



Mittarit ovat olennainen osa nykyaikaista avomerikilpavenettä. Totta kai ilman mittareita tulee toimeen, onhan sitä ennenkin purjehdittu perstuntumalla. Perstuntuma on edelleenkin kaiken perusta, kunnon mittaristo onkin väline, jolla tätä tuntumaa luodaan. Osa mittareista, kuten kompassi ja loki ovat välttämättömiä jo navigoinnin ja turvallisuuden kannalta. Myös kilpapurjehduksen kannalta nämä ovat oleellisimmat mittarit. Kompassin avulla nähdään tuulen suunnan muutokset luovilla ja lokista nähdään trimmauksen vaikutukset. Vaan entäpä tuulen suunnan muutokset lenssillä? Tällöin tarvitaan jo tuulimittari, sillä pelkän windexin ja kompassin avulla shiftien havaitseminen on hankalaa. Tuulen nopeus on oleellinen tieto tehtäessä purjevalintoja. Tuulen voimakkuutta oppii arvioimaan, mutta huomattavasti helpompaa on lukea se mittarista. Kuten sanottu, mittaristo on apuväline, joka tuo purjehtijalle tietoa vallitsevista olosuhteista ja veneen käyttäytymisestä.

Mittaristo yksinään ei paranna veneen suorituskykyä - oleellista on kuinka veneen

miehistö osaa käyttää saadun tiedon hyväkseen veneen trimmauksessa, ohjauksessa ja taktiikan valinnassa. Huippuhienostakaan mitarijärjestelmästä ei ole mitään iloa ellei sitä osaa käyttää ja sen tuomia mahdollisuuksia hyödyntää.

### Suoraan mitattavat ja laskettavat suuret

Mittariston tuottama tieto voidaan jakaa kahteen kategoriaan. Ensimmäiseen kuuluvat suuret, jotka saadaan suoraan mittaamalla. Toisessa kategoriassa on suuret jotka saadaan laskemalla, käyttäen hyväksi mitattuja suureita, sekä mahdollisesti veneen ominaisuuksista kertovaa perustietoa.

**1 Nopeus** mitataan useimmiten yhdellä tai kahdella veneen pohjaan sijoitetulla mekaanisella virtausanturilla, joka antaa mittaristolle pulsseja joiden taajuus riippuu veneen nopeudesta. Mittarille annetaan tieto joko pulssien määrästä mailille tai pulssitaajuudesta per solmu. Tämän tiedon perusteella mittariston prosessori laskee nopeuden ja kuljetun matkan.

