

Sleepproeven voor roeisloepen, hoe en waarom?

Roelf Pot

Zaandam, 24 januari 2015

Who the is Roelf Pot?

- Sloeproeler sinds 2006, Noordvaarder BB4
- Bioloog, waterplantendeskundige, data-analist, softwareprogrammeur
- Presentatie op persoonlijke titel



Wat heb ik met slepen?

- Ik ervaar veel onduidelijkheid
 - ‘Onverklaarbare’ verschillen tussen jaren van slepen
 - ‘Merkwaardige’ uitslagen
 - Ik ben sceptisch geworden over de wedstrijduitslagen
- Er bleken afgelopen jaren fouten te zijn gemaakt
 - Floor Maitimo reconstructie in 2013: blijkbaar fouten in snelheidsmeting, correcties in sloepregister
- Stevige discussie binnen FSN (loop van 2013 – alv 2014)
 - Klopt het eigenlijk sowieso wel?
 - Is er geen beter systeem mogelijk?
- Kritisch meekijken bij de sleepproef in 2014
 - Ik wil een betrouwbaar handicapsysteem
 - Ik kan met complexe gegevens overweg

Evaluatie en daarna

- Evaluatie
 - Vooral kijken wat er gebeurde bij de sleepproef
 - Data analyseren
 - Bevindingen bespreken met anderen
- Overall conclusie
 - In principe onderbouwd systeem
 - In de praktijk veel 'fouten'
- Verbeteringsvoorstellen
 - Meetopstelling
 - Software
 - Betrouwbaarheid factor 10 vergroot

Presentatie vandaag

- Waarom de sleepproef?
 - Berekening wedstrijduitslagen
- Wat zijn de alternatieven?
 - Metingen in stroomgoot, modelberekening
- Openheid over de sleepproef
 - Volledige beschrijving
- Evaluatie en verbetering
 - Waar zitten de knelpunten?
 - Hoe kan dat opgelost worden?
- Herstel vertrouwen in de uitslagberekening ?/!

1. Uitslagberekening

- Handicapsysteem nodig
 - Alle sloepen zijn verschillend
 - Gewicht
 - Lengte
 - Vorm
 - Aantal roeiers
 - Bij dezelfde inspanning verschillende snelheden
 - Uitslagen bereken op basis van prestatie van de ploeg, onafhankelijk van de sloep !

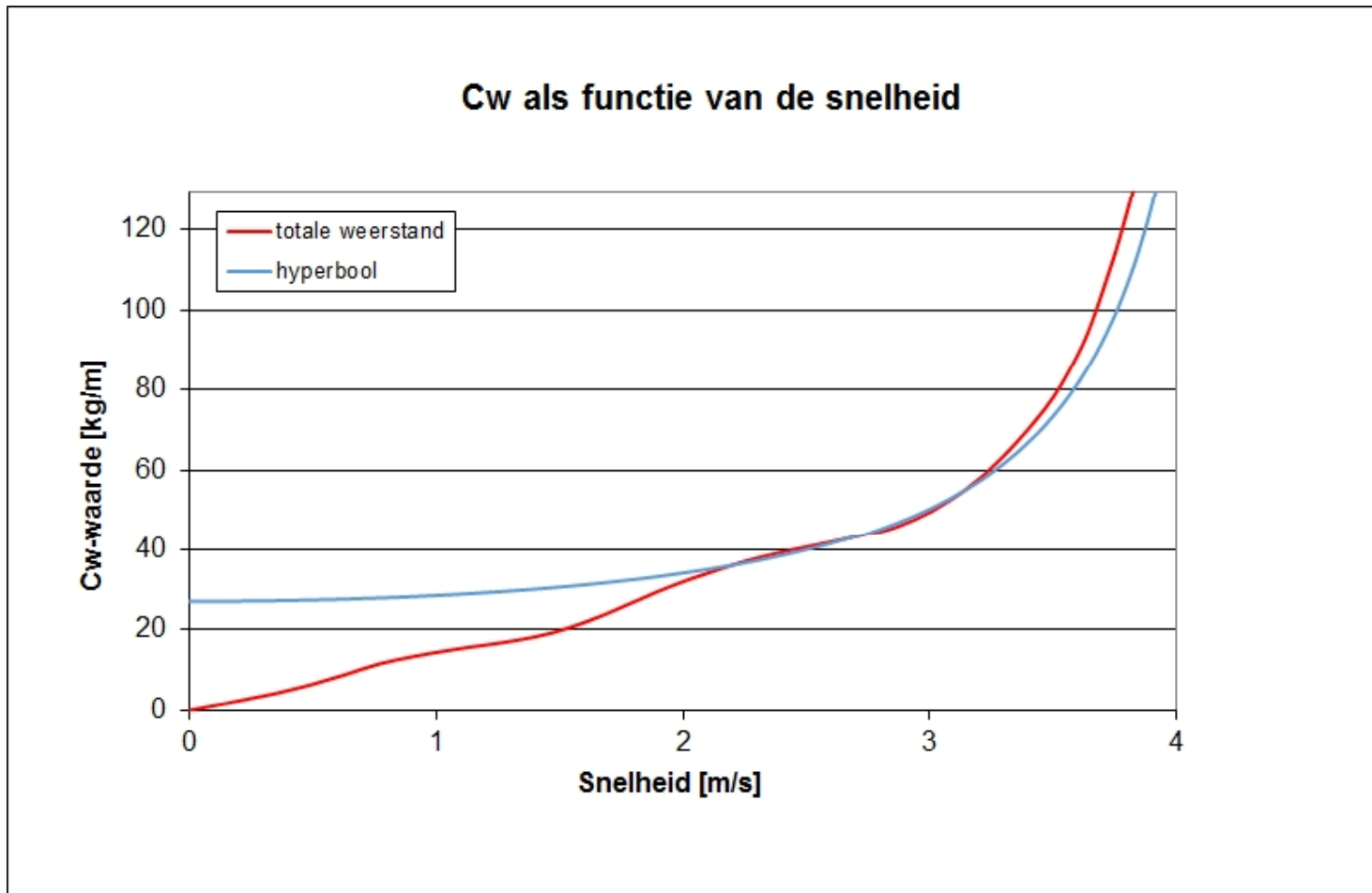
Uitslagberekening

- Prestatie van de roeiers uitdrukken in geleverd vermogen per roeier (Watt).
 - Daarvoor nodig: formule voor berekening van vermogen op basis van snelheid
 - In deze formule moeten eigenschappen van de sloep opgenomen.

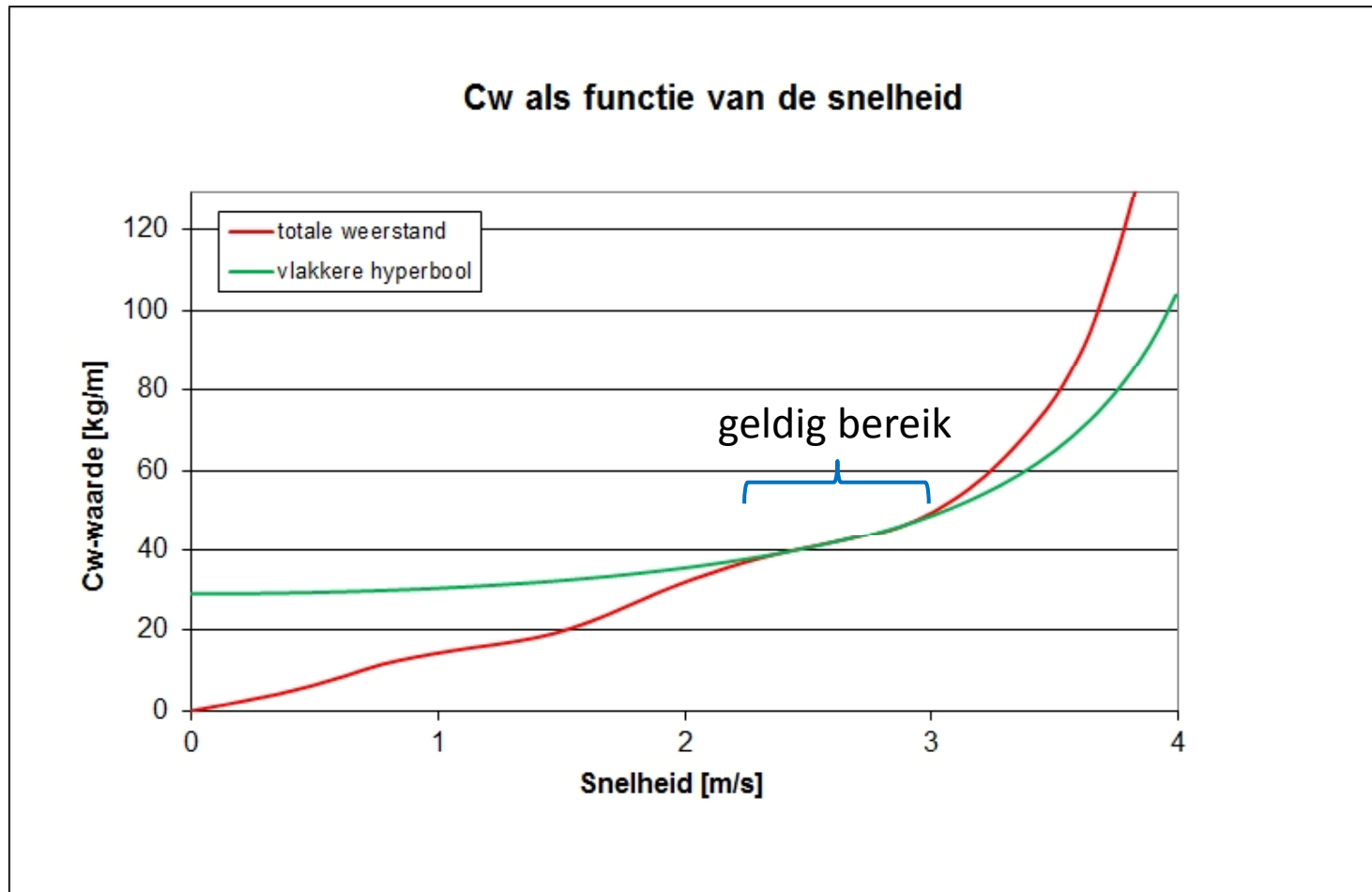
Uitslagberekening

- Vermogen = kracht x snelheid [Watt]
 - Snelheid is te meten: afstand/tijd [m/s]
- Kracht = weerstand x snelheid ²
 - Weerstand is sloepeigenschap (Cw)
- Vermogen = weerstand x snelheid ³
- Dus het vermogen is te berekenen uit:
roeiafstand, roeitijd, sloepweerstand
- Weerstand echter ook afhankelijk van snelheid
 - In sloepregister staat alleen Cw bij gem. roeisnelheid

Cw is afhankelijk van snelheid



Optimale benadering met hyperbool



Hyperbool

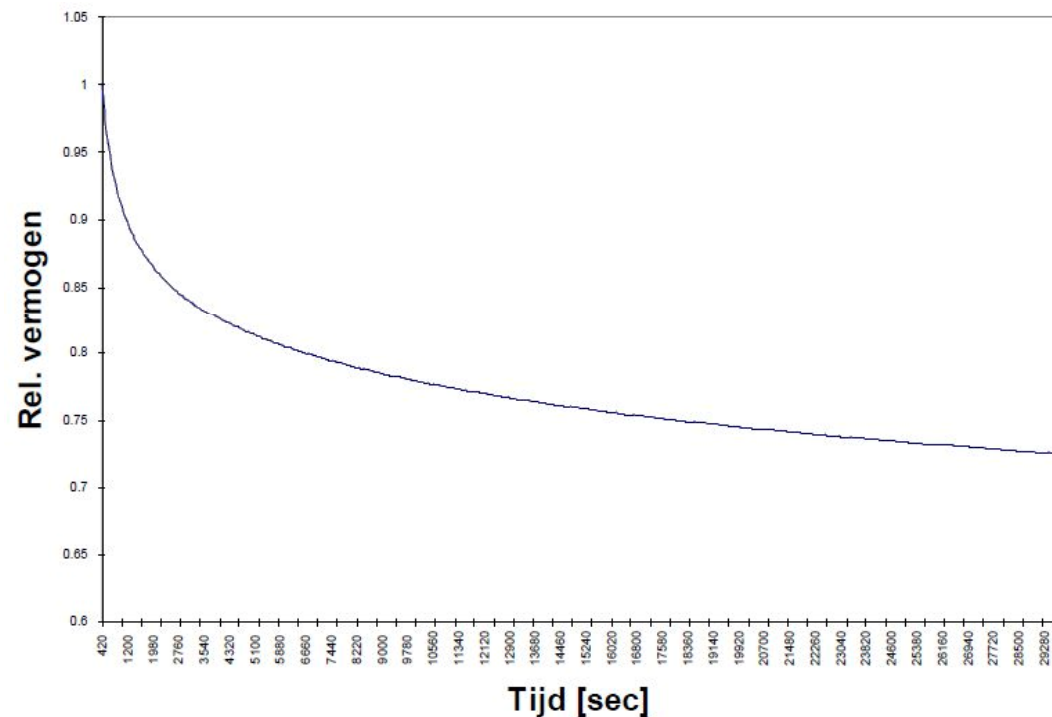
- $C_w = A / [1 - (v/B)^2]$
v = snelheid
A en B zijn constanten die gelden per sloep
- B is de snelheid waarbij de weerstand oneindig oploopt [voorbij rompweerstand]
- A is de weerstand bij snelheid = 0

Voorbeeld uitslagberekening

- Snelheid
 - Roeitijd: 2 uur, 10 minuten, 25 seconden
 - Afstand: 18,4 km
 - Snelheid = $18400 / 7825 = 2,35$ m/s
- Weerstand (A = 31,6; B = 4,44)
 - $C_w = 31,6 / (1 - (2,35 / 4,44)^2) = 43,89$
- Vermogen (8 roeiers)
 - $P = 43,89 \times 2,35^3 / 8 = 71,21$ Watt

Uitputtings-correctie

- Principe: een team dat langer hetzelfde vermogen levert presteert meer.
- Sportfysica: In het eerste half uur neemt het vermogen vrij snel af, maar de afname wordt steeds minder



Uitputtings-correctie

- Referentiekromme: verloop van het gemiddelde vermogen ten opzichte over de hele roeitijd
- Voorbeeld: 2 uur: 79%, 3 uur: 77%
- Indien 2 uur de winnende tijd is (snelste sloep)
- Een sloep die er 3 uur over deed krijgt $79/77 = 2,5\%$ compensatie [in Watt]

Niet in de handicap-berekening

Niet:

- weerstand door wind
- effect van windgolven
- 'zuiging' van bodem
- snelheid-variatie
- tactiek

Berekening geldt voor:

- windstil weer
- vlak water
- diep water
- constante snelheid
- vastgestelde afstand

Op stromend water (HT, Harlingen)

- De stroomsnelheid wordt op verschillende punten in de route voortdurend gemeten (of uit stroomatlas)
- Wordt vergeleken met de tijd die de sloep op die punten aanwezig was en dus stroming ondervond
- De totale stroming die de sloep zou hebben gehad wordt afgetrokken van de vastgestelde afstand
- Het vermogen wordt berekend per sloep voor deze gecorrigeerde afstand
- Een sloep kan tactisch van stroming profiteren door een aangepaste route te varen met meer stroming (binnen de grenzen van het parcours)

2. Sleepproef



Sleepproef

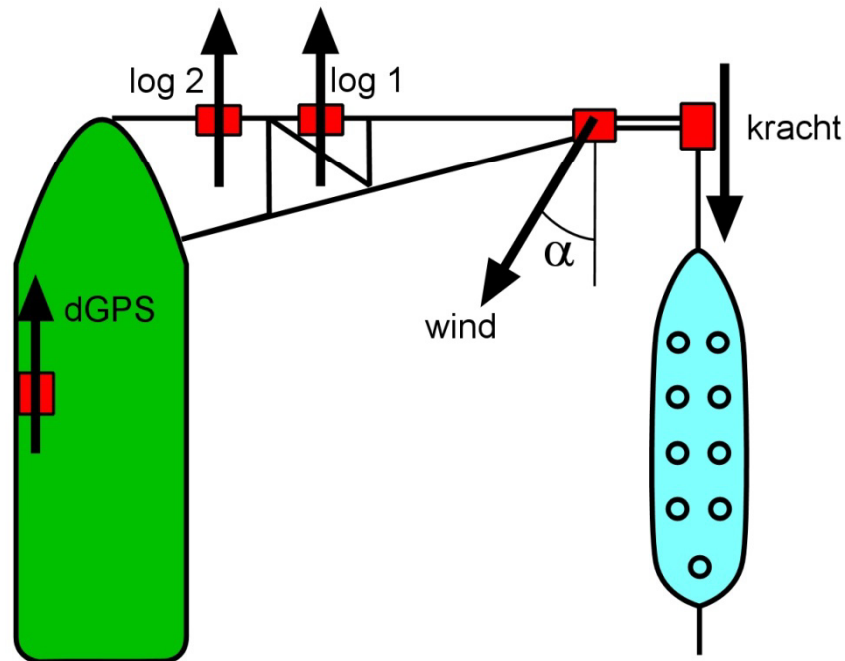
- Sleepproef is bedoeld om de A en B waarden vast te stellen
 - Bij windstil weer of zo weinig mogelijk wind
 - Op stilstaand water
 - Bij de snelheid waarmee ook geroeid wordt (en +10% en – 10%)
 - Standaard bemanning
 - heren: 95 kg, dames: 75 kg

Overige gegevens van de sloep

- De sloep wordt ook opgemeten, gewogen en gefotografeerd
 - De breedte, hoogte en lengte zijn nodig voor berekening windweerstand als het waait tijdens de sleepproef
 - Gewicht en vorm van de sloep mogen niet meer worden aangepast tussen sleepproef en wedstrijden en (kunnen) worden gecontroleerd



Wat wordt er gemeten?



