



# Liikemittaukset purjeveneessä, MP:n kilpakoulu 2013-01-28

*Christer Helenelund*

# Miksi mitata veneen liikkeitä?

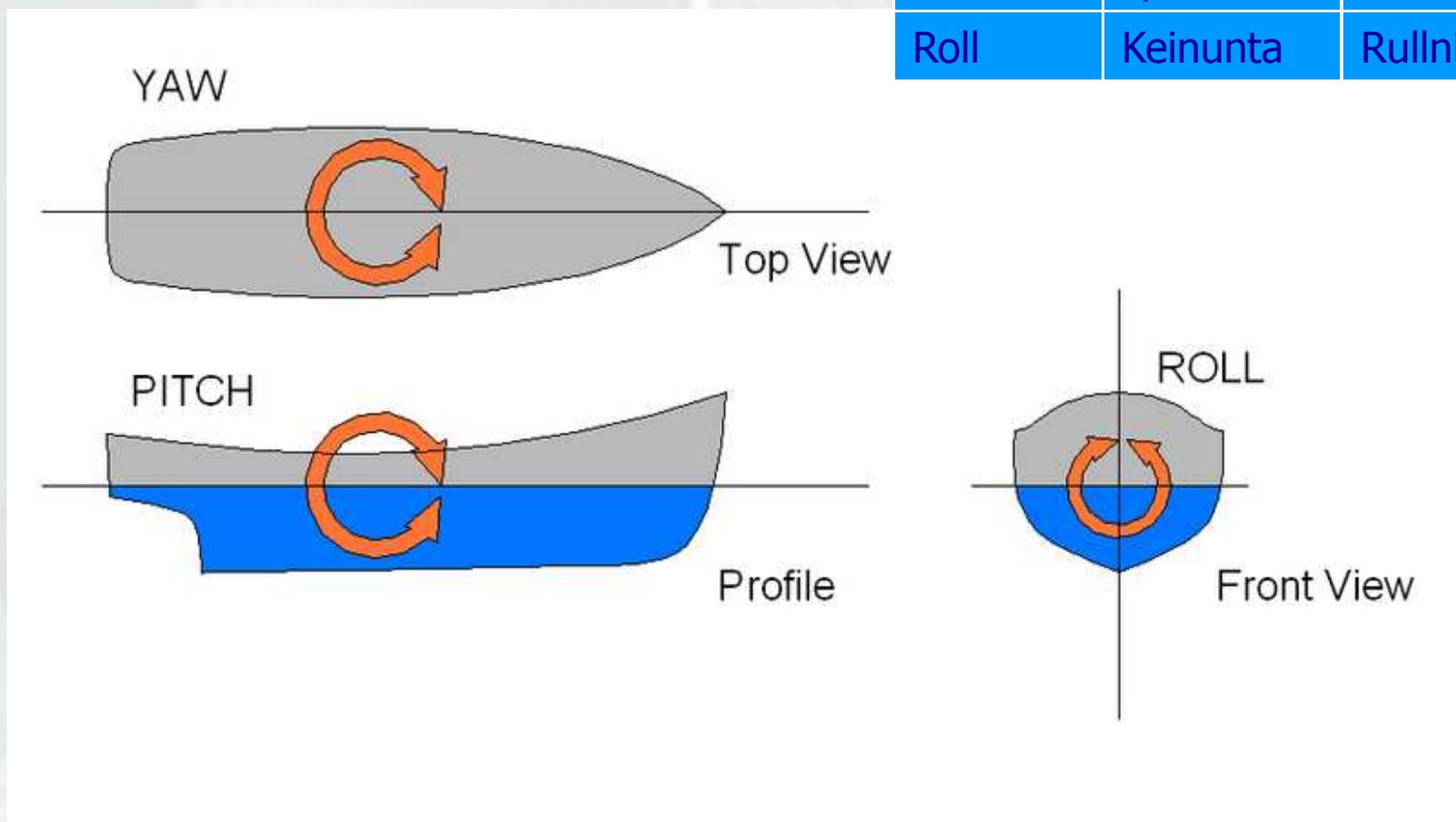
- Liikkeet vaikuttavat venevauhtiin ja hallittavuuteen
- Liikkeet vaikuttavat myös heikentävästi muihin mittauksiin
  - Nopeus
  - Tuuli
  - (Syvyys)
- Liikkeistä näkee veneessä tehdyt manööverit
- Hallitsemalla tai vähentämällä liikkeitä voidaan ainakin periaatteessa parantaa veneen
  - suorituskykyä
  - energiatehokkuutta (moottoriajossa)
  - hallittavuutta
  - matkanteon mukavuutta ja turvallisuutta
- Tässä esityksessä keskitytään lähinnä vain mittausosioon

# Määritelmiä

Veneen perusliikkeet – Kuusi vapausastetta (6DOF)