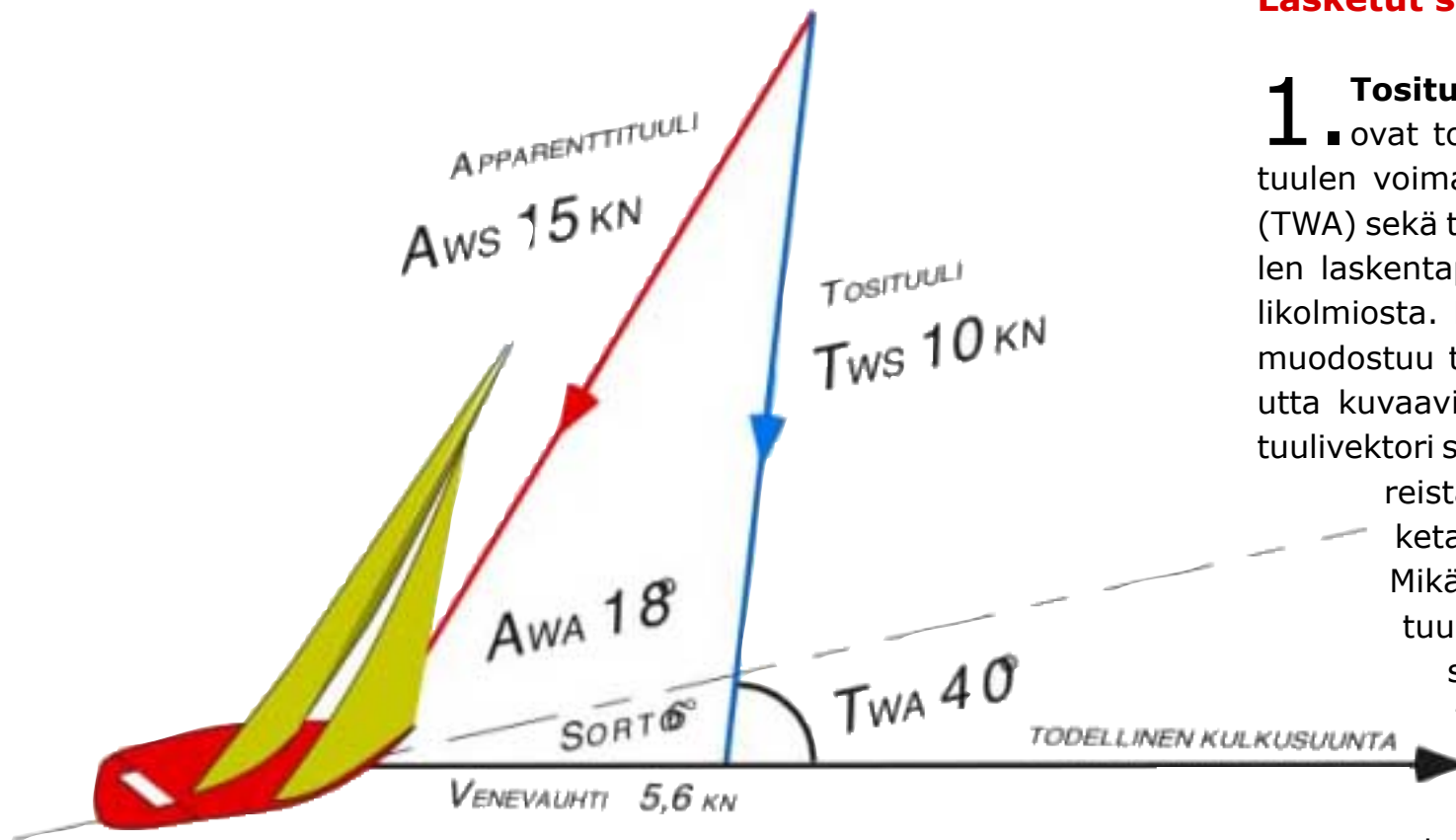


**2-3 Tuulen voimakkuus ja suunta.** Tuulen suunta ja nopeus mitataan maston huippuun sijoitetulla yksiköllä, jossa on sähköinen tuuliviiri sekä nopeutta mittaava virtausanturi eli anemometri. Tuuliviirin suunta ja anemometrin pyörimisnopeus siirretään mittariin jo-ko analogisena tai digitaalisena tietona, jossa ennalta määrättyjen kertoimien avulla lasketaan tuulen suhteellinen kulma ja suhteellinen nopeus. On huomattava, että näin saadaan tuulen kulma ja nopeus ainoastaan mastonhuippuanturiin nähden. Purjeen vääntäessä mastoa, sen huippu kiertyy ja tuulikulma näyttää pienemmältä kuin se todellisuudessa on. Kiertymisen suuruuteen vaikuttaa maston rakenne ja tuulen voimakkuus. Kiertymisen suuruutta on vaikea arvioida, joten useimmissa mittaristoissa sen vaikutus on jätetty huomioimatta. Toinen "virhetekijä" on itse tuulen kiertyminen. Määrätyissä sääolosuhteissa tuulen suunta maston huipussa voi poiketa huomattavasti tuulen suunnasta veden pinnassa. Tällöin syntyy helposti vaikutelma, että vene nousee paremmin toisella halssilla. Tuulen voimakkuudessa on aina jonkin suuruinen gradientti, tuulen voimakkuus maston huipussa on suurempi kuin pinnassa, jolloin veneen

kulkuun vaikuttava tuuli on heikompi kuin mittarin näyttämä. Lisäksi purjeen huipun yli vuotava virtaus vielä vääntää apparentti-tuulta tosituulen suuntaan. Gradientin ja kiertymän suuruutta on vaikea mitata, parhaiten niiden suuruutta voi arvioida purjeiden trimmistä ja paineesta. Mikäli vantteihin ja keulastaagiin on asennettu voima-antureita, voi niiden näyttämää käyttää apuna gradientin arvioimisessa. Tärkeintä on tiedostaa edellämainittujen ilmiöiden olemassaolo, eikä luottaa sokeasti mittarin näyttämään lukuarvoon.

