



Purjeiden trimmausta aloitteleville kilpapurjehtijoille

Finn Express purjehtijat Ry

Panu Ranta



Mitä trimmaamisella tarkoitetaan

- Purjeen muodon muuttamista veneen suorituskyvyn / käyttäytymisen parantamiseksi vaihtelevissa tuulissa
 - Profiilin syvyys ja muoto
 - Profiilin kierto
 - Kohtauskulma

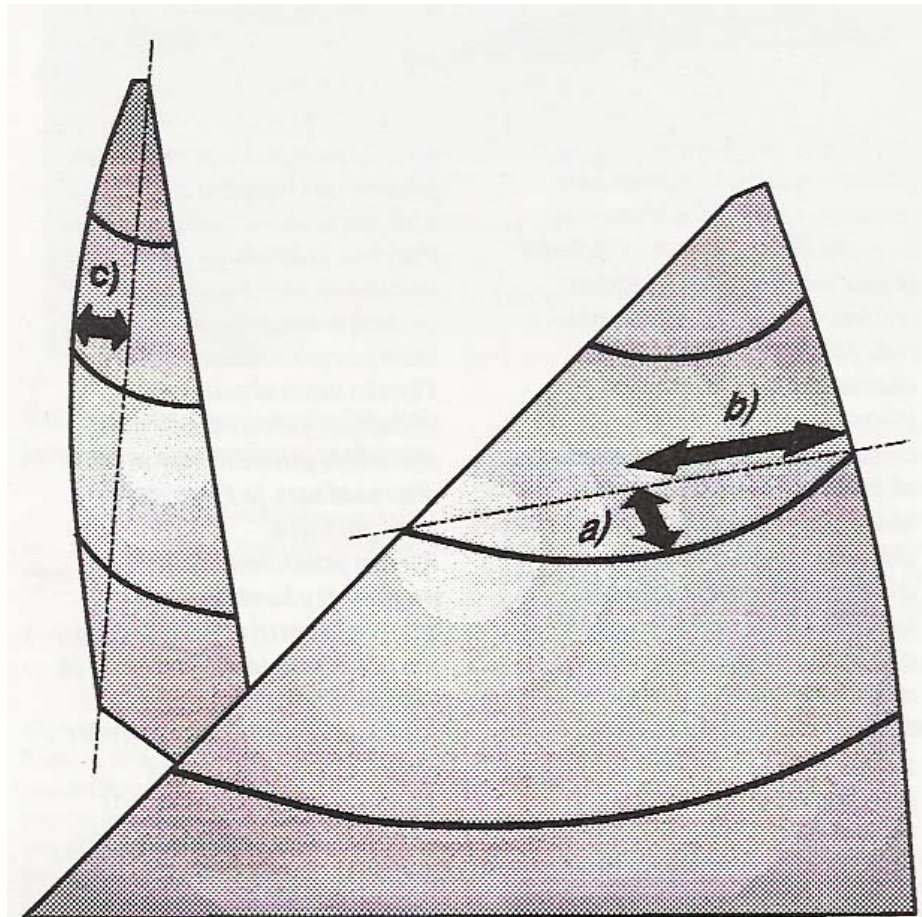


Trimmauksen lähtökohdat

- Parantaa veneen suorituskykyä vallitsevissa olosuhteissa
 - tuulen nopeus
 - tuulen suunta
 - sekä aallokko
- Tuulen neliölaki
 - Tulen voima on verrannollinen tuulen nopeuden neliöön
 - 2m/s – 8m/s -> on voima 16ertainen
 - 2m/s – 10m/s -> on voima 25ertainen
 - On siis selvää, että trimmille on tehtävä muutoksia tuulen muuttuessa

Purjeen muodon määrittäminen

- Profiilin syvyys a)
- Profiilin paikka b)
- Profiilin kierto c)





Profiilin syvyys ja neliölaki

- Purjeen profiilin syventäminen kasvattaa purjeen voimaa
 - jos 6% profiili kasvatetaan 12% niin purjeen voima kaksinkertaistuu.
- Koska latistaminen vaikuttaa vain suorassa suhteessa ja tuulen nopeuden kasvaminen neliössä on kallistavaa momenttia tuulen koventuessa jossain vaiheessa pienennettävä
 - purjeen latistaminen ja kierron lisääminen pienentää kallistavaa voimaa ja sen vaikutusta

Purjeen virtaukset

- On tärkeää, että keulapurjeen ja ison välinen sola toimii ja että se ei sulje liikaa.

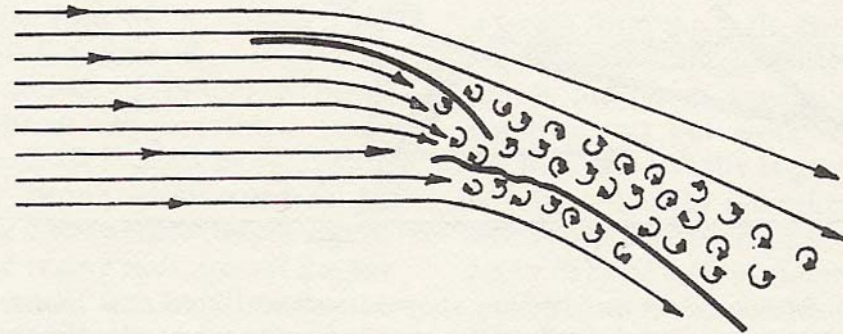
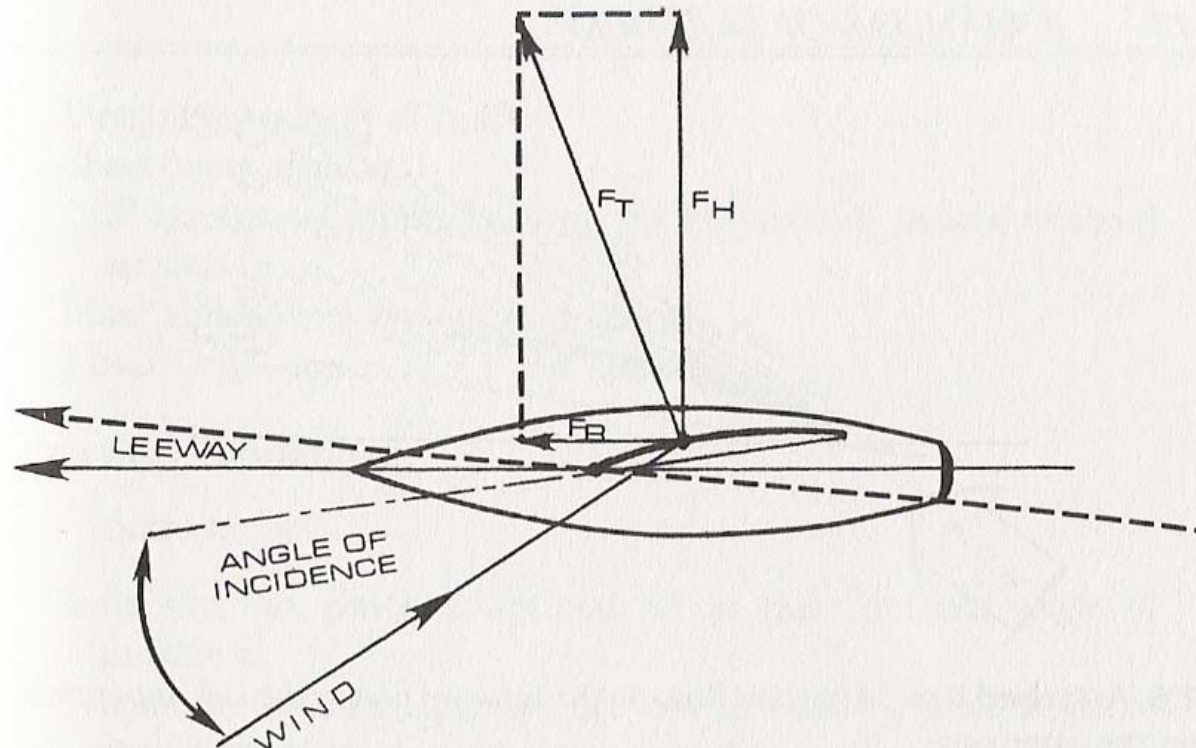


Figure 2A: Bellied headsail leech deflects wind into lee side of mainsail



Figure 2B: Both headsail and mainsail should be parallel at exit so wind can pass through with minimum disturbance

Purjeen voimat



1.5. Angle of incidence. The relationship between the wind, the angle of incidence, and the forces produced by deviating the airflow.

