



THE **HYDRO
CRUISERS**

Expertisecentrum TIS Haagse Hogeschool, Delft

Een optimalisatiealgoritme voor de rijstrategie

Bijlagen

Afstudeerstage bedrijfswiskunde
Maarten Loef





THE **HYDRO
CRUISERS**

Expertisecentrum TIS Haagse Hogeschool, Delft

Een optimalisatiealgoritme voor de rijstrategie

Bijlagen

Afstudeerstage bedrijfswiskunde
Maarten Loef

Studentnummer 30406
Periode: 7 mei t/m 31 augustus 2012

Paragraaf begeleider
Dhr Ir. P. Menger

Inhoud

Bijlage I - Symbolen lijst	3
Bijlage II - Literatuurlijst	4
Bijlage III - Arbeid t.o.v. snelheid simpele, rechthoekige baan	6
Bijlage IV - Persoonlijk Ontwikkeling Plan (POP)	8
De HBO-kernkwalificaties	8
De opleiding specifieke kwalificaties.....	14
Bijlage V - Formule voor de Ahoy' Rotterdam	19

Bijlage I - Symbolen lijst

Symbool	Omschrijving	Eenheid
s	Afstand van het baanvak	m
$\vec{a}$	Acceleratie (versnelling)	m/s ²
m	Massa voertuig	kg
η	Wrijvingscoëfficiënt rolweerstand	
ρ	Gemiddelde luchtdichtheid	kg/m ³
g	Gravitatieversnelling	m/s ²
A	Frontaal oppervlak	m ²
C_w	Correctie windinvloed voor de vorm	
v_w	Windsnelheid	m/s
v_v	Snelheid van de auto op een baanvak	m/s
t_{ronde}	Totale tijd over een ronde	s
i	Huidige baanvak	
N	Totaal aantal baanvakken	
W	Arbeid	Joule
$\vec{W}_{rol}$	Rolwrijving	Joule
$\vec{W}_L$	Luchtweerstand	Joule
θ_w	Windhoek	radialen
v_w	windsnelheid	m/s

Bijlage II - Literatuurlijst

Boeken

Natuurkunde voor Wetenschap en techniek, Deel I: Mechanica

D. Giancoli

2^e editie, derde druk (1998), Academic Service, Schoonhoven (NL)

ISBN: 90 6233 901 8

Dynamica

R. Hibbeler

12^e editie (2010), Pearson Education Benelux BV, Amsterdam (NL)

ISBN: 978 90 430 1737 4

Java voor studenten – programmeren in Java 2 met swing

D. Bell & M. Parr

3^e editie (2002), Pearson Education Benelux BV, Amsterdam (NL)

ISBN: 90 430 0 515 0

Physics

J. Walker

1e druk (2002), Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey (USA)

ISBN: 013 633124 6

Toegepaste Energietechniek, Deel 2: Duurzame Energie

J. Ouwehand, T. Papa e.a.

2e druk (2009), Academic Service (Sdu Uitgevers), Den Haag (NL)

ISBN: 978 90 395 2579 0

Toegepaste wiskunde, Deel 2

J. Blankespoor, C. de Joode e.a.

2^e druk (2003), HBuitgevers, Baarn (NL)

ISBN: 90 5574 149 3

Introduction to operations research, International Edition

F. Hillier & G. Lieberman

8^e editie (2005), McGraw-Hill Education, New York (USA)

ISBN: 007 123828 X

Websites algemeen

Wikipedia <http://www.wikipedia.com>
Google <http://www.google.com>
Natuurkunde.nl <http://www.natuurkunde.nl>
Java <http://sun.java.com>
Netbeans IDE <http://www.netbeans.org>

Websites specifiek

Shell www.shell.nl/home/content/nld/environment_society/shell_in_the_society/technology/ecomarathon

Fotogalerij Expertisecentrum TIS, Haagse Hogeschool, Delft
<https://picasaweb.google.com/115427554833900373235>

Verslagen / Artikelen

Rijstrategie voor Shell Eco-marathon 2012 – De ontwikkeling van voertuigsimulatie
Afstudeerscriptie werktuigbouwkunde, L. Houtenbos (december 2011), Delft

Metten is weten
Afstudeerscriptie werktuigbouwkunde, J.B.V. Seeram (juni 2012), Delft

Strategie voor de HydroCruisers
Afstudeerscriptie bedrijfswiskunde, L. Hoskens (juli 2012), Delft

Project rapport “Shell Eco-Marathon”, projectgroep “Matharon”
D. Vermeulen, V. Hilderink e.a. (maart 2007), Rijswijk

Project rapport “Shell Eco-Marathon”, projectgroep “Math Cruisers”
F. de Graaf, M. Romijn e.a. (maart 2007), Rijswijk