**4 Kurssi.** Neljäntenä perussuurena on veneen kurssi, joka saadaan sähkökompassista. Nykyaikaiset sähkökompassit toimivat ns. fluxgate periaatteella, jossa maan magneettikentän ja kompassin nolla-akselin välinen kulma mitataan sähköisellä anturilla. Sähkökompassiin vaikuttavat täysin samat virhetekijät kuin muihinkin kompasseihin. Sähkökompassin näyttämä olisi hyvä saada samaksi kuin muiden veneessä olevien kompassien antamat suunnat, jotta veneen kurssi olisi yksikäsitteinen asia.

Edellä mainitut perussuureet (kurssia lukuunottamatta) ovat suhteellisia, eikä niiden absoluuttisella tarkkuudella ole suorituskyvyn kannalta kovin suurta merkitystä. Tärkeintä



on, että mittari näyttää samoissa olosuhteissa samaa, suhteellisen oikeaa lukuarvoa. Tarkkuuden suurin merkitys tulee esille käytettäessä perussuureita laskettujen suureiden lähtötietoina. Kaikkien perussuureiden täytyy olla mahdollisimman oikeita, jotta seuraavassa esitettävät lasketut suureet olisivat käyttökelpoisia.

### Lasketut suureet

**1. Tosituuli.** Tärkeimmät lasketut suureet ovat tosiuuleen liittyvät suureet: tosiuulen voimakkuus (TWS), tosiuulen kulma (TWA) sekä tosiuulen suunta (TWD). Tosiuulen laskentaperiaate käy ilmi oheisesta tuulikolmiosta. Mitattu tuulen suunta ja nopeus muodostuu todellista tuulta ja veneen nopeutta kuvaavien vektorien summana. Mitattu tuulivektori saadaan suoraan tuulen perussuureista ja veneen nopeusvektori lasketaan nopeuden ja suunnan avulla. Mikäli sähkökompassia ei ole, voidaan tuulikolmio laskea veneen keskiakselin suhteen jolloin todellinen tuulen suunta jää tuntemattomaksi. Todellinen suunta saadaan laskemalla mittariston tuottama todellinen tuulikulma ja



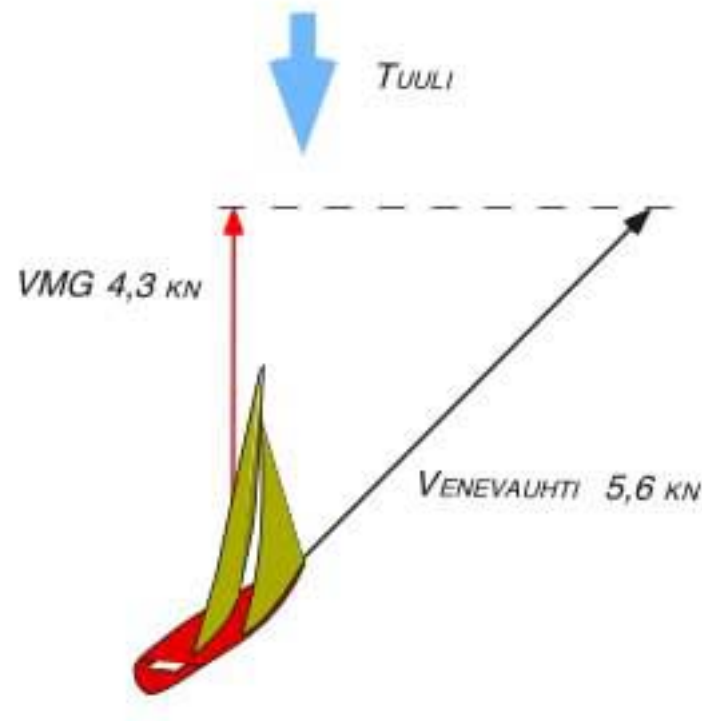
erillisestä kompassista saatu veneen kurssi yhteen. Joissakin mittaristoissa otetaan myös veneen sortuma huomioon todellista tuulta laskehtaessa. Veneen nopeusvektori ei ole veneen keskilinjan suuntainen, vaan osoittaa veneestä riippuen keskimäärin 4-6 astetta keskilinjan suojan puolelle. Kuten tunnettua, sortuman suuruus riippuu veneen nopeudesta ja

kallistuskulmasta, joten sortumaa ei voida huomioida kiinteällä korjauksella, vaan mittaristossa on oltava kallistusmittari.