Twistin tarpeen selitys

- Tuulen nopeus on lähellä merenpintaa alhaisempi kuin ylempänä.
- Tämä kääntää suhteellisen tuulen suuntaa.
 - Twistillä saadaan kohtauskulma oikeaksi koko purjeen alueella

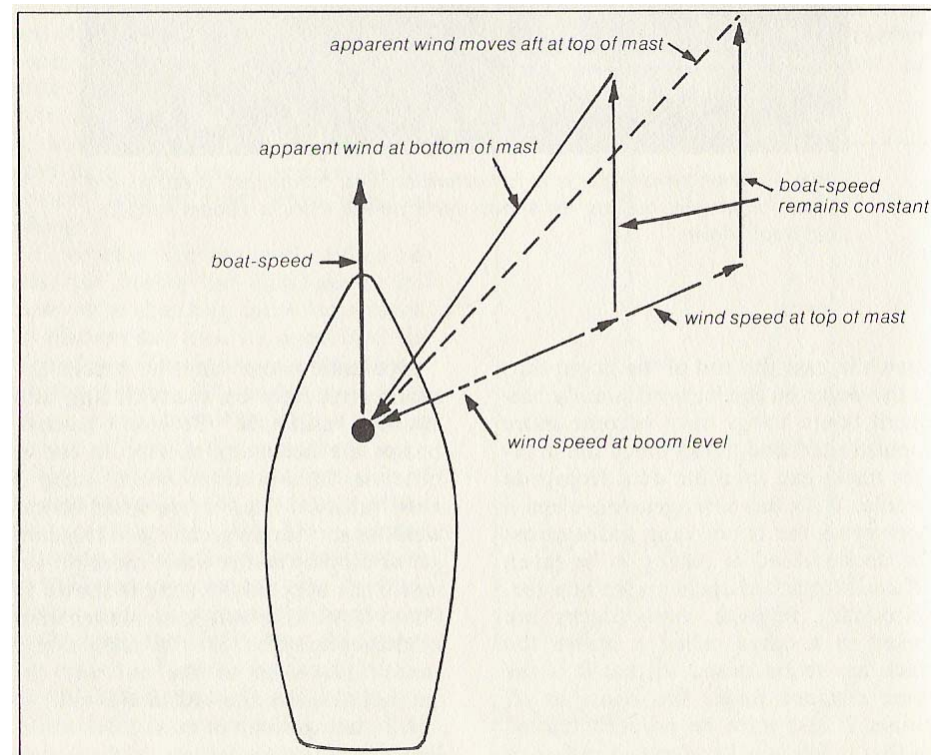
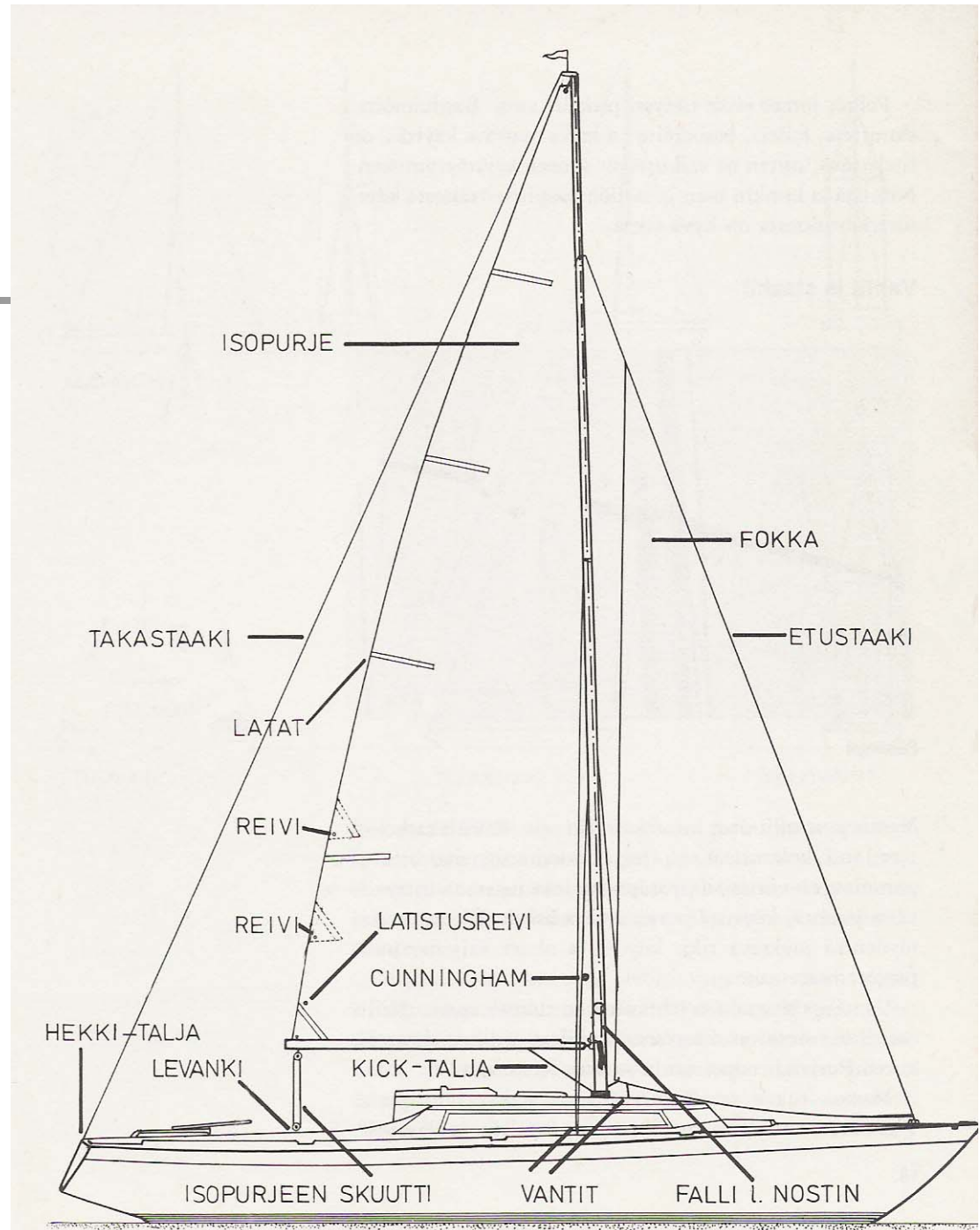


Figure 2: Increased wind velocity at higher levels moves apparent wind direction aft (drawing not to scale)

Trimmauksen työvälineet

- Trimmauksessa käytetään apuna:
 - Kiinteää rikiä
 - Juoksevaa rikiä





Trimmauksen työvälineet

- Trimmauksessa käytetään apuna:
 - **Kiinteää rikiä**
 - Mastoa trimmataan, niin että purje näyttää hyvältä, eikä päinvastoin
 - Ei käsitellä tässä esityksessä tämän tarkemmin
 - **Juoksevaa rikiä**
 - Purjeita säätävä köysistö



Trimmauksen työvälineet/iso

- **Peräharus / Hekki**

- vaikuttaa sekä purjeen muotoon sen ylä- ja keskiosassa että isopurjeen kiertoon, jollei skuuttia käytetä samanaikaisesti.