Plaatjes en afbeeldingen

Voorpagina Logo The HydroCruisers, Expertisecentrum TIS

Voorpagina Foto, Fotogalerij Expertisecentrum TIS

Paragraaf 1.1 Logo Shell, © Shell

Paragraaf 1.3 voormalig logo The HydroCruisers, Expertisecentrum TIS

Figuur 2.2 Expertisecentrum TIS, bewerkt

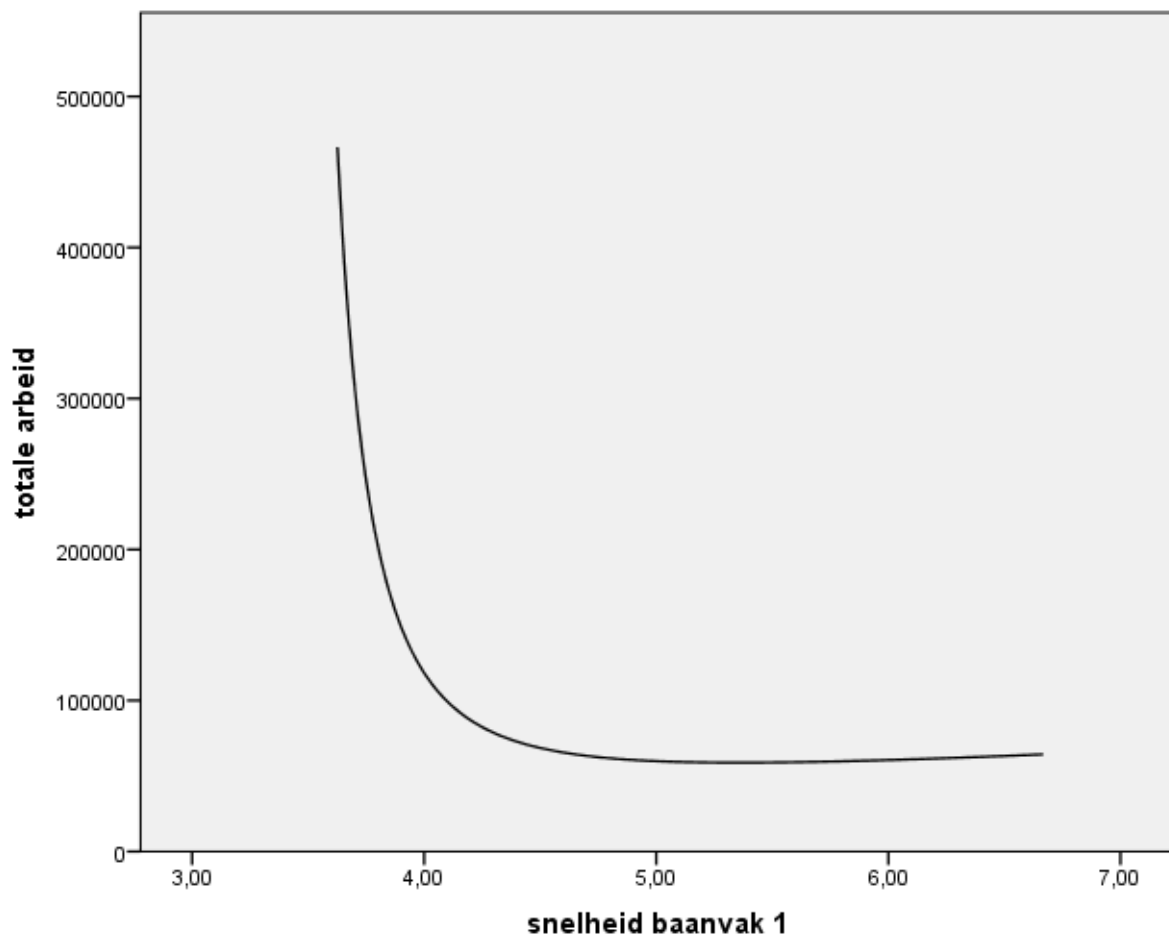
Afbeelding 5.1 genomen van de website van Shell Eco Marathon

