

# Autonoom varen



# PVA

Door: Nathan Diaby, Mayta Rosenmüller, Leon Bosch en Romme te Velde.

LANDTONG  
NIEUWE MEER



# Informatie

## Stichting de Landtong

Contactpersoon:

Mevr E. Pluimers

[art@elsbethpluimers.nl](mailto:art@elsbethpluimers.nl)

Andere betrokkenen:

Dhr E. Hobijn

[erikhobijn@gmail.com](mailto:erikhobijn@gmail.com)

Dhr J. Saris

[j.saris@destadv.nl](mailto:j.saris@destadv.nl)

## Expert

Arjan van Genderen

[a.j.vangenderen@tudelft.nl](mailto:a.j.vangenderen@tudelft.nl)

## Calandlyceum

Docent:

Dhr R. Gast

[rgast@calandlyceum.nl](mailto:rgast@calandlyceum.nl)

Leerlingen:

Romme te Velde

[115616@leerling.calandlyceum.nl](mailto:115616@leerling.calandlyceum.nl)

Leon Bosch

[114370@leerling.calandlyceum.nl](mailto:114370@leerling.calandlyceum.nl)

Mayta Rosenmüller

[114642@leerlingcalandlyceum.nl](mailto:114642@leerlingcalandlyceum.nl)

Nathan Diaby

[114804@leerling.calandlyceum.nl](mailto:114804@leerling.calandlyceum.nl)

Schooljaar 2017/2018, Amsterdam



## Samenvatting

De opdracht voor dit project staat in het teken van de ontwikkeling van de landtong, gelegen in de Nieuwe Meer, en autonoom varen. Stichting de landtong heeft als doel de landtong nieuw leven in te blazen. Zo is er momenteel een zogeheten bospont in ontwikkeling die vanaf de landtong de oversteek maakt naar het Amsterdamse bos. De bospont is een pont met een stukje natuur en een fietspad. Deze pont maakt het mogelijk om een rondje om het Nieuwe Meer te fietsen. Het is de bedoeling dat de pont aan de hand van een autonoom systeem naar de overkant kan varen en tegelijkertijd rekening houdt met ander vaarverkeer. Eerst wordt er literatuuronderzoek gedaan naar diverse besturingssystemen en technieken van omgevingsbewustzijn. Vervolgens wordt deze informatie gecombineerd om een eigen besturingssysteem te ontwikkelen. Door de ontwerpcyclus meerdere malen te doorlopen, kan het systeem steeds worden aangepast om tot een zo goed mogelijk systeem te komen. Het gewenste resultaat is een autonoom varend systeem dat tussen 3 punten kan varen en tegelijkertijd rekening houdt met ander vaarverkeer. Het systeem is van toepassing op de bospont.



## Voorwoord

Als afsluiting van onze opleiding Technasium voeren wij deze meesterproef uit. Dit project is voor ons begonnen aan het einde van het vorige schooljaar. Door een ongelukkigheid met de opdrachtgever kwamen wij bij de Bospont terecht. Het was in feite geluk bij een ongeluk, we kwamen namelijk terecht bij een bloeiend project met een betrokken opdrachtgever. In twee weken tijd hebben wij toen een op afstand bestuurbare mini-bospont gemaakt, die wij later hebben mogen presenteren bij een bijeenkomst van de landtong.

Wij willen graag onze opdrachtgevers, Erik Hobijn, Elsbeth Pluimers, Jeroen Saris en Stichting de Landtong bedanken voor de kans die wij gekregen hebben om aan de slag te gaan met een autonoom varende bospont.

Daarnaast zouden wij graag Jan de Wit en onze expert, Arjan van Genderen, willen bedanken voor hun bereidheid om te helpen bij dit project.



# Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Inleiding	5
○ Situatie	
○ Aanleiding	
○ Relevantie	
○ Opdrachtgever	
○ Open source	
De opdracht	7
○ Doel van het project	
Doelstelling	8
○ Deliverable 1: <b>Onderzoek naar chipset</b>	
○ Deliverable 2: <b>Technieken</b>	
○ Deliverable 3: <b>Uitbreiding besturingssysteem</b>	
Planning	11





# Inleiding

## Situatie

De opdrachtgever van dit project is Stichting de Landtong, gestationeerd vanuit de landtong in de Nieuwe Meer. De landtong is een langwerpig schiereiland gelegen in het zuidwesten van Amsterdam, naast het Amsterdamse bos. Het schiereiland krijgt zijn naam door de karakteristieke vorm, te zien op de afbeelding hiernaast. Sinds lange tijd wordt deze plek bewoond door verschillende kunstenaars en momenteel zijn er 125 ateliers, werkruimten en artists in residence die samen de kunstenaarskolonie Nieuw en Meer vormen.



