

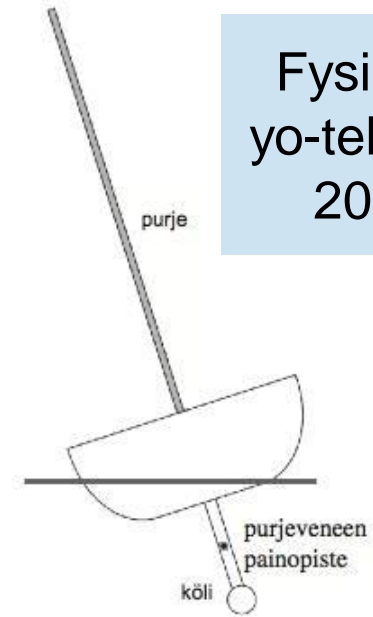
A photograph of a sailboat's deck. In the center, a digital display shows two numbers: '1767' on the top line and '4151' on the bottom line. The background shows the blue sky and the dark blue sea. The text 'Purjeveneeneen suorituskyvyn perustekijät – teoriasta käytäntöön' is overlaid on the image.

Purjeveneeneen suorituskyvyn perustekijät – teoriasta käytäntöön

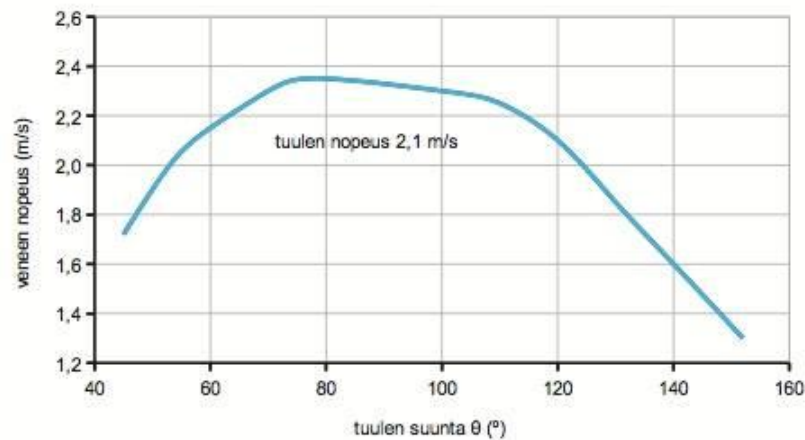
Markku Hentinen

MP:n kilpakoulu 25.1.2016

- +12. a) Selitä, miksi kuvan mukainen kölillinen purjevene ei voi kaa-
tua pelkästään tuulen voimasta, vaikka se kallistuisi voimak-
kaasti. Kopioi viereinen läpileikkaus purjeveneestä (kuva 1)
vastauspaperiisi ja perustelee vastauksesi kuvaan piirretyillä
voimavektoreilla. (3 p.)
- b) Kuvassa 2 on esitetty purjeveneen nopeus tuulen suunnan
funktiona, kun tuulen nopeus suhteessa maahan on 2,1 m/s.
Veneen liikesuunnalle täysin vastaisen tuulen suunta on 0° .
Veneen liikesuuntaan puhaltavan (täysmyötäisen) tuulen
suunta on 180° . Miksi purjeveneen nopeus ei ole suurin, kun
purjehditaan täysmyötäiseen? (2 p.)
- c) Kuvassa 3 on ylhäältä kuvattu purjevene. Kuvasta ilmenee
ilmavirran nopeus \vec{v}_1 kun se osuu purjeeseen ja ilmavirran
nopeus \vec{v}_2 sen jättäessä purjeen. Selitä, miten purjevene voi
edetä kuvan 3 mukaisesti vinosti vastatuuleen. (4 p.)

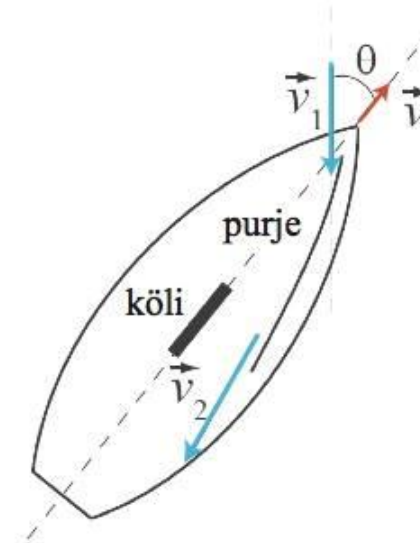


kuva 1



<www.hallberg-rassy.com>. Luettu 1.3.2012.

kuva 2



kuva 3

Purjehduskilpailun perustekijät

- Olosuhteet:
 - tuulen ja aallokon optimaalinen hyväksikäyttö:
shiftit, puuskat
- Taktiikka muiden veneiden suhteen
 - Startti, merkkitilanteet, sisäkaarteet,
separaatio, häiritty tuuli
- Venevauhti
 - Purjevalinnat, trimmi, veneen asento,
ajaminen, kiihdytykset, manööverit

Suorituskyvyn (venevehdin) perustekijät

Sisältö:

- Päämitat ja päämittasuhteet
- Voimatasapaino
- Kantotaso virtauksessa
- Esimerkkitilanteita



Suorituskyvyn perustekijät: päämitat ja niiden suhteet

- Purjeala, paino, pituus jne: Ylätasoa, ei detaljeja
 - karkeita suorituskykyennusteita, vrt. Vene-lehti tai muutokset veneeseen

- Kuvaavat veneen **luonnetta**

- Dimensiottomat suhteet:

- Kevyt tuuli: S_A/A_W

- Keskituuli: $S_A/\nabla^{2/3}$

- Reipas avotuuli $L/\nabla^{1/3}$

- Kryssi RM/HM

- Miehistön määrä m_{crew}/m_{LCC}

- Dimensiolliset suhteet, esim. RM/ ∇

	X-99	FG33	X-34
S_A [m ²]	58,73	61,2	67,14
A_W [m ²]	18,78	23,07	24,63
L_{IMS} [m]	8,711	9,255	9,464
∇ [m ³]	3,195	5,103	5,632
S_A/A_W	3,13	2,65	2,73
$S_A/\nabla^{2/3}$	27,07	20,65	21,21
$L/\nabla^{1/3}$	5,91	5,38	5,32

