

Älypurje - Smartsail

WB-Sails on jo vuoden ajan tutkinut mahdollisuuksia hyödyntää uusinta sensortechnologiaa purjeisiin. Erilaisilla antureilla voidaan mitata virtauksia, paineita, jännityksiä ja venymiä purjeiden pinnalla. Langattomuus tekee mahdolliseksi tietojen siirtämisen purjeesta joko veneen mittaristoon tai navigoinnissa käytettävään sylimikroon.

Tämä kaikki on mahdollista toteuttaa nykYTEKNIKALLA, haasteena on purjeen "energiatalous": anturit tarvitsevat toimiakseen sähköä, joka on jostain saatava. Viime vuosina langattomien anturien energiantarve on vähentynyt dramaattisesti, jolloin riittävän energian kerääminen esim. aurinkokennoilla on mahdollista. Purjeita käytetään ulkoilmassa ja aurinkoenergiaa on yllin kyllin saatavilla. Yllättävämpiäkin energialähteitä on tulossa: pietsosähköiset anturit voivat kehittää itse tarvitsemansa energian purjeen lepatuksesta. Nämä energiasiepparit tuottavat sähkövirtaa, kun niitä taivutellaan tai venytetään.

Toinen suuri haaste on kustannus: purjeen älykkäät ominaisuudet eivät saa maksaa liikaa, jotta kuluttaja kokee niiden tuoman lisäarvon hintansa arvoiseksi. Tässä kohdin kehitystyö jakautuu kah-

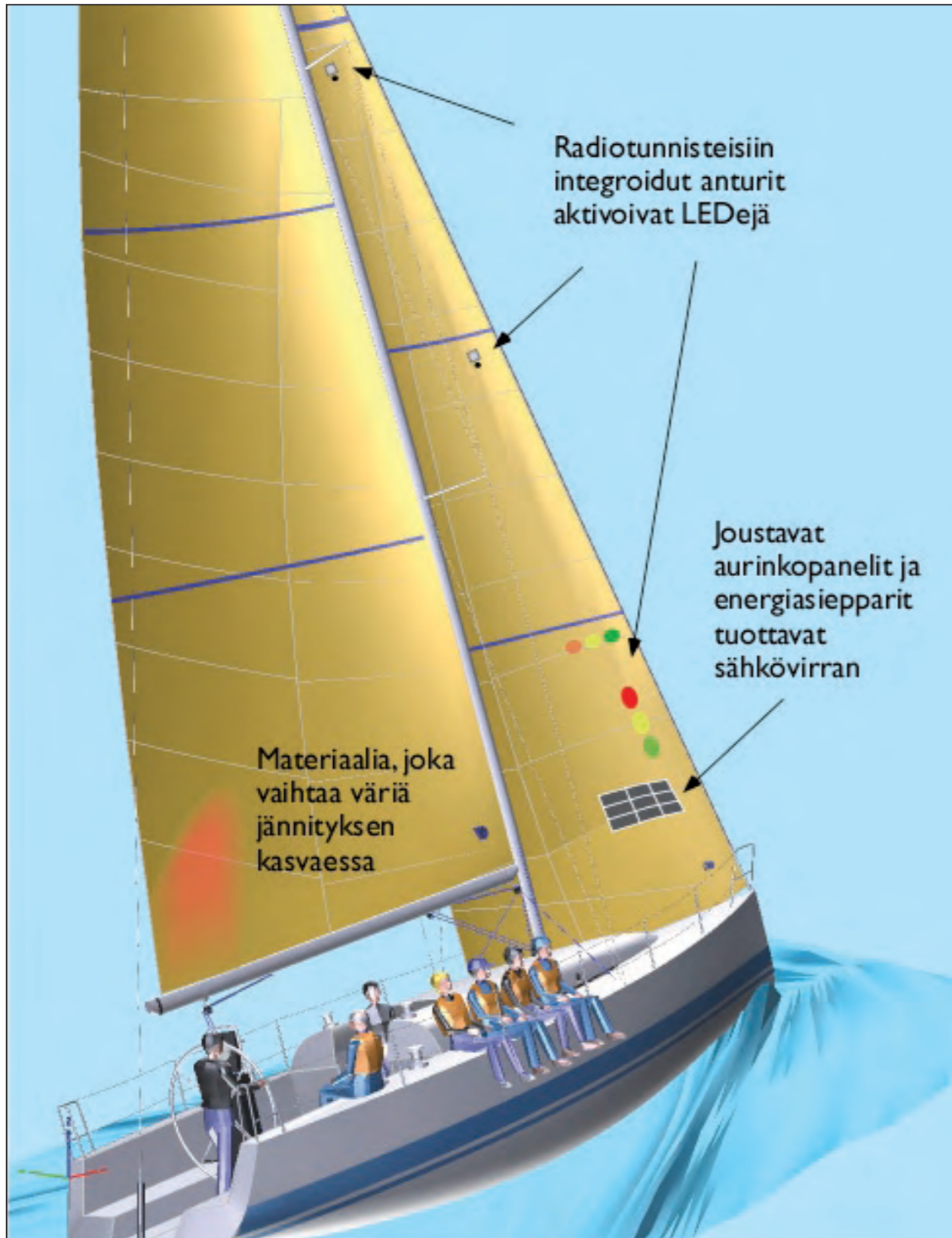
teen eri suuntaan. Kilpapurjehtija on valmis maksamaan älykkäistä ominaisuuksista huomattaviakin summia, tavallinen retkipurjehtija ei.