- **Ison skuutti**

- vaikuttaa purjeen kiertoon ja kulmaan tuulen suhteen. Löysääminen lisää hieman syvyyttä purjeen ala- ja keskiosassa.

- **Levanki**

- vaikuttaa sekä ison kulmaan veneen keskilinjan suhteen että skuutin "kireyteen" ja siten kiertoon.



Trimmauksen työvälineet/iso

- **Alaliesman kireys / Outhaul**

- vaikuttaa purjeen syvyyteen purjeen alaosassa

- **Puomin alasetäjä / Kikka**

- vaikuttaa purjeen kiertoon. Taivuttaa mastoa alhaalta ja siten latistaa vastaavasti isoa (taipuisat mastot).

- **Gunningham**

- vaikuttaa purjeen alaosan vaakaleikkaukseen estäen profiilia siirtymästä taaksepäin.

Trimmauksen työvälineet/iso

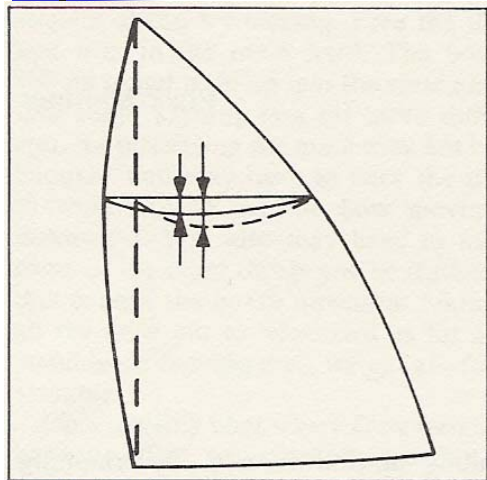
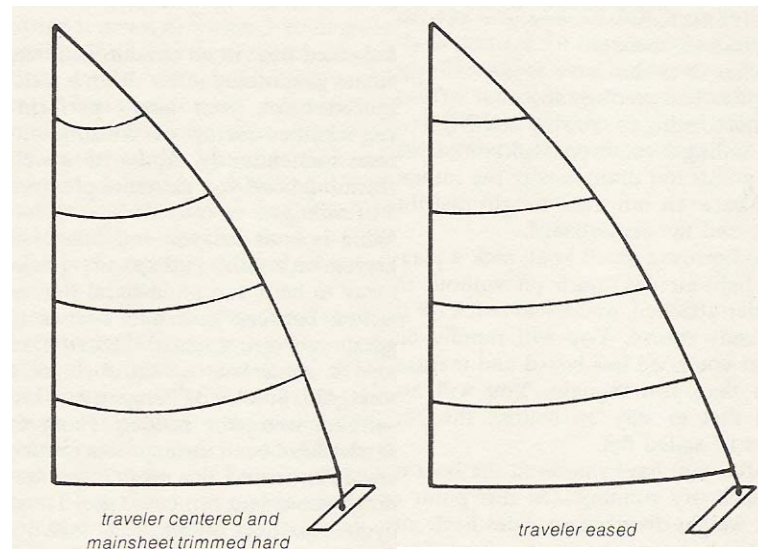


Figure 1: Flattening a sail by increasing mast bend reduces draft

maston taivutus



levangin paikka

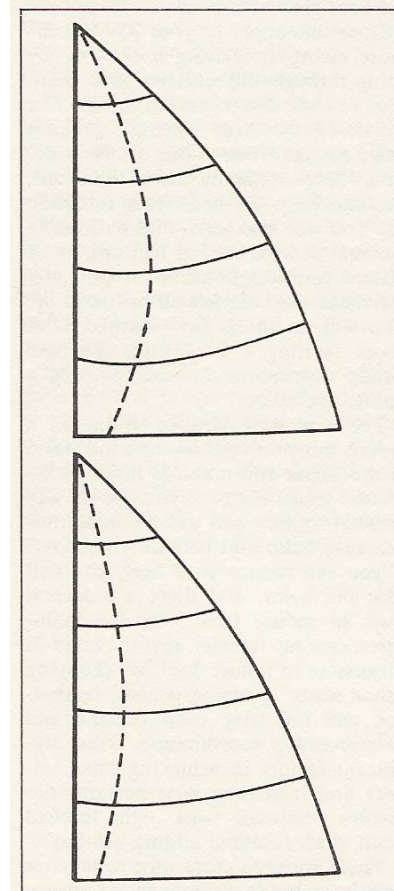


Figure 2: Increasing luff tension moves draft forward

nostimen kireys



Trimmauksen työvälineet/genoa

- **Peräharus / Hekki**

- Kiristää keulaharusta ja vähentää notkoa.
Kiristäminen lisää kiertoa ja latistaa purjetta keski- ja yläosasta

- **Genoan nostin**

- vaikuttaa sekä etuliesman että takaliesman kireyteen – kierto vähenee ja sola sulkeutuu.
Kiristäminen pyöristää genoan etureunaa.
Säädetään yhdessä skuutin kanssa.



Trimmauksen työvälineet/genoa

- **Genoan skuutti**

- vaikuttaa purjeen syvyyteen ja kiertoon.

- **Genoan skuuttipiste pitkittäin**

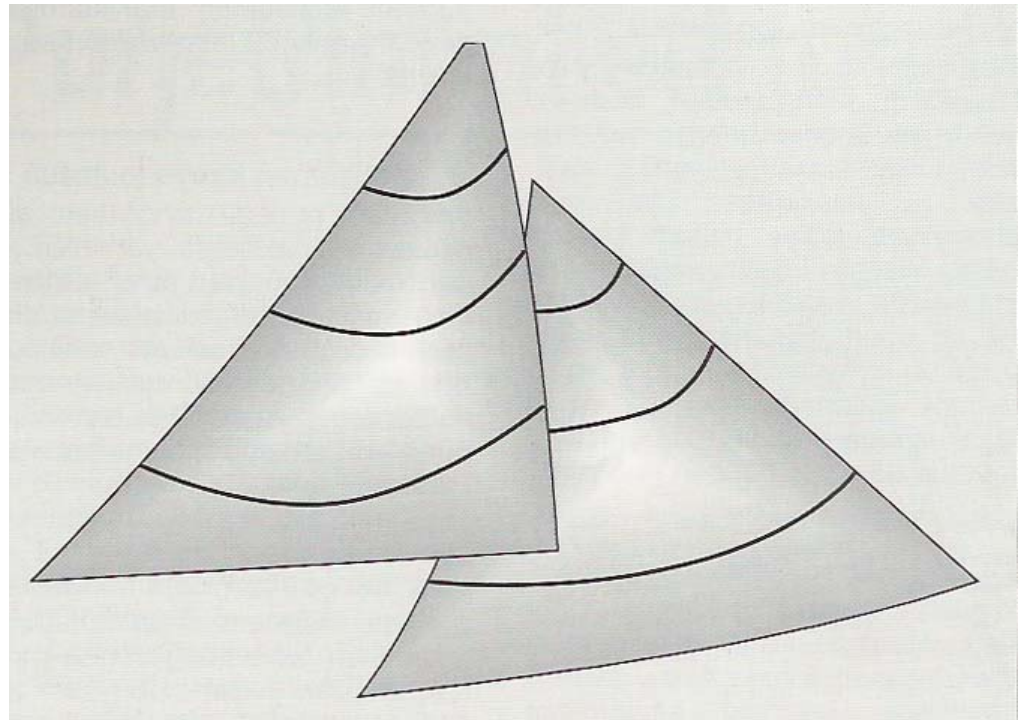
- vaikuttaa voimakkaimmin purjeen syvyyteen alaosassa ja kiertoon keski- ja yläosassa

- **Genoan skuuttipiste poikittain**

- vaikuttaa sekä purjeen kulmaan veneen keskilinjan suhteen että keula- ja isopurjeen väliseen solaan.

