zullen, in het loop van dit verslag, een aantal deelvragen naar voren treden. De deelvragen zijn:

Welk meetsysteem wordt op dit moment door het InnoSportLab gebruikt?

Welke variabelen worden verkregen door het huidige meetsysteem?

Wat is videoanalyse en welke variabelen kunnen verkregen worden door videoanalyse?

Door middel van welke hardware en software kunnen deze variabelen verkregen worden?

Wanneer deze deelvragen beantwoord zijn kan het ontworpen meetsysteem worden vergeleken en getoetst aan het huidige meetsysteem. Uit het resultaat van deze toetsing kan geconcludeerd worden of de doelstelling behaald is en kan de hoofdvraag beantwoordt worden.

2 Analyse

In deze fase wordt er geanalyseerd wat het huidige meetsysteem is, waar hij uit bestaat, de werking ervan en welke informatie er uit dit systeem verkregen kan worden. Vervolgens zal besproken worden wat videoanalyse inhoudt. Hierin komen tevens de ervaringen van het InnoSportLab aan bod. Daarna worden de variabelen besproken welke door het huidige meetsysteem zijn voortgebracht en hoe deze zijn te verkrijgen door middel van videoanalyse. De analyse zal afgesloten worden met een conclusie welke leidend zal zijn voor het ontwerp.

2.1 Meetsysteem

Het InnoSportlab maakt gebruik van het Pi Garda systeem van Cosworth om verschillende factoren te kunnen meten. Dit systeem komt oorspronkelijk uit de autosport. Tezamen met Cosworth³ en het Britse Olympisch zeilteam is speciaal voor de zeilsport een systeem bedacht om een beter inzicht te krijgen in de prestaties van de zeilers. De systeemonderdelen bestaan uit de Pi Garda blackbox, single axis heel sensor, laser rudder angle sensor, Tacktick wind wand, Tacktick compass, Tacktick hull transmitter, Tacktick digital display en Tacktick interface box. De functies worden per onderdeel beschreven.

De Pi Garda blackbox (PGB)

De PGB slaat alle gegevens op van de apparaten die hierop aangesloten zijn (figuur 2-1). Deze gegevens kunnen bestaan uit de windsnelheid, windrichting, roerhoek, hellingshoek en de voorliggende koers. De PGB beschikt zelf over een 3-assige (x-, y- en z-as) versnellingsmeter en een GPS waarmee de afgelegde koers en huidige snelheid geregistreerd kan worden.

De PGB wordt alleen gebruikt tijdens trainingen en is bevestigd aan de achterzijde in de kuip van de Laser (figuur 2-11). De kuip is een ruimte in de boot waarin de zeiler zich bevindt of zich kan verplaatsen. Op deze positie heeft de zeiler het minste last van de PGB en kunnen alle systeemonderdelen hierop aangesloten worden.



Figuur 2-1 Pi Garda blackbox³

Single axis heel sensor (SAHS)

De SAHS wordt gebruikt om de hellingshoek te meten (figuur 2-2). De SAHS meet de hellingshoek in graden en heeft een bereik van maximaal 60°. De SAHS moet aangesloten worden aan de PGB voor stroomvoorziening en om de gemeten hoeken naar de PGB te versturen.

De SAHS is net zoals de PGB geplaatst op de achterzijde in de kuip van de Laser (figuur 2-11). Het is belangrijk dat de SAHS horizontaal geplaatst wordt wanneer de boot waterpas ligt. Zo wordt gecontroleerd dat de SAHS 0 graden helling registreert wanneer de boot horizontaal ligt.



Figuur 2-2 Single axis heel sensor³

³ Geraadpleegd op 16 april 2013 via: <http://row.cosworth.com/>.

Laser rudder angle sensor (LRAS)

De LRAS wordt gebruikt om de roerhoek te meten (figuur 2-3). De LRAS meet de afstand tussen de sensor en het roer en zet vervolgens de gemeten afstand om in een hoek in graden.

De LRAS is aan de PGB aangesloten voor de stroomvoorziening en om de roerhoeken te kunnen doorsturen. De LRAS kan een afstand meten van 50 mm tot 350 mm met een standvastigheid (afwijking) van 0,03 mm tot 0,42 mm.

Om de afstand tussen de LRAS en het roer te kunnen meten moet de LRAS achter op de boot geplaatst worden met de laserstraal gericht op het roer. Het is belangrijk om de LRAS te plaatsen op 9,7 cm van het roer wanneer deze loodrecht op de achterkant van de boot staat en 1,2 cm afstand van de achterkant van de boot (figuur 2-10). Dit is belangrijk om de gemeten afstand door de LRAS correct om te zetten in de juiste roerhoek.



Figuur 2-3 Laser rudder angle sensor³

Tacktick wind wand (TWW)

Met de TWW wordt de windsnelheid en windrichting gemeten (figuur 2-4).

Via het draadloze Tacktick netwerk wordt de verkregen informatie naar de PGB verzonden. De TWW is geplaatst op de punt van de boot (figuur 2-8).

Hier staat hij niet in de weg voor de zeiler en kan wel de wind meten. Het

nadeel van deze positie is dat de TWW zich dicht bij het wateroppervlak bevindt waardoor opspattend water de wind wand kan raken. Daarnaast zit de TWW achter de mast wanneer een *voor de windse* koers gevaren wordt. Hierdoor is het mogelijk dat de verkregen data niet betrouwbaar is. Er wordt onderzocht of de TWW geplaatst kan worden bovenin de mast zodat de sensor minder beïnvloed kan worden.



Figuur 2-4 Tacktick wind wand³

Tacktick compass (TC) en Tacktick hull transmitter (THT)

De TC registreert de voorliggende koers van de boot (figuur 2-5). De TC is gespecificeerd voor helling en pitch hoeken tot 30 graden. In combinatie met de THT wordt de informatie doorgegeven aan de PGB. Voor het registreren van gegevens tijdens de zeiltrainingen zijn de TC en de THT geplaatst aan de achterzijde in de kuip van de Laser (figuur 2-11).



Figuur 2-5 Tacktick compass³

Tacktick digital display (TDD)

De TDD kan data weergeven, verkregen van de voorgaande besproken systeemonderdelen. Deze informatie wordt uitgewisseld door middel van het Tacktick netwerk en de PGB (figuur 2-6). De knoppen aan de bovenzijde van het display zijn ervoor om wisselen tussen de verkregen informatie. De TDD is tijdens de zeiltraining geplaatst op de voorzijde in de kuip van de Laser. Zo kan de zeiler tijdens het zeilen de gegevens aflezen van de TDD en schakelen tussen gegevens (figuur 2-9).



Figuur 2-6 Tacktick digital display³

Tacktick interface box (TIB)

De TIB zet een interface netwerk op zodat de gegevens van alle Tacktick systemen kunnen worden verzonden naar de PGB. De data wordt gelezen en/of berekend door de PGB die vervolgens de data naar de TDD kan sturen. De TIB zit tijdens het zeilen net zoals de THT geplaatst aan de achterzijde in de kuip (figuur 2-11).



Figuur 2-7 Tacktick interface box³

Samenvattend, een overzicht ter verduidelijking van alle variabelen die gemeten worden door het Pi Garda systeem.

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| ❖ Afgelegde koers | (Pi Garda blackbox) |
| ❖ Snelheid | (Pi Garda blackbox) |
| ❖ Hellingshoek | (Single axis heel sensor) |
| ❖ Roerhoek | (Laser rudder angle sensor) |
| ❖ Windsnelheid | (Tacktick wind wand) |
| ❖ Windrichting | (Tacktick wind wand) |
| ❖ Voorliggende koers | (Tacktick compass) |
| ❖ Gegevens weergave | (Tacktick digital display) |
| ❖ Netwerk | (Tacktick interface box) |



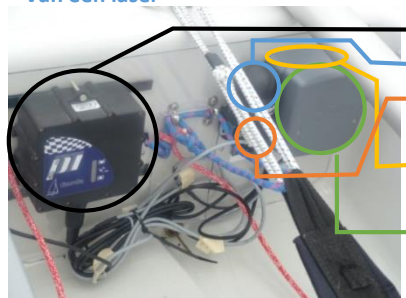
Figuur 2-8 Tacktick wind wand op de punt van een laser.



Figuur 2-9 Tacktick digital display bevestigd op de voorkant van de kuip. Van een laser



Figuur 2-10 Laser rudder angle sensor bevestigd op de achterkant van de Laser.



- Pi Garda blackbox
- Tacktick compass
- Single axis heel sensor
- Tacktick interface box
- Tacktick hull transmitter

Figuur 2-11 Plaatsing van de Pi Garda blackbox, Tacktick compass, single axis heel sensor, Tacktick interface box en de Tacktick hull transmitter in een Laser.

Met behulp van de Pi toolbox-software kunnen alle data, verkregen tijdens een zeiltraining, ingelezen en gesynchroniseerd worden met de video die tijdens dezelfde training gemaakt is. Met al deze data is het mogelijk om de zeilers onder verschillende omstandigheden met elkaar te vergelijken ter ondersteuning van de prestaties tijdens de trainingen en wedstrijden.

2.2 Videoanalyse

Tijdens een zeiltraining vaart de coach in een coachboot rond de desbetreffende zeilboot. Een taak van de coach is om de zeiler te observeren om vervolgens tijdens of na de training feedback te geven aan de zeiler voor verbeteringen. Voor de coach is het onmogelijk om elk detail te zien en te onthouden omdat de trainingen vaak een paar uur duurt. Om deze reden wordt er gebruik gemaakt van een camera om de training opnieuw te kunnen bekijken. De gemiste informatie kan dan alsnog in de feedback naar de zeiler meegenomen worden.

Naast het visueel terugkijken van de training voor gemiste details, kan er extra informatie verkregen worden uit de video door middel van een analyseprogramma. Het analyseren van een video door middel van een analyseprogramma wordt videoanalyse genoemd.

2.2.1 Ervaringen InnoSportLab

In het verleden hebben de coaches de camera in de hand gehouden om de zeilers vast te leggen. Hedendaags hebben de onderzoekers van het InnoSportLab een bracket ontworpen die achter op de Laser zeilboot bevestigd kan worden. Op verzoek van de coaches kan op deze wijze de camera op een dusdanige wijze geplaatst worden dat de Laser, inclusief het hele zeil, in beeld kan worden gebracht mits er een camera wordt gebruikt met een kijkhoek van 170°. Om een kijkhoek van 170° te realiseren is gebruik van een fisheye lens noodzakelijk. Een fisheye lens gaat samen met een *barrel distortion* van het beeld. Hierdoor vertekenen de lijnen ten opzichte van het echte beeld en kan invloed hebben op de resultaten uit de videoanalyse. De barrel distortion kan hersteld worden door een aantal handelingen uit te voeren (bijlage I)^{4,5}. Dit proces gaat gepaard met het verlies van een deel van de video.

Het InnoSportLab is in het bezit van het analyseprogramma Dartfish. Daar hebben zij tot op heden gemaakte videobeelden geanalyseerd. De keuze voor dit analyseprogramma is gemaakt vanwege zijn hoeveelheid aan verschillende functies. Daarnaast sponsort NOC NSF de licenties voor Dartfish. Echter is Dartfish niet getest of het de gunstigste, gebruiksvriendelijkste en/of het meest efficiënte programma is om videobeelden van zeiltrainingen te analyseren.

Bij het analyseren en terugkijken van de camerabeelden stuitte de onderzoekers van het InnoSportLab daarnaast op een aantal bijzondere ervaringen. Tijdens de zeiltraining wil het nog wel eens voorkomen dat de camera in het water terecht komt. Ook trilde de gemaakte beelden op de bracket. Dit komt door het bewegen van de boot over de golven en de lange arm van de bracket. Ook merkten ze dat de video's grote bestanden worden wanneer een training van twee uur gefilmd wordt met een hoge kwaliteit beeldinstelling.

Daarnaast werd er door de coaches tijdens het maken van de camerabeelden geconstateerd dat het handig zou zijn om de camera op afstand te besturen. Zo kan de camera op belangrijke momenten aangezet worden en op onbelangrijke momenten uitgezet worden.

⁴ Geraadpleegd op 29 april, 2013 via: <http://skisoo.com/blog/en/2012/how-to-remove-the-fisheye-effect-from-gopro-hero-2-videos-with-free-software/>

⁵ Geraadpleegd op 29 april, 2013 via: <http://www.eyeofmine.com/gopro/hd/960/index.html#distortion>

2.2.2 Van Pi Garda naar videoanalyse

In het voorgaande is het Pi Garda systeem naar volledigheid besproken. Nu de variabelen bekend zijn, is het zaak dat er gekeken wordt in hoeverre videoanalyse deze variabelen ook kan verkrijgen.

De hellingshoek is een mate waarin een boot helt naar een zijde van de boot. De roerhoek is de hoek die het roer maakt ten opzichte van de *langsas* van de boot.

Om deze hoeken te kunnen berekenen kan er gebruik worden gemaakt van een specifieke functie in een analyseprogramma. Deze functie wordt aangeduid als automatische markerdetectie⁶. Deze functie kan gedurende de hele video opname een *marker* volgen.

Wanneer er vervolgens een vast punt in het beeld wordt genomen kan gedurende de hele video opname de x en y afstand tussen de marker en dit vaste punt bepaald worden. Met deze afstanden kan door middel van een basisverhouding binnen de goniometrie, $\sinus(\text{hoek}) = \frac{\text{overstaande zijde}}{\text{schuine zijde}}$, de hellings- en roerhoek berekend worden.

Belangrijk hierbij is dat er voldoende contrast gevonden kan worden tussen de marker en zijn achtergrond. Zou dit namelijk niet het geval zijn, dan raakt het programma de marker op den duur kwijt. Naast het contrastverschil wordt de vorm van de marker ook onthouden.

In het kort wordt er in elk nieuw beeld (frame) in een specifiek gedeelte van het beeld naar een combinatie van het contrastverschil en de vorm gezocht waar de marker zich in het vorige beeld ook bevond. Dit specifieke gedeelte bedraagt ongeveer 20% van het hele beeld en heeft een vorm van een cirkel met als middelpunt de marker.

Naast het analyseren van het videobeeld zelf, heeft de camera, los daarvan, op zichzelf staande functies. Dus naast het vastleggen zijn er functies als GPS en Wi-Fi in de camera aanwezig waarmee de afgelegde koers en de snelheid van de zeilboot kan worden bepaald. Daarnaast kan verkregen data door middel van Wi-fi verzonden worden naar externe apparaten. Voorbeelden van externe apparaten zijn: laptops, tablets en smartphones. Deze apparaten kunnen allen naar gelang van het beeldformaat data weergeven. Functies voor het meten van windsnelheid, windrichting en voorliggende koers zijn nog op geen enkele camera aanwezig.

⁶ Geraadpleegd op 17 april 2013 via: <http://www.dartfish.com/data/document/document/445.pdf>.

2.3 Conclusie voor het ontwerp

Aan de hand van de analyse kunnen een aantal vereiste eigenschappen samengesteld worden waar het ontwerp aan zal moeten voldoen. Hieruit kan onderscheid gemaakt worden tussen vereiste eigenschappen voor de camera en voor het analyseprogramma. De eisen voor de camera zullen worden gebaseerd op wat belangrijk is om het huidige meetsysteem te kunnen vervangen door videoanalyse. Dit geldt hetzelfde voor het analyseprogramma.

2.3.1 Camera

Allereerst is het belangrijk dat de camera waterdicht is. Wanneer de camera bevestigd is op de boot of rondom de boot is de kans groot dat water op de camera komt door bijvoorbeeld opspattend water, regen of door het omslaan van de boot. Wanneer een camera niet beschermd is tegen water kan dit de camera ernstig beschadigen en zullen bestanden verloren gaan.

Een vereiste van de coaches is dat de hele boot inclusief het hele zeil zichtbaar moet zijn op het videobeeld. Dit kan alleen wanneer een camera beschikt over een kijkhoek van 170°. Naast deze twee eisen moet de camera beschikken over een ingebouwde GPS om de afgelegde koers en de snelheid te bepalen en beschikken over een eigen Wi-Fi systeem om gegevens te verzenden naar, en vervolgens weergegeven worden door, externe apparaten.

Naast de eisen voor de camera zijn er ook gewenste eigenschappen waar een camera aan moet voldoen. De gewenste eigenschappen zijn niet noodzakelijk voor het vervangen van het huidige meetsysteem maar wel wenselijk om te hebben.