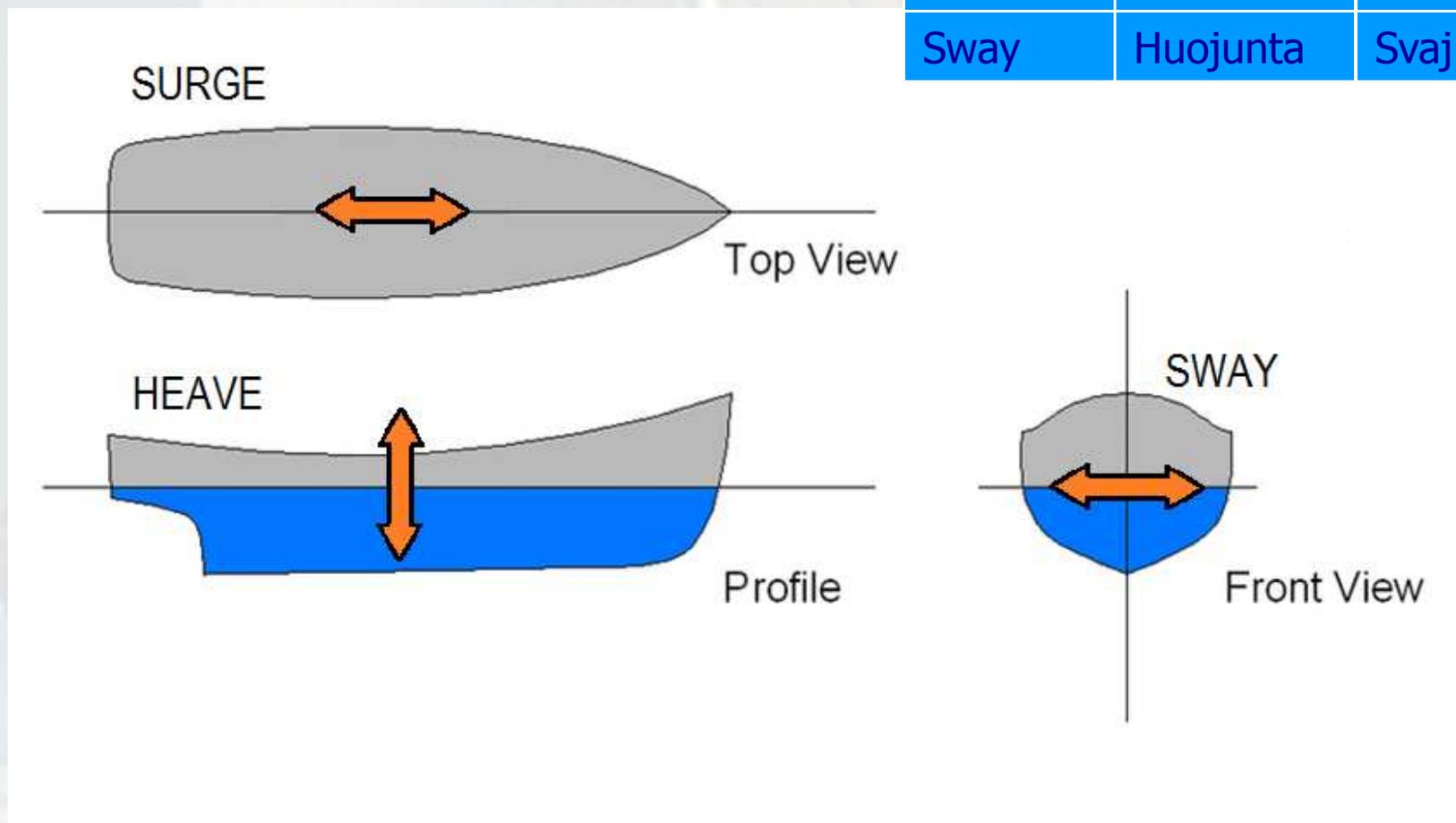
# Kiertyvät liikkeet

English	Finnish	Swedish
Yaw	Mutkailu	Gir
Pitch	Jyskintä	Stampning
Roll	Keinunta	Rullning



# Lineaariset liikkeet

English	Finnish	Swedish
Surge	Kiihtyily	Surf
Heave	Kohoilu	Hävning
Sway	Huojunta	Svaj



# Johtopäätöksiä

- Perusliikkeet voivat olla eri tavoin jatkuvia tai vaihtelevia
- Mikä tahansa liike voidaan kuitenkin jakaa kuuteen perusliikkeeseen
  - Tällä voimme helpommin kuvata myös monimutkaisia liikkeitä
  - Osa perusliikkeistä ovat tällöin usein pieniä

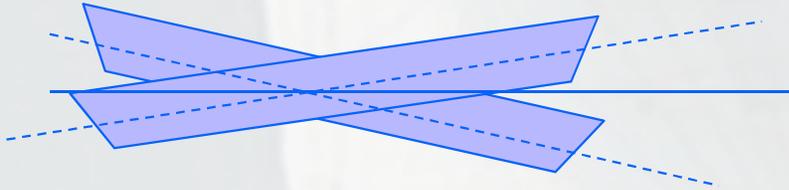
# Muita liiketermejä:

- Speed (Nopeus/Fart)
- Leeway (Sorto/Avdrift)
- Drift (Ajelehtia/Driva)
- Heeling (Kallistuma/Krängning)
- Pounding (Jyskytys/Stampa eller stöta)
- Slamming (Paiske/Smäll)
- Wriggling (Kiemurtelu/Slingra)
- Swinging (Heilua/Pendla)

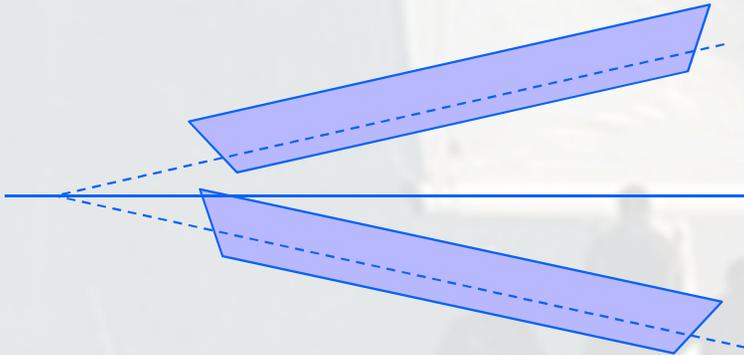
# Mikäli voidaan olettaa että alus on täysin jäykkä

- Kiertyvät liikkeet ovat aluksessa kaikkialla samat, mutta tuntuvat suuremmilta mitä kauempana liikekeskuksesta (Center of Motion - CoM) ne koetaan
- Liikekeskuksessa on kulkusunnan poikittaiset (pystysuuntaiset) lineaariset liikkeet  $\approx 0$ .
- Aluksen lineaariset liikkeet lasketaan perinteisesti tietyn (annetun) pisteen, esim. massa-keskuksen suhteen

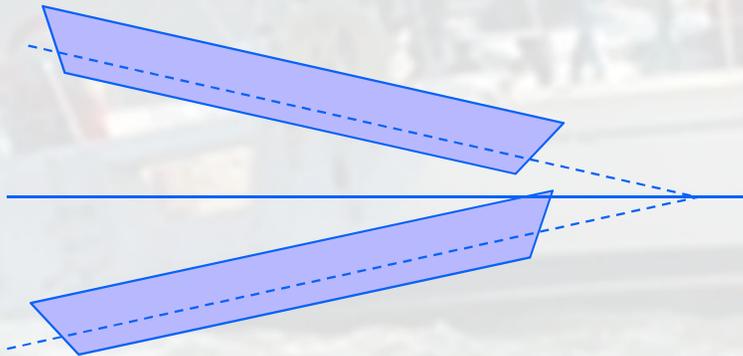
# Liikekeskuksen (CoM) sijainti vaihtelee – Eri tapauksia