- Log1 (vaarsnelheid)
- Log2 (vaarsnelheid, check)
- dGPS (vaarsnelheid, check)
- Windsnelheid
- Windrichting
(0 = tegenwind)
- Trekkraft sloep

- 1000 x / seconde
- 50 seconden per run
- 3 snelheden
- 2 richtingen

Berekening

- Per meting (1000 x per seconde):
 - $C_w = F / \sqrt{v}$ – netto windweerstand
- Per run (6 keer):
 - Gemiddelde C_w
 - Gemiddelde v
- Berekening van kromme door de 6 x C_w & v :
 - Kleinste kwadratenmethode
 - A en B (en C_w bij opgegeven roeisnelheid)

Windweerstand

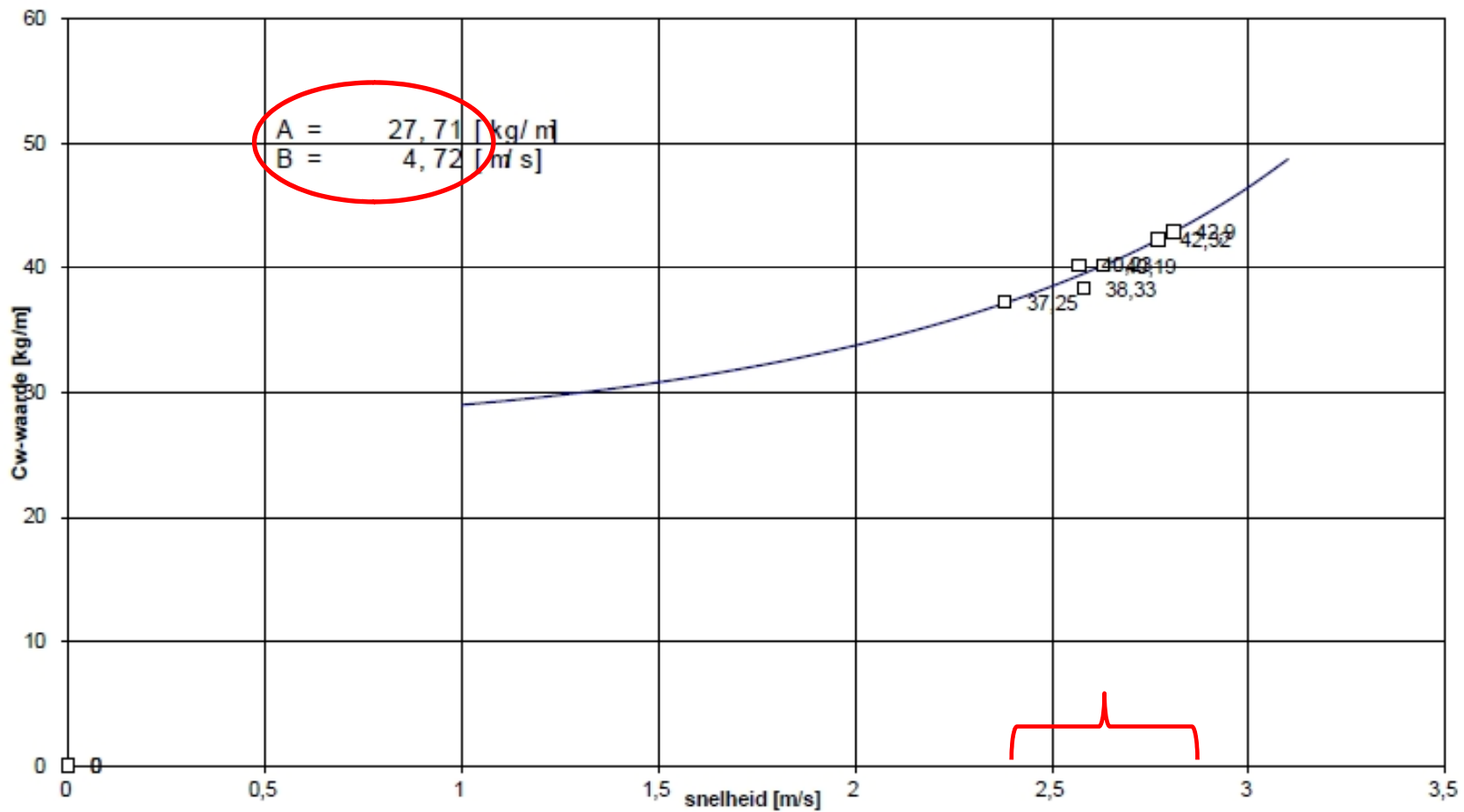
- De weerstand door wind wordt berekend:
 - Tegenwind is windsnelheid x $\cos(\text{windrichting})$
 - $C_v = v^2 \times 0,5 \times \rho \times c_{vt}$
 - V = windsnelheid (tegenwind)
 - ρ = dichtheid medium (lucht: $1,225 \text{ kg/m}^3$)
 - C_{vt} = omstroomcoëfficiënt = maat voor stroomlijn
 - $C_w \text{ vacuum} = C_w \text{ gemeten} - C_v \text{ berekend}$
 - $C_w \text{ eind} = C_w \text{ vacuum} + C_v \text{ vaarsnelheid}$
- Omstroomcoëfficiënt is onzekere factor (0,5)

Cw-waarden HT-nummer:
Sleepdatum:
Voorlopige kromme.

razende
3-feb-14

Wind-opp
Ov-teen
Ov-mee

3,26 [m²]
0,5
0,7



Sloepregister

- A- en B-waarden zijn belangrijkst
- Lengte, breedte, gewicht worden eventueel bij controle gecheckt
- Er blijken verschillen in de A en B per sleepjaar te zijn, ook als de sloep niet is veranderd.
- Verschillen tussen gelijkwaardig sloepen, vooral B-waarden kunnen enorm verschillen.
- Wat is er aan de hand?

Alternatieven

- Sleeproeven in een stroomgoot (laboratorium)
 - + Ideale omstandigheden (windstilte)
 - + Ideale meetopstelling
 - Duur !!
- Modelbenadering
 - Nauwkeurige opmeting sloep nodig
 - Complexe berekening met veel aannamen
 - IJking nodig met sleepproeven !
 - Mogelijkheden voor toestaan trimmen, etc.
 - Wordt toch serieus onderzocht ... info beschikbaar
- Verbetering sleepproef

3. Evaluatie sleepproef

- Vooral kijken wat er gebeurt bij de sleepproef
- Data analyseren
 - Meetgegevens, 1800000 getallen per sleep
- Verbeteringen bedenken
 - Onderbouwen met theorie
- Testen van verbeteringen
 - Fout-analyse, relevantie
- Eind voorstel

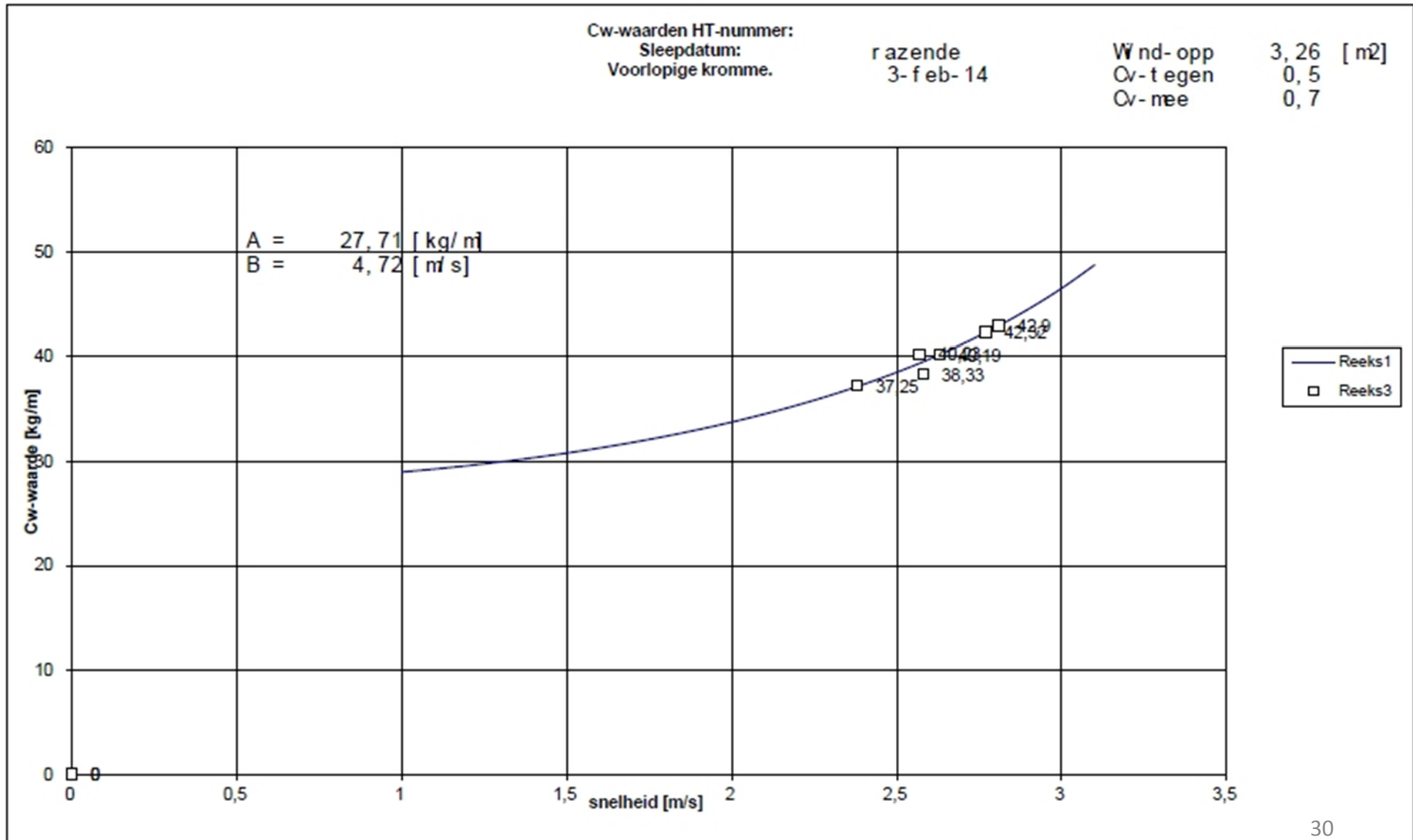
Bevindingen

- Schommeling in meetwaarden binnen een run
- Snelheid niet constant binnen een run
- Windrichting rond 0 graden
- Snelheid meten
- Optimalisatie omstroomcoëfficiënten
- Berekening van tegenwind
- Berekening van B
- Recht sturen
- Trimmen
- Onvoldoende inzicht in resultaat bij beoordeling OK
- Watertemperatuur
- Wat is relevant en wat niet?
- Wat kan beter?

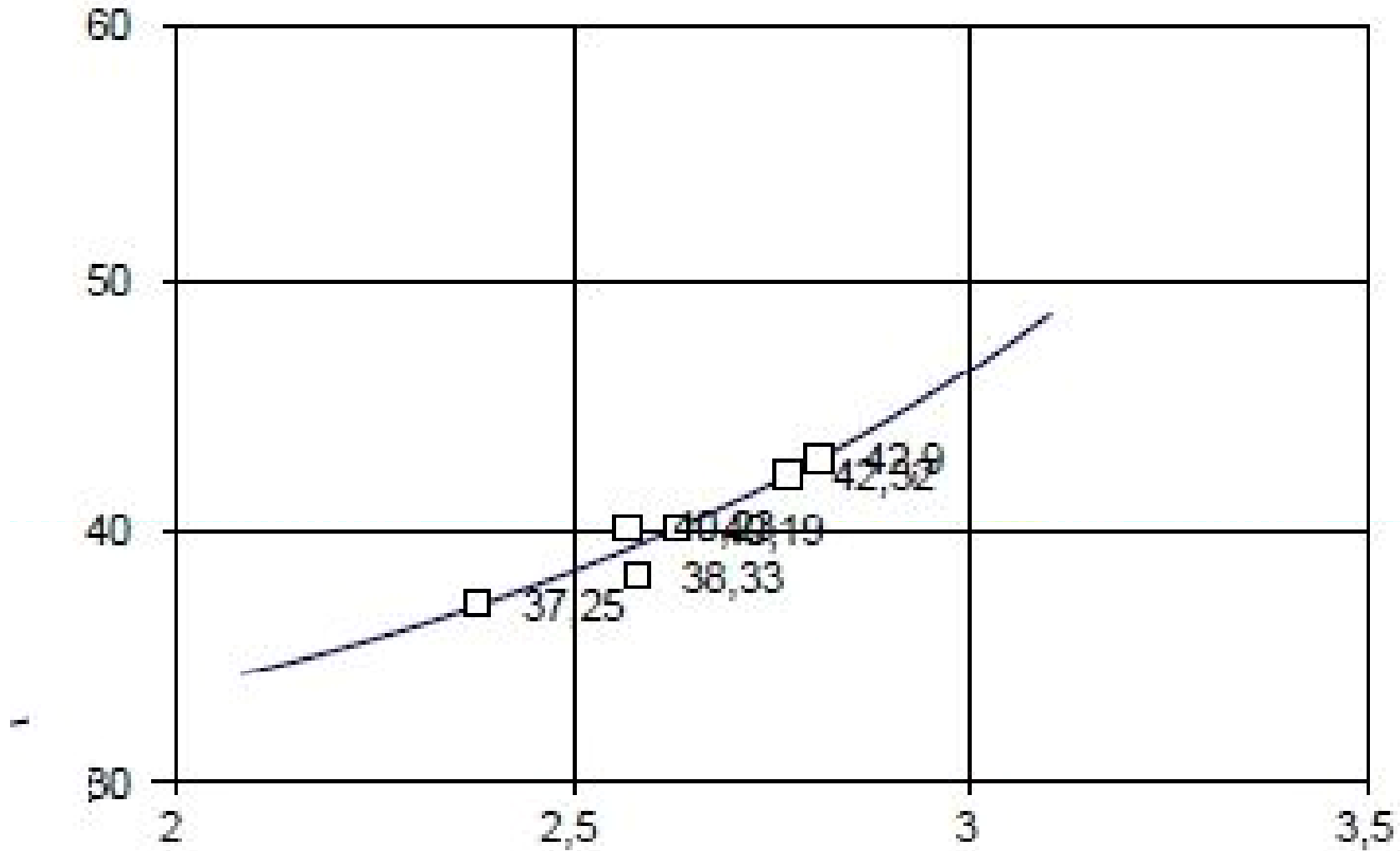
Meten is weten?

- Als alle meetinstrumenten geijkt zijn
- Als er controles zijn ingebouwd (log1 , log2)
- Als nauwkeurig gemeten wordt
- Wet van de grote getallen: gemiddelde is juist?
- Sluitposten
- Fout-analyse:
 - Er bestaan geen zuivere metingen
 - Reduceren van de meest relevante fouten

Opnieuw:

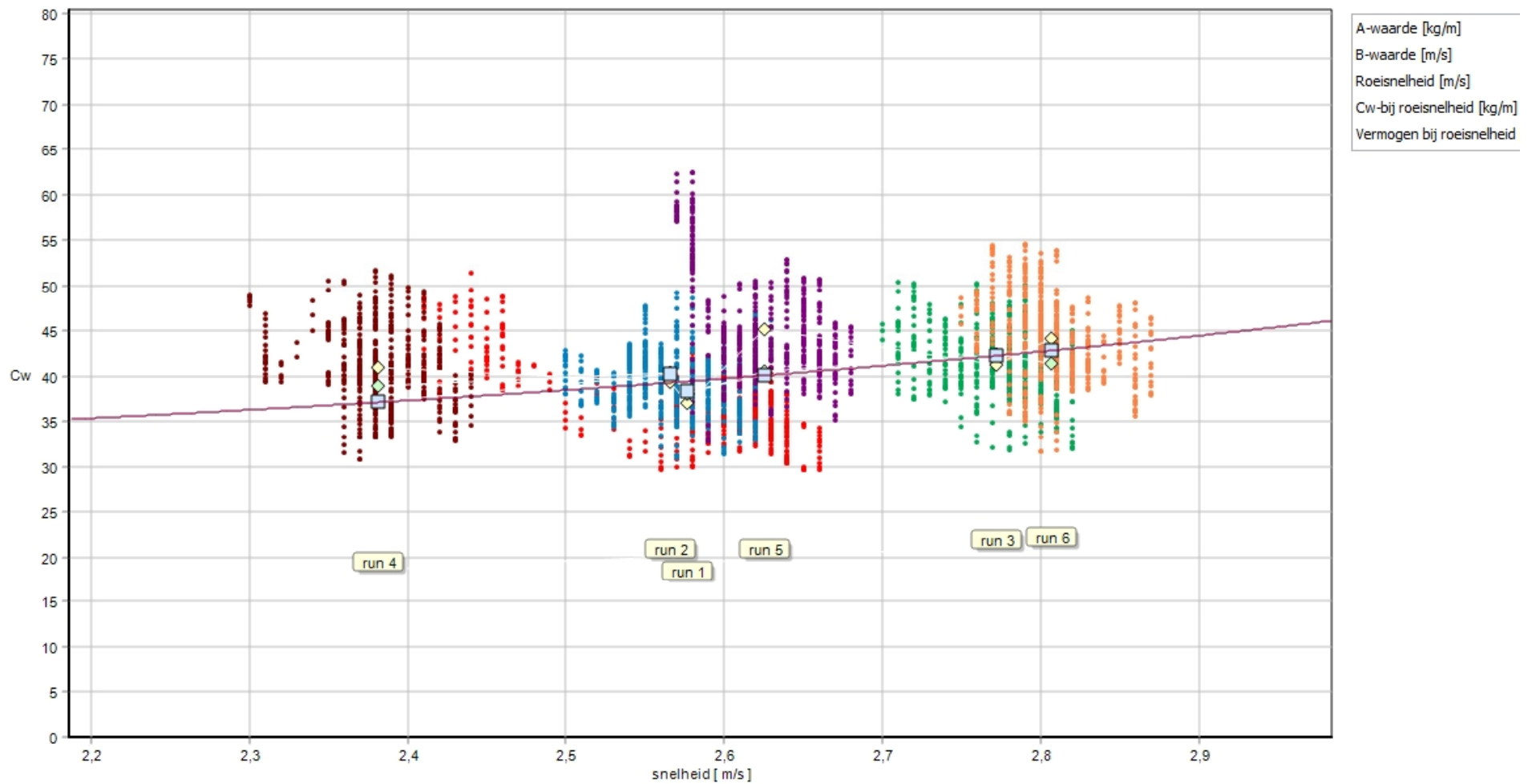


Wat betekent die spreiding?



Meetfile	..\roeien\slepen\meetdata_2014\razende snol 8h 2014	Sloep	Razende Snol	Lengte [m]	8,68	Roeiers:	8	<input checked="" type="radio"/> H <input type="radio"/> D
Meetfile2	<geen>	FSN-nr	FSN211	HT-nr	1108083	Doften:		
Sloependata	E:\roeien\slepen\sloepregister\sloependata.csv	Sleepjaar	2014	Breedte [m]	2,76	Roeiselheid [m/s]	2,60	
ExportMap	E:\roeien\slepen\meetdata_2014			Hoogte [m]	1			
Gebruik run	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6			Gewicht [kg]	1293			

Algemeen **Runs**



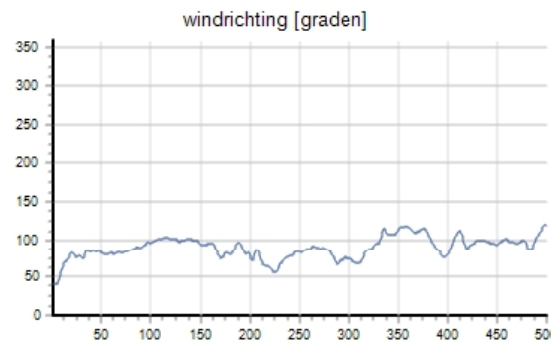
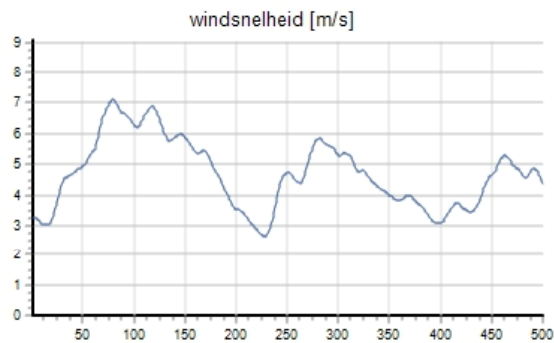
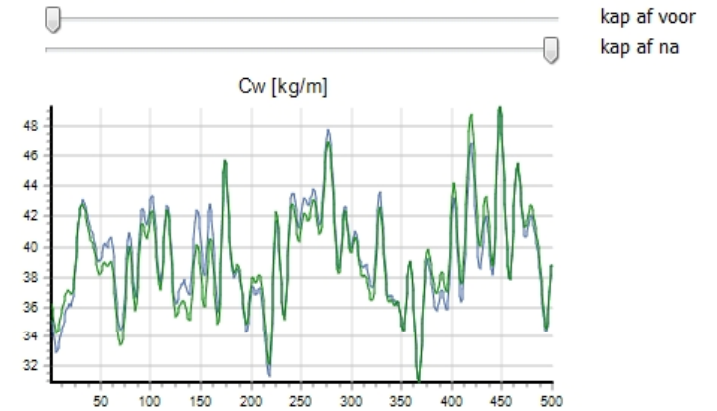
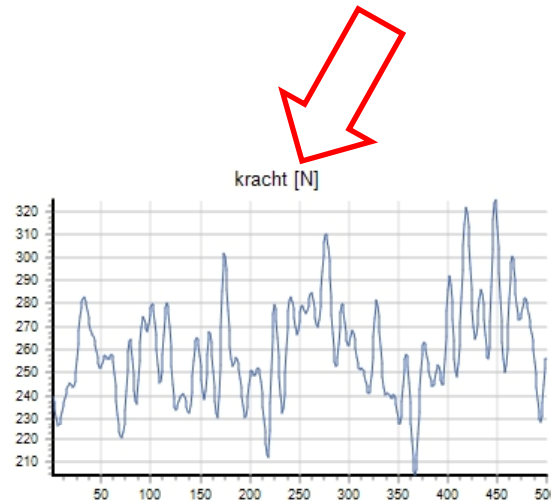
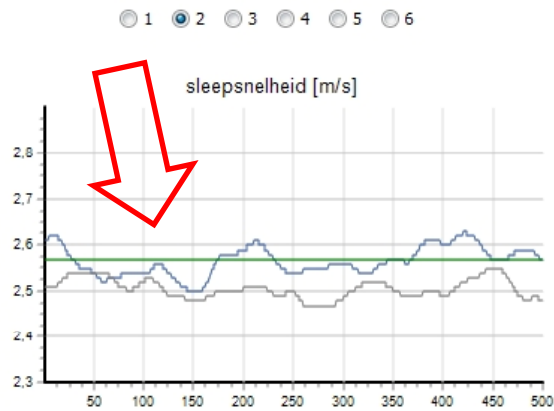
Schommelingen

- Alle variatie in de meting werd tot nu toe uitgemiddeld en dus onzichtbaar gemaakt
- Macht van de grote getallen: met 50000 metingen is het gemiddelde wel OK (?)