## Aanleiding

Het doel van de stichting is om deze landtong nieuw leven in te blazen. Het uiteindelijke doel is om een interactieve recreatie omgeving te creëren met zwem- en horecagelegenheden waarbij de focus ligt op een interactieve omgeving door bijvoorbeeld een klankfietspad en drijfeilanden. Ook komt er een pont die vanaf de landtong naar het Amsterdamse bos vaart, waardoor het mogelijk is om een rondje om de Nieuwe Meer te fietsen. Deze pont wordt echter geen normale pont maar een bospont. Dat houdt in dat de pont net even iets anders oogt. De bospont ziet eruit als een stuk bos en verdwijnt in de omgeving wanneer hij is aangemeerd. Hierdoor kan ook de omliggende vegetatie de oversteek maken. De omwonenden kunnen in de toekomst recreëren op de landtong en zullen de mogelijkheid hebben om een eventuele oversteek naar het Amsterdamse bos te maken.

## Relevantie

Op veel plekken in de wereld zijn mensen bezig met kunstmatige intelligentie, met name autonome systemen. Zelfs grote bedrijven doen hier aan mee, zo is Google al jaren bezig met de zelfrijdende auto en werken verschillende dronebouwers aan autonoom vliegende drones. Echter zijn er nog geen autonoom varende ponten en al helemaal geen bosponten. Er zijn een aantal mensen al wel bezig met het zelfstandig varen, maar dit project zal van groot belang kunnen zijn in de ontwikkeling.



## Opdrachtgever

De opdrachtgever is Stichting de Landtong met als voorzitter Jeroen Saris. Overige betrokkenen zijn de bedenker van de bospont, Erik Hobijn, en ons contactpersoon Elsbeth Pluimers.

## Open source

De bevindingen die in dit project gedaan worden zullen onder een open source licentie opengesteld worden voor het publiek om verdere ontwikkeling te bevorderen. Dit betekent dat iedereen ons onderzoek en software mag gebruiken en aanpassen.



## De opdracht

### Doel van het project

Stichting de Landtong wilt graag dat de bospont autonoom kan varen, het doel van het project is om een systeem te bouwen dat zelfstandig tussen 3 punten kan varen en hierbij rekening houdt met de binnenvaart en grotere schepen waardoor de bospont veilig zijn oversteek kan maken. Dit alles zonder menselijke inmenging.





# Doelstelling

## Deliverable 1: **Onderzoek naar besturingssysteem**

Naar aanleiding van dit project is er een modelboot aangeschaft met een radiografische afstandsbediening, ook kan deze modelboot bestuurd worden met een ander besturingssysteem. Om meer te weten te komen over de verschillende soorten besturingssystemen wordt hier onderzoek naar gedaan.

Er wordt onderzoek gedaan naar verschillende besturingssystemen omdat er hierdoor het beste besturingssysteem voor de autonome-pont gekozen kan worden. Ook is het nuttig om al bekend te worden met de programmeer talen van de verschillende besturingssystemen, zodat later tijdens het programmeren het proces soepeler verloopt.

### Sub-Deliverable 1.1: **Onderzoek**

Deliverable 1.1 bestaat uit een onderzoeksverslag naar de meest toepasbare besturingssystemen die de modelboot kunnen aansturen en bestaat uit de volgende punten:

- De meest toepasbare besturingssystemen zijn behandeld.
- De programmeertalen zijn behandeld.
- De manier van toepassen om de modelboot is behandeld per besturingssysteem.

### Sub-Deliverable 1.2: **Besturingssysteem**

Tijdens het Go/No-go moment wordt er beslist welk besturingssysteem er aangeschaft wordt en deze is aangeschaft.

## Deliverable 2: **Technieken**

Na het kiezen van de geschikte chip moet er een besturingssysteem geschreven/ontwikkeld/aangepast worden om de bospont aan te kunnen sturen. Er moet een besturingssysteem komen die de pont tussen 2 of 3 punten heen kan manoeuvreren en rekening houdt met binnenvaart en grote schepen. Hiervoor moeten er eerst technieken onderzocht en gekozen worden.



### Sub-Deliverable 2.1: **Omgevingsbewustzijn**

Om rekening te kunnen houden met binnenvaart en grote schepen moet de pont bewust zijn van zijn omgeving. Dit kan op verschillende manieren, bijvoorbeeld door middel van sonar of radar. Eerst wordt er onderzoek gedaan naar welke opties er zijn en hoe deze opties toepasbaar zijn op het huidige systeem. Deze deliverable bestaat uit de volgende punten:

- Een onderzoeksverslag naar de meest toepasbare technieken van omgevingsbewustzijn en de toepasbaarheid van deze technieken op het besturingssysteem.
- Een Go/No-go moment waar wordt beslist welke techniek gebruikt wordt.