Afbeelding 5.2 genomen van de website van Shell Eco Marathon, bewerkt

Bijlage III - Arbeid t.o.v. snelheid simpele, rechthoekige baan

v1	v3	w	v1	v3	w	v1	v3	w	v1	v3	w
6,67	6,67	64346	6,24	7,16	61779	5,81	7,83	59792	5,38	8,77	58866
6,66	6,68	64282	6,23	7,17	61725	5,80	7,84	59756	5,37	8,80	58864
6,65	6,69	64217	6,22	7,19	61672	5,79	7,86	59720	5,36	8,82	58864
6,64	6,70	64153	6,21	7,20	61618	5,78	7,88	59685	5,35	8,85	58865
6,63	6,71	64090	6,20	7,21	61565	5,77	7,90	59650	5,34	8,88	58867
6,62	6,72	64026	6,19	7,23	61513	5,76	7,92	59616	5,33	8,91	58870
6,61	6,73	63963	6,18	7,24	61460	5,75	7,94	59583	5,32	8,94	58874
6,60	6,74	63899	6,17	7,25	61408	5,74	7,96	59550	5,31	8,96	58880
6,59	6,75	63836	6,16	7,27	61356	5,73	7,98	59518	5,30	8,99	58887
6,58	6,76	63774	6,15	7,28	61305	5,72	8,00	59486	5,29	9,02	58896
6,57	6,77	63711	6,14	7,30	61254	5,71	8,01	59455	5,28	9,05	58906
6,56	6,78	63649	6,13	7,31	61203	5,70	8,03	59425	5,27	9,08	58917
6,55	6,79	63587	6,12	7,33	61153	5,69	8,05	59395	5,26	9,11	58930
6,54	6,80	63525	6,11	7,34	61103	5,68	8,07	59366	5,25	9,14	58944
6,53	6,81	63463	6,10	7,35	61053	5,67	8,10	59337	5,24	9,17	58960
6,52	6,82	63401	6,09	7,37	61004	5,66	8,12	59310	5,23	9,20	58977
6,51	6,83	63340	6,08	7,38	60955	5,65	8,14	59283	5,22	9,23	58996
6,50	6,85	63279	6,07	7,40	60906	5,64	8,16	59256	5,21	9,26	59016
6,49	6,86	63218	6,06	7,41	60858	5,63	8,18	59231	5,20	9,30	59038
6,48	6,87	63158	6,05	7,43	60810	5,62	8,20	59206	5,19	9,33	59062
6,47	6,88	63097	6,04	7,44	60763	5,61	8,22	59182	5,18	9,36	59088
6,46	6,89	63037	6,03	7,46	60716	5,60	8,24	59158	5,17	9,39	59115
6,45	6,90	62977	6,02	7,47	60669	5,59	8,26	59136	5,16	9,43	59144
6,44	6,91	62918	6,01	7,49	60623	5,58	8,29	59114	5,15	9,46	59175
6,43	6,93	62858	6,00	7,51	60577	5,57	8,31	59093	5,14	9,49	59207
6,42	6,94	62799	5,99	7,52	60532	5,56	8,33	59073	5,13	9,53	59242
6,41	6,95	62740	5,98	7,54	60487	5,55	8,35	59053	5,12	9,56	59279
6,40	6,96	62681	5,97	7,55	60442	5,54	8,38	59035	5,11	9,60	59317
6,39	6,97	62623	5,96	7,57	60398	5,53	8,40	59017	5,10	9,63	59358
6,38	6,98	62565	5,95	7,59	60354	5,52	8,42	59000	5,09	9,67	59401
6,37	7,00	62507	5,94	7,60	60311	5,51	8,45	58984	5,08	9,71	59446
6,36	7,01	62449	5,93	7,62	60268	5,50	8,47	58969	5,07	9,74	59493
6,35	7,02	62392	5,92	7,63	60226	5,49	8,49	58955	5,06	9,78	59542
6,34	7,03	62335	5,91	7,65	60184	5,48	8,52	58942	5,05	9,82	59594
6,33	7,05	62278	5,90	7,67	60143	5,47	8,54	58930	5,04	9,86	59648
6,32	7,06	62222	5,89	7,68	60102	5,46	8,57	58919	5,03	9,90	59704
6,31	7,07	62165	5,88	7,70	60061	5,45	8,59	58908	5,02	9,93	59763
6,30	7,08	62109	5,87	7,72	60021	5,44	8,62	58899	5,01	9,97	59824
6,29	7,10	62054	5,86	7,74	59982	5,43	8,64	58891	5,00	10,01	59889
6,28	7,11	61998	5,85	7,75	59943	5,42	8,67	58884	4,99	10,05	59955
6,27	7,12	61943	5,84	7,77	59904	5,41	8,69	58878	4,98	10,09	60025
6,26	7,13	61888	5,83	7,79	59867	5,40	8,72	58873	4,97	10,14	60097
6,25	7,15	61834	5,82	7,81	59829	5,39	8,74	58869	4,96	10,18	60172

Dit is als volgt grafisch weergegeven in de volgende grafiek:



Grafiek B3.1 – arbeid t.o.v. de snelheid op de simpele, rechthoekige baan

Bijlage IV - Persoonlijk Ontwikkeling Plan (POP)

De HBO-kernkwalificaties

A1 Brede professionalisering

De bedrijfswiskundige werkt zelfstandig en resultaatgericht samen in een (eventueel multidisciplinair) team, ook in een internationale omgeving.

Hij geeft richting en inhoud aan de ontwikkeling van de persoonlijke beroepsrelevante competenties, onder andere op basis van feedback en zelfreflectie.

Hij kan (recente wetenschappelijke) kennis en inzichten toepassen in verschillende beroepssituaties.

Hij is en blijft op de hoogte van nieuwe ontwikkelingen op het gebied van bedrijfswiskunde. Meer specifiek: Hij kan toepassingsgebieden van wiskunde binnen bedrijven en organisaties identificeren en hij heeft inzicht in nieuwe ontwikkelingen bij deze toepassingsgebieden.

Hij is ondernemend, toont initiatief en durft risico's te nemen.

Hij is resultaatgericht en stressbestendig bij kritische beroepssituaties.

S Er moet zelfstandig gewerkt worden, maar het is van groot belang communicatie en ideeën via een team te hebben.

T Ik moet samenwerken met anderen om ideeën te krijgen en het algoritme dan zelfstandig te maken. Ik gebruik hierbij de kennis en expertise van andere studenten.

A Ik stap op teamgenoten af met vragen die ik eventueel heb. Hierbij overleg ik het algoritme met anderen en kan het steeds verder uitgebreid worden. Samen met medestudenten heb ik een algemene uitwerking bedacht waar ook het algoritme in gebruikt gaat worden.

R Natuurkundige kennis is in het algoritme verwerkt.

R Aan het begin was het voor mij altijd lastig om contact te leggen. Dit werd bemoeilijkt doordat de race er tussen kwam en ik nog geen eigen werkplek had toegewezen gekregen. Hierna is het goed gekomen en heb ik ook ideeën van anderen opgedaan. Dit is helaas niet gelukt in de weken waar ik zelfstandig gewerkt heb.

A2 Multidisciplinaire integratie

De bedrijfswiskundige is toegerust om oplossingen te bieden voor vraagstukken gesteld vanuit verschillende disciplines in het beroepenveld. Hij kan kennis, inzichten, houdingen en vaardigheden van verschillende vakinhoudelijke disciplines integreren vanuit het perspectief van het beroepsmatig handelen als bedrijfswiskundige.

De bedrijfswiskundige kan met name ICT (bijvoorbeeld algemene toepassingssoftware, besturingssystemen) inzetten bij het oplossen van bedrijfsproblemen. Hij kent dan ook de relevante algemene concepten uit de informatica en kan deze toepassen.