Aangezien de meeste trainingen ongeveer een paar uur duren is het gewenst dat er met één batterij minimaal een opname gemaakt kan worden van een 1,5 uur. Om tijd te besparen is het gewenst dat de camera eenvoudig te monteren is op de boot.

Uit ervaring van het InnoSportLab blijkt dat op de gemaakte beelden te zien was dat de camera aan het trillen was gedurende de opname. Ook al is het niet zeker dat deze trilling invloed heeft op de resultaten van het eindontwerp is het wel gewenst dat de camera beschikt over een functie met beeldstabilisatie. Ook merkten ze dat de video's grote bestanden worden wanneer een training van een uur gefilmd wordt met een hoge kwaliteit beeldinstelling. Daarom is besloten dat de filmbestanden niet groter mogen zijn dan 4 gigabyte per opname van een uur en moet de camera over verschillende beeldkwaliteit opties beschikken.

Als laatste hebben de coaches ondervonden dat het handig zou zijn om de camera op afstand te kunnen besturen aangezien zij met een coachboot om de zeiler aan het varen zijn.

2.3.2 Analyseprogramma

Uit voorgaande is gebleken dat twee functies van een analyse programma noodzakelijk zijn om de hellingshoek en de roerhoek te meten, namelijk de automatische markerdetectie en de functie om de afstand te meten tussen de marker en een vast punt gedurende hele video. Andere functies waarmee meer informatie uit de video gehaald kan worden ter verbetering van de zeiltrainingen worden als gewenst beschouwd. Een lijst van deze functies is terug te vinden in Hoofdstuk 3 Eisen en wensen.

3 Eisen en wensen

Eisen camera:

- Waterdicht.
- Kijkhoek van 170°.
- Ingebouwde GPS.
- Wi-Fi netwerk.
- Live weergave mobiel apparaat.

Wensen camera:

- De camera moet minimaal 1,5 uur non-stop kunnen filmen met één batterij.
- De camera moet eenvoudig te monteren zijn op de boot.
- De camera bevat de functie beeldstabilisatie.
- De filmbestanden mogen niet groter zijn dan 1 gigabyte per 15 minuten.
- De camera heeft verschillende opties voor de kwaliteit van de video.
- De camera kan bestuurd worden door een mobiel apparaat.

Eisen analyseprogramma:

- Automatische markerdetectie.
- Functie om een afstand gedurende de hele video te kunnen meten.

Wensen analyseprogramma:

- De volgende functies:
 - o Video's tegelijk openen
 - o Video's apart afspelen
 - o Afspeelmogelijkheden
 - o Variabele afspeelsnelheid
 - o Film bijknippen
 - o Beeld bevroren
 - o Afdruk maken
 - o Frameoverzicht
 - o Zoomopties
 - o Tijd/ frame weergave
 - o Over frames meten
 - o Commentaar toevoegen
 - o Tekst invoegen
 - o Vrij tekenen
 - o Lijn tekenen
 - o Vaste vormen tekenen
 - o Stopwatch
 - o Data exporteren
 - o Directe feedback mogelijk
 - o Tabel

4 Ontwerp

Aan de hand van de eisen en wensen kan een ontwerp gemaakt worden. Dit ontwerp zal bestaan uit een camera en een analyseprogramma. Er is een rijke keuze aan zowel camera's als analyseprogramma's op de markt. Niet alle apparatuur is even geschikt voor dit ontwerp, daarom moet er eerst een keuze gemaakt worden uit de camera's die in het heden aangeboden worden.

4.1 Camera

Om een geschikte camera te kunnen kiezen wordt een keuze gemaakt uit camera's die in het heden op de markt worden aangeboden. Het onderzoek naar deze camera's wordt uitgevoerd aan de hand van de gestelde eisen in de voorgenoemde lijst. Aan de hand van deze eisen zijn drie camera's uit het onderzoek gekomen^{7,8,9}. Dit zijn de Contour+2, de Sony AS30V en de Garmin Virb Elite.

Vervolgens moet een keuze gemaakt worden tussen de drie geselecteerde camera's. Deze keuze wordt gebaseerd aan de hand van de gewenste functies uit de lijst van eisen en wensen. Deze gewenste functies zijn in een overzichtelijke tabel geplaatst (tabel 4-1). De drie camera's worden per functie met elkaar vergeleken.

In tabel 4-1 is te zien dat de Sony AS30V andere waardes weergeeft bij de functie kwaliteit van de video dan de andere camera's. Dit komt omdat Sony de keuze heeft gemaakt, voor deze camera, om het verschil in kwaliteit van de video te baseren op functionaliteit. Omdat in dit verslag alleen gekeken wordt naar de hoeveelheid verschillende opties om de kwaliteit van de video te selecteren kunnen de camera's wel met elkaar vergeleken worden.

⁷ Geraadpleegd op 8 juli 2013 via: <http://www.v-nix.nl/contour-plus-2>.

⁸ Geraadpleegd op 8 juli 2013 via: <http://www.sony.nl/electronics/actioncam/hdr-as30v/specifications>.

⁹ Geraadpleegd op 8 juli 2013 via: https://buy.garmin.com/nl-NL/NL/prod119592.html?gclid=Clrgm_WSycECFW3JtAodIF0Atw.

Tabel 4-1 Selectie van de drie camera's gevolgd uit het onderzoek. Per camera worden de specificaties beschreven aan de hand van de gewenste functies. Als laatste wordt ook de prijs per camera weergegeven.

	Contour+2	Sony AS30V action cam	Garmin Virb Elite
Video opname van 1 GB	1080p: 15 minuten 960p: 15 minuten 720p: 15/30 minuten 480p: 30 minuten WVGA: 60 minuten	WVGA: 37 minuten	Niet bekend
Opnametijd met één batterij	120 minuten	Niet bekend	180 minuten
Montage accessoires	- Roterende platte ondergrond bevestiging - Basisbevestiging	- Schoudergordel - Universele hoofdbevestiging - Ronde buis bevestiging - Zuignap - Drijf bevestiging - Polsbevestiging - Tripod adapter - Plak bevestiging	- Bevestiging smalle buizen - Hoofdbevestiging - Basisbevestiging - Helmbevestiging - Houder - Dashboardbevestiging - Statiefbevestiging - Schoudergordel - Polsband - Bevestiging grote buizen
Beeldstabilisatie	Nee	Ja	Ja
Beeldkwaliteit video	1080p 960p 720p 480p WVGA	HQ HS120 HS240 PS SSLOW STD WVGA	1080p 960p 720p WVGA
Besturing extern apparaat	Ja	Ja	Ja
Prijs	€299,00	€249,00	€249,00

Om een keuze te kunnen maken uit deze drie camera's wordt, door middel van ordinale methoden, per gewenste functie gekeken welke camera het meest geschikt is voor deze functie. De meest geschikte camera voor de desbetreffende functie krijgt drie punten, de minst geschikte één punt en de overige camera twee punten (tabel 4-2). Bij twee van de gewenste functie (beeldstabilisatie en besturing extern apparaat) is het alleen mogelijk om aan te geven of de camera deze functie wel of niet beschikt. In dit geval worden 3 punten toegerekend wanneer de camera wel over deze functie beschikt en 1 punt als de camera niet over deze functie beschikt. Wanneer niet bekend is of de camera beschikt over de desbetreffende functie zal dit als minst geschikt worden beschouwd.

Tabel 4-2 Weergave van de drie camera's. Per gewenste functie wordt een cijfer gekoppeld aan de camera. De camera die het beste voldoet aan de functie krijgt 3 punten, gevolgd met 2 punten voor de camera die daarna het beste scoort en 1 punt voor de camera die het minste scoort.

	Contour+2	Sony AS30V action cam	Garmin Virb Elite
Video opname van 1 GB	3	2	1
Opnametijd	2	1	3
Montage accessoires	1	3	2
Beeldstabilisatie	1	3	3
Beeldkwaliteit video	2	3	1
Besturing extern apparaat	3	3	3
Prijs	1	3	3
Totaal	13	18	16

Tijdens de beoordeling van de camera's is beoordeeld op of de camera beschikt over de functie, de hoeveelheid in verschillende keuzes, het meest efficiënt en de goedkoopste prijs. Aan de hand van deze beoordeling is te zien dat de Sony AS30V het beste scoort op de meeste gewenste functies en heeft daardoor de hoogste totaal score van de drie camera's (tabel 4-2). Om deze reden is de action cam van Sony het meeste geschikt als onderdeel van het ontwerp.

Locatie van de camera

Over de locatie van de camera op de boot is al nagedacht door het InnoSportLab. Zij hebben in het verleden meerdere posities geprobeerd, zoals: bovenin de mast, op de punt van de boot en op de achterkant van de boot. Na het bekijken van de videobeelden kon geconcludeerd worden dat deze locaties niet de gewenste informatie kan opleveren. Om deze reden is er een speciale bracket ontworpen voor de camera die achter op de boot bevestigd kan worden (figuur 4-1). Met behulp van deze bracket kan het roer, de boot en het zeil in beeld gebracht worden. Daardoor kan de roerhoek en de hellingshoek gemeten worden.



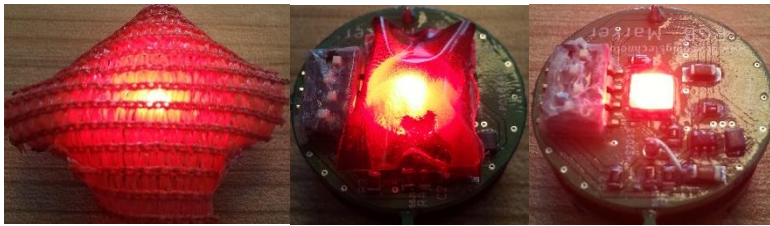
Figuur 4-1 Afbeelding van de bracket bevestigd achter op de Laser.

4.2 Analyseprogramma

Nadat de video's gemaakt zijn moeten deze geanalyseerd worden. Er bestaan verschillende analyseprogramma's om informatie uit de video te halen. Om een selectie te maken van analyse programma's wordt er gekeken naar de eisen waar het programma aan moet voldoen. Op basis van deze eisen zijn de volgende programma's naar voren gekomen, namelijk; Dartfish, Kinovea, Skillspector en V2C.

Omdat automatische markerdetectie een essentiële functie is om de hoeken te bepalen, is het nodig om te weten wat de betrouwbaarheid is van deze functie in alle vier de programma's. Belangrijk hierbij is het contrastverschil tussen de marker en de achtergrond van de video. Bij het filmen op een Laser zeilboot kan geen gebruik worden gemaakt van een zelfgekozen achtergrond. In eerder onderzoek¹⁰ kwam naar voren dat LED verlichting voldoende zou moeten zijn voor Dartfish om de markers te blijven volgen. Dit is echter met een zelfgekozen achtergrond. Om deze reden worden de vier programma's getest op de werking van automatische markerdetectie met de marker bevestigd op een Laser.

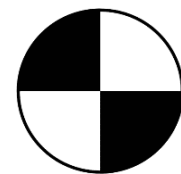
Als eerste is er gebruik gemaakt van rode, blauwe, gele, groene en zwarte tape. Geen van allen werkte echter naar behoren. Alle programma's (Dartfish, Kinovea, Skillspector en V2C) konden de tape na een aantal beelden al niet meer volgen.



Figuur 4-2 Verschillende varianten LED's

Daarna is er gebruik gemaakt van LED (Light Emitting Diodes) markers (figuur 4-2). Ook deze LED's zijn in verschillende kleuren getest (blauw, groen, lichtblauw, rood, violet en wit). Met het oog was duidelijk de kleur te zien. Op de video was er fel wit licht te zien in het midden met rondom de kleur van de LED. Dit was niet goed genoeg voor de programma's om de marker te volgen. Er is geprobeerd om het felle witte licht in het midden te dimmen door een plastic doorzichtig omhulsel en kleurenfilters maar ook dit was niet goed genoeg voor de programma's om te kunnen volgen.

Als laatst is er gebruik gemaakt van een ronde zwart-witte *fiducial marker* (fig. 4-3). Deze vorm bleek te werken, maar alleen in het programma Dartfish. Op basis van de eerder gedane tests en de test met de zwart-witte marker, is er gekozen verder te gaan met deze marker en het programma Dartfish.



Figuur 4-3 zwart-witte marker

¹⁰ Eltoukhy, M., Asfour, S., Thompson, C., & Latta, L. (2012). Evaluation of the Performance of Digital Video Analysis of Human Motion: Dartfish Tracking System. *International Journal of Scientific and Engineering Research (IJSER)*, 3(3), 1-6.

Naast de eisen zijn er ook wensen gesteld waaraan het ontwerp aan kan voldoen. Om een nog beter beeld te krijgen tussen de verschillen in de vier programma's zijn de programma's in tabel 4-3 weergegeven en is er per gewenste functie aangegeven of een programma beschikt over deze functie door middel van een + of niet beschikt over een functie door een -.

Tabel 4-3 Weergave van vier analyseprogramma's met een lijst van functies. Per analyseprogramma wordt door middel van een + aangegeven of deze beschikt over de functie en wordt met een – aangegeven of deze niet beschikt over de functie.

Functies	Dartfish	Kinovea	Skillspector	V2C
Video's tegelijk openen	+	+	+	-
Video's apart afspelen	+	+	+	-
Afspeelmogelijkheden	+	+	+	+
Variabele afspeelsnelheid	+	+	-	+
Film bijknippen	+	+	-	-
Beeld bevriezen	+	+	+	+
Afdruk maken	+	+	-	-
Frameoverzicht	+	+	-	-
Zoomopties	+	+	+	-
Tijd/ frame weergave	+	+	+	+
Over frames meten	+	-	+	+
Commentaar toevoegen	+	+	-	-
Tekst invoegen	+	+	-	-
Vrij tekenen	+	+	-	-
Lijn tekenen	+	+	-	+
Vaste vormen tekenen	+	-	-	-
Stopwatch	+	-	-	-
Data exporteren	+	+	+	-
Direct feedback mogelijk	+	-	-	-
Tabel	+	-	+	+
Kosten in euro's	722,50	Gratis	gratis	Gratis

Uit tabel 4-3 blijkt Dartfish over alle gewenste functies te beschikken. Op basis van de mogelijke functies blijkt Dartfish ook op het gebied van de wensen het meest geschikte programma zijn om de video's te analyseren.

4.3 Het prototype

Op basis van het hier voorgaande besprokene, kan er geconcludeerd worden voor het eindontwerp dat de Sony action cam de camera is die op basis van de eisen en wensen als beste aangemerkt kan worden om het Pi Garda systeem te gaan vervangen. Naast het kiezen van de camera is er ook uit het ontwerp naar voren gekomen dat Dartfish, aan de hand van de tests met de marker, in combinatie met de zwart-witte marker naar voren komt als beste programma waarmee getracht kan worden het Pi Garda systeem te kunnen gaan vervangen. Als geheel ontwerp zou de Sony action cam in combinatie met Dartfish het nieuwe systeem moeten worden om het Pi Garda systeem op zoveel mogelijk vlakken te vervangen.

Om dit prototype te kunnen gaan testen moeten zowel de camera als het analyseprogramma voorhanden zijn. In het geval van Dartfish is dit geen probleem. Het InnoSportLab is in het bezit van het programma Dartfish. Dit betekent dat er geen kosten gemaakt hoeven te worden om dit programma te kunnen gaan gebruiken. Echter, kan vanwege budgetredenen de Sony action cam niet gebruikt worden in het ontwerp als camera. Er is gekozen om in plaats daarvan de GoPro Hero 2 te gebruiken in combinatie met Dartfish als eindontwerp (prototype).

Tabel 4-4 Go Pro Hero 2 camera met specificaties aan de hand van de gewenste functies en de prijs van de camera.