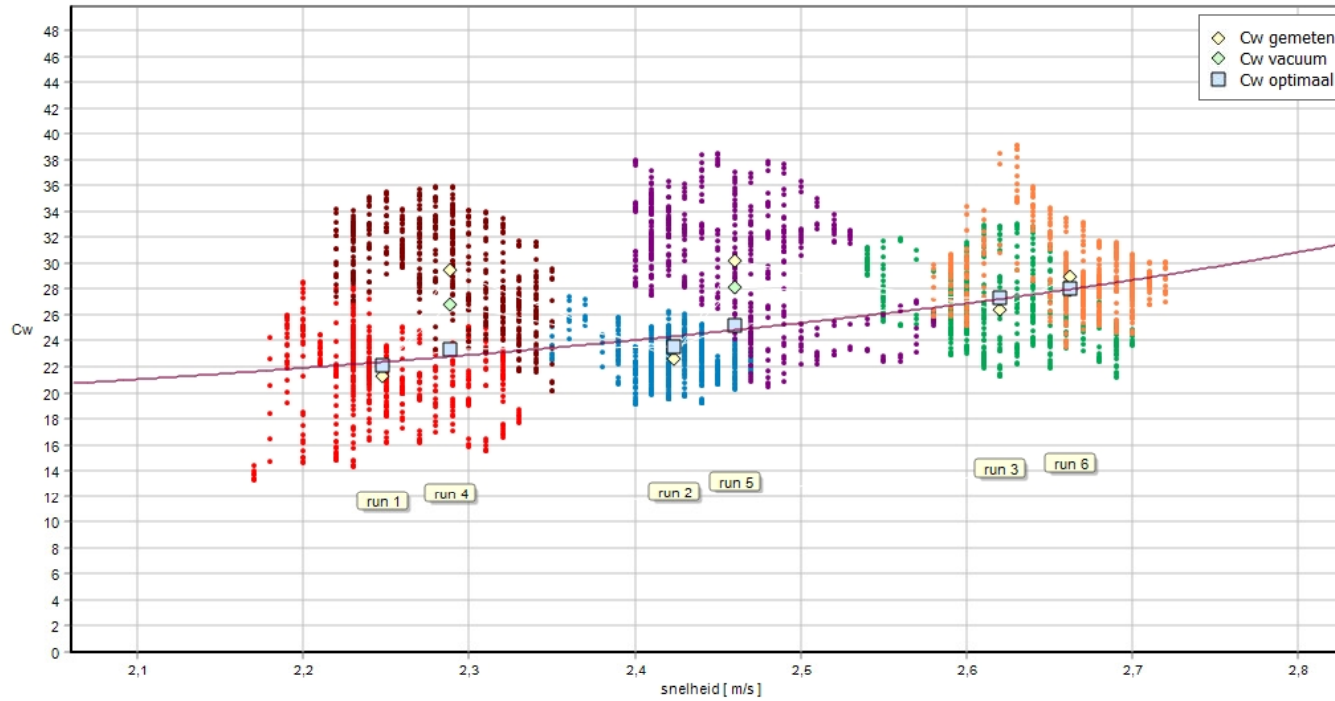
Betrouwbaarheids-interval

- Meetserie heeft een gemiddelde (X)
- Maat voor schommeling: standaarddeviatie (σ)
- 95%-betrouwbaarheidsinterval = $X \pm 2\sigma$
- Vaak blijkt: $\sigma = X / 10$
- Dus: betrouwbaarheids-interval = $X \pm 20\%$
- Dat betekent dat 1 van de 20 metingen meer dan 20% afwijkt van de waarheid.
- Is dat echt zo?
- Gelukkig niet echt, maar geeft wel zorgen !

Schommelingen in detail

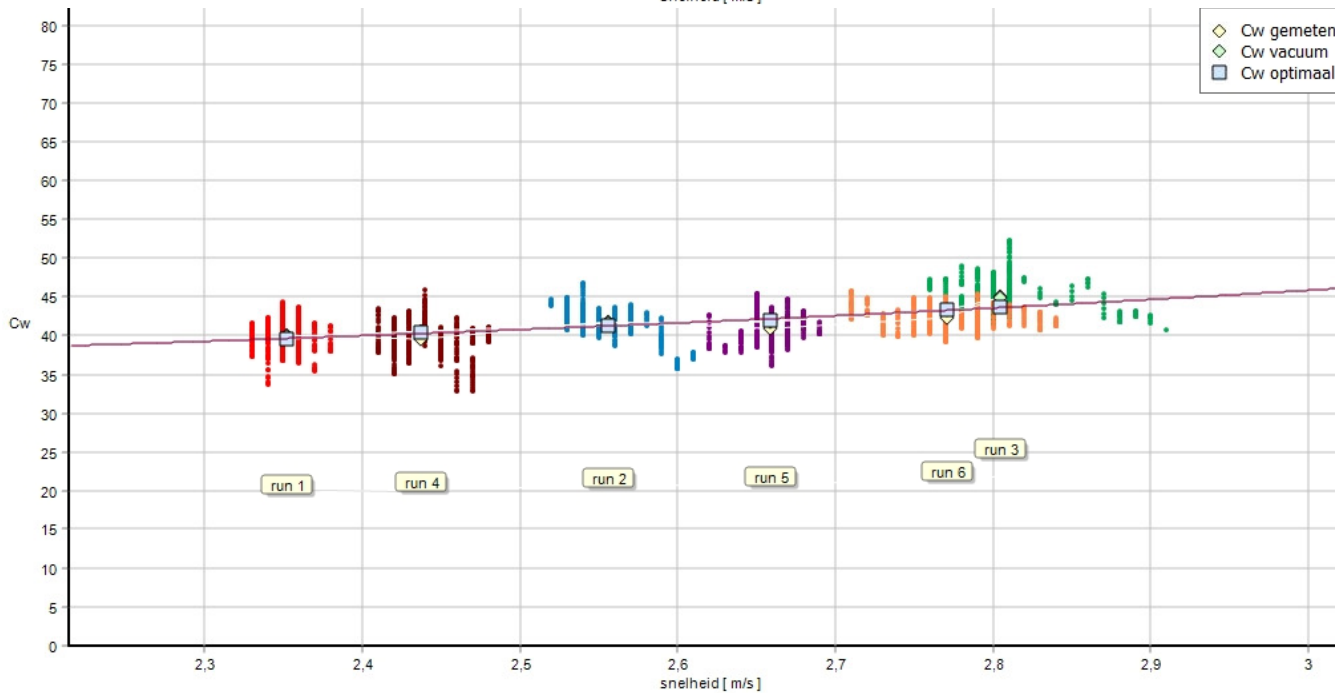


	Mean	SD	Med	sd/m	m/m	v/log
log 1 [m/s]	2,57	0,03	2,56	1,2	99,8	
log 2 [m/s]	2,51	0,02	2,50	0,8	99,8	97,
gps [m/s]	2,57	0,00	2,57	0,0	100,0	100,
kracht [N]	259,30	21,30	256,81	8,2	99,0	
wind [m/s]	4,69	1,12		23,8		
wind [gra]	89,25	14,56		16,3		
Cw mean [kg/m]	40,39	3,28		8,1		
Cw vac [kg/m]	39,39					
Cw opt [kg/m]	40,23					
Cvt2	1,00					
Cvm2	0,00		4 iteraties			
aantal metingen	50000					



A-waarde [kg/m]	14,93
B-waarde [m/s]	3,90
Roeisnelheid [m/s]	2,50
Cw-bij roeisnelheid [kg/m]	25,36
Vermogen bij roeisnelheid [Watt/roeier]	49,54
B-waarde uit lengte/massa [m/s]	3,51

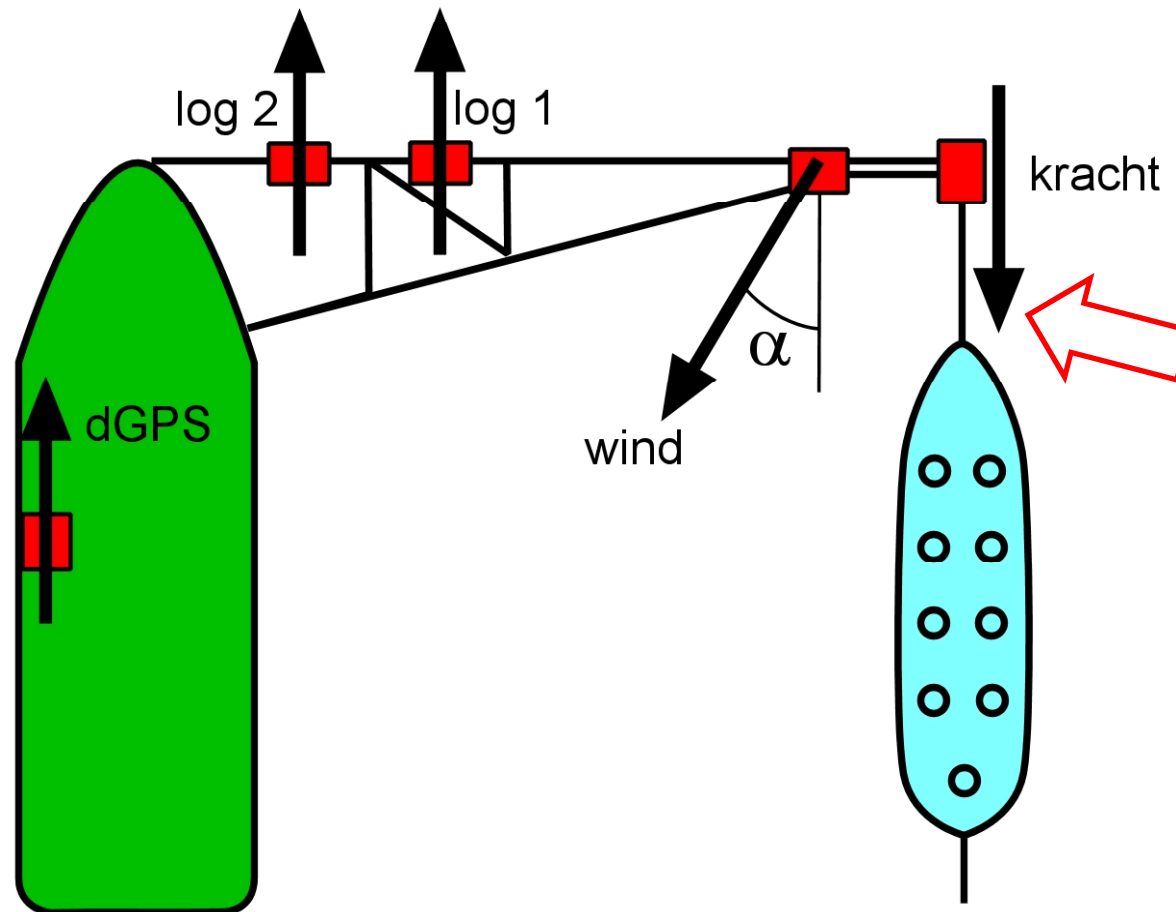
Hier komen waarschuwingen



A-waarde [kg/m]	32,62
B-waarde [m/s]	5,59
Roeisnelheid [m/s]	2,60
Cw-bij roeisnelheid [kg/m]	41,63
Vermogen bij roeisnelheid [Watt/roeier]	60,97
B-waarde uit lengte/massa [m/s]	3,96

Hier komen waarschuwingen

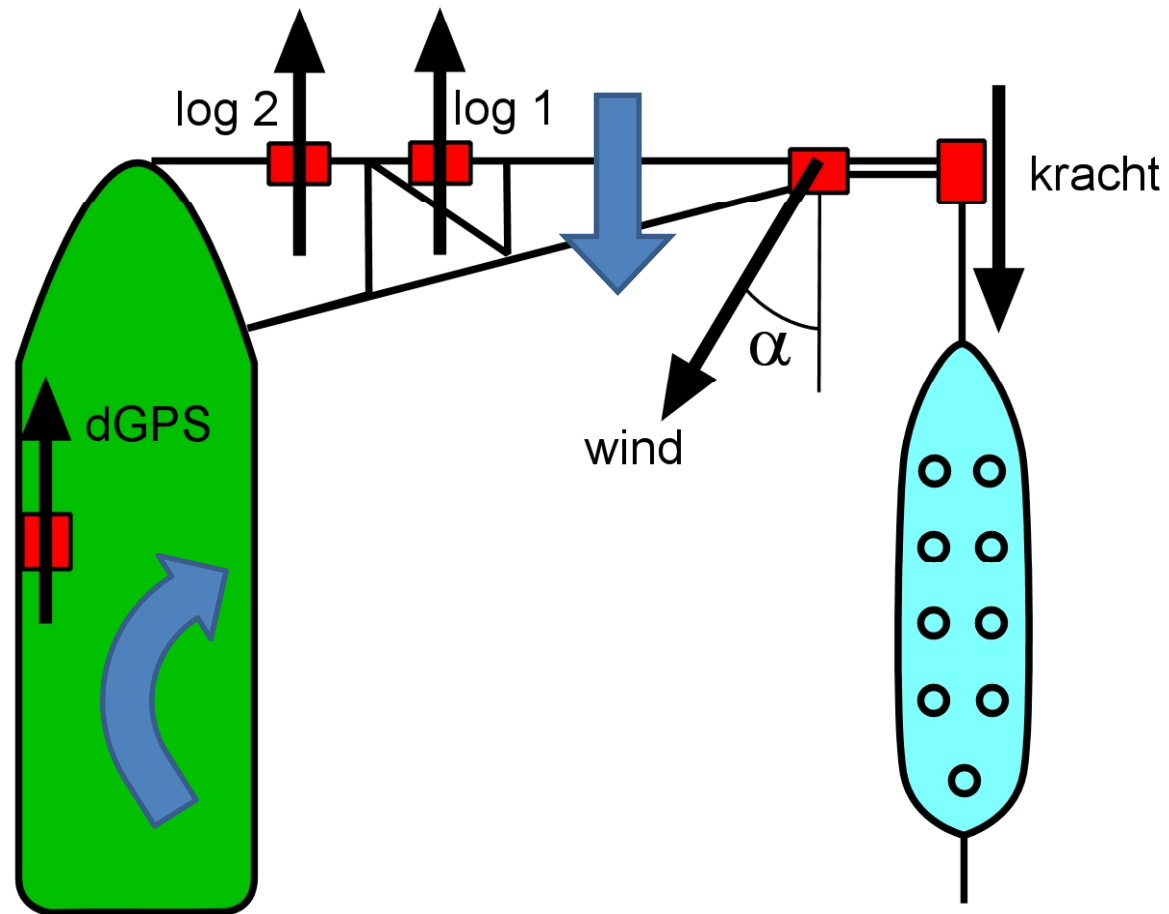
Oplossing: damping in de sleepkabel



Snelheid afwijkingen

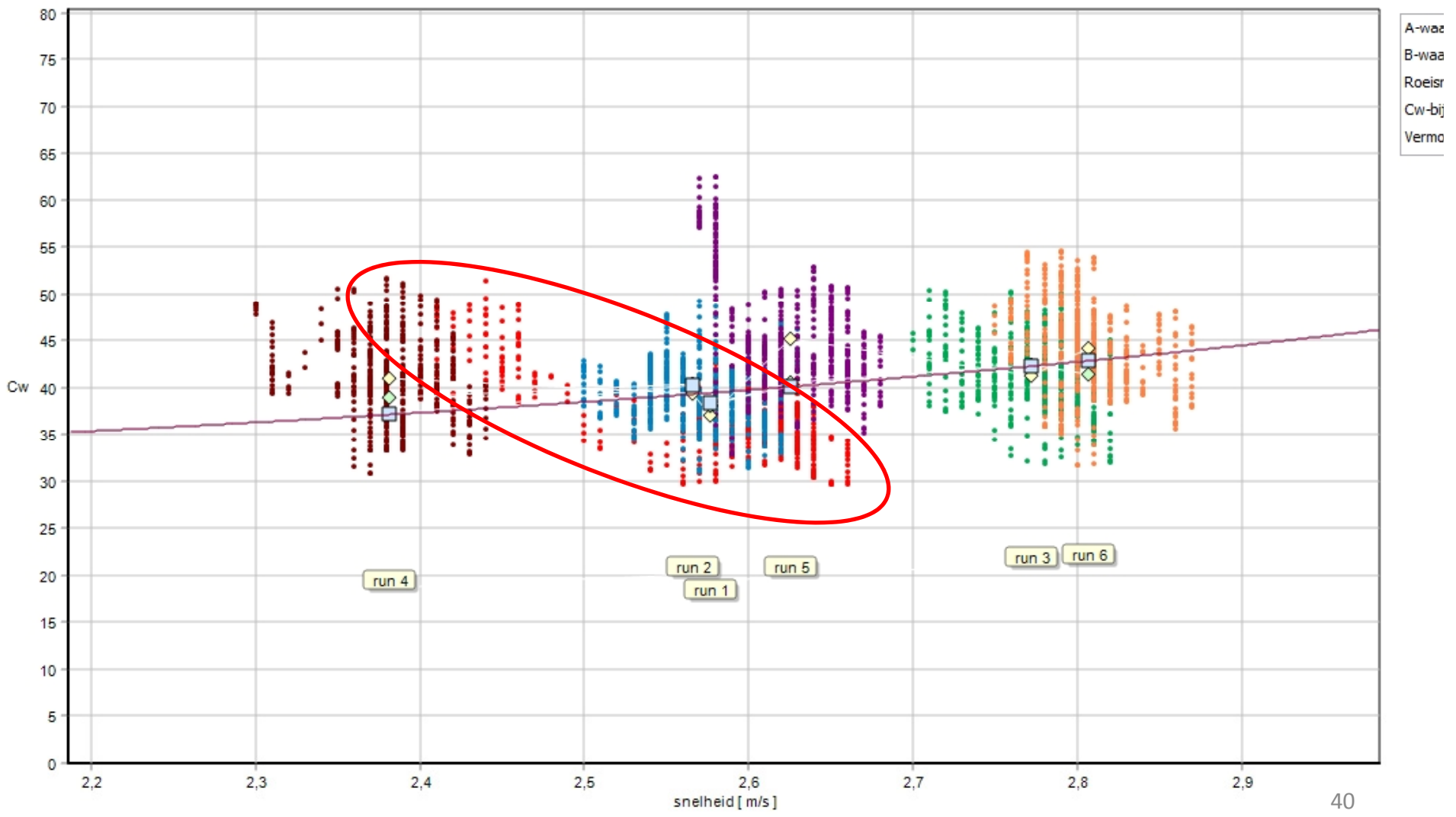
- *Foute snelheidsmeting door versleten loggers in 2009-2010-2011 was al vastgesteld en gecorrigeerd*
- Oplopende en afnemende snelheden
- Bochten varen komt ook voor