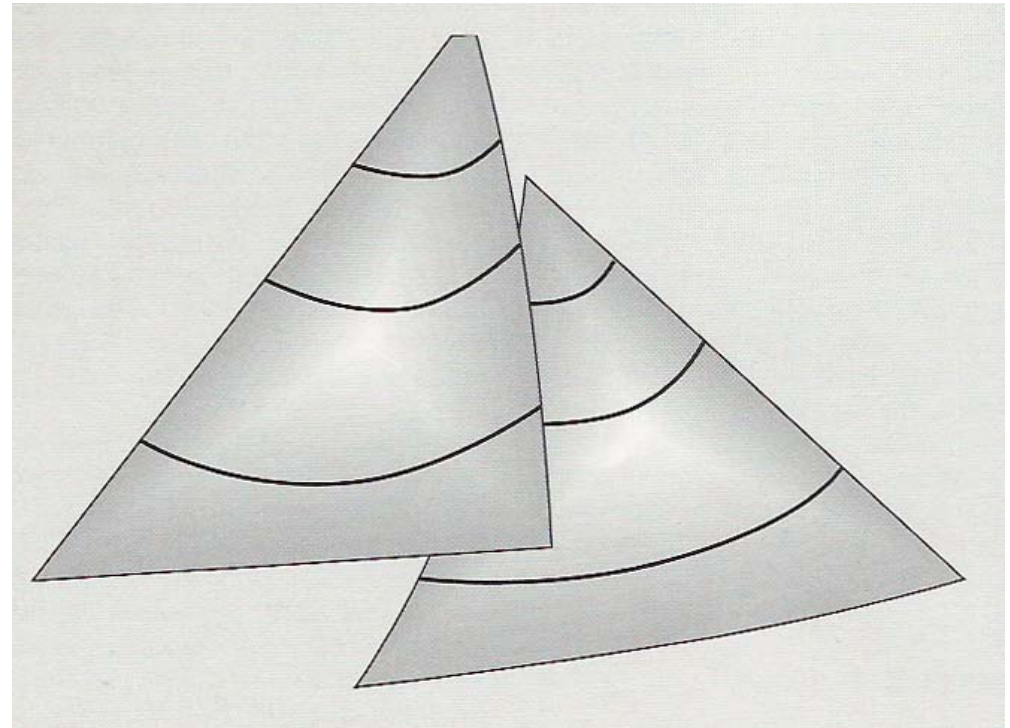
Trimmi kevyttuuli

- Aivan tyynessä trimmaa purjeet litteäksi
- Kun tuulee edes jonkun verran trimmaa pulleaksi kiertäen yläosa samalla auki



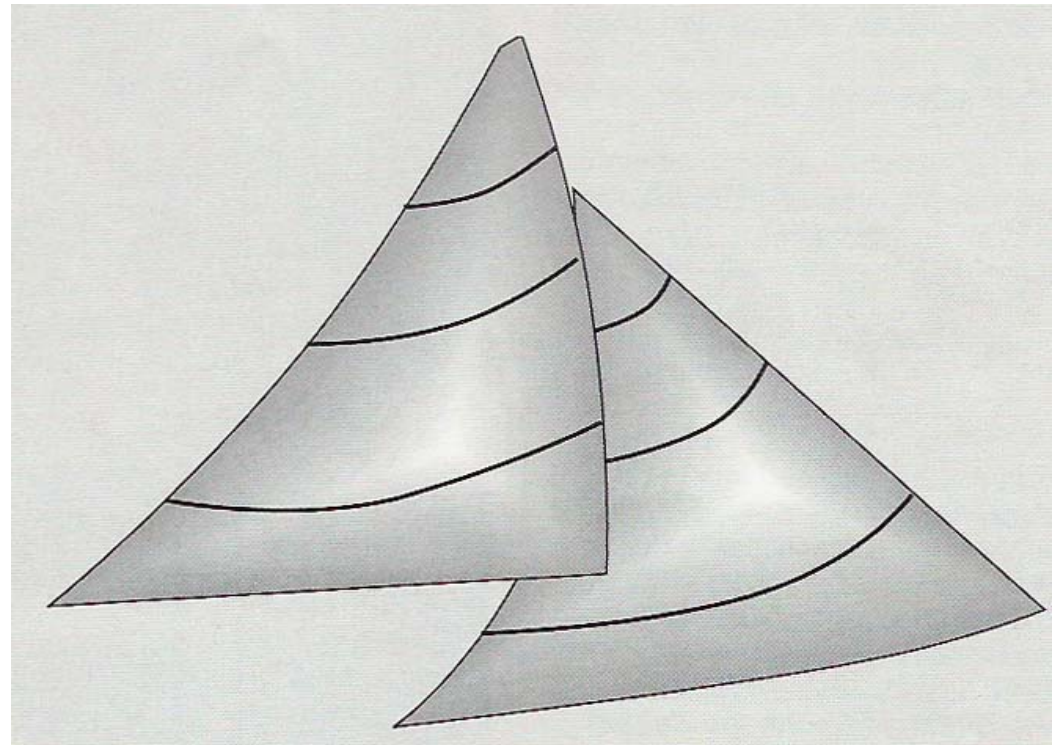
Trimmi keskituuli

- Iso pullea ja sen takaliikki saa hieman sulkea, ei twistiä ellei ole aallokkoa
- Sola saa olla kiinni niin kauan kun genoan pakkituuli ei häiritse ison muotoa



Trimmi kovatuuli

- Latista purjeet reilusti varsinkin yläosistaan ja anna sekä ison että genoan kiertyä voimakkaasti





Purjeiden vaihteet

- Purjeilta tarvittavat ominaisuudet ovat mitä erilaisimpia. Trimmaajan tulisi osata käyttää purjeita kuin vaihteistoa:
 - Kiihdytys
 - Alhainen sorto
 - Nousukulman maksimointi