	GoPro Hero 2
Video opname van 1 GB	1080p: 8 minuten 960p: 10 minuten 720p: 10/15 minuten WVGA: 15 minuten
Opnametijd	Onbekend
Montage accessoires	- Gooseneck - The frame - Mic stand mount - Removable instrument mounts - Head strap - Chesty - Jaws: flex clamp - Suction cup - Tripod mounts - Handlebar / seatpost / pole / roll bar mount
Steadyshot	Nee
Kwaliteit video	1080p 960p 720p WVGA
Besturing extern apparaat	Ja
Prijs	€249,00

De GoPro Hero 2 is een actie camera die al gebruikt wordt door het InnoSportlab. Deze kan eenvoudig worden vastgeklemd met een bevestiging op de bracket omdat hier speciaal rekening mee gehouden is. Daarnaast kan er in het voordeel van de GoPro gezegd worden dat deze, net als de drie andere camera's, beschikt over een kijkhoek van 170°. Hiermee kan zowel de hele boot inclusief het hele zeil mee worden vastgelegd. Aan de hand daarvan kan dus ook de hellingshoek en de roerhoek in beeld gebracht worden. De GoPro heeft verder een eigen applicatie waardoor er door middel van zijn eigen Wi-Fi netwerk de beelden live naar een smartphone of tablet verzonden kan worden. Daarnaast is de GoPro Hero 2 ook waterdicht wanneer de camera in combinatie met de waterdichte behuizing gebruikt wordt. Het enige wat niet mogelijk is om met de GoPro te meten, zijn de koerssnelheid, afgelegde koers en de voorliggende koers. De GoPro beschikt namelijk niet over een GPS systeem en een kompas. In tabel 4-4 worden de specificaties aan de hand de gewenste functies van de GoPro weergegeven. (Zie bijlage II voor de vergelijking met andere camera's).

Tijdens het testen van de marker is naar voren gekomen dat het niet mogelijk is om gedurende een hele video de hellingshoek te meten zonder extra materialen te gebruiken dan een marker, in tegenstelling tot de roerhoek. Echter is de hellingshoek een belangrijke factor voor de snelheid van de boot en is het noodzaak dat de hellingshoek wel verkregen wordt. Er zal dus een manier gevonden moeten worden om de hellingshoek op een zo efficiënt mogelijk manier te verkrijgen.

Na overleg met verschillende ervaren zeilers is naar voren gekomen dat een *inclinometer* al enige tijd bestaat. Aan de hand van dit principe is een prototype gemaakt voor de hellingshoekmeter (figuur 4-4). Door middel van het klemmetje linksonder in figuur 4-4 kan de hellingshoekmeter bevestigd worden aan de bracket. Op deze manier blijft de slinger van de hellingshoekmeter verticaal staan wanneer de boot een helling ondervindt.



Figuur 4-4 Prototype hellingshoekmeter inclusief marker.

5 Evaluatie

In deze paragraaf zal de uitkomsten van het Pi Garda systeem per onderdeel vergeleken worden met de uitkomsten van het prototype. Wanneer het prototype niet beschikt over de functie om te kunnen vergelijken met het onderdeel van het Pi Garda systeem zal dit door middel van het theoretisch ontwerp alsnog beschreven worden.

5.1 Toetsing van het prototype

Het prototype wordt in de praktijk samen met het Pi Garda systeem getoetst. De enige twee onderdelen die daarbij getoetst kunnen worden zijn de single axis heel sensor en de laser rudder angle sensor. Deze twee onderdelen registreren de hellingshoek en de roerhoek en worden getoetst aan het prototype. (Zie bijlage III en IV voor de meting).

5.1.1 Hellingshoek

De hellingshoek wordt bij het Pi Garda systeem verkregen door de single axis heel sensor. De hellingshoek kan direct worden weergegeven op het bijbehorende display of kan achteraf in zijn geheel bekeken worden door middel van de Pi Toolbox-software. Met behulp van het eindontwerp kan de hellingshoek ook door middel van videoanalyse verkregen worden. Om de twee systemen met elkaar te kunnen vergelijken zijn ze beide op een Laser geïnstalleerd. De twee systemen zullen zowel op het land als op het water getest worden.

Op het land

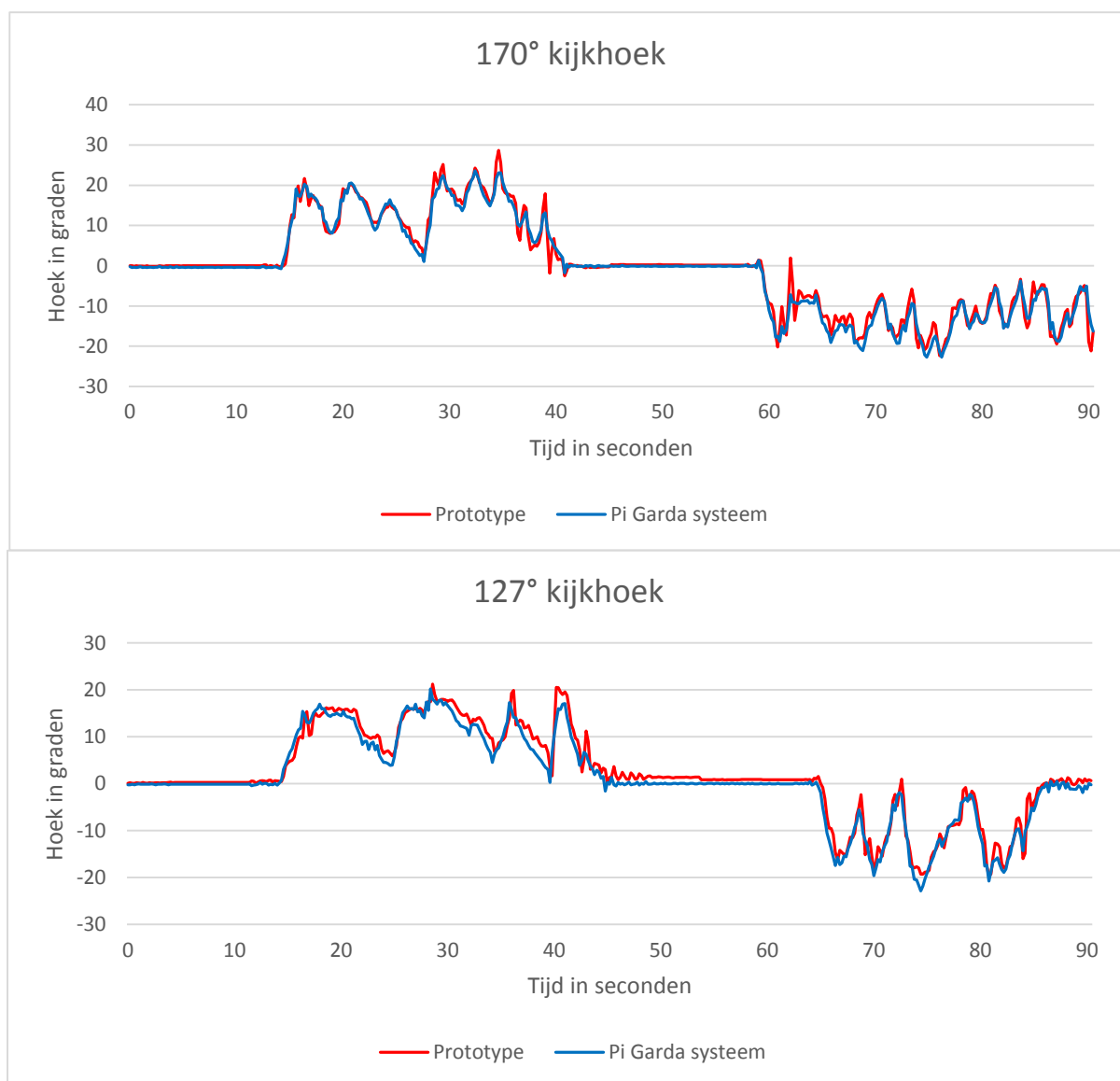
Hierbij is de Laser op een trailer geplaatst. Op het land wordt de meting gefilmd met een kijkhoek van 170° en een kijkhoek van 127° om te kunnen constateren of de distorsie van de lens invloed heeft op de resultaten. (Voor de meetopstelling en de uitvoering zie bijlage 2). In de grafieken 5-1 worden de hellingshoekuitslagen van het prototype en het Pi Garda systeem over elkaar gelegd, verspreid over een tijd van 90 seconden. Verwacht is dat de hellingshoekuitslagen van beide systemen bij een kijkhoek van 127° (grafiek 5-1 B) beter overeen komen dan bij een kijkhoek van 170° (grafiek 5-1 A). De gemiddelde afwijking bij grafiek A is echter 1,1° en bij grafiek B 1,46°.

Met de functie cross-correlation in SPSS kan vervolgens de overeenkomst tussen de gegevens van de twee systemen worden bepaald. Cross-correlatie is een manier om een waarde te geven aan de mate van overeenkomst tussen twee signalen¹¹. Hierbij is de waarde 1 het hoogste, 0 het laagste en wanneer deze negatief is zijn de signalen tegenovergesteld aan elkaar. Het kan voor komen dat de signalen niet synchroon lopen. De lag bij de cross-correlatie geeft het aantal datapunten weer hoeveel de signalen ten opzichte van elkaar zijn verschoven. Wanneer de uitkomsten door middel van cross-correlatie met elkaar worden vergeleken komt bij grafiek A een cross-correlatie uit van 1,000 bij een lag van 0 en komt bij grafiek B een cross-correlatie uit van 0,989 bij een lag van -1 (tabel 5-1). (Zie bijlage V voor uitkomsten in SPSS).

¹¹ Stergiou, N (2004). *Innovative analyses of human movement: Analytical Tools for Human Movement Research*. Omaha: Human Kinetics.

Tabel 5-1 Overzicht van de verschillende kijkhoeken met bijbehorende gemiddelde afwijking en cross-correlatie tussen de hellingshoekuitslagen van het prototype en Pi Garda, gemeten op het land.

Kijkhoeken (in graden)	Gemiddelde afwijking (in graden)	Cross-correlatie	
		Waarde	Lag
127	1,46	0.989	-1
170	1,10	1,000	0



Grafiek 5-1 Hellingshoek uitslagen, gemeten op het land, van het prototype met een kijkhoek van 170° en met een kijkhoek van 127° in vergelijking met het Pi Garda systeem, weergegeven over de tijd.

Op het water

Bij het testen op het water wordt onderscheid gemaakt tussen drie koersen, namelijk: *aan de wind*, *halve wind* en *voor de wind*. Per koers worden de uitkomsten van het prototype met Pi Garda vergeleken (grafieken in 5-2). De gemiddelde afwijking tussen de gegevens verkregen bij de koers aan de wind is 4,37°, de gemiddelde afwijking bij de koers halve wind is 8,45° en de gemiddelde afwijking bij de koers voor de wind is 3,62°.

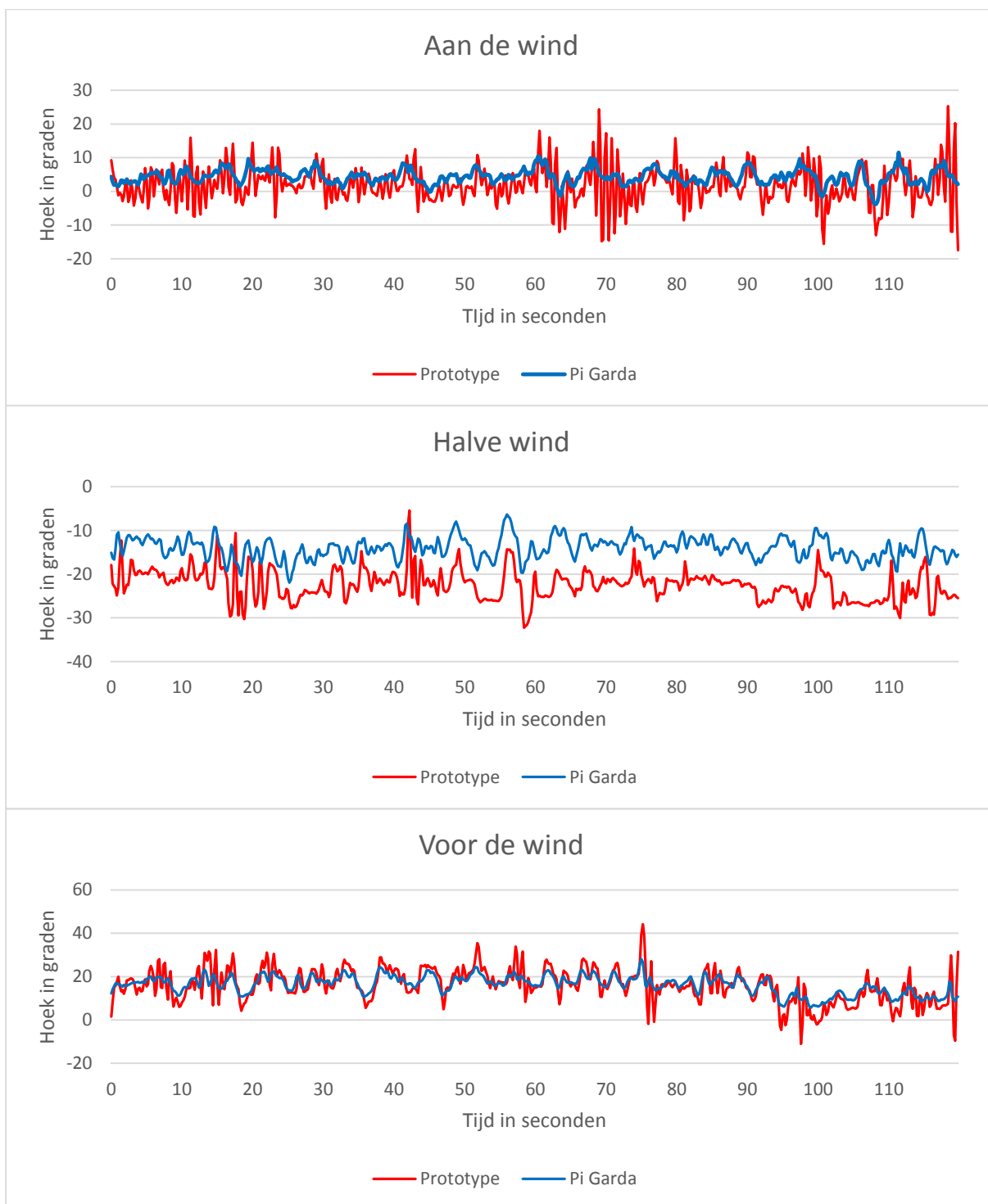
De cross-correlatie tussen beide meetsystemen voor de koers 'aan de wind' is 0,632 bij een lag van -3. Voor de koers 'halve wind' bestaat een cross-correlatie van 0,798 bij een lag van -2 tussen beide meetsystemen. Tot slot heeft de cross-correlatie voor de koers 'voor de wind' tussen de twee meetsystemen een waarde van 0,874 bij een lag van -1 (tabel 5-2). (Zie bijlage V voor uitkomsten in SPSS).

Aan de hand van deze uitkomsten kan een aantal punten vastgesteld worden:

- Zowel de gemiddelde afwijking als de cross-correlatie zijn het meest voordelig bij de koers 'voor de wind'. Dit betekent dat het prototype in vergelijking tot Pi Garda het beste met elkaar overeenkomen in vergelijking met de andere twee koersen.
- De gemiddelde afwijking bij de koers 'aan de wind' is minder dan bij de koers 'halve wind'. Daarentegen is de cross-correlatie hoger bij de koers 'halve wind' dan bij de koers 'aan de wind'. Dit betekent dat de vorm van de grafiek en dus de opeenvolging van hellingshoeken van het prototype en Pi Garda beter overeenkomen met elkaar bij de koers 'halve wind' dan bij de koers 'aan de wind'.
- De hellingshoek uitslagen van het prototype en Pi Garda komen minder overeen met elkaar bij de meting op het water dan bij de meting op het droge.

Tabel 5-2 Overzicht van de drie gevaren koersen met bijbehorende gemiddelde afwijking en cross-correlatie tussen de hellingshoekuitslagen van het prototype en Pi Garda, gemeten op het water.

Koersen	Gemiddelde afwijking (in graden)	Cross-correlatie	
		Waarde	Lag
Aan de wind	4,37	0,632	-3
Halve wind	8,45	0,798	-2
Voor de wind	3,62	0,874	-1



Grafiek 5-2 Hellingshoek uitslagen van het prototype in vergelijking met Pi Garda, weergegeven over de tijd en gevaren in de koersen ruime wind, halve wind en aan de wind.

5.1.2 Roerhoek

De roerhoek wordt gemeten en berekend door middel van de laser rudder angle sensor van Pi Garda. De roerhoek kan direct worden weergegeven op het bijbehorende display of kan achteraf in zijn geheel bekeken worden met de Pi Toolbox-software. Met behulp van het eindontwerp kan de roerhoek, net zoals de hellingshoek, ook door videoanalyse verkregen worden.