Suurin virhetekijä todellisen tuulen suunnan laskennassa on tuulen ja veneen vuorovaikutus. Kuten aikaisemmin todettiin tuulimittari mittaa maston huipussa näkyvää suhteellista tuulta. Tämä tuuli ei kuitenkaan ole tosituuli, sillä purjeet muodostavat esteen tuulen vapaalle virtaukselle, muuttaen tuulen suuntaa. Tuulen suunta muuttuu jo purjeiden edessä eikä vasta purjeessa. Ilmiön huomaa vendassa tai jii-pissä, jolloin tuulen suunnan arvo muuttuu mikäli tosituulen korjaus ei ole kohdallaan. Tarvittavan korjauksen arvo riippuu tuulen ja purjeiden välisestä kulmasta, tuulen voimakkuudesta sekä purjeiden muodosta. Lisäksi aikaisemmin mainitut tuulen kiertyminen ja gradientti vaikuttavat korjaustermiin. Korjaustermien muodostusperiaate riippuu käytettävästä mittarista. Usein mittarissa on sisäinen

laskentakaava, jota muokataan yhden tai kahden kalibrintikertoimen avulla. Paras (ja myös työläin) tapa on taulukoida tarvittava korjaustermi tuulikulman ja voimakkuuden funktiona. Tällöin laskennassa käytetään joko suoraan taulukosta saatavaa, tai taulukkoarvojen väliltä interpoloitua korjauskerrointa. Toistaiseksi tällainen korjaustapa on käytössä vain kaikkein parhaimmissa mittarijärjestelmissä. Olipa korjaustapa mikä tahansa, tulisi todellinen tuulen suunta pyrkiä saamaan niin tarkaksi kuin mahdollista, jotta shiftit pystytään tunnistamaan oikein. Toinen tärkeä asia johon todellinen tuulen suunta suoraan vaikuttaa on seuraavan legin tuulikulmien laskenta. Erityisen tärkeää tämä on silloin, kun seuraavan legin tuulen suunta on lähellä spinaakkerin käyttöalueen rajaa.

Todellisen tuulen voimakkuuden tarkkuus riippuu veneen nopeuden ja suhteellisen tuulen voimakkuuden tarkkuudesta. Purjeiden ja tuulen vuorovaikutus vaikuttaa jonkin verran myös suhteellisen tuulen voimakkuuteen. Ilmiö on voimakkaimmillaan lenssillä, jolloin purjeen ohi virtaava ilma kiihtyy purjeen reunan lähellä. Tällöin lenssillä saadaan hieman todellista suurempia tuulen nopeuden arvoja. Käytetystä mittarista riippuu, onko tälle tekijälle korjauskerrointa vaiko ei.



**2. VMG.** Sana VMG on lyhenne englanninkielisestä termistä velocity made good, jolla tarkoitetaan veneen nopeusvektorin tuulen suuntaista komponenttia. Sama Suomen kielellä: VMG ilmoittaa veneen nopeuden suoraan tuulta kohti (luovilla) tai suoraan tuulen suuntaan (myötätuulussa). VMG:n absoluuttinen laskentatarkkuus ei sinänsä vaikuta sen käyttökelpoisuuteen, sillä tarkoituksena on kyseisen luvun maksimointi vallitsevissa olosuhteissa. VMG:n käytössä on oltava tarkkana: Se ei ole suure jonka mukaan venettä ohjataan. Mikäli näin tehdään, tulee veneen kurssi mutkittelevaksi eikä keskimääräinen VMG ole paras mahdollinen. VMG:n seuraaminen on annettava jonkun muun kuin pinnamiehen tehtäväksi. VMG:tä seuraamalla pyritään muodostamaan käsitys siitä, millä todellisen tuulen kulmalla se on suurimmillaan. Kun tämä kulma on löytynyt, venettä ohjataan sen mukaan. Parhaan VMG:n tuottava kulma vaihtelee tuulen voimakkuuden mukaan, joten se on etsittävä eri tuulen voimakkuuksilla ja kirjoitettava muistiin. Joissakin mittarijärjestelmissä tämän ns. targetin eli tavoitearvon voi syöttää mittarin tai taktiikkatietokoneen muistiin, jolloin tuulen muuttuessa uusi tavoite nähdään välittömästi. Parhaan VMG:n antavan tuulikulman

lisäksi kannattaa merkitä muistiin tällä kullalla saavutettava nopeus, jotta tiedetään, että veneen trimmi on kohdallaan. Tällöin on saatu kaksi oleellista mittarien käyttöön liittyvää suuretta: tavoitenopeus ja tavoite tuulikulma tietylle tuulen voimakkuudelle. Nämä tavoitearvot on etsittävä sekä luovilla että lenssillä.