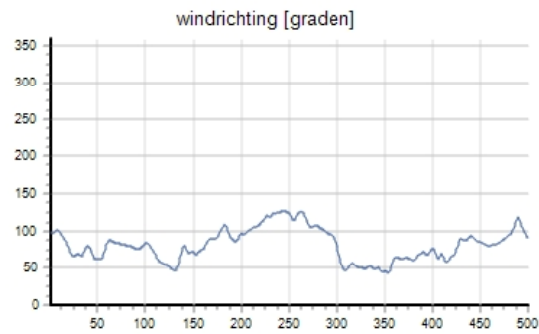
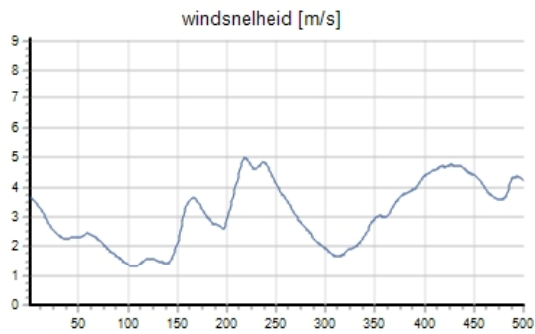
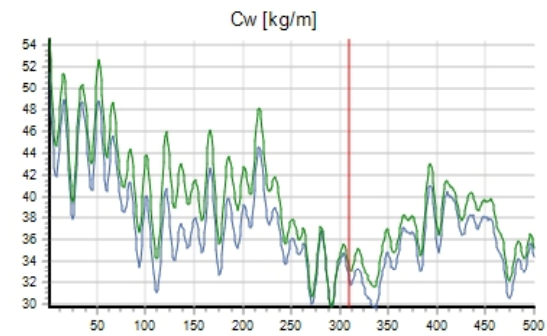
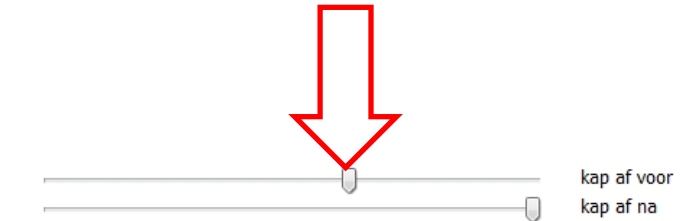
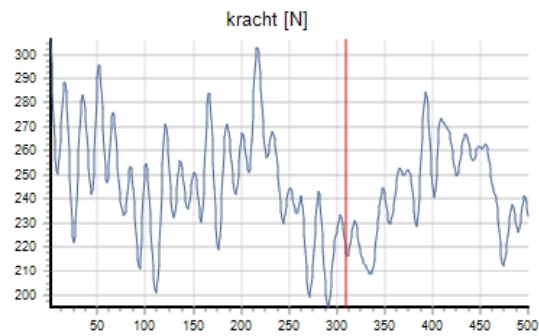
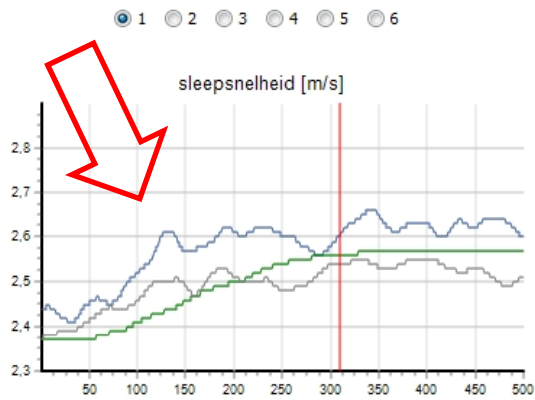
Stuurcorrectie



Meetfile	..\roeien\slepen\meetdata_2014\razende snol 8h 2014	Sloep	Razende Snol	Lengte [m]	8,68	Roeiers:	8	<input checked="" type="radio"/> H <input type="radio"/> D
Meetfile2	<geen>	FSN-nr	FSN211	HT-nr	1108083	Doften:		
Sloependata	E:\roeien\slepen\sloepregister\sloependata.csv	Sleepjaar	2014	Hoogte [m]	1	Roeisnelheid [m/s]	2,60	
ExportMap	E:\roeien\slepen\meetdata_2014			Gewicht [kg]	1293			
Gebruik run	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6							

Algemeen **Runs**





	Mean	SD	Med	sd/m	m/m	v/log1
log 1 [m/s]	2,58	0,07	2,60	2,6	100,9	
log 2 [m/s]	2,50	0,05	2,50	1,9	100,2	96,8
gps [m/s]	2,50	0,08	2,54	3,0	101,5	97,1
kracht [N]	245,94	21,40	245,16	8,7	99,7	
wind [m/s]	3,08	1,08		35,2		
wind [gra]	81,59	21,26		26,1		
Cw mean [kg/m]	38,12	4,25		11,2		
Cw vac [kg/m]	37,13					
Cw opt [kg/m]	38,33					
Cvt2	0,00					
Cvm2	1,00		4 iteraties			
aantal metingen	50000					

Meetfile E:\roeien\slepen\meetdata_2014\pollux 12h
 Meetfile2 <geen>
 Sloependata E:\roeien\slepen\sloepregister\sloependata.csv
 ExportMap E:\roeien\slepen\Analyse
 Gebruik run 1 2 3 4 5 6

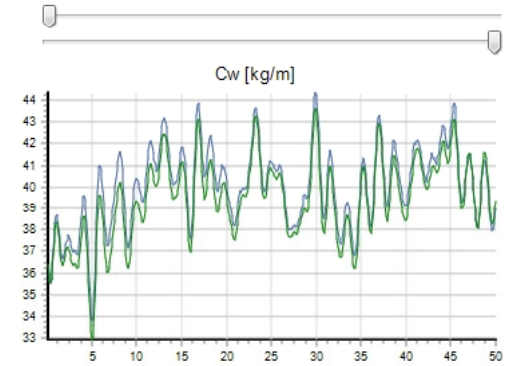
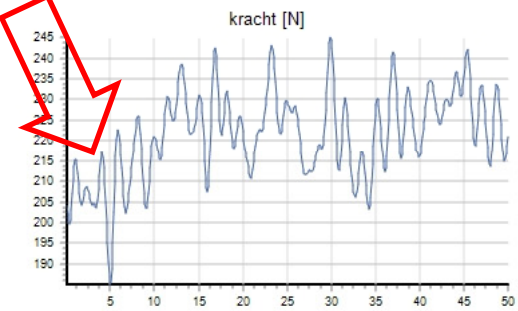
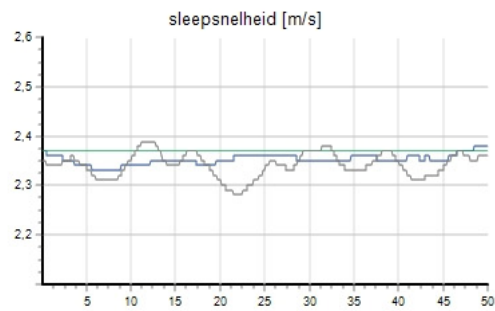
Sloep Pollux Lengte [m] 10,07
 FSN-nr FSN105 HT-nr 1308179 Breedte [m] 2,73
 Sleepjaar 2014 Hoogte [m] 1,05 Gewicht [kg] 1038

Roeiers: 12 H D
 Doften:
 Roeisnelheid [m/s] 2,60 Correctie [%] 0

Optimalisatie
 Afkappen
 WindVaancorrectie
 B uit sloeplengte

Algemeen Runs

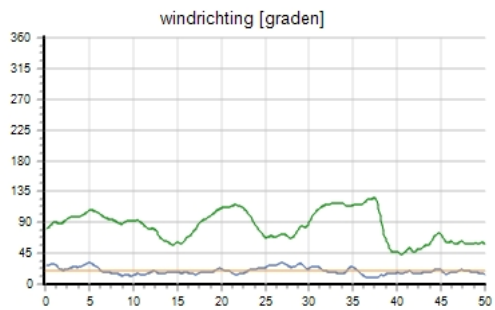
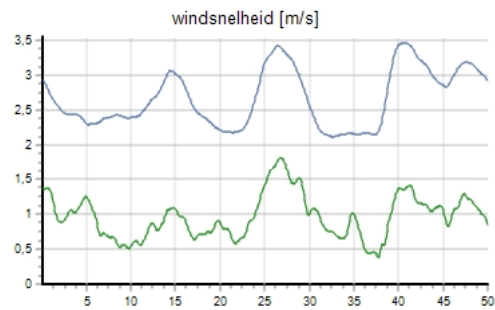
1 2 3 4 5 6



kap af voor
 kap af na

Boven:
 — Log 1
 — Log 2
 — GPS

Onder, wind:
 — t.o.v. sloep
 — gemiddeld
 — gecorrigeerd
 — echte wind



	Mean	SD	Med	sd/m	m/m	v/log1
log 1 [m/s]	2,35	0,01	2,35	0,5	99,9	
log 2 [m/s]	2,34	0,03	2,34	1,1	100,0	99,5
gps [m/s]	2,37	0,00	2,37	0,0	100,0	100,8
kracht [N]	221,46	10,56	222,17	4,8	100,3	
wind [m/s]	2,66	0,41		15,4		
wind [gra]	19,34	5,02		25,9		
wind_corr [gra]	0,00	0,00		-		
Cw mean [kg/m]	39,87	1,82		4,6		
Cw vac [kg/m]	38,84					
Cw opt [kg/m]	39,61					
Cvt2	0,61					
Cvm2	0,50	4 iteraties			n= 50000	

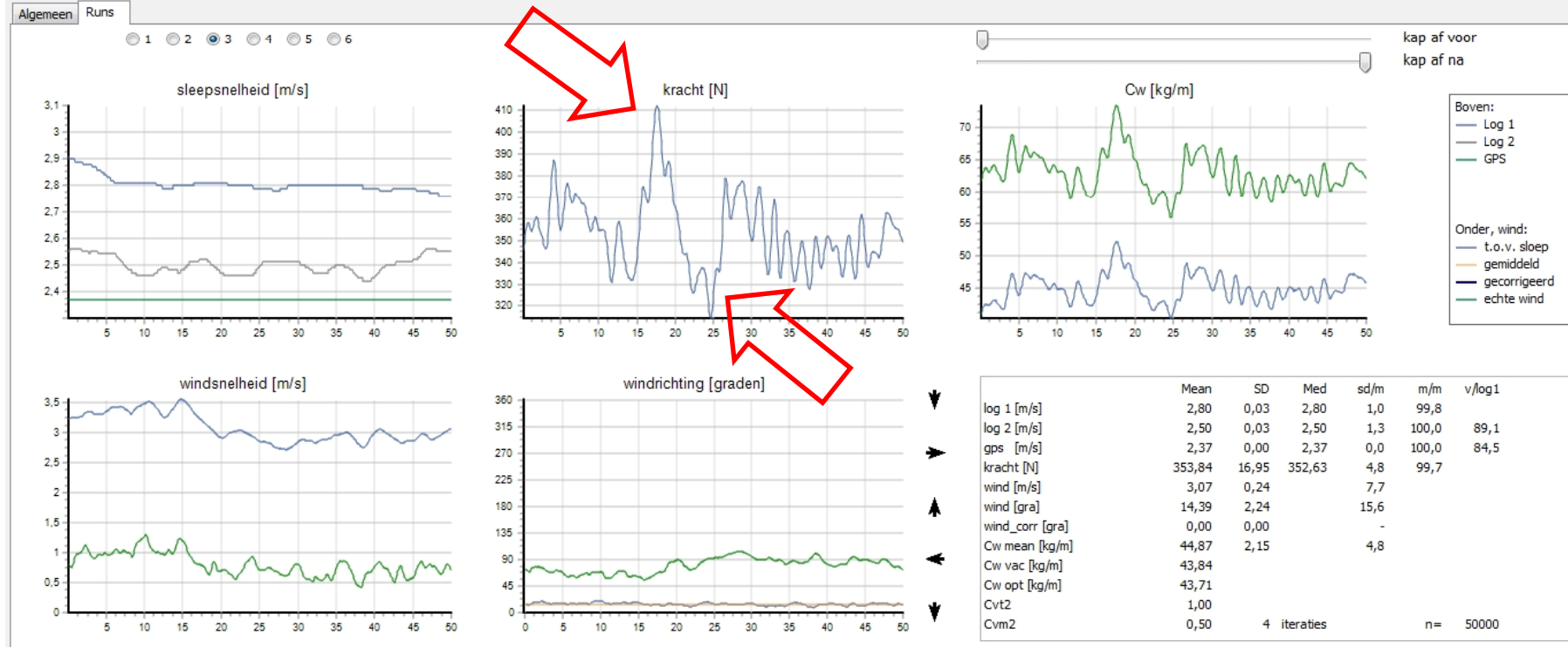
Meetfile E:\roeien\slepen\meetdata_2014\pollux 12h
 Meetfile2 <geen>
 Sloependata E:\roeien\slepen\sloepregister\sloependata.csv
 ExportMap E:\roeien\slepen\Analyse
 Gebruik run 1 2 3 4 5 6

Sloep Pollux
 FSN-nr FSN105 HT-nr 1308179
 Sleepjaar 2014

Lengte [m] 10,07
 Breedte [m] 2,73
 Hoogte [m] 1,05
 Gewicht [kg] 1038

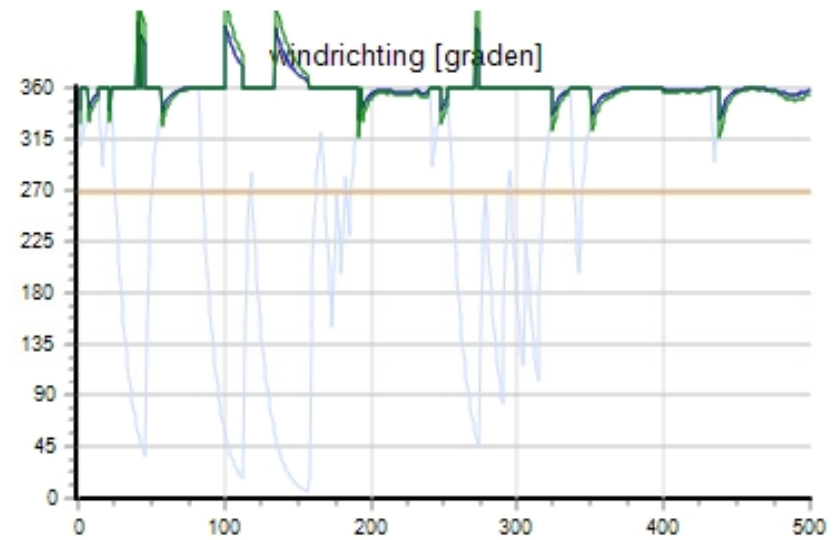
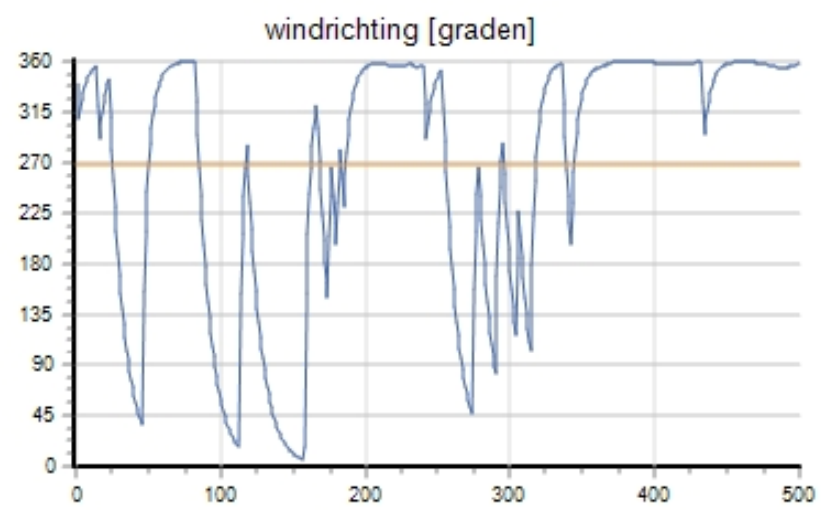
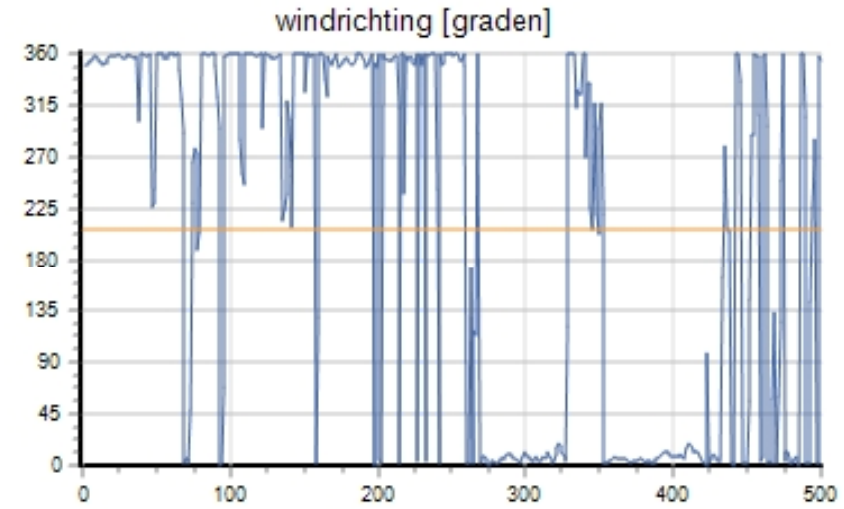
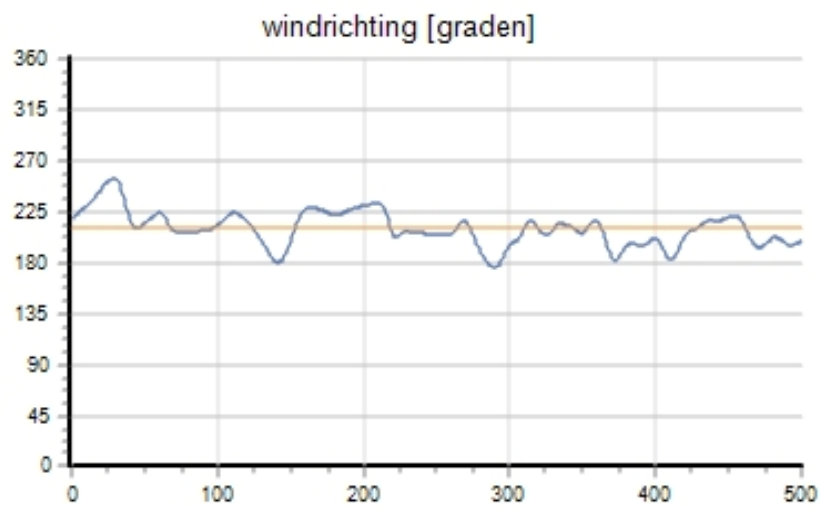
Roeiers: 12 H D
 Doften:
 Roeisnelheid [m/s] 2,60
 Correctie [%] 0

Optimalisatie
 Afkappen
 WindVaanCorrectie
 B uit sloep lengte



Oplossing onregelmatigheden

- Afknippen van begin en/of eind van de run
- Eventueel:
 - Bepaalde runs overdoen (niet per sé alles)
 - Combineren van goede runs uit twee slepen



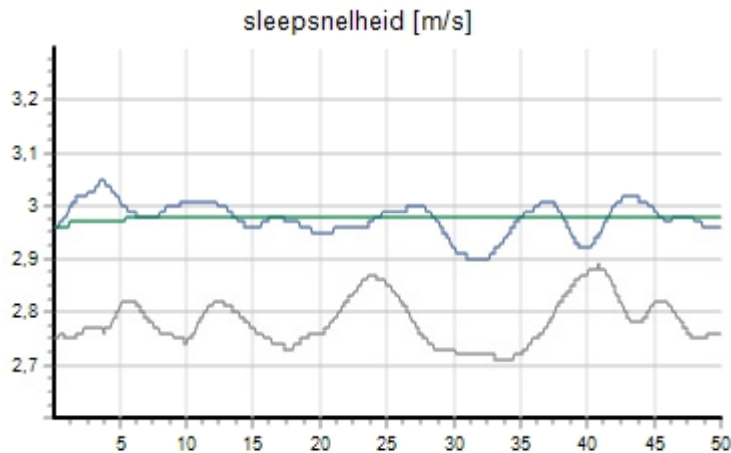
Oplossing

- Alle demping uit de metingen
- Correctie windvaan-schommeling bij tegenwind door software

Meten van de sleepsnelheid (v)

- 2009 – 2011: correctie achteraf tot 6%
= correctie in C_w : 20 – 30% !
- 2014 maar één van de vier loggers betrouwbaar gebleken
- Hoe nauwkeurig zijn die metingen eigenlijk?
- Hou nauwkeurig moet het?
- dGPS oplossing?

Meten van de sleepsnelheid (v)



dGPS – log1 = 0,01 m/s

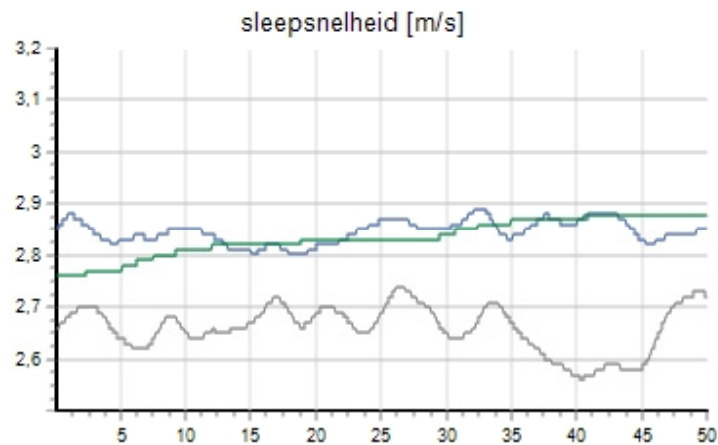
dGPS / log1 = + 0,4 %

log2 / log1 = – 6,2 %

log1: schommeling: 0,1 m/s

dGPS veel stabiel

ook zuiverder ?



dGPS – log1 = – 0,02 m/s

dGPS / log1 = – 0,4 %

log2 / log1 = – 6,2 %

dGPS sterk vertraagd !