Älykkyyttä kaikkiin purjeisiin

Tietyt perusominaisuudet kiinnostavat kaikkia purjehtijoita. Tällaisia voivat olla esim. anturi, joka kerää tietoa purjeen käyttöhistoriasta, kuten käyttötunneista, UV-altistuksen määrästä ja lepatuksen voimakkuudesta. Aurinkokenno voi käynnistää anturin automaattisesti aina kun purje nostetaan. Anturiin sisältyvä muisti tallentaa purjeen käyttöhistoriaa, joka voidaan lukea purjeen huollon yhteydessä. Tiedoista voidaan vetää johtopäätöksiä purjeen kärsimästä kohtelusta ja kunnosta. Lepatusta voidaan mitata pietsosähköisellä anturilla, joka samalla voi tuottaa langattoman anturin lähettimen tarvitseman energian.



Paineanturi mikropiireineen ja radiotunnisteineen laminoituna purjeeseen. Radiotunniste voidaan asentaa suojaan ja näkymättömiin vaikka vahvistusten sisään ilman, että sen toiminta muuttuu. Yksinkertaisen tunnisteiden hinta on vain joitain kymmeniä senttejä, ja sen toimintaikä on yli kymmenen vuotta - todennäköisesti paljon pidempi kuin purjeen.



Lepatusta voidaan myös valvoa vaikkapa kiihtyvyyssanturilla, joka sytyttää halssikulmassa punaisen LED-valon merkitseäkseen, että nyt lepatus on vaarallisen voimakasta ja purjeiden jalustukselle olisi syytä tehdä jotain, ennen kuin syntyy pysyvää vahinkoa. Samalla tavoin UV-anturi voi ilmoittaa, että rullagenuan UV-suoja alkaa olla tiensä päässä ja on aika alkaa harjottaa sen uusimista.

Uusinta uutta edustaa nanoteknologiaan perustuvat energiasiepparit, jotka kehittävät sähkövirtaa kun niitä venytetään. Nämä sensorit ovat niin pieniä, että niitä on ajateltu kudottavan suoraan esim. vaatekankaisiin. Purjeisiin venyviä nanoputkia voidaan ehkä soveltaa siten, että purje alkaa loistamaan kohdassa, jossa sitä rasitetaan liikaa. Loisteeseen tarvittavan energian tuottaisi loistesensori itse.

Vasemmalla: Purjeen pintaan laminoidut sensorit voivat ohjata etuliesmaan upotettuja LEDejä, korvaten perinteiset virtauslangat. Vaihtoehtoisesti purjeessa olevien sensorien tieto voidaan lähettää langattomasti veneen mittaripaneeliin. Energia tuotetaan aurinkopaneleilla ja lepatuksesta sähköä tuottavilla energiasieppareilla.

Oikealla: Suomessa kehitetyt absoluuttisen paineen sensorit ovat tarkimpia, pienimpiä ja energiapiheimpiä. Kuvassa olevien MEMS-anturien läpimitta on 6 mm ja paksuus 2 mm, mutta mittaustarkkuus $\pm 1,5$ Pa. Se on todella hyvä tarkkuus, ottaen huomioon että normaali ilmanpaine on n. 100,000 Pa.