### Mittarien kalibroinnista

Kalibroinnin tarkoituksena on asettaa mittaristoon korjauskertoimet, joiden avulla mittariston näyttämät arvot pyritään saamaan mahdollisimman oikeiksi. Korjauskertoimien määrä ja laatu vaihtelee mittaristosta toiseen, joten tarkat ohjeet kalibroinnista on parhaiten saatavissa mittariston käyttöohjeista. Seuraavassa käydään läpi kalibroinnin yleisiä menetelmiä ja periaatteita. Kalibroinnin merkitystä ei tule aliarvioida, sillä varsinkin laskettujen suureiden, kuten todellisen tuulen suunnan arvon tarkkuus riippuu usean perussuureen tarkkuudesta. Kalibrointi ja suureiden oikeellisuus kannattaakin tarkastaa aina kun siihen on mahdollisuus.

**1. Loki.** Lokin kalibrointi on paras suorittaa mahdollisimman tyynellä ilmalla, jolloin tuulen vaikutus on pienimmillään. Yksinkertaisin tapa on ajaa jokin tunnettu välimatka ja

verrata lokin antamaa matkaa tunnettuun ja laskea korjauskerroin. Tämän tavan heikkoutena on se, ettei virtaa oteta millään lailla huomioon.

Ajettaessa sama matka kahteen suuntaan ja vertaamalla kokonaismatkaa todelliseen, saadaan vakionopeuksisen virran vaikutus eliminoitua. Tämä on useimmiten riittävää Suomen oloissa, koska meillä ei esiinny voimakkaita vuorovesivirtoja.

Lokia kalibroitaessa on ajettavan matkan oltava riittävän pitkä, jotta matkan mittauksessa tapahtuva virhe ei vaikuta kalibrointiin. Myös tunnetun matkan määrävien kiintopisteiden tulee olla varmasti oletetussa paikassaan. Paras tapa on käyttää maalla olevia kiinteitä kiintopisteitä tai kiinteitä merimerkkejä, sillä ankkuroidut merimerkit ei välttämättä ole merikortin ilmoittamassa paikassa. Tämä pätee varsinkin keväällä, sillä jäät saattavat siirtää merkkejä pitkiäkin matkoja. Kalibroinnin apuna ja varmistuksena voidaan käyttää GPS:n ilmoittamaa nopeutta ja matkaa, hätätapauksessa kalibroinnin voi suorittaa kokonaan GPS:n antaman nopeuden avulla.

**2. Tuulikulma** Suhteellisen tuulikulman kalibrointi voidaan suorittaa usealla eri tavalla. Eri tapoja kannattaa yhdistellä, jol-



loin mahdollisesti tehty virhe paljastuu. Tuulikulman kalibroimisessa on tärkeää, että tuuli on mahdollisimman vakaa ja kiertyminen ja gradientti olemattomia. Kiertymisen takia esimerkiksi juuri alkaneessa merituulella ei kannata yrittääkään kalibroitua.

Tuulen ominaisuuksien vaikutus voidaan eliminoida suorittamalla kulman kalibrointi täysin tyynellä säällä koneella ajaen. Mikäli vene kulkee suoraan, tulee tuulikulman näyttää nollaa. Mikäli näytössä on jokin muu arvo täytyy korjauskerrointa muuttaa siten, että näyttö on nollassa.

Mikäli tyyntä säätä ei ole, täytyy kalibrointi suorittaa joko purjehtien tai kääntämällä vene tuuleen. Kun vene on täysin piissä, tulee mittarin näyttää nollaa. Ongelmana on tietää milloin keula osoittaa tarkalleen tuulen silmään. Tämä menetelmä kannattaakin yhdistää seuraavaksi esitettävään. Purjehtien suoritustessa kalibroinnissa luovitaan vuorotellen kummallakin halssilla ja merkitään tuulikulmat ylös. Kummankin halssin lukemista lasketaan keskiarvo ja keskiarvojen erotus on mittauksessa oleva virhe. Korostettakoon vielä kerran, että tuulen kiertymisen suhteen on oltava tarkkana, jottei kalibroida tuulta mittarin asemasta.