CoM sijaitsee keulan ja perän välissä

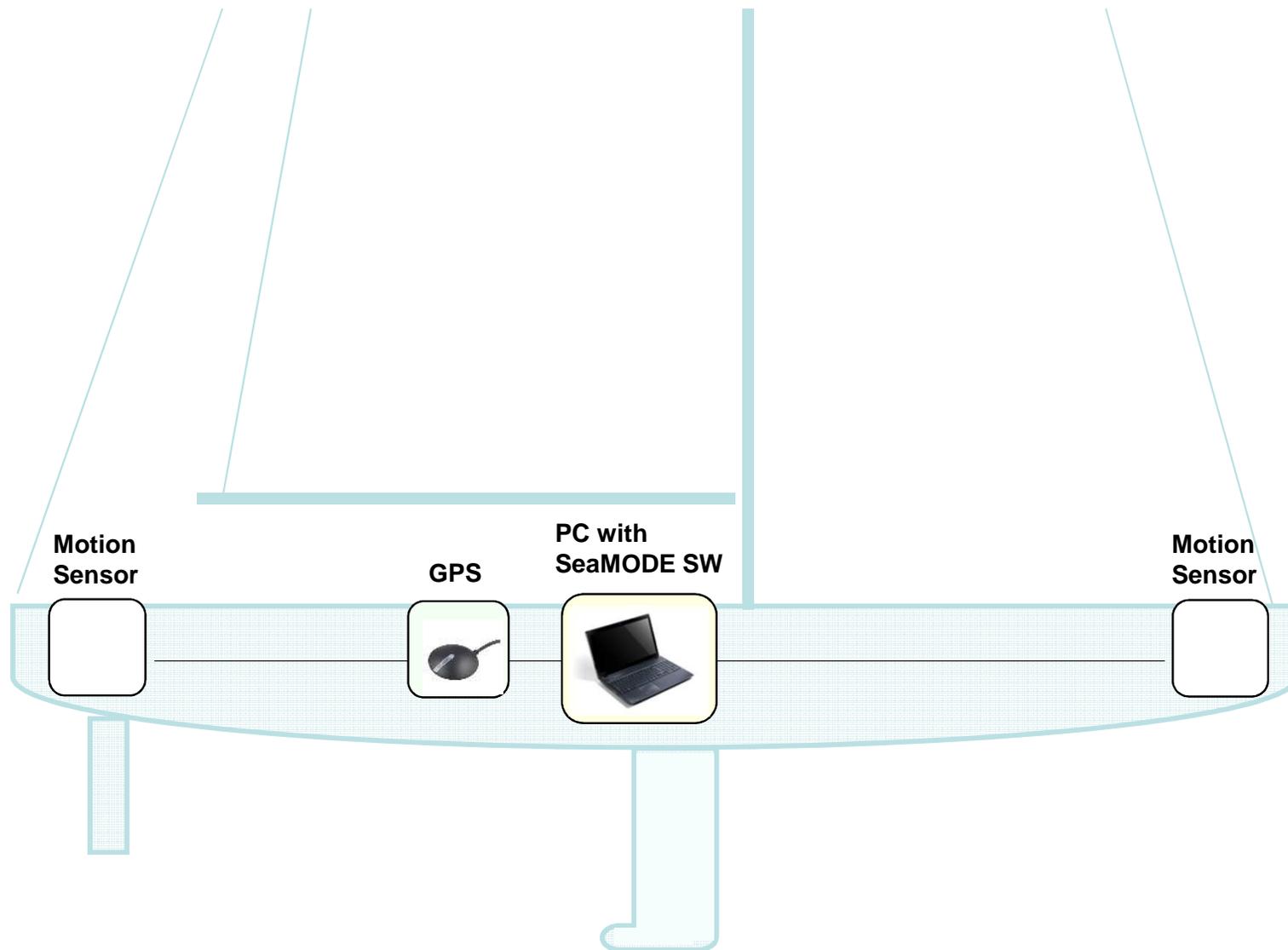


CoM sijaitsee perän takana

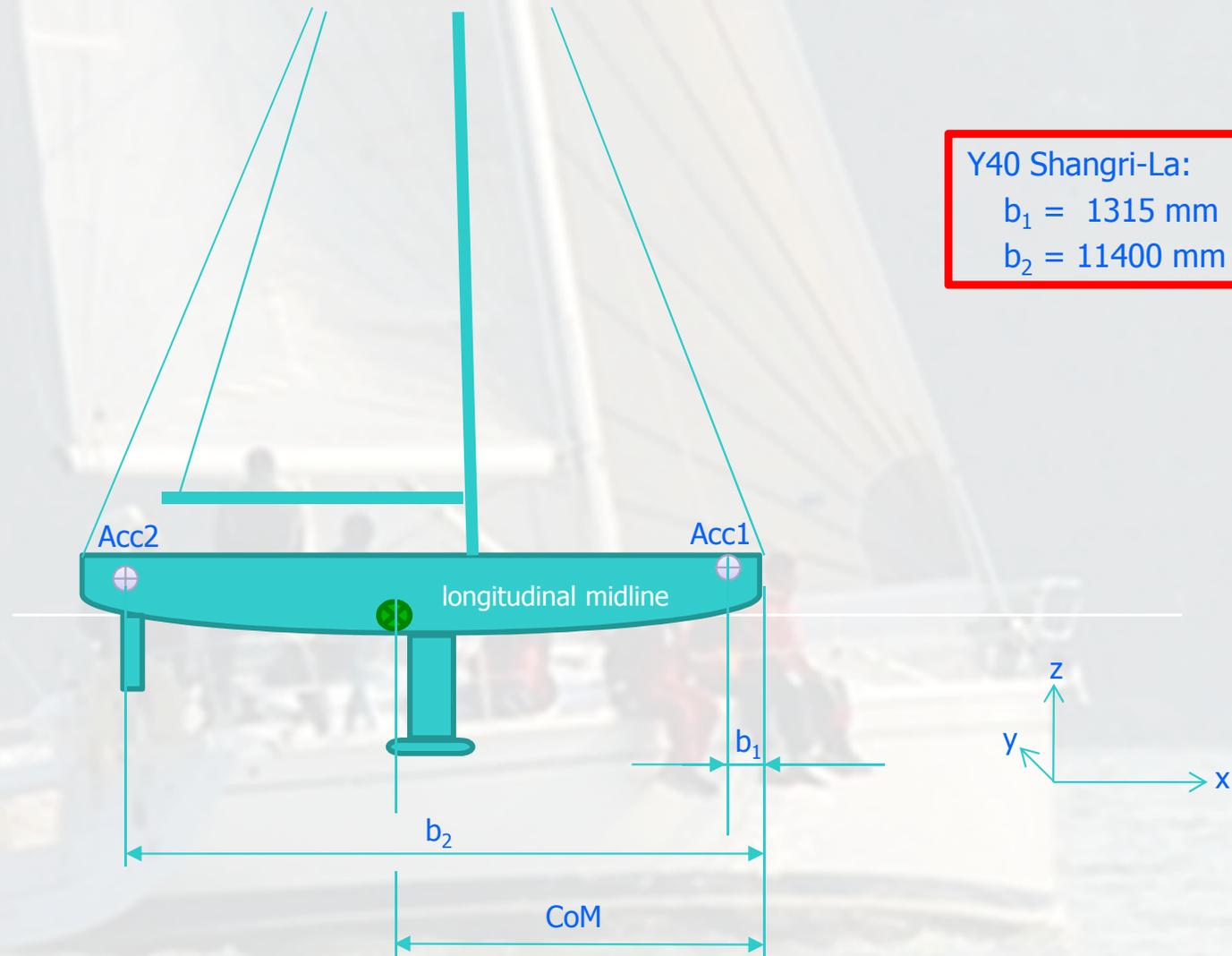


CoM sijaitsee keulan edessä

# SeaMODE™ protokoonpano 2011

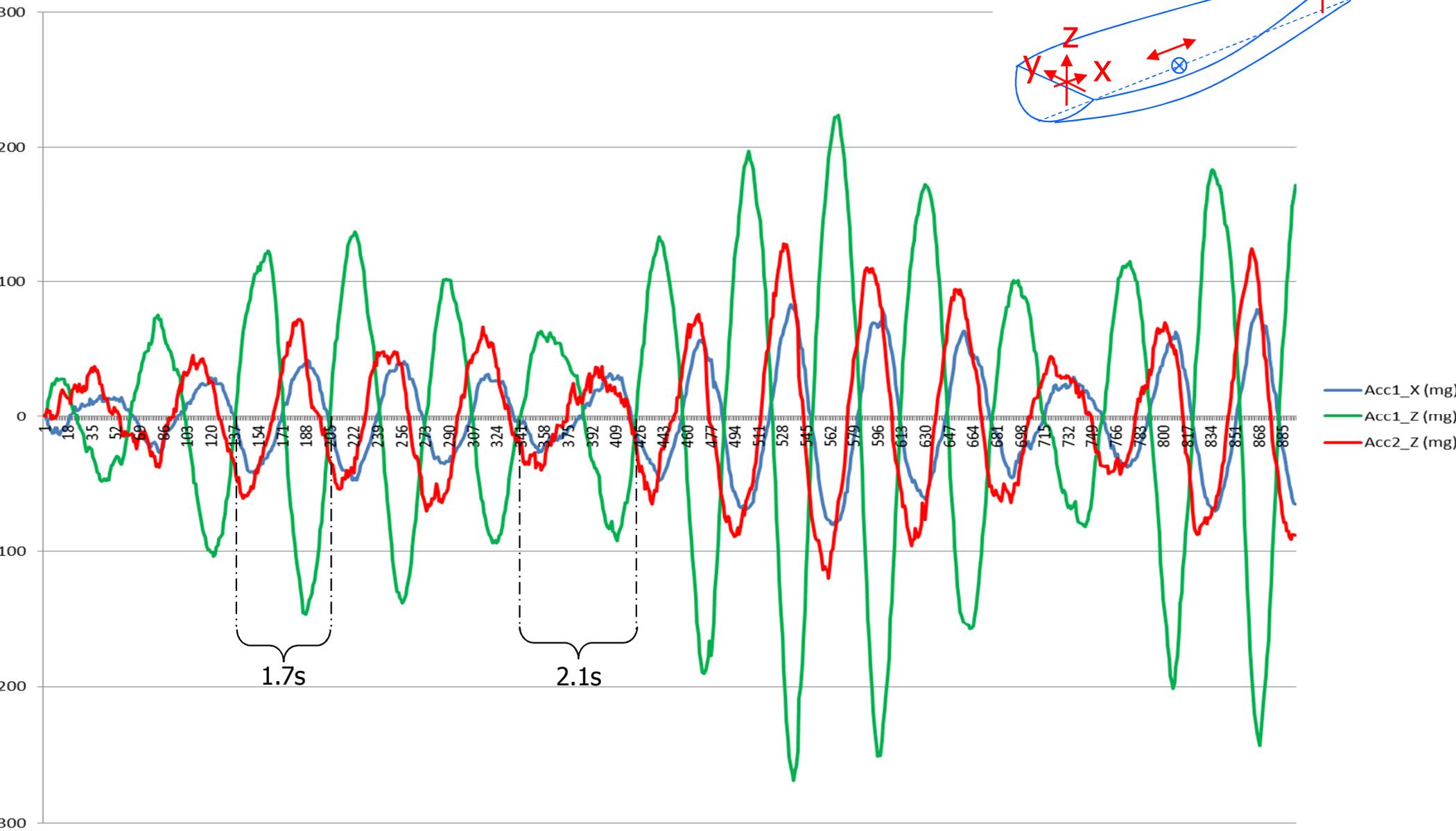