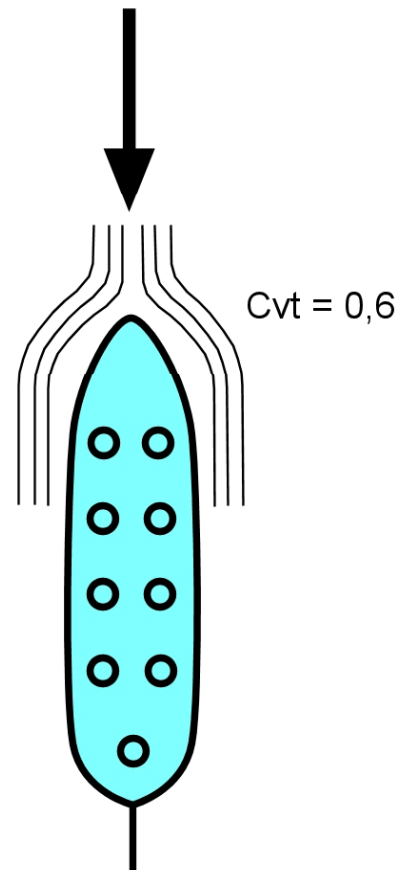
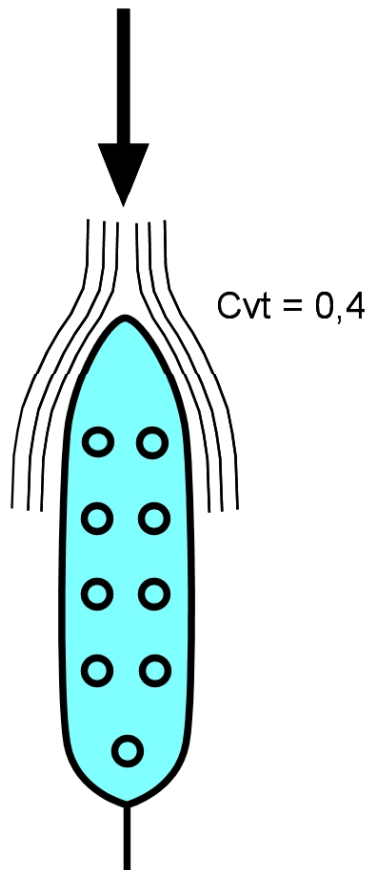
demping ?

GPS niet snel genoeg ?

Beter meten van de sleepsnelheid (v)

- 0,1 m/s (meetschommeling) is 4%
- 4% afwijking in v geeft tot 20% afwijking in C_w
- Minimale nauwkeurigheid: 0,01 m/s
- dGPS is veel nauwkeuriger, maar moet kennelijk de tijd hebben (damping?)
- dGPS meet grondsnelheid, niet vaarsnelheid
- Oplossing: door alle runs samen te middelen wordt $\log_1/dGPS$ een goed correctie voor \log_1
 - Even veel runs beide kanten op ivm stroming
 - Alleen runs die stabiel verlopen of delen daaruit.

Tegenwind en omstroom-coëfficiënt



Omstroom-coëfficiënt is lager
bij betere stroomlijn

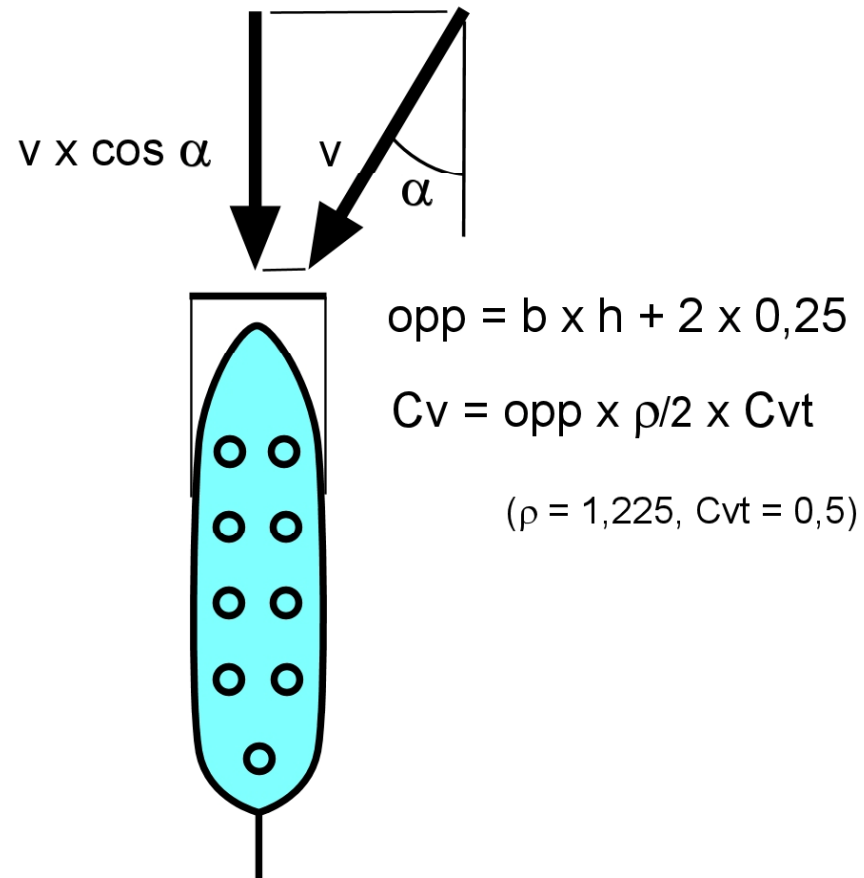
Tegenwind en omstroom-coëfficiënt

- Luchtweerstand: $C_v = A \times \rho / 2 \times C_{vt}$
 - A = dwarsoppervlak (breedte x hoogte + 2 x 0,25)
 - ρ = luchtdichtheid (1,225)
 - C_{vt} = omstroomcoëfficiënt
- Omstroomcoëfficiënt is onbekend
- Optimalisering: zoeken naar waarden tussen 0 en 1 tot 'best fit' van kromme wordt bereikt
- Dit lost alle restvariatie op
 - vaak 0 of 1
 - per run verschillend

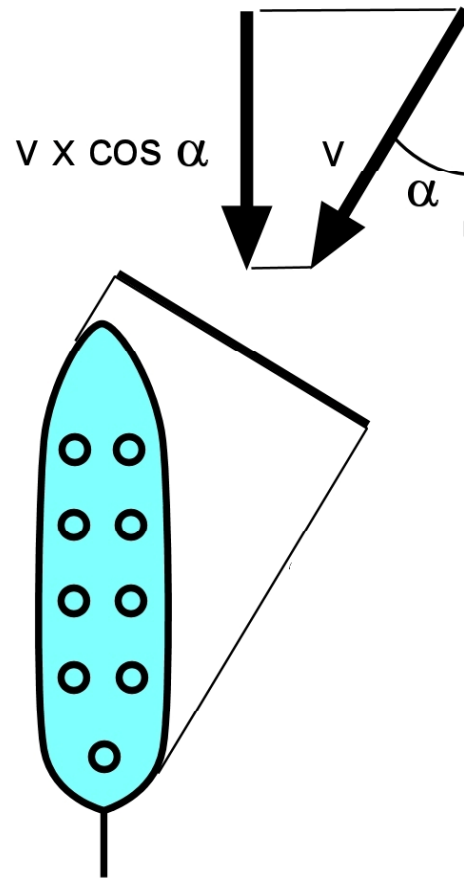
Omstroom-coëfficiënt

- Er is méér restvariatie dan deze onbekende
- Afwijkingen door andere oorzaken worden ‘onder het kleed geveegd’
 - Compensatie voor afwijkingen als eerder genoemd worden ‘teruggedraaid’
 - Waarden vaak 0 of 1,
 - Vaak per run sterk verschillend
- Oplossing: niet doen of beperken tot waarden tussen 0,3 en 0,7 en bij alle runs gelijk.

Tegenwind

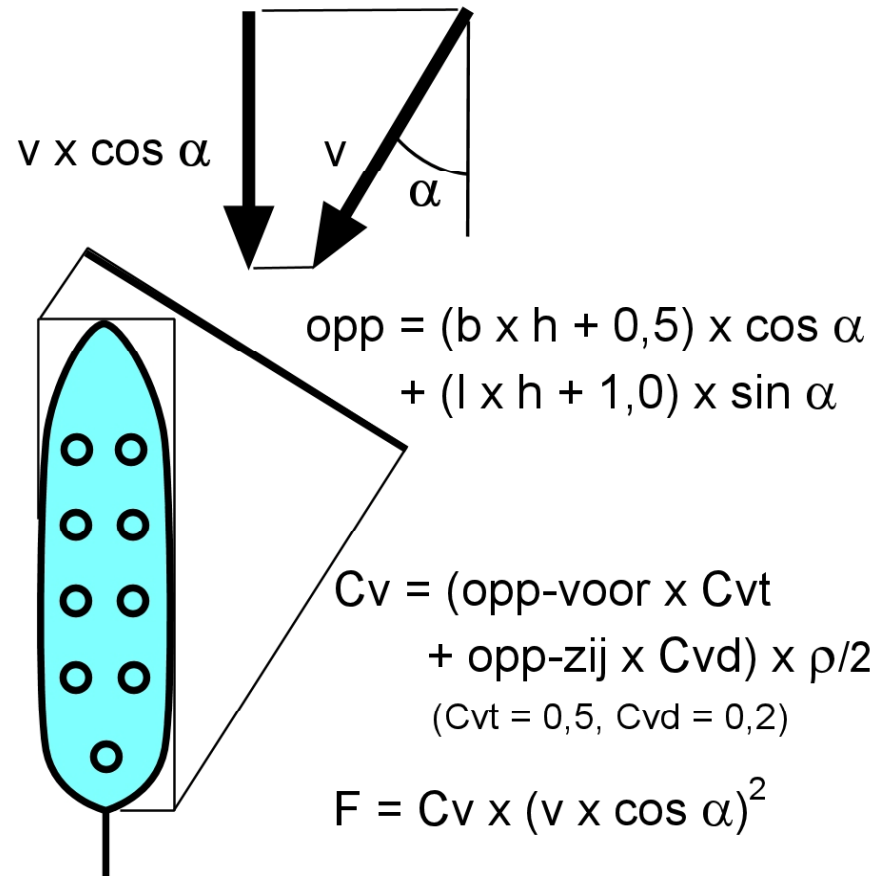


Dwarse tegenwind



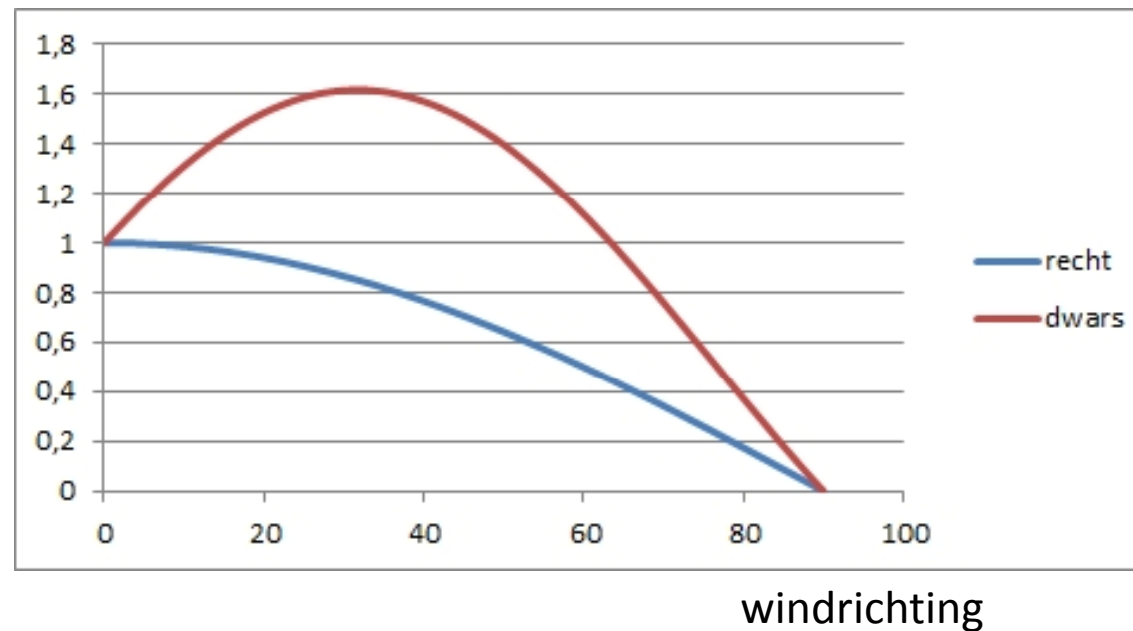
Beter om druk op de zijkant van de sloep mee te nemen in de berekening

Dwarse tegenwind



Weerstand bij dwarse tegenwind

bij $C_{vd} = 0,2$



Dwarswind en omstroomcoëff.

- Het blijkt dat bij dwarswind het vaakst de omstroom-coëfficiënten bij optimalisatie op 0 en 1 uitkwamen
- Bij berekening van dwarswind op *schuin oppervlak* met $C_{vd} = 0,2$ kwamen die absurde waarden niet snel meer voor
- Conclusie: dwarswind berekening lost ook problemen met omstroom-coëfficiënten op.

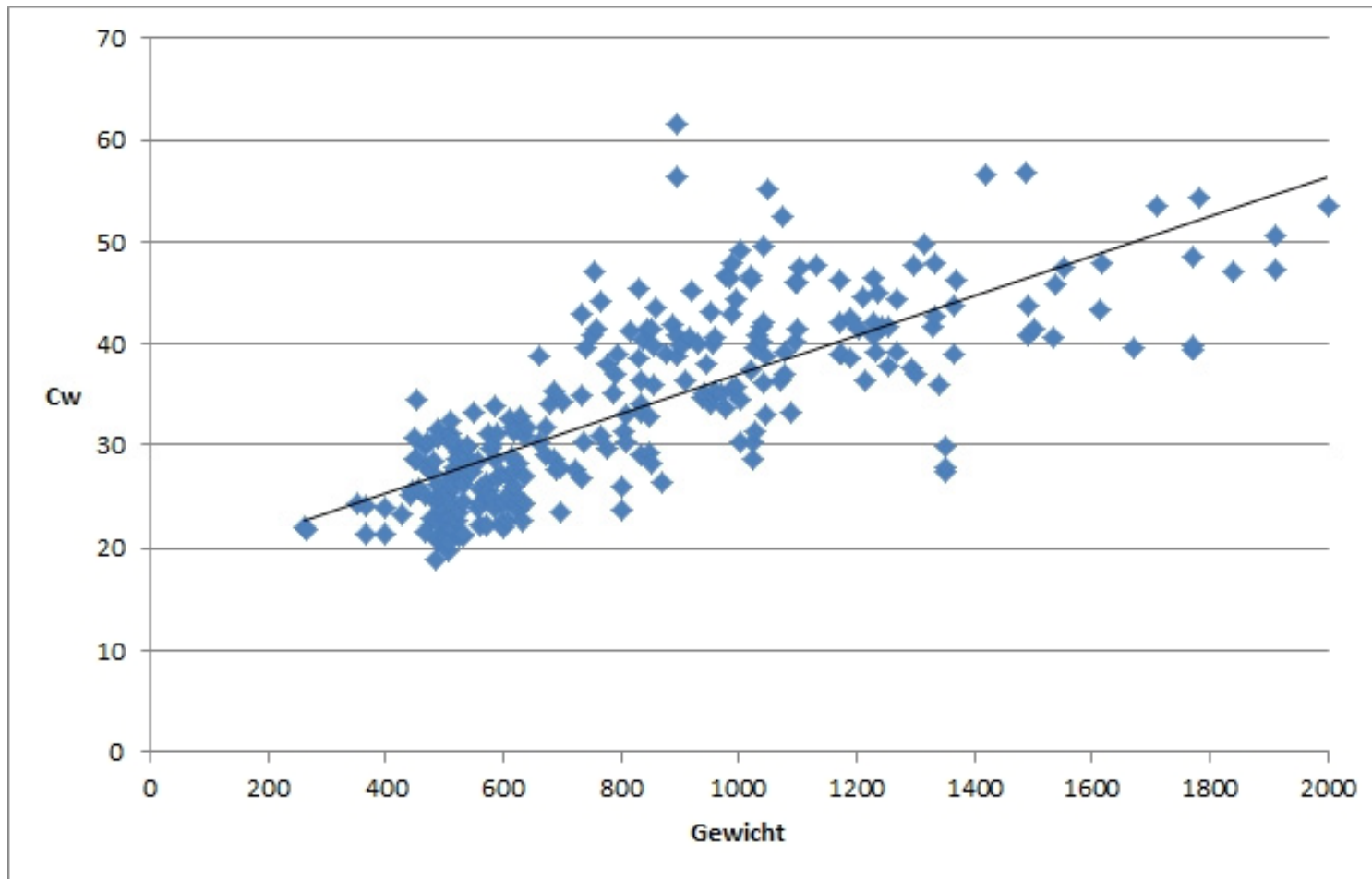
Over de B-waarden

- Sommige B-waarde extreem hoog (minder dan 10% van de sloepen)
- Hoge B betekent dat weerstand nauwelijks toeneemt bij toenemende snelheid
 - Dat benadeelt sommige sloepen (?)
- Fouten of onnauwkeurigheden ?
- Kan ook berekend worden uit sloeplengte:
 - rompsnelheid = $1,25 \times \sqrt{\text{lengte}}$
- **Maar: B = rompsnelheid ?**

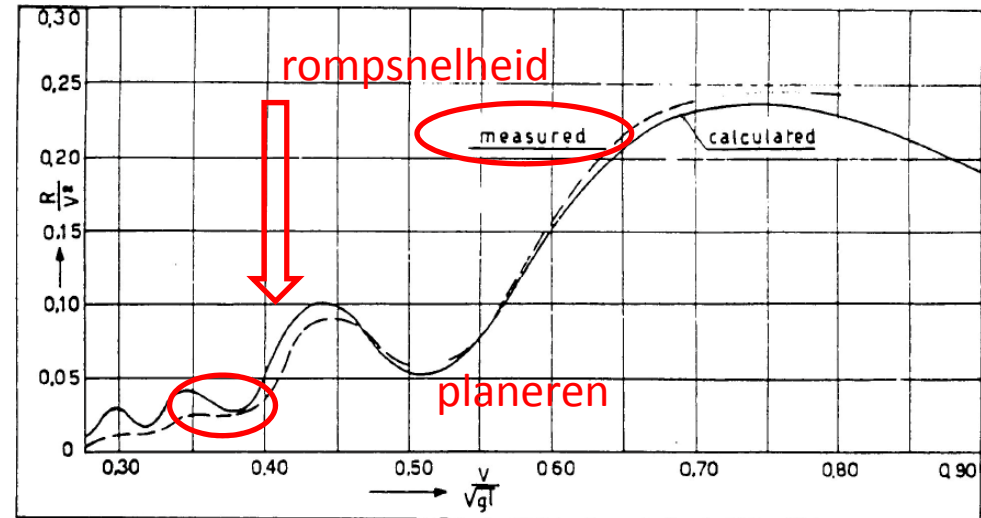
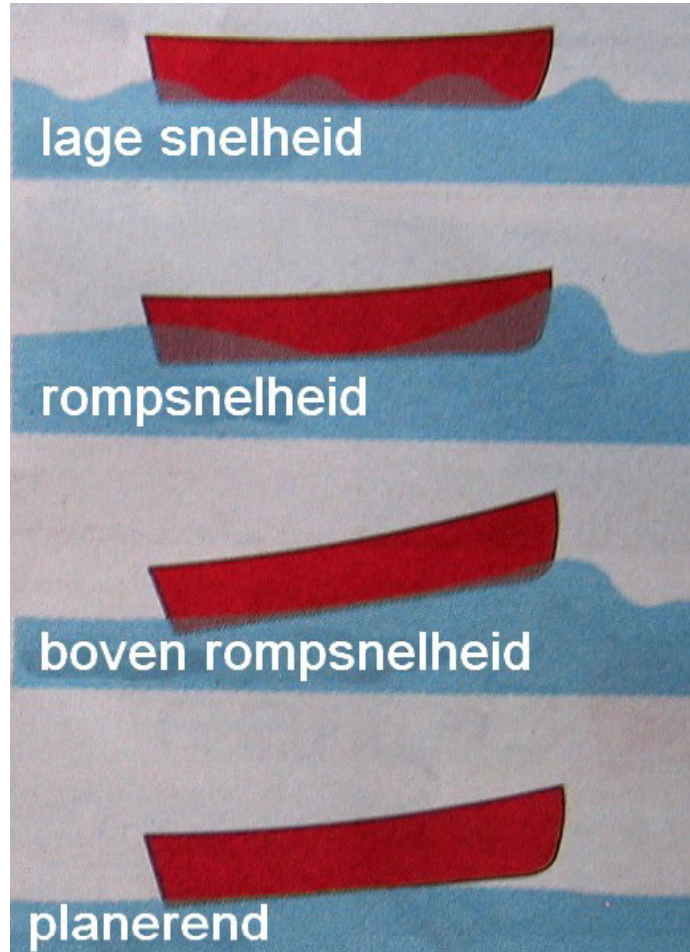
Weerstand is complex