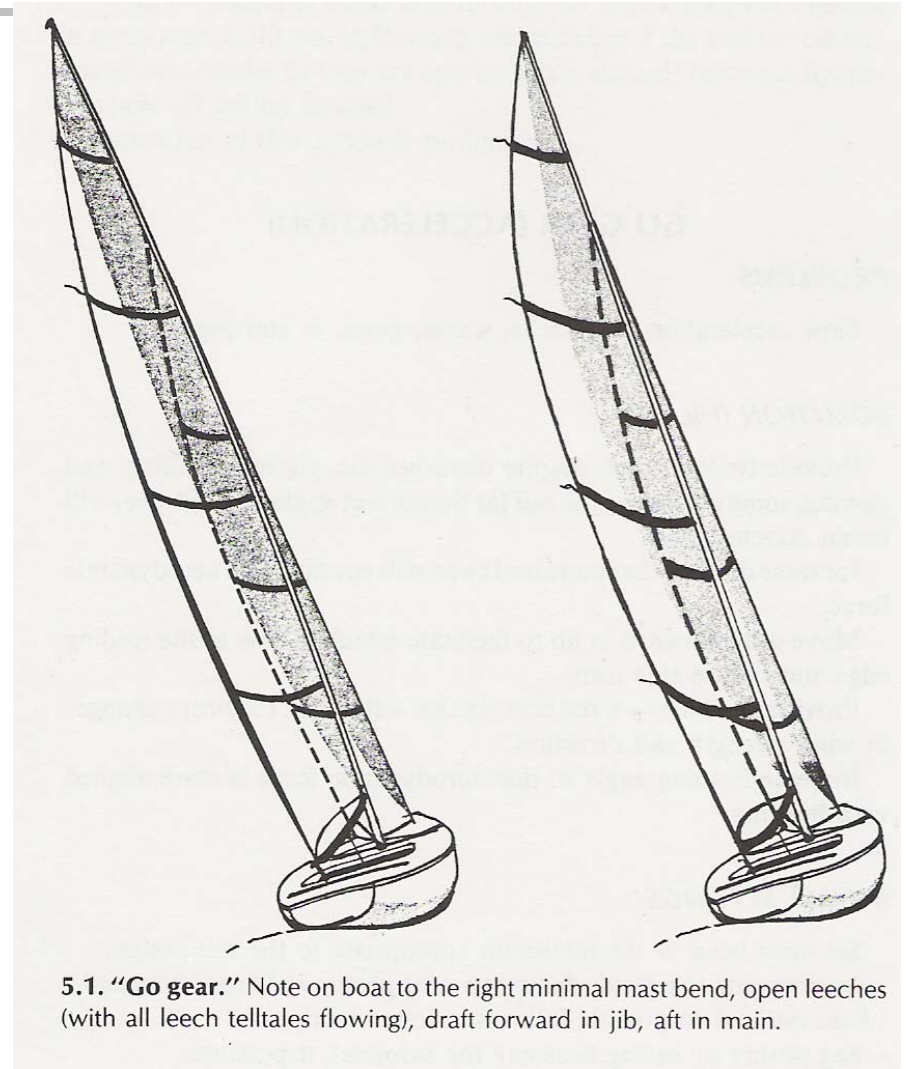
Purjeiden vaihteet

- Kiihdytys

- Käännöksen jälkeen, aallokossa, puuskassa tai lähtölinjalla
 - Lisää twistiä siten, että aalloista, heilumisesta ja nyökkimisestä huolimatta edes osa purjeesta vetää
 - Pussikas trimmi lisää voimaa purjeisiin
 - Laske kurssia hieman, niin että purjeiden voima on paremmin kurssin suuntainen

Purjeiden vaihteet

- Kiihdytys



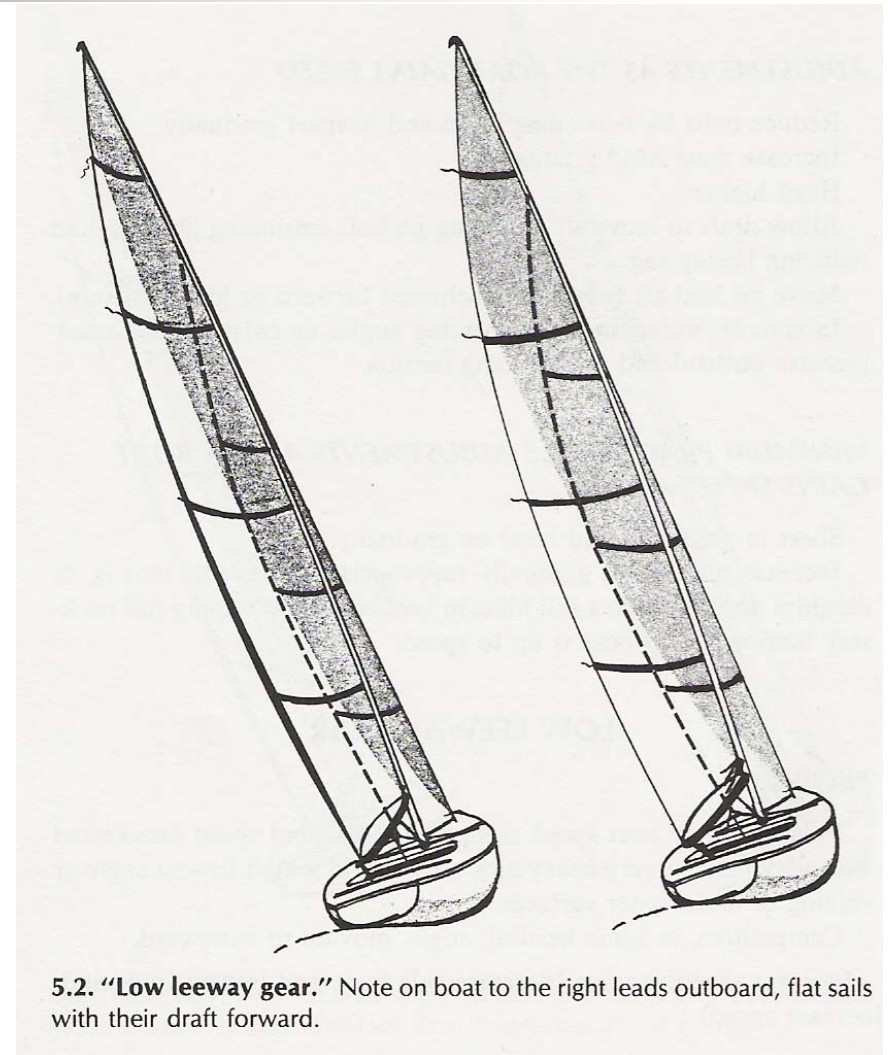


Purjeiden vaihteet

- Alhainen sorto
 - Veneen nopeus alhainen suhteessa tuulennopeuteen kasvattaa sortoa
 - Laske kurssia
 - Löysää skuutteja suunnataksesi purjeen voimaa eteenpäin nopeuden kasvattamiseksi