Älyä kilpapurjehdukseen

Kilpapurjehdukseen ja purjeentekijän tuotekehitykseen anturointi luo kokonaan uusia mahdollisuuksia. Tärkein sovellus on perinteisten virtauslankojen korvaaminen antureilla ja LED-valoilla tai jopa Oled-näyttöillä. Virtauslangat ovat sinänsä erinomaisia “analogisia” antureita, jotka ovat jo vuosikymmenien ajan toimineet purjetrimmarin ja perämiehen apuna. Langoilla on kuitenkin ongelmansa: sateella ne liimaantuvat kiinni purjeeseen, pimeässä niitä on vaikea nähdä, eikä lankoja aina pysty asentamaan siten, että ne ovat ruorimiehen tai trimmarin näkökentässä.

Anturoitu, elektroninen virtauslanka taas voi olla missä tahansa purjeen suojan puolella purjehtijan näkymättömissä, mutta sen mitaamat tiedot voidaan näyttää purjeen etuliesmassa tai jopa veneen mittaristossa omassa näytössään. Purjeen käytöksestä voidaan saada tietoa, joka ei näy tavallisilla virtauslangoilla, virtausanturit voivat opastaa purjehtijaa parhaan trimmin löytymisessä.

Kilpapurjehtijaa ja ennen kaikkea purjeentekijän omaa tuotekehitystä kiinnostaa myös suora painemittaus purjeen pinnalla. Paineanturit ovat kutistuneet ns. MEMS-teknologian avulla vain 6 mm kokoisiksi napeiksi. Radiotunnistimilla varustetut paineanturit muodostavat sensoriverkon, jonka avulla paine purjeen pinnalla voidaan mitata tosiajassa. Integroimalla paineet voidaan suoraan laskea ja näyttää mittaristossa eteenpäin vievä ja kallistava voima - varmasti kiinnostavia suureita purjetrimmarille.

Painemittauksessa on kuitenkin haasteensa. Paine-erot purjeen pinnalla ovat varsin pienet verrattuna ilman paineeseen, joka merenpinnan tasolla on n. 100,000 Pascalia (Pa). Kymmenen metrin tuulessa paine-ero purjeen eri puolilla on n. 150 Pa, heikossa tuulessa vain parikymmentä Pa. Kun ilmanpaine lisäksi kasvaa n. 13 Pa/metri vedenpinnasta ylöspäin, asetetaan antureiden erottelukyvylle ja jär-