Op het land

Het prototype en de laser rudder angle sensor zijn beide op de Laser gemonteerd. Ook voor de roerhoek wordt wederom met een kijkhoek van 170° gefilmd en met een kijkhoek van 127°. (Voor de meetopstelling en de uitvoering zie bijlage 3).

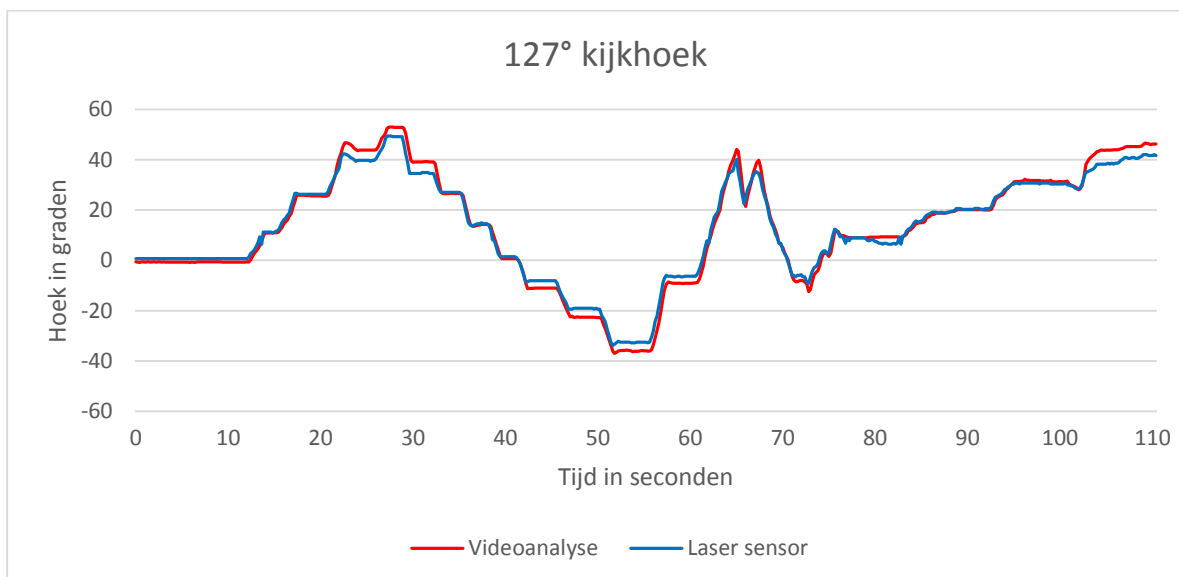
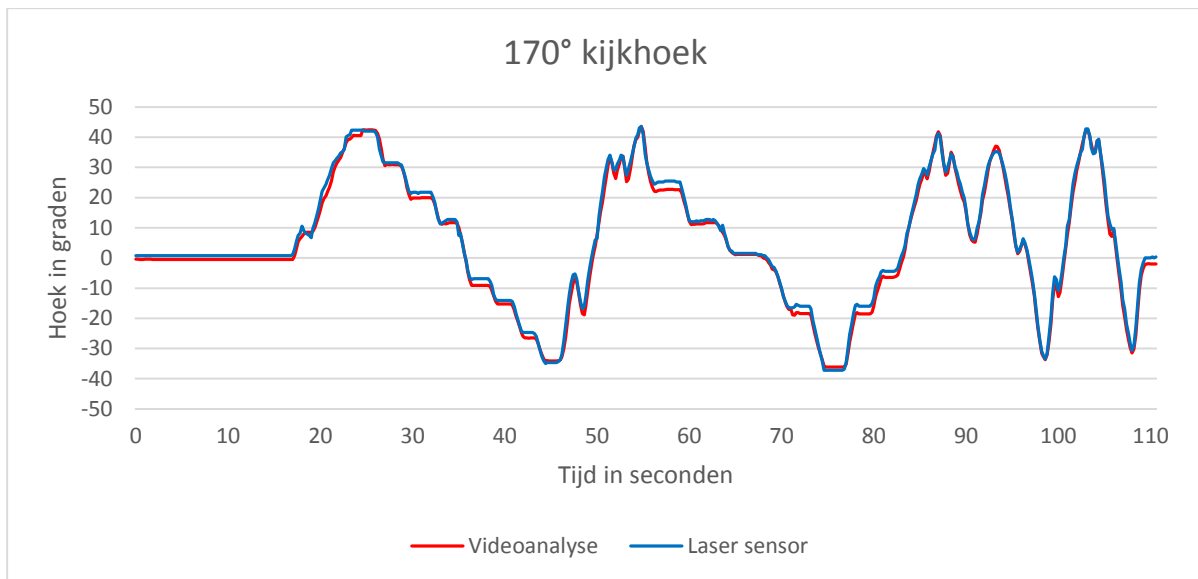
In de grafieken 5-3 A en B worden de roerhoek uitslagen van het prototype en het Pi Garda systeem met elkaar vergeleken over een tijd van 110 seconden. Aan de hand van de uitkomsten bij de hellingshoek wordt verwacht dat ook hier de roerhoeken van de twee systemen beter overeen komen bij een kijkhoek van 170° dan bij een kijkhoek van 127°.

De gemiddelde afwijking bij een kijkhoek van 170° is in dit geval 1,39°. De gemiddelde afwijking bij een kijkhoek van 127° is 2,13°. De verwachting blijkt in dit geval correct te zijn.

Wanneer de uitkomsten door middel van cross-correlatie met elkaar worden vergeleken komt bij grafiek A een cross-correlatie uit van 0,998 bij een lag van 0 en komt bij grafiek B een cross-correlatie uit van 0,997 bij een lag van 0 (tabel 5-3). (Zie bijlage V voor uitkomsten in SPSS).

Tabel 5-3 Overzicht van de verschillende kijkhoeken met bijbehorende gemiddelde afwijking en cross-correlatie tussen de roerhoekuitslagen van het prototype en Pi Garda, gemeten op het land.

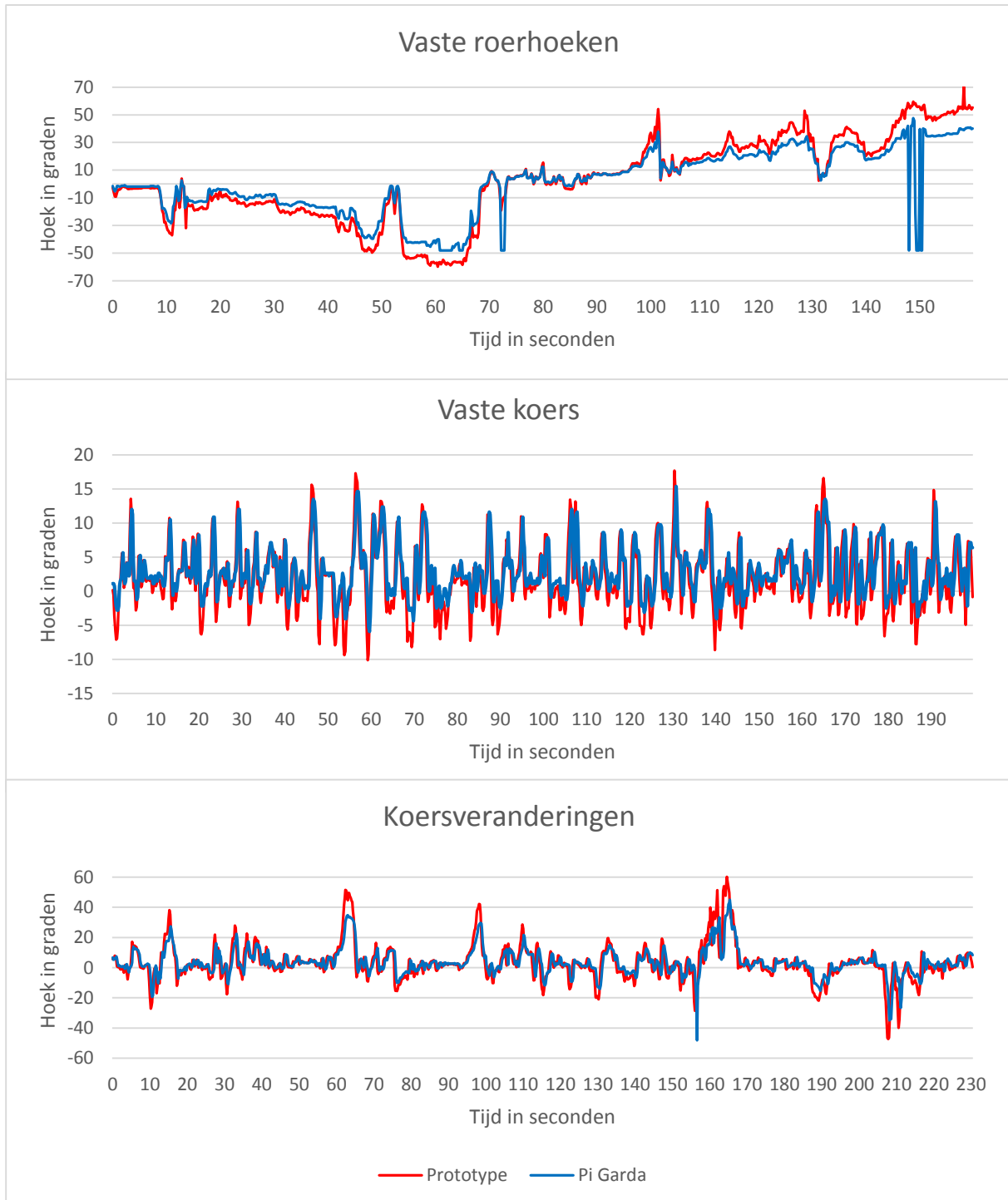
Kijkhoeken (in graden)	Gemiddelde afwijking (in graden)	Cross-correlatie	
		Waarde	Lag
127	2,13	0.997	0
170	1,39	0,998	0



Grafiek 5-3 Roerhoek uitslagen, gemeten op het land, van het prototype met een kijkhoek van 170° en met een kijkhoek van 127° vergeleken met het Pi Garda systeem, weergegeven over de tijd.

Op het water

Bij de meting op het water zijn de twee systemen op drie verschillende manieren getest (grafieken in 5-4). Bij de eerste variant zijn een aantal vaste roerhoek uitslagen gemarkeerd op de boot die de zeiler vervolgens allemaal een voor een is langsgesegaan. Voor de tweede variant moest de zeiler voor een bepaalde tijd één vaste koers aanhouden. Bij de laatste variant heeft de zeiler verschillende koersveranderingen gemaakt die vaak terug komen tijdens een wedstrijd.



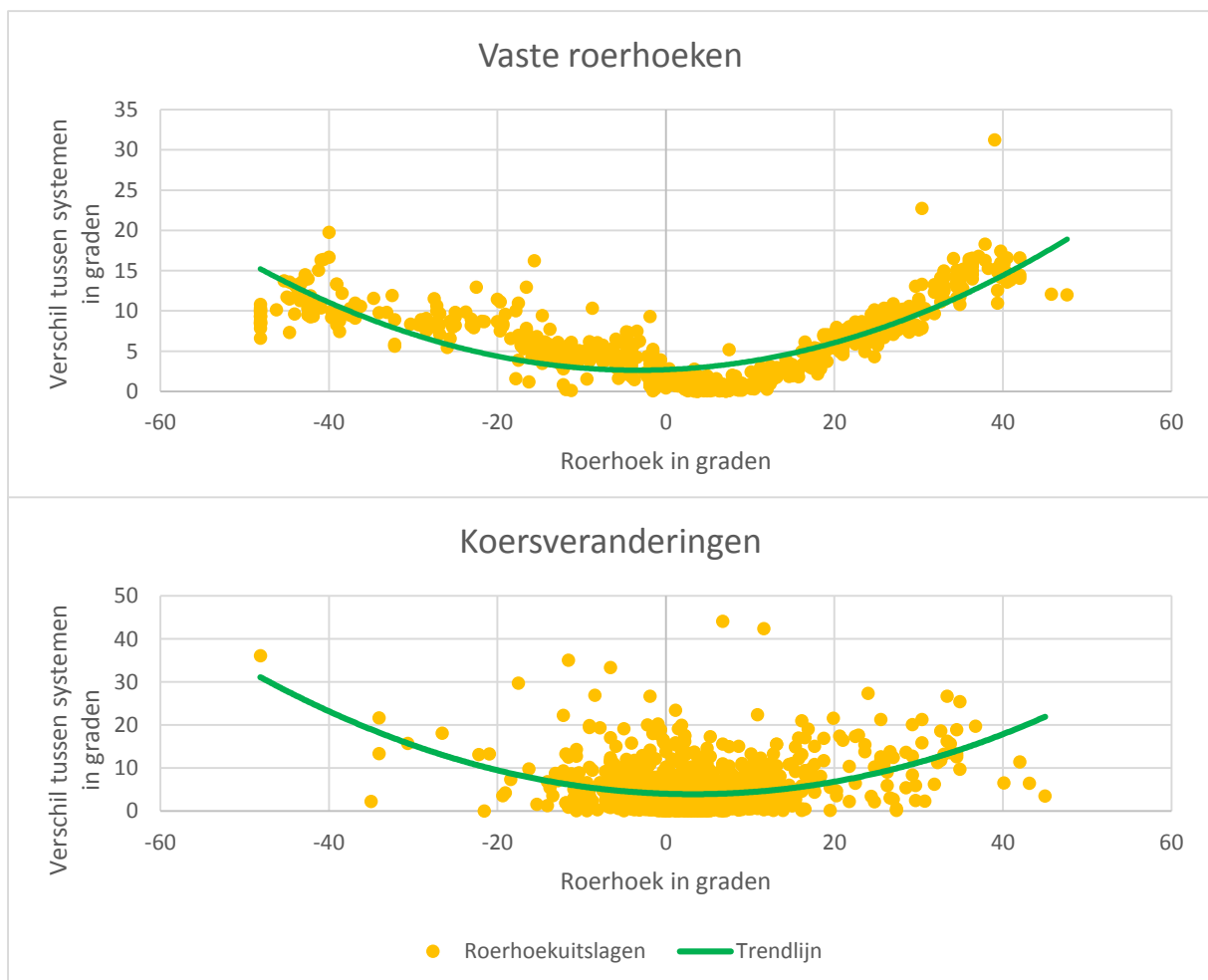
Grafiek 5-4 Roerhoek uitslagen, gemeten op het water, van het prototype en Pi Garda weergegeven over de tijd in drie varianten (van boven naar beneden): Vaste roerhoeken, hier worden 12 vaste roerhoeken aangehouden. Vaste koers, hier wordt een vaste koers aangehouden. Koersveranderingen, bij deze variant zijn 6 bochten gevaren die het meeste voorkomende in wedstrijden.

Net zoals bij de hellingshoek wordt ook bij de roerhoek de gemiddelde afwijking en de cross-correlatie berekend. De uitkomsten zijn overzichtelijk in tabel 5-4 weergegeven. (Zie bijlage V voor uitkomsten in SPSS).

Tabel 5-4 Overzicht van de drie testvarianties met bijbehorende gemiddelde afwijking en cross-correlatie tussen de roerhoekuitslagen van het prototype en Pi Garda, gemeten op het water.

Test varianten	Gemiddelde afwijking (in graden)	Cross-correlatie	
		Waarde	Lag
Vaste roerhoeken	5,57	0,925	0
Vaste koers	2,64	0,946	2
Koersveranderingen	4,75	0,982	2

Naast deze uitkomsten is in tegenstelling tot de hellingshoek nog wat opgevallend aan de vergelijking tussen de twee systemen bij de varianten vaste roerhoeken en koersveranderingen (grafieken in 5-5). Te zien is bij beide grafieken dat hoe groter de roerhoekuitslag wordt, hoe groter het verschil is tussen het prototype en de Pi Garda.



Grafiek 5-5 Weergave van het verschil tussen het prototype en Pi Garda aan de hand van de roerhoek zowel voor de testvariant vaste roerhoeken (bovenste grafiek) als de testvariant koersveranderingen (onderste grafiek). Per testvariant is een trendlijn getekend gebaseerd op het verschil tussen de roerhoeken van het prototype en Pi Garda.