Pääparametrisuhteet, käyttö

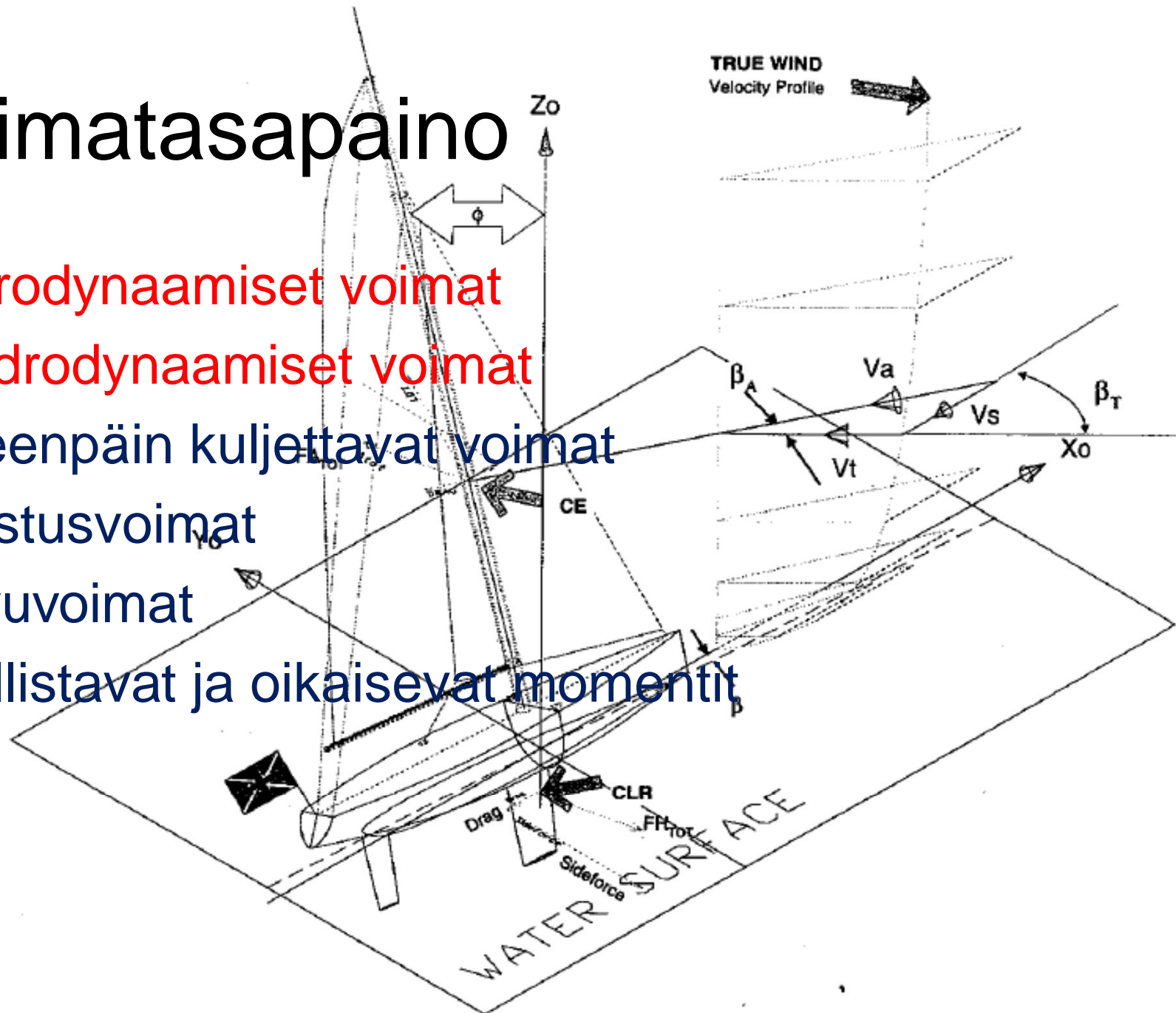
- Veneen valinnan apuna:
 - Vrt. Vene-lehti
 - Veneen luonne ja vahvuudet/heikkoudet
 - Helppo tehdä itse taulukoita, data ORCi- tai LYS-mittakirjoista
- Kisatilanteen motivoinnin apuna:
 - Veneen keventäminen keveään tuuleen
 - Veneen asennon (märkäpinnan) optimointi
 - Laidalla roikkuminen vs. paino mastossa, RM/HM

Parametrisuhteet, esimerkkejä

S_A [m ²]	∇ [m ³]	$S_A/(\nabla^{2/3})$	
50	4	19,86	Lähtötilanne
50	4,1	19,54	naftaa 45 l, vettä 50 l, ruokaa 5 kg, astioita 5 kg
49,25	4	19,56	"reivataan" n. 20 cm
47	3,65	19,84	1. reivi vs. 4 henkilöä

Voimatasapaino

- Aerodynaamiset voimat
- Hydrodynaamiset voimat
- Eteenpäin kuljettavat voimat
- Vastusvoimat
- Sivuvoimat
- Kallistavat ja oikaisevat momentit