- Massaweerstand
 - Ontstaat door waterverplaatsing
 - $R_w = \text{gewicht van de sloep} \times \text{snelheid}^2 \times c$
- Golfweerstand
 - Ontstaat door drukgolf langs de boeg
 - Afhankelijk van de golflengte / romplengte
- Overige
 - Wrijvingsweerstand

Massaweerstand



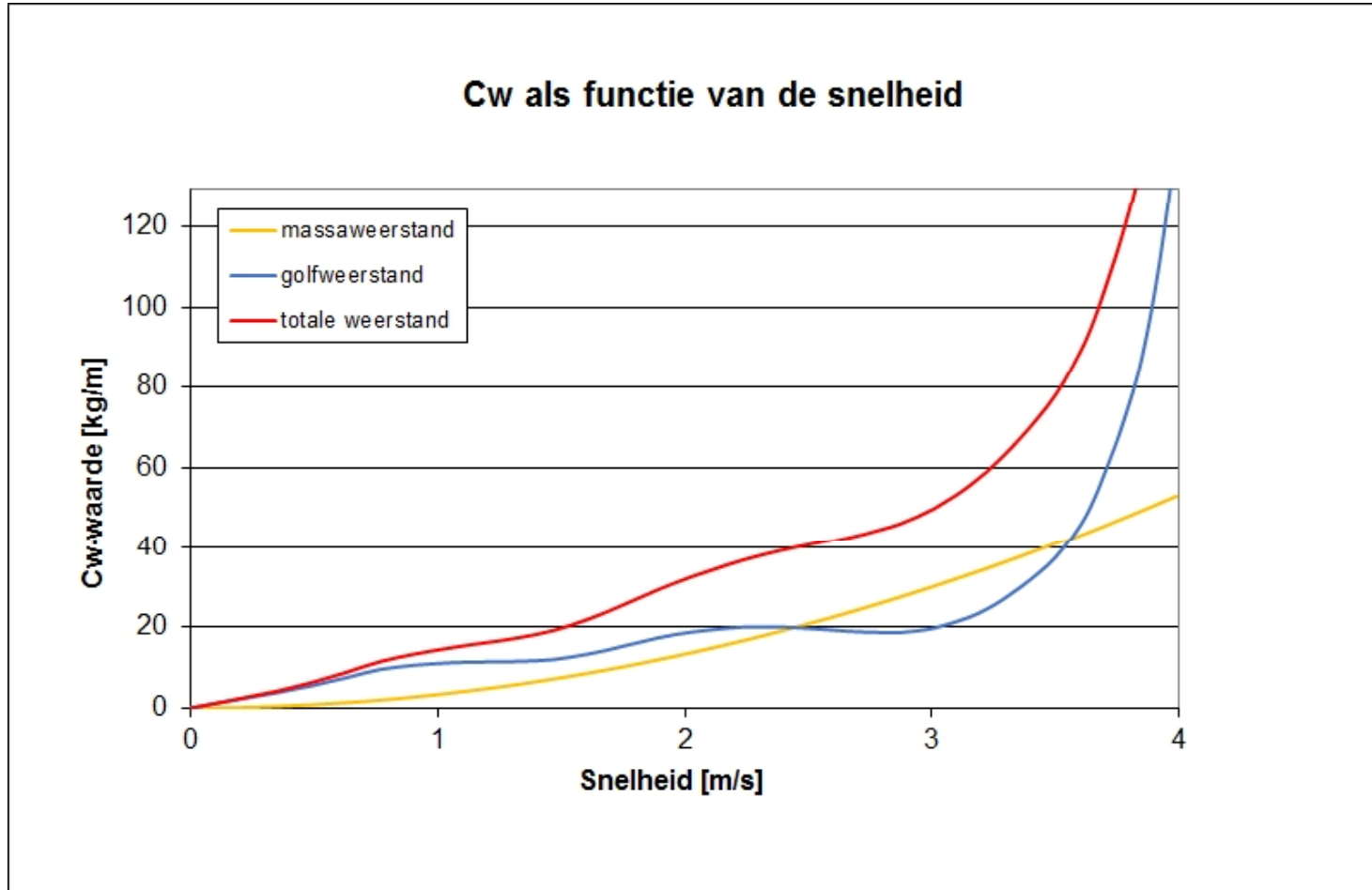
Golfweerstand



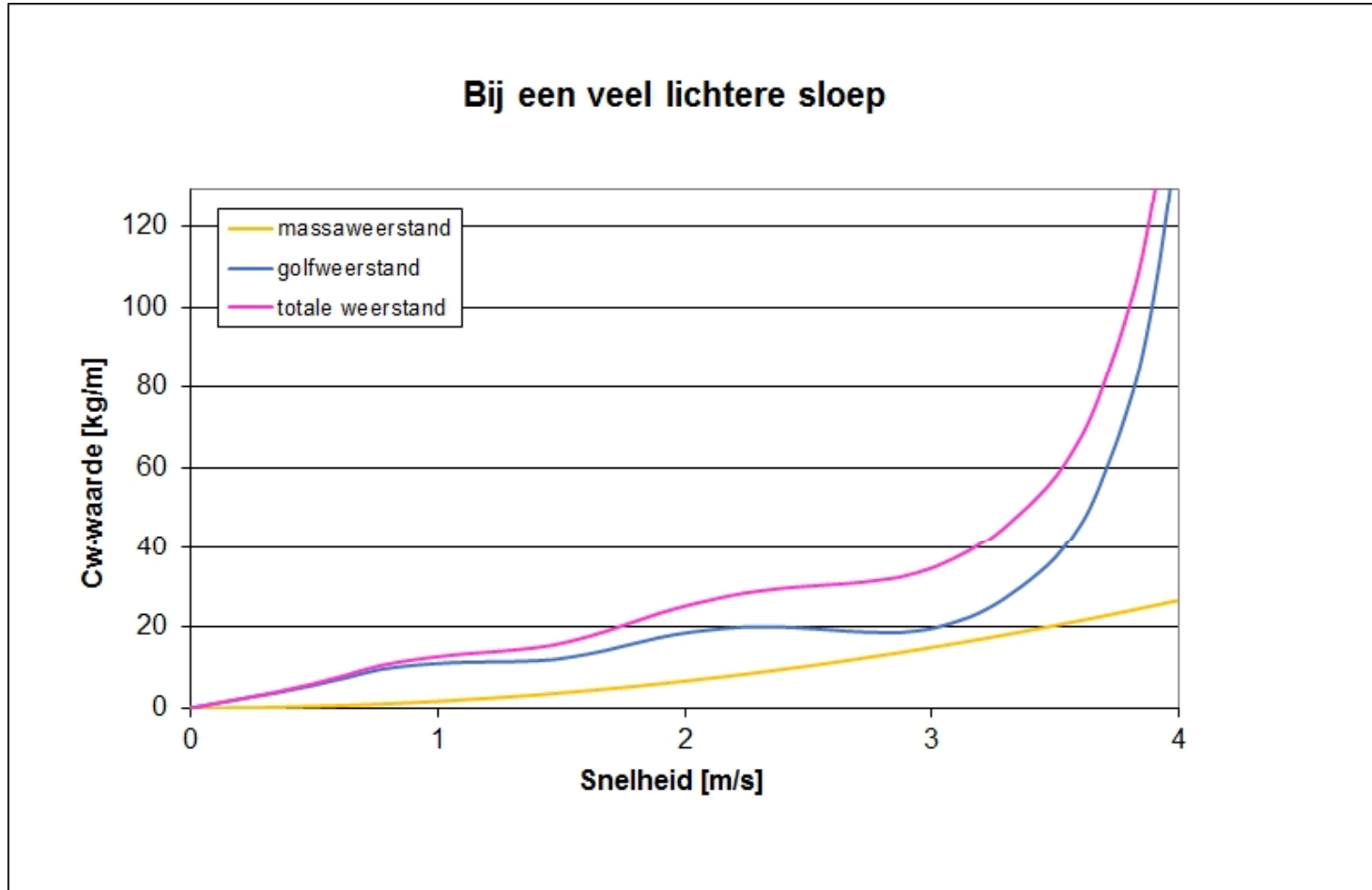
We roeien op ca. 60-70% van de rompsnelheid



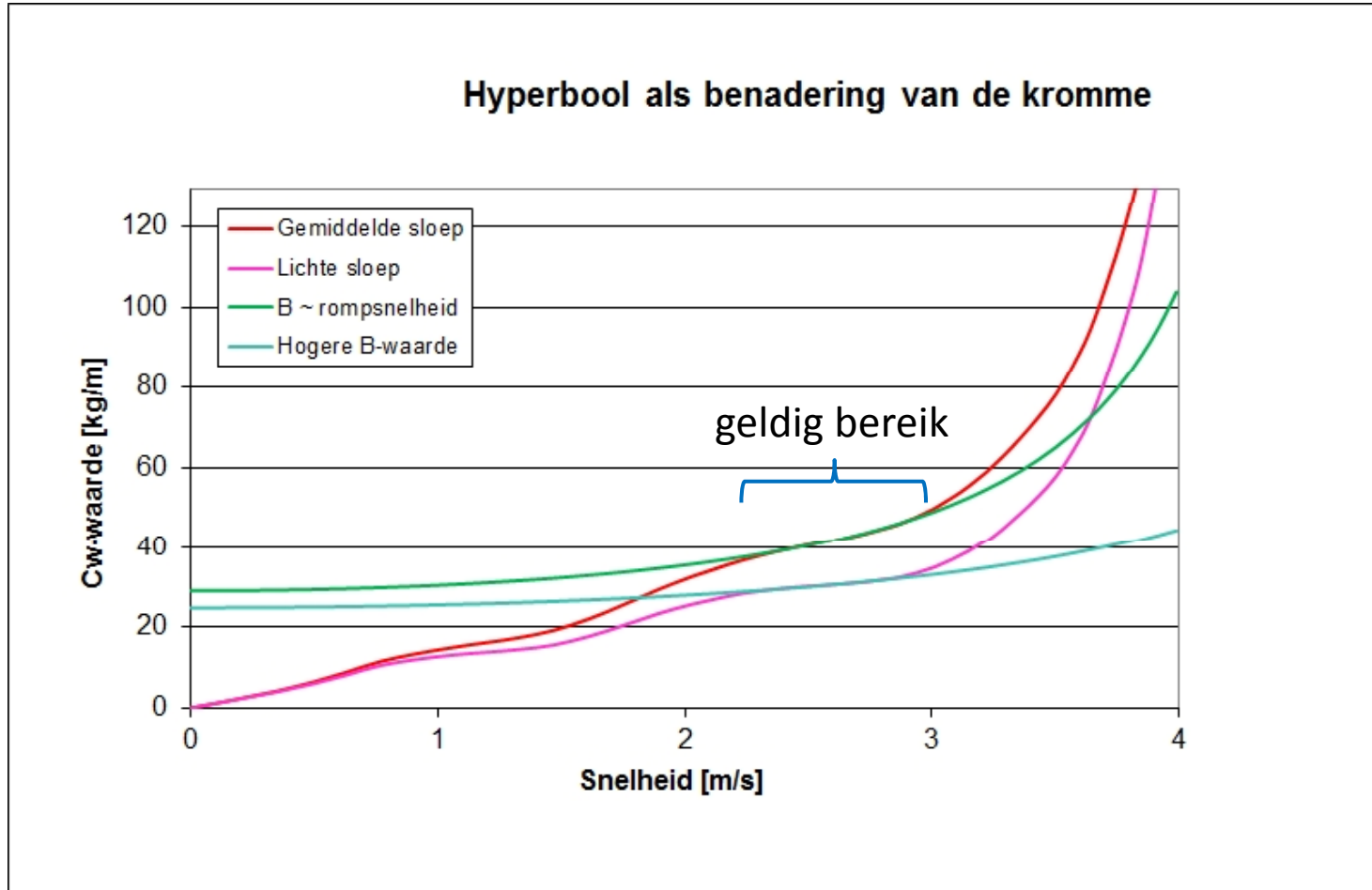
Weerstand en snelheid



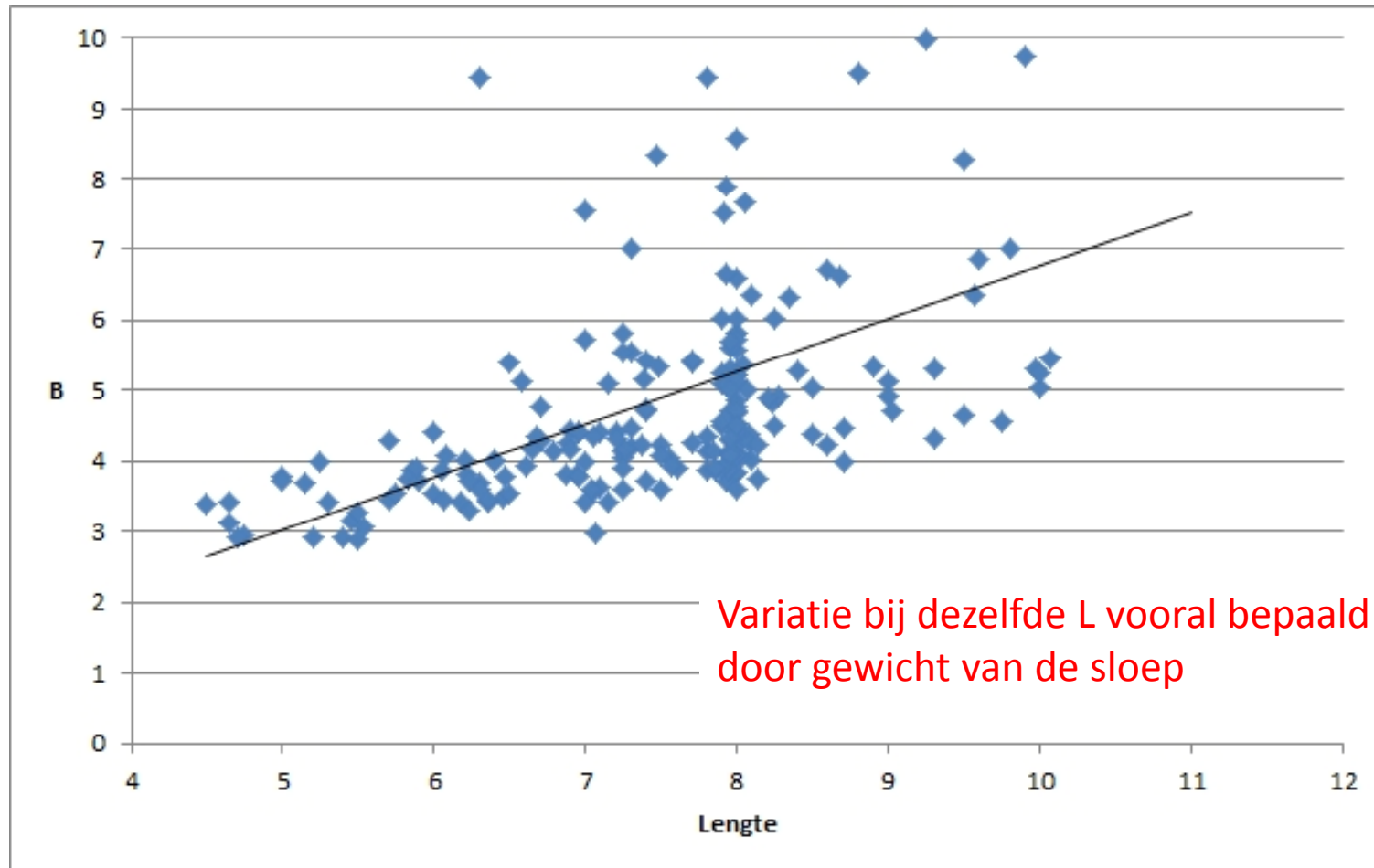
Weerstand en snelheid



Weerstand en snelheid

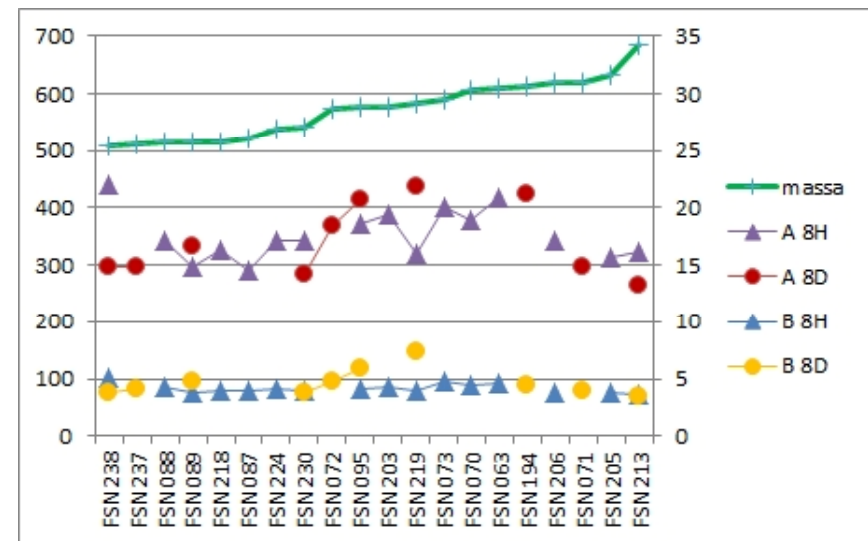
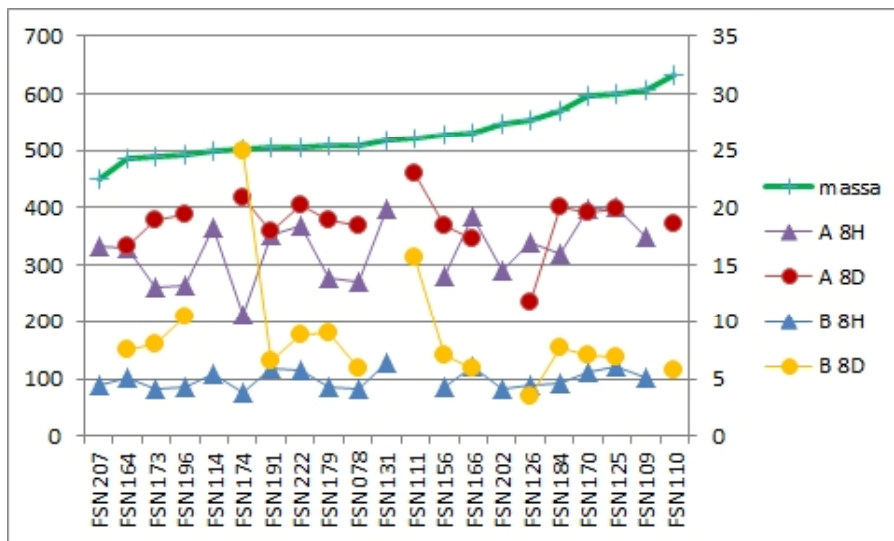


Relatie B met lengte



Gelijke sloepen gelijke B ?