De volgende punten kunnen vervolgens vastgesteld worden:

- Het verschil tussen de metingen op het land en op het water is minimaal wanneer er wordt gekeken naar de cross-correlatie.
- De cross-correlatie bij alle metingen van de roerhoek zitten dicht bij de 1. Dit betekent dat de vorm van de grafiek en dus de opeenvolging van hellingshoeken van het prototype en Pi Garda nagenoeg hetzelfde zijn.
- De hoogtes van de gemiddelde afwijking van de vaste roerhoeken en de koersveranderingen zijn te verklaren door de grafieken in 5-5. Bij deze twee metingen zijn hogere hoekuitslagen gemeten waardoor het verschil tussen de meetsystemen groter wordt en dus ook de gemiddelde afwijking.

5.2 Toetsing van het theoretische ontwerp

De onderdelen welke niet in de praktijk getoetst zijn zullen theoretisch besproken worden aan de hand van het theoretische ontwerp besproken in paragraaf 4. De volgende onderdelen zijn: afgelegde koers, bootsnelheid, gegevens weergave en het draadloze netwerk.

5.2.1 Afgelegde koers en bootsnelheid

De afgelegde koers en de koerssnelheid worden via de Pi Garda blackbox door middel van GPS verkregen. De Sony AS30V, onderdeel van het theoretisch ontwerp, beschikt ook over GPS. Hierdoor kan de camera, net zoals de Pi Garda blackbox, de afgelegde koers en koerssnelheid meten met behulp van GPS.

5.2.2 Gegevens weergave

De gegevens verkregen door het Pi Garda systeem worden weergegeven door de Tacktick digital display en geeft onder andere de hellingshoek en de roerhoek weer.

Om gegevens weer te kunnen geven, verkregen van de Sony AS30V, moet gebruik gemaakt worden van de applicatie PlayMemories van Sony. Deze applicatie kan de gegevens ontvangen van de camera en weergeven op het externe apparaat waar de applicatie op geïnstalleerd is. (Zie bijlage VI voor een lijst met apparatuur die PlayMemories ondersteunt).

Wat niet mogelijk is met deze constructie, is een directe weergave van de hellingshoek en de roerhoek tijdens het filmen.

5.2.3 Draadloos netwerk (Tacktick interface box)

De Tacktick interface box zorgt voor het draadloos netwerk bij het Pi Garda systeem. Hierdoor kunnen gegevens verzonden en ontvangen worden door de verschillende onderdelen van het Pi Garda systeem.

De Sony AS30V beschikt over een eigen Wi-Fi netwerk waardoor externe apparaten verbinding kunnen maken met de camera. Wanneer deze verbinding heeft plaatsgevonden kunnen gegevens, verkregen door de camera, worden uitgewisseld met de verbonden externe apparaat.

6 Discussie

Tijdens het proces van dit verslag zijn een aantal beperkingen ondervonden. Deze beperkingen zullen worden besproken. Hierbij wordt naar de oorzaak van het probleem gekeken met als resultaat een advies voor in de toekomst. Naast deze beperkingen die tijdens het proces zijn ervaren wordt ook de evaluatie van het prototype nader toegelicht.

Het eindontwerp kon helaas niet verwezenlijkt worden tot het prototype door een te kort aan geld om de Sony AS30V aan te schaffen. Voor de roer- en hellingshoek heeft dit geen invloed gehad. Echter voor de afgelegde koers, bootsnelheid, gegevens weergave en het draadloos netwerk heeft het wel invloed gehad. Zo was het niet mogelijk om de kwaliteit van de GPS in de Sony AS30V te kunnen testen. Dit heeft invloed op de nauwkeurigheid van de afgelegde koers en de bootsnelheid. Daarnaast kon niet getest worden of deze gegevens, middels het eigen Wi-Fi netwerk van de camera, direct zichtbaar konden worden gemaakt op een extern apparaat. Nu is niet bekend wat de kwaliteit van het Wi-Fi netwerk is en blijven vragen als “kan de informatie ook op het water gedeeld worden?” en “over welke afstand is dit mogelijk?” onbeantwoord. Daarnaast is het niet mogelijk geweest om te testen wat beeldstabilisatie voor invloed heeft op de resultaten, aangezien de camera trilt door de bewegingen van de boot. Ook het besturen van de camera op afstand kon niet getest worden en de opnametijd met één batterij is nog steeds onbekend. Al deze onbekende informatie zou verkregen kunnen worden wanneer de meting uitgevoerd wordt met de Sony AS30V.

Tijdens de meting is opgevallen dat de slinger van de hellingshoekmeter bleef slingeren wanneer de boot een vaste helling had aangenomen. Dit is ook duidelijk naar voren gekomen in de resultaten te zien aan de hoge pieken in de grafieken. Dit zou opgelost kunnen worden door een beter ontwerp van de hellingshoekmeter. Dit betekent een perfecte combinatie tussen materiaal, gewicht en weerstand op de as van de slinger.

Voor de eerste meting op het water van de roerhoek was het de bedoeling dat de zeiler de gemarkeerde hoeken op de Laser aanhield met zijn helmstok. Het was echter niet mogelijk voor de zeiler om met de helmstok precies de gemarkeerde hoeken aan te houden. Met als gevolg dat signalen uit de twee systemen alleen met elkaar vergeleken kon worden en niet met de gemarkeerde hoeken op de Laser.

Tijdens het analyseren van de video zijn problemen ondervonden. Zo werkte de automatische markerdetectie niet goed genoeg en kon de marker niet continu worden blijven gevolgd. De automatische markerdetectie moest dus regelmatig handmatig bijgesteld worden zodat wel de juiste informatie verkregen kon worden. Het handmatig bijstellen van de automatische markerdetectie kan worden verholpen door de marker te vergroten. Daarnaast moet de marker rond blijven gedurende elke uitslag. Tijdens de meting is een ovale marker geplaatst op het roer zodat deze als rond wordt gezien op het beeld. Wanneer een grote hoekuitslag met het roer werd gemaakt was de marker echter weer zichtbaar als een ovaal in het beeld. Dit zou opgelost kunnen worden door een 3d marker.

Daarnaast was een probleem, als fout van de programma zelf, dat de gekozen frequentie voor de hoekmeting niet correct was. De keuze was om per 0,2 seconde de gegevens te registreren. Het programma telde na elke seconde er 0,001 seconde bij op. Voor een korte meting valt dit te overzien maar wanneer een meting van een uur gemaakt wordt om met een ander systeem te vergelijken kan dit problemen veroorzaken ($60 \times 60 \times 0,001 = 3,6$ seconde verschil na een meting van een uur).

Uit de analyse bleek dat de camera moet voldoen aan een kijkhoek van 170° . Dit brengt echter een distorsie van het beeld met zich mee. Onderzocht is of deze distorsie kon worden verwijderd of worden beperkt met als resultaat dat dit wel mogelijk is met als tegenhanger dat een deel van het beeld verloren zal gaan. Hieruit is voortgekomen dat de camera verschillende opties moet hebben voor de kijkhoek om tijdens de meting het verschil te kunnen testen. Uit de meting is gebleken dat een opname met een kijkhoek met 170° beter overeen komt met het Pi Garda systeem dan een opname met een kijkhoek van 127° . Verwacht was het tegenovergestelde, omdat de distorsie van het beeld kleiner is bij een kleinere kijkhoek vergeleken met een grotere kijkhoek. In dit geval is het voordelig dat deze verwachting uiteindelijk niet correct was. De verklaring hiervoor kan als volgt zijn. Bij de grotere kijkhoek is het beeld niet alleen groter maar ook meer uitgezoomd. Dit betekent dat je meer kunt zien op het beeld maar dat alles ook kleiner is. De distorsie vindt het meeste plaats aan de randen en hoeken van het beeld. Wanneer de meting in het midden plaats vindt van het beeld zal het te meten object kleiner zijn dan bij de kleinere kijkhoek en zal dus minder distorsie ondervinden. In het vervolg kan dus beter gefilmd worden met een kijkhoek van 170° dan met een kijkhoek lager dan 170° .

Uit de resultaten bleek ook dat wanneer de roerhoekuitslagen groter werden, het verschil tussen het prototype en Pi Garda ook groter werd. Dit kan verklaard worden door het feit dat de camera onder hoek is geplaatst op het vlak waar de hoek in gemeten wordt. Wanneer de camera loodrecht op dit vlak is geplaatst zou het verschil niet mogen oplopen wanneer de hoekuitslagen ook groter worden. Het oplopen van het verschil kan worden tegengegaan door de verhouding te berekenen tussen de werkelijke lengte van het roer en de gemeten lengte van het roer op het beeld. In het beeld wordt namelijk het roer langer wanneer het roer een grotere uitslag maakt. Wanneer de verhouding berekend kan deze worden toegepast in het berekenen van de roerhoek.

Opvallend is bij de resultaten van de hellingshoek, dat er duidelijk verschil te zien is tussen de verschillende koersen die gevaren zijn. Al deze verschillen kunnen verklaard worden door (zoals voorgaande besproken) dat de slinger van hellingshoekmeter door bleef slinger. Dit kan door bijvoorbeeld harde windvlagen, bewegingen van de zeiler in de boot en snelle veranderingen in de helling van de boot. Om deze redenen is het verschil tussen de systemen groter bij de koersen aan de wind en halve wind dan het verschil tussen de systemen bij voor de wind. Wanneer de hellingshoekmeter verbeterd met voorgaande besproken aspecten, zullen de verschillen tussen het prototype en Pi Garda veel minder zijn.

7 Conclusie

“In hoeverre en hoe is het mogelijk om het huidige meetsysteem te vervangen door videoanalyse?” is de hoofdvraag van dit ontwerpverslag. Na het hele proces verlopen te hebben, wat besproken is in de inleiding, kan antwoord gegeven worden op hoofdvraag. Daarnaast kan ook geconcludeerd worden in hoeverre de doelstelling behaald is.

Het huidige meetsysteem bestaat uit verschillende onderdelen van Pi Garda. De onderdelen Tacktick wind wand en de Tacktick compass kunnen helaas niet vervangen worden door videoanalyse maar alle overige onderdelen wel. Dit kan door middel van een combinatie met de camera Sony AS30V, het analyseprogramma Dartfish en extern apparaat dat de programma de Sony AS30V ondersteund.

Echter is het doel om dezelfde of zelfs betere resultaten te krijgen dan het Pi Garda systeem en dat het nieuwe systeem sneller, makkelijker en compacter in gebruik moet zijn. Uit de meting is gebleken dat de hellingshoeken en roerhoeken niet geheel overeenkomen. Ook is tijdens het analyseren van de gegevens gebleken dat de automatische markerdetectie handmatig moest worden bijgesteld. Dit neemt veel tijd in beslag. Daarnaast zijn een aantal onderdelen niet getest welke konden helpen om de doelstelling te behalen.

Het huidige videoanalyse systeem brengt niet genoeg voordelen met zich mee om het Pi Garda systeem te vervangen. Wanneer gebruikt wordt gemaakt van de Sony AS30V, de hellingshoekmeter wordt aangepast op zo’n manier dat de slinger alleen beweegt wanneer de helling verandert, de marker wordt vergroot en bij elke hoekuitslag een cirkel blijft en wanneer de verhouding van het roerlengteverschil meegenomen wordt in de berekening zal het videoanalyse systeem voordeliger uitkomen dan het Pi Garda systeem.

Het videoanalyse systeem is namelijk eenvoudiger en sneller te monteren op de Laser dan het Pi Garda systeem en het verwerken van de gegevens gaat sneller wanneer de automatische marker detectie correct werkt zonder handmatig bij te stellen. Het enige nadeel van dit systeem is dat de resultaten verspreid zullen zijn over twee programma’s. Dit kan echter worden verholpen door een vervolg studie om alle gegevens in bijvoorbeeld MatLab weer te laten geven.

8 Literatuurlijst

1. Geraadpleegd op 5 september 2014 via: www.laserklasse.nl.
2. Hoefnagels, J.P. (1996). *Het zeilboek: de nieuwe leidraad voor zeilers*. Huizen: Het Goede boek.
3. Geraadpleegd op 16 april, 2013 via:
<http://row.cosworth.com/products/marine/performance-sailing/pi-garda-data-logger/>.
4. Geraadpleegd op 29 april, 2013 via: <http://skisoo.com/blog/en/2012/how-to-remove-the-fisheye-effect-from-gopro-hero-2-videos-with-free-software/>
5. Geraadpleegd op 29 april, 2013 via:
<http://www.eyefmine.com/gopro/hd/960/index.html#distortion>
6. Geraadpleegd op 17 april 2013 via:
<http://www.dartfish.com/data/document/document/445.pdf>.
7. Geraadpleegd op 8 juli 2013 via: <http://www.v-nix.nl/contour-plus-2>.
8. Geraadpleegd op 8 juli 2013 via: <http://www.sony.nl/electronics/actioncam/hdr-as30v/specifications>.
9. Geraadpleegd op 8 juli 2013 via: https://buy.garmin.com/nl-NL/NL/prod119592.html?gclid=Clrgm_WSycECFW3JtAodlF0Atw.
10. Eltoukhy, M., Asfour, S., Thompson, C., & Latta, L. (2012). Evaluation of the Performance of Digital Video Analysis of Human Motion: Dartfish Tracking System. *International Journal of Scientific and Engineering Research (IJSER)*, 3(3), 1-6.
11. Stergiou, N (2004). *Innovative analyses of human movement: Analytical Tools for Human Movement Research*. Omaha: Human Kinetics.

9 Bijlage

- I. Handelingenbarrel distortion corrigeren
- II. Vergelijking Go Pro Hero 2
- III. Meting hellingshoek en roerhoek op het land
- IV. Meting hellingshoek en roerhoek op het water
- V. Uitkomsten SPSS
- VI. Ondersteunende apparaten voor PlayMemories
- VII. Projectplan

I. Handelingen barrel distortion corrigeren

- Download de programma's MPEG_Streamclip en VirtualDub
- Start *MPEG_Streamclip*
- Open de video (*File* → *open File*)
- Druk nogmaals op *File* en selecteer *Export to AVI*
- Sleep het balkje achter *Quality* naar 100 %
- Kies onder *Frame size* de optie *Other* en type zelf in: 1920 x 1088
- Druk op *Make AVI*
- Kies een map om de video in op te slaan

- Start *VirtualDub*
- Open de AVI video (*File* → *Open video file*)
- Druk op *Video* en vervolgens op *Filters*
- Druk op *Add*
- Selecteer *Barrel distortion* en druk op *OK*
- Vul bij *Alpha* 0.3 en bij *Beta* 0.08 in
- Vink de *Aspect-ratio* uit en druk op *OK*
- Druk nogmaals op *OK*
- Klik nogmaals op *Video* en selecteer *Compression*
- Selecteer *Xvid MPEG-4 Codec* en druk op *OK*
- Druk vervolgens op *File* en *Save as AVI*
- Kies een map om de video in op te slaan

Met barrel distortion:



Zonder barrel distortion:



II. Vergelijking Go Pro Hero 2

	Contour+2	Sony AS30V action cam	Garmin Virb Elite	GoPro Hero 2
Video opname van 1 GB	4	3	1	2
Opnametijd	3	2	4	2
Montage accessoires	1	3	2	4
Beeldstabilisatie	1	4	4	1
Kwiteit video	3	4	2	2
Besturing extern apparaat	4	4	4	4
Prijs	1	4	4	4
Totaal	17	24	21	19

III. Meting hellingshoek en roerhoek op het land

Benodigdheden:

- Laser zeilboot
- Roer + helmstok
- Bracket
- GoPro Hero 2
- Zwart – witte marker
- Hellingshoekmeter
- Single axis heel sensor
- Tape
- Laser rudder angle sensor
- Tacktick digital display
- Pi Garda blackbox
- Dartfisch
- Microsoft Excel
- Pi toolbox



Meetopzet:

De laser is geplaatst op een trailer in de loods. Het roer en de helmstok zijn bevestigd op de Laser voor de daarvoor bestemde plekken. De bracket wordt achter op de laser bevestigd met de Go Pro op het einde van de bracket. Een marker wordt op 70 cm van het scharnierpunt van het roer geplaatst door middel van tape en een marker wordt op de slinger van de hellingshoekmeter geplaatst, welke zit bevestigd aan de bracket. De laser rudder angle sensor moet horizontaal op een afstand van 9,7 cm aan de rechterkant van de helmstok en op een afstand van 1,2 cm van de achterkant van de boot bevestigd worden. Om te testen of de laser rudder angle sensor op de juiste plaats is bevestigd, is tape geplakt op de Laser die de hoeken 10°, 20°, 30° en 40° aanduiden. Wanneer de hoekaanduiding op de display overeenkomt met de stand van het roer is de laser correct geplaatst. De single axis heel sensor moet horizontaal bevestigd worden en zit naast de Pi Garda blackbox aan de achterzijde van de kuip. Een controle met een waterpas kan uitgevoerd worden of de single axis heel sensor samen met de boot horizontaal bevestigd zit. Vervolgens kunnen de laser rudder angle sensor en de single axis heel sensor gekoppeld worden aan de Pi Garda blackbox. De tacktick digital display wordt geplaatst op de achterzijde van de laser zodat de waardes afgelezen kunnen worden door de camera.