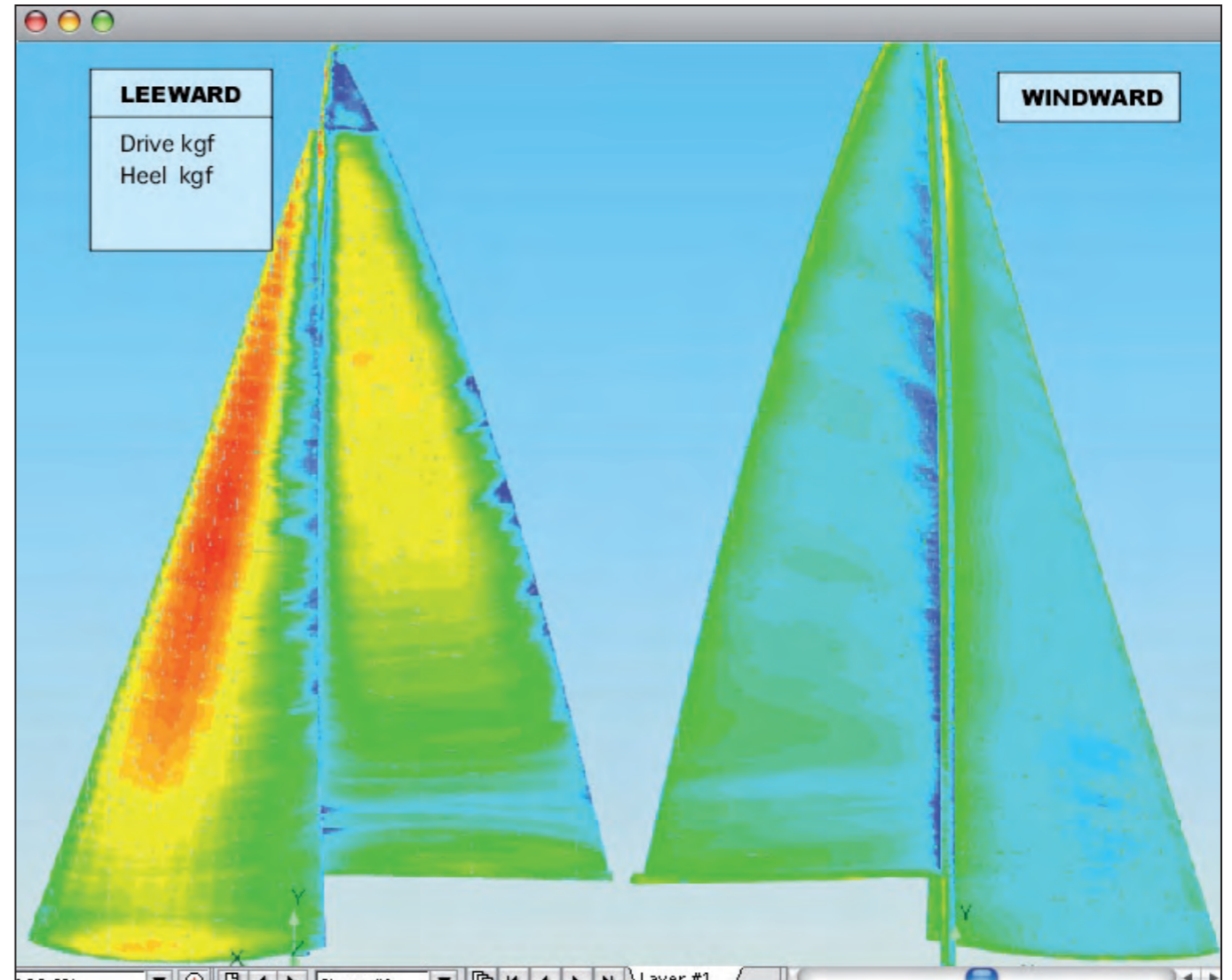


SailLabin MI-5 genua vuodelta -92 oli todennäköisesti maailman ensimmäinen älypurje. Yhdessä VTT:n Markku Hentisen kanssa tehdyssä tutkimushankkeessa purjeeseen liimattiin venymäliuska-anturit rasiusten mittaamiseksi. Sen aikaiset anturit olivat paljon kömpelömpiä kuin nykyiset, eikä tietoa osattu siirtää langattomasti. Jokaisesta anturista vedettiin nippu johtoja purjeen etuliesmaan ja sieltä alas kannelle veneen hytissä olevaan dataloggeriin. Mittaustietojen perusteella tehty StressMapper-ohjelma on edelleen käytössä osana BoatBase tietokantaa. Sen avulla on valittu materiaaleja ja arvioitu venymiä kirjaimellisesti tuhansiin purjeisiin.

jestelmän älykkyydelle melkoiset vaatimukset. Tällaisia hankkeita on kuitenkin menossa parikin kappaletta eri puolilla maailmaa, America's Cup-hankkeiden yhteydessä, joten selvää kiinnostusta asiaan on ja ongelmat varmasti ratkaistavissa.

WB-Sailsin älypurjehanke etenee aikataulunsa mukaisesti siten, että ensimmäisiä, perusominaisuuksilla varustettuja purjeita kokeillaan kesällä 2009 ja v. 2010 saadaan elektroniset virtauslangat käyttöön. Painemittauksen aikataulu tavoittelee lähinnä Lontoon Olympialaisiin 2012 liittyviin valmisteluihin.

Suuri määrä paineantureita voi muodostaa sensoriverkon. Antureiden arvot voidaan interpoloida koko purjeiden pinnan kattavaksi painekartaksi, joka voidaan näyttää tosijassa (1 Hz taajuudella eli kerran sekunnissa päivittyvänä) tietokoneen näytöllä. Jos purjeen muoto mitataan samalla, voidaan laskea suoraan venettä eteenpäin vievä ja kallistava voima - purjetrimmarin haaveiden täyttymys.



Antureita on nykyään kaikkialla. Autoissa ne säätelevät moottoria, valvovat rengaspaineita ja estävät jarrujen lukkiintumisen. Lähes kaikissa kodinkoneissa on mikropiirejä, jotka säätelevät ja valvovat niiden toimintaa. Markkinoille on tulossa jääkaappeja, jotka varoittavat kun niiden sisältämä ruoka on pilaantumassa. Termi "ubicom" tarkoittaa sulautettua tietotekniikkaa, jonka tarkoituksena on taustalla huomaamattomasti toimien esimerkiksi auttaa ja helpottaa ihmisten jokapäiväistä elämää. Yli 98% kaikista maailman mikroprosessoreista on jo nyt sulautetun tietotekniikan järjestelmissä.