**3. Tuulen nopeus** Tuulen nopeuden kalibroinnissa kannattaa luottaa tehtaan tekemään kalibrointiin. Mikäli kalibrointi halutaan tarkastaa, niin ainoa oikea tapa on viedä mastonhuippuanturi tuulitunneliin ja mitata vaste tarkasti tunnetuilla virtausnopeuksilla. Ainoa kalibrointi jonka voi muuten tehdä, on lentsillä esiintyvän liian suuren näyttämän korjaus. Tasaisella tuulella näyttämän tulisi olla sama vasta ja myötätuulella. Käytetystä mittaristosta riippuu onko tälle virheelle korjausmahdollisuutta vai ei.

**4. Kompassi** Sähkökompassiin pätee samat säännöt kuin tavalliseenkin kompassiin. Laskettujen suureiden kannalta paras ratkaisu on kompensoida kompassi siten, ettei eksymää esiinny. Joissain järjestelmissä eksymätaulukon voi syöttää mittarille, parhaissa on automaattinen eksymän kalibrointi. Tässä asiassa kannattaa tutkia kompassin käyttöohjetta.

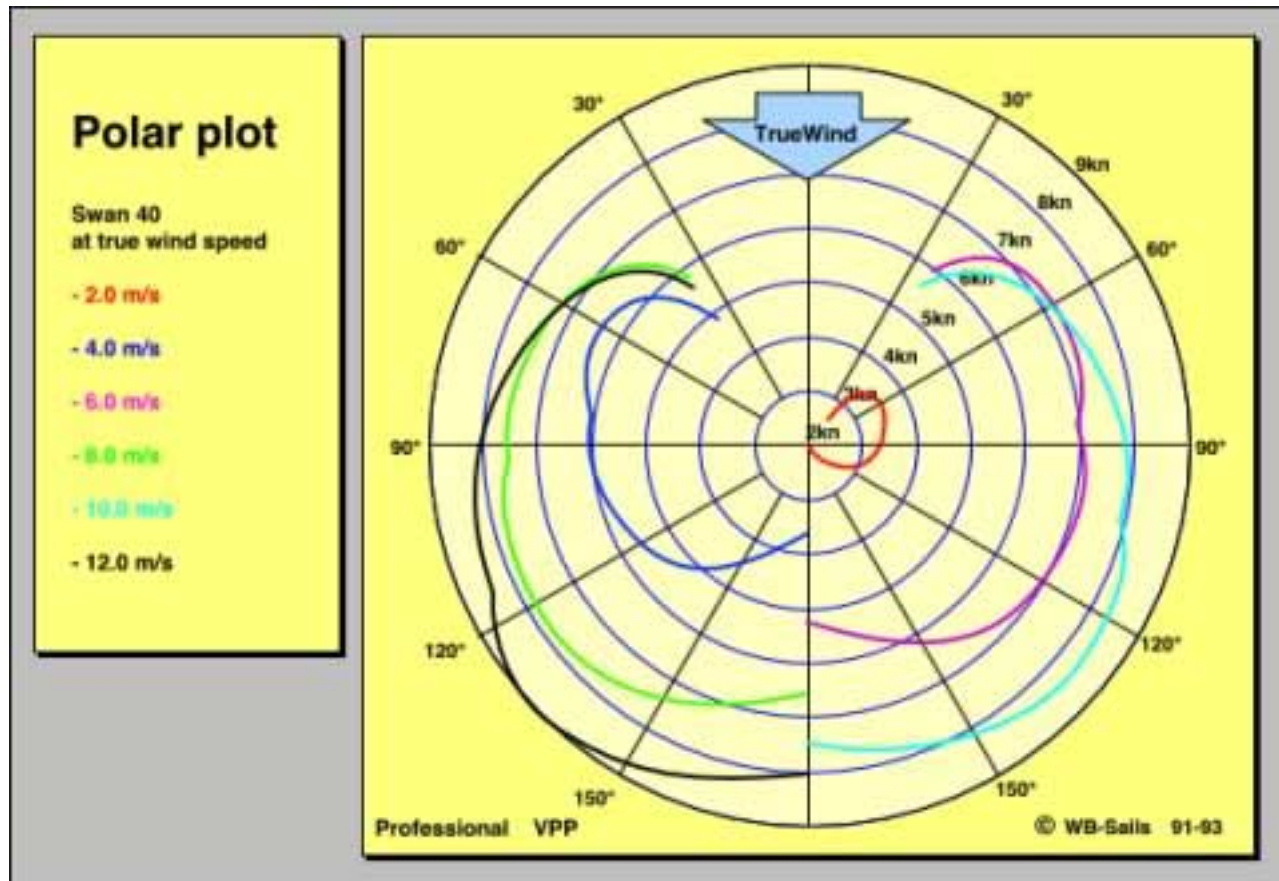
**5. Tosituuli** Työläin kalibroitava - ja ehkä tärkein - on todellisen tuulen suunnan saaminen oikeaksi. Kuten aiemmin mainittiin, tarvittavan korjauksen määrä riippuu tuulen voimakkuudesta ja kulmasta. Vaikkei veneessä olisikaan sähkökompassia, kannattaa seuraavalla menettelyllä arvioida käsin lasketussa tuulen suunnassa tehtävää virhettä