Methode:

Wanneer alles is aangesloten kan de Pi Garda blackbox en de camera aangezet worden. Om na afloop van de meting de gegevens van de Pi Garda blackbox te synchroniseren met de camerabeelden wordt er in het beeld de wijsvinger en duim op elkaar gelegd en wordt er tegelijkertijd “Nu” gezegd. Wanneer de wijsvinger en duim elkaar raken en “Nu” wordt gezegd wordt er tegelijkertijd op een knopje gedrukt op de Pi Garda blackbox waardoor er een marker te zien zal zijn bij het uitlezen van de gegevens. Hierdoor kan de video gesynchroniseerd worden met de gegevens uit de Pi Garda blackbox.

Vervolgens worden willekeurige hoekuitslagen gemaakt met het roer en wordt de laser per zijde een aantal keer opgetild om de helling na te bootsen. Dit wordt voor ± 2 minuten lang gedaan voor het roer en ± 2 minuten lang voor de helling.

Analyse:

Eenmaal de meting uitgevoerd te hebben kunnen de gegevens geanalyseerd worden. De video kan door middel van het programma Dartfish geanalyseerd worden. Om de hoeken te berekenen wordt gebruik gemaakt van de formule $\sinus(hoek) = \frac{\text{overstaande zijde}}{\text{schuine zijde}}$.

Om de roerhoek te meten wordt de helmstok gezien als de schuine zijde en de horizontale afstand van de marker tot aan het midden van de boot (draaipunt van het roer) wordt gezien als de overstaande zijde. De lengte van het roer blijft onveranderd dus heeft de schuine zijde een vaste waarde. De overstaande zijde verandert echter wel continu. Het is dus belangrijk om de continue verandering te weten van de overstaande zijde.

Om de overstaande zijde te meten moet de marker op de helmstok gedurende de hele video gevolgd worden door middel van automatische markerdetectie. Een vast punt (een marker van het programma zelf) moet geplaatst worden op het scharnierpunt van het roer. Een andere functie in Dartfish kan de horizontale afstand meten tussen dit vaste punt en de marker. Deze afstand wordt vervolgens weergegeven in een tabel met een frequentie naar keuze.

Voor het vergelijken met de laser rudder angle sensor moet een frequentie van 5 Hz gekozen worden. Dit betekent dat per 0,2 seconde de horizontale afstand wordt gemeten. Wanneer de hele video geanalyseerd is moet de tabel geëxporteerd worden naar excel om vervolgens de hoekuitslagen te berekenen door bovenstaande formule.

Voor de hellingshoek geldt hetzelfde principe als voor de roerhoek. In dit geval wordt echter de marker op de hellingshoekmeter gevolgd door de automatische markerdetectie. Ook moet het vaste punt verplaatst worden naar het scharnier van de slinger.

Naast het analyseren van de video moet ook de gegevens van de Pi Garda blackbox geanalyseerd worden. Dit kan door middel van de Pi toolbox. De gegevens uit de Pi Garda blackbox wordt samen weergegeven met de video in twee verschillende compartimenten. Vervolgens moet de video gesynchroniseerd met Pi Garda door de marker (uit de Pi Garda blackbox) overeen te laten komen met het moment waarop de wijsvinger en duim elkaar raken. Nu de synchronisatie compleet is kunnen de roerhoek- en hellingshoekuitslagen geëxporteerd worden naar Excel om de signalen uit beide systemen met elkaar te vergelijken. Niet alleen worden de signalen met elkaar vergeleken in Excel maar ook in SPSS. Hiervoor worden de waardes gebruikt die in Excel berekend/geplaatst zijn.

IV. Meting hellingshoek en roerhoek op het water

Benodigdheden:

- Laser zeilboot
- Roer + helmstok
- Bracket
- GoPro Hero 2
- Zwart – witte marker
- Hellingshoekmeter
- Single axis heel sensor
- Tape
- Laser rudder angle sensor
- Tacktick digital display
- Pi Garda blackbox
- Dartfisch
- Microsoft Excel
- Pi toolbox

Meetopzet:

De De laser is geplaatst op een trailer in de loods. Het roer en de helmstok zijn bevestigd op de Laser voor de daarvoor bestemde plekken. De bracket wordt achter op de laser bevestigd met de Go Pro op het einde van de bracket. Een marker wordt op 70 cm van het scharnierpunt van het roer geplaatst door middel van tape en een marker wordt op de slinger van de hellingshoekmeter geplaatst, welke zit bevestigd aan de bracket. De laser rudder angle sensor moet horizontaal op een afstand van 9,7 cm aan de rechterkant van de helmstok en op een afstand van 1,2 cm van de achterkant van de boot bevestigd worden. Voor de meting van het roer wordt op de laser tape geplakt die de hoeken 5°, 10°, 15°, 20°, 30° en 40° aanduiden voor zowel links als rechts. Deze hoeken zijn geplaatst om tijdens de resultaten te kijken welk meetsysteem het beste overeenkomt met de gevaren hoek. De single axis heel sensor moet horizontaal bevestigd worden en zit naast de Pi Garda blackbox aan de achterzijde van de kuip. Een controle met een waterpas kan uitgevoerd worden of de single axis heel sensor samen met de boot horizontaal bevestigd zit. Vervolgens kunnen de laser rudder angle sensor en de single axis heel sensor gekoppeld worden aan de Pi Garda blackbox. De tacktick digital display wordt geplaatst op de achterzijde van de laser zodat de waardes afgelezen kunnen worden door de camera.

Methode:

Wanneer de Laser opgetuigd in het water ligt en klaar is om te zeilen kan de camera en de Pi Garda blackbox aangezet worden. Om na afloop van de meting de gegevens van de Pi Garda blackbox te synchroniseren met de camerabeelden wordt er in het beeld de wijsvinger en duim op elkaar gelegd en wordt er tegelijkertijd “Nu” gezegd. Wanneer de wijsvinger en duim elkaar raken en “Nu” wordt gezegd wordt er tegelijkertijd op een knopje gedrukt op de Pi Garda blackbox waardoor een marker te zien zal zijn bij het uitlezen van de gegevens. Hierdoor kan de video gesynchroniseerd worden met de gegevens uit de Pi Garda blackbox.

Voor de roerhoek worden drie varianten van metingen uitgevoerd. Als eerst wordt elke roerhoek gevaren die aangeduid is met tape. Per roerhoek wordt deze ± 5 seconde aangehouden. Voor de volgende variant gaat de zeiler ± 5 minuten lang in de richting van een vast punt aan de horizon zeilen dus wordt een vaste koers aangehouden. Als laatste variant moet de zeiler in totaal zes bochten maken van $\pm 90^\circ$, $\pm 135^\circ$ en $\pm 180^\circ$ zowel linksom als rechtsom.

Voor de hellingshoek worden drie koersen gevaren voor een periode van ± 3 minuten per koers. Deze drie koersen zijn: aan de wind, halve wind en voor de wind. Dit zijn de koersen die het meeste worden gevaren in wedstrijdverband.

Analyse:

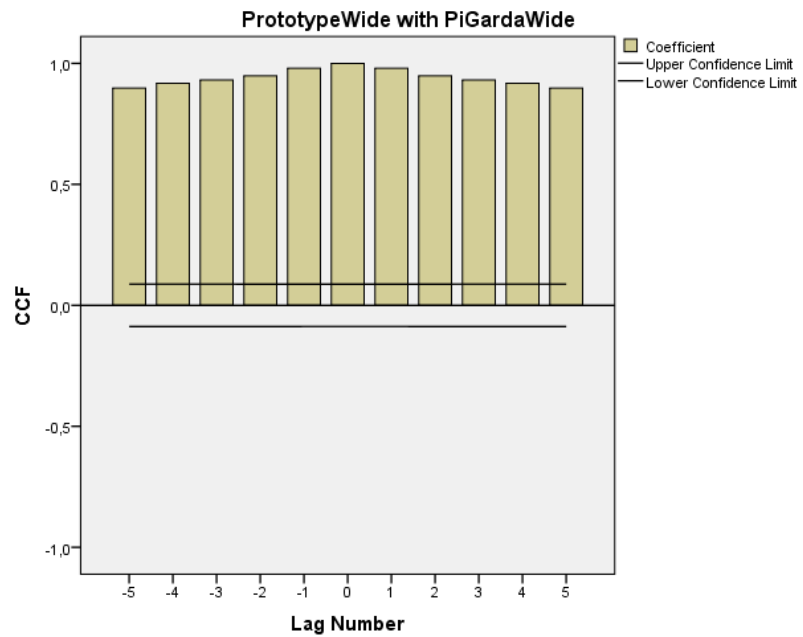
De analyse wordt op dezelfde manier uitgevoerd als de meting van de hellingshoek en roerhoek op het land in bijlage I.



V. Uitkomsten SPSS

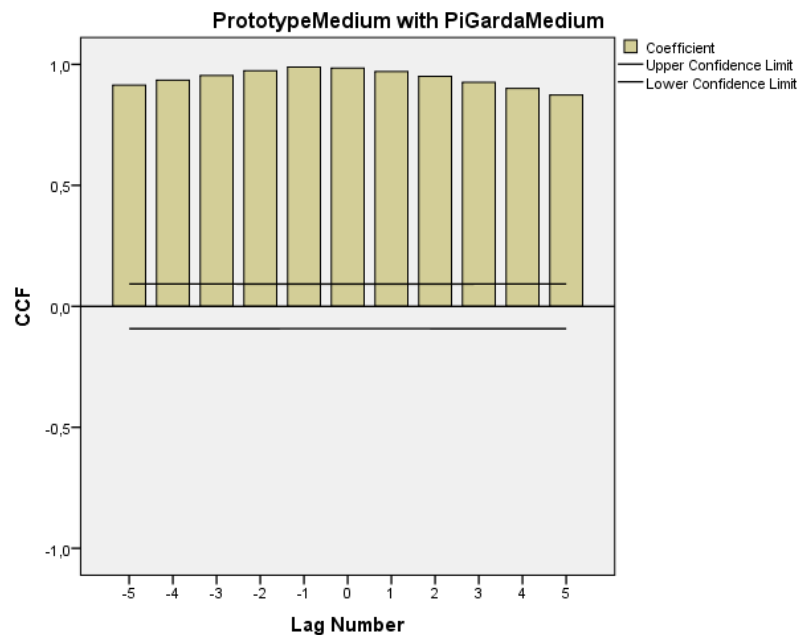
Cross Correlation van de hellingshoeken van het prototype met een kijkhoek van 170° met Pi Garda.

Lag	Cross Correlation
-5	,898
-4	,918
-3	,931
-2	,948
-1	,980
0	1,000
1	,980
2	,948
3	,931
4	,918
5	,898



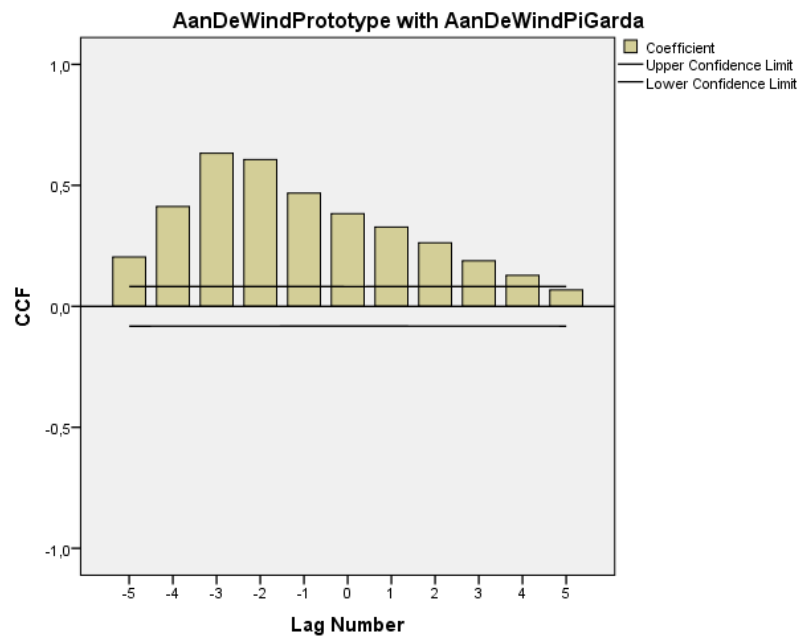
Cross Correlation van de hellingshoeken van het prototype met een kijkhoek van 127° met Pi Garda.

Lag	Cross Correlation
-5	,914
-4	,935
-3	,954
-2	,974
-1	,989
0	,985
1	,970
2	,950
3	,926
4	,900
5	,873



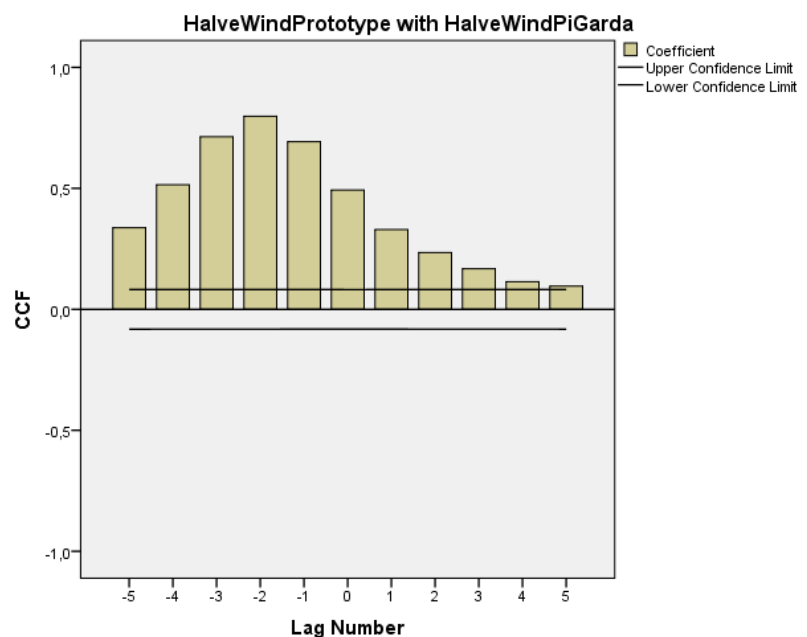
Cross Correlation van de hellingshoeken van het prototype met Pi Garda bij 'Aan de wind'.

Lag	Cross Correlation
-5	,204
-4	,412
-3	,632
-2	,607
-1	,468
0	,383
1	,328
2	,263
3	,188
4	,128
5	,068



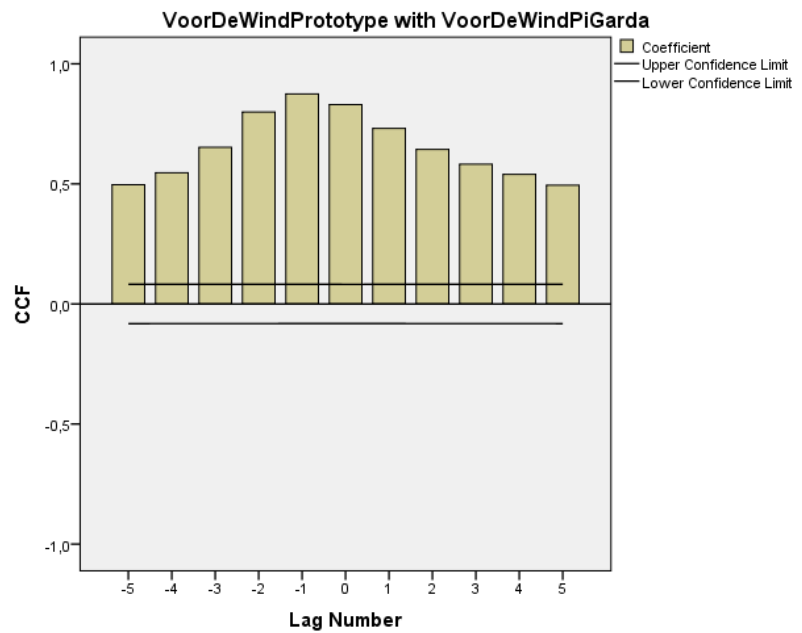
Cross Correlation van de hellingshoeken van het prototype met Pi Garda bij 'Halve wind'.