Voimatasapaino - tuulikolmio

V_T = Todellinen tuuli

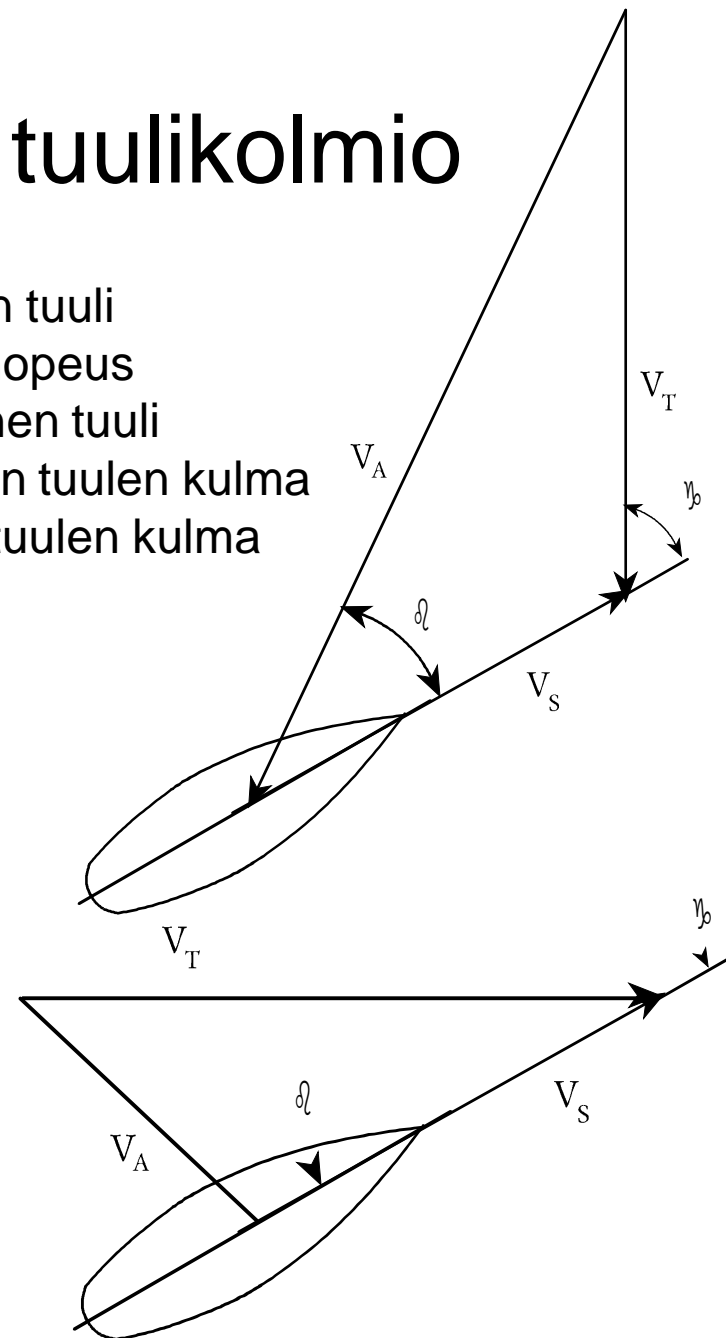
V_S = Veneen nopeus

V_A = Näennäinen tuuli

β = Näennäisen tuulen kulma

γ = Todellisen tuulen kulma

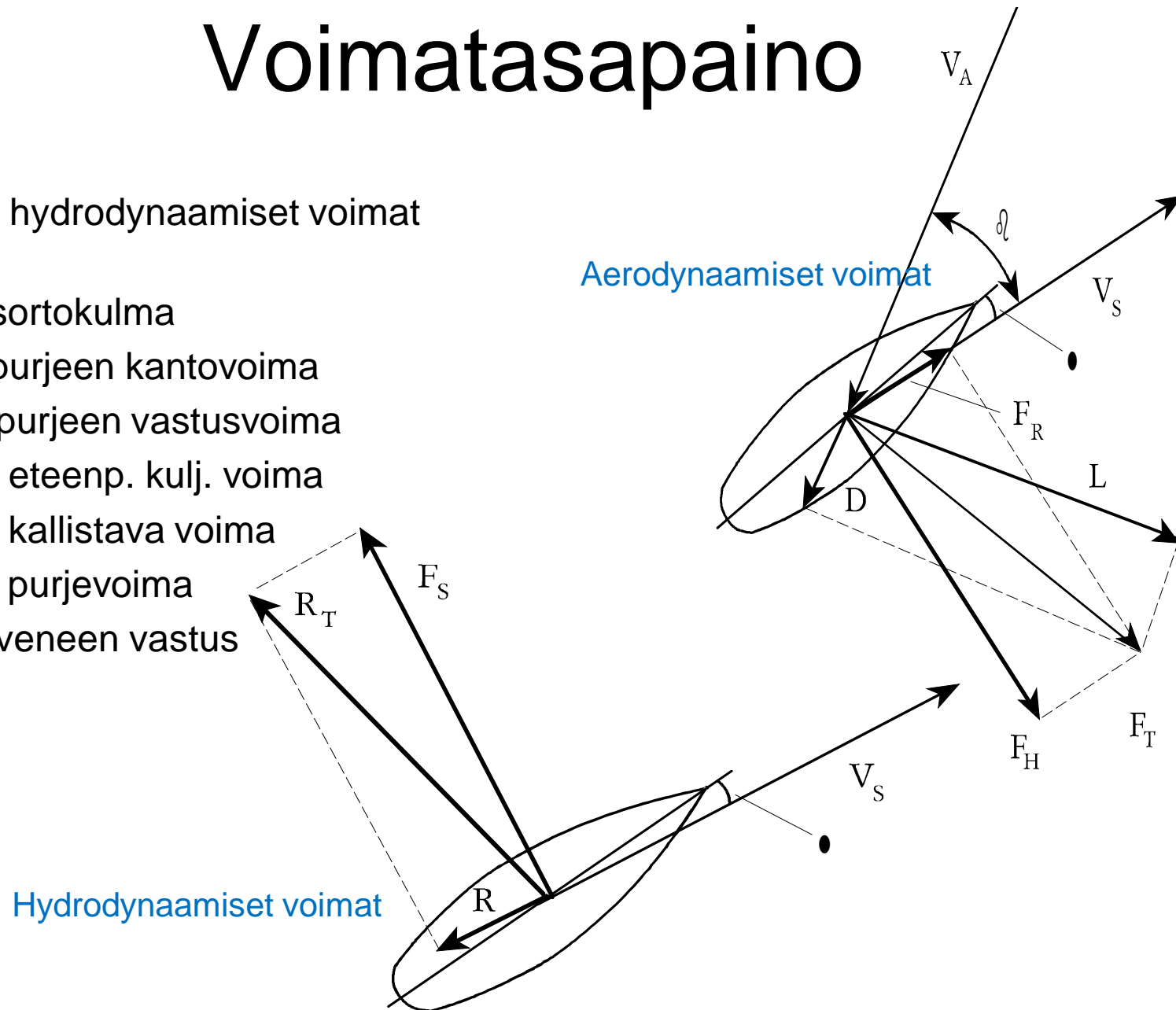
- Tuulikolmio: todellinen tuuli, kulkutuuli, suhteellinen tuuli
- Suhteellisen tuulen ilmiöitä:
 - Vrt. jippi nopeilla veneillä ja jääpursilla!
 - Vrt. kiihdyttäminen esim. jipin jälkeen, tai 360°