- S Het algoritme moet geschreven worden.
- T Ik moet een algoritme schrijven die makkelijk te lezen en te begrijpen is. Gezien de situatie heb ik natuurkundige kennis nodig.
- A Ik heb nagegaan welke mogelijkheden er zijn en heb een keuze gemaakt hoe ik ga beginnen en in welke taal ik het programma wil schrijven.
- R Ik schrijf het algoritme in JAVA en gebruik hiervoor het (gratis) programma NetBeans met JAVA jdk.
- R Omdat ik bekend ben met JAVA en niet veel programmeertalen goed ken, zoals Maple, C++ en VBA voel ik mij comfortabeler met deze taal.

A3 (Wetenschappelijke) toepassing

De bedrijfswiskundige kan (recent wetenschappelijke) kennis, inzichten, theorieën, concepten en onderzoeksresultaten toepassen op een voorspelbare en betrouwbare manier in verschillende beroepssituaties.

Hij kan relevante informatie verzamelen uit diverse bronnen en toegankelijk maken.

- S Er moet uit vele bronnen informatie gehaald worden en samengevoegd.
- T Ik moet diverse bronnen nagaan en hieruit het gedeelte filteren wat voor mij en het algoritme belangrijk is.
- A Door lesboeken, Google en Wikipedia kom ik veel te weten. De vragen die ik had heb ik de docenten en mede studenten kunnen voorleggen en hierdoor is het helder geworden hoe ik de opdracht ga aanpakken.
- R Door gesprekken ben ik op het idee gekomen hoe ik het algoritme wil aanpakken. Tevens heb ik de baan van de Ahoy' Rotterdam kunnen implementeren in de code.
- R Ik voel mij thuis in het opzoeken van informatie op internet en in boeken. Het vragen aan begeleiders is moeilijker. Er is aan het begin gelijk aangegeven dat ik zo snel mogelijk vragen moet stellen en er niet te lang mee moet wachten..

A4 Transfer en brede inzetbaarheid

De bedrijfswiskundige kan kennis, inzichten en vaardigheden toepassen in verschillende beroepssituaties in het brede toepassingsgebied van de wiskunde. Hij kan kennis, inzichten en vaardigheden overdragen aan anderen, in het bijzonder aan niet- wiskundigen binnen een bedrijf of organisatie.

- S In mijn vorige stage, bij het COS Rotterdam, heb ik het buurtsignaleringssysteem geëvalueerd.
- T Ik moet het resultaat zonder technisch te spreken overbrengen zodat de bestuursdienst van de gemeente Rotterdam mijn aanbevelingen kan overnemen.
- A Ik heb mijn verslagen van beide periodes samengevat in 2 a 3 pagina's en hierbij geen berekeningen meegenomen en alleen mijn conclusies opgeschreven. De opdrachtgever vond dit zeer duidelijk.
- R Kort, duidelijk verslag van mijn evaluatie van dit systeem.
- R Ik vind het moeilijk om sommige, ingewikkelde situaties te beschrijven zonder te technisch of inhoudelijk te worden. Ik heb vaak niet door of het duidelijk overkomt. Hierbij geven lezers wel duidelijke instructies.

A5 Creativiteit en complexiteit in handelen

De bedrijfswiskundige kan vraagstukken in de beroepspraktijk analyseren, waarvan het probleem op voorhand niet duidelijk is omschreven en waarop de standaardprocedures niet van toepassing zijn. Hij komt met ideeën voor oplossingen.

Hij is daarbij creatief, en denkt vanuit de gebruiker:

Zo kan hij bijvoorbeeld met statistische technieken en bestaande software, kwantitatieve gegevens terugbrengen tot de essentie. Dit in de vorm van enkele kentallen en/of grafieken.

Ook heeft hij gevoel voor de waarde en correctheid van cijfers, en voor een juiste dan wel onjuiste manier van presenteren.

Hij kan ook een bijdrage leveren aan het bepalen van strategieën bij besluitvorming en het optimaliseren van processen binnen bedrijven of organisaties met behulp van relevante wiskundige standaardtechnieken.

- S Het is aan het begin van deze stage niet duidelijk hoever ik kan komen met het algoritme. Tevens is het niet duidelijk wat er allemaal meegenomen gaat worden.
- T Langzamerhand ontwikkeld zich een grotere groep voorwaarden en breidt het algoritme zich zeer snel uit.
- A Ik begin simpel en breid het algoritme steeds verder uit, waarbij de volgende stap pas gezet wordt als de huidige stap volledig geïmplementeerd is.
- R Ik ben begonnen met een vaste windkant en heb deze uitgebreid met een relatieve windhoek. Nu is een variabele baan ook mogelijk.
- R Het is voor mij beangstigend dat er geen duidelijke opdracht ligt, maar meer een ideale wens waar ik de tijd niet voor heb om deze te ontwikkelen. Op korte termijn valt er gelukkig wel te plannen.

A6 Probleemgericht werken

De bedrijfswiskundige kan zelfstandig een probleem definiëren, analyseren en oplossen. Diverse aspecten komen terug bij de beroep specifieke hoofdcompetenties.