ja muodostaa tuntuma tarvittavasta korjauksesta. Tarvittava korjaus saadaan selville tuulen suunnan muutoksesta jiiipissä ja vastakäännöksessä. Korjauksen selvittämiseksi kannattaa muutos kirjata ainakin luovivendassa, lenssiijipissä sekä tiukassa slöörijipissä. Tarvittava korjaus on puolet havaitusta tuulen suunnan muutoksesta. Käytetystä mittaristosta riippuu, miten tämä korjaus

toteutetaan, joten jälleen paras apu löytynee mittarin ohjekirjasta.

Paras tapa arvioida veneen kunkin hetkistä suoritusta on polaarien käyttö. Polaarit on käyriä jossa veneen nopeus on piirretty tuulikulman funktiona eri tuulen voimakkuuksilla. Vertaamalla saavutettua nopeutta polaarin antamaan nopeuteen, saadaan käsitys saavutetusta suorituskyvystä. Mikäli jäädään jälkeen polaarin antamasta nopeudesta on jokin asia pielessä. IMS tasoitusjärjestelmä perustuu myös veneen polaareihin: Voittaja on se, joka purjehtii parhaiten oman veneensä laskettua polaarikäyrästä vastaan. Suorituskyvyn arvioinnissa käytettävän polaarin tulisi vastata mahdollisimman hyvin veneen todellista suorituskykyä. Veneen suunnittelijan laskemaa tai IMS-mittauksesta saatavaa polaaria voidaan pitää lähtökohdana, mutta purjehduksella saatavan tiedon avulla polaaria tulisi jatkuvasti korjata todellisuutta vastaavaksi. Varsinkin kryssi- ja lenssialue on tärkeä, sillä parhaan VMG:n tuottavat optimikulmat ja -nopeudet voidaan katsoa myös polaarista oheisen kuvan osoittamalla tavalla.

Toinen polaarien tärkeä käyttökohte on seuraavan legin suhteellisen tuulen kulman





ja voimakkuuden laskeminen. Todellisesta tuulen suunnasta ja seuraavan legin kursista saadaan seuraavan legin tuulikulma veneeseen nähden. Polaarista katsotaan tällä kulmalla saavutettava nopeus, jolloin suhteellinen tuuli voidaan laskea tuulikolmion avulla. Suhteellisen tuulen arvioiminen on tärkeää esimerkiksi käännyttäessä lenssiltä kryssille, jotta tiedetään mikä keulapurje on nostettava. Samaten slöörille käännyttäessä on hyvä tietää voidaanko spinaakkeri nostaa ja jos voidaan niin minkälainen. Mikäli mittarijärjestelmässä on mahdollisuus polaarien tallentamiseen, kannattaa tätä mahdollisuutta ehdottomasti hyödyntää. Tällöin optiminopeudet ja tuulikulmat saadaan automaattisesti, samoin seuraavan legin tuulitiedot. Jotta nämä polaarien ja laskettujen suureiden yhdistelmäällä saatavat suureet olisivat käyttökelpoisia on polaarin oltava tarkka ja mittariston kunnolla kalibroitu.