### Sub-Deliverable 2.2: **Navigatie**

Om zichzelf van A naar B te kunnen verplaatsen moet de pont zichzelf kunnen navigeren. Hiervoor moet het besturingssysteem uitgebreid worden met een vorm van navigatie, bijvoorbeeld door middel van bakens of gps. Deze deliverable bestaat uit de volgende punten:

- Een onderzoeksverslag naar de meest toepasbare technieken van omgevingsbewustzijn en de toepasbaarheid van deze technieken op het besturingssysteem.
- Een Go/No-go moment waar wordt beslist welke manier van navigatie gebruikt wordt.

## Deliverable 3: **Uitbreiding Besturingssysteem**

Na het kiezen van de juiste uitbreidingen moeten de technieken worden toegepast op het besturingssysteem. Dit gebeurt in een aantal stappen waarbij er tussentijd getest wordt.

### Sub-Deliverable 3.1: **Toepassing Omgevingsbewustzijn**

Het toepassen van omgevingsbewustzijn aan het besturingssysteem moet gebeuren in de volgende stappen:

1. De eerste versie van het prototype wordt gebouwd van het besturingssysteem met omgevingsbewustzijn.
2. Er wordt een test uitgevoerd om vast te stellen wat er verbeterd moet worden aan het prototype.



3. De tweede versie van het prototype wordt gebouwd aan de hand van de testuitslagen.
4. Versie 2 van het prototype wordt getest en zo nodig weer aangepast en getest.
5. De ontwerpcyclus wordt doorlopen tot het oplevermoment (Zie planning) waar wij het prototype aan de opdrachtgever laten zien.

### Sub-Deliverable 3.2: **Toepassing Navigatie**

Het toepassen van de navigatie aan het besturingssysteem moet gebeuren in de volgende stappen:

1. De eerste versie van het prototype wordt gebouwd van het besturingssysteem met navigatie.
2. Er wordt een test uitgevoerd om vast te stellen wat er verbeterd moet worden aan het prototype.
3. De tweede versie van het prototype wordt gebouwd aan de hand van de testuitslagen.
4. Versie 2 van het prototype wordt getest en zo nodig weer aangepast en getest.
5. De ontwerpcyclus wordt doorlopen tot het oplevermoment (Zie planning) waar wij het prototype aan de opdrachtgever laten zien.



# Planning

	Mayta Rosenmöller	Romme te Velde	Leon Bosch	Nathan Diaby
Lessen				
20 sep.	Planning af	06-nummer en/of mailadres van mogelijke expert globale site af	4 verschillende bronnen toegevoegd aan bronnenlijst	deelvraag 1, subdeelvraag 1: 1 boot bestuursysteem uitgeschreven
27 sep.	1. Planning aangepast a.d.v. de taakverdeling en PVA indeling	deelvraag 1, subdeelvraag 1: 2 drone bestuursystemen uitgeschreven	deelvraag 1, subdeelvraag 1: 1 grasmaaier en 1 stofzuiger bestuursysteem uitgeschreven  PVA indeling gemaakt Mail verstuurd	deelvraag 1, subdeelvraag 1: 1 auto bestuursysteem uitgeschreven
4 okt.	Deelvraag 2 beantwoord PVA controleren volgens technasium.amsterdam	deelvraag 1, subdeelvraag 2: toepasbaarheid beschreven	PVA Doelstelling af (deliverables omschrijven)  Kaft voor PWS en PVA af  Mail verstuurd	deelvraag 1, subdeelvraag 2: toepasbaarheid beschreven
11 okt.	Conclusie van deelvraag 2	conclusie deelvraag 1 inleiding en voorwoord voor PVA en PWS af	Aanleiding en relevantie van PVA af  Mail verstuurd	Discussie in PWS af  Opdracht PVA af
13 okt. zelfde week	PWS LITERATUUR AF 1e versie van PVA opgestuurd naar de opdrachtgever			
Begin PAL-week 16/10/2017	Enquete opgesteld en persoongerelateerde vragen af met suy	2 inhoudelijke enquetevragen met suy	2 inhoudelijke enquetevragen met suy	2 inhoudelijke enquetevragen met suy
17/10/2017	De antwoorden in google forums genoteerd	Romme stelt de vragen	De antwoorden in google forums genoteerd	Nathan stelt de vragen
18/10/2017				