# Installation setup



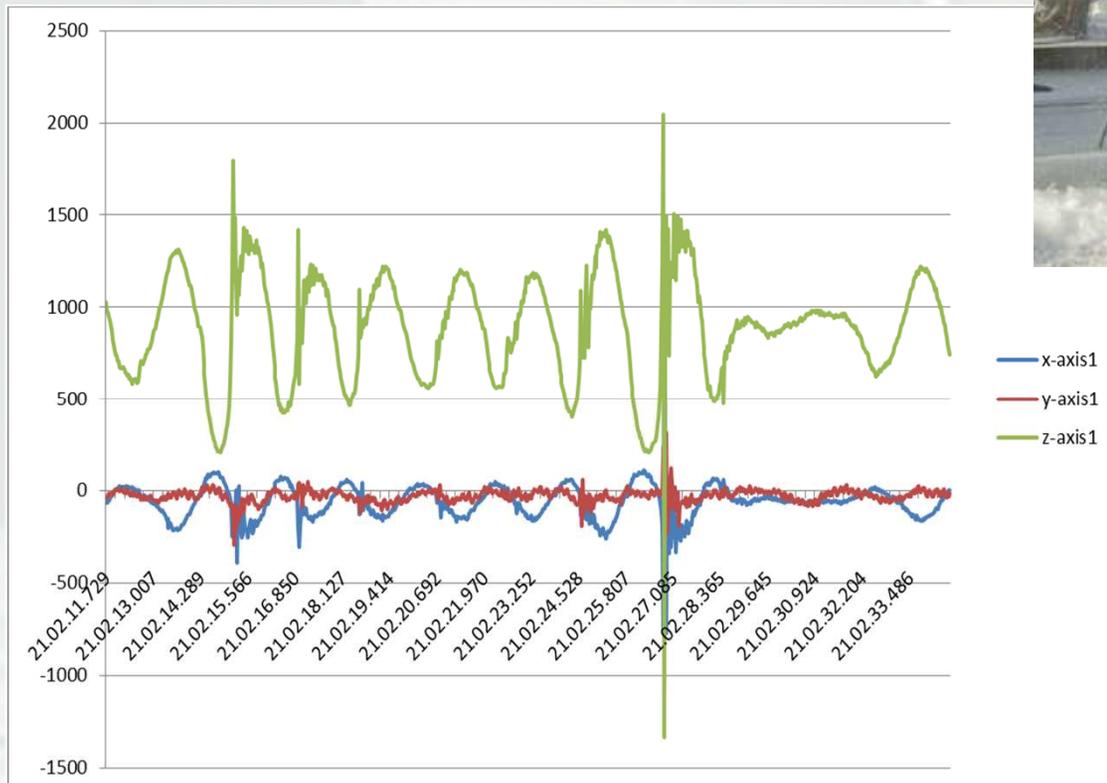
# Kiihtyvyydsmittausten tuloksia (Y40) – Ajo kohtisuoraa $\approx 30\text{cm}$ peräaaltoja vastaan (SOG=5.6 $\rightarrow$ 5.1kn)