Bij het doorlopen van de bekwaamheidsniveaus neemt daarbij de complexiteit van de problemen toe:

- 1 Op bekwaamheidsniveau 1 is doorgaans sprake van een eenvoudig probleem, aangeboden door de opleiding;
 - 2 Op het tweede niveau is veelal sprake van een complex probleem, aangeboden door de opleiding;
 - 3 Op het derde niveau betreft het een praktijkprobleem. De student dient eventueel zelf in een beperkte zoekruimte dit probleem te vinden;
 - 4 Ook op het vierde niveau betreft het een praktijkprobleem. Maar op dit niveau zoekt de bedrijfswiskundige zelfstandig naar problemen.
- S Voor de Shell Eco Marathon is er niet een uitgebreide rijstrategie en deze wordt van te voren bepaald. Als deze tijdens de race aangepast wordt is gaat er een betere rijstrategie toegepast worden aangezien de omgevingsfactoren zeer veel fluctuaties vertonen.
- T Het algoritme moet regelmatig ge-update worden zodat er zo optimaal mogelijk gereden kan gaan worden. Er moet rekening gehouden worden met zoveel mogelijk omgevingsfactoren.
- A Ik moet zoveel mogelijk factoren in mijn algoritme verwerken, beginnend bij een simpele baan met een vaste windsnelheid en –hoek en dit in de loop van de tijd uitbreiden met onder andere een bochten strategie.
- R Helder programma die makkelijk opgepakt dient te worden door een vervolgstage op dit project. Het ad-hoc gedeelte van het algoritme is niet gelukt.
- R Aangezien ik niets wist van de race en de voorwaarden en ik niet veel passie heb voor auto's is het moeilijk om te beginnen. Hierbij vind ik de opdracht uitdagend en wil het maximale hieruit halen. Het is boeiend om de ontwikkeling van een algoritme te kunnen meemaken.

A7 Methodisch en reflectief denken en handelen

De bedrijfswiskunde pakt problemen modelmatig aan, en leert daarbij methodisch denken.

Diverse aspecten van deze basiskwalificatie komen aan bod bij de beroeps specifieke hoofdcompetenties.

- S Er moet een basisalgoritme geschreven worden en die daarna toetsen.
- T Ik heb de situatie geschetst en hierbij de randvoorwaarden (alias beperkingen) opgesteld.
- A Ik heb een algoritmebeschrijving en een situatieschets gemaakt en hieruit ben ik gaan programmeren.
- R Het basisalgoritme houdt nu rekening met relatieve windhoek, rolwrijving en windsnelheid. Het op gang komen van de auto is bijvoorbeeld niet geïmplementeerd. Het toetsen van de exacte waarden op eenvoudige banen levert op dat het basisalgoritme gebruikt mag worden.
- R Het voelde goed toen ik eenmaal het basisalgoritme aan de praat gekregen heb en de realisatie dat ik dit zelfstandig in JAVA kon programmeren.

A8 Sociaal-communicatieve bekwaamheid

De bedrijfskundige communiceert op diverse manieren met verschillende geledingen. Belangrijke aspecten hierbij: 'samenwerking' en 'taalvaardigheid'.

Wat samenwerking betreft:

De bedrijfskundige kan functioneren in een (eventueel multidisciplinair) teamverband.

Hij kan bij het samenwerken de eigen kwaliteiten inzetten en gebruik maken van kwaliteiten van anderen. Ook kent hij verschillende vormen van samenwerken en functionele rollen hierin.

Gedurende de opleiding is daarbij sprake van voortschrijdende complexiteit bij het doorlopen van de bekwaamheidsniveaus:

- 1 De student is in staat om samen te werken met een of twee medestudenten;
- 2 De student is in staat om met andere studenten samen te werken. Dit gebeurt met begeleiding van een professional (docent, stagebegeleider, of teamleider in het bedrijfsleven), bijvoorbeeld bij projectmatig werken;
- 3 De student is in staat om vrij zelfstandig te werken, met enige begeleiding; De door hem gevonden resultaten vormen een substantiële bijdrage aan een (eventueel multidisciplinair) team;
- 4 De student is in staat om te werken in een (eventueel multidisciplinair) teamverband. Hij levert daarbij een zelfstandige bijdrage aan het teamwerk.

Wat betreft taalvaardigheid:

De bedrijfskundige beheerst de Nederlandse taal (bijna) foutloos. Hij kan zich daarbij prima verbaal uitdrukken en gebruikt in geschreven stukken een goede zinsbouw, een goede stijl en een correcte spelling.

Hij kan bij zijn beroepsuitoefening zowel schriftelijk als mondeling in de Engelse taal communiceren. Meer specifiek, naar de vier niveaus:

- 1,2 ...
- 3 De student beheerst presentatievaardigheden in de Engelse en Nederlandse taal. Daarnaast is hij in staat om uit Engelstalige en Nederlandstalige vakliteratuur de essentie weer te geven;
- 4 De student kan in het Nederlands en in het Engels communiceren binnen het bedrijf of organisatie.

S Het team werkt er aan om de auto zo zuinig mogelijk te maken. Dit wordt gedaan zowel op technisch, aerodynamisch en theoretisch gebied.

T Ik moet op theoretisch gebied een bijdrage leveren aan het eindresultaat (zo zuinig mogelijk rijden). Tevens is in dit team de sociale kant even belangrijk.

A Ik moet overleggen met teamgenoten en uit deze gesprekken inspiratie opdoen voor dit algoritme. Ook wordt er in deze gesprekken mede studenten geholpen en gemotiveerd.

R Een van deze gesprekken heeft mij opgeleverd dat er een idee ontstaan is om de statistische kans dat er geremd moet gaan worden voor andere auto's op de baan. Dit is nog maar een idee en in de komende tijd ga ik dit onderzoeken of het mogelijk is om dit mee te nemen. Ik weet bijvoorbeeld niet of deze data beschikbaar is. Het in dit verslag beschreven wegingsfactor van baanstukken is een manier om dit op te vangen.