19/10/2017	PVA presentatie 2 dia's PVA gecheckt op fouten Leerdoel opgesteld Samenvatting PVA geschreven	PVA presentatie 2 dia's Leerdoel opgesteld Opdrachtgever gebeld voor uitnodiging	PVA presentatie 2 dia's Leerdoel opgesteld Deliverables aangepast a.d.v. feedback PVA opgestuurd naar expert	PVA presentatie 2 dia's Leerdoel opgesteld Bronnenlijst gemaakt en in PVA gezet
20/10/2017	PVA presentatie	Website af en PVA presentatie	PVA presentatie	PVA presentatie
21/10/2017	Deelvraag 4.3	Deelvraag 4.1	Deelvraag 4.2	Deelvraag 3 beantwoorden
22/10/2017				
VAKANTIE				
TOETSWEEK				
TOETSWEEK				
15 nov.	1 chip onderzocht in een verslag van deliverable 1.1	deliverable 1.2 af (chip besteld)	Mail verstuurd en 1 chip onderzocht in een verslag van deliverable 1.1	1 chip onderzocht in een verslag van deliverable 1.1
22 nov.				
29 nov.	Deliverable 2.1 af en 1 techniek onderzocht in een verslag	1 techniek van deliverable 2.1 onderzocht in een verslag	Mail verstuurd verantwoordelijk voor het gebeuren van het no/go moment van deliverable 2.1	1 techniek van deliverable 2.1 onderzocht in een verslag
6 dec.	2 dia's voor de pws presentatie	2 dia's voor de pws presentatie	Mail verstuurd en 2 dia's voor de pws presentatie	2 dia's voor de pws presentatie
7 dec.	PWS PRESENTATIE	PWS PRESENTATIE	PWS PRESENTATIE	PWS PRESENTATIE
13 dec.				
20 dec.	Deliverable 2.2 af en 1 techniek onderzocht in een verslag	verantwoordelijk voor het gebeuren van het no/go moment van deliverable 2.2	Mail verstuurd en 1 techniek van deliverable 2.2 onderzocht in een verslag	1 techniek van deliverable 2.2 onderzocht in een verslag
VAKANTIE				
VAKANTIE				
10 jan.				
17 jan.	Deliverable 3.1 en geeft sub-deliverables aan teamgenoten			
24 jan.				



31 jan.		Deliverable 3.2 en geeft sub-deliverables aan teamgenoten		
7 feb.				
14 feb.			Deliverable 3.3 en geeft sub-deliverables aan teamgenoten	
21 feb.				
VAKANTIE				
7 mrt.				





## Bronnenlijst

### Sites met informatie over autonome voertuigen

[books.google.com](https://books.google.com)

[scholar.google.com](https://scholar.google.com)

TU Delft: Autonoom varen, (z.d.). Geraadpleegd op 13 september 2017, van <https://www.tudelft.nl/3me/onderzoek/check-out-our-science/autonoom-varen/>

TNO innovation for life. (2017, 26 maart ). *Belangrijke stap op weg naar autonoom varen in de binnenvaart*. Geraadpleegd op 13 september 2017, van <https://www.tno.nl/nl/over-tno/nieuws/2017/3/belangrijke-stap-op-weg-naar-autonoom-varen-in-de-binnenvaart/>

Nikowitz, M. (2015, 12 oktober ). *Fully Autonomous Vehicles: Visions of the future or still reality?* (4e druk). Geraadpleegd op 20 september 2017, van [https://books.google.nl/books?id=zqC8CgAAOBAJ&printsec=frontcover&dq=autonomou+s+vehicles&hl=nl&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.nl/books?id=zqC8CgAAOBAJ&printsec=frontcover&dq=autonomou+s+vehicles&hl=nl&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Otto, R. (2015, 19 september). *Binnenkort in de Amsterdamse grachten: zelfvarende boten*. Geraadpleegd op 26 september 2017, van <https://www.bright.nl/nieuws/binnenkort-de-amsterdamse-grachten-zelfvarende-boten>

Van Kasteren, J. (2016, 19 september). *Zelfvarende boten in Amsterdamse grachten*. Geraadpleegd op 26 september 2017, van <https://www.nrc.nl/nieuws/2016/09/19/onbemande-boten-in-amsterdamse-grachten-4357135-a1522125>

Landelijk veren platform, CBRB Centraal Bureau voor de Rijn- & Binnenvaart, VNG Vereniging van Nederlandse Gemeenten. (2013, 3 juli). *Fiets-/voetveerponten voor maximaal 12 passagiers*. Geraadpleegd op 04 oktober 2017, van <http://www.voetveren.nl/pdf/leidraadKleineVeren.pdf>