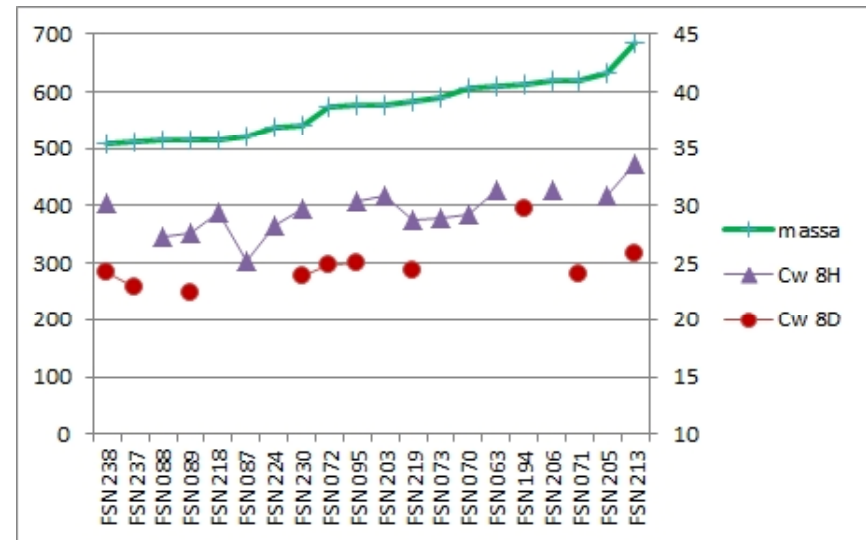
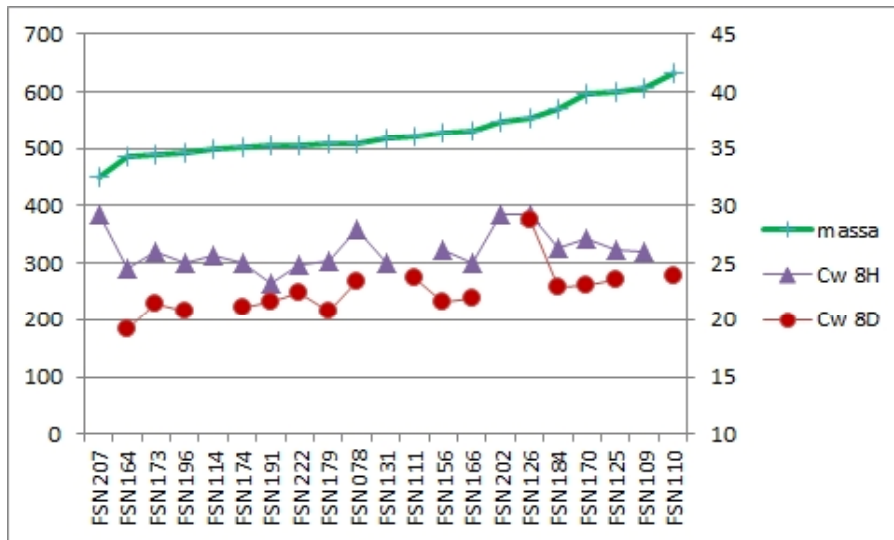
Kromhoutwhalers (links) en Kuikensloepen (rechts) lijken wel gelijk, maar schelen flink in gewicht; de A en B waarden houden daar echter geen verband mee



Gelijke sloepen gelijke B ?

Kromhoutwhalers (links) en Kuikensloepen (rechts)

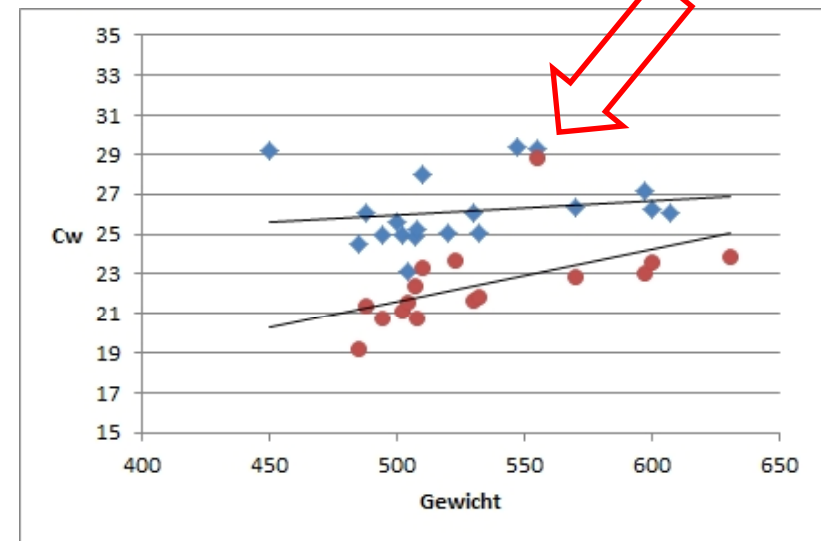
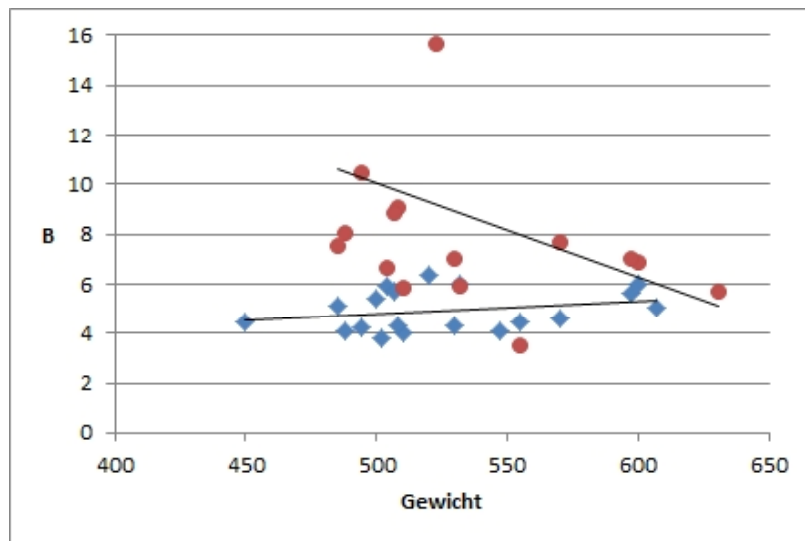
De Cw waarden (allemaal bij zelfde snelheid) liggen veel dichtter bij elkaar



Gelijke sloepen gelijke B ?

Kromhoutwhalers, B en Cw tegen gewicht uitgezet

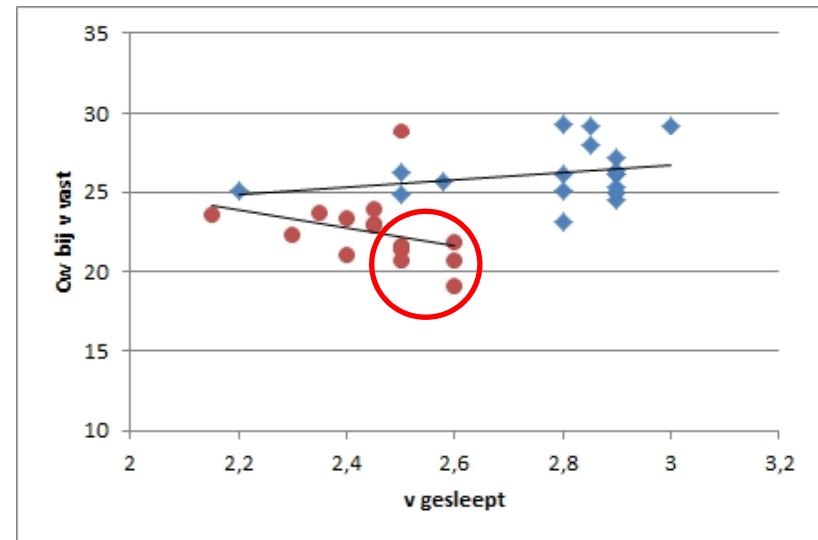
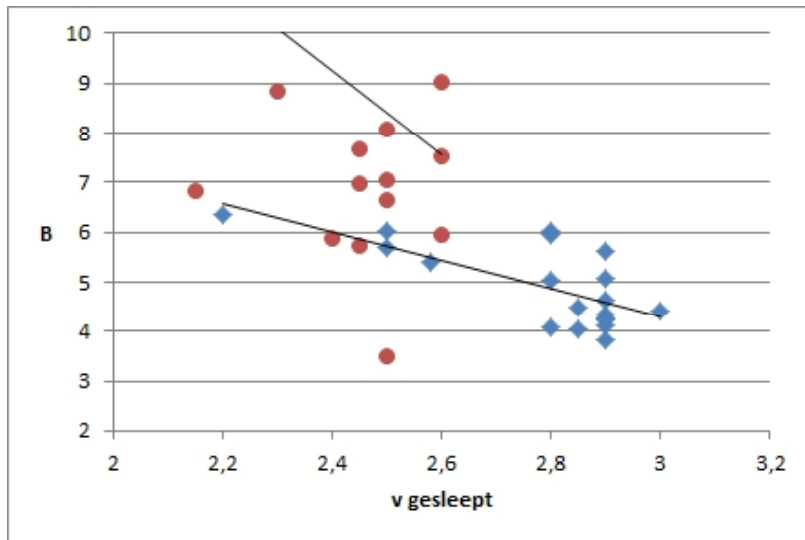
Vecht 8D 2012



Gelijke sloepen gelijke B ?

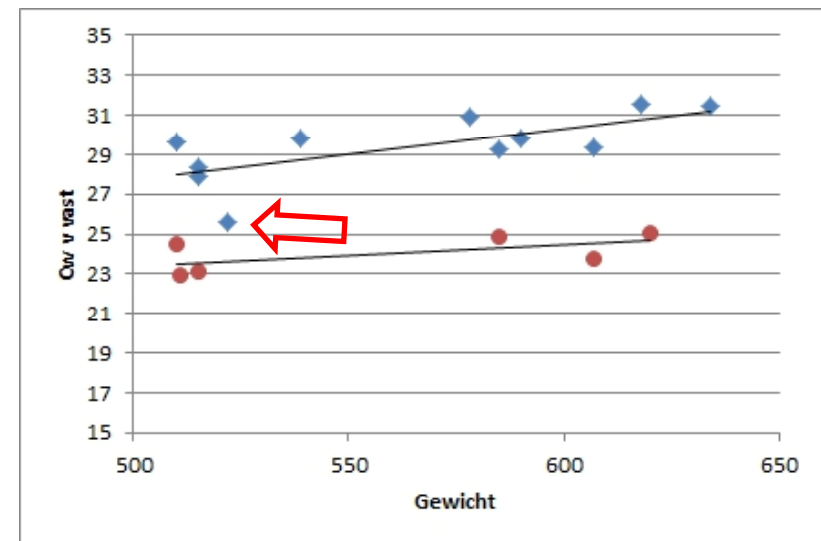
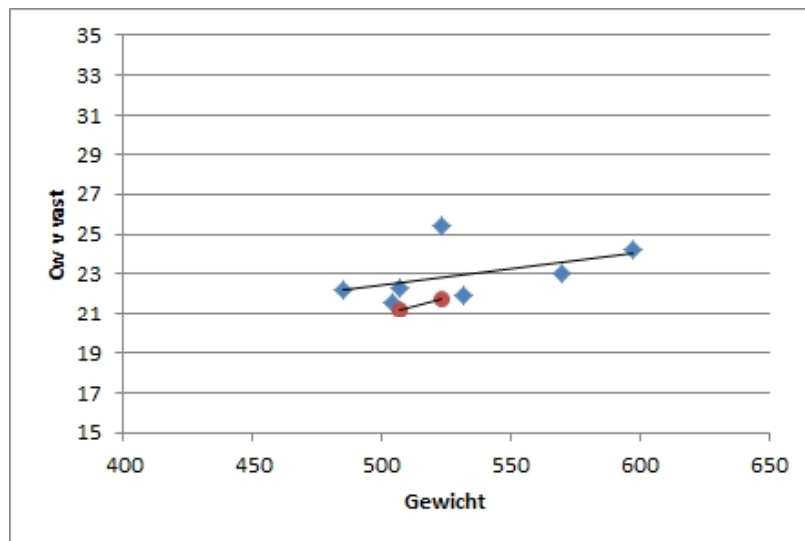
Kromhoutwhalers, B en Cw tegen gesleepte snelheid uitgezet

....



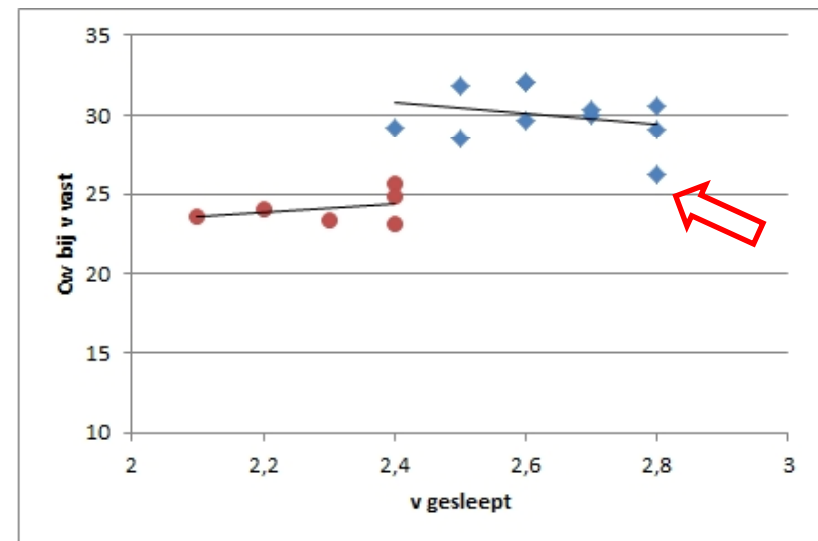
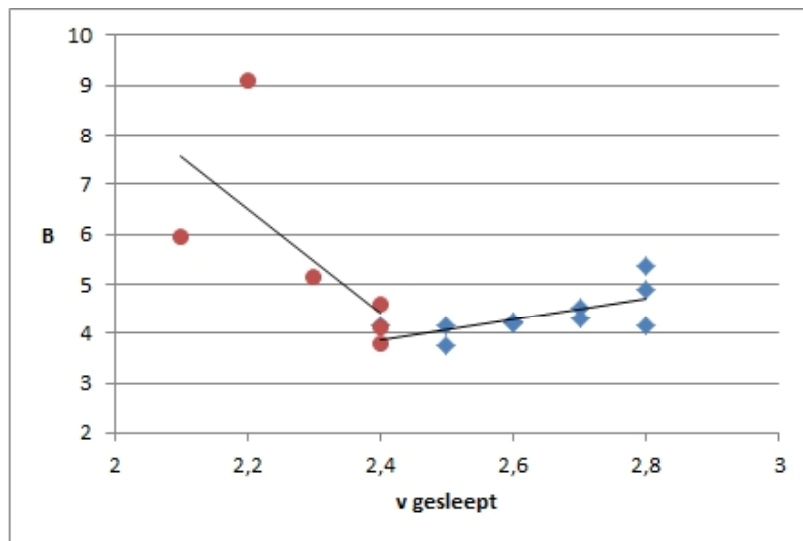
2014 opnieuw berekend

Kromhoutwhalers (links) en Kuikensloepen (rechts), Cw (bij standaard snelheid) tegen gewicht uitgezet na alle verbeteringen in berekening



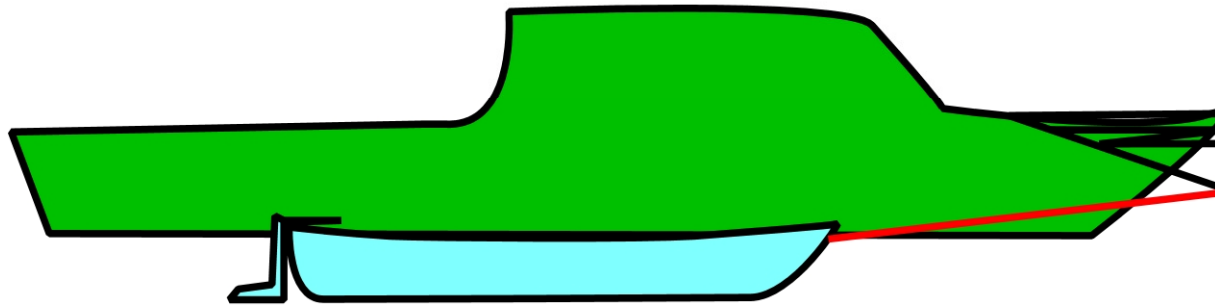
Sommige sloepen zijn traag gesleept !

Kuikensloepen, B en Cw (bij standaard snelheid) tegen sleepsnelheid uitgezet na alle verbeteringen in berekening

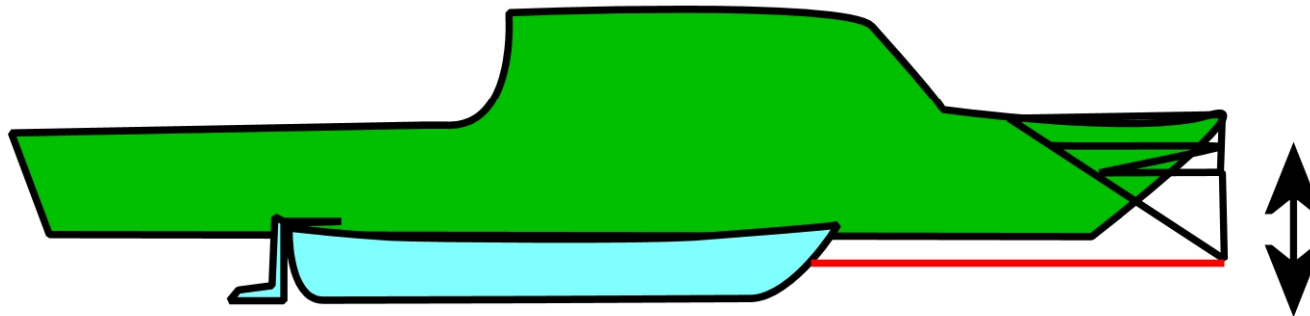


Evert Deddes

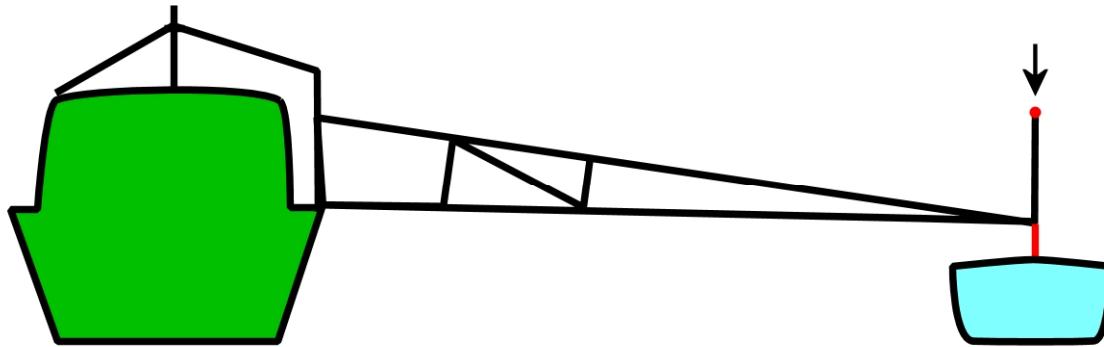
Over het recht slepen



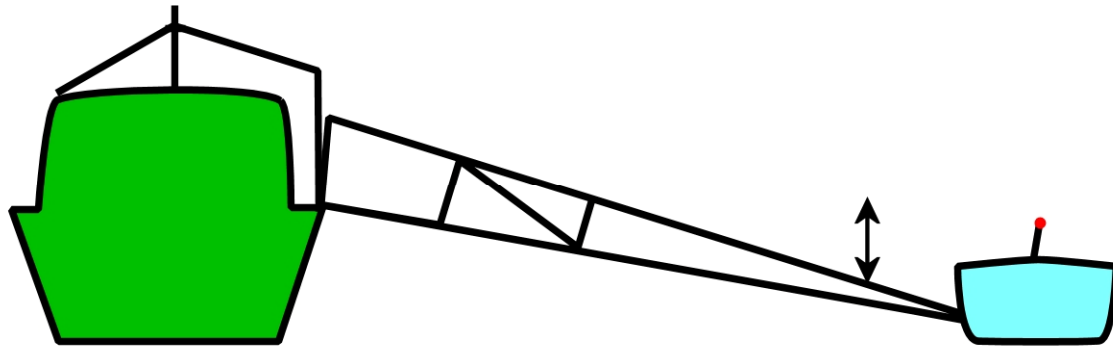
Over het recht slepen



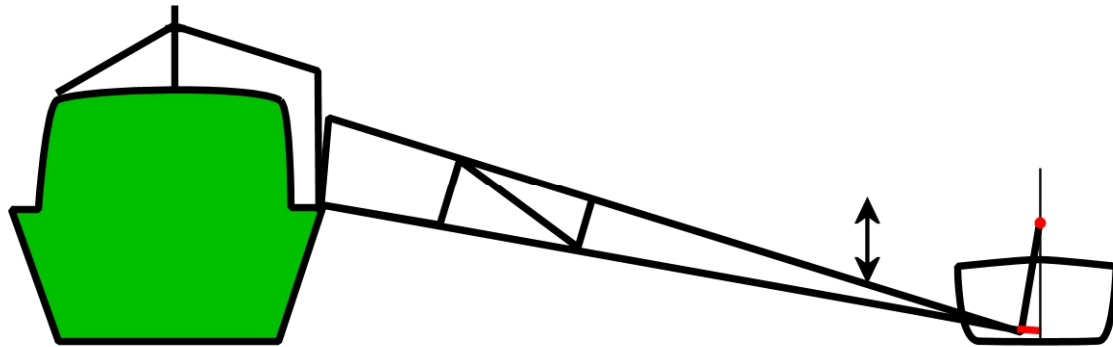
Over het recht slepen



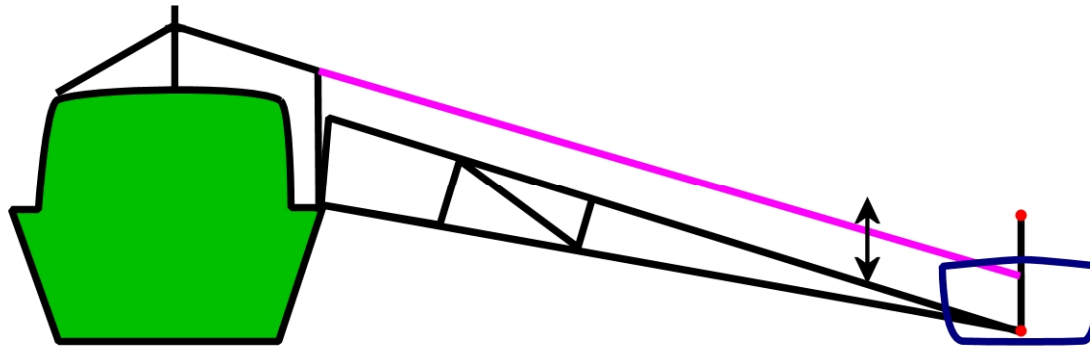
Over het recht slepen



Over het recht slepen



Over het recht slepen







Scheef slepen

- Extreem scheef bij Zuiderzee: $C_w + 40\%$
- Is in het verleden waarschijnlijk wel eens fout gegaan: te hoge weerstand gemeten
 - Sommige sloepen 5-10% te hoge C_w berekend
 - Vooral indien sleepoog laag !
 - Herberekening met bestaande data onmogelijk
- Vanaf 2014 is sturen geen probleem meer
- Vanaf 2015 ook nog verklikker-sensoren