Voimatasapaino

Aero- ja hydrodynaamiset voimat

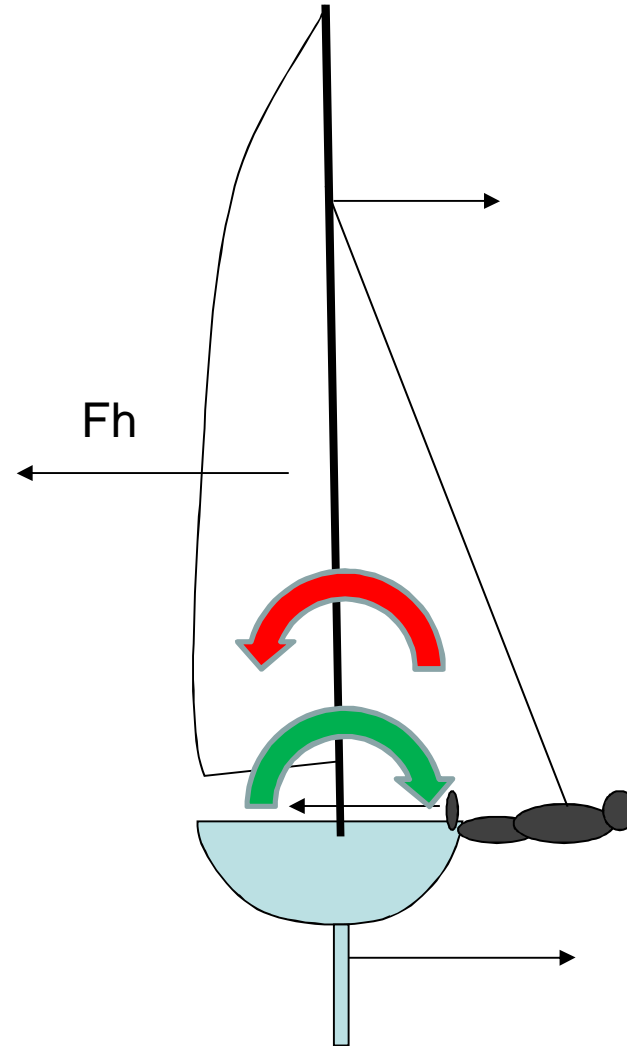
- λ = sortokulma
- L = purjeen kantovoima
- D = purjeen vastusvoima
- F_R = eteenp. kulj. voima
- F_H = kallistava voima
- F_S = purjevoima
- R = veneen vastus



Voimatasapaino - vakavuus

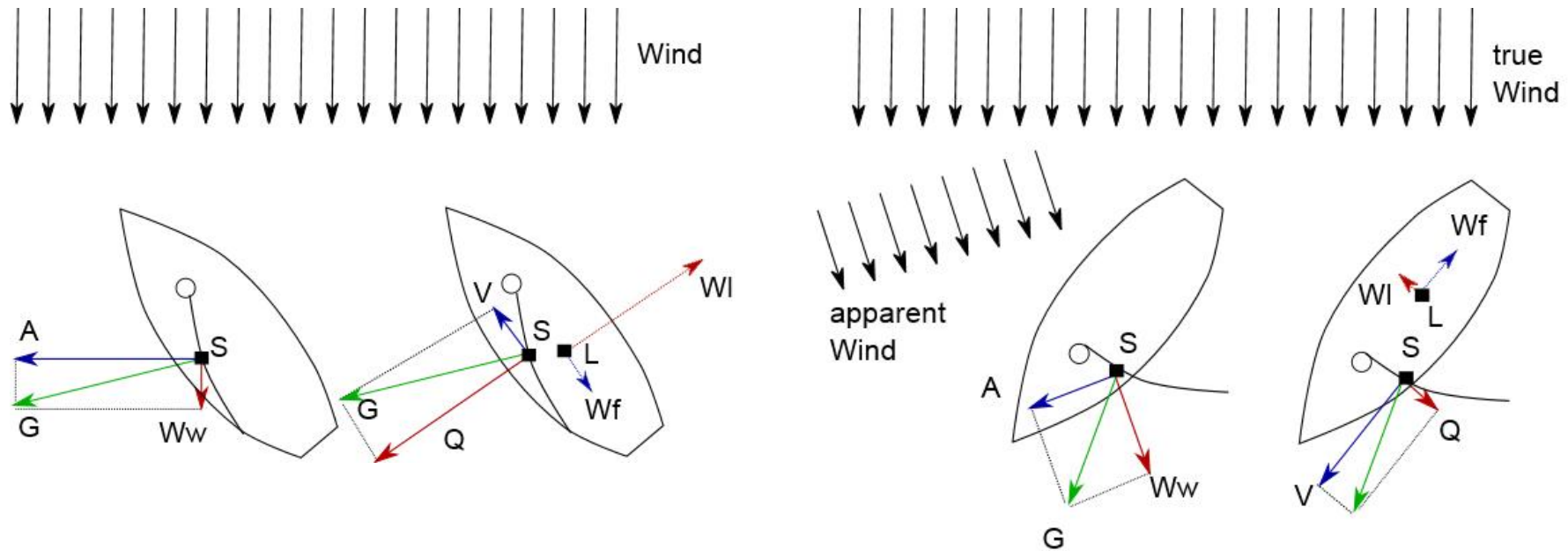
- Kallistava voima F_H
- Kallistava momentti HM
- Oikaiseva momentti RM

- Ilman oikaisevaa momenttia ei voida ottaa tehoa purjeista (paitsi lenssillä)
- Vrt. hengaus vendan jälkeen



Eteenpäin kuljettava voima

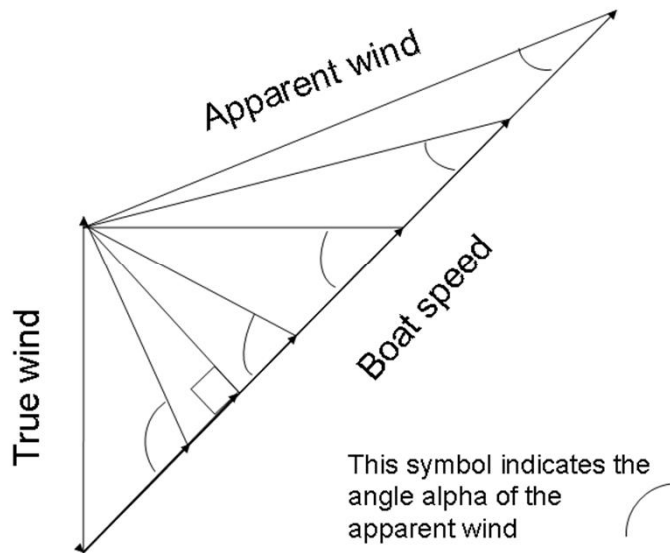
- Valtava ero kryssillä ja avotuulella → huomio usein kryssiin, koska tilanne herkempi (vakavuus, aallokko jne.)