Purjeiden vaihteet

- Alhainen sorto



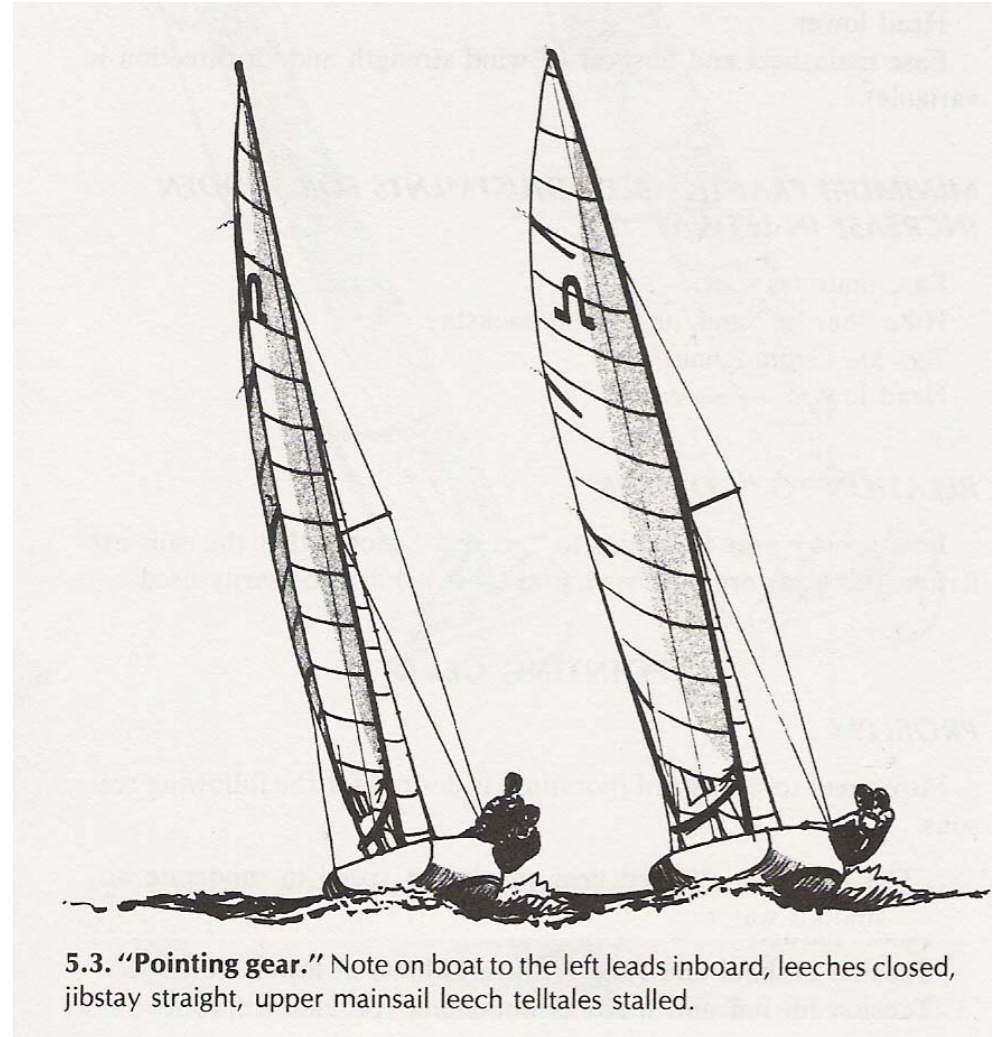


Purjeiden vaihteet

- Nousukulman maksimointi
 - Keskituulella tasaisessa vedessä melkein täydessä vauhdissa edellä ajava nostattaa ja yrittää pakottaa tekemään käännöksen
 - aja ylemmäksi
 - kiristä ison skuuttia niin, että puomi on keskilinjalla
 - keulapurje skuutataan tiukalle ja sisimpään mahdolliseen asemaan
 - kiristä hekkiä, notko pois keulaharuksesta.

Purjeiden vaihteet

- Nousukulman maksimointi





Purjeiden vaihteet

- Taitava purjehtija osaa siis vaihtaa vaihteelta toiselle tilanteen ja tarpeen mukaan
- Tilanne radalla määrää mikä on kulloinkin järkevin vaihtoehto, nopeuden, nousukulman tain kulloisenkin kisatilanteen ja -strategian mukaan

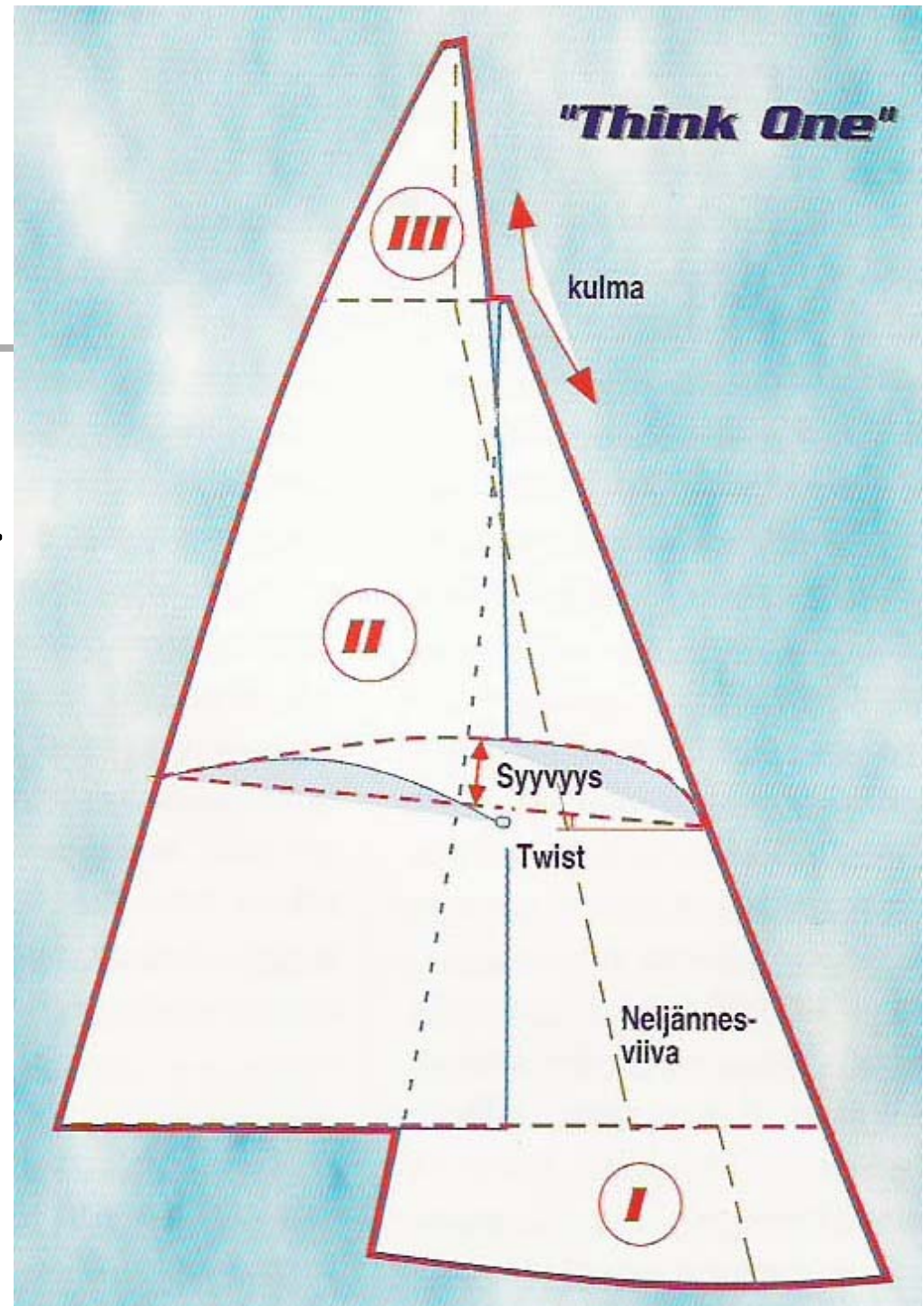


Think one

- Iso ja genoa / fokka muodostavat yhdessä tuuleen nähden yhden yhtenäisen siipiprofiilin jonka muoto ratkaisee purjeiden suorituskyvyn.
 - Profiili alkaa keulapurjeen etureunasta ja päättyy isonpurjeen takaliikkiin.

Think one

- Think one periaate.





Purjeen kosmetiikkaa

- Purjeiden trimmauksessa ei voida välttää ryppyjen muodostumiseen purjeen pintaan
 - rypyt eivät pääsääntöisesti ole haitallisia, elleivät ne vaikuta purjeen takaliikin muotoon / paikkaan.
 - esim lattataskun etureunassa on ryppy, joka muuttaa latan / takaliikin asentoa
 - tyypillisesti isopurjeessa ryppyjen ei ole merkitystä aerodynamiikkaan, kun maston takana virtaus on joka tapauksessa pyörteinen ja häiriintynyt

Purjeen kosmetiikkaa

- maston takana ei rypyillä ole suurtakaan merkitystä, kun virtaus on muutenkin jo häiriintynyt.
- Vain pieni osa kokonaisvastuksesta on purjeen kitkavastusta
 - esim purjeen jättöpyörre on kevyessä tuulessa yli 80% vastuksesta. Kovassakin tuulessa vielä 50%