mg

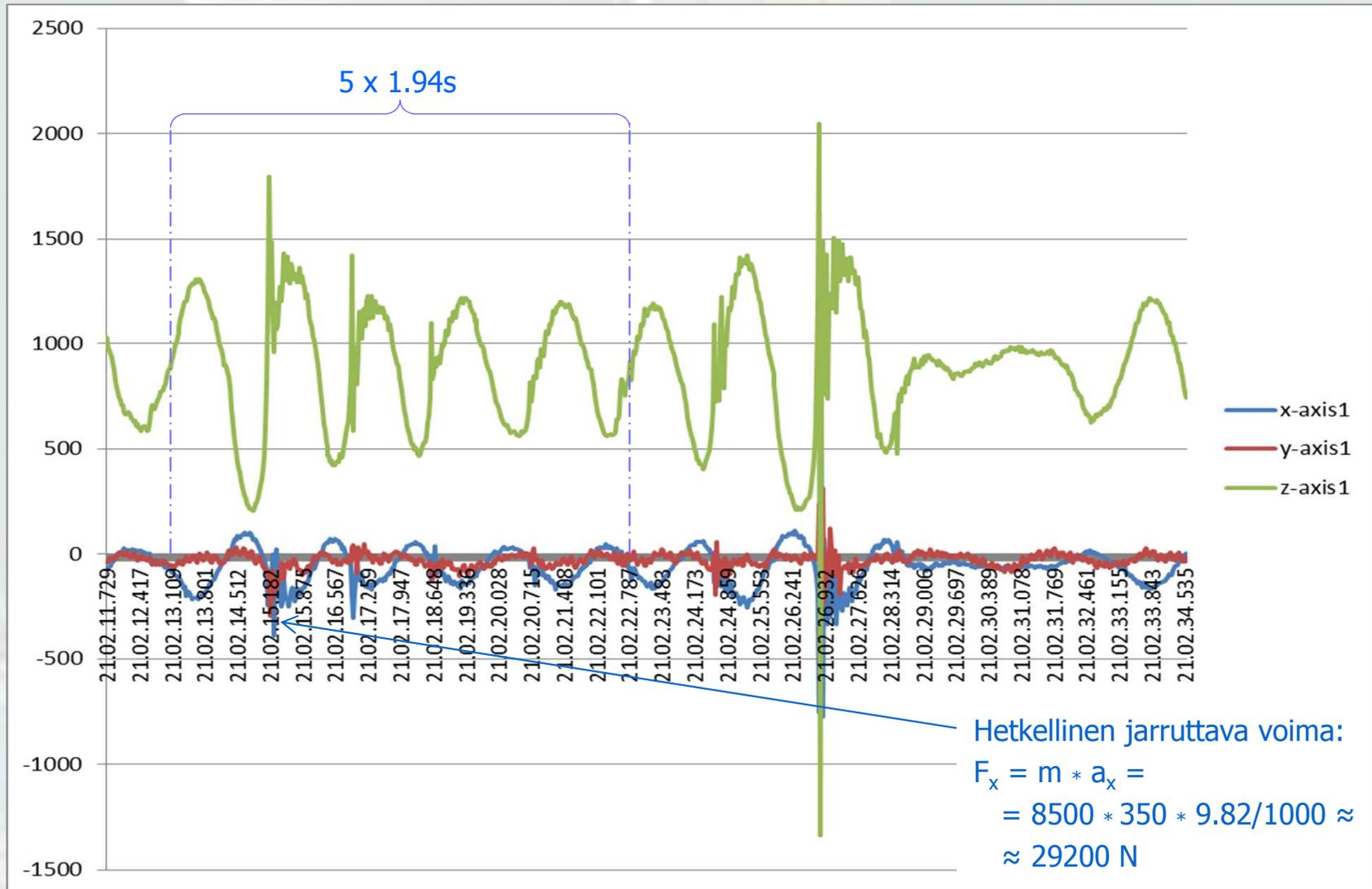




# Paiskemittauksia Riianlahdella 2011



# Paiskemittauksia Riianlahdella 2011



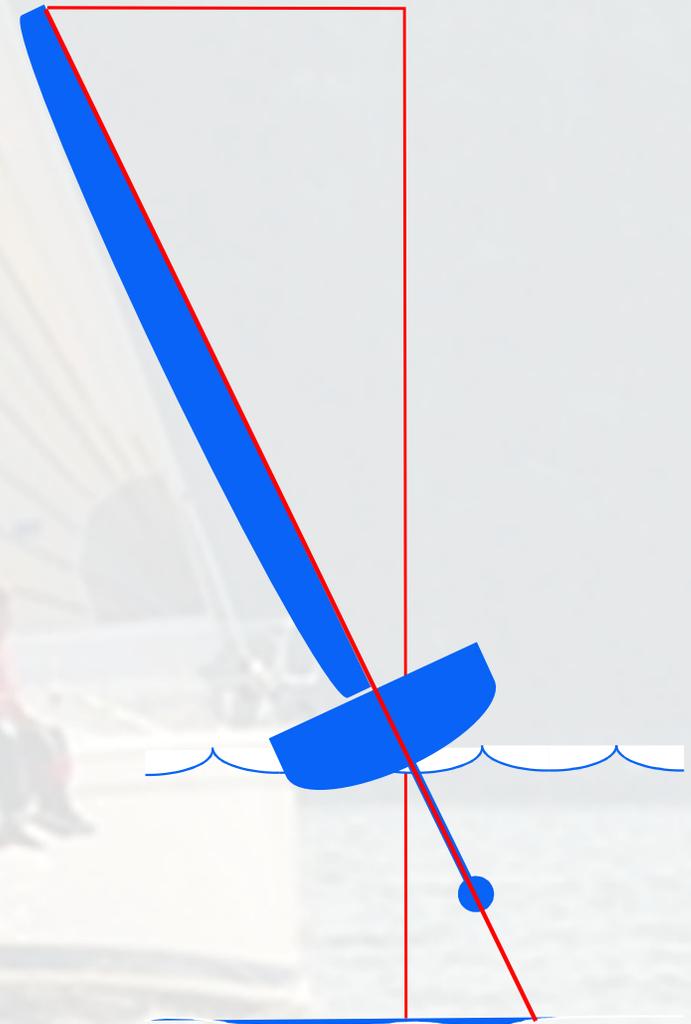
# Yleistä liikemittauksista

Liikemittausjärjestelmän avulla tiedämme:

- Aluksen sijainti (GPS)
- Sen kolmiulotteinen tila
- Miten se juuri tuolloin liikkuu
- Edellyttäen että alus voidaan nähdä jäykkänä ja tunnemme aluksen massan ja massakeskuksen sijainnin, voimme periaatteessa laskea myös siihen kohdistuvat voimat

# Liikekompensoinnilla voidaan myös parantaa muiden mittausten laatua

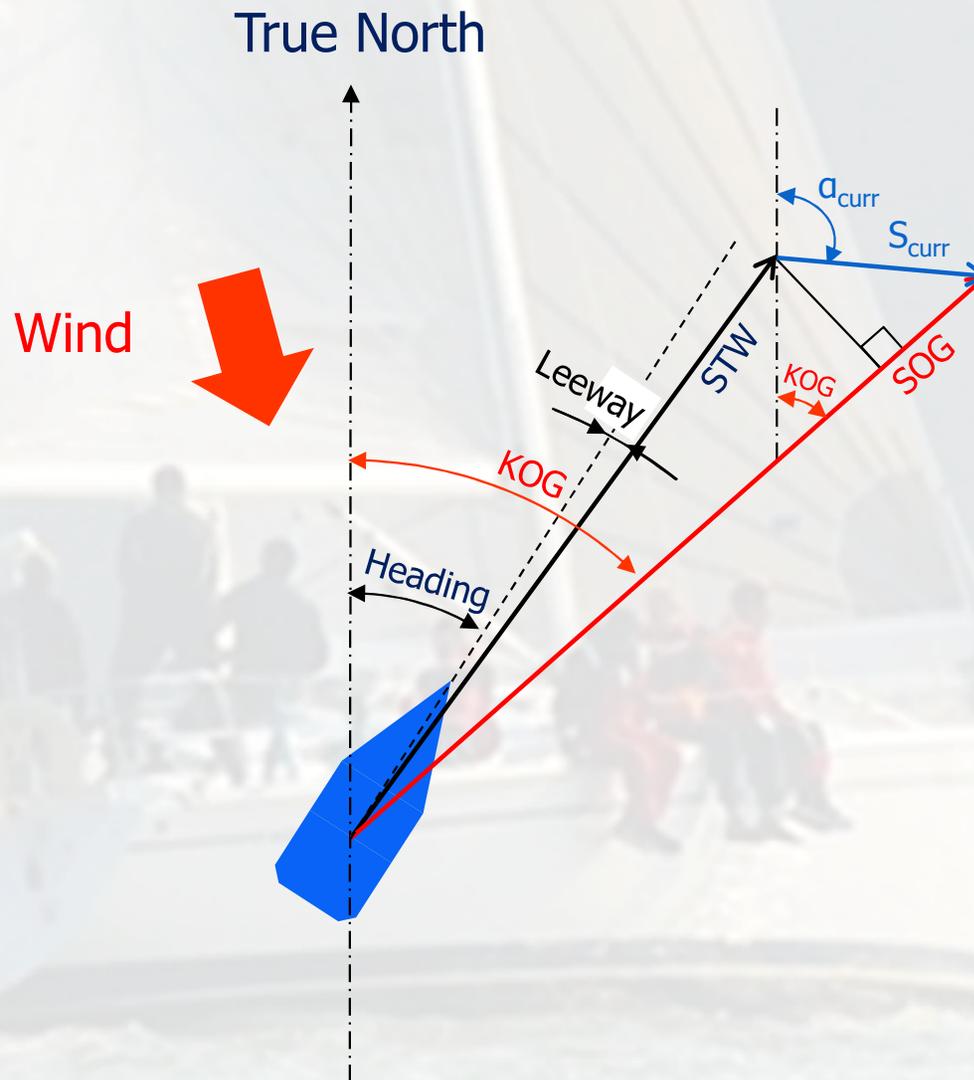
- Hyvän tarkkuuden aikaansaamiseksi useat venemittaukset vaativat kompensointiin veneen liikkeiden suhteen
- Esimerkkejä:
  - Nopeus
  - Tuuli
  - Syvyys
- Lasketut seurannaissuureet kuten esim. Tosituuli, VMG kärsivät merkittävästi keuhnoista perusmittauksista



# Nopeuden mittaus

- Eri mittausmenetelmillä saadaan erilaisia tuloksia
  - Perus-GPS mittaa nopeuden pohjan suhteen luotettavasti vain mikäli nopeus on tasainen ja enemmän tai vähemmän samansuuntainen
  - Siipipyöräloki mittaa nopeuden veden suhteen ja reagoi hyvin nopeusvaihteluihin hyvin mikäli anturi on puhdas, vedessä ja integrointiaika riittävän lyhyt. Myös kalibrointi on tärkeä.
  - Integroimalla kulkusuunnan kiihtyvyys nopeudeksi saadaan hyvä mittari lyhytjaksoisten nopeusvaihteluiden indikoimiseen
- Ratkaisuna on anturifuusio jossa kahden tai kolmen eri mittausmenetelmän tulokset sulautetaan yhdeksi parempilaatuiseksi mittariksi. Tässä on huomioitava
  - että eri menetelmät mittaavat eri asioita (SOG, STW etc.)
  - milloin menetelmät mittaavat hyvin ja milloin ei
  - eri menetelmien integrointiajat