Eteenpäin kuljettava voima

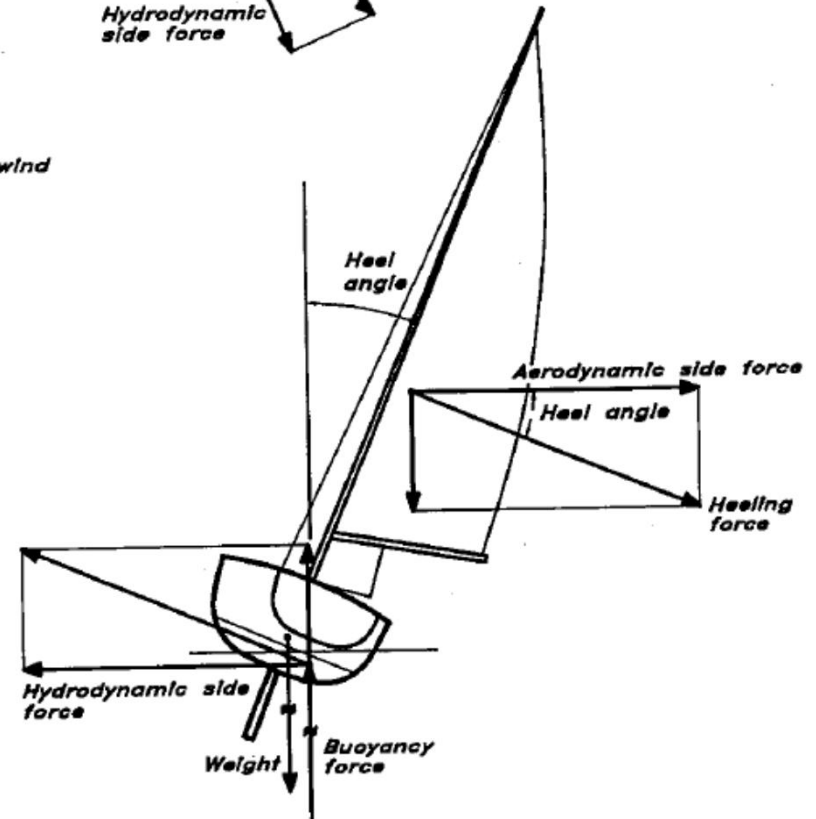
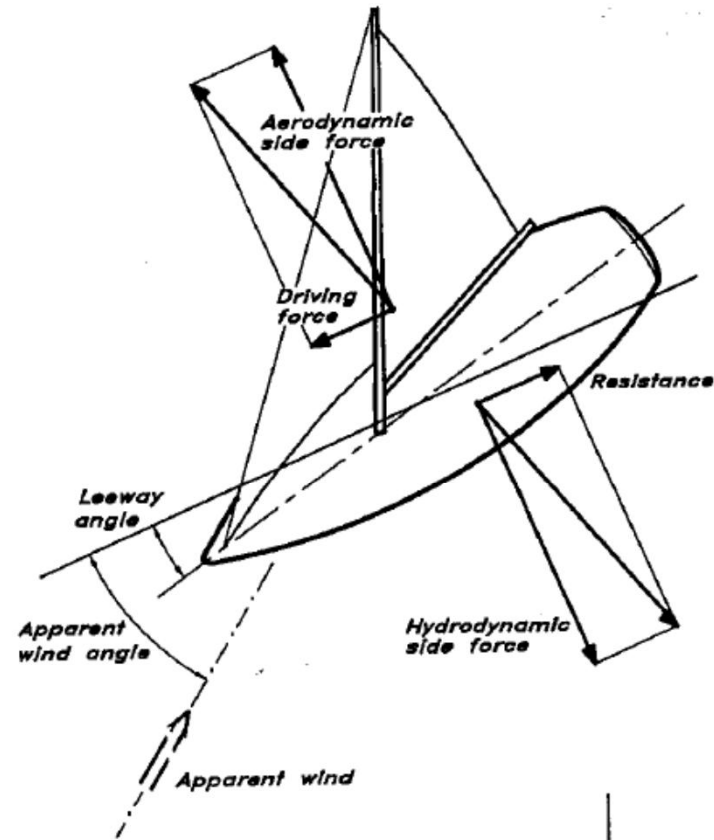
- Miksi 49er ei nosta köliä myötätuuliosuuksilla?
- Miksi DN:ssä säädetään skuuttia niin vähän?

Sailing at 135 degrees off the true wind



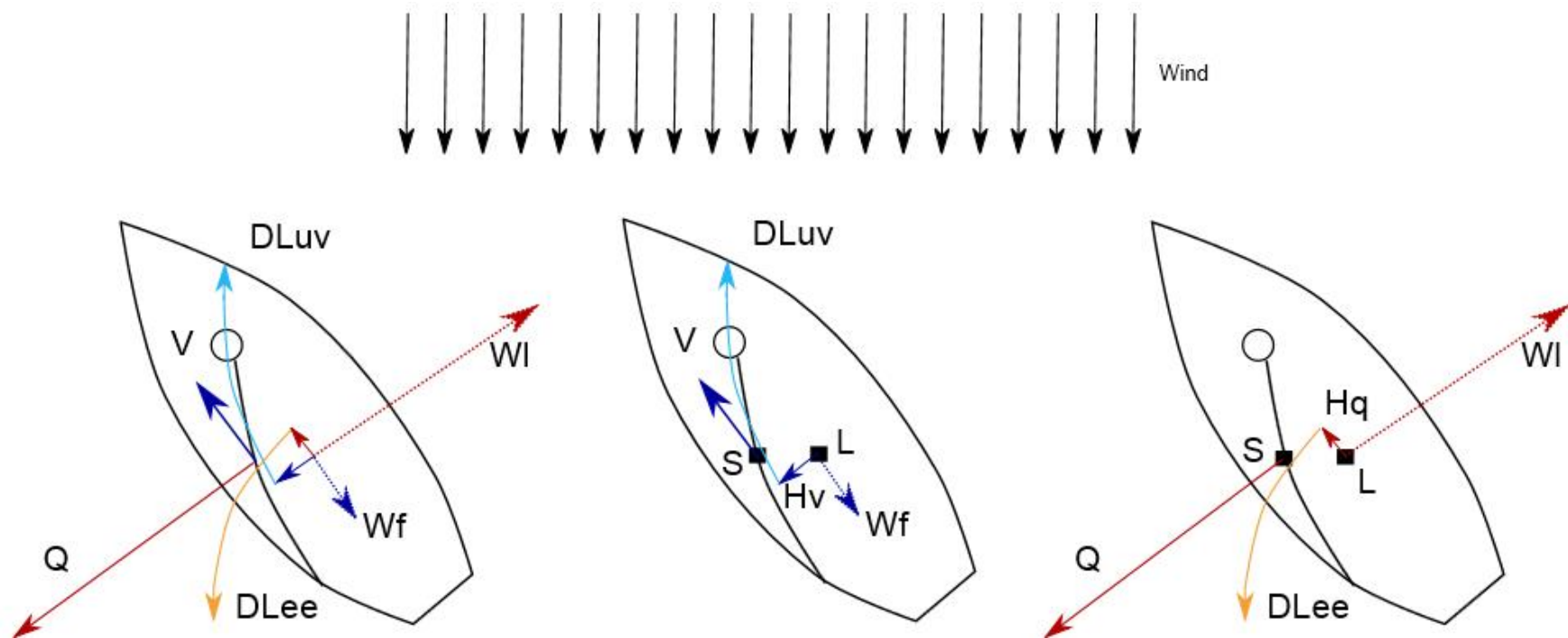
Kuva: "Wiki sailing vector 135 degrees" by Gautier lebon