Lag	Cross Correlation
-5	,337
-4	,515
-3	,713
-2	,798
-1	,693
0	,493
1	,329
2	,235
3	,168
4	,114
5	,096



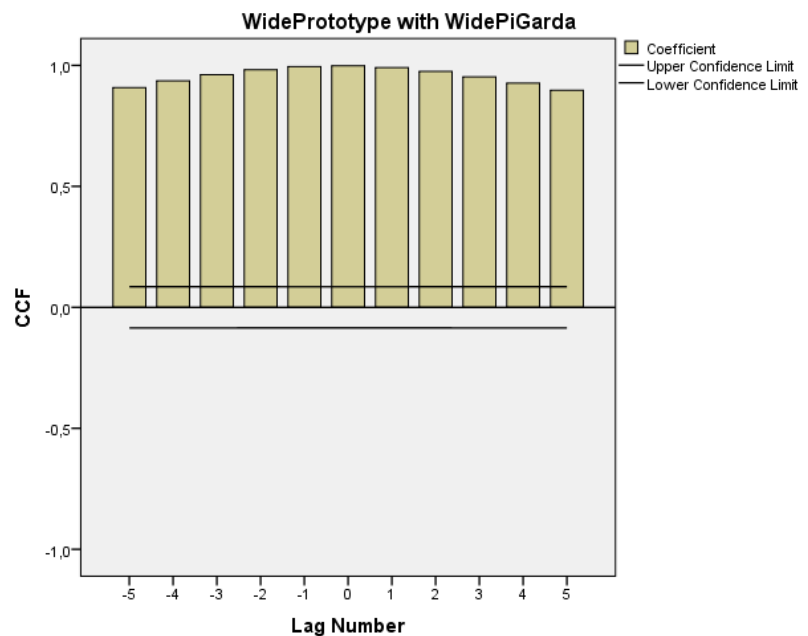
Cross Correlation van de hellingshoeken van het prototype met Pi Garda bij 'Voor de wind'.

Lag	Cross Correlation
-5	,496
-4	,547
-3	,652
-2	,799
-1	,874
0	,830
1	,731
2	,644
3	,582
4	,539
5	,495



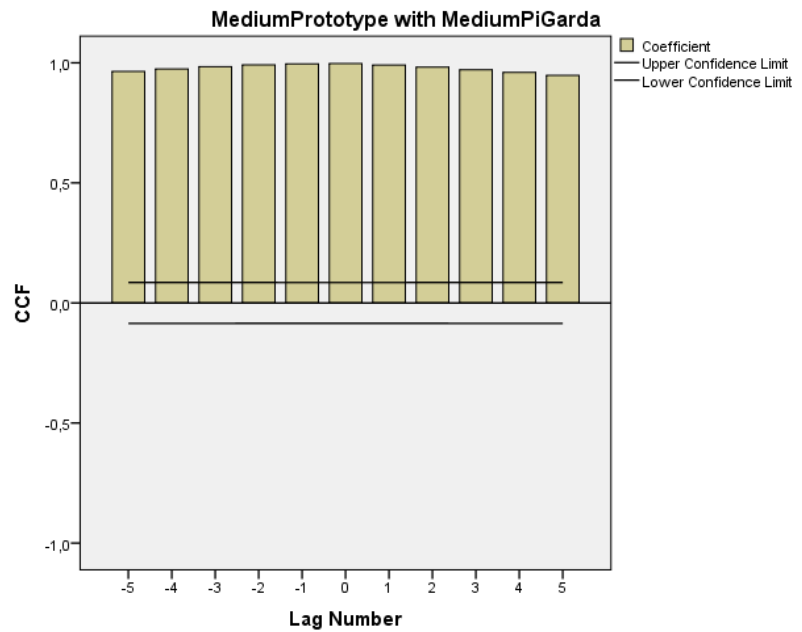
Cross Correlation van de roerhoeken van het prototype met een kijkhoek van 170° met Pi Garda.

Lag	Cross Correlation
-5	,908
-4	,936
-3	,961
-2	,982
-1	,995
0	,998
1	,991
2	,975
3	,953
4	,926
5	,897



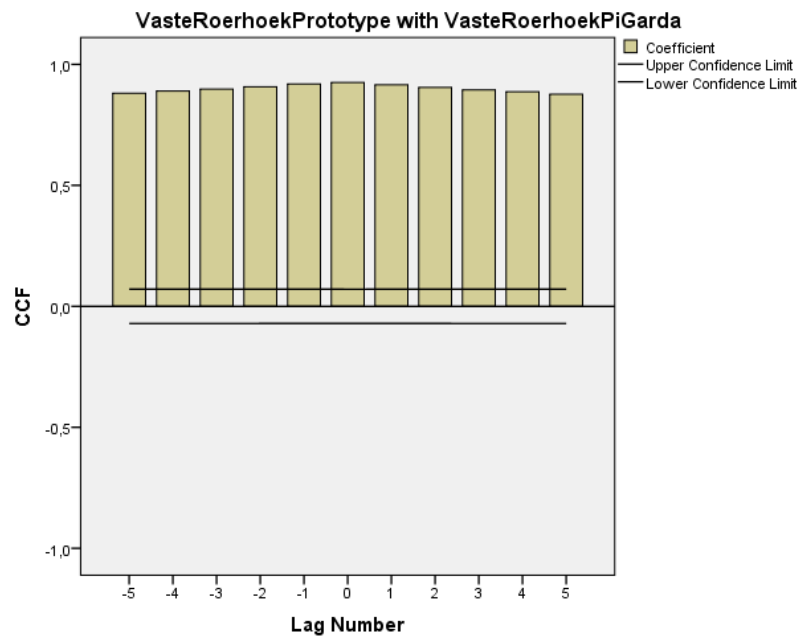
Cross Correlation van de roerhoeken van het prototype met een kijkhoek van 127° met Pi Garda.

Lag	Cross Correlation
-5	,964
-4	,974
-3	,984
-2	,991
-1	,996
0	,997
1	,990
2	,982
3	,971
4	,960
5	,948



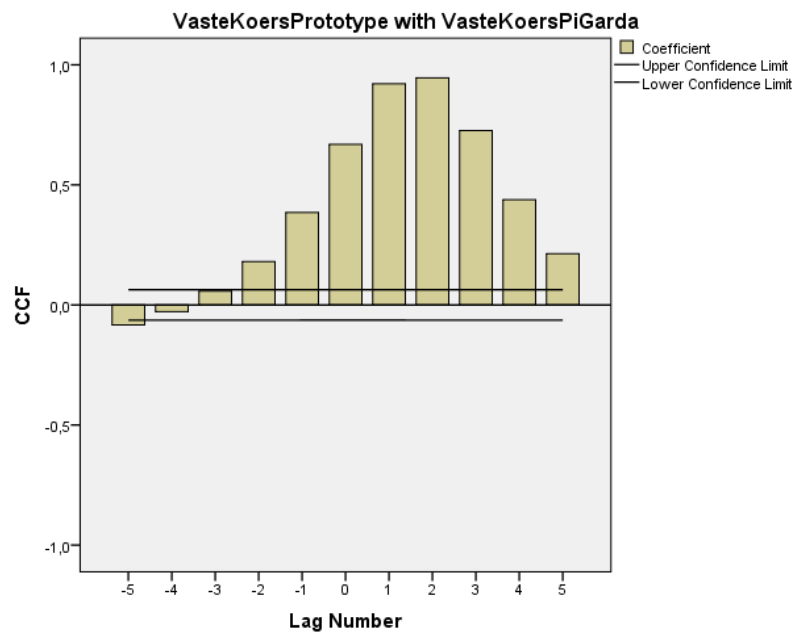
Cross Correlatie van de roerhoeken van het prototype met Pi Garda met de variant vaste roerhoeken.

Lag	Cross Correlation
-5	,881
-4	,889
-3	,898
-2	,907
-1	,919
0	,925
1	,915
2	,904
3	,895
4	,887
5	,877



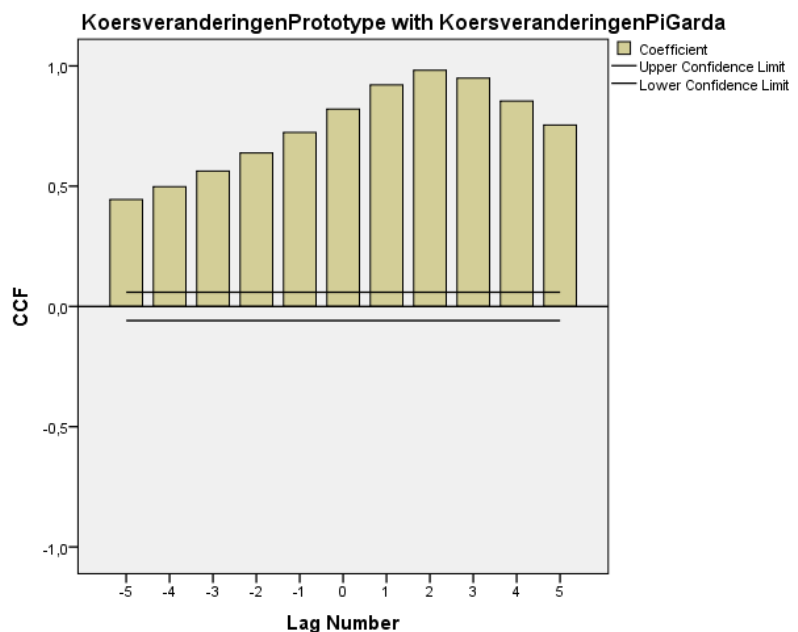
Cross Correlatie van de roerhoeken van het prototype met Pi Garda met de variant vaste koers.

Lag	Cross Correlation
-5	-,083
-4	-,028
-3	,057
-2	,181
-1	,385
0	,669
1	,921
2	,946
3	,726
4	,439
5	,214



Cross Correlatie van de roerhoeken van het prototype met Pi Garda met de variant koersveranderingen.

Lag	Cross Correlation
-5	,445
-4	,498
-3	,563
-2	,638
-1	,724
0	,820
1	,921
2	,982
3	,949
4	,854
5	,754



VI. Ondersteunende apparaten voor PlayMemories

• ASUS (Android)

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch-func.	PlayMem. Mobile-ver.
Nexus 7	4.4	✓	✓	4.1, 5.0
Nexus 7	4.2	✓	✓	3.1, 3.3, 4.0
Nexus 7	4.1	✓	—	2.1, 2.2

• COOLPAD (Android)

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch-func.	PlayMem. Mobile-ver.
7260	2.3	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1
8020	2.3	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1

• HTC (Android)

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch-func.	PlayMem. Mobile-ver.
ONE X	4.0	✓	—	2.2, 3.1, 3.3, 4.0, 4.1
Sensation 4G	4.0	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1

• HUAWEI (Android)

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch-func.	PlayMem. Mobile-ver.
8825D	4.0	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1
C8812	4.0	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1
P6-U06	4.2	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1

• LENOVO (Android)

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch-func.	PlayMem. Mobile-ver.
A288T	2.3	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1
A60	2.3	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1

- LG (Android)

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch- func.	PlayMem. Mobile-ver.
3D P920	2.2	✓	—	2.2
Nexus 5	4.4	✓	✓	3.3, 4.0, 4.1
Optimaus it	4.0	✓	—	2.1

- Motorola (Android)

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch- func.	PlayMem. Mobile-ver.
Moto G	4.4	✓	—	4.1
Moto X	4.4	✓	✓	4.1
Xoom	3.1	✓	—	2.1, 2.2

- SAMSUNG (Android)

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch- func.	PlayMem. Mobile-ver.
Galaxy Nexus	4.3	✓	✓	3.3, 4.0, 4.1, 4.2, 5.0
Galaxy Nexus	4.2	✓	✓	2.2, 3.0, 3.1, 3.3, 4.0
Galaxy Nexus	4.1	✓	—	2.2, 3.1, 3.3
Galaxy Nexus	4.0	✓	—	2.2, 3.0, 3.3
GALAXY Note3 *1*2	4.4	✓	✓	4.1, 4.2, 5.0
GALAXY Note3 *1*2	4.3	✓	✓	3.2, 3.3, 4.0
Galaxy Note 2 (GT-N7100)	4.1	✓	✓	2.2, 3.0, 3.1, 3.3, 4.0, 4.1
Galaxy NOTE	4.0	✓	✓	3.0, 3.3, 4.0, 4.1
Galaxy NOTE	2.3	✓	—	2.2
Galaxy S5	4.4	✓	✓	5.0
Galaxy S4 *1	4.3	✓	✓	4.1, 4.2, 5.0
Galaxy S4 (GT-I9500)	4.2	✓	✓	3.1, 3.2, 3.3, 4.0, 4.1
Galaxy S3 (GT-I9300)	4.1	✓	✓	3.1, 3.3, 4.0, 4.1, 4.2, 5.0

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch-func.	PlayMem. Mobile-ver.
Galaxy S3	4.0	✓	✓	2.1, 2.2, 3.0, 3.3
Galaxy S2 (GT-I9100)	4.0	✓	✓	3.1, 3.3, 4.0, 4.1
Galaxy S2 (SHW-M250S)	2.3	✓	—	2.1, 2.2, 3.0, 3.1, 3.3
Galaxy S	2.3	✓	—	3.0, 3.3, 4.0, 4.1, 5.0
Galaxy Tab 3	4.2	✓	—	4.0, 4.1, 4.2
Galaxy Tab 10.1	3.2	✓	—	3.0, 3.3, 4.0, 4.1
Nexus S	4.1	✓	✓	3.0, 3.3, 4.0, 4.1
Nexus 10	4.3	✓	✓	4.2, 5.0
Nexus 10	4.0	✓	✓	3.0, 3.1, 3.3, 4.0, 4.1

*1

Selecteer [Instellingen] > [Wi-Fi] > Menu-knop > [Geavanceerd] en zorg dat [Autom netwerkwissel] uitgeschakeld is voor gebruik.

*2

Het bij de DSC-QX10/QX100 meegeleverde smartphonebevestigingsstuk kunt u niet gebruiken omwille van de grootte van de smartphone.