R Zelfstandig werken en toch in teamverband is een leuke uitdaging.

A9 Basiskwalificering voor managementfuncties

De bedrijfswiskundige kan eenvoudige leidinggevende en managementtaken uitvoeren.

Hij is in staat om duidelijke instructies te geven en plannings op te stellen.

Hij controleert de voortgang in een project en kan anticiperen op onvoorziene omstandigheden. Hij voert effectief en efficiënt overleg met betrokkenen. Hij kan werk verdelen en delegeren binnen een project.

S Procesmanagement

T Ik moet de voortgang en tempo van het project in de gaten houden, hierbij korte (week)plannen maken en elke week deze evalueren

A Ik zorg dat ik elke week een lijst heb met taken die ik die week af wil hebben. Deze lijst wordt samengesteld nadat er een gesprek geweest is over de voortgang. Voor de tijd dat er zelfstandig gewerkt dient te worden (tijdens de sluiting van het gebouw in Delft) heb ik doelen opgesteld voor deze periode

R Door planning wordt er gezorgd dat het project langzaam, maar zeker een groeiend algoritme bereikt

R Het niet kunnen opstellen van een totaalplanning vind ik zorgwekkend, maar ik denk dat ik hiermee wel kan leven

A10 Besef van maatschappelijke verantwoordelijkheid

De bedrijfswiskundige heeft de juiste beroepshouding en betreft daarin relevante ethische aspecten. Hij is betrokken bij zijn taakstelling, is gericht op kwaliteit, prestatie en dienstverlening.

S Gerichtheid op kwaliteit.

T Ik moet een zo duidelijk mogelijk algoritme schrijven dat makkelijk is op te pakken door anderen. Hierbij wil ik zo efficiënt mogelijk zijn in code gebruik.

A Ik zorg ervoor dat de code altijd voorzien is van commentaar.

R Duidelijk te lezen code.

R Ik dacht dat ik JAVA weer zou moeten oppakken, maar dit ging zeer vloeiend.

De opleiding specifieke kwalificaties

B1 van praktijksituatie naar praktijkprobleem

Verkennen. De bedrijfswiskundige ontdekt zelf welke problemen er liggen. Hij formuleert eisen waaraan een oplossing moet voldoen. Hij verifieert dit en ontwikkelt zelfs een draagvlak door communicatie en onderhandelen.

Niveau:

1.4 De student peilt waar een praktijkprobleem ligt, dat oplossing behoeft. Hij leidt het eigenlijke probleem af. Hij formuleert dit probleem en de eisen waaraan de oplossing dient te voldoen.

- S Er wordt bij de SEC van te voren een rijstrategie bepaald en hier moet door de bestuurder van de wagen tijdens de wedstrijd op gevoel een rijstrategie bepalen. De wens is deze rijstrategie continu automatisch te kunnen aanpassen zodat de bestuurder zich met het rijden en besturen van de wagen kan bezig houden.
- T Er is een behoefte aan automatisering van de rijstrategie. Hierbij moet ik een algoritme ontwerpen en schrijven die rekening houdt met omgevingsfactoren (dus niet met de techniek en vorm van de wagen) en hieruit een rijstrategie voorstelt.
- A Ik moet beginnen met het maken van een basisalgoritme (alleen rolwrijving en luchtweerstand) en deze uitvoerig testen zodat de uitkomst (van bijvoorbeeld verbruik) correct is. Dit algoritme moet ik daarna uitbreiden met bijvoorbeeld windinvloed en bochtenstrategie.
- R De formulering van de opdracht luidt: "ontwikkel een algoritme die rekening houdt met de omgevingsfactoren en hieruit een optimale rijstrategie weergeeft"
- R De opdracht is ontwikkeld met mijn opleiding in het achterhoofd en is samen met de opdrachtgever (dhr. Ir. Menger) gemaakt.

B2. van praktijkprobleem naar wiskundig model

Mathematiseren en modelleren. De bedrijfswiskundige beoordeelt in hoeverre het praktijkprobleem een bedrijfswiskundige component heeft. Als dat het geval is, dan mathematiseert hij deze. Hij haalt de informatie naar boven, benodigd voor de modelleringstap en legt het verband met een wiskundige discipline waar een model voor handen zou kunnen zijn.

Niveau:

2.4 De student beoordeelt of een praktijkprobleem een bedrijfswiskundig component heeft. Als dat het geval is, dan mathematiseert hij deze. Hij selecteert de informatie, benodigd voor het modelleren, en kiest een geschikt model. Zijn arsenaal aan modellen breidt hij daarbij geleidelijk uit.

- S Het idee voor het basisalgoritme is bedacht en de eerste omgevingsfactoren zijn bepaald.
- T Ik moet een basisalgoritme schrijven die een simplistische racebaan beschrijft, met een vaste windsnelheid en –hoek.
- A Ik heb het algoritme eerst met de hand uitgewerkt en hierna in JAVA geschreven. Hierbij heb ik deze basissituatie ook exact uitgewerkt en deze vergeleken met de numerieke benadering van mijn algoritme.
- R De exacte en numerieke uitkomst liggen zeer dicht bij elkaar, zodat geconcludeerd kan worden dat de iteratiestappen die ik bedacht heb in de goede richting zijn. Aangezien dit een optimalisatieopdracht is waarbij gemodelleerd en geprogrammeerd moet worden en hierbij telkens nieuwe inzichten en ideeën geïmplementeerd dienen te worden is deze opdracht naar mijn inzicht bedrijfswiskundig genoeg.
- R Ook al heb ik geen idee wat de komende weken mij gaan brengen zie ik deze opdracht als een leuke uitdaging.