Trimmen

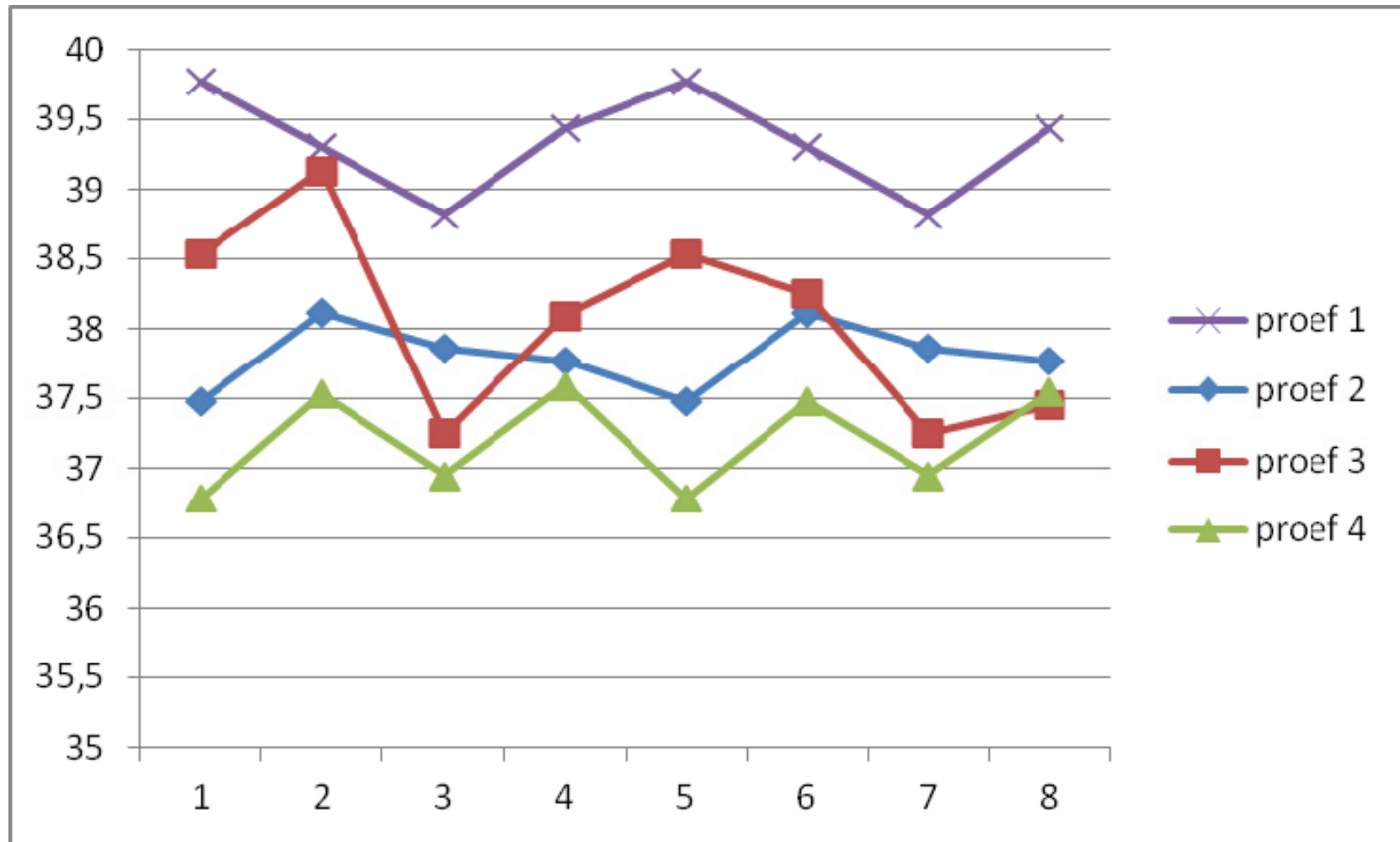
- Wat maakt het uit om meer gewicht voor of achter te hebben?
- In feite is deze vraag niet relevant
 - Gewichtsverdeling over de sloep was al lang goed geregeld, men worden ingedeeld per zitplaats
 - Sloep mag niet aangepast worden
 - Bij onderbezetting wordt ook vastgelegd welke doft vrij blijft: staat in sloepenregister
- Proef met extreem getrimd slepen
 - Leverde minder verschil op dan verwacht werd



Toetsing van betrouwbaarheid

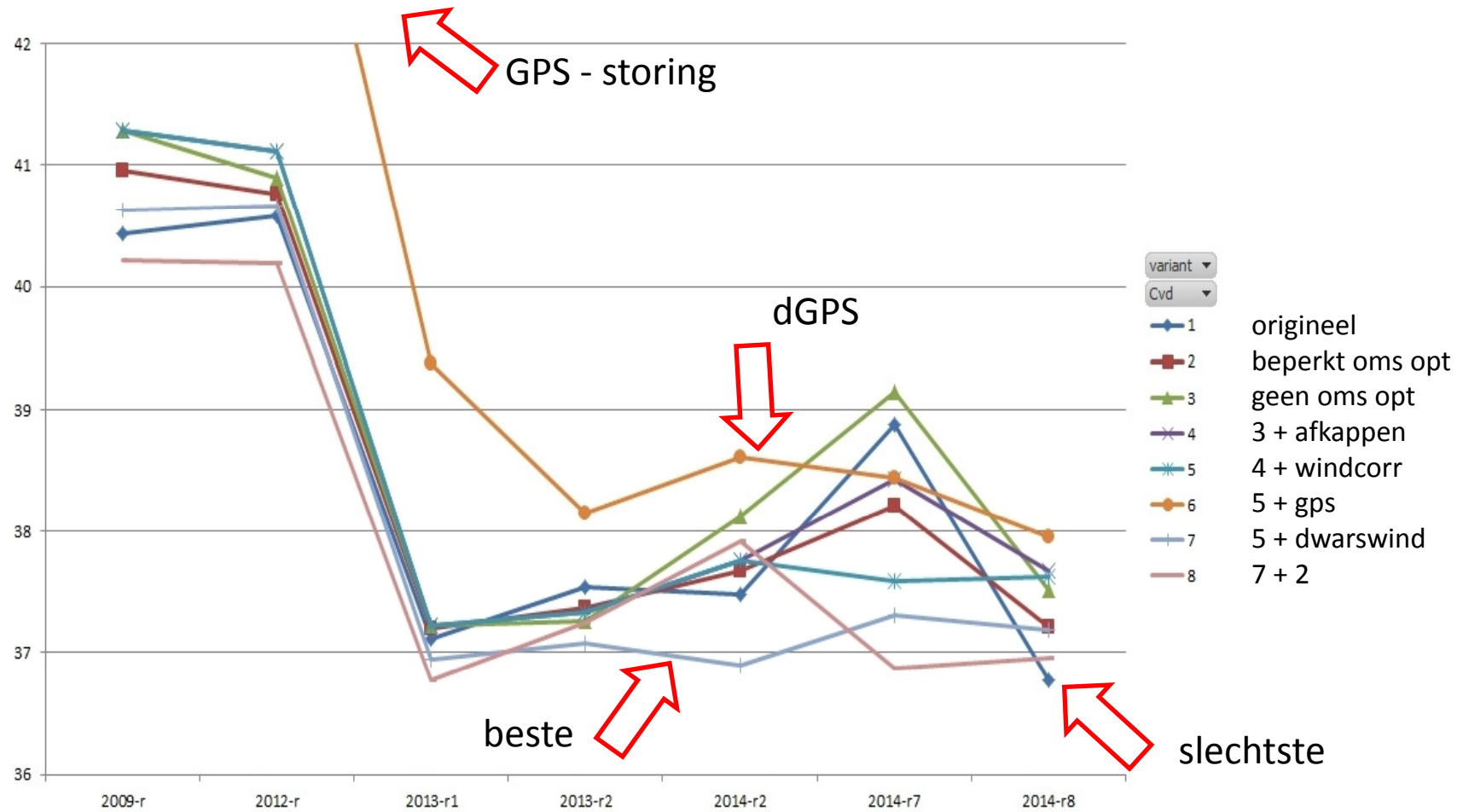
- Als een sleep wordt herhaald onder dezelfde omstandigheden en er komt hetzelfde uit, dan is de procedure betrouwbaar
- Sloepen worden soms opnieuw gesleept met een verschillend resultaat
- Als er voor alle gevonden fouten gecorrigeerd wordt en de resultaten komen dan dichterbij elkaar
- Hoe groot mogen de verschillen maximaal zijn?

Razende Snol 2014

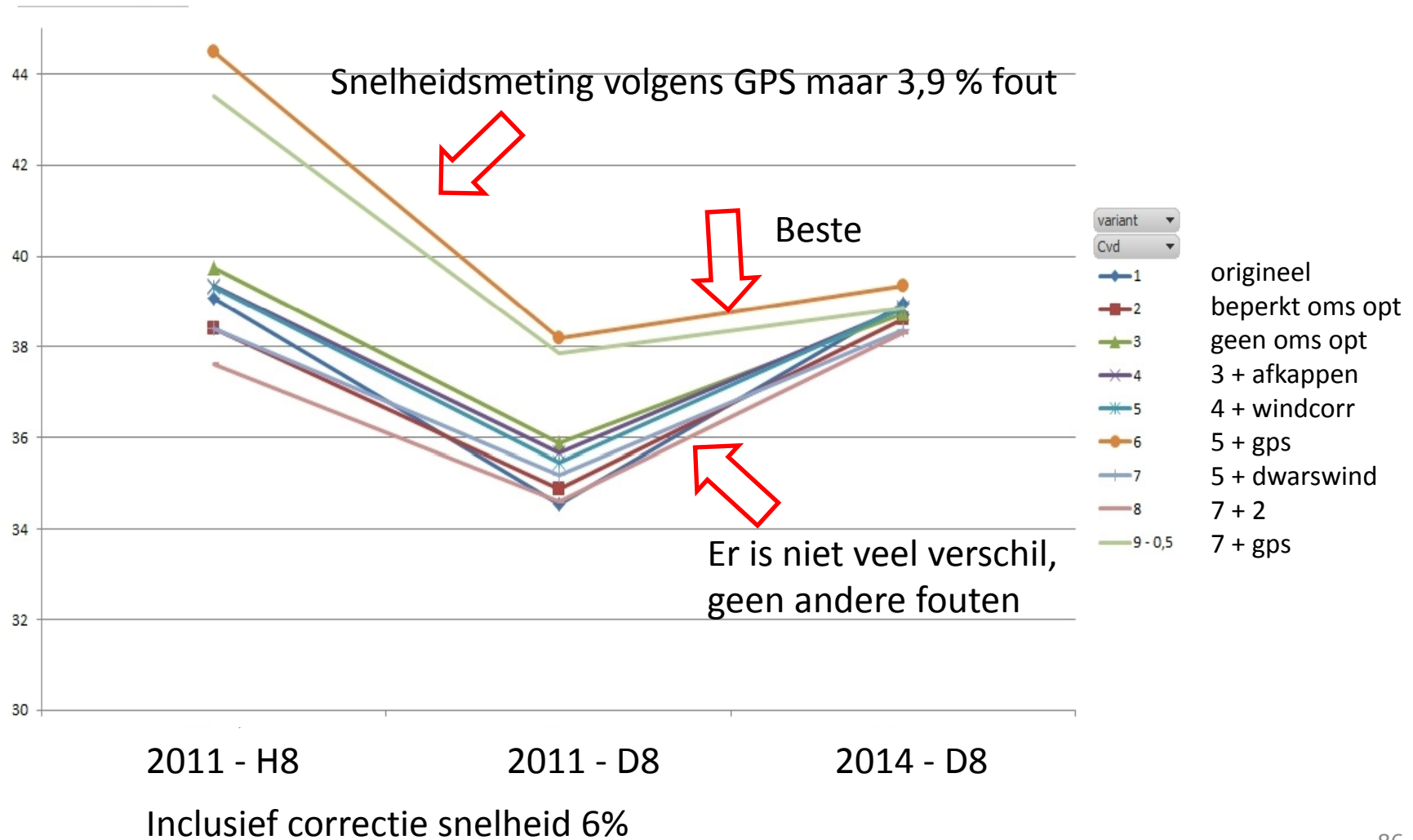


Bepaalde combinaties van opties

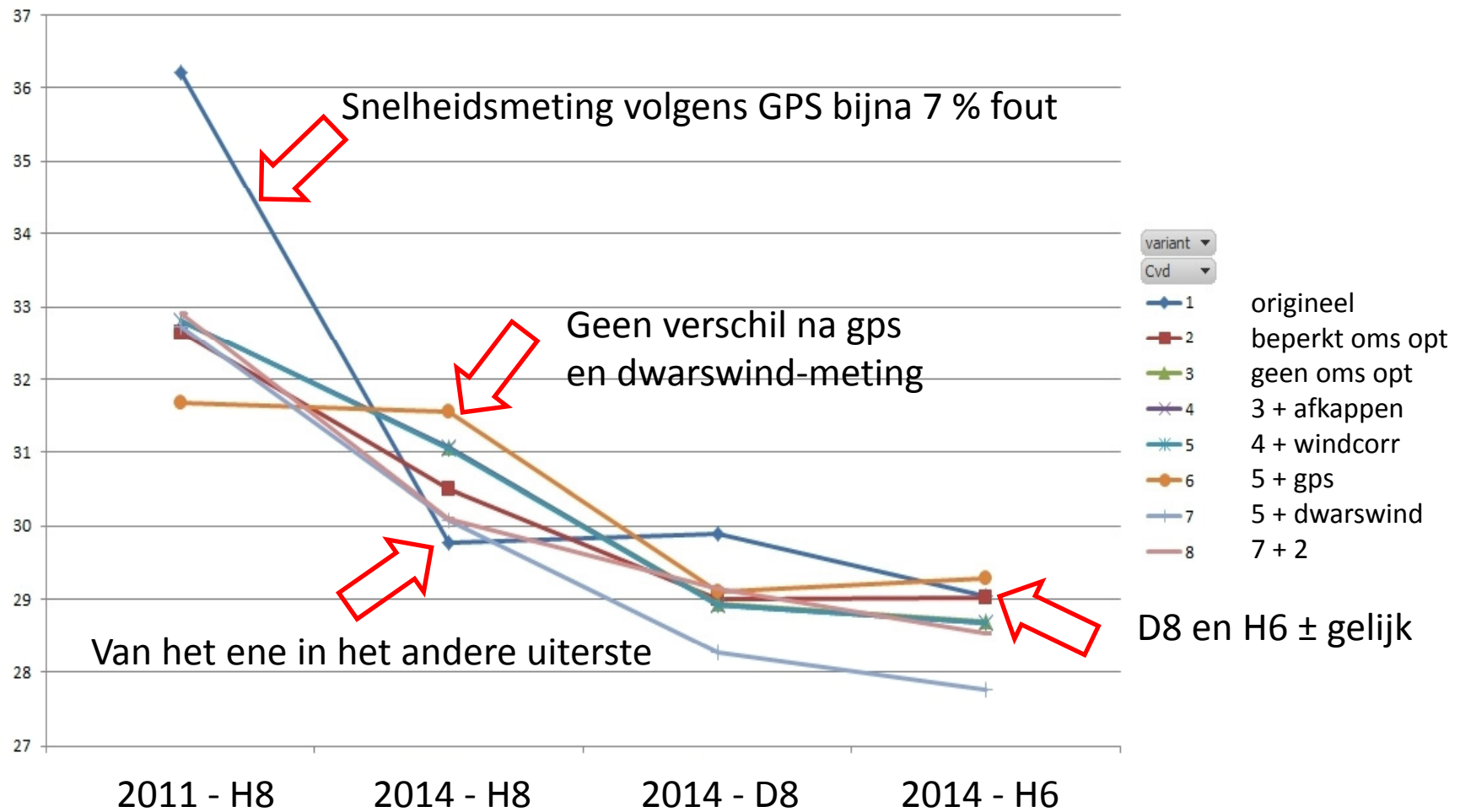
Razende Snol 2009-2014



Mare Australis 1



Twirre



Inclusief correctie
snelheid 6%

N.B.

- Dit verhaal gaat vooral over fouten; met de meeste sloepen is veel minder aan de hand.
 - Zelfs zonder alle verbeteringen had een ruime meerderheid van de sloepen een C_w waarde binnen een betrouwbaarheidsinterval van $\pm 2 \%$
 - $P = C_w \times v^3$ dus ...
- Na verbeteringen zal het mogelijk zijn de marge tot minder dan 1% terug te brengen voor álle sloepen.

Verbeteringen

- Constructie
 - Baken rechtop is grote verbetering (is al)
 - Demping in sleepkabel (veer of schokdemper)
- Data
 - Géén demping op ruwe signaal
 - Geen $v = +20\%$ runs meer uitvoeren
- Software
 - Snellere diagnose en beter besluit sleep ok
 - Filteren (subsampling) van bruikbare data
 - Combineren van runs van verschillende slepen

Verbeteringen (2)

- Berekening
 - Huidige optimalisatie lucht-omstroom-coëfficiënt niet toepassen; geeft juist afwijkingen
 - Impact van schuin tegenwind 'dwars' berekenen
 - B-waarden maximeren aan 3x rompsnelheid
 - Log1 bij elke sleep calibreren aan dGPS
- Software
 - Alles integreren: geen handmatige aanpassingen meer, minder kans op fouten

Verder

- De aandacht ging vooral uit naar de sloepen waar wat mee was
- De meeste problemen zijn nu verklaard
- Verbeteringsvoorstellen
 - Meetopstelling
 - Software
- Verder
 - Invoering verbeteringen: besluit op de ALV
 - Her-berekenen van alle sloepen door de jaren?
 - Alternatief modelmatige aanpak ook onderzoeken

Bedankt