- Luovilla tarvitaan:
 - Hyvä kantovoima-
vastussuhde
 - Hyvä vakavuus
- Avotuulella tarvitaan:
 - Suuri kokonaisvoima
purjeista
 - Pieni vastus
vedenalaisilla osilla
(esim. nostoköli,
peräsinkulma)



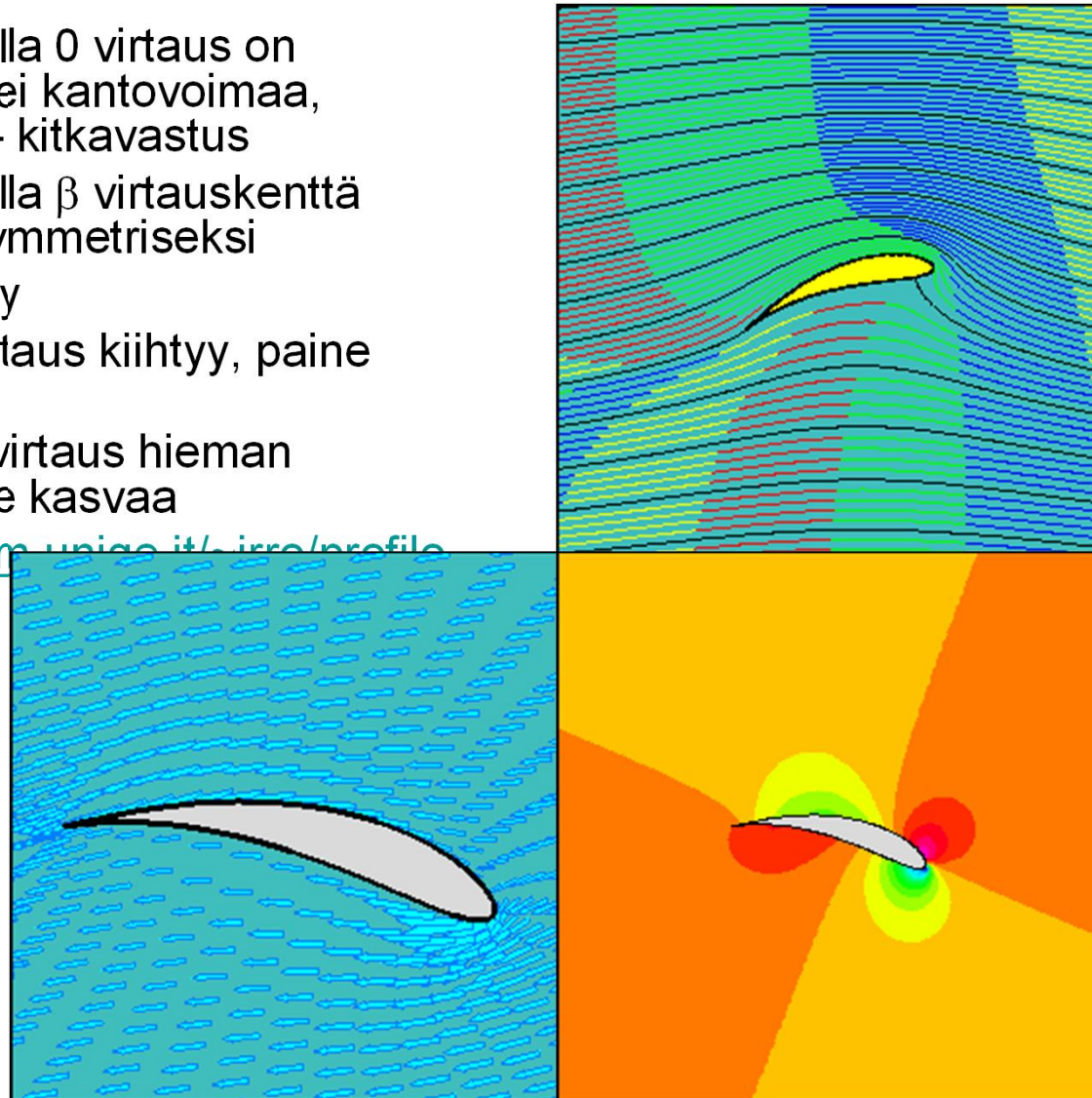
Balanssi

- Momenttitasapaino ja rungon epäsymmetria
- Useimmissa luokissa peräsin ainoa säädettävä evä!



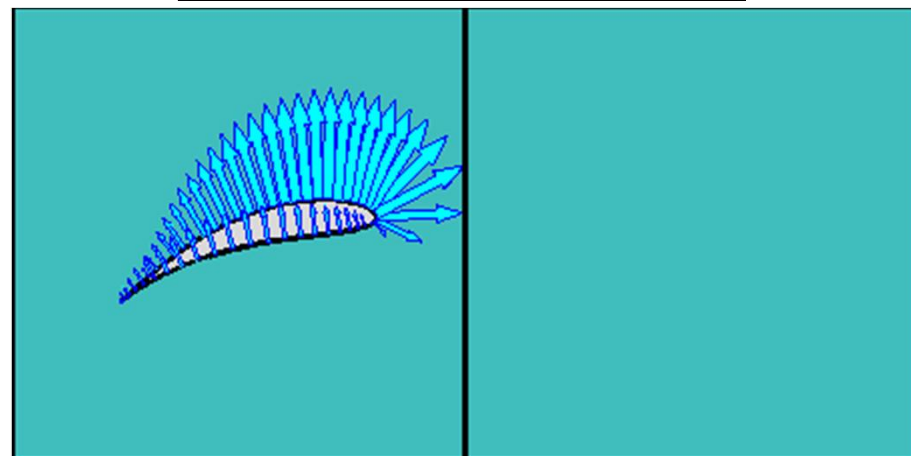
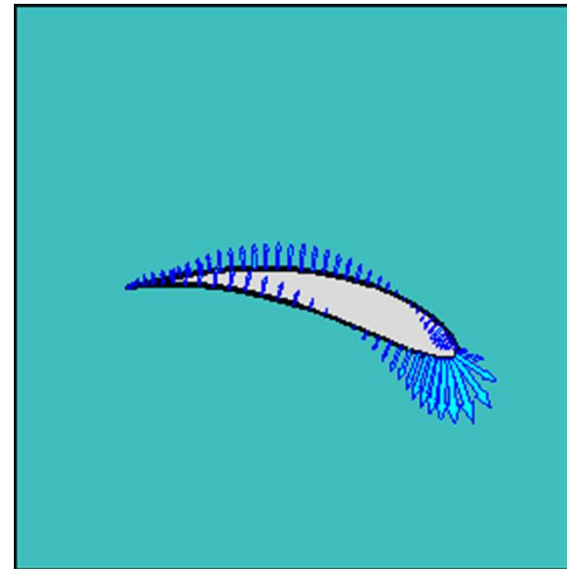
Kantotaso virtauksessa