# Nopeusmittauksen komponentit



# Tuulimittaukseen vaikuttavat tekijät purjeveneissä

1. Tuulianturin ominaiskäyrä ja integrointiaika
2. Tuulianturin asennuskorkeus ja suuntaus
3. Veneen vauhti veden suhteen
4. Kallistuma ja keinunta, vaikuttaa pääasiassa kohtauskulmaan, mutta myös korkeuteen
5. Tuuliväanne, eli tuulen sekä nopeuden että suunnan jakauma korkeuden suhteen (riippuu ilmakehän tilasta)
6. Jyskintäkulma (Pitch angle) ja sen "keinunta" (oleelliset lähinnä valtameriolosuhteissa)
7. Mutkailu (Yaw), mikäli anturi on asennettu liikekeskuksen etupuolelle
8. Sorto
9. Tuulen kiertyminen tuulianturin kohdalla (Upwash)
10. (Maston mahdollinen kääntyminen)

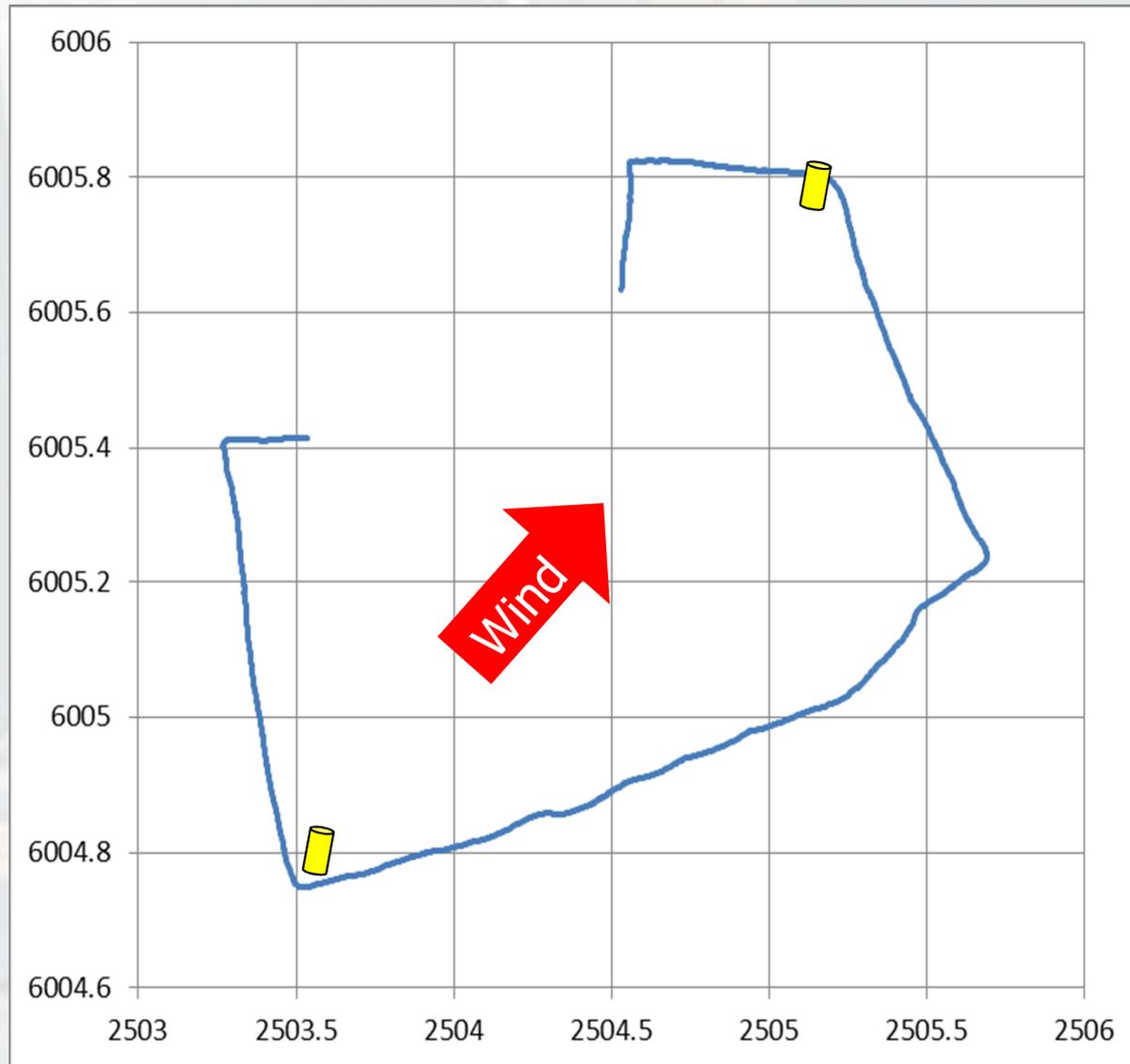
# Myös kevyellä kelillä voidaan veneen liiketietoja hyödyntää

- Painojakauman optimointi veneen lastauksessa
- Rungon märkäpinnan muoto ja pinta-ala on oleellinen nopeutta parantaessa tai optimodessa energiakulutusta
- Kallistuman hallinta
- Myös kevyellä kelillä on mielenkiintoista monitoroida manöövereiden ajoituksia, kestoaikaa ja niiden osaelementteja