BCG The Boston Consulting Group. (2016, 17 augustus). *Impactanalyse zelfrijdende voertuigen*. Geraadpleegd op 26 september 2017, van [https://www.amsterdam.nl/publish/pages/780002/bijlage\\_impact\\_analyse\\_zelfrijdende\\_voertuigen\\_-\\_onderbouwing\\_-\\_17\\_aug\\_2.pdf](https://www.amsterdam.nl/publish/pages/780002/bijlage_impact_analyse_zelfrijdende_voertuigen_-_onderbouwing_-_17_aug_2.pdf)



## Bronnenonderzoek: **Drones**

Krabbendam, V. (2017, 31 januari). 'Vinden mensen een zelfrijdende auto wel prettig?'.  
Geraadpleegd op 26 september 2017, van

<https://www.zelfrijdendvervoer.nl/specials/2017/01/31/vinden-mensen-een-zelfrijdende-auto-wel-prettig/>

Baker, J. (2016, 08 december). *4 open source drone projects*. Geraadpleegd op 27 september 2017, van

<https://opensource.com/article/16/12/drone-projects>

Rijksoverheid. (z.d.). Veilig vliegen met drones. Geraadpleegd op 04 oktober 2017, van

<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/drone/veiligheid-drones>

Jonathan. (2017, 1 juni). *10 most popular drones capable to do autonomous flights*.  
Geraadpleegd op 04 oktober 2017, van

<http://www.dronesglobe.com/guide/autonomous/>

Grunn, E., & Anh Pham, T. (2013, 2 december). *Modeling of Complex Systems: Application to Aeronautical Dynamics*. Geraadpleegd op 04 oktober 2017, van

[https://books.google.nl/books?id=7lxIAgAAQBAJ&pg=SA1-PA74&dq=drone+autopilot&hl=nl&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.nl/books?id=7lxIAgAAQBAJ&pg=SA1-PA74&dq=drone+autopilot&hl=nl&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Maartens, E. (2015, 2 oktober). *Drone vs UAV? what's the difference?* Geraadpleegd op 04 oktober 2017, van

<https://www.ezvid.com/drone-vs-uav-whats-the-difference>



## Bronnenonderzoek: **Boat autopilots**

Autopilot webshops

<https://www.westmarine.com/marine-autopilots>

<http://www.raymarine.com/view/?id=581>

<https://buy.garmin.com/en-US/US/on-the-water/autopilots/cOnTheWater-cAutopilots2-p1.html>

Autopilot Info

Barry, J. (2014, 31 oktober). *Retrofitting an autopilot, part 1*. Geraadpleegd op 27 september 2017, van

<https://www.marineelectronicsjournal.com/content/newsm/news.asp?show=VIEW&a=65>

Comsa42. (z.d.). *Boat Autopilot - Based on the Arduino*. Geraadpleegd op 11 oktober 2017, van

[voorbeeld autopilot](#)



## Bronnenonderzoek: **Autonome auto's**

Aon Risk Solutions. (2015, april). *Whitepaper: Als de auto autonoom wordt (Verkennde analyse van de verzekeringsmarkt en nieuwe risico's bij zelfrijdende auto's)*. Geraadpleegd op 04 oktober 2017, van

<http://specials.han.nl/sites/automotive-research/about-han-a.r/nieuws/mini-symposium-25-mei-201/Whitepaper-Als-de-auto-autonoom-wordt.pdf>

Van Gulp, T. (2016, 14 april). *Europees akkoord over snelle introductie zelfrijdende auto*. Geraadpleegd op 26 september 2017, van

<https://www.zelfrijdendvervoer.nl/mobiliteit/2016/04/14/europees-akkoord-over-snelle-introductie-zelfrijdende-auto/>

Groot, W. (2015, 11 februari). *5 succesfactoren voor de zelfrijdende auto*. Geraadpleegd op 26 september 2017, van

<https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/mobiliteit/3857/5-succesfactoren-voor-de-zelfrijdende-auto>

Door WIRED Brand Lab voor Ford Motor Company. (z.d.). *A Brief History of Autonomous Vehicle Technology*. Geraadpleegd op 11 oktober 2017, van

<https://www.wired.com/brandlab/2016/03/a-brief-history-of-autonomous-vehicle-technology/>

<https://waymo.com/>

## Bronnenonderzoek: **Stofzuiger**

<https://github.com/satr/Robot-vacuum-cleaner-controlled-by-Arduino-and-motor-shield>