- Sony (Android)

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch-func.	PlayMem. Mobile-ver.
NW-F805	4.0	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1
NW-Z1050	2.3	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1
NWZ-F880	4.1	✓	✓	3.3, 4.0, 4.1, 5.0
NWZ-ZX1	4.1	✓	✓	3.3, 4.0, 4.1, 5.0
Sony Tablet P	3.2	✓	—	2.2
Sony Tablet P	3.1	✓	—	2.1
Sony Tablet S	4.0	✓	—	2.2, 3.0, 3.1, 3.3, 4.0, 4.1
Sony Tablet S	3.1	✓	—	2.1, 3.0

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch- func.	PlayMem. Mobile-ver.
Sony Z Ultra *1	4.4	✓	✓	4.1, 5.0
Walkman Z1000	2.3	✓	—	2.1, 2.2
Xperia A	4.1	✓	✓	3.1, 3.3, 4.0, 4.1, 4.2, 5.0
Xperia A2	4.4	✓	✓	5.0
Xperia acro	2.3	✓	—	5.0
Xperia acro HD	4.0	✓	—	5.0
Xperia arc	2.3	✓	—	2.1, 2.2, 3.0, 3.1, 3.3, 4.0, 4.1, 5.0
Xperia AX	4.1	✓	✓	3.0, 3.3, 4.0, 4.1, 5.0
Xperia AX	4.0	✓	✓	2.2, 3.1, 3.3
Xperia C	4.2	✓	✓	5.0
Xperia Go (ST27i)	4.1	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1
Xperia Go	4.0	✓	—	3.0, 3.3, 4.0
Xperia Go	2.3	✓	—	3.0, 3.3
Xperia ion	4.1	✓	✓	4.1, 5.0
Xperia ion	4.0	✓	—	2.2, 3.0, 3.3, 4.0
Xperia ion	2.3	✓	—	2.1
Xperia L	4.2	✓	✓	5.0
Xperia mini	2.3	✓	—	3.0, 3.3, 4.0, 4.1
Xperia mini Pro (SK17i)	4.0	✓	—	3.0, 3.1, 3.3, 4.0, 4.1, 5.0
Xperia mini Pro	2.3	✓	—	3.0, 3.3
Xperia miro	4.0	✓	—	2.1, 3.0, 3.3, 4.0, 4.1, 5.0
Xperia NX	4.0	✓	—	3.0, 3.1, 3.3, 4.0, 4.1, 4.2, 5.0
Xperia NX	2.3	✓	—	3.0, 3.3
Xperia P	4.0	✓	—	3.0, 3.3, 4.0, 4.1
Xperia P	2.3	✓	—	2.1, 3.0, 3.3

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch- func.	PlayMem. Mobile-ver.
Xperia PLAY	2.3	✓	—	3.0, 3.3, 4.0, 4.1
Xperia Pro	4.0	✓	—	3.0, 3.3, 4.0, 4.1, 5.0
Xperia Pro	2.3	✓	—	3.0, 3.3
Xperia Ray	2.3	✓	—	3.0, 3.1, 3.3, 4.0, 4.1
Xperia S (LT26i)	4.0	✓	—	3.0, 3.1, 3.3, 4.0, 4.1
Xperia S	2.3	✓	—	2.2
Xperia SX	4.1	✓	—	3.0, 3.3, 4.0, 4.1, 4.2
Xperia SX	4.0	✓	—	2.2
Xperia T	4.3	✓	✓	5.0
Xperia T (LT30p)	4.1	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1
Xperia T2 Ultra *1	4.3	✓	✓	5.0
Xperia Tablet S	4.1	✓	—	5.0
Xperia Tipo (ST21i)	4.0	✓	—	2.1, 2.2, 3.0, 3.1, 3.3, 4.0, 4.1, 5.0
Xperia U	4.0	✓	—	3.0, 3.3, 4.0, 4.1
Xperia U	2.3	✓	—	3.0, 3.3
Xperia UL	4.1	✓	✓	3.1, 3.3, 4.0, 4.1
Xperia VC	4.0	✓	—	5.0
Xperia VL	4.1	✓	✓	3.0, 3.3, 4.0, 4.1, 5.0
Xperia VL	4.0	✓	✓	3.0, 3.1, 3.3
Xperia X10i	2.1	✓	—	2.1, 2.2
Xperia Z	4.3	✓	✓	5.0
Xperia Z	4.1	✓	✓	3.0, 3.1, 3.3
Xperia Z (C6603)	4.2	✓	✓	3.2, 3.3, 4.0, 4.1
Xperia Z Ultra *1	4.3	✓	✓	4.2, 5.0
Xperia Z Ultra *1	4.2	✓	✓	4.1

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch- func.	PlayMem. Mobile-ver.
Xperia Z1	4.4	✓	✓	5.0
Xperia Z1 (C6903)	4.2	✓	✓	3.2, 3.3, 4.0, 4.1
Xperia Z1 Compact	4.4	✓	✓	5.0
Xperia Z1 Compact	4.3	✓	✓	4.1
Xperia Z1f	4.2	✓	✓	5.0
Xperia Z1s	4.3	✓	✓	4.1, 5.0
Xperia Z2	4.4	✓	✓	5.0
Xperia Z2 Tablet	4.4	✓	✓	5.0
Xperia ZL	4.1	✓	✓	3.0, 3.3, 4.0, 4.1
Xperia ZL2	4.4	✓	✓	5.0
Xperia Tablet Z	4.4	✓	✓	5.0
Xperia Tablet Z	4.3	✓	✓	4.2
Xperia Tablet Z	4.2	✓	✓	4.1
Xperia Tablet Z	4.1	✓	✓	3.0, 3.1, 3.3, 4.0

*1

Het bij de DSC-QX10/QX100 meegeleverde smartphonebevestigingsstuk kunt u niet gebruiken omwille van de grootte van de smartphone.

- ZTE (Android)

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch- func.	PlayMem. Mobile-ver.
881E	4.0	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1
Grand Memo	4.1	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1
U795	4.0	✓	—	3.1, 3.3, 4.0, 4.1

- Apple (iOS)

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch- func.	PlayMem. Mobile-ver.
iPhone 6 Plus	8.0	✓	—	5.0
iPhone 6	8.0	✓	—	5.0
iPhone 5C	8.0	✓	—	5.0
iPhone 5C	7.1	✓	—	4.2, 5.0
iPhone 5C	7.0	✓	—	3.2, 3.3, 4.0, 4.1
iPhone 5S	8.0	✓	—	5.0
iPhone 5S	7.1	✓	—	4.2, 5.0
iPhone 5S	7.0	✓	—	3.2, 3.3, 4.0, 4.1
iPhone 5	8.0	✓	—	5.0
iPhone 5	6.1	✓	—	3.0, 3.1, 3.2, 3.3, 4.0, 4.1, 4.2
iPhone 5	6.0	✓	—	2.1, 2.2, 3.0, 3.1, 3.3
iPhone 4S	8.0	✓	—	5.0
iPhone 4S	7.1	✓	—	4.2, 5.0
iPhone 4S	7.0	✓	—	3.3, 4.0, 4.1
iPhone 4S	6.1	✓	—	3.2, 3.3, 4.0, 4.1, 4.2
iPhone 4S	6.0	✓	—	2.2, 3.1, 3.3
iPhone 4S	5.1	✓	—	2.1, 2.2, 3.0, 3.1, 3.2, 3.3, 4.0, 4.1, 4.2
iPhone 4	5.1	✓	—	2.1, 3.2, 3.3, 4.0, 4.1, 4.2
iPhone 4	5.0	✓	—	3.0, 3.3
iPhone 4	4.3	✓	—	2.1, 2.2, 3.1, 3.3
iPad mini	8.0	✓	—	5.0
iPad mini	7.1	✓	—	5.0
iPad 3	8.0	✓	—	5.0
iPad 3	7.1	✓	—	4.2, 5.0

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch- func.	PlayMem. Mobile-ver.
iPad 3	7.0	✓	—	3.3, 4.0, 4.1
iPad 3	6.1	✓	—	3.0, 3.1, 3.2, 3.3, 4.0, 4.1, 4.2
iPad 3	5.1	✓	—	2.1, 2.2, 3.0, 3.2, 3.3, 4.0, 4.1, 4.2
iPad 2	8.0	✓	—	5.0
iPad 2	7.1	✓	—	5.0
iPad 2	5.1	✓	—	2.1, 2.2
iPad 2	5.0	✓	—	3.0, 3.3
iPad 2	4.3	✓	—	2.1, 3.0, 3.3
iPad	5.1	✓	—	2.1

- Windows

Gebruik de meest recente versie van “NFC Connection Utility”. U kunt die updaten dankzij “VAIO Update”.

Model	OS-ver.	Wi-Fi	One-touch- func.	PlayMem. Mobile- ver.
VAIO met vooraf geïnstalleerde Windows 8 / 8.1 (64-bits)	Windows 8.1 (64 bit)	✓	✓	1.0, 1.1

Projectplan

Efficiënter gebruik maken van videoanalyse

**De Haagse Hogeschool
Bewegingstechnologie**

Matthijs Zaagman

09060261

Projectplan

Naam:	Matthijs Zaagman
Studentnummer:	09060162
E-mail:	matthijs.zaagman@hotmail.com
Datum:	04-02-2013
Behaalde studiepunten in de modules 9 t/m 12:	33

Onderwerp

Videoanalyse zeilen Innosportlab Scheveningen

Werkveld: Sport

Beroepsrol: Analist / Onderzoeker

Probleemstelling

Aanleiding tot het afstudeerproject en globale probleemstelling.

De zeiltrainingen in Scheveningen bestaan voor 80% uit snelheidstrainingen. Bij deze trainingen zijn de snelheid en koers maatgevend of een boot wint of verliest. Een aantal aspecten zijn hier van belang. De hellingshoek speelt hierin een grote rol. Verondersteld is dat de boot het snelste gaat als hij in balans is onder een vaste hellingshoek. De zeiler kan de hellingshoek beïnvloeden door middel van sturen, lichaamsbeweging en zeiltrim. Naast de aspecten wat de zeiler kan beïnvloeden zijn er nog andere aspecten die van belang zijn op snelheid. Hier kan worden gedacht aan de windsnelheid, windvlagen en golfhoogte. De meetsystemen die nu worden gebruikt zijn een Pi garda van Cosworth, een hellinghoek meter, een roerhoek sensor, een accelerometer, een wind sensor, een kompas, een GPS systeem en een camera. Voor een grote zeilboot is het geen probleem om al deze meetapparatuur aan boort te hebben omdat er genoeg ruimte is. Voor een wat kleinere zeilboot brengt dit al meer problemen met zich mee. Naast ruimtegebrek moeten de uitkomsten van de gebruikte meetapparatuur verwerkt worden in aparte programma's. Dit kost veel tijd en hier zitten de coaches niet op te wachten.

Daarnaast wordt er niet alleen in Nederland getraind maar ook in andere landen. Hierbij is het niet handig om veel meetapparatuur te hebben om te vervoeren. Ook moet alles elke dag opnieuw in de boot worden geïnstalleerd, dit kost dan veel onnodige tijd. Tijdens de trainingen wordt er altijd gebruik gemaakt van videoregistratie. Wanneer het aantal meetapparatuur vervangen kan worden door middel van videoanalyse zou het veel tijd schelen en kan er dus efficiënter getraind worden.

Specifieke vraagstelling.

In hoeverre en hoe is het mogelijk om de huidige meetapparatuur te vervangen door videoanalyse?

Deelvragen

Welk meetapparatuur wordt er op dit moment gebruikt en welke variabelen worden daarmee gemeten?

Welk meetapparatuur kan vervangen worden door videoanalyse en welke variabelen moeten dan gemeten worden door videoanalyse?

Met welke software kunnen deze variabelen het beste verkregen worden?

Wat is de beste positie van de camera om deze variabelen te krijgen?

Hoe kunnen de variabelen het beste weergegeven worden tijdens de trainingen?

Hypothesen

De meetapparatuur die nodig is om de variabelen te meten, die beïnvloedbaar zijn door de zeiler, zou waarschijnlijk met behulp van videoanalyse vervangen kunnen worden. Het is niet mogelijk om variabelen zoals windsnelheid en koers te registreren door middel van video. Om zo veel mogelijk in beeld te kunnen brengen kan de camera het beste worden geplaatst voor of achter op de boot. Om de video's te kunnen analyseren is er veel verschillende software beschikbaar. In de topsport wordt voornamelijk gebruik gemaakt van Dartfish. Daarom zou dit programma waarschijnlijk ook goed gebruikt kunnen worden in de zeilsport. Dartfish heeft ook een applicatie variant voor op een tablet. De video's die gemaakt worden kunnen dan direct via Wi-Fi naar de tablet worden gestuurd. Met de applicatie van Dartfish kan deze video gelijk aan boord worden geanalyseerd.

Methode

Om de vraagstelling te kunnen beantwoorden wordt het onderzoek verdeeld in deelvragen. Eerst moet duidelijk zijn welk meetapparatuur gebruikt wordt en welke variabelen daarmee gemeten wordt. Daarna kan in grote lijnen worden bepaald welk meetapparatuur vervangen kan worden en welke variabelen gemeten kunnen worden door middel van videoanalyse. Hierna kan onderzoek gedaan worden naar de software om de variabelen uit de video's te krijgen. Wanneer dit allemaal bekend is kan de ideale positie van de camera worden onderzocht. Als laatste moet er een manier gevonden worden hoe de variabelen het beste weergegeven kunnen worden tijdens de training.

Huidige meetapparatuur en variabelen

Om erachter te komen welk meetapparatuur gebruikt wordt om de variabelen te meten kan het beste met een van de coaches worden overlegd of met de medewerkers van het innosportlab in den haag. Ook is het belangrijk om te weten welke programma's worden gebruikt en welke resultaten hier uit komen. Wanneer dit bekend is kan globaal worden bepaald welke variabelen wel verkregen kunnen worden door videoanalyse, welke niet verkregen kunnen worden en welke aan het eind van dit onderzoek getest moeten worden of het mogelijk is. Eerst moet bekend zijn hoe de variabelen mogelijk verkregen zouden kunnen worden door middel van video (welke software en positie van de camera).

Software

In een scriptie van Anke Janssen worden verschillende analyse programma's met elkaar vergeleken. Bij de NOC-NSF werken meerdere mensen met veel verstand van software voor videoanalyse bij verschillende sporten. Uit deze informatie worden drie programma's geselecteerd die het beste naar voren komen om de gewenste variabelen te kunnen krijgen. Deze drie programma's worden getest aan de hand van een video. Wanneer de variabelen bekend zijn kan een lijst met eisen en wensen opgesteld worden waar het programma aan moet voldoen. Met een kardinale methode kan worden bepaald welk programma het beste gebruikt kan worden. Wanneer geen van de programma's genoeg voldoet kan zelf een programma geschreven worden met bijvoorbeeld Matlab.

Positie van de camera

De positie van de camera hangt ook af van de variabelen. Als deze variabelen bekend zijn kan vast worden gesteld vanuit welke positie gefilmd moet worden, bijvoorbeeld vanaf de zijkant, de voorkant, de achterkant of van bovenaf. Omdat de zeiler snel moet kunnen handelen en bewegen op de boot mag de camera niet in de weg staan. Daarom moet eerst het bewegingspatroon van de zeiler bekend zijn. Daarna kan de plaats van de camera bepaald worden. Dit kan getest worden door verschillende plekken met elkaar te vergelijken.

Weergave tijdens de training

Voor de weergave van de variabelen tijdens de training moet eerst een marktonderzoek worden verricht. Elektronikawinkels, NOC-NSF en verschillende sportbonden kunnen gebruikt worden als bronnen. Bij gebruik van apparatuur op een zeilboot moet rekening gehouden worden met waterschade en weersomstandigheden. Uit het marktonderzoek kan worden bepaald welk systeem het beste werkt voor de weergave van de variabelen. Wanneer dit bekend is kan dit systeem worden getest tijdens een training. Met een vragenlijst kunnen de coaches en zeilers feedback geven voor eventuele verbeteringen.

Voorlopige literatuurlijst

- Riewald Scott, Ramos David A, 'One Stop Shopping': Dartfish as a Complete Video Analysis Platform, Olympic Coach Winter2012, Vol. 23 Issue 1, p23 6p.
- Dartfish, Dartfish Partners with Nike Sports Camps to Provide Video Analysis Capabilities to Young Athletes, Business Wire (English), 06/07/2011
- A.Lagerberg, Mobiliteitsmetingen met behulp van digitale fotografie, Versus Tijdschrift voor Fysiotherapie, 23e jrg 2005, no. 2 (pp. 103 – 119)
- <http://www.knvv.nl/topzeilen/default.aspx?sid=3>
- <http://www.innosportlabdenhaag.nl/index.php>
- A. Janssen, Een medium als hulpmiddel voor trainers over het uitvoeren van een videometing en videoanalyse voor het optimaliseren van een sportbeweging, Juni 2011
-

Persoonlijke leerdoelen afstudeerfase

Beroeps specifieke competentie

Ik wil mijzelf specialiseren op het gebied van bewegingsregistratie. Na deze opleiding zou ik graag op dit gebied willen werken en is het dus belangrijk om zo veel mogelijk te weten over dit onderwerp. Dit wil ik bereiken door zo veel mogelijk informatie te verkrijgen over bestaande meetsystemen en het toepassen van deze systemen met betrekking op de bewegingsanalyse van zeilers.

Algemene beroepsgerichte competentie

Bij mijn afgelopen stages ben ik er achter gekomen dat de communicatie nooit echt goed is geweest. Ik was te veel alleen voor mezelf bezig en hield mijn begeleiders niet goed op de hoogte van de stand van zaken. Bij het afstuderen is mijn doel om de communicatie met mijn begeleiders te verbeteren en ze goed op te hoogte te houden met de voortgang. Hierdoor kunnen mijn begeleiders mij (indien nodig) bijsturen of helpen.

Persoonsgebonden competentie

Ik kan voor mezelf nog steeds niet zeggen wat mijn plannen zijn na deze opleiding. Ik wil me dus graag richten op mijn carrièreperspectief. Mijn doel is om mijzelf te verdiepen in de mogelijkheden tot analist en onderzoeker op het gebied van sport. Dit wil ik bereiken door aan meerdere mensen informatie te vragen over de problemen bij verschillende sporten.

Planning

[illegible]