B3. van wiskundig model naar wiskundige oplossing

Construeren en oplossen. Bij het oplossen van het gevonden model wordt ruime wiskundige kennis toegepast, met inzet van de computer, eventueel met combinatie van technieken. Dit vraagt om een overzicht van het vakgebied en inzicht in de samenhang van de verschillende technieken. Mogelijk worden bronnen als boeken, artikelen, Internet ingezet.

Niveau:

3.4 De student komt tot een oplossing door combinatie van wiskundige technieken, met inzet van de computer en van verschillende bronnen.

- S Het basialgoritme moet geschreven worden
- T Ik moet de opdracht versimpelen tot basiselementen en hierbij een algoritme bedenken.
- A Ik heb een simplistische, theoretische baan gemaakt, bestaande uit vier baanvakken met alleen maar rechte hoeken. Bij de berekeningen houdt ik geen rekening met bochtwerk. Op twee van deze vakken heeft de wind invloed (wind mee en tegenwind). Hierbij heb ik het probleem omgezet naar een functie van tijd en snelheid van het voertuig en optimaliseer de snelheid.
- R De basisberekening geeft een uitkomst die overeenkomt met de exacte berekening, waarbij de snelheid op het baanvak met wind mee afhankelijk is van de snelheid van die met tegenwind.
- R Het doet goed als de berekening die gemodelleerd is ook in de praktijk een gewenst resultaat geeft. Natuurlijk is tijdens deze afstudeerstage dit een doorlopend proces met oplopende moeilijkheidsgraad. Hierdoor zal ik voornamelijk in deze competentie groeien.

B4. van wiskundige oplossing naar praktijkoplossing

Evaluëren en concretiseren. De gevonden wiskundige oplossing wordt geëvalueerd en vertaald naar een praktische (of concrete) oplossing. De resultaten worden gepresenteerd. Het kan zijn dat de praktijkoplossing direct in verband gebracht worden met het oorspronkelijke praktijkprobleem.

Niveau:

4.4 De student evalueert de wiskundige oplossing in brede zin, maakt deze concreet, en brengt deze in verband met het oorspronkelijke probleem.

- S De theoretische oplossing moet natuurlijk wel kloppen met de theorie die we kennen uit de natuurwetenschappen en mechanica.
- T Hierdoor moet ik elke beslissing op dit gebied laten beproeven door een gespecialiseerd persoon. Dit kan een docent of een student zijn.
- A Ik moet elke stap nagaan of deze niet in strijd is met de beschreven werkelijkheid, zodat er geen onzinnige uitkomsten uitkomen (zoals een snelheid die niet te halen valt).
- R Theoretisch systeem dat een rijstrategie berekent.
- R Aangezien dit onderzoek een doorlopend proces betreft, verwacht ik niet dat ik een standalone applicatie kan ontwikkelen die aangeeft hoe hard je op dat moment moet rijden. Wel verwacht ik een programma te kunnen schrijven die een zichtbaar betere rijstrategie ontwikkelt. Deze zal aan het eind van de stageperiode nog te langzaam werken om tijdens de race nuttig te zijn, maar daar zal doorontwikkeling nodig zijn.

B5. van praktijkoplossing naar de praktijk

Zorgen voor acceptatie en implementatie. De oplossing moet door anderen in het bedrijf of de organisatie geaccepteerd en geïmplementeerd worden.

Niveau:

5.4 De student zorgt door onderhandelen voor acceptatie en implementatie van de concrete oplossing binnen een bedrijf of organisatie, of bij een klant.

- S De opdrachtgever en THC dienen het nut te zien van de berekende rijstrategie. Hierbij moet er duidelijk zijn welke omgevingsfactoren er geïmplementeerd zijn en het moet voor iedereen duidelijk zijn (met enige uitleg natuurlijk) hoe de applicatie is opgebouwd.
- T Ik moet een heldere beschrijving maken van het proces die het algoritme volgt. Hierbij moet het voor iedereen duidelijk zijn welke beslissingen en aannamen er genomen zijn bij de totstandkoming van het algoritme.
- A Ik moet een document schrijven die het algoritme beschrijft en hierbij de aannamen duidelijk evalueert. Hierbij moet het commentaar bij de programmeercode duidelijk zijn zodat iemand met enige ervaring in deze code makkelijk kan navigeren.
- R Heldere programmastructuur met duidelijke documentatie.
- R Ik verwacht dat er voor mij een addertje onder het gras zit. Ik beschrijf dingen in rapporten meestal op zeer specialistische taal zodat de documentatie zeer moeilijk leesbaar kan gaan zijn. Ik ga er in deze stage op proberen te letten dat alles uitgelegd wordt.

B6. van 'oude' praktijksituatie naar 'nieuwe' praktijksituatie

Reflecteren en anticiperen. Nadat een praktijkprobleem is opgelost, bevindt de bedrijfswiskundige zich in een overgangssituatie: van oude naar nieuwe praktijksituatie. Hij reflecteert dan in breder perspectief: zijn betekenis voor de economie, en voor de maatschappij. Bovendien anticipeert hij op een nieuwe praktijksituatie.

6.4 De student kent de betekenis van bedrijfswiskunde.

Hij kent zijn betekenis voor het bedrijfsleven, nu en in de nabije toekomst.

Ook anticipeert hij op een nieuwe praktijksituatie.