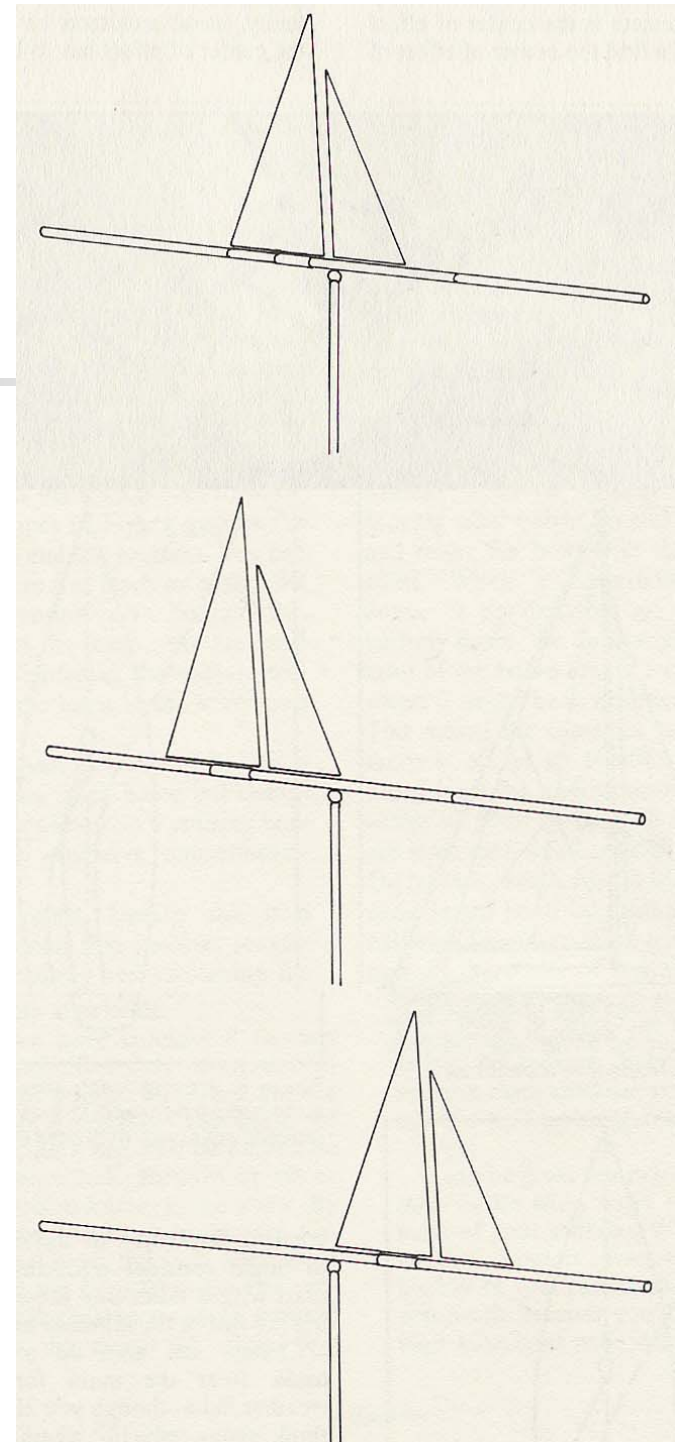
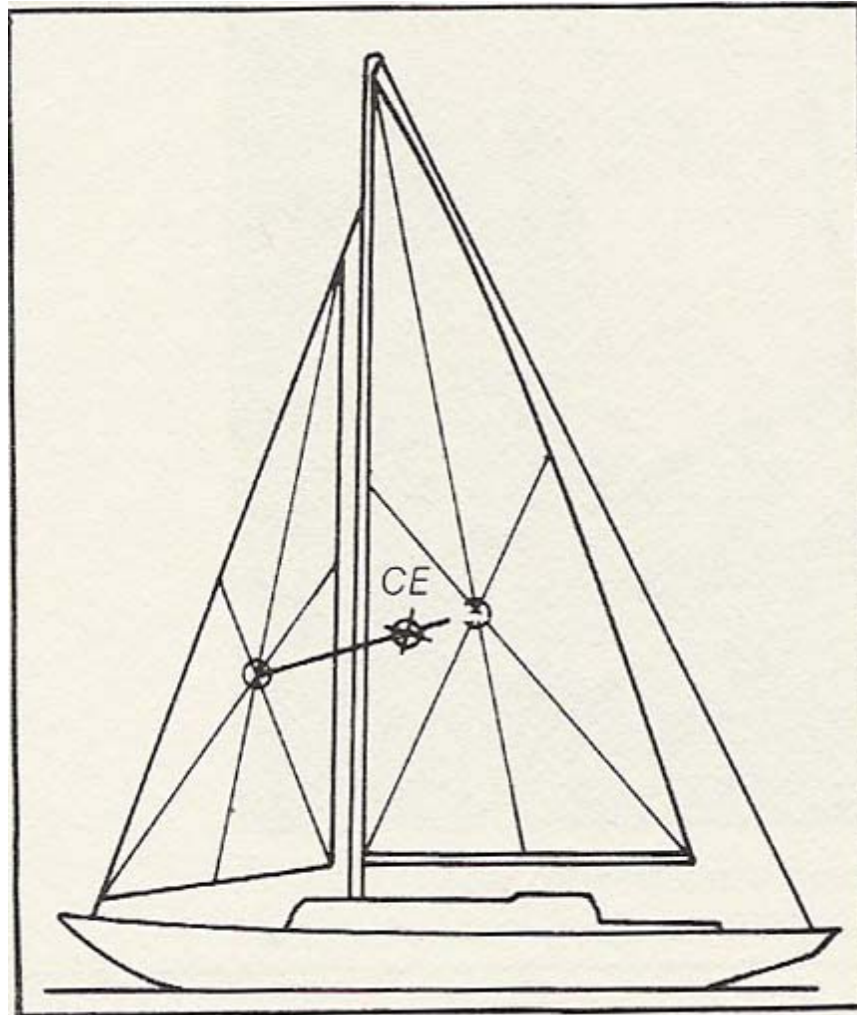




Lateraalitasapaino

- Yleensä veneessä purjeeseen vaikuttavien voimien keskipiste sijaitsee hieman vedenalaiseen runkoon vaikuttavien voimien takapuolella
 - tämän takia veneet ovat yleensä ns. luovikärkkäitä, eli pyrkivät kääntymään tuuleen
 - liika pinnapaine jarruttaa venettä turhaan