- Kohtauskulmalla 0 virtaus on symmetrinen, ei kantovoimaa, muotovastus + kitkavastus
- Kohtauskulmalla β virtauskenttä muuttuu epäsymmetriseksi
- patopiste siirtyy
- imupuolella virtaus kiihtyy, paine pienenee
- painepuolella virtaus hieman hidastuu, paine kasvaa
- http://www.diam.unige.it/~irre/profile_e.html



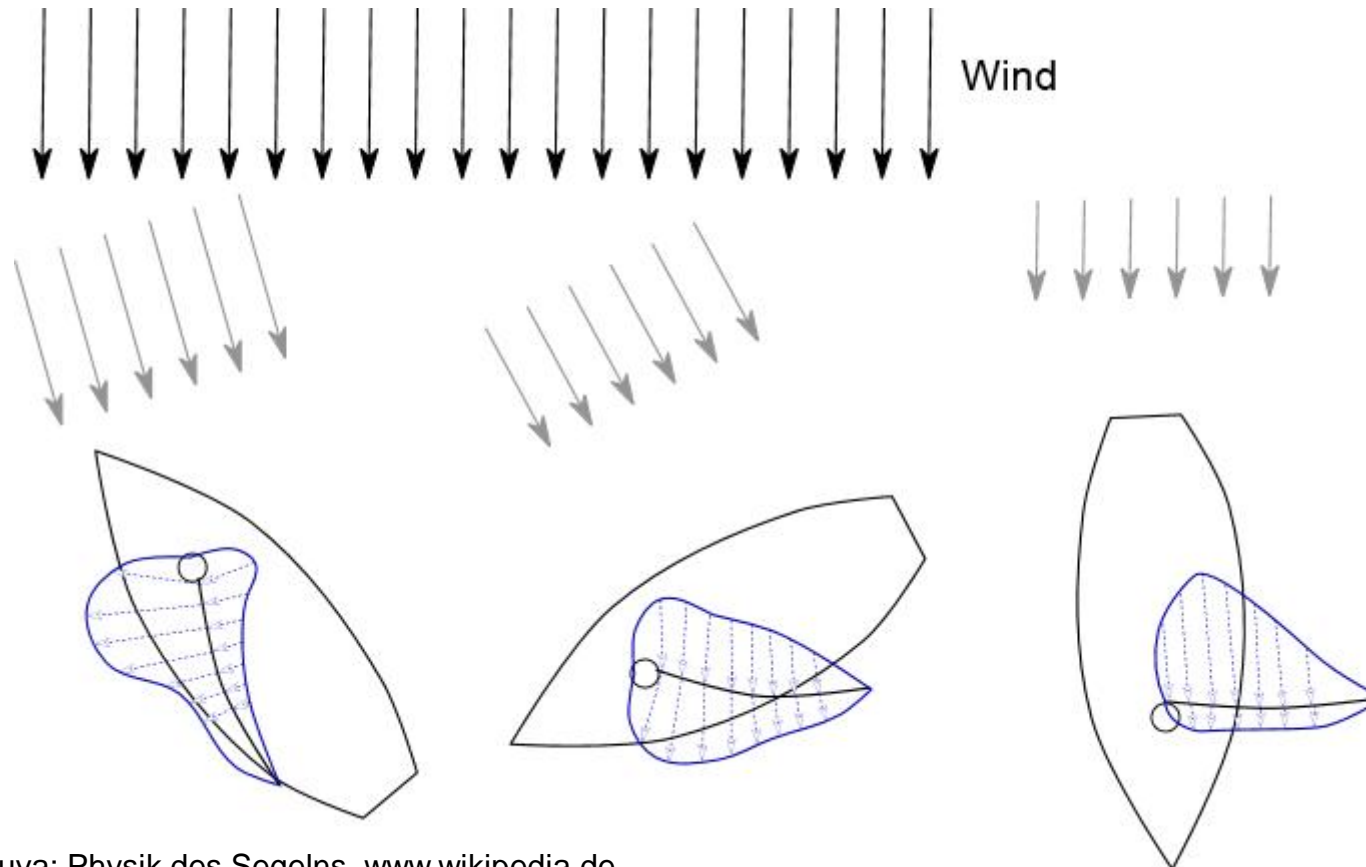
Kantotaso virtauksessa

- Syntyy kantovoima L , suunta kohtisuoraan virtausta vastaan
- Suurempi kohtauskulma \rightarrow suurempi kantovoima (kunnes virtaus irtoaa) ja suurempi vastus D
- Profiililla painevastus ja kitkavastus
- 3D-tapauksessa syntyy indusoitunut vastus
- Suhde L/D yleensä olennainen
- Paksu profiili \rightarrow suuri L_{\max}
- Ohut profiili \rightarrow pieni vastus pienillä kohtauskulmilla



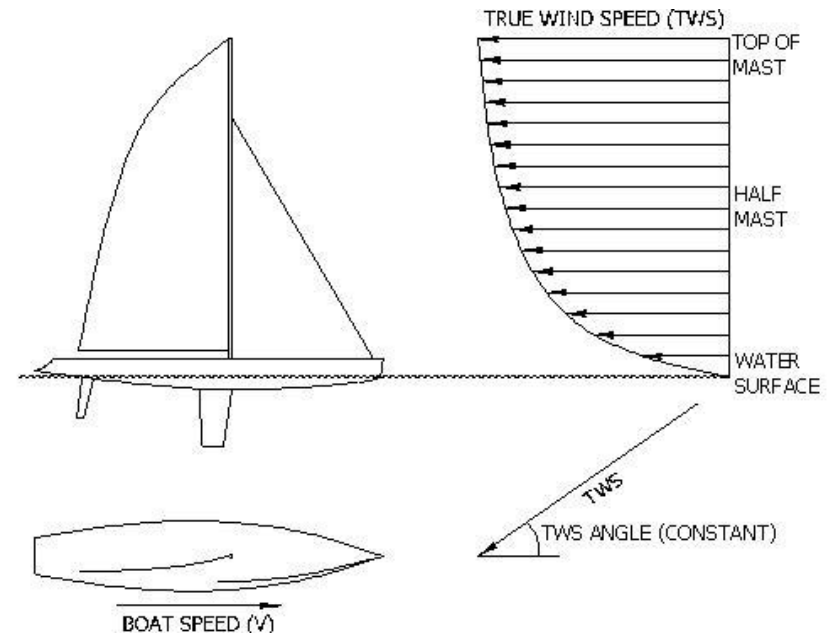
Painejakauma purjeessa

- Huom. kohtauskulma, L/D-suhde ja kokonaisvoima



Kuva: Physik des Segelns, www.wikipedia.de

Kohtauskulma ja kiertymä (twist)



Kuva: WB-sails

Mitä tämä tarkoittaa purjehtiessa?