S Als de stage afgelopen is ligt er een algoritme met bijhorende documentatie

T Ik moet kunnen beschrijven welke omgevingsfactoren er nog geïmplementeerd moeten worden en welke gedeelten van het programma naar mijn verwachting efficiënter kunnen zijn.

A Ik moet bij de aanbevelingen een scala aan punten noemen die ik mee kan geven aan de persoon die na mij aan deze opdracht gaat werken, zodat deze een idee krijgt welke richting ik op aan het werken ben.

R Een lijst met aanbevelingen en opmerkingen richting de eventuele opvolger van dit project.

R Aangezien ik niet weet of iemand dit project continueert of wanneer dit gebeurd moet ik dit in zeer algemene zin opschrijven.

Bijlage V - Formule voor de Ahoy' Rotterdam

Als we het circuit van de Ahoy' Rotterdam invullen in de formule voor de benodigde arbeid en de overige variabelen nog niet invullen, krijgen we de volgende formule:

$$\begin{aligned}
 & 1630 \, n m g + 205.0 \, \rho A C_w \left(v_0 - \cos(\delta_w) v_w \right)^2 + 6.0 \, \rho A C_w \left(v_1 \right. \\
 & \quad \left. - \cos\left(-\frac{1}{4} \pi + \delta_w\right) v_w \right)^2 + 56.5 \, \rho A C_w \left(v_2 + \cos\left(\frac{1}{4} \pi \right. \right. \\
 & \quad \left. \left. + \delta_w\right) v_w \right)^2 + 15.5 \, \rho A C_w \left(v_3 + \cos\left(\frac{1}{4} \pi + \delta_w\right) v_w \right)^2 \\
 & \quad + 69.0 \, \rho A C_w \left(v_4 + \cos\left(\frac{7}{36} \pi + \delta_w\right) v_w \right)^2 \\
 & \quad + 29.5 \, \rho A C_w \left(v_5 + \cos\left(\frac{1}{4} \pi + \delta_w\right) v_w \right)^2 \\
 & \quad + 13.5 \, \rho A C_w \left(v_6 + \cos\left(\frac{1}{4} \pi + \delta_w\right) v_w \right)^2 \\
 & \quad + 143.5 \, \rho A C_w \left(v_7 + \cos(\delta_w) v_w \right)^2 + 8.0 \, \rho A C_w \left(v_8 \right. \\
 & \quad \left. + \cos(\delta_w) v_w \right)^2 + 125.0 \, \rho A C_w \left(v_9 + \sin(\delta_w) v_w \right)^2 \\
 & \quad + 5.0 \, \rho A C_w \left(v_{10} + \sin(\delta_w) v_w \right)^2 + 75.5 \, \rho A C_w \left(v_{11} \right. \\
 & \quad \left. - \cos(\delta_w) v_w \right)^2 + 6.0 \, \rho A C_w \left(v_{12} - \cos(\delta_w) v_w \right)^2 \\
 & \quad + 22.0 \, \rho A C_w \left(v_{13} + \sin(\delta_w) v_w \right)^2 + 6.5 \, \rho A C_w \left(v_{14} \right. \\
 & \quad \left. + \sin(\delta_w) v_w \right)^2 + 9.5 \, \rho A C_w \left(v_{15} + \sin(\delta_w) v_w \right)^2 \\
 & \quad \left. + 19.0 \, \rho A C_w \left(v_{16} - \cos(\delta_w) v_w \right)^2 \right)
 \end{aligned}$$

De aannamen ingevuld die we in hoofdstuk 3 gebruikt hebben geeft dat de volgende formule, uiteindelijk de formule die we geminimaliseerd willen hebben:

$$\begin{aligned}
 & 264.450 (v_0 + 5)^2 + 7.740 \left(v_1 + \frac{5}{2} \sqrt{2} \right)^2 + 72.885 \left(v_2 \right. \\
 & \quad \left. - \frac{5}{2} \sqrt{2} \right)^2 + 19.995 \left(v_3 - \frac{5}{2} \sqrt{2} \right)^2 + 89.010 \left(v_4 \right. \\
 & \quad \left. - 5 \cos\left(\frac{7}{36} \pi\right) \right)^2 + 38.055 \left(v_5 - \frac{5}{2} \sqrt{2} \right)^2 + 17.415 \left(v_6 \right. \\
 & \quad \left. - \frac{5}{2} \sqrt{2} \right)^2 + 185.115 (v_7 - 5)^2 + 10.320 (v_8 - 5)^2 \\
 & \quad + 161.250 v_9^2 + 6.450 v_{10}^2 + 97.395 (v_{11} + 5)^2 + 7.740 (v_{12} \\
 & \quad + 5)^2 + 28.380 v_{13}^2 + 8.385 v_{14}^2 + 12.255 v_{15}^2 + 24.510 (v_{16} \\
 & \quad + 5)^2 + (2200.500, 19804.500)
 \end{aligned}$$

Voor beide geldt de volgende voorwaarde:

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{410} v_0 + \frac{1}{12} v_1 + \frac{1}{113} v_2 + \frac{1}{31} v_3 + \frac{1}{138} v_4 + \frac{1}{59} v_5 + \frac{1}{27} v_6 \\
 & \quad + \frac{1}{287} v_7 + \frac{1}{16} v_8 + \frac{1}{250} v_9 + \frac{1}{10} v_{10} + \frac{1}{151} v_{11} + \frac{1}{12} v_{12} \\
 & \quad + \frac{1}{44} v_{13} + \frac{1}{13} v_{14} + \frac{1}{19} v_{15} + \frac{1}{38} v_{16} = 234
 \end{aligned}$$