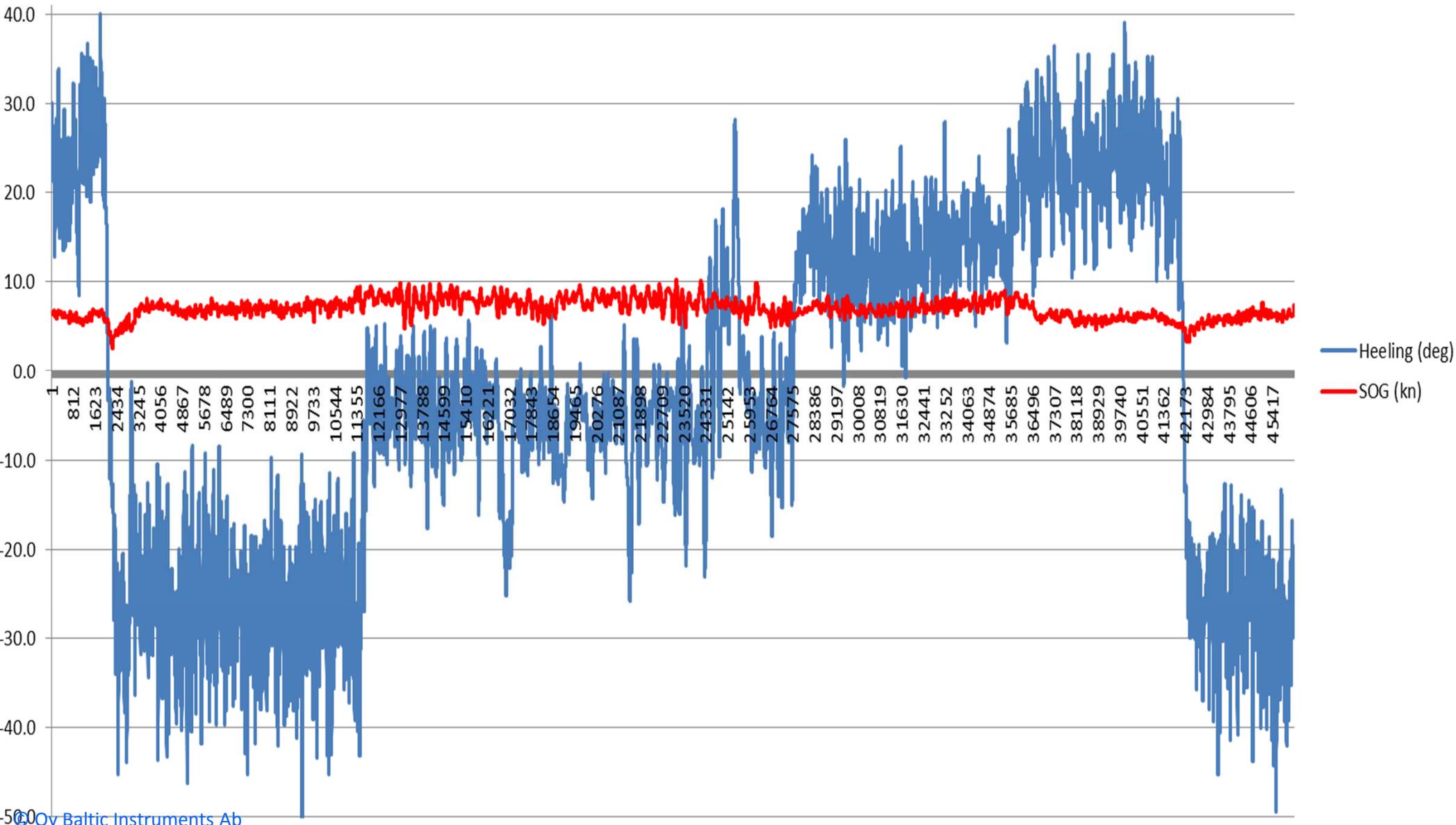
# Mittautuloksia



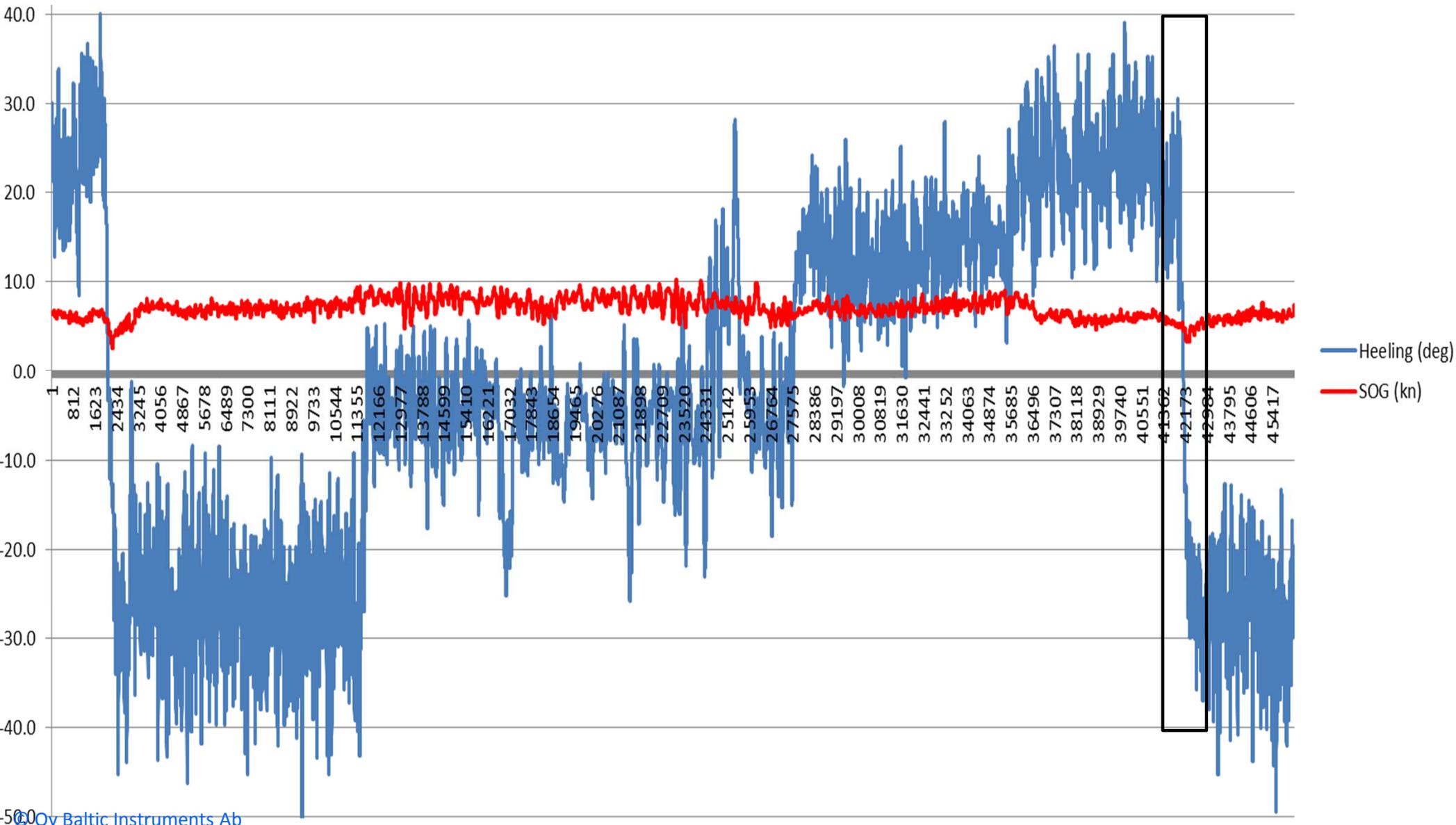
# Track during the selected short logging sequence



# SOG and Heeling of Kind of Magic during the selected short logging sequence



# SOG and Heeling of Kind of Magic during the selected short logging sequence



# SOG x 5 and Heeling of Kind of Magic during the selected tack