- Kaikesta voimasta, jota otetaan irti purjeista, maksetaan vastuksena (paitsi lenssillä)
- Varmista, että vastavoima (vakavuus, tai vauhti) on olemassa, ennen kuin kiristät purjeita
- Eteenpäin vievät voimat ovat pieniä → suuntaa vektorit oikein!

Esimerkkitilanteita

- Mitä tapahtuu kiihdytyksessä?
- Mitä tapahtuu aallokossa?



Mitä tapahtuu kiihdytyksessä?

- Kөлillä pieni nopeus \rightarrow pieni sivuvoima ($\sim V^2$) \rightarrow siksi koukkaus alas
- Virtauksen irtoaminen ”viipyy” \rightarrow sakkaustilanne ei korjaannu heti (koskee sekä eviä että purjeita)
- Maksimivakavuus tarvitaan vasta kun purjeet kiristetään

Mitä tapahtuu aallokossa?

- Vastus kasvaa:
 - Aallokon aiheuttama lisävastus
- Evien teho heikkenee:
 - Virtauksen kohtauskulma vaikea pitää vakiona
- Purjeiden teho heikkenee:
 - Virtauksen kohtauskulma vaikea pitää vakiona
 - Virtausnopeus ei ole vakio → purjeen muoto ei optimi

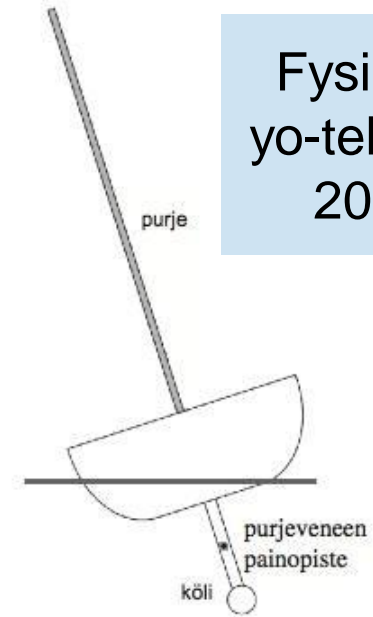
Aallokon aiheuttama lisävastus

- Veneen rungosta heijastuvat aallot
 - Vaikea vaikuttaa...
- Veneen kohoilun ja jyskinnän synnyttämät aallot
 - Jyskinnän vaimentaminen peräsimellä – milloin kannattaa?

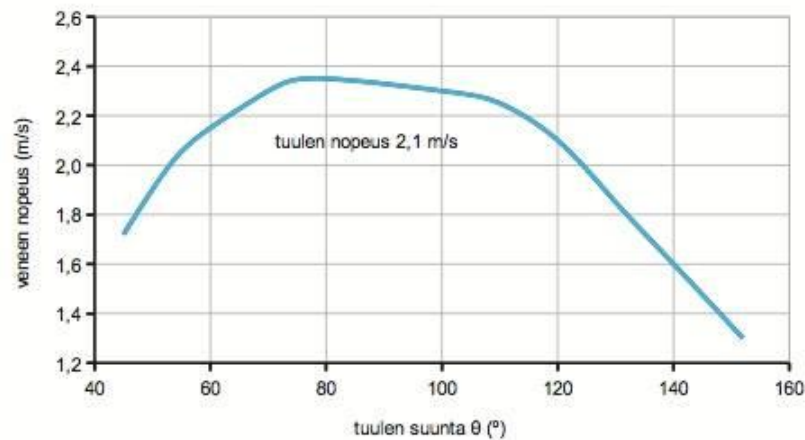
Mitä tehdä aallokossa kryssillä?

- Pakko ajaa alemmas
 - Voimavektorien suunnat
 - Lisää voimaa → pussikkaampi purje → huonompi L/D
- Lisää vakavuutta tarvitaan
- Painojen keskittäminen

- +12. a) Selitä, miksi kuvan mukainen kölillinen purjevene ei voi kaa-
tua pelkästään tuulen voimasta, vaikka se kallistuisi voimak-
kaasti. Kopioi viereinen läpileikkaus purjeveneestä (kuva 1)
vastauspaperiisi ja perustelee vastauksiasi kuvaan piirretyillä
voimavektoreilla. (3 p.)
- b) Kuvassa 2 on esitetty purjeveneen nopeus tuulen suunnan
funktiona, kun tuulen nopeus suhteessa maahan on 2,1 m/s.
Veneen liikesuunnalle täysin vastaisen tuulen suunta on 0° .
Veneen liikesuuntaan puhaltavan (täysmyötäisen) tuulen
suunta on 180° . Miksi purjeveneen nopeus ei ole suurin, kun
purjehditaan täysmyötäiseen? (2 p.)
- c) Kuvassa 3 on ylhäältä kuvattu purjevene. Kuvasta ilmenee
ilmavirran nopeus \vec{v}_1 kun se osuu purjeeseen ja ilmavirran
nopeus \vec{v}_2 sen jättäessä purjeen. Selitä, miten purjevene voi
edetä kuvan 3 mukaisesti vinosti vastatuuleen. (4 p.)

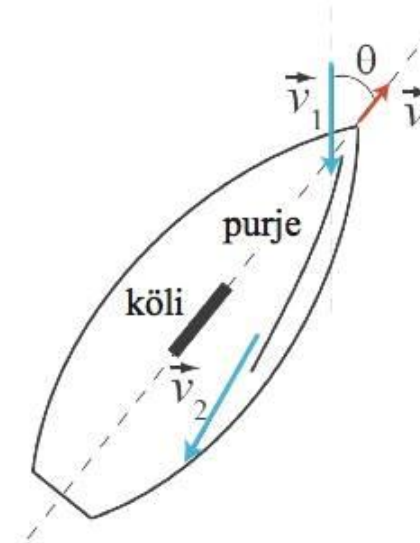


kuva 1



<www.hallberg-rassy.com>. Luettu 1.3.2012.

kuva 2



kuva 3