Lateralitasapaino





Virtauslangat ja liehut

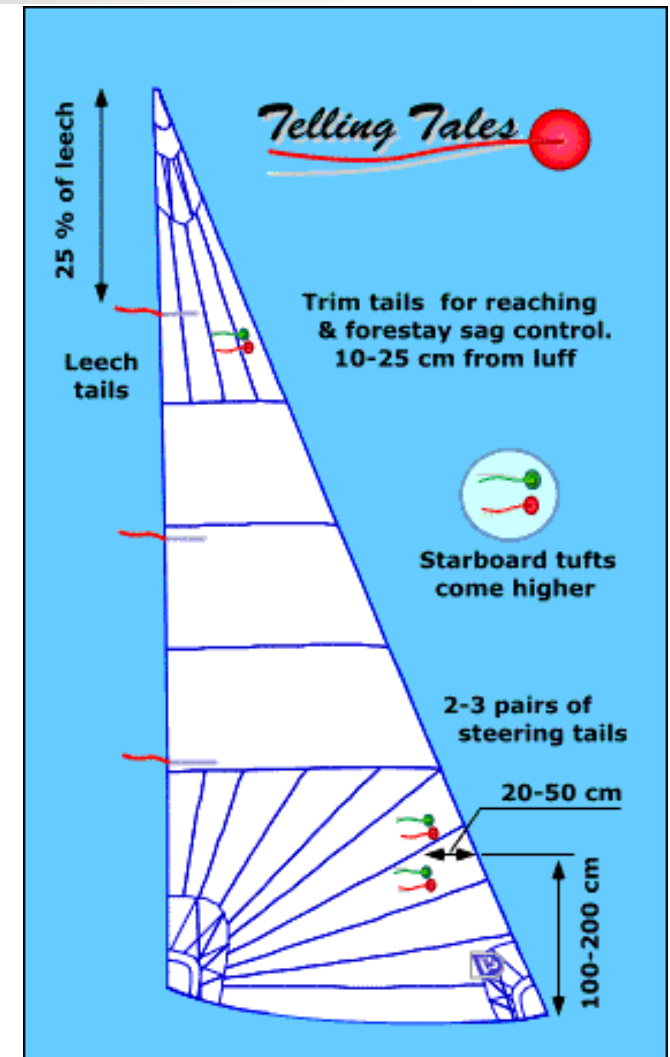
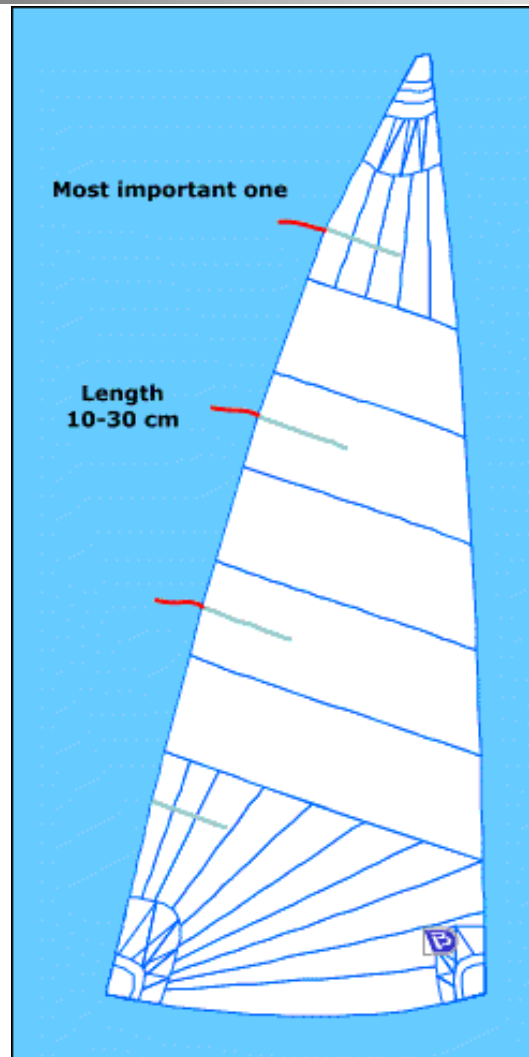
- Yleensä etupurjeeseen liimataan etuliikistä noin 30 – 50 cm päähän molemmille puolin ns. virtauslangat
 - Tärkein eli "ajolanka" on $\frac{1}{4}$ leikkauksen kohdalla alhaalta katsoen
 - $\frac{1}{2}$ ja $\frac{3}{4}$ leikkausten kohdille on myös hyvä laittaa langat, joilla voidaan arvioita skuuttipisteen paikkaa oikeaa trimmiä / twistiä etsittäessä



Virtauslangat ja liehut

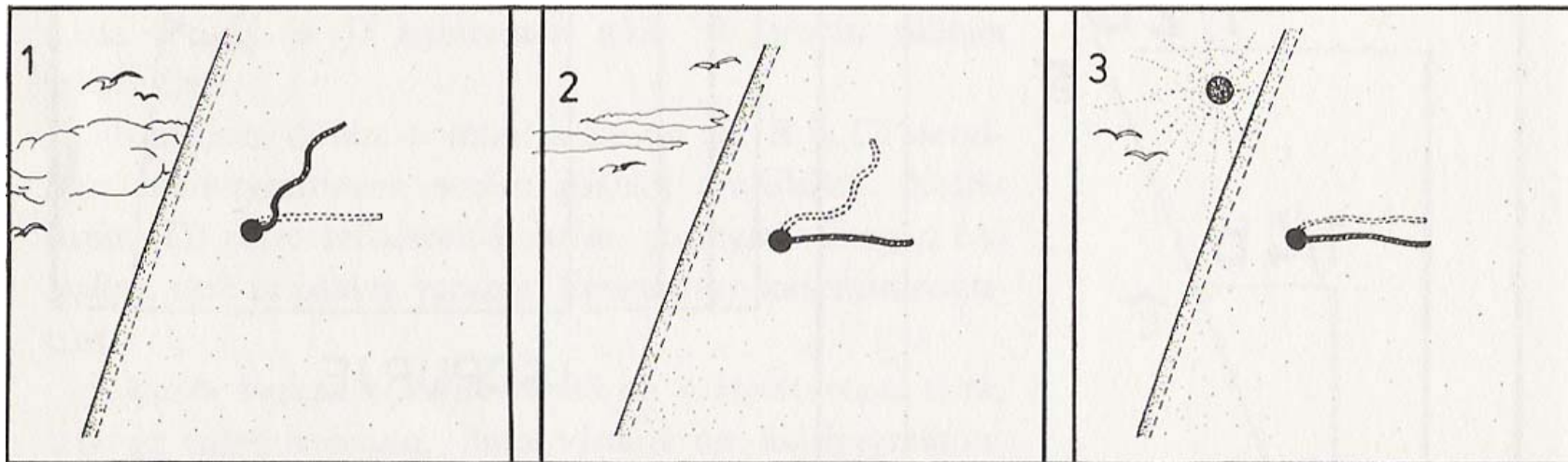
- Etupurjeen takaliikiin on ommeltu 10-30cm pituinen liehu ($\frac{1}{4}$), $\frac{1}{2}$ ja $\frac{3}{4}$ vaakaleikkausten kohdalle
- Isossa purjeessa vastaavat liehut ovat monesti kahden ylimmän latan kohdalla.
 - Liuhulla voidaan arvioida virtausta purjeen takaliikin alueella vrt. sulkeeko purje vai onko se avoin.
 - Myös genoan ja ison välisen solan toiminnasta saadaan liuhuilla arvokasta tietoa.

Virtauslangat ja liehut



Virtauslangat ja liehut

Keulapurjeen langat kryssillä



ajat liian ylös

ajat liian alas

suunta on oikea

tumma lanka on tuulen puolella



Virtauslangat ja liehut

- Ajolangat

- Kun genoan suojan puolen lanka ei lennä purje sakkaa ja sen voima loppuu. Tällöin aja ylemmäksi / löysää skuuttia
- Kun kevyellä tuulella genoan suojan puoleinen lanka juuri irtoamaisillaan ja tuulen puolen lanka lentää on veneen vauhti parhaimmillaan



Virtauslangat ja liehut

- Ajolangat

- Keskituudessa vauhti on paras, kun tuulen puolen lanka ajoittain nousee ylöspäin.
- Kovemmassa kelissä langat menettävät merkitystään. Tällöin ajetaan kallistuksen, aaltojen ja tuulen puuskien mukaan



Virtauslangat ja liehut

- Liehut

- Eniten hyötyä kevyissä keleissä

- Kun ison ylin liehu katoaa purjeen taakse kokonaan on skuutti liian kireä
- Kevyessä kelissä ison ylimmän liehun tulee näkyä noin puolet ajasta
- Älä koskaan jalusta genoaa niin kireälle, että liehut "kuolevat"



Yhteenveto

- Purjeiden säätäminen on taitolaji, missä hyvällä teoriaosaamisella voi helposti lyhentää käytännön oppimiseen kuluva aiaa.
- Purjeen muodon kolmiulotteellisuus ja erilaisten säätöjen vaikutuksen sisäistäminen ja ymmärtäminen ottaa aikansa.
- Vaikeinta on hakea optimaalinen trimmi, koska se vaatii teorian ja käytännön hallitsemista yhdessä kokemuksen kanssa.
 - Ei ole yhtä oikeaa trimmiä / purjeen muotoa. On vain trimmejä ja muotoja, jotka ovat vähemmän huonoja kuin